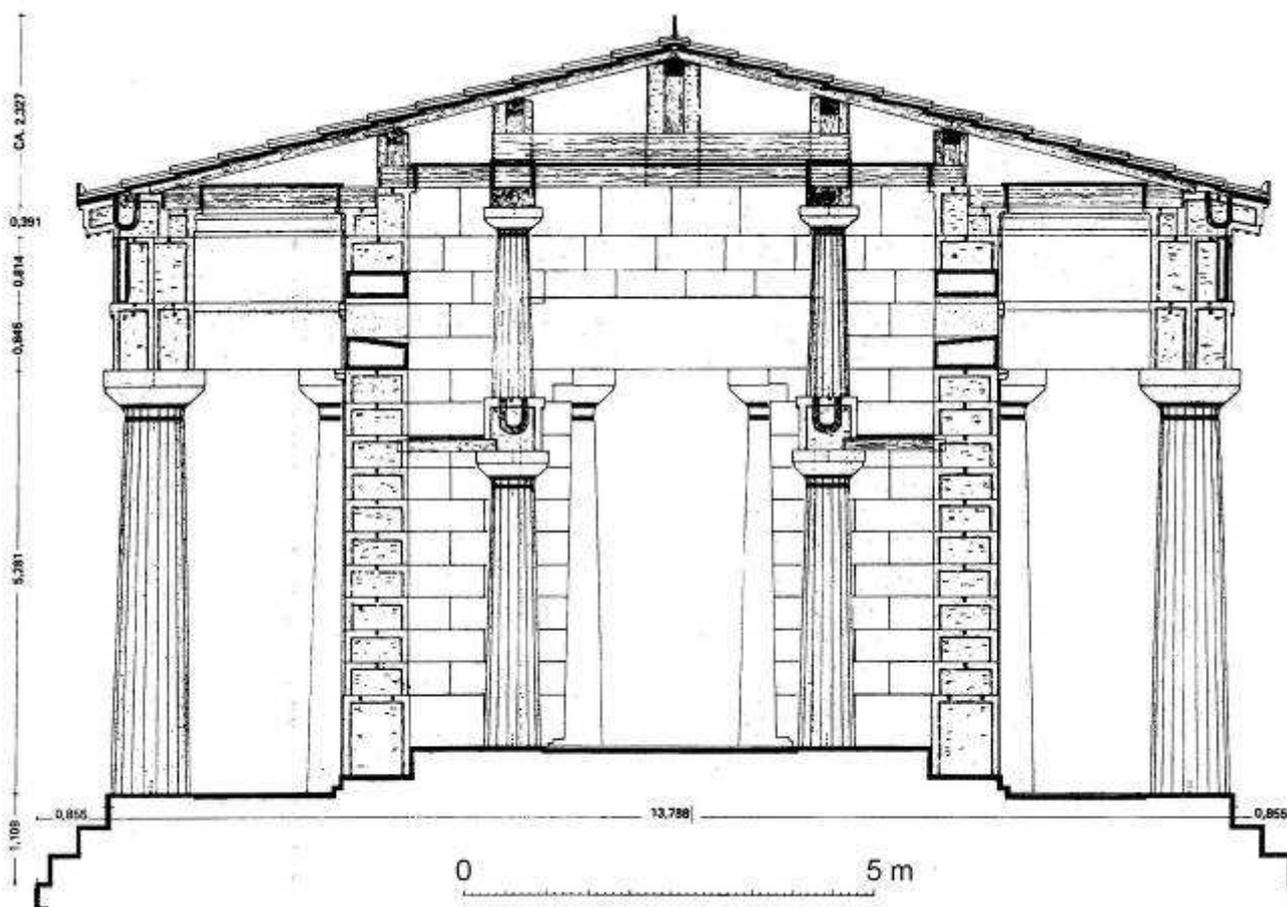


## PARTE SECONDA

### GLI EDIFICI IN PIETRA





## Capitolo I

### Le rocce e il loro impiego nell'edilizia

Le **rocce** sono aggregati di minerali. La maggior parte sono composte da più specie di minerali e altre sostanze (**rocce composte** od **eterogenee**). Più raramente sono formate da un solo minerale (**rocce semplici** od **omogenee**). Tra queste ultime possiamo annoverare ad esempio le rocce calcaree le quali sono costituite quasi interamente da calcite (CaCO<sub>3</sub>).

Le rocce formano la parte esterna della terra (**crosta**) il cui spessore varia da alcuni chilometri – sotto gli oceani – ad alcune decine di chilometri – sotto i continenti. Dal punto di vista della loro origine (**litogenesi**) si distinguono in rocce magmatiche, sedimentarie e metamorfiche.

(cfr. tavv. I – IV; l'ordine delle figure segue quello del testo alle pagine seguenti)

#### 1) Le rocce magmatiche

Le **rocce magmatiche** (dette anche eruttive o ignee o laviche) sono il prodotto della solidificazione del **magma**, il quale è una massa fluida a temperatura elevata (700-1300°), in movimento verso l'alto, formatasi in profondità nella Terra per fusione di rocce preesistenti e composta da un miscuglio di liquidi, gas, cristalli. In base alla zona della crosta dove avviene la solidificazione del magma si ha una distinzione tra rocce intrusive ed effusive.

a) **Le rocce intrusive** hanno origine da masse magmatiche che non sono riuscite ad arrivare in superficie; pertanto si sono solidificate in profondità nella crosta con un raffreddamento lento e in condizione di elevata pressione dovuta alle rocce soprastanti. Queste circostanze determinano una cristallizzazione completa e uniforme (struttura **olocristallina**); i cristalli sono grandi, con aspetto di granuli ben distinguibili a occhio nudo, e per lo più di uguali dimensioni. Molti giacimenti sono oggi visibili in superficie grazie all'azione erosiva degli agenti atmosferici che hanno demolito le rocce soprastanti. Le più importanti rocce magmatiche intrusive sono le seguenti:

- Il **granito** è una roccia ad alto contenuto di quarzo, compreso tra il 20 e il 60%, da sempre molto apprezzata come materiale da costruzione per la sua compattezza e l'ottima resistenza a compressione (1600-2400 kg/cm<sup>2</sup>); ha una funzione importante anche sul piano decorativo per la caratteristica macchiettatura – che presenta colori diversi a seconda dei giacimenti di provenienza – e la lucidabilità. Si trova in grandi ammassi che consentono di estrarre pezzi monolitici di considerevoli dimensioni. Importanti giacimenti erano sfruttati anticamente in Egitto dove questo materiale venne impiegato in vari edifici monumentali e da dove fu largamente esportato<sup>1</sup>. Il tipo più pregiato era la sienite, il cui nome deriva da Siene (Assuan) dove esistevano grandi cave (è altrimenti detto **granito rosso di Assuan**), caratterizzato da una grana grossa di colore rosato o rosso mattone, utilizzato soprattutto a partire dalla terza dinastia per lastre di rivestimento, pilastri, colonne, obelischi, sarcofaghi e sculture<sup>2</sup>. Il granito è presente anche in Italia, sulle Alpi, nell'Arcipelago Toscano, in Calabria e in Sardegna, dove era estratto già in epoca romana. Altre cave erano anticamente in Gallia, nel massiccio dell'Esterel (**granito a morviglione**), in Asia Minore, presso Pergamo (**granito grigio misio**)<sup>3</sup> e nella Troade (**granito violetto o marmor troadense**)<sup>4</sup>.

- La **diorite**<sup>5</sup> è composta prevalentemente da plagioclasio ed è un materiale durissimo, molto difficile da lavorare e scolpire, che veniva utilizzato nelle cave egiziane per tagliare il granito. Ciò non ha impedito la realizzazione di vasi e altri oggetti di finissima fattura.

- La vera e propria **sienite** dal punto di vista petrografico, da non confondersi con quella di Assuan, è una roccia a prevalenza di feldspato, analoga ai graniti, ma a differenza di questi ultimi è priva di quarzo o con quantità di quarzo molto piccole. Presenta colore grigio o rosato o violaceo, un'ottima resistenza all'usura e buona resistenza alla compressione, di poco inferiore a quella del granito (800-1500 kg/cm<sup>2</sup>). Ha una struttura granulare,

<sup>1</sup> PILLET 1936-37; GALLETTI – LAZZARINI – MAGGETTI 1992

<sup>2</sup> Sulle pietre egiziane e il loro impiego nell'architettura cfr. DE PUTTER – KARLSHAUSEN 1992; ASTON – HARRELL – SHAW 2000; LAZZARINI 2002 a, pp. 227-244; KLEMM – KLEMM 2008

<sup>3</sup> LAZZARINI 1998; DE VECCHI *et alii* 2000

<sup>4</sup> PONTI 1995

<sup>5</sup> HARRELL 2009

talvolta porfiridica per la presenza dei grossi cristalli di feldspato con caratteristiche intermedie rispetto alle rocce effusive. In Italia è presente nella zona di Biella (sienite della Balma).

b) **Le rocce effusive**, dette anche vulcaniche, sono quelle che si sono formate sulla superficie terrestre per la fuoriuscita del magma attraverso condotti o fenditure. Il brusco passaggio alla temperatura ambientale comporta un rapido raffreddamento, un forte abbassamento di pressione e la dispersione di sostanze gassose. Queste condizioni determinano la formazione di una struttura irregolare (porfirica, cosiddetta dal porfido che è la roccia magmatica effusiva più rappresentativa) composta da pochi grandi cristalli ben formati (fenocristalli) immersi in una massa di fondo costituita da minutissimi cristalli, in alcuni casi anche **amorfa**, formata cioè da materiali solidi, come il vetro, che mancano di un reticolo cristallino. Alcuni esempi di rocce effusive:

- La **porfirite**, detta anche andesite, è una roccia con tessitura da afanitica – cioè minutissima e compatta - a porfirica, la quale è costituita principalmente da plagioclasio, pirosseni e orneblenda. E' un materiale duro, tenace, lucidabile, con resistenza alla compressione simile a quella dei graniti. Comprende alcuni importanti porfidi utilizzati nell'antichità<sup>6</sup>. Il **porfido rosso antico**, le cui cave sono situate sul Gebel Dokhan nel deserto orientale egiziano<sup>7</sup>, fu considerata la pietra più prestigiosa, in particolare durante l'impero romano, in virtù del suo colore rosso porporaceo che fu adottato da re e imperatori come simbolo di nobiltà e potere. Presenta un fondo con tonalità variabili rosso-violacee punteggiato da numerosi cristallini bianchi o rosa di plagioclasio. Materiale costosissimo, esso venne impiegato nella ritrattistica imperiale e per sculture di divinità, lastre di rivestimento parietali e pavimentali, colonne di edifici imperiali e pubblici, sarcofagi, vasche. Varietà egiziane sono il porfido verde e il porfido serpentino nero. Materiale molto lussuoso fu anche il **porfido verde antico**<sup>8</sup> (o serpentino), estratto nel Peloponneso, non lontano da Sparta, caratterizzato da un uniforme colore verde scuro su cui si distinguono cristalli di plagioclasio allungati e di

dimensioni variabili, con tonalità che vanno dal verde chiaro, al verde scuro, al verde giallastro. Utilizzato in epoca minoico-micenea per la manifattura di vasi rituali, venne riscoperto dai Romani nel I sec. a.C. e impiegato prevalentemente per rivestimenti parietali e pavimentali.

- Il **porfido quarzifero** è costituito da almeno un 65% di massa microcristallina di fondo in cui sono immersi cristalli di vari minerali, prevalentemente di quarzo. In Italia le principali cave si trovano in Trentino e in Val Camonica; per le sue caratteristiche di durezza e di resistenza anche agli sbalzi di temperatura, è stato largamente utilizzato per le pavimentazioni stradali, disposto generalmente a cubetti (sampietrini, bolognina).

- Il **basalto**<sup>9</sup> è la roccia effusiva più diffusa sulla crosta terrestre. La maggior parte dei fondali marini è costituita da questo materiale. È composto da una preponderanza di plagioclasio e pirosseni, spesso anche da olivine che sono silicati di ferro e magnesio. Il colore è scuro, nero o verdastro; la struttura è quasi sempre a grana fine, molto compatta, presenta ottima resistenza e tenacità (resistenza a compressione in genere tra i 2500 i 4000 Kg/cm<sup>2</sup>), è difficilmente lavorabile per la sua durezza. Le lave basaltiche possono, solidificando, portare a molteplici strutture. In molti casi durante il raffreddamento del magma si sono formate profonde fratture verticali a sezione esagonale che conferiscono alla roccia un caratteristico aspetto colonnare. La più grandiosa formazione di questo tipo è quella del *Giant's Causeway* nell'Irlanda settentrionale. Il basalto è largamente presente anche sul territorio italiano dove è stato sfruttato fin dall'antichità soprattutto per lastricati stradali (da cui il termine *basolo*). Hanno aspetto colonnare diversi giacimenti dell'Etna, della Sardegna e del Veneto.

- La **leucite**<sup>10</sup>, detta anche lava leucitica, è composta essenzialmente da leucite, presenta colore biancastro o grigio chiaro, la durezza è pari pressappoco a quella del basalto. In Italia è un prodotto delle eruzioni dei vulcani laziali e del Vesuvio. È stata utilizzata dai Romani soprattutto per i lastricati stradali e in piccole schegge nell'opera cementizia.

- La **trachite**<sup>11</sup> è costituita principalmente da feldspati, cui si associano plagioclasio e quarzo;

<sup>6</sup> LUCCI 1964

<sup>7</sup> ROMEO – DE BIASIO 2004; PEACOCK – MAXFIELD 2007

<sup>8</sup> ZEZZA – LAZZARINI 2002

<sup>9</sup> HARRELL – BOWN 1995; STOREMYR *et alii* 2009

<sup>10</sup> JACKSON – MARRA 2006

<sup>11</sup> CAPEDEI – GRANDI – VENTURELLI 1997

mostra una superficie scabra, vacuolare o finemente porosa, con notevole resistenza alla compressione (1000-1800 Kg/cm<sup>2</sup>). Presente in vari luoghi d'Italia, dove era sfruttata già in epoca preromana, tra cui la Sardegna, Ischia, i monti Sabatini, i Colli Euganei<sup>12</sup>, è utilizzata principalmente per lastricati stradali.

- La **pomice**<sup>13</sup> si caratterizza per una elevatissima porosità dovuta alla formazione di bolle di gas nella matrice vetrosa della roccia durante eruzioni di tipo esplosivo. La massa solida è costituita prevalentemente da silice, con disciolti vari ossidi metallici. Per la sua porosità risulta un materiale leggerissimo, l'unica pietra in grado di galleggiare nell'acqua. Venne spesso utilizzata in frammenti nell'opera cementizia romana per alleggerire la parte superiore delle volte.

- L'**ossidiana**<sup>14</sup> è un vetro vulcanico che ha origine da magmi con alto contenuto di silicio, fluidi e poveri di gas. Il rapido raffreddamento non ha dato modo agli atomi di ordinarsi per formare un cristallo. È quindi una roccia amorfa, priva di una struttura cristallina, con ossidi di ferro che le conferiscono una colorazione nerastra. È un materiale molto duro, caratterizzato da una superficie di frattura curva e liscia (frattura concoide) che consente di tagliarlo in forma di oggetti affilati e taglienti. Nel neolitico ha avuto grande importanza come utensile atto a tagliare e a incidere pietre meno dure, utilizzato anche nell'attività di estrazione delle cave.

## 2) Le rocce sedimentarie

Le **rocce sedimentarie** derivano da fenomeni esterni della superficie terrestre dovuti al disfacimento di rocce preesistenti le quali si sono depositate come sedimenti subacquei (depositi marini, fluviali, lacustri) e subaerei (depositi eolici). Gli elementi si dispongono in strati sovrapposti, presentando quindi una divisione in banchi. Si distinguono nei seguenti tipi:

a) **Rocce clastiche** (o detritiche). Sono costituite da elementi grossi o minuti, sciolti oppure più o meno cementati, che hanno avuto origine da altre rocce per disgregamento meccanico dovuto ad agenti fisici come il vento, il gelo, il calore del sole.

I frammenti (**clasti**), trasportati da correnti marine, corsi d'acqua, ghiacciai o dal vento, si sono successivamente depositati, stratificati e in molti casi consolidati. Trattandosi di sostanze derivate, i vari giacimenti presentano composizioni chimiche e mineralogiche eterogenee. Le rocce possono essere **incoerenti**, ovvero formate da particelle sciolte, oppure **coerenti**, cioè formate da particelle cementate. La classificazione viene effettuata generalmente in base alle dimensioni dei clasti. Le rocce incoerenti si distinguono nei seguenti tipi:

- **Argilla**, con particelle di diametro minore di 0,004 mm.

- **Limo**, con particelle di diametro compreso tra 0,004 e 0,0625 mm.

- **Sabbia**, con diametro dei granuli tra 0,0625 e 2 mm.

- **Ghiaia**, con granuli di dimensioni tra 2 e 64 mm.

Nel campo dell'edilizia argilla, limo e sabbia – materiali di cui ci siamo occupati nella prima parte del volume (cfr. pp. 26-30) – sono considerate **terre** da costruzione e hanno proprietà diverse che discendono come si è visto proprio dalle differenti dimensioni dei granuli. La sabbia costituisce anche un importante inerte per le malte (cfr. pp. 240-242). Si opera poi una distinzione tra **ghiaie** e **pietrischi** sulla base della forma: le prime sono arrotondate, i secondi hanno spigoli vivi. Entrambi sono utilizzati come inerti nei calcestruzzi, soprattutto il pietrisco che per la forma spigolosa fa miglior presa con la calce (cfr. pp. 242-247). Frammenti ancora più grandi, prodotti dalla disgregazione delle rocce, sono i **ciottoli** e i **massi**.

Le rocce clastiche coerenti comprendono:

- Le **arenarie**<sup>15</sup> sono composte da sabbie cementate (con dimensione dei clasti compresa quindi tra 0,0625 e 2 mm). I granuli sono costituiti da frammenti litici di diversa composizione a seconda della provenienza – frequenti sono il quarzo e i feldspati – tenuti insieme da un cemento composto generalmente da calcite, silice o ematite. Una caratteristica particolare delle rocce è la presenza di strati di diverso colore, con sfumature dal giallo ocra al rosso al bianco, dovute alla diversa concentrazione degli ossidi durante il processo di consolidamento. Presentano inoltre una caratteristica superficie ruvida densa di pori. Le arenarie hanno diversa resistenza alla compressione a seconda dei

<sup>12</sup> RENZULLI *et alii* 2002

<sup>13</sup> STERBA *et alii* 2009

<sup>14</sup> RENFREW – CANN 1964; WILLIAMS THORPE 1995

<sup>15</sup> PALÁGYI *et alii* 2006

giacimenti, da 300 a 1500 Kg/cm e oltre, e sono state utilizzate dall'antichità come pietre da costruzione sia nelle murature che nelle pavimentazioni. In Italia le più importanti arenarie a cemento siliceo sono le **quarziti sarde**; tra quelle a cemento carbonatico ci sono la **pietra serena**<sup>16</sup> in Toscana, la **pietra aretusea** siracusana, la **pietra di Sarnico** nel Bergamasco. L'**eolianite**, caratteristica formazione litologica di Creta, è una varietà di arenaria costituita da sabbie marine depositate dal vento<sup>17</sup>.

- I **conglomerati** sono composti da ciottoli di varia dimensione (con diametri che possono arrivare a oltre 1 m). Granuli minuti, di sabbia, limo o argilla, riempiono generalmente gli interstizi tra i clasti più grandi. Il cemento può essere di varia natura – calcite, dolomite, silice, ematite, gesso, argilla, fosfati – a seconda delle condizioni di sedimentazione. Si suddividono in **brecce**, dove i clasti presentano spigoli vivi, e in **puddinghe** che hanno invece clasti arrotondati. Tra le brecce più pregiate utilizzate nell'antichità ci sono la **breccia corallina ombrata** dell'Egitto, adoperata a partire dall'età predinastica per la manifattura di vari oggetti; la **breccia corallina** dell'Asia Minore (*marmor sagarium*)<sup>18</sup>, molta diffusa in epoca romana e utilizzata per colonne, vasche, rivestimenti parietali e pavimentali; il **marmo africano**<sup>19</sup> il quale, a dispetto del nome è una breccia calcarea che ha subito un leggero metamorfismo (cfr. p. 112) cavata presso Smirne, con clasti di colore e dimensioni molto variabili, particolarmente ricercata a Roma per rivestimenti, colonne (Basilica Emilia), anche soglie (Pantheon); la **portasanta**<sup>20</sup> (o breccia di Aleppo), dall'isola di Chio, con clasti di tessitura variabile e di colore che va dal rosato, al rosso bruno al grigio, su fondo rosso scuro, usata localmente almeno a partire dall'età classica, a Roma già nella prima metà del I sec. a.C. (colonne nell'area sacra di Largo Argentina, pavimentazione della Basilica Giulia), poi diffusissima in tutte le province dell'Impero; il **marmo di Aquitania** (*marmor celticum*)<sup>21</sup> dal versante settentrionale dei Pirenei, nella sua varietà più pregiata con clasti neri e lucenti immersi in un

cemento bianco latteo, impiegato nel Tardo Impero e in epoca bizantina per colonne e specchiature parietali, diffondendosi in vari centri costieri dell'Asia Minore e dell'Africa settentrionale; infine diversi tipi sul territorio italiano, adoperati anche questi per rivestimenti decorativi, tra cui il **giallo di Siena** e la **breccia rossa appenninica**, quest'ultima cavata vicino La Spezia<sup>22</sup>.

b) Le **rocce piroclastiche** hanno origine da materiale detritico incandescente proiettato dai vulcani e raffreddatosi rapidamente. Strutturalmente sono simili alle rocce clastiche, dividendosi in coerenti e incoerenti. I sedimenti incoerenti vengono classificati anche in questo caso in base alle dimensioni. Troviamo pertanto:

- Le **ceneri**, con diametro inferiore ai 2 mm.

- I **lapilli**, con diametro compreso tra i 2 e i 64 mm.

- Le **bombe vulcaniche**, con diametro superiore ai 64 mm.

Un particolare tipo di cenere vulcanica sono le **pozzolane**, costituite prevalentemente da silicati e ossidi di alluminio. Il colore varia secondo la composizione dal grigio al nero al rosso-bruno. Esse hanno la proprietà di reagire con la calce in presenza di acqua formando un composto cementizio particolarmente tenace e con proprietà idrauliche. Grazie a questo materiale i Romani riuscirono a confezionare malte e opere cementizie di altissima qualità (cfr. pp. 240-242). I migliori giacimenti in Italia sono quelli dei Campi Flegrei vicino *Puteoli*, da cui deriva il nome di questa sostanza – *pulvis puteolanus* – e quelli della campagna romana la cui pozzolana anticamente veniva denominata invece *harena fossicia*<sup>23</sup>.

Tra le rocce coerenti ci sono i **tufi**<sup>24</sup>, formati da ceneri e lapilli che si sono cementati perché caduti in seno alle acque oppure per azione delle acque filtranti nei depositi subaerei. I tufi presentano innumerevoli varietà in merito alle caratteristiche del colore, della struttura e della tessitura. Sono pietre relativamente tenere, generalmente con una buona attitudine alla lavorazione e alla squadratura, ma anche in questo caso vi sono notevoli differenze tra un tipo e l'altro, per cui si hanno tufi molto fragili che si sgretolano con facilità (detti **tufi**

<sup>16</sup> FRATINI *et alii* 2002

<sup>17</sup> PAPAGEORGAKIS *et alii* 1992

<sup>18</sup> LAZZARINI 2002 d

<sup>19</sup> WARD PERKINS 1966-67

<sup>20</sup> LAZZARINI 2003

<sup>21</sup> ANTONELLI 2002, pp. 271-273

<sup>22</sup> Su pietre e marmi italiani usati nell'antichità cfr. BRUNO 2002 b

<sup>23</sup> JACKSON *et alii* 2007

<sup>24</sup> SAPPÀ *et alii* 1995

**granulari**), altri più duri e compatti (**tufi litoidi**). I valori di resistenza a compressione variano da poche decine a 200 Kg e oltre per cm<sup>2</sup><sup>25</sup>. Per la facile lavorabilità i tufi sono stati largamente utilizzati nelle murature sia in conci che in blocchetti.

Tra i tufi litoidi dell'area laziale<sup>26</sup>, molto utilizzati negli edifici antichi, ci sono il **tufo lionato**<sup>27</sup>, presente nelle zone periferiche dell'apparato vulcanico dei Colli Albani, così detto per il caratteristico colore giallo-rossastro, il **tufo giallo della via Tiberina**<sup>28</sup> e il **tufo a scorie nere**<sup>29</sup> (o di Fidene), derivati dall'apparato vulcanico dei monti Cimini e Sabatini, il **nenfro** grigio scuro dei monti Volsini. Tipi più duri e di composizione molto simile, caratterizzati da una massa grigia cineritica con svariati inclusi lavici e piccole breccie calcaree, sono il **peperino** (*Lapis Albanus*)<sup>30</sup>, la **pietra gabina**, il **tufo di Tuscolo** provenienti da diverse aree sulle pendici dei Colli Albani. Tra i tufi granulari si trova il cosiddetto **cappellaccio**, deposito superficiale del suolo romano, sgretolabile se esposto alle intemperie ma resistentissimo all'umidità, per cui è stato impiegato preferibilmente nelle fondazioni.

Tra i tipi più importanti della Campania ci sono il **tufo giallo dei Campi Flegrei**, il quale si è sedimentato nel mare, da dove è emerso successivamente per movimenti tettonici, per cui contiene sporadici fossili conchigliiferi, il **tufo grigio di Nocera**<sup>31</sup> che è stato molto utilizzato negli edifici di Pompei, il **tufo sorrentino**<sup>32</sup>, presente tra Meta e Sorrento dove forma un alto banco roccioso di colore bruno-grigiastro che si erge a picco sul mare con una falesia alta dai 50 ai 100 m.

c) Le **rocce sedimentarie chimiche** si sono formate per azione chimica dell'acqua la quale, nel suo cammino attraverso le rocce, scioglie i sali presenti e li trasporta in conche dove si depositano

<sup>25</sup> Cfr. CALDERONI *et alii* 2010 dove si espongono i risultati di alcuni test di resistenza sulle murature storiche in tufo, con bibliografia relativa ad altre indagini di questo tipo.

<sup>26</sup> Sui tufi e le altre pietre vulcaniche usate nell'edilizia romana vedi JACKSON – MARRA 2006

<sup>27</sup> DE CASA *et alii* 1999

<sup>28</sup> LOMBARDI – MEUCCI 2006

<sup>29</sup> ALVAREZ – GORDON – RASHAK 1975

<sup>30</sup> AA.VV. 2003

<sup>31</sup> SCACCHI 1881

<sup>32</sup> GALDIERI 1913. Sull'uso del tufo della Campania nelle costruzioni cfr. anche TENORE 1892

dando origine a masse compatte. Si tratta generalmente di rocce semplici perché formate dall'accumulo di un'unica sostanza. Tra le più comuni:

- La **salgemma**, composta da cloruro di sodio, si trova in forma di grandi banchi formati dalla evaporazione di masse d'acqua salata (mari o laghi salati).

- Il **gesso** è costituito quasi interamente da solfato di calcio che deriva dalla trasformazione di sali marini per evaporazione. Questa roccia, molto tenera e facile da tagliare, è stata utilizzata, in particolar modo a Creta in età minoica, per la confezione di basi di colonne, conci rettangolari, cornici di porte, soprattutto pannelli di rivestimento pavimentali e parietali<sup>33</sup>. Con seghe di bronzo si riusciva a ricavare senza difficoltà lastre lunghe quasi due metri con uno spessore compreso tra 25 e 70 mm. Essendo un materiale molto deperibile sotto l'acqua piovana il suo impiego è stato limitato però prevalentemente agli spazi interni. Inoltre sottoposto a cottura tra i 130 e i 250 gradi e mescolato con acqua (cfr. pp. 30-31) il gesso si trasforma in un materiale plastico che ha avuto largo impiego nell'edilizia antica per confezionare malte, intonaci e stucchi, soprattutto in Egitto dove ci sono grandi giacimenti e nel mondo romano.

- I **travertini** sono rocce calcaree prodotte dalla evaporazione di acque ricche di carbonato di calcio. Si distinguono per una tessitura molto irregolare con frequenti concrezioni e vuoti causati dai vegetali inglobati nel sedimento e poi marciti. Hanno un colore giallo molto chiaro, quasi bianco, talvolta screziato di rosso o di bruno. È un materiale duro e pesante, con resistenza alla compressione di circa 500 kg/cm<sup>2</sup>. Celebre è soprattutto il **travertino di Tivoli** (*lapis tiburtinus*)<sup>34</sup>, molto utilizzato negli edifici romani a partire dall'età repubblicana in grandi blocchi, soprattutto nelle parti soggette a un carico maggiore, come le colonne, i pilastri, le ghiere degli archi, ma anche come rivestimento di grandi masse murarie. In Italia altri giacimenti stanno in Toscana, in Umbria<sup>35</sup> e nelle Marche. Un travertino africano particolarmente pregiato, estratto presso Orano in Algeria e impiegato a Roma in

<sup>33</sup> Sulle cave di gesso a Creta cfr. CHLOUVERAKI 2002; un altro importante giacimento dove il gesso era estratto in blocchi parallelepipedi destinati all'edilizia è stato individuato nell'alta valle del Belice in Sicilia (GENNUSA 2003).

<sup>34</sup> MANCINI A. 2006

<sup>35</sup> MORONI *et alii* 2002

epoca imperiale per lastre di *opus sectile*, era l'**alabastro a pecorella**, così detto per la somiglianza di una delle sue varietà con il vello ovino.

- Gli **alabastr**<sup>36</sup> sono aggregati di origine gessosa (solfato di calcio idrato) o calcitica (carbonato di calcio), depositi in ambienti sotterranei da acque sature di minerali, i quali si presentano in aggregati con incrostazioni a strati concentrici (concrezionati) o a zone di diverso colore (zonati) o a venature raggiate. Nell'antichità ebbe notevole diffusione soprattutto l'**alabastro cotognino** egiziano, di tipo calcareo, che si presenta nei suoi manufatti a tessitura zonata, caratterizzata cioè da bande di colore miele alternate a fasce più strette di colore bianco candido o rosato. Venne impiegato in epoca faraonica per sarcofagi, lastre di rivestimento, vasi e altri oggetti, poi dai Greci in età ellenistica (tomba di Alessandro Magno)<sup>37</sup> e dai Romani che ne ricavarono anche elementi architettonici come cornici e colonne. Giacimenti di alabastro erano sfruttati anche in Asia Minore (a Hierapolis di Frigia e a Tyatira) e in Italia (**alabastro del Circeo**). Quest'ultimo presenta due varietà, una simile al ghiaccio ("a ghiaccione"), l'altra "tartarugata"; a Roma si sono conservate alcune colonne di epoca imperiale ricavate dal tipo "a ghiaccione"<sup>38</sup>.

d) Le **rocce sedimentarie organogene** sono dovute all'accumulazione dei resti di organismi vegetali o animali fissati o cementati da sali di calcio o di magnesio. Hanno origine organica innanzitutto vari combustibili: i **carboni**, che si distinguono in quattro tipi (torba, lignite, litantrace e antracite in base al tenore di carbonio e alla diversa età di carbonizzazione), il **petrolio greggio** (o nafta), il **metano**. Hanno grande importanza come pietre da costruzione:

- I **calcari**<sup>39</sup> e le **dolomie** che devono la loro formazione al carbonato di calcio disciolto nelle acque fluviali, lacustri e soprattutto marine il quale, fissato dagli organismi nei loro gusci o scheletri, si deposita in masse più o meno compatte sul fondo del mare, formando sedimenti che ricoprono aree spesso di grande estensione. Lente trasformazioni

cancellano poi la struttura organica e danno alla roccia un aspetto compatto e uniforme. I calcari sono composti prevalentemente da calcite, le dolomie da dolomite, che è un minerale costituito da carbonato di calcio e magnesio. A seconda del rapporto dolomite-calcite si hanno le dolomie pure, le dolomie calcaree, i calcari dolomitici e i calcari puri. Quando calcari e dolomie sono compatti, privi di infiltrazioni terrose, costituiscono un eccellente materiale da costruzione con resistenza alla compressione fino a 1500 Kg/cm<sup>2</sup>.

In Italia i calcari predominano in forme più o meno pure nelle Prealpi e in tutta la parte più alta dell'Appennino Centrale e Meridionale; le rocce si distinguono anche da lontano per il loro colore bianco-cinereo. I più pregiati sono alcuni calcari compatti cripto-cristallini, cioè a struttura cristallina finissima da non essere rilevabile a occhio nudo, come il **botticino**<sup>40</sup>, i calcari colorati di Verona, di Vicenza, del Carso, di diverse cave lombarde, i quali si prestano a un perfetto lavoro di scultura e lucidatura e che per questo vengono comunemente chiamati marmi. Calcari compatti a grana fine sono la **pietra d'Istria**<sup>41</sup>, usata a Venezia anche perché resistente alla salsedine, la **pietra di Bellona**<sup>42</sup>, estratta vicino Capua, di colore paglierino o grigio, la giallognola **pietra di Trani**<sup>43</sup>. Un pregevolissimo calcare cristallino africano è il **giallo antico**<sup>44</sup> (*marmor numidicum*), che si presenta a volte con una tessitura massiva di colore uniforme dal giallo chiaro al giallo intenso, altrimenti di aspetto brecciato con tonalità di colore più variabili. Sfruttato dai re della Numidia a partire dal II sec. a.C., ebbe grande diffusione in epoca imperiale soprattutto come lussuoso rivestimento pavimentale e parietale associato ad altre pietre colorate. Il **cipollino mandolato**<sup>45</sup> è un'altra pietra calcarea molto apprezzata in epoca romana che veniva dal versante settentrionale dei Pirenei, caratterizzato da noduli carbonatici con diverse varietà cromatiche, impiegato principalmente per incrostazioni parietali e pavimentali, comune nelle città della Gallia, ma attestato anche a Roma (Villa Adriana, Teatro di Marcello, Villa di Settebasi).

<sup>36</sup> Sugli alabastr utilizzati in antico cfr. LAZZARINI – VILLA – VISONÀ 2006

<sup>37</sup> ALAIMO – BONACASA – MINÀ 2000

<sup>38</sup> BRUNO 2002 b, p. 286

<sup>39</sup> STIFTER 1992

<sup>40</sup> ZUSI 2006

<sup>41</sup> FIORENTIN 2006

<sup>42</sup> PENTA 1937

<sup>43</sup> SCIOTTI 1968

<sup>44</sup> Sulle cave di Simitthus v. RAKOB 1993

<sup>45</sup> ANTONELLI 1999; ANTONELLI *et alii* 2002

Il **rosso ammonitico**<sup>46</sup> è un tipo di calcare mal stratificato, con tessitura nodulare, caratterizzato in genere dalla presenza di numerosi ammoniti fossili, e dal colore rosso o rosato. E' diffuso in tutta la cintura montuosa sud-europea dalla Spagna alla Turchia; in Italia i giacimenti più importanti stanno nell'area di Verona (è il materiale utilizzato nella costruzione dell'Arena), ma è presente anche in Lombardia, in Toscana e in Sicilia. Nella stesso arco montuosa dell'Europa meridionale è diffusa anche la **maiolica**, roccia a grana finissima composta dai frammenti dei gusci calcarei di Nannoplancton, di colore bianco in varie sfumature, tra il marrone e il verdastro, e con noduli e liste di selce in varie tonalità, da rosato a grigio scuro.

Un tipo particolare, esteticamente meno pregevole ma molto resistente e quindi largamente impiegato fin dall'antichità come pietra da costruzione, è il **calcare nummulitico**, caratterizzato dalla presenza di numerosi e ben visibili gusci calcarei spiraliformi di nummuliti che sono organismi unicellulari di grandi dimensioni (fino a 10-12 cm di diametro); è molto diffuso nella regione mediterranea, sia sulla sponda africana che in quella europea. Il *nummulites gizehensis*, dalla località di Giza, è stato utilizzato nell'Antico Regno per la costruzione delle grandi piramidi. Vaste cave stanno anche a Cirene dove questo materiale appare utilizzato nella quasi totalità degli edifici di età greca. In Italia giacimenti di questo tipo di roccia si trovano in Veneto (**chiampo di Vicenza**), in Puglia e in Sicilia.

Nell'edilizia antica si faceva largo impiego anche di calcari impuri, teneri, di colore giallastro, molto porosi – materiale genericamente chiamato **poros** in Grecia – spesso con una consistente componente argillosa (in questo caso definibili marne) o sabbiosa (calcari-arenacei). Con caratteristiche fisico-meccaniche simili a quelle dei tufi, erano facilmente lavorabili in forma di blocchi rettangolari o altri elementi architettonici. È con questo tipo di rocce, reperibili non lontano dai cantieri, che furono costruiti i grandi templi arcaici e di età classica in Sicilia, in Magna Grecia e nel Peloponneso<sup>47</sup>. Normalmente queste murature venivano intonacate per proteggere la pietra, piuttosto friabile, dall'erosione degli agenti atmosferici. Tra i calcari impuri, talvolta di tipo

marnoso, si può annoverare anche l'**huwwar**, diffuso nel Vicino Oriente, il quale ha origine dalla dissoluzione delle rocce calcaree per azione delle brevi piogge invernali; con l'evaporazione dell'acqua il carbonato di calcio si deposita a formare letti di pietra calcarea molto tenera e frantumabile, da cui si ricavava una polvere che veniva impiegata nella composizione di malte e intonaci (cfr. p. 30).

- Le **marne** sono rocce composte da una frazione argillosa e da una frazione a grana fine o finissima di calcite (carbonato di calcio) o di dolomite (carbonato di calcio e magnesio). La componente argillosa è originata da lenta decantazione di particelle d'argilla, quella carbonatica dalla precipitazione di sali o dalla deposizione di particelle organogene, derivate cioè da resti microscopici di organismi a scheletro o guscio calcareo. Si tratta quindi di una roccia sedimentaria di transizione tra quelle clastiche (per la presenza dell'argilla) e quelle organogene (per la presenza del calcare) la quale è detta anche calcare argilloso. Con il progressivo aumento della percentuale di carbonato di calcio la marna passa a marna calcarea e a calcare marnoso. Al contrario, con il progressivo aumento dell'argilla passa a marna argillosa e poi ad argilla marnosa.

- L'**asfalto**<sup>48</sup> è una roccia calcarea porosa impregnata di **bitume**<sup>49</sup>, il quale è una sostanza termoplastica e impermeabile all'acqua che ha origine dalla evaporazione di sottostanti accumuli di petrolio. Depositi di bitume più o meno puro possono trovarsi sotto forma di affioramenti, di vene, di sacche o di laghi. In Mesopotamia si producevano delle malte con proprietà impermeabili miscelando il bitume con inerti ricavati dalla frantumazione e dalla macinazione di rocce di asfalto (cfr. p. 31).

- La **selce**<sup>50</sup> è una roccia composta quasi esclusivamente di silice la quale può formarsi per accumulo di spoglie silicee di microrganismi vegetali (diatomee) o animali (radiolari), cementati da silice. Si forma altrimenti per segregazione e accumulo di silice, proveniente da rocce terrigene e rocce carbonatiche. La selce tende a concentrarsi in lenti estremamente compatte e inattaccabili dagli agenti atmosferici. Essendo molto dura, resistente

<sup>46</sup> FARINACCI – ELMI 1981

<sup>47</sup> Sul *poros* della regione di Corinto cfr. HAYWARD 1999; sul tufo calcareo e la pietra leccese cfr. STELLA 1993

<sup>48</sup> MARSCHNER – WRIGHT 1978

<sup>49</sup> HAMMOND 1959

<sup>50</sup> DI LERNIA – GALIBERTI 1993; SCHILD – SULGOSTOWSKA 1997

ma facile da scheggiare grazie alla frattura concoide, da cui si possono ottenere oggetti molto affilati, è stata largamente utilizzata sin dalla preistoria per la fabbricazione di armi, strumenti da lavoro, monili. Se gli accumuli di spoglie silicee restano sciolti si hanno le **farine fossili**, accumuli poco compattati formano il **tripoli**, roccia tenera e porosissima.

### 3) Le rocce metamorfiche

Le **rocce metamorfiche** derivano dalla trasformazione di rocce magmatiche e sedimentarie più antiche avvenuta entro la costa terrestre in condizione di forte pressione, a temperatura elevata e in presenza di acqua, per cui tendono a una microcristallizzazione o a una disposizione lamellare degli elementi (scistosa).

- L'**ardesia**<sup>51</sup> deriva da depositi di argilla formati in conseguenza dell'erosione di rocce marnose, assume un aspetto scistoso ed è quindi facilmente riducibile in lastre sottili. E' una pietra semidura, impermeabile, di colore plumbeo-nerastro che tende a schiarirsi al momento dell'estrazione in quanto la tonalità scura è dovuta a residui carboniosi che si disperdono a contatto con l'aria. Per la sua conformazione stratificata è stata impiegata nell'edilizia soprattutto nella realizzazione di lastre pavimentali e di rivestimento dei tetti spioventi. Nel mondo romano fu utilizzata per lavori decorativi (cornici, lastrine pavimentali) ma soprattutto in sottili frammenti nelle malte di allettamento del rivestimento parietale o pavimentale. Altre rocce a struttura scistosa utilizzabili per la manifattura di lastre sono lo **gneiss** (si pronuncia gnaiss con la "g" dura), il **micascisto**, la **quartzite**. La **serpentina**<sup>52</sup> è una pietra generalmente di colore verde, a struttura brecciata, lucidabile e perciò utilizzata soprattutto in rivestimenti parietali e pavimentali.

- Il **marmo** in senso strettamente petrografico deriva da metamorfismo di rocce calcaree. Per effetto della pressione e della elevata temperatura si ha una completa ricristallizzazione del carbonato di calcio in una struttura granulosa e generalmente compatta. Il colore del marmo è dovuto alla presenza di impurità minerali che vengono spostate e ricristallizzate durante il processo metamorfico. I

marmi bianchi derivano pertanto da rocce calcaree più pure. La pietra è lucidabile mediante la levigatura della superficie. Tutti i marmi, ma particolarmente quelli bianchi, presentano una speciale luminosità, che li ha sempre resi molto apprezzati nei lavori di scultura, dovuta al basso indice di rifrazione della calcite che rende la pietra penetrabile alla luce. In architettura ha avuto sempre una importante funzione decorativa per la sua bellezza, ma è anche una pietra dura, con valori di resistenza alla compressione più spesso compresi tra i 1000 e i 1400 Kg/cm<sup>2</sup>, quindi molto adatta per la realizzazione di elementi portanti.

I marmi bianchi greci più importanti sono quelli di **Paro**<sup>53</sup>, di **Nasso**, di **Taso**<sup>54</sup>, il **Pentelico**<sup>55</sup> dell'Attica, utilizzati dalla fine del IV millennio per lavori di scultura, poi a partire dall'età arcaica nell'architettura. Nei principali edifici di Atene e di alcune città cicladiche vennero realizzate in blocchi di marmo bianco non solo le colonne e i muri, ma anche le travature dei soffitti e le tegole dei tetti. In epoca imperiale si afferma soprattutto il **Proconnesio**<sup>56</sup>, esportato dall'omonima isola del Mar di Marmara, prima utilizzato solo localmente<sup>57</sup>. In Italia sotto Giulio Cesare iniziò lo sfruttamento del **marmo di Luni**<sup>58</sup> (*marmor lunensis*) che corrisponde all'attuale **marmo di Carrara** e prendeva nome dal centro portuale più vicino che era stato organizzato per l'esportazione. In età augustea venne impiegato per la costruzione dei principali edifici pubblici di Roma. In queste cave si estraeva anche una particolare varietà di marmo statuario molto candido e pregevole. Un altro tipo, grigio-venato o grigio, denominato **bardiglio**, è stato utilizzato per fusti di colonna e soprattutto lastre pavimentali (Tempio dei Castori al Circo Flaminio, sala dei pilastri dorici a Villa Adriana, Curia del Foro Romano).

I numerosi marmi colorati delle regioni intorno al Mediterraneo furono oggetto di sfruttamento ed esportazione soprattutto in epoca imperiale. Per il loro alto costo erano impiegati prevalentemente in lastre di rivestimento parietali e pavimentali, ma

<sup>53</sup> SCHILARDI – KATSONOPOULOU 2000

<sup>54</sup> KOUKOULI CHRYSANTHAKI – MULLER – PAPA-DOPULOS 1999; BRUNO *et alii* 2002b

<sup>55</sup> KORRES 1995, ABRALDES 2000

<sup>56</sup> ASGARI 1978, ASGARI 1995

<sup>57</sup> Sui marmi bianchi greci e romani cfr. HERTZ 1993, PENSABENE 2002. Sulla loro distribuzione negli edifici di epoca imperiale cfr. BRUNO *et alii* 2002a

<sup>58</sup> DOLCI 1980

<sup>51</sup> MANNONI 1995

<sup>52</sup> PAPAYANNI – STEFANIDOU 2009

negli edifici monumentali anche per elementi portanti come colonne e trabeazioni. Elenchiamo qui di seguito i più importanti.

Le cave egiziane fornivano il **granito del Foro**<sup>59</sup> (*marmor claudianum*), caratterizzato da allineamenti paralleli di minerali scuri su un fondo bianco-grigiastro, largamente impiegato dai Romani anche per grandi colonne monolitiche (fronte del Pantheon, Foro Traiano); il **granito verde della sedia** (ofite), pietra verde-scura con macchie bianche e grigiastre, adoperata in epoca faraonica ed ellenistica per piccoli oggetti, dai Romani anche per colonnette, vasche, mattonelle; la **basanite**, pietra di colore uniforme sulle tonalità dal verde scuro al grigio-verde in due varietà di cui una a grana finissima, che ebbe grande prestigio nella statuaria (statua di Dario il Grande a Persepolis), usata dall'Antico Regno fino all'età romana; la **breccia verde antica**<sup>60</sup> (o breccia verde d'Egitto), conglomerato puddingoide (cfr. p. 108) che ha subito un leggero metamorfismo, tenace e compatto, con molte varianti tessiturali, più frequentemente di colore verde; utilizzata in epoca faraonica per sarcofagi, vasi, statue e stele, fu poi esportata ad Alessandria, Roma e Costantinopoli dove se ne ricavarono lastre di rivestimento e colonne.

Dall'Asia Minore<sup>61</sup> venivano il **pavonazzetto**<sup>62</sup>, estratto nella Frigia, marmo brecciato con elementi di calcare cristallino bianco di dimensioni variabili e venature rosso-violacee, usato a Roma sin dall'età repubblicana per colonne monolitiche, come materiale di rivestimento di pavimenti e pareti, nonché nella statuaria in particolare per raffigurare personaggi di origine frigia; il **marmo cario**<sup>63</sup> (o cipollino rosso), cavato vicino Iasos in Caria, il quale nel tipo più comune presenta venature o clasti bianchi e grigiastri su fondo rosso cupo, usato localmente dall'età ellenistica ed esportato verso Roma e altri centri dell'Impero solo a partire dall'età severiana, soprattutto in epoca bizantina quando fu largamente impiegato per colonne.

Tra i marmi colorati greci<sup>64</sup> vanno ricordati il **rosso antico**<sup>65</sup>, estratto nel Matapan, estrema punta meridionale del Peloponneso, facilmente con-

fondibile con il cipollino rosso, di colore uniforme variabile dal rosso chiaro al rosso violaceo, talvolta con macchie bianche e venuzze scure, utilizzato dal Medio Minoico III per vasi e altri oggetti, nel Tesoro di Atreo a Micene in forma di lastre parietali scolpite a spirali e rosette (uno dei primissimi usi del marmo per elementi architettonici decorativi), a Roma per statue, vasche ma soprattutto per cornici di divisione tra rivestimenti marmorei pavimentali e parietali; il **cipollino verde**<sup>66</sup>, così chiamato per l'aspetto stratificato dovuto a una elevata scistosità, con strisce di colore verde intenso che si stagliano su un fondo avorio, è stato uno dei marmi maggiormente esportati e più capillarmente diffusi nell'Impero romano, soprattutto in forma di colonne; il **verde antico**<sup>67</sup>, estratto in Tessaglia, ha l'aspetto di una breccia con elementi angolosi bianchi o verde-scurissimo, quasi neri, su fondo verde smeraldino, è un altro marmo che ha avuto grande diffusione nell'Impero soprattutto in età bizantina, dove è stato utilizzato per colonne in molte importanti basiliche, tra cui Santa Sofia a Costantinopoli; la **breccia di Settebasi**<sup>68</sup> dall'isola di Sciro nelle Sporadi, con tessitura di tipo brecciato molto eterogenea, usata per colonne (*Schola* di Leptis Magna, Teatro di Sessa Aurunca, Villa del Casale a Piazza Armerina), e lastre di rivestimento.

In ambito architettonico il termine **marmo** viene impiegato in maniera estensiva, comprendendo tutte le pietre lucidabili, molto compatte, che hanno grande valore ornamentale e quindi anche i porfidi, i graniti, le breccie più pregiate, gli alabastrini e i calcari massivi e microcristallini come il botticino e il giallo antico<sup>69</sup>.

<sup>59</sup> PEACOCK 1993

<sup>60</sup> HARREL – BROWN – LAZZARINI 2002

<sup>61</sup> Sui marmi dell'Asia Minore vedi MONNA – PENSABENE 1977; LAZZARINI 2002 a, pp. 245-254

<sup>62</sup> WAELKENS 1982

<sup>63</sup> ANDREOLI *et alii* 2002

<sup>64</sup> PAPAGEORGAKIS 1967; LAZZARINI 2002 a, pp. 254-265

<sup>65</sup> LAZZARINI 2002 b

<sup>66</sup> PAPAGEORGAKIS 1964; LAMBRAKI 1980

<sup>67</sup> PAPAGEORGAKIS 1963

<sup>68</sup> LAZZARINI 1999

<sup>69</sup> Sui marmi antichi in generale cfr. GNOLI 1988; BORGHINI 1992; DE NUCCIO – UNGARO 2002

## Capitolo II

### La pietra da costruzione

#### 1) Proprietà della pietra da costruzione

La qualità di una muratura lapidea dipende in primo luogo dalle caratteristiche fisiche delle pietre che sono utilizzate. Le proprietà che sono richieste nelle pietre da costruzione, in vario ordine e grado a seconda delle loro applicazioni, sono principalmente le seguenti:

- **Resistenza alla compressione.** È importante soprattutto per le pietre utilizzate nelle strutture portanti, in particolare nelle colonne, nei pilastri, nei punti di carico concentrato delle fondazioni. I valori dei carichi di rottura sono più elevati nelle rocce che presentano maggiore coerenza e compattezza, quindi in massimo grado nelle rocce magmatiche (nei porfidi e nei graniti variano più frequentemente tra i 1500 e i 2400 Kg/cm<sup>2</sup>, nei basalti si può arrivare addirittura oltre i 4000 Kg/cm<sup>2</sup>), poi nei migliori calcari a struttura microcristallina e nei marmi (mediamente 1000-1400 Kg/cm<sup>2</sup>). All'opposto, con valori inferiori ai 100 Kg/cm<sup>2</sup>, troviamo i tripoli, le marne, i tufi granulari, i calcari più impuri e porosi.

- **Resistenza alla trazione.** È un parametro fondamentale per le trabeazioni. La resistenza a trazione della pietra è generalmente piuttosto scarsa. Una trave di legno copre una luce almeno doppia rispetto a una pietra del medesimo spessore. Tra i materiali lapidei si comportano meglio il porfido (con valori del carico di rottura tra i 50 e i 70 Kg/cm<sup>2</sup>), il granito (20-80 Kg/cm<sup>2</sup>), i marmi e i calcari più compatti che possono avvicinarsi ai 90-100 Kg/cm<sup>2</sup>; è assai minore la resistenza delle arenarie (tra i 10 e i 40 Kg/cm<sup>2</sup>) e soprattutto quella dei tufi (in media inferiore ai 10 Kg/cm<sup>2</sup>).

- **Dimensioni.** Le pietre più grandi sono più resistenti. Una colonna monolitica ad esempio è più robusta di una colonna costituita da una serie di tamburi sovrapposti (cfr. p. 115 sulla tessitura dei muri). Le rocce da cui si possono estrarre pezzi di grandi dimensioni devono avere una struttura massiva e omogenea priva di fratture. Questa è una qualità soprattutto delle rocce magmatiche intrusive come il granito e la sienite, ma anche dei marmi che si sono ricristallizzati in forme compatte, non delle

rocce laviche effusive come la leucite e il basalto le quali, per quanto durissime, presentano sovente numerose fratture che sono state causate dal rapido processo di raffreddamento del magma.

- **Durevolezza.** È la resistenza agli agenti atmosferici: al vento, alla pioggia, al calore, al gelo, alla salsedine. Alcune pietre esposte alle intemperie subiscono un notevole processo di degrado, con esfoliazione, polverizzazione, fessurazione, ecc. È il caso in generale di tutte le rocce poco compatte, dei tufi granulari come il cappellaccio romano, dei calcari marnosi come la pietra leccese, ma anche di arenarie con buona resistenza allo schiacciamento come la pietra serena.

- **Durezza** (o durabilità). Si intende la proprietà di resistere all'usura, cioè al logorio che subisce la superficie della pietra a causa del continuo sfregamento. È un requisito essenziale soprattutto per le pavimentazioni. In linea di massima le rocce che soffrono l'esposizione agli agenti atmosferici hanno anche scarsa durabilità. Tra le pietre più dure ci sono il porfido, il basalto, la leucite, la selce, utilizzate dall'antichità a oggi per i lastricati stradali.

- **Aderenza** agli intonaci e alle malte. È maggiore nelle pietre porose o cavernose, con la superficie scabra, minore in quelle a struttura compatta e con la superficie liscia.

- **Lavorabilità.** È l'attitudine della roccia ad essere lavorata in modo da assumere la forma voluta. Le pietre tenere (tufi, arenarie, calcari marnosi, ecc.) possono essere spaccate, segate o perforate più facilmente, rapidamente e con costi inferiori rispetto alle pietre dure (rocce magmatiche, marmi). Le rocce sedimentarie stratificate e quelle scistose, come l'ardesia, sono facilmente divisibili secondo il verso degli strati. Per quanto riguarda l'esecuzione di modanature e di figure in rilievo per mezzo dello scalpello o altri strumenti analoghi (scolpibilità), i risultati migliori si ottengono con le pietre a grana molto fine – soprattutto i marmi – compatte, omogenee, prive di fenditure o inclusioni di minerali accessori.

- **Lucidabilità.** Le pietre compatte e tessituralmente omogenee (rocce magmatiche, calcari microcristallini, marmi) hanno la prerogativa di assumere una lucentezza speculare mediante il trattamento con abrasivi. Sono lucidabili anche alcune brecce che si sono maggiormente solidificate per effetto di un lieve metamorfismo, come è il caso del marmo africano, della portasanta e di altri tipi

che ebbero una importante funzione decorativa negli edifici antichi.

Per quanto riguarda la denominazione delle pietre da costruzione in base alla forma e alle dimensioni, si definiscono **conci** gli elementi lapidei, sia quadrangolari che poligonali, con superfici accuratamente regolarizzate e spianate. I **blocchi** presentano tagli rettilinei con profili più approssimativi per la mancata allisciatura delle superfici; quelli di piccole dimensioni, con altezze inferiori ai 10-15 cm, vengono chiamati **blocchetti** e sono più frequentemente utilizzati come paramento delle murature in opera cementizia. Le **bozze** sono il risultato di un processo di lavorazione sommario e presentano una conformazione vagamente ovoidale con grossolane spianature superficiali talvolta ottenute spaccando la pietra a colpi di mazza; i pezzi più piccoli, con altezze minori di 10-15 cm sono definiti **bozzette**. Questi due termini sono però utilizzati prevalentemente nell'ambito dell'archeologia medievale.

Gli elementi di piccole dimensioni e di forma irregolare, derivanti da una sommaria sbazzatura, impiegati nelle murature antiche sia nel paramento che nel nucleo sono preferibilmente denominati **scapoli**. Elementi erratici, provenienti dalla disgregazione naturale delle rocce, che vengono inseriti nella muratura senza alcun tipo di lavorazione sono i **ciottoli**, di piccolo taglio e facilmente maneggevoli (lunghezza tra 64 e 256 mm secondo la classificazione granulometrica), e i **massi** che sono di grandi dimensioni. Le **scaglie** e le **schegge** (quest'ultime più piccole e acuminate) sono scarti di lavorazione di cava o di cantiere, utilizzati per chiudere gli interstizi tra i blocchi oppure nel nucleo del muro dove sono spesso mescolati con la malta. Il **pietrame** qualifica genericamente le murature in pezzi di piccolo taglio, a prescindere dal tipo di lavorazione, e in questo senso si contrappone al muro **in blocchi**. Il termine **blocco** viene pertanto comunemente utilizzato per indicare tutti gli elementi lapidei di grandi dimensioni, conci e bozze compresi. La **cortina** (paramento, rivestimento) è costituita dalle pietre disposte in superficie, il **nucleo** è la parte interna del muro.

## 2) *La tessitura dei muri lapidei. Gerarchia della pietra da costruzione*

La solidità di un muro dipende non solo dal tipo di roccia utilizzato, ma soprattutto dalla sua tessitura, cioè dalle dimensioni, dalla forma e dalla disposizione delle singole pietre. La resistenza della muratura è minore se gli elementi lapidei sono di piccole dimensioni e se sono incorporati materiali diversi come le malte, specialmente se gli interstizi sono larghi. Le strutture più robuste sono quindi quelle realizzate in grandi conci, con superfici di contatto lisce e perfettamente combacianti, giunti molto sottili e privi di inclusi. La solidità di una costruzione di questo tipo è amplificata se si adoperano grandi monoliti nelle parti soggette a maggior carico, come le colonne e i pilastri. All'opposto abbiamo le murature in pietrame di piccolo taglio con scapoli di forma irregolare cementati da abbondante malta di terra. Quest'ultimo genere di strutture non sono in grado di svolgere un'adeguata funzione portante e sono di solito inserite all'interno di un telaio ossaturale, ligneo oppure formato da grossi elementi lapidei, con un ruolo di mera tamponatura. Impiegando lo stesso tipo di roccia, una muratura in conci ben squadri e rinforzata da grappe metalliche può risultare anche otto volte più resistente di una struttura con pietrame irregolare, a secco o con legante a base di terra. La malta di calce, avendo caratteristiche fisico-meccaniche analoghe alla pietra, migliora la situazione rendendo notevolmente più solidali le murature in materiali lapidei. Se fa ottima presa, come è il caso delle malte romane a base di pozzolana, la struttura tende a trasformarsi in una massa monolitica.

Fattori economici condizionano fortemente la scelta del materiale e del tipo di muratura. Nel corso dell'antichità si ha un progressivo miglioramento delle tecniche di estrazione, di trasporto, di lavorazione e di messa in opera della pietra da costruzione che raggiunge il suo auge nei primi due secoli dell'Impero romano. In ogni epoca tuttavia la scelta dei migliori materiali e delle migliori tecnologie in quel momento disponibili ha sempre un costo molto elevato. Le pietre più dure e pesanti, che hanno una qualità superiore, comportano un maggior prezzo perché il lavoro di estrazione in cava richiede più tempo e per il trasporto bisogna mobilitare più uomini e più mezzi. Molto spesso inoltre non sono disponibili vicino il luogo dove è

impiantata la costruzione, per cui bisogna importarle da regioni lontane. Conci perfettamente squadri e assemblati con cura hanno un costo ulteriore, perché queste operazioni richiedono altro tempo e serve una mano d'opera specializzata. Il materiale pesante per essere movimentato in cantiere ha bisogno di macchine di sollevamento, robusti ponteggi e quanto altro. La muratura in piccoli ciottoli raccolti da terra vicino il luogo di costruzione, assemblati l'uno sull'altro a secco o con una malta terrosa, è invece "alla portata di tutti" e in alcune aree dove c'è grande disponibilità di pietre naturali già nel neolitico edifici di questo tipo costituiscono nel campo dell'architettura domestica una diffusa alternativa alla casa in legno e terra.

Le murature in grandi blocchi s'impongono precocemente presso molte civiltà umane, soprattutto nei territori rocciosi e con giacimenti facilmente sfruttabili, ma esse rispondono dovunque a una concezione gerarchica dello spazio costruito. La collettività – o chi la rappresenta – decide quali opere realizzare tenendo conto delle limitate risorse disponibili e sulla base di una scala di priorità. In molte società umane sono venute in primo luogo alcune indispensabili opere utilitarie come le cinte fortificate e i grandi muri di terrazzamento, poi i templi, eventualmente altri edifici pubblici; diversamente presso molti popoli neolitici pietre di enormi dimensioni sono state destinate esclusivamente alla costruzione di grandi tombe collettive, mentre le opere difensive erano risolte da fossati e terrapieni. Negli stati monarchici la pietra di grosso taglio è stata destinata anche alle case e alle tombe dei re. Nelle società in cui si è determinata una suddivisione in classi sociali, questo materiale da costruzione è stato ricercato anche dalle aristocrazie e dagli altri ceti abbienti per le proprie abitazioni e sepolture.

La funzione dei blocchi lapidei in origine è di carattere eminentemente strutturale: è il mezzo che consente di realizzare opere grandi, solide e durevoli che sono i più importanti edifici della comunità. La preminenza di un edificio rispetto agli altri è data innanzitutto dal rapporto di scala, poi anche dalla decorazione, ma la ricchezza dell'ornamentazione nei tempi più antichi non era dovuta all'uso della pietra ma piuttosto agli effetti policromi che si realizzavano con altri materiali, soprattutto con gli intonaci dipinti i quali ricoprivano totalmente anche le colonne e i muri di roccia calcarea dei templi greci arcaici. Già in

Egitto i blocchi delle colonne e dei muri dei templi venivano fittamente rivestiti da raffigurazioni policrome e il materiale lapideo, quantunque lavorato in rilievo, aveva un semplice ruolo di supporto della decorazione dipinta, era uno sfondo monocromo su cui si stagliavano le figure di per sé privo di qualunque valenza ornamentale (figg. 408, 409 a p. 231). È esemplare il caso della Mesopotamia dove l'uso della pietra è pressoché inesistente nei grandi edifici pubblici. Il ruolo strutturale che altrove viene comunemente riservato a questo materiale, qui è risolto dai mattoni cotti e l'aspetto fastoso dei principali edifici assiri e neobabilonesi è dovuto all'impiego dei bellissimi mattoni smaltati (figg. 125, 126 a p. 84). Per non parlare poi della fondamentale funzione decorativa che viene assegnata alle terrecotte architettoniche in età arcaica non solo nei templi etruschi in mattoni crudi, ma anche in quelli lapidei della Sicilia e della Magna Grecia (figg. 159-165 a pp. 99-102).

Tuttavia con il passare del tempo si fa strada inevitabilmente l'idea che le solide murature in blocchi lapidei, in particolare quelle in conci rettangolari, conferiscono agli edifici un'immagine di potenza e prestigio. Questa concezione trova pieno accoglimento fra i Greci, per i quali la muratura con blocchi rettangolari di uguali dimensioni e con regolare alternanza dei giunti verticali (isodoma) diventa un canone architettonico simbolo di perfezione costruttiva, tanto da essere riprodotta all'interno degli edifici sugli intonaci dipinti. Negli esterni le pareti isodome in pietra di buona qualità non vengono nascoste dietro uno strato di intonaco dipinto ma sono orgogliosamente esibite. Gli edifici ateniesi in pentelico trasmettono il messaggio che il marmo non è solamente una eccellente pietra da costruzione, ma è anche il materiale più nobile.

In seguito i marmi colorati saranno destinati ad esercitare una funzione decorativa sempre più importante. Negli edifici pubblici e nelle residenze reali e aristocratiche, particolarmente negli interni, a partire dall'età ellenistica vengono realizzate lussuose composizioni policrome di lastre parietali e pavimentali. In epoca imperiale l'uso dei marmi colorati si afferma anche negli spazi esterni, nelle pavimentazioni di alcune piazze cittadine e soprattutto nei colonnati delle facciate dei principali edifici.

L'uso della pietra in architettura è subordinato a criteri gerarchici non solamente su scala urbana –

per cui i materiali migliori sono riservati in primo luogo alle costruzioni più importanti e rappresentative – ma anche all'interno degli edifici. C'è una gerarchia tra i materiali che è innanzitutto di ordine strutturale. La buona regola costruttiva vuole che i materiali migliori e più solidi, quindi le pietre più grandi, più dure e lavorate con maggiore accuratezza siano riservate alle parti della costruzione che sono maggiormente sollecitate dai carichi gravanti: innanzitutto le colonne e i pilastri che per questo sono spesso in forma di monoliti (fig. 264 a p. 166). I muri in pietra, come quelli in mattoni, comunemente mostrano una tessitura omogenea, con elementi più o meno delle stesse dimensioni (figg. 192 a p. 131, 281 a p. 175). Ma in alcuni casi la struttura lapidea può invece presentare una conformazione a telaio, per cui una serie di pilastri regolarmente distanziati costituiti da grossi blocchi sovrapposti che ricevono il peso della copertura si intervallano a tamponature di pari spessore, ma di scarsa solidità, composte da piccoli scapoli cementati da una malta terrosa (fig. 215 a p. 142). Oppure i punti più sollecitati del muro vengono rinforzati da elementi sporgenti – le paraste – che ne aumentano lo spessore (fig. 309 a p. 187). In tutti i tipi di muratura grandi pietre di rinforzo sono inoltre sovente collocate agli angoli e nelle spalle di porte e finestre (fig. 216 a p. 143). In quest'ultimo caso la loro funzione è quella anche di sostenere un architrave, di opporre una maggiore resistenza all'usura causata dal continuo passaggio, di dare alloggio in un'apposita risega alle ante lignee di chiusura. Vale poi la norma fondamentale per cui i materiali più pesanti vanno collocati in basso. Le pietre impiegate nella fascia inferiore del muro (zoccolo) sono in genere più grandi, e in molti casi anche più dure, di quelle soprastanti. La muratura del piano superiore è più leggera di quella del piano terreno; le pareti non solo hanno minore spessore, ma sovente sono costruite con un materiale diverso, avente un minore peso specifico. Ad esempio se la muratura del livello inferiore è in grossi blocchi, di frequente quella del piano soprastante è in pietrame entro telaio ligneo oppure in mattoni crudi. In alternativa troviamo anche pareti in pietrame al piano terreno, in mattoni crudi – che sono in ogni caso più leggeri – al livello superiore.

Nella Grecia classica gli elementi strutturali del muro si rivelano all'esterno e hanno un ruolo determinante nella costituzione del linguaggio

formale degli ordini architettonici. Colonne e paraste sono elementi di sostegno fondamentali che incombono sull'osservatore e organizzano il ritmo di tutto l'apparato decorativo. I blocchi più grandi dello zoccolo (ortostati), ordinati con un disegno modulare, rendono evidente la maggiore pesantezza della base del muro e diventano una componente irrinunciabile della sintassi delle pareti (figg. 282, 283 a p. 176, 414 a p. 233). Ma il ruolo della pietra negli edifici diventa anche quello di trasmettere messaggi visivi e ideologici che sono connessi alla fruizione dello spazio architettonico e molto spesso travalicano dall'organizzazione strutturale dell'impianto. I materiali più pregiati vengono collocati laddove sono maggiormente visibili. All'esterno stanno in facciata piuttosto che sul retro; all'interno, se la decorazione è affidata alla policromia dei marmi, le colonne e i rivestimenti parietali e pavimentali saranno collocati in primo luogo negli ambienti di rappresentanza: nei vestiboli, nei *peristylia*, nelle sale di ricevimento; possono inoltre servire a determinare assi visivi e rapporti gerarchici tra le pareti, o tra diversi settori del muro, che incanalano l'attenzione dell'osservatore verso punti prestabiliti. In epoca imperiale il repertorio formale ripropone codici linguistici consolidati che restano legati a una lettura strutturale del muro ma nella maggior parte dei casi l'apparenza non corrisponde più alla sostanza. Le lastre marmoree delle sale in forma di lesene e di ortostati sono in realtà un sottile rivestimento incollato a una parete realizzata con una tecnica completamente diversa.

### Capitolo III

#### L'estrazione

##### 1) La preistoria

L'attività di estrazione della pietra ha inizio nel paleolitico ed è finalizzata alla manifattura di armi, utensili, oggetti di uso domestico. Molte pietre destinate a essere lavorate venivano semplicemente raccolte da terra. Ciottoli e massi di ogni dimensione, prodotti dall'erosione delle rocce, erano reperibili un po' ovunque, soprattutto nei depositi alluvionali e nei letti dei torrenti. Il materiale veniva altrimenti ricavato incidendo la roccia. Già nel paleolitico inferiore si procede a raccogliere vari tipi di pietre di piccole dimensioni scavando nel terreno dei pozzetti, generalmente non più profondi di trenta centimetri. Nel mesolitico sia in Africa che in Europa noduli di selce erano estratti per mezzo di trincee profonde due metri e larghe da uno a due metri. Alcune brevi e larghe gallerie sotterranee sono attestate per la prima volta in Egitto circa 35000 anni fa. Ma è soprattutto nel neolitico, a partire dal V millennio a.C., che si sviluppa una evoluta attività mineraria, finalizzata in particolar modo al reperimento della selce, con lo scavo di complessi sistemi di gallerie sotterranee<sup>70</sup>. I minatori sfruttavano nel modo più conveniente la morfologia del terreno per arrivare alla roccia da estrarre. In taluni casi si avanzava dal fianco del rilievo montuoso aprendo camere e gallerie in piano, altre volte era invece necessario intervenire dall'alto scavando pozzi verticali fino a raggiungere il giacimento per poi eventualmente procedere tramite cunicoli e stanze in orizzontale.

Un importante esempio della prima tecnica, detta **a camere adiacenti**, è la miniera della Defensola<sup>71</sup> presso Vieste in Puglia, da cui si estraevano noduli di selce che erano immersi in un grande banco calcareo (fig. 167). In base alle datazioni radiometriche l'attività della cava risulta compresa tra il 5000 e il 4500 a.C. circa. Le numerose camere e gallerie, che si sviluppavano su due livelli sovrapposti, erano collegate all'esterno da più

ingressi e disponevano di alcuni pozzetti verticali di collegamento. La planimetria molto irregolare è frutto di escavazioni successive, multidirezionali, in parte sovrapposte. L'altezza dei cunicoli era inferiore a un metro, per cui si lavorava molto scomodamente stando carponi. Solamente nelle stanze più esterne, adibite ad attività di scheggiatura della selce, era possibile la posizione eretta. Le pareti dei cunicoli vennero foderate in più punti da muretti di contenimento a secco realizzati con pietre calcaree di scarto. Pilastrini risparmiati nella roccia sostenevano i soffitti delle camere. Un esempio del secondo sistema, detto **a pozzo**, è il complesso di Grimes Graves<sup>72</sup> in Inghilterra, dove un largo e profondo condotto verticale venne scavato nel banco calcareo per raggiungere il giacimento di selce dello strato inferiore (fig. 168). Lo scavo venne allargato sul fondo creando una camera dal profilo a campana. Da qui si procedette orizzontalmente in varie direzioni, realizzando intorno alla camera centrale una complessa rete di gallerie.

Le miniere erano scavate con picconi di pietra dura, generalmente di selce, che venivano scheggiati in forme appuntite e taglienti e poi immanicati a dei bastoni. Si usavano anche mazzuoli e cunei sia di pietra che di legno. I cunei venivano infilati nelle fratture della pietra e percossi in modo da spaccare il banco roccioso. Quelli lignei venivano anche imbevuti d'acqua per farli gonfiare e facilitare la rottura del banco. I noduli di selce venivano estratti con l'ausilio dei cunei; se stavano in alto si scavava la parte calcarea sottostante fino a causare il crollo della roccia posta a contatto con la selce (fig. 170). L'illuminazione dei cunicoli era garantita da lucerne ricavate da blocchi di pietra. Il trasporto del materiale avveniva tramite contenitori di ceramica o pelle.

Nel neolitico una rudimentale attività estrattiva connessa all'edilizia si rivolge ad affioramenti di rocce attraversate da profonde fratture le quali vengono facilmente scalzate per mezzo di utensili sia di legno che di pietra (leve, mazze, cunei) (fig. 169). Un altro procedimento consisteva nell'accendere dei fuochi sulla superficie della roccia da tagliare; poi si bagnava con l'acqua in modo da provocare movimenti di espansione e contrazione che generavano delle fratture. Da questo tipo di giacimenti superficiali venivano prelevati anche

<sup>70</sup> VERMEERSCH – VAN PEER 1990; DI LERNIA – GALIBERTI 1993; FLINT MINING 1995

<sup>71</sup> GALIBERTI - SIVILLI - TARANTINI 2001; GALIBERTI 2005

<sup>72</sup> LONGWORTH – VARDELL 1996

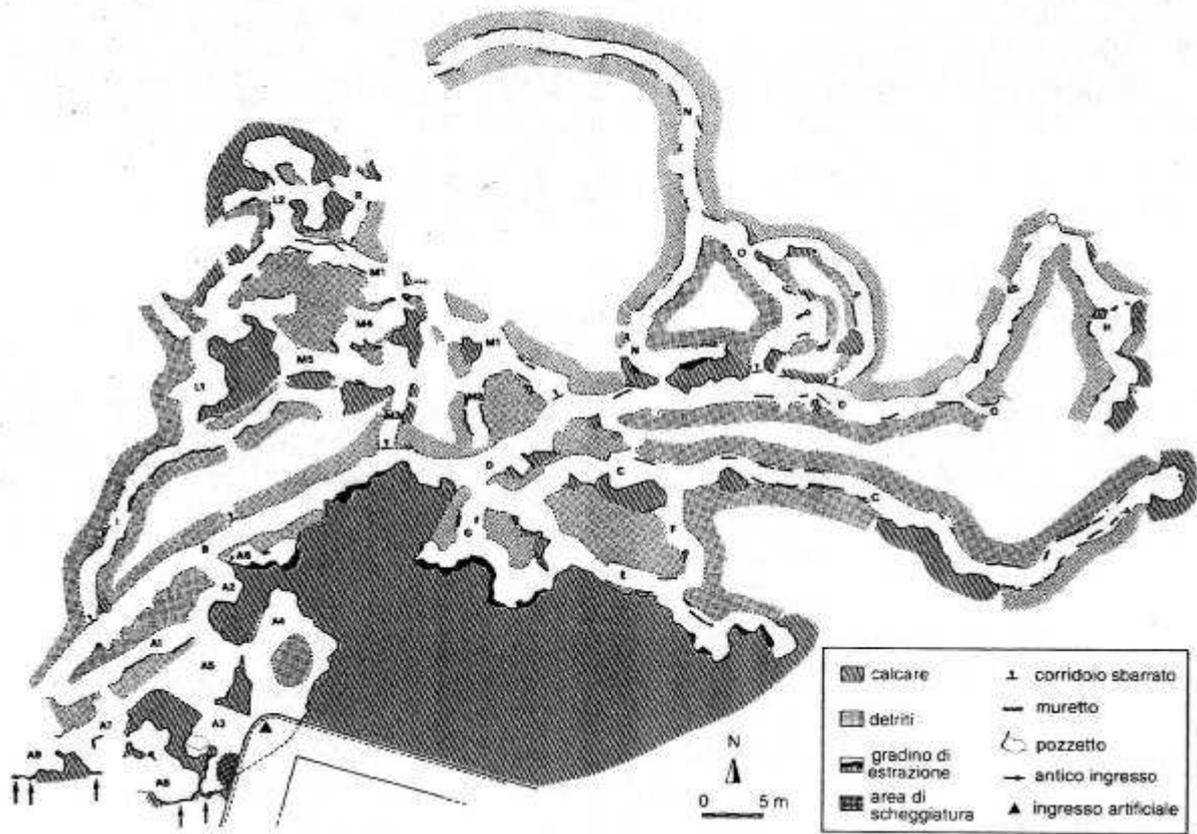


Fig. 167 - Pianta della miniera della Defensola, presso Vieste in Puglia. Prima metà del V millennio a.C. (GALIBERTI – SIVILLI – TARANTINI 2001)

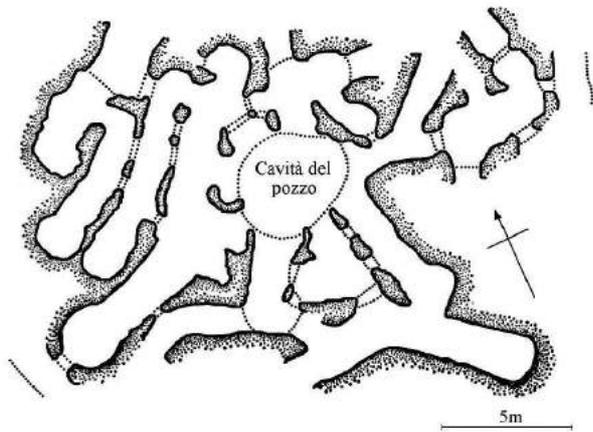


Fig. 168 - Pianta della miniera di Grimes Graves, presso Brandon nel Suffolk. III millennio a.C. (FORBES 1955-64)



Fig. 169 - Preseli Hills nel Galles occidentale. Giacimento di rocce fratturate e massi erratici



Fig. 170 - Procedimento di estrazione dei noduli di selce (F. Di Mattia, Scuola Nazionale di Speleologia – CAI)

i grandi monoliti utilizzati per costruzioni di tipo trilitico (*dolmen*) o come monumenti isolati (*menhir*)<sup>73</sup>. In molti casi, particolarmente nei territori montuosi, i blocchi di roccia venivano cavati a una quota più alta rispetto al luogo in cui era impiantata la costruzione e poi fatti scendere lungo i versanti rotolandoli o trascinandoli con l'ausilio di rulli lignei. Ad esempio sulle serre vibonesi in Calabria, nel territorio di Nardodipace, sono stati recentemente individuati i resti di cinque strutture neolitiche assimilabili a *dolmen*, costituite da grandi pietre che provengono in modo molto evidente da un giacimento situato nella parte alta della montagna con affioramenti di rocce di tipo granitico profondamente fratturate, dove si notano diversi pinnacoli rocciosi di 3-4 m di altezza rappresentanti il residuo non cavato delle attività di estrazione. Massi squadrati regolarmente allineati lungo il pendio incanalavano all'interno di una pista di scivolamento i rulli e il materiale trasportato<sup>74</sup>.

I massi potevano essere ridotti alla forma voluta facendo ricorso agli stessi procedimenti che erano adottati per la manifattura di utensili, statuette, vasi e altri oggetti in pietra. Materiali più duri come l'ossidiana e la selce permettevano di incidere, scheggiare, sfaldare la superficie della roccia; con sostanze abrasive come la sabbia e la pomice si smussavano le superfici. In molti casi ci si limitava invece a una sommara spianatura eliminando le escrescenze a colpi di mazzuolo.

## 2) Le cave egiziane

Nella Mesopotamia meridionale nel IV millennio è attestata un'attività estrattiva di pietra calcarea destinata alle fondazioni e in qualche caso anche all'elevato di alcuni edifici di Uruk ed Eridu. Sarà però soprattutto in Egitto che si avvierà uno sfruttamento sistematico delle cave grazie al ruolo determinante tenuto dalla pietra da costruzione nell'architettura monumentale del paese<sup>75</sup>. Lastre di pietra calcarea cominciano a comparire in alcune tombe della prima dinastia, ma è in particolar modo sotto Djoser, nel 2650-2600 a.C. circa, con la costruzione del complesso funerario di Saqqara, che i blocchi di pietra squadrati cominciano a essere utilizzati in grandissimi quantitativi. Estesi

giacimenti di pietra calcarea affioravano ovunque nella valle del Nilo, anche vicino i luoghi di costruzione delle piramidi. L'attività di cava avveniva prevalentemente a cielo aperto, spesso in aree pianeggianti; i blocchi venivano isolati praticando dall'alto una griglia ortogonale di strette trincee per mezzo di picconi in pietra e scalpelli di rame percossi dal martello (figg. 171, 172); si provvedeva poi a staccarli dal banco sottostante praticando alla base delle incisioni profonde con il piccone ed impiegando eventualmente cunei e leve per effettuare lo strappo (fig. 181 a p. 126). I cunei di legno, che nell'Antico Regno erano forse utilizzati per le rocce più dure in quanto non hanno lasciato tracce nelle cave di calcare e di arenaria, venivano inseriti in appositi alloggiamenti di forma trapezoidale scolpiti in corrispondenza del margine inferiore del blocco da estrarre; venivano poi imbevuti d'acqua in modo che gonfiandosi provocavano la rottura della roccia. In alcuni casi si cercava di far corrispondere i tagli orizzontali con le fessurazioni naturali della roccia. Nel Nuovo Regno furono introdotti i cunei in bronzo i quali, una volta infilati nelle apposite cavità, venivano battuti dall'esterno con il martello.

Quando si scendeva in profondità oppure si operava sul fianco della collina, il fronte di cava assumeva per comodità una conformazione a gradoni. A ogni livello si procedeva dall'esterno verso l'interno in modo da poter aggredire i filoni di roccia ancora intatti contemporaneamente dall'alto e di fronte. La rifinitura avveniva in cantiere prima della messa in opera, ma già in cava era necessario lavorare con una certa precisione, attuando tagli rettilinei e ortogonali. Le pietre che erano assegnate



Fig. 171 - Cava di pietra calcarea a Giza

<sup>73</sup> KOPPER – ROSSELLÓ BORDOY 1974

<sup>74</sup> GUERRICCHIO *et alii* 2002

<sup>75</sup> Sulle cave egiziane cfr. KLEMM – KLEMM 2008; GOYON *et alii* 2004 pp. 141-174

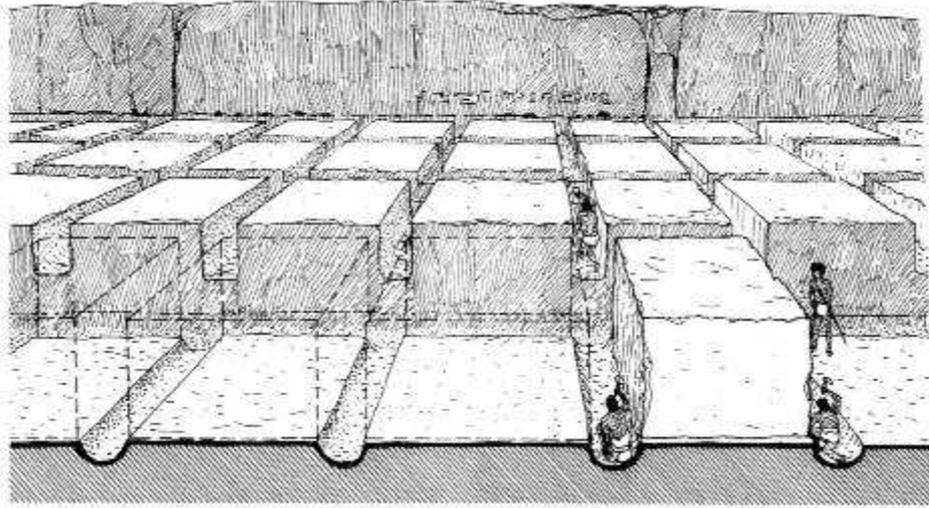


Fig. 172 - Sistema di estrazione dei blocchi di calcare nell' Antico Regno egiziano (GOYON et alii 2004)

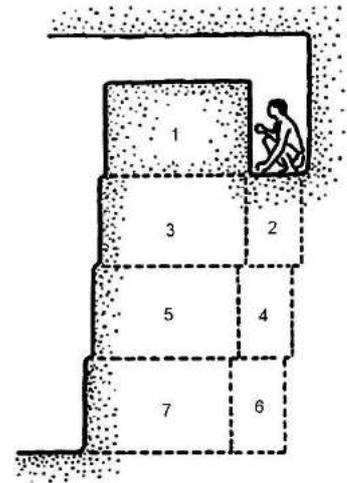


Fig. 174 - Progressione del taglio della roccia nelle cave in galleria (ARNOLD 1991, rielab. dell'autore)



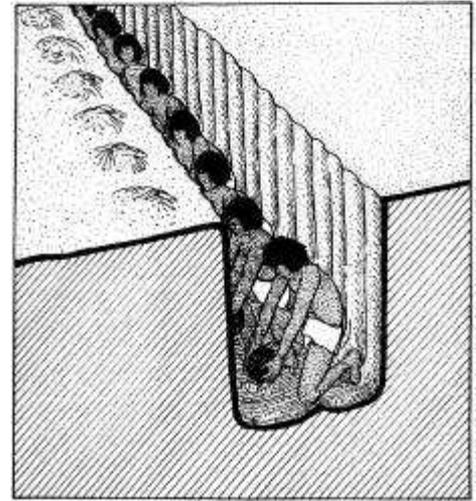
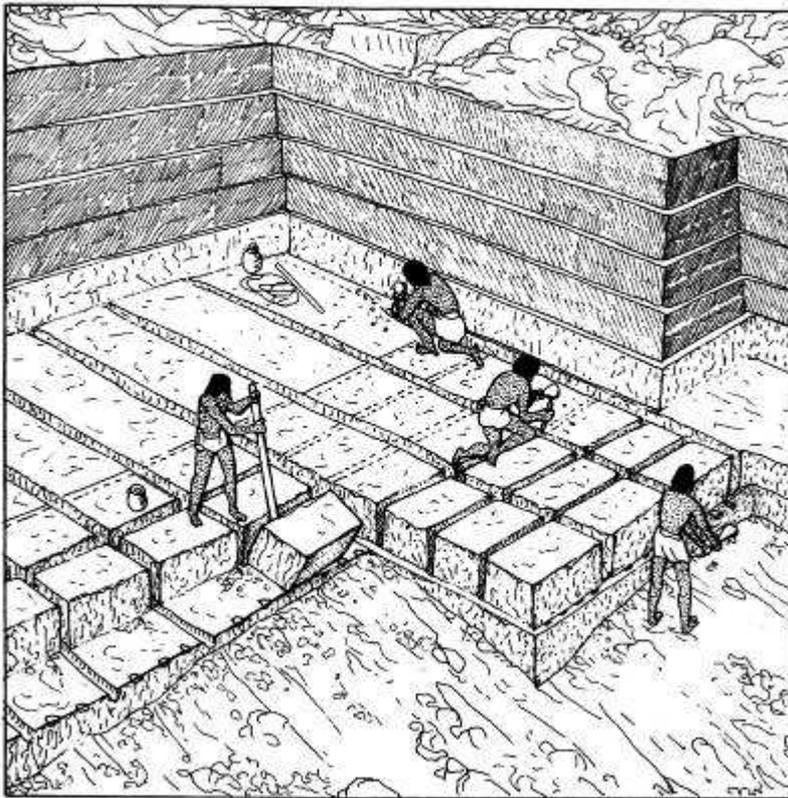
Fig. 173 - Fronte di cava in galleria a Tura (K.R. Lepsius in CAPART 1930)

alla parte esterna delle piramidi venivano sagomate con un taglio obliquo la cui angolazione doveva essere verificata con un'apposita squadra di legno.

La tenera arenaria "nubiana" diffusa nella parte meridionale dell'Egitto fu oggetto di grande sfruttamento nel Nuovo Regno diventando il più diffuso materiale da costruzione. Gli strati in gran parte superficiali vennero cavati prevalentemente per mezzo di trincee a cielo aperto che si sviluppavano su ampie aree, particolarmente a Gebel Silsila vicino Edfu dove si trovano le più estese cave egiziane, ancora coltivate in epoca tolemaica e romana. Ma già nell'Antico Regno per

ricercare filoni di migliore qualità o più facilmente lavorabili per la loro conformazione stratificata – come è il caso ad esempio del più duro calcare di Tura utilizzato per il rivestimento delle piramidi di Giza – si usava aprire cave sotterranee sui fianchi delle colline, le quali si sviluppavano orizzontalmente fino a grande profondità (200 m e oltre). Le gallerie, i cui soffitti erano sostenuti da tozzi pilastri risparmiati nella roccia, erano molto più ampie di quelle delle primitive cave di selce, in quanto bisognava disporre dello spazio sufficiente per estrarre pietre di grandi dimensioni su più livelli (fig. 173). Quando una galleria era stata aperta la prima operazione consisteva nel tagliare frontalmente la parte alta della roccia ricavando una nicchia un poco più larga e profonda della prima fila di blocchi da togliere; si procedeva quindi al taglio della roccia sottostante la nicchia praticando dall'alto dei canali che isolavano una serie di blocchi lateralmente e sul retro (fig. 174). Una volta cavata la fila superiore si continuava il lavoro verso il basso con lo stesso sistema fino a raggiungere il pavimento della galleria. A quel punto si attaccava frontalmente la parete e si ripeteva tutto il procedimento. Per maggiore comodità, quando si era arrivati a una certa profondità, si tendeva a lavorare a gradini come nelle cave a cielo aperto.

Gli strumenti utilizzati nelle cave sono riconoscibili per le tracce che hanno lasciato sulla roccia. Si tratta in genere di fitti solchi paralleli che cambiano costantemente direzione in conseguenza



▲ Fig. 176 - Sistema di estrazione di un obelisco di granito. La trincea viene scavata percuotendo la roccia con pezzi di diorite (GOYON *et alii* 2004)

◀ Fig. 175 - Sistemi di estrazione a cielo aperto in Egitto nel XIV sec. a.C. (GOYON *et alii* 2004)

delle diverse posizioni assunte dagli operai durante il lavoro. Nel Nuovo Regno vengono introdotti più forti e lunghi strumenti di bronzo; il ferro è attestato non prima dell'VIII sec. a.C. Gli strumenti in bronzo rispetto a quelli in pietra consentono di lavorare più velocemente e richiedono un minore spazio di manovra. Le trincee laterali diventano più strette con minore spreco di roccia (si passa dai 60 cm di larghezza media delle trincee dell'Antico Regno a non più di 12 cm nel Nuovo Regno) e si tagliano blocchi meno voluminosi (fig. 175). In ogni caso per tagliare rocce particolarmente compatte, come il granito, si doveva fare ricorso a pietre ancora più dure, in particolar modo alla diorite, già utilizzata per la manifattura di piccoli oggetti. I cavaatori tenevano in mano pezzi di questa pietra dagli spigoli affilati con i quali percuotevano ripetutamente la superficie del granito e scavavano in questo modo delle trincee laterali per una profondità pari a quella del blocco da estrarre (fig. 176); questo veniva quindi tagliato orizzontalmente alla base colpendolo con martelli di diorite e utilizzando anche scalpelli e cunei; di questi ultimi in molti casi sono rimaste le impronte sul retro dei blocchi messi in opera negli edifici. I pezzi di diorite si consumavano e si arrotondavano con l'uso



Fig. 177 - Assuan. Scavo incompiuto di un obelisco di granito. Sul fondo della trincea sono visibili i caratteristici solchi curvilinei praticati con la diorite

ripetuto, per cui venivano gettati via e sostituiti. Le lastre di granito nell'Antico Regno, impiegate già nei monumenti funerari della prima dinastia, venivano cavate da affioramenti superficiali dove le rocce avevano una forma particolarmente frastagliata che agevolava il taglio. Durante il Nuovo Regno vengono invece sfruttati giacimenti compatti scavando in profondità lunghe e regolari trincee per estrarre enormi blocchi destinati a sculture e persino obelischi lunghi 30-40 m. Caratteristiche tracce arrotondate dei pezzi di diorite utilizzati dagli operai per questo gravosissimo lavoro sono tutt'ora visibili ad Assuan, sul fondo della trincea scavata intorno al monolite di un obelisco di cui non è stata completata l'estrazione a causa di fessurazioni che sono apparse in corso d'opera e che lo rendevano inutilizzabile (fig. 177).

L'aspetto più oneroso legato all'attività di estrazione era il trasporto dei materiali dalla cava al cantiere. Le rocce più pregiate il più delle volte non erano disponibili vicino il luogo della costruzione e dovevano affrontare lunghi viaggi. Le distanze maggiori erano coperte dalla navigazione fluviale. Sulla terraferma i blocchi venivano movimentati lungo piste appositamente predisposte su rulli di legno e letti di sabbia, aiutandosi con funi e argani, ma anche caricandoli su slitte o carri trainati dai buoi.

Un'intensa attività estrattiva è attestata nell'età del bronzo anche a Creta e in Anatolia, regioni dove si fa largo uso della pietra da costruzione<sup>76</sup>. A Creta sono visibili numerosi fronti di cava a gradoni aperti sui fianchi delle alture lungo la linea di costa che profittavano della vicinanza del mare per il trasporto dei materiali<sup>77</sup> (fig. 178). Nelle cave si estraevano blocchi di eolianite, gesso e calcare poroso destinati soprattutto all'architettura monumentale. Distese di pietre erratiche e affioramenti di rocce fratturate che potevano essere asportate con facilità fornivano per il resto, anche nell'entroterra, abbondantissimo materiale per l'edilizia domestica. Negli edifici monumentali ittiti e neo-ittiti dell'Anatolia<sup>78</sup> si fa uso di dure rocce magmatiche come il basalto e il porfido; questi materiali potevano essere agevolmente cavati da vari giacimenti superficiali con le rocce spaccate da profonde fenditure

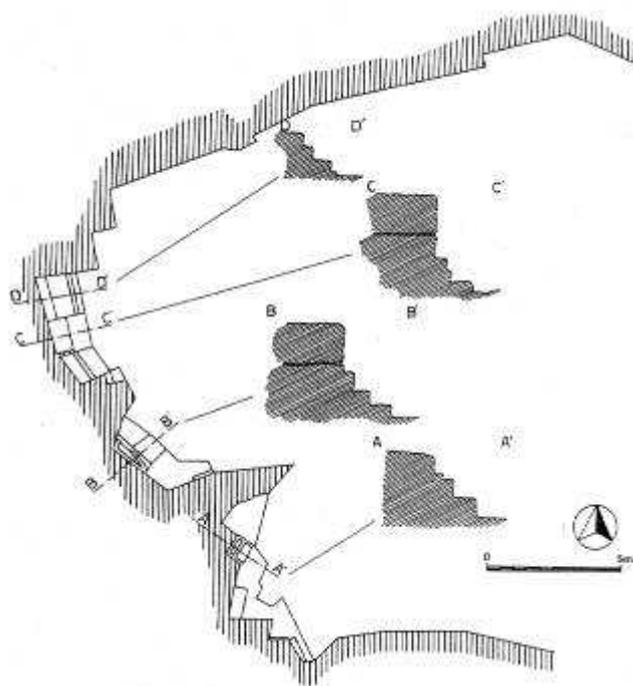


Fig. 178 - Malamoures (Creta). Fronti di cave di età minoica per l'estrazione dell'eolianite. Pianta e sezioni trasversali (PAPAGEORGAKIS et alii 1992)

verticali in formazioni di tipo colonnare (Zincirli, Tilmén Hüyük). Sono state individuate in ogni caso anche alcune cave a cielo aperto con tracce di canali scavati intorno alle pietre da liberare. Le cave micenee sono meno conosciute e studiate; ma è evidente che anche in tale contesto dovette svilupparsi una evoluta attività estrattiva in quanto l'architettura micenea impiega grandi blocchi di pietra, di cui molti sono in forma di parallelepipedi più o meno regolari, i quali venivano tagliati anche per mezzo di seghe, come testimoniato dalle tracce sui blocchi architettonici dell'Acropoli superiore di Tirinto, databili al XIII sec. a.C.<sup>79</sup> I materiali più utilizzati erano rocce calcaree locali più o meno compatte, ma sono attestati anche il porfido e il marmo rosso antico.

### 3) Le cave greche e romane

Nel mondo greco e italico in età arcaica, e anche più tardi in molte aree, l'esordio dell'architettura in pietra è contrassegnato nella maggior parte dei casi dalla apertura di **cave temporanee** o **di comodo**, le quali venivano sfruttate solamente per ricavare i

<sup>76</sup> WAELEKENS 1992

<sup>77</sup> SHAW 1973, pp. 30-43; BECKER 1976; PAPAGEORGAKIS et alii 1992; DWORAKOWSKA 1992

<sup>78</sup> WAELEKENS 1990 c

<sup>79</sup> DWORAKOWSKA 1975, p. 82, 100, 112; SCHWANDNER 1991

materiali destinati a uno o più edifici da costruire nelle adiacenze ed erano poi abbandonate. La maggior parte dei templi arcaici del Peloponneso e delle colonie greche d'Occidente erano realizzati con un calcare poroso di scarso pregio, facilmente lavorabile, che era diffuso un po' dappertutto. Per ridurre al minimo gli oneri del trasporto i costruttori andavano alla ricerca del giacimento più vicino al cantiere e si limitavano ad estrarre la quantità che serviva. Sui rilievi montuosi cinte fortificate e terrazzamenti venivano realizzati cavando le pietre subito a fianco oppure da formazioni rocciose situate più in alto, da dove venivano poi fatte scendere su scivoli o semplicemente rotolandole. Il recinto fortificato del Circeo circonda un pianoro rimasto ineditato fino ai nostri giorni, dove è possibile avere un quadro completo dell'attività di estrazione connessa alla costruzione delle mura in opera poligonale<sup>80</sup> (fig. 179). I blocchi di pietra calcarea vennero estratti all'interno della recinzione con criteri difformi; in due punti diversi situati a breve distanza dalla mura furono scavate grandi



Fig. 179 - Pianta della c.d. Acropoli del Circeo. Sono indicate le principali cave di comodo (QUILICI – QUILICI GIGLI 2005, rielab. dell'autore)

<sup>80</sup> CALZECCHI ONESTI – TAMBURINI 1981-82; QUILICI – QUILICI GIGLI 2005. Questi ultimi autori identificano le mura con il recinto di un santuario, privo di costruzioni al suo interno, e le datano tra il II e il I sec. a.C.

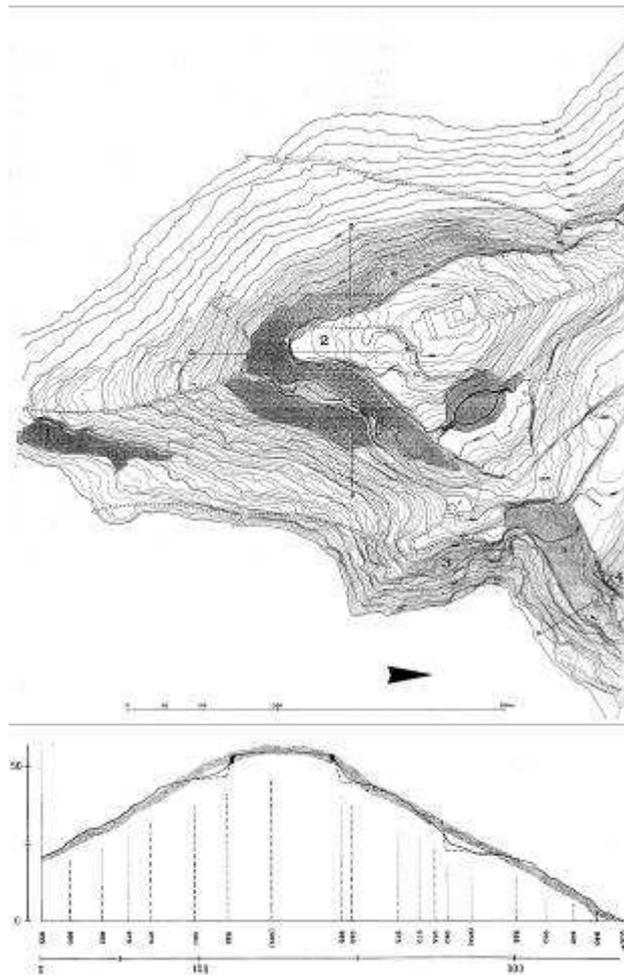


Fig. 180 – Sopra: Alba Fucens. Pianta delle cave situate all'interno e all'esterno del settore meridionale dell'abitato. Sotto: Sezione trasversale della punta meridionale dell'altura. Sono indicati il profilo orografico originario (in grigio), i tagli dovuti all'attività di estrazione (a tratteggio), i resti delle mura in opera poligonale (in nero grassetto) (PICCARRETA 1990)

trincee ad andamento irregolare larghe da 4 a 8 m e profonde fino a 5 m, ma al tempo stesso numerosi tagli superficiali, dove ancora si riconoscono gli incassi per l'inserimento dei cunei, furono praticati un po' ovunque lungo il circuito murario. Evidentemente le cave in trincea erano servite a fornire materiale ulteriore il quale suppliva alla insufficienza dei giacimenti che affioravano lungo il perimetro.

Altrove, come è stato ben documentato ad Alba Fucens<sup>81</sup>, le cave da cui veniva estratto il materiale destinato alla cinta fortificata erano invece situate al di sotto (fig. 180). Ciò comportava un maggiore onere per lo spostamento dei materiali che

<sup>81</sup> PICCARRETA 1990

andavano sollevati verso l'alto, ma procurava d'altra parte il vantaggio di ricavare sotto la linea delle mura delle alte pareti artificiali di roccia che potenziavano le difese della città. Le cave ritagliate lungo il perimetro esterno di Alba Fucens realizzano con molta efficacia questo risultato, per cui è evidente che si tratta di un sistema ben pianificato in fase di progettazione della colonia. Attività di estrazione vennero condotte anche all'interno del circuito murario e costituirono l'occasione per ricavare spazi fruibili dalla cittadinanza, scavando gli invasi destinati a ospitare il teatro e l'anfiteatro e livellando aree su cui impiantare edifici pubblici o santuari, come è il caso molto probabilmente del vasto piazzale che circonda il tempio sul colle Pettorino.

I giacimenti delle rocce più dure e pregiate diventano invece oggetto di **sfruttamento intensivo e sistematico**. In età ellenistica e soprattutto durante l'Impero romano i materiali estratti dalle cave sono sempre più ingenti, intere porzioni di montagne vengono spianate, intorno ai marmi colorati si sviluppa un gigantesco traffico commerciale; da un capo all'altro del Mediterraneo si moltiplicano le rotte delle *naves lapidariae* con i loro pesanti carichi. Le numerose cave aperte nelle montagne avevano un impatto ambientale non indifferente che finì per suscitare la protesta di Plinio: "Noi invece tagliamo a pezzi e trasciniamo via, senza nessun altro scopo che i nostri piaceri, montagne che un tempo fu oggetto di meraviglia valicare [riferendosi alla spedizione di Annibale] [...] ora questi stessi monti vengono fatti a pezzi per ricavarne marmi delle specie più varie. I promontori vengono spaccati per lasciare passare il mare e la natura è ridotta a un piano livellato. Svelliamo ciò che era stato posto a far da confine fra popoli diversi, si fabbricano navi per caricarvi i marmi, e le vette montane sono portate a destra e sinistra sui flutti ..."<sup>82</sup>.

Le strategie d'intervento nelle cave restano per grandi linee le stesse già adottate dagli Egiziani<sup>83</sup>. La maggior parte delle coltivazioni sono a cielo aperto articolandosi a gradoni, talvolta con grandi dislivelli (50 m e oltre come a Docimium in Frigia)

<sup>82</sup> PLIN. *NH* XXXVI, I

<sup>83</sup> Sulle cave greche e romane vedi DWORAKOWSKA 1975; DWORAKOWSKA 1983; VANHOVE 1987; KOSLEJ 1988; WAELKENS 1990 b; WAELKENS – DE PAEPE – MOENS 1990; BRUNO 2002 a; KOKKOROU ALEVRAS – POUPAKI – CHATZICONSTANTINOU 2009

da cui risulteranno, alla fine dello sfruttamento di ogni settore, alte pareti verticali attraversate da un'infinita sequenza di solchi e riseghe corrispondenti ai profili dei blocchi asportati. Diverse cave si sviluppavano anche in galleria, come a Belevi vicino Efeso, a Siracusa, a Paros dove le cave delle Ninfe nella valle di Marathi penetravano nel sottosuolo per circa 150 metri e con pendenze di 30-45 gradi<sup>84</sup>. L'estrazione dei blocchi avveniva secondo il sistema tradizionale; si intagliavano con il piccone delle trincee ai lati del pezzo da asportare e si effettuava poi lo strappo inserendo cunei di legno o di metallo in corrispondenza del margine inferiore – ma anche verticalmente se si interveniva di fronte – e aiutandosi con delle leve (fig. 181). In epoca romana si diffonde anche l'uso della sega a pendolo<sup>85</sup>, sostenuta da due montanti laterali, che fendeva la roccia con movimento oscillatorio; la lama non era dentata perchè il taglio si eseguiva con la sabbia, come spiegato da Plinio: "una sega comprime la sabbia all'interno di una linea molto sottile e la induce a tagliare il marmo semplicemente attraverso il suo movimento avanti-indietro"<sup>86</sup>. Le seghe erano utilizzate nei cantieri, nelle botteghe dei *marmorarii* – come mostrato da un rilievo ostiense – ma anche nelle cave, in alcune delle quali sono rimaste le tracce dei tagli praticati da questo strumento. Si è stimato che la sega a pendolo utilizzata a Docimium, dove sono visibili tagli lunghi 5,8 m che servirono a staccare lastre di marmo di 20-30 cm di spessore, doveva raggiungere in proporzione almeno otto metri di lunghezza per consentire l'oscillazione orizzontale della lama; essa veniva azionata da due operai posti alle estremità mentre altri erano preposti a versare acqua e sabbia fra la lama e la roccia.

La produzione delle grandi cave tende a essere sempre più standardizzata; si fabbricano in serie elementi architettonici come basi e capitelli che venivano semilavorati con le stesse modalità e destinati a essere rifiniti nei cantieri. Diametri ed *enthasis* dei fusti di colonna erano definiti in cava; in alcuni casi due oppure quattro fusti venivano abbozzati in un unico blocco di marmo da tagliare in cantiere (fig. 182). Se dopo l'estrazione i fusti rivelavano fratture o altri difetti che ne rendevano

<sup>84</sup> KORRES 1995, pp. 120-121.

<sup>85</sup> RÖDER 1971, pp. 303-311, fig. 47; BRUNO 2002a, pp. 188-191

<sup>86</sup> PLIN. *NH* XXXVI, 51

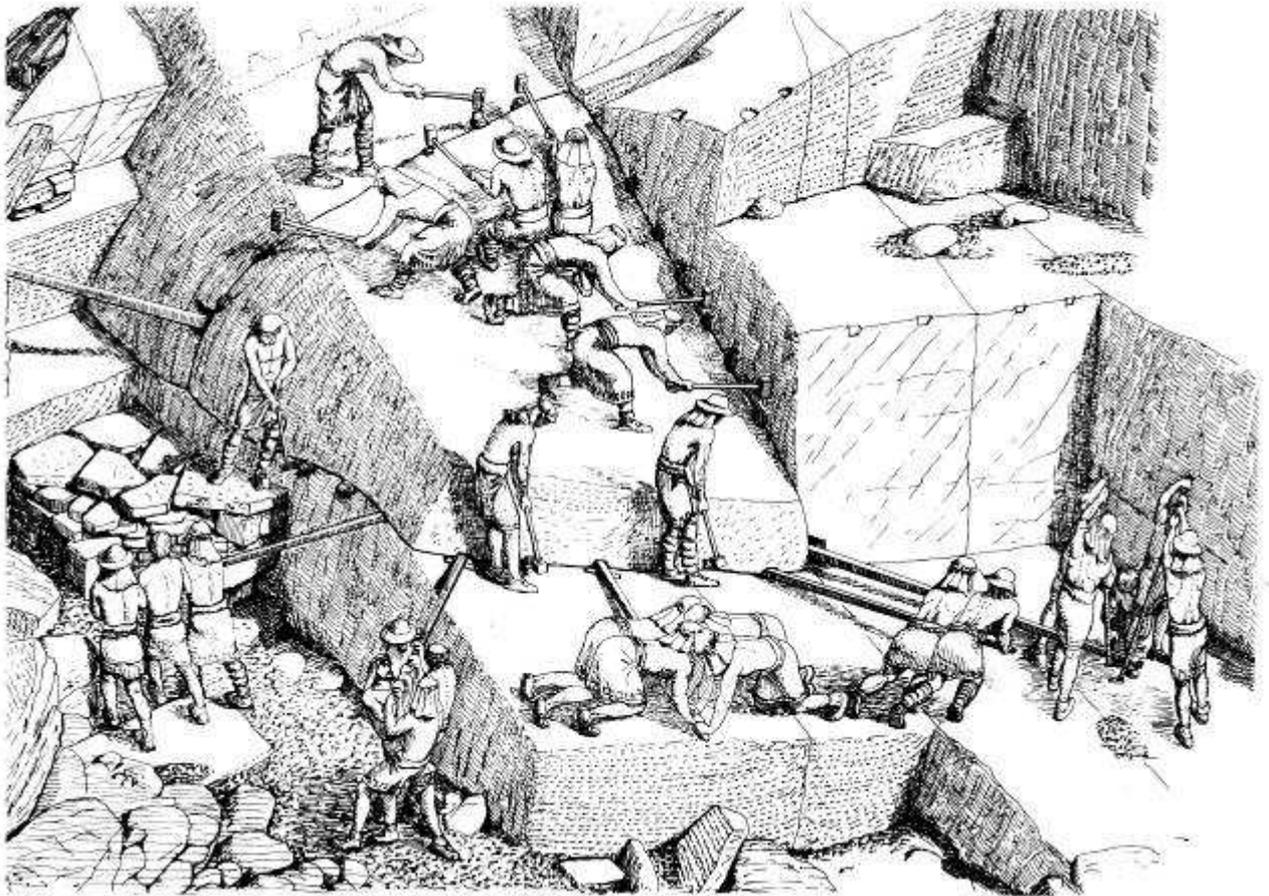


Fig. 181 - Sistemi di estrazione nelle cave del Pentelico, in Attica (KORRES 1995)

impossibile l'impiego come colonne monolitiche potevano essere tagliati in dischi destinati ai *sectilia* pavimentali. Talvolta sui blocchi architettonici venivano risparmiate delle protuberanze di roccia (umboni o bozze) che fungevano da elementi distanziatori, proteggendoli dagli urti durante il trasporto, ed erano eliminate in cantiere prima della messa in opera o subito dopo. Sono tutt'ora visibili in alcuni edifici rimasti incompiuti, talvolta in forma di listelli, come sulla crepidine del tempio di Apollo a Delo e sulla parete di un edificio voltato presso il porto di Patara in Licia<sup>87</sup>, oppure in forma di elementi troncopiramidali isolati come nella crepidine del tempio di Segesta<sup>88</sup> (fig. 183).

<sup>87</sup> ADAM 1989, p. 41, fig. 73

<sup>88</sup> A volte però queste protuberanze potevano servire a imbracare il blocco con delle funi se questo doveva essere messo in opera per mezzo di una gru, come è il caso dei tamburi delle colonne del Pre-Partenone. A Segesta quest'ultima funzione è da escludere sia perché i blocchi sono collocati in basso sia perché le protuberanze sono state

In alcune cave greche e romane (a Styra e a Karystos in Eubea, sul Pentelico, nella valle di Colonnata a Carrara) si sono conservate le **vie di lizza** che consentivano il trasporto a valle dei manufatti, rampe con pendenze fino a 45 gradi intagliate nella roccia oppure lastricate con gli scarti di lavorazione delle pietre<sup>89</sup> (fig. 184). I blocchi scivolavano su slitte di legno, imbracati con delle funi che erano agganciate a paletti o altri elementi posti lungo il percorso in modo da controllare la discesa. Nei percorsi in piano si utilizzavano carri trainati dai buoi. Un'iscrizione del 330 a.C. relativa al trasporto di tamburi di colonna dal Pentelico a Eleusi riferisce che ciascun tamburo venne portato da trentatré paia di buoi, su una distanza di 40 km

risparmiate su una sola faccia. In altri edifici queste sporgenze hanno trovato diverse spiegazioni (cfr. LUGLI 1957, pp. 214-218)

<sup>89</sup> Sulla via di lizza dal settore di Spilia del Monte Pentelico, v. KORRES 1995 pp. 62 ss.

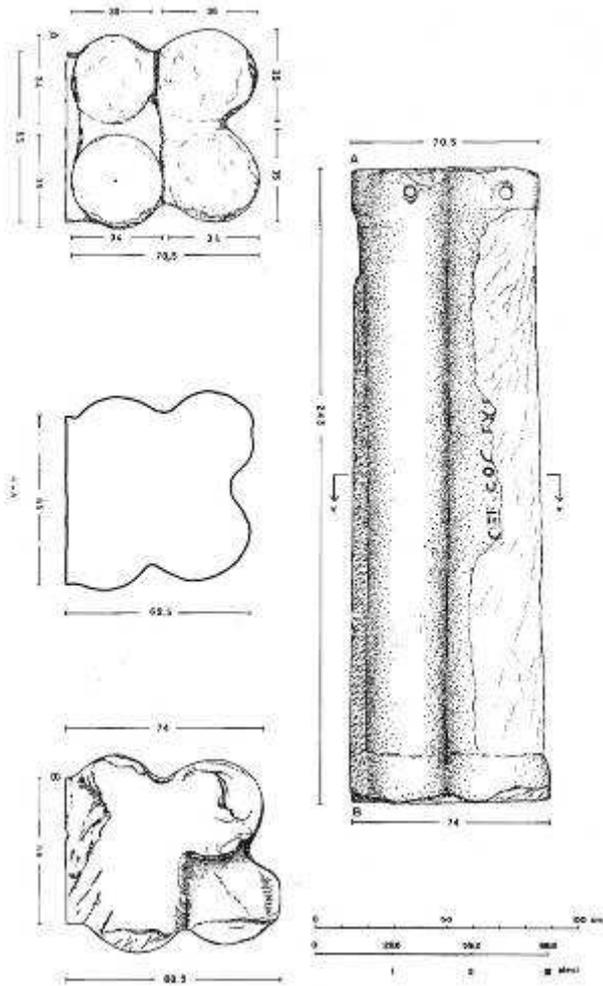


Fig. 182 - Colonna quadriloba in pavonazzetto dal fondo del Canale di Fiumicino (Roma). Pianta e prospetti (PENSABENE 1994)



Fig. 183 - Tempio di Segesta (ultimo quarto del V sec. a.C.). Elementi distanziatori di forma troncopiramidale risparmiati sui blocchi della crepidine

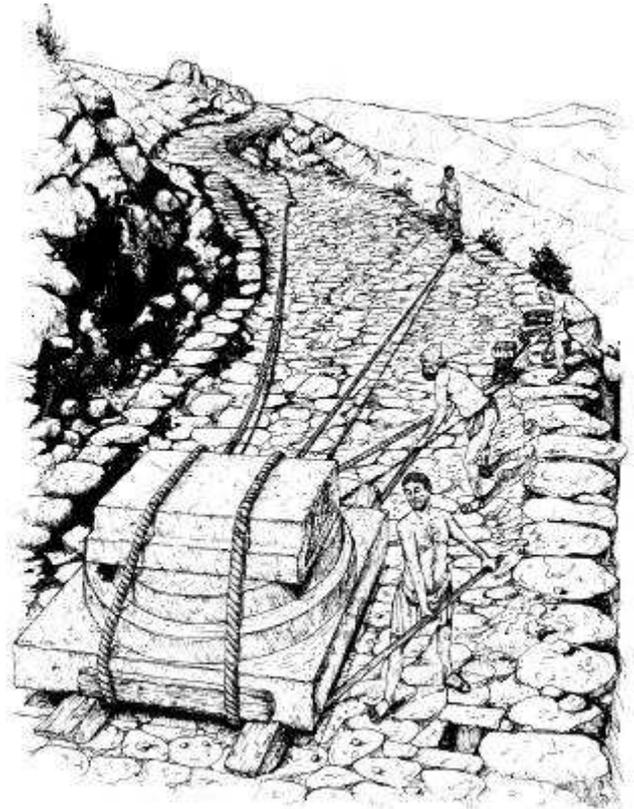


Fig. 184 - Trasporto di blocchi di marmo lungo una via di lizza (BRUNO 2002 a, dis. di T. Semeraro)

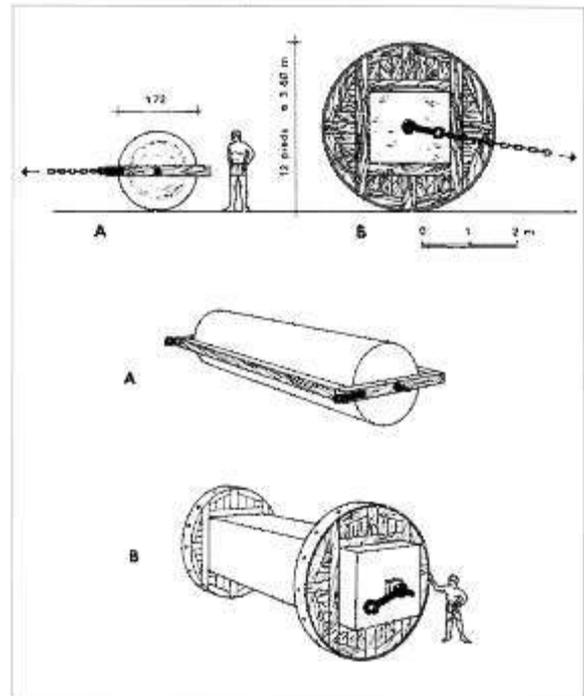


Fig. 185 - Ricostruzione delle macchine di Tesifonte e Metagene per il trasporto dei blocchi dell'Artemision di Efeso (ADAM 1977)

## Capitolo IV

### Murature in pietrame

con tre giorni di viaggio<sup>90</sup>. Vitruvio descrive le ingegnose macchine inventate nel VI sec. a.C. da Tesifonte e da suo figlio Metagene per trasportare sulle strade, trainati dai buoi, i colossali blocchi architettonici destinati all'Artemision di Efeso (fig. 185). Le colonne ruotavano direttamente sul selciato inserite dentro un telaio composto da quattro travicelli di legno disposti in orizzontale a cui erano agganciate le catene tirate dagli animali. Per spostare le cornici Metagene "fece delle ruote di circa dodici piedi e in mezzo ad esse incassò le teste delle cornici, sistemate pure con perni ed anelli. Così mentre i buoi tiravano il telaio, col girare dei perni dentro gli anelli, giravano anche le ruote: le cornici, ficcate nelle ruote come assi, arrivarono senza intoppi al cantiere nella stessa maniera dei fusti"<sup>91</sup>. Nel VI e nel V secolo a.C. un sistema analogo era stato adottato per i tamburi delle colonne estratte a Cusa presso Selinunte, di cui sono rimasti in cava vari esemplari in diversi stadi di lavorazione; fra questi alcuni presentano degli incassi per dei perni a cui erano fissate le catene<sup>92</sup>.

Le lunghe distanze erano coperte dalle *naves lapidariae* alcune delle quali, destinate al trasporto di obelischi o di colossali colonne monolitiche, erano di dimensioni eccezionali. I blocchi venivano issati sulle navi utilizzando delle gru collocate lungo i moli e alloggiate dentro incassi circolari o quadrati tagliati nella roccia che in alcuni casi sono ancora visibili.

Durante il neolitico, come si è visto nella prima parte del volume, la pietra da costruzione ha avuto un ruolo marginale nell'edilizia domestica, utilizzata solo in alcune aree geografiche e limitatamente alla realizzazione di modesti muretti di terrazzamento, zoccoli su cui erano impostate le pareti in materiali leggeri e poche altre applicazioni (cfr. p. 21). Gli elevati della stragrande maggioranza delle abitazioni umane erano realizzati in legno e terra. Ciò non toglie che in alcuni contesti è attestata fin da tempi antichissimi anche l'esistenza di strutture d'alzato interamente in pietrame, e che in molti altri casi, pur in assenza di prove sicure, tali soluzioni costruttive non sono totalmente da escludere. L'edilizia siro-palestinese di età neolitica ad esempio, dove il pietrame è largamente utilizzato negli zoccoli, offre al proposito un quadro piuttosto incerto. In alcuni casi sono stati messi in luce resti di murature lapidee, conservati anche fino a un metro di altezza, non facilmente interpretabili, per cui non è chiaro se si tratta di alti basamenti che sorreggevano una struttura in materiali diversi oppure della parte inferiore di pareti interamente in pietra<sup>93</sup>.

#### 1) Muri difensivi e di terrazzamento di età neolitica

Gli scavi di Gerico hanno in compenso restituito il più antico esempio di fortificazione urbana in pietra, datata all'VIII millennio a.C.<sup>94</sup>. I resti messi in luce comprendono un muro libero, spesso circa 2 m e preservato per un'altezza di oltre 3,50 m, che si erge alle spalle di un fossato e si lega dalla parte interna a un torrione circolare, con diametro di circa 10 m, alto ancora oggi poco più di 9 m (figg. 186, 187). Un'apertura alta 1,70 m che si apre sul lato interno della torre immette in una scala che portava sulla sommità dell'edificio, di cui si conservano ventidue gradini, ciascuno dei quali composto da un unico blocco. La massa della torre è interamente in pietra; è costituita da blocchi informi di modeste dimensioni, facilmente manovrabili, alcuni forse sottoposti a una sommaria sbazzatura durante la messa in opera, con abbondante terra negli interstizi,

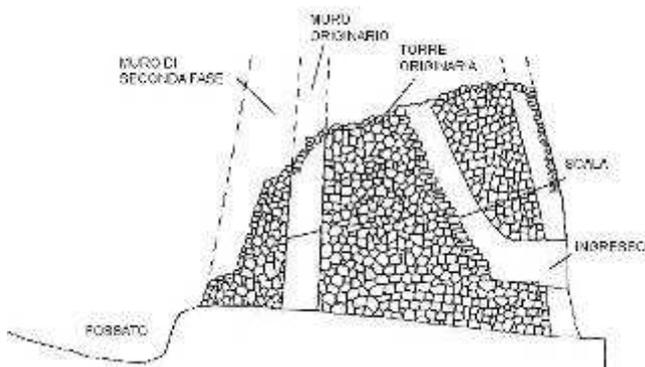


Fig. 186 - Torre delle mura di Gerico (VIII millennio a.C.). Sezione trasversale.

<sup>90</sup> IG II<sup>2</sup>, 1673, l. 51-67

<sup>91</sup> VITR. X, 6

<sup>92</sup> ADAM 1977

<sup>93</sup> AURENCHE 1981, pp. 33-34.

<sup>94</sup> KENION 1956, p. 188; KENYON 1957, pp.65-70, tavv. 24-30

a cui si mischiano alcuni elementi più grandi; si tratta di materiale forse in parte erratico e in parte, come è stato ipotizzato, proveniente dallo scavo del fossato antistante. Presenta caratteristiche simili un muraglione del VI millennio a.C di Khirokitia, a Cipro, conservato in altezza fino a 2,60 m, largo quasi due metri nella fase iniziale, anche questo identificabile con la cinta urbana e costituito da una massa di pietrame informe e di piccole dimensioni, analogo a quello utilizzato negli zoccoli delle adiacenti abitazioni a pianta circolare<sup>95</sup> (figg. 91, 188). Non è da escludere su un muro di questo tipo l'esistenza di una sovrastruttura in mattoni crudi.

Grandi muri lapidei di età neolitica con funzione di recinti o di terrazzamenti, sono attestati anche in Italia (a Serra del Palco in Sicilia<sup>96</sup>, a Trasano<sup>97</sup> vicino Matera, al Pulo di Molfetta<sup>98</sup>). Si tratta in tutti i casi di realizzazioni tecnicamente sofisticate, che possono raggiungere oltre due metri di spessore, a doppio paramento in blocchi di forma irregolare di medie dimensioni (lunghi 60 cm e oltre), con riempimento di terra e pietre.

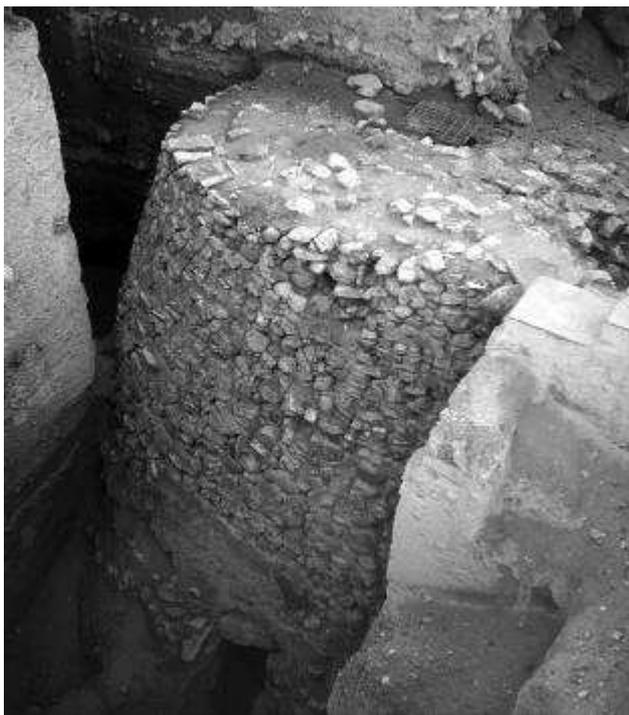


Fig. 187 - Torre delle mura di Gerico. Veduta dei resti attuali

<sup>95</sup> DIKAIOS 1953, pp. 188-189

<sup>96</sup> LA ROSA 1987, fig. 2

<sup>97</sup> GUILAINE 1994, fig. 25

<sup>98</sup> RADINA 2003, pp. 81-85; RADINA 2007

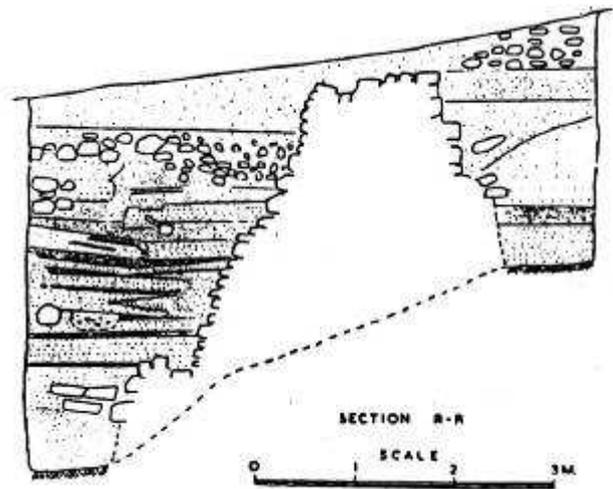


Fig. 188 - Khirokitia (Cipro). Sezione trasversale del "Grande muro" (VI millennio a.C.) (cfr. pianta nella fig. 91 a p. 63) (DIKAIOS 1953)

## 2) Edifici a pianta circolare della Britannia

Nell'Europa centro-settentrionale si assiste sin dal neolitico a una relativa diffusione di abitazioni in pietra, prevalentemente a pianta circolare e con tetto conico, le quali in alcune aree convivono con la più comune tipologia della *longhouse*, a pianta rettangolare allungata, costruita in terra e legno. La fascia atlantica della Britannia, dal Devon fino alle isole Ebridi, si contraddistingue per la presenza sul territorio di numerose abitazioni preistoriche a pianta circolare – *roundhouse* – talvolta isolate, altrimenti raggruppate in insediamenti con muretti in pietra che recingono appezzamenti agricoli oppure collegano le capanne formando dei cortili<sup>99</sup> (fig. 189). Il muro perimetrale può essere interamente in terra – sovente in *turf* (cfr. p. 29) – talvolta la parte superiore in terra è impostata su un robusto e alto zoccolo lapideo, altre volte il muro è tutto in pietrame. La parte alta dei puntoni del tetto conico è in genere sostenuta da un anello di pali posto all'interno (*double-ring house*)<sup>100</sup>; negli edifici in terra le teste inferiori dei puntoni poggiano su un altro anello di ritti che costituisce l'ossatura del muro perimetrale oppure direttamente sul terreno all'esterno dell'abitazione (fig. 191); in quest'ultimo caso il muro è un semplice involucre che non svolge alcuna funzione portante: se è in *turf* (con o senza zoccolo lapideo) può fare tranquillamente a meno di

<sup>99</sup> FOX 1973; REID 1989; REID 1993; BUTLER 1997; AA.VV. 1997

<sup>100</sup> HILL 1984

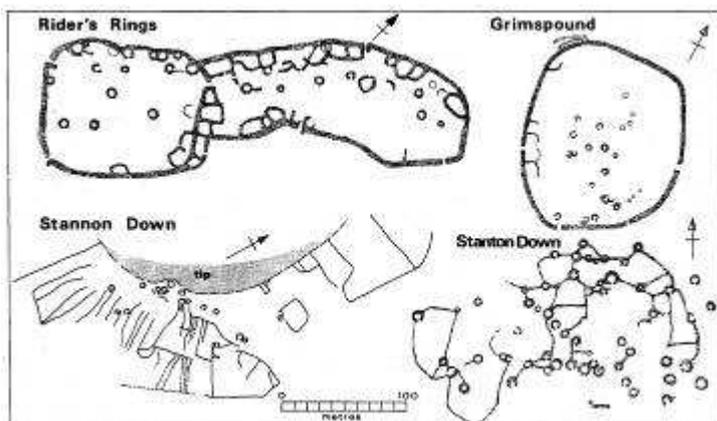


Fig. 189 - Planimetrie di insediamenti preistorici, chiusi (in alto) e aperti (in basso), nella Britannia sud-occidentale (BURGESS 1980)



Fig. 190 - Anastilosi di una *roundhouse* dell'età del ferro con tetto conico impostato sul muro perimetrale in pietra a secco. St Fagans. National History Museum

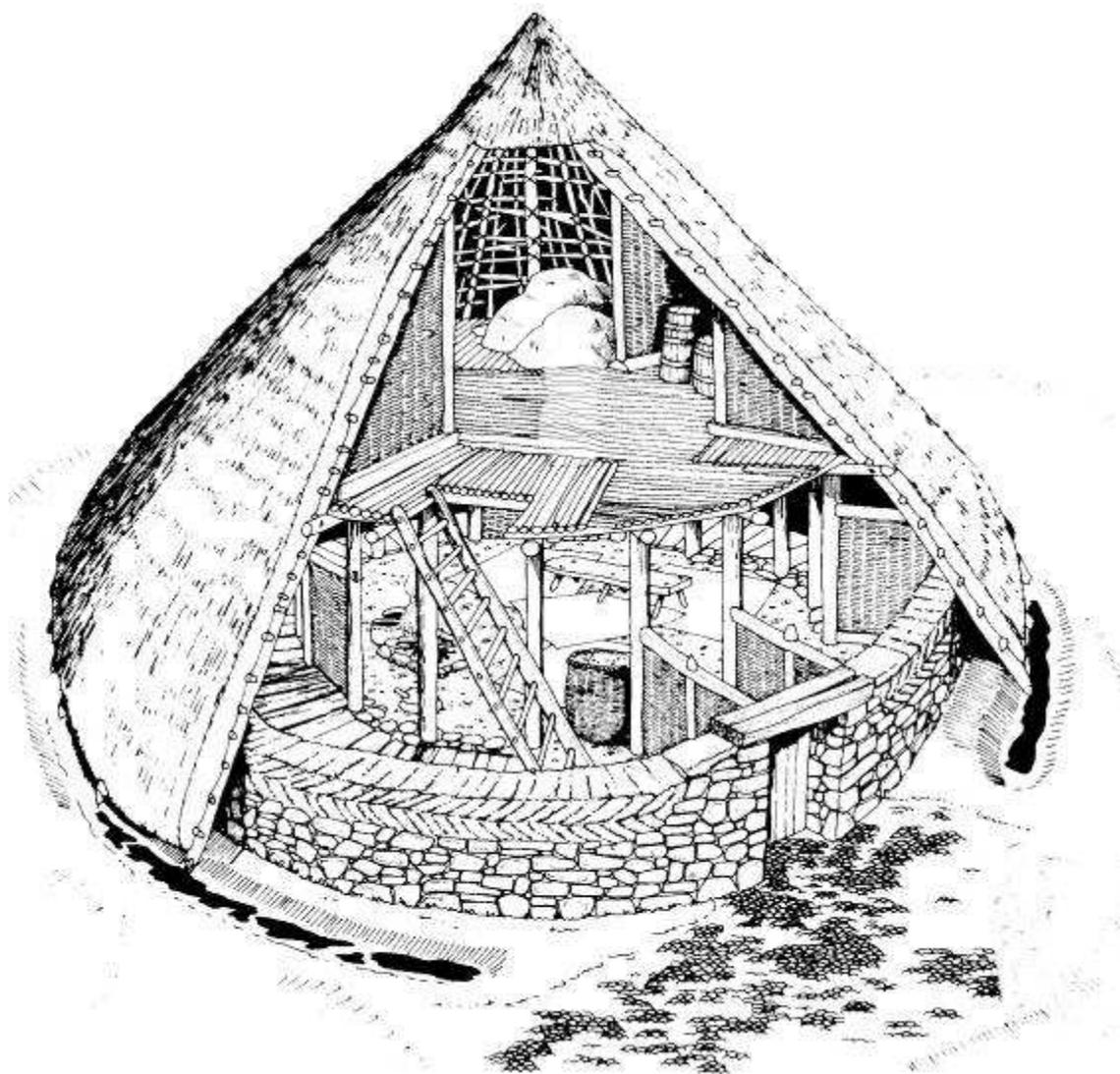


Fig. 191 - Cul a Bhaile (Argyll, Scozia occidentale). Ricostruzione di una *roundhouse* neolitica. La parte superiore del muro perimetrale è costituita da due filari di mattoni in *turf* disposti a spina di pesce (theisleofjura.co.uk)

un telaio ligneo di rinforzo. I puntoni sono altrimenti direttamente impostati sul muro se questo è in pietra (fig. 190). Gli interni appaiono parzialmente pavimentati da lastre lapidee, soprattutto in prossimità dell'ingresso dove era collocato anche il focolare; il resto della superficie calpestabile era in terra battuta.

Nelle Orcadi e nelle Shetland, arcipelaghi a nord della Scozia, l'uso del pietrame è quasi esclusivo a causa della scarsità del legno su queste isole dal clima molto esposto e per la grande abbondanza invece di rocce stratificate di tipo scistoso, facilmente riducibili in lastre allungate e relativamente sottili. Nel piccolo villaggio neolitico di Skara Brae<sup>101</sup> nelle Orcadi i vani delle abitazioni sono stati scavati all'interno di un terrapieno artificiale preesistente (fig. 192). Il pietrame è utilizzato qui come paramento di una muratura in terra spessa più di tre metri che garantisce il neces-

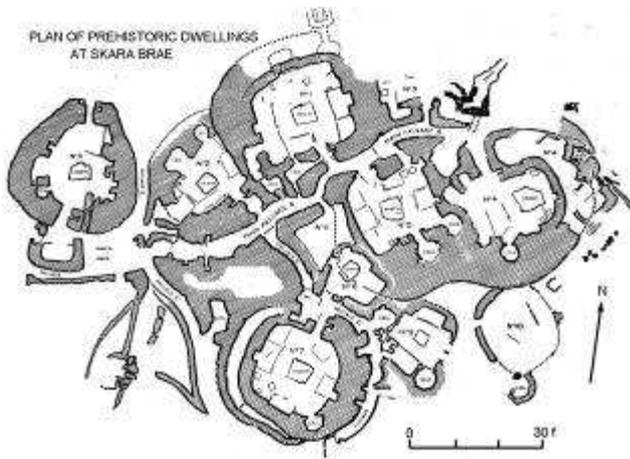


Fig. 192 – Skara Brae (Orcadi). Pianta del villaggio neolitico e particolare di una delle abitazioni restaurate

<sup>101</sup> CHILDE 1931; KILBRIDE JONES 1973; CLARKE 2000

sario isolamento termico. In ogni edificio, intorno a un grande vano centrale che ospita il focolare, si aprono una serie di nicchie e di piccoli vani ricavati nello spessore del muro perimetrale. Negli interni si sono conservati i mobili (letti, armadi, scaffalature, vasche) realizzati in lastre e blocchetti di pietra analoghi a quelli utilizzati nei muri. Le coperture, di cui non si è conservata alcuna traccia, dovevano essere in legname. Impianti di analoga conformazione, con muri in terra di grande spessore e rivestimento in pietra che contengono gli annessi dello spazio principale, talvolta confondibili con monumenti funerari, caratterizzano anche il panorama architettonico delle Shetland<sup>102</sup>.

Nell'età del ferro in Scozia e negli arcipelaghi vicini si diffonde un tipo di abitazione in pietra a pianta circolare con uno spazio centrale circondato da ambienti radiali suddivisi da tramezzi litici, definito *wheelhouse*<sup>103</sup> per la somiglianza della pianta con una ruota raggiata (figg. 193, 194). Le stanze laterali erano solitamente coperte da volte a mensola impostate sui tramezzi, mentre il vano centrale era sormontato da un tetto conico in legno. Le teste dei muri divisorii erano spesso rinforzate da un pilastro che doveva servire da supporto dei puntoni. Le differenze spaziali venivano enfatizzate sul pavimento con dei bordi lapidei ai limiti degli ambienti.



Fig. 193 - L'interno di una *wheelhouse* a Jarlshof nelle isole Shetland

<sup>102</sup> HAMILTON 1956

<sup>103</sup> HARDING 2000

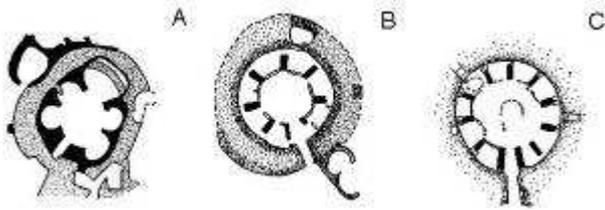


Fig. 194 - Planimetrie di *wheelhouse* dell'età del ferro. A: Jarlshof (Shetland), B: Clettraval (North Uist, nelle Ebridi), C: Kilpheder (South Uist) (HARDING 2000)

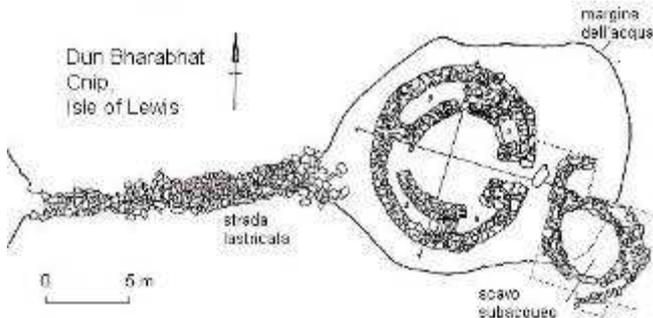


Fig. 195 - Pianta dei resti del *broch* Dun Bharabhat, situato su un isolotto di Cnip, nell'isola di Lewis, e collegato alla terraferma da una via lastricata (HARDING 2000)

Le costruzioni più grandiose realizzate in quest'area geografica, prevalentemente tra il I sec. a.C. e il III sec. d.C, saranno infine i *broch*<sup>104</sup> (figg. 195, 196, 197). Sono torri circolari in pietra, probabilmente residenze fortificate di principi locali che in taluni casi, particolarmente nelle Orcadi, erano circondate da piccoli villaggi. Il diametro varia tra gli 8 e i 18 m, l'elevato si conserva solitamente per pochi metri; l'esempio meglio conservato, a Mousa nelle Shetland, raggiunge ancora oggi 13 m di altezza. L'alzato è costituito in genere da due alti muri circolari concentrici che si assottigliano verso l'alto, costruiti a secco con pietre di varie dimensioni ricavate dalle locali formazioni rocciose stratificate, disposte secondo sommi ricorsi orizzontali, di forma più spesso allungata e di dimensioni non troppo grandi (generalmente non più lunghe di 50 cm), in modo da risultare maneggevoli durante la messa in opera. L'intercapedine che risulta nel mezzo è occupata dalle scale che salgono ai piani superiori; i due muri sono legati da una serie di lunghe e piatte lastre trasversali alcune delle quali sono utilizzate come gradini (fig. 197). Il vasto spazio centrale era

<sup>104</sup> HARDING 1984; PARKER PEARSON *et alii* 1996; ARMIT 2003



Fig. 196 - Il *broch* Dun Carloway, sulla costa occidentale dell'isola di Lewis

diviso in due o tre piani da solai lignei, i quali sono completamente scomparsi ma che dovevano essere sostenuti da delle pietre sporgenti dal paramento del muro interno che in molti casi sono ancora visibili. Pur non essendoci molte prove al riguardo, l'opinione prevalente è che la copertura fosse risolta da un tetto conico con travi di legno.

Le strutture in pietra a pianta circolare, anche quando debbono sopportare il carico della copertura, generalmente non hanno bisogno di una ossatura in travi di legno. Rispetto agli edifici a pianta rettangolare presentano una maggiore solidità, soprattutto se il materiale da costruzione è costituito da elementi spigolosi, relativamente piatti e allungati che consentono un assemblaggio grosso modo per assise orizzontali. I filari anulari costituiscono delle forme chiuse e relativamente rigide in particolare se sono sollecitati da una pressione laterale, dall'esterno verso l'interno, la quale serra gli elementi gli uni contro gli altri aumentandone la coesione. Questo effetto è assicurato quando il muro perimetrale, secondo uno schema tipico proprio dei *broch*, è inclinato verso l'interno e presenta un accentuato profilo a scarpa sul lato esterno. Il comportamento statico di un organismo di questo tipo è del tutto analogo a quello delle volte a mensola ad anelli orizzontali (cfr. pp. 61-64).

Quest'ultimo genere di copertura costituisce pertanto la più logica conclusione di molte *tholoi* in pietra, dove il passaggio dal muro perimetrale alla cupola avviene in modo graduale, quasi impercettibile, risolvendosi in un progressivo aumento delle sporgenze dei filari dalla base del muro al cervello della volta. Le false volte in pietra

non necessitano di blocchi perfettamente squadri, ma richiedono perlomeno elementi dotati di facce relativamente piane e con altezze non troppo divergenti in modo da poter essere assemblati grosso modo per filari orizzontali. Le pietre vengono disposte per lungo come nelle volte a mattoni ma senza legante. I fattori di instabilità che possono derivare dalla non perfetta aderenza tra le

assise a causa della irregolarità delle superfici, vengono contenuti collocando gli elementi in lieve pendenza verso l'interno del muro in modo da impedirne lo slittamento all'esterno e accentuare la pressione sulla parte incastrata che controbilancia il carico sul fuoripiombo. In epoca preistorica questo tipo di copertura è attestata quasi esclusivamente su camere funerarie, e sui relativi corridoi di accesso,



Fig. 197 - Ricostruzione di un *broch* delle isole Ebridi. Seconda metà del I millennio a.C (archaeologyhebrides.com)

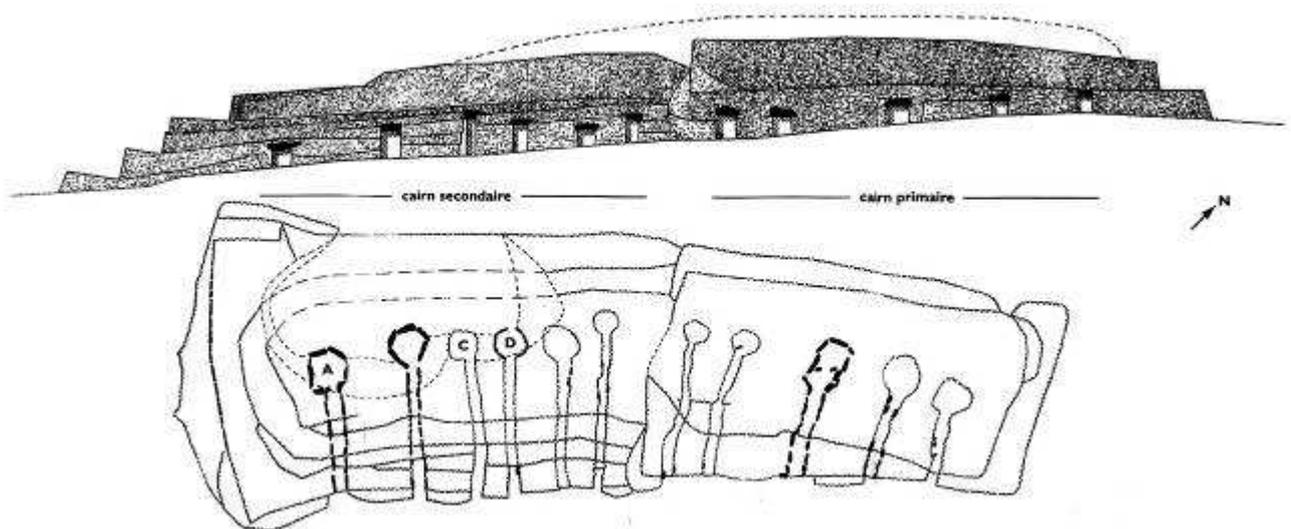


Fig. 198 - Pianta e prospetto del Cairn di Barnenez, in Bretagna, costruito in due fasi. Il tumulo originario a NE con cinque camere si data al radiocarbonio tra il 4850 e il 4250 a.C.; il tumulo aggiunto a SO, con sei ulteriori camere, è datato tra il 4450 e il 4000 a.C. (megalithe.overblog.com)



Fig. 199 - Cairn di Barnenez. Camera del tumulo secondario con volta a mensola

ricavate all'interno di grandi tumuli. Uno dei più significativi esempi in pietre di piccolo taglio è nel tumulo di Barnenez<sup>105</sup> in Bretagna, monumento realizzato in due fasi, rispettivamente nella prima e nella seconda metà del V millennio a.C., comprendente undici camere sepolcrali, a cui danno accesso lunghi e stretti passaggi allineati a pettine su uno dei due lati lunghi (fig. 198); la maggior parte delle camere erano rivestite da lastroni di tipo dolmenico, ma almeno due ambienti erano in forma di *tholos* con cupola interamente costituita da ciottoli spigolosi e di foggia irregolare, sommarientemente allineati, che cominciano a incurvarsi a poca distanza dal suolo (fig. 199).

Abitazioni a pianta circolare coperte a cupola trovano invece scarse attestazioni in epoca preistorica, mentre appare più probabile, nei territori dove abbondano questo tipo di rocce, l'uso di lastre ricavate da formazioni a struttura scistosa per il rivestimento dei tetti lignei inclinati in luogo del più comune mantello stramineo<sup>106</sup>. Piccole strutture a *tholos* con volte a mensola si ritrovano in epoche più

<sup>105</sup> GIOT 1958; LE ROUX – LECERF 2003

<sup>106</sup> Cfr. COULAROU *et alii* 2008 a proposito del villaggio calcolitico individuato a Boussargues nella Francia meridionale, dove sono ipotizzate coperture a cupola per alcuni piccoli edifici a pianta circolare con alzato in pietrame. Questa ricostruzione, già proposta in precedenti interventi, era stata però messa in dubbio per mancanza di prove sufficienti (LASSURE 1983, ARNAL 1994). Sul tema degli edifici in pietra a secco vedi anche LASSURE 1977.



Fig. 200 - *Clochán* del monastero altomedievale di Skellig Michael, isola rocciosa presso la costa SO dell'Irlanda

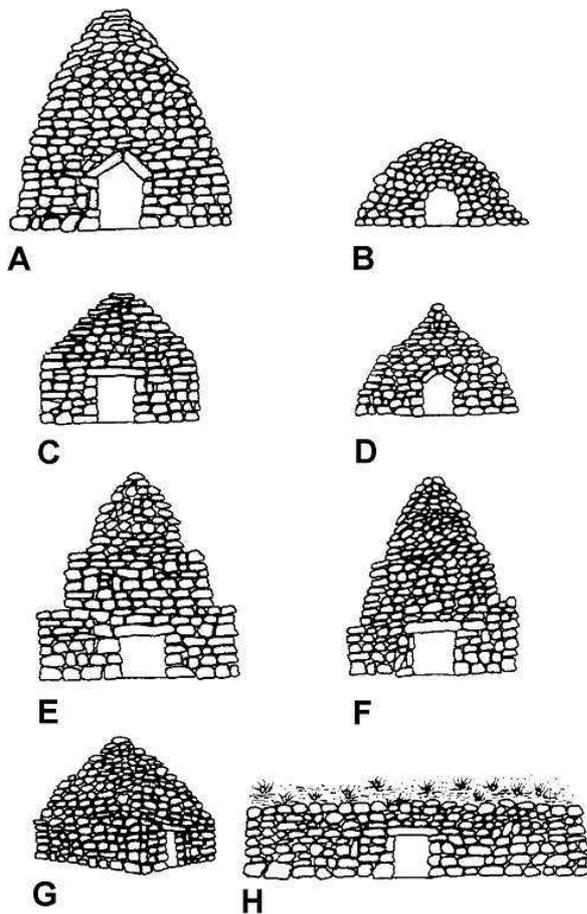


Fig. 201 - Rifugi pastorali abruzzesi di epoca moderna (MICATI 2001)

recenti come è il caso delle *clochán* irlandesi, caratteristiche capanne litiche dal profilo a parabola, presenti anche nel monastero altomedievale di Skellig Michael<sup>107</sup> (fig. 200). Si tratta in ogni modo di tipologie edilizie spontanee, pienamente connaturate all'uso di elementi lapidei piatti e spigolosi, come se ne ritrovano in molte parti del mondo sia allo stato erratico che in formazioni rocciose stratificate facilmente esfoliabili, le quali hanno sicuramente origine antichissime e che si sono tramandate per millenni soprattutto in ambienti rurali. Ancora nel secolo scorso questo tipo di costruzioni hanno trovato larga diffusione come piccoli depositi annessi alle fattorie, ricoveri per animali, rifugi stagionali per i pastori, questi ultimi comunissimi anche sugli Appennini (fig. 201).

### 3) Murature in pietrame minoico-micenee

La media età del bronzo vede un notevole incremento delle murature lapidee in molti regioni del Mediterraneo orientale – in Palestina, in Siria, in Anatolia, a Creta, nella penisola greca – dove il suolo forniva in abbondanza delle pietre di buona qualità. A Creta si fa grande uso del pietrame sia negli impianti palaziali che nelle abitazioni comuni. Questo tipo di strutture sono prevalenti al pian terreno, mentre ai livelli superiori sono impiegati in genere i mattoni crudi. In alcuni casi sono attestate anche pareti in mattoni al piano inferiore, soprattutto muri divisorii interni, impostati su bassi zoccoli lapidei secondo il sistema tradizionale. Gli edifici di Akrotiri<sup>108</sup>, nell'isola di Santorini, che furono sepolti da una eruzione vulcanica avvenuta intorno al 1600 a.C. e che per questo si sono eccezionalmente conservati – in un paio di casi fino al terzo piano – sono invece realizzati in pietrame anche ai livelli superiori (fig. 209).

Su influsso dell'architettura egiziana nei palazzi cretesi si fa uso anche di grandi blocchi rettangolari che però sono collocati solo sulla metà esterna del muro, con una funzione più decorativa che strutturale (fig. 202). Più spesso sono disposti in un solo filare alla base del muro; nelle facciate più importanti, come quelle dei palazzi di Festo e di Cnosso, rivestono l'intera parete. All'esterno

<sup>107</sup> EDWARDS N. 1990, pp. 118-120, fig. 56c; HORN – MARSHALL – ROURKE 1990

<sup>108</sup> MARINATOS 1976

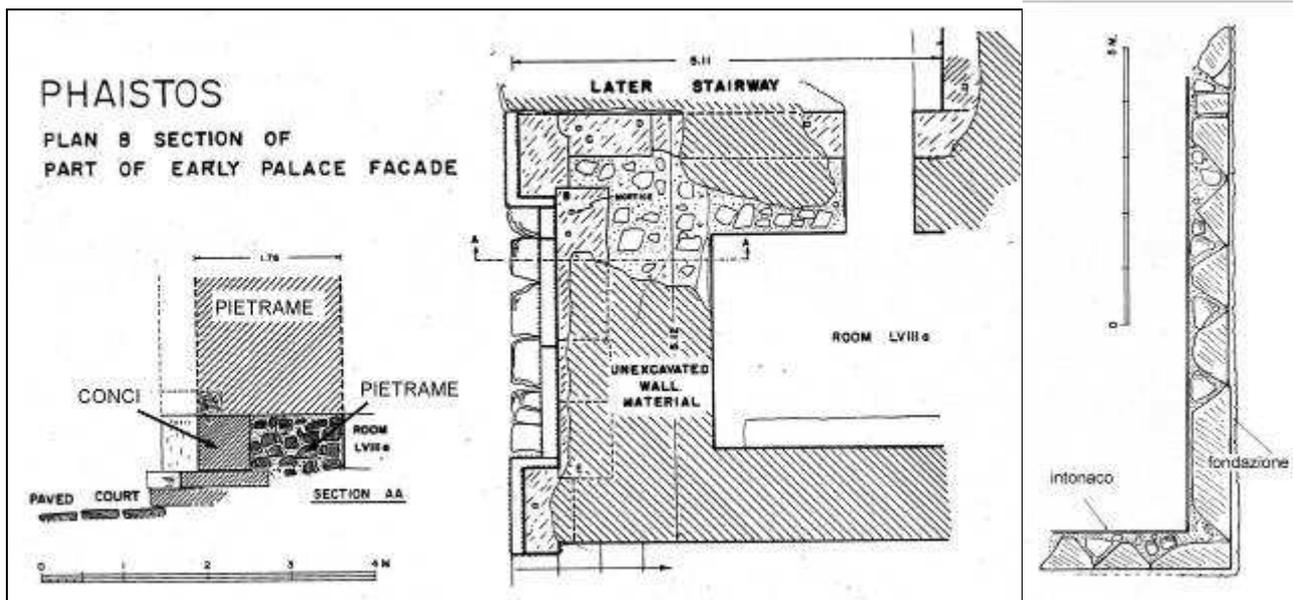


Fig. 202 – A sinistra: Festo. Primo Palazzo. Pianta e sezione di una parte della facciata. A destra: Palazzo di Kato Zakro. Pianta di una parte del muro lungo il lato occidentale della corte centrale (SHAW 1973)

presentavano una faccia rettangolare liscia provvista di spigoli rettilinei per cui risultavano perfettamente accostati gli uni agli altri, dalla parte interna avevano invece una forma irregolare, generalmente scalpellata in obliquo (fig. 202, a destra). La metà interna del muro era realizzata come le altre pareti con pietrame di piccolo taglio il quale riempiva anche gli spazi tra i blocchi.

Le murature più comuni sono costituite da pietre di piccole dimensioni e di forma irregolare, raccolte dal suolo e messe in opera senza alcun tipo di lavorazione, ammassandole l'una sull'altra con abbondante malta di terra. I ricorsi sono molto approssimativi o inesistenti, frammenti più piccoli sono inseriti negli interstizi (figg. 203, 204). Solo in alcuni siti posti vicino a giacimenti di scisti o calcari ben stratificati, in particolar modo a Pseira, sono invece utilizzati elementi piatti e allungati in forma di lastre disposti secondo assise più regolari<sup>109</sup>. Nei muri esterni, sono impiegati qualche volta blocchi più grossi quasi rettangolari, sommariamente regolarizzati a colpi di mazzuolo, disposti in ricorsi tra letti di malta e con numerose zeppe nelle connessioni. Negli edifici micenei le murature in pietrame di piccolo taglio sono generalmente impostate su zoccoli di pietre di forma irregolare più grandi, disposte in due cortine separate, talvolta

collegate da qualche blocco collocato di testa, con riempimento di terra e pietrame nel nucleo<sup>110</sup> (fig. 205). Erano sempre in blocchi di pietra le fondazioni e i muri di terrazzamento dove venivano impiegati elementi mediamente più grandi, di forma irregolare e occasionalmente disposti in ricorsi.

Negli edifici cretesi e micenei si fa un uso estensivo delle travature lignee. Questi elementi di rinforzo risultavano indispensabili in questo tipo di murature la cui fragilità era dovuta all'impiego di pietre di forma molto irregolare che determinavano larghi interstizi riempiti da abbondante malta di terra e al fatto che erano destinate a reggere il peso di almeno un altro piano; la planimetria rettangolare rispetto a quella circolare determina inoltre maggiori squilibri strutturali soprattutto agli angoli dove convergono le tensioni interne all'organismo. Non a caso proprio sulle facce esterne degli ortostati angolari dello zoccolo si ritrovano spesso i solchi verticali di vari pali posti a distanze molto ravvicinate i quali servivano a consolidare la soprastante muratura in pietrame nel punto più delicato della costruzione<sup>111</sup> (fig. 206). Le pareti di abitazioni comuni hanno restituito le impronte di travi a sezione circolare che correvano orizzontalmente lungo le due facce del muro a varie altezze, collegate da elementi trasversali in

<sup>109</sup> SHAW 1973 pp. 82-83, figg. 80-82; MC ENROE – DAVARAS – BETANCOURT 2001, tavv. 3-7, 18-36.

<sup>110</sup> DARCQUE 2005, p. 92, fig. 12

<sup>111</sup> SHAW 1973, pp. 139-141, figg. 172-173.

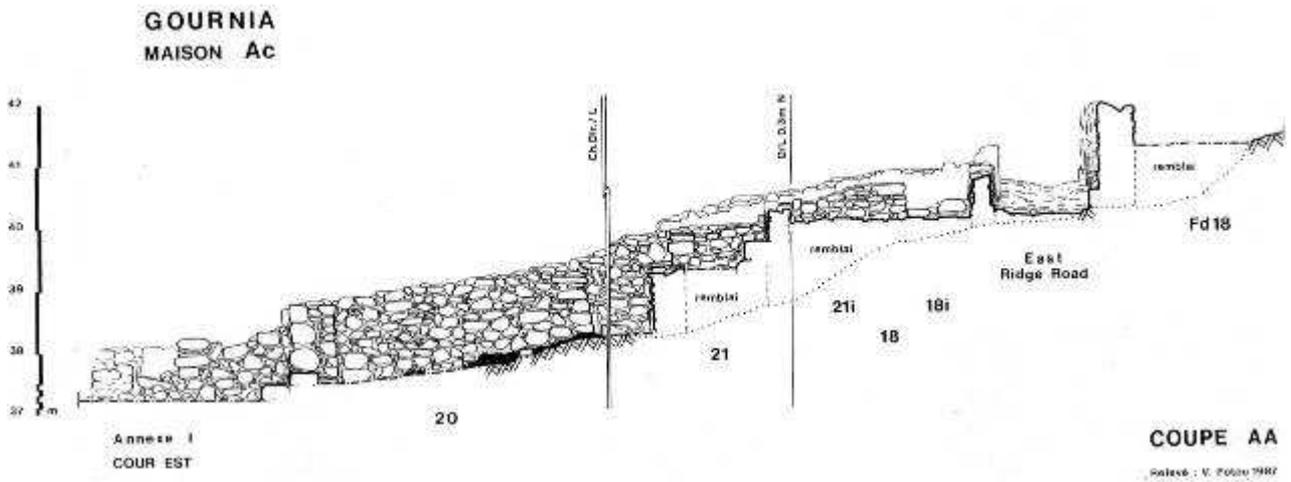


Fig. 203 – Gournia. Casa Ac. Sezione-prospetto dei muri di terrazzamento in relazione con il profilo del pendio naturale (FOTOU 1990)

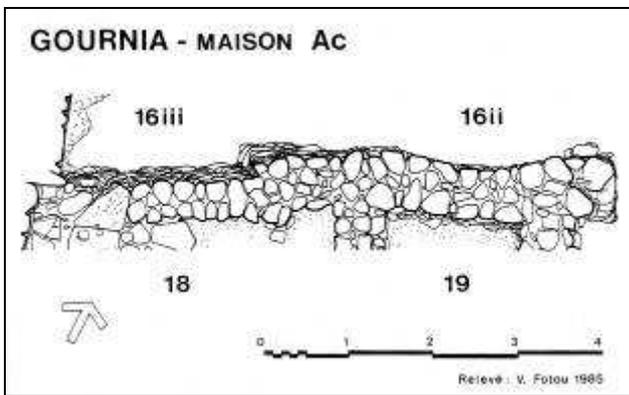


Fig. 204 - Gournia. Casa Ac. Pianta di un muro di sostruzione (FOTOU 1990)

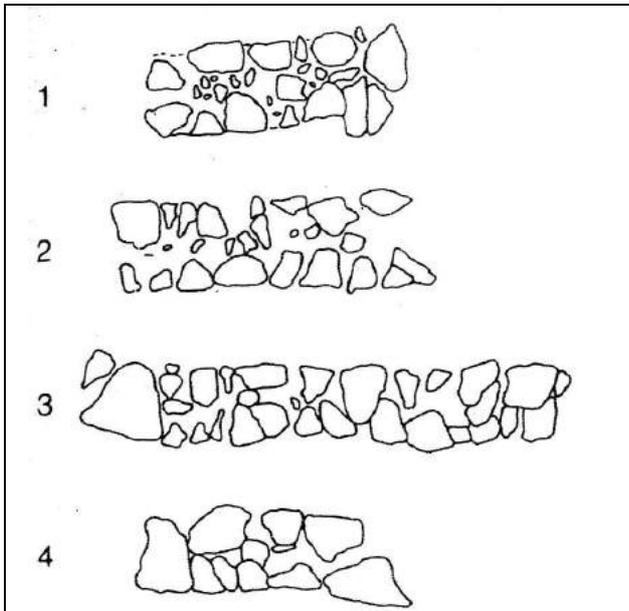


Fig. 205 - Nichoria (Messenia). Tipi di zoccoli murari di età micenea (DARCQUE 2005)

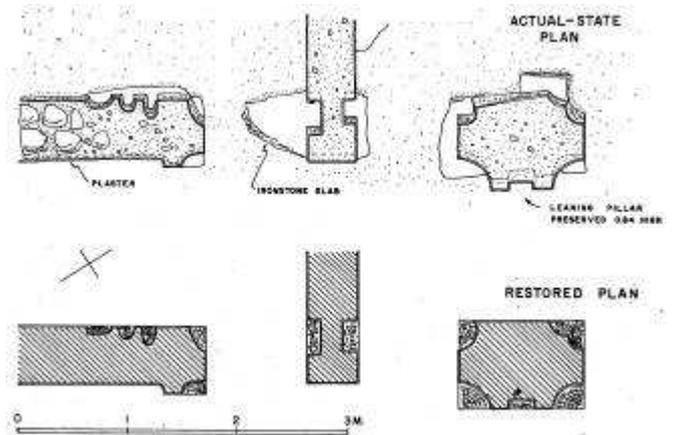


Fig. 206 - Palazzo di Kato Zakro. Pianta dei resti attuali e pianta ricostruttiva di muri e pilastri rinforzati con ritzi di legno (SHAW 1973)

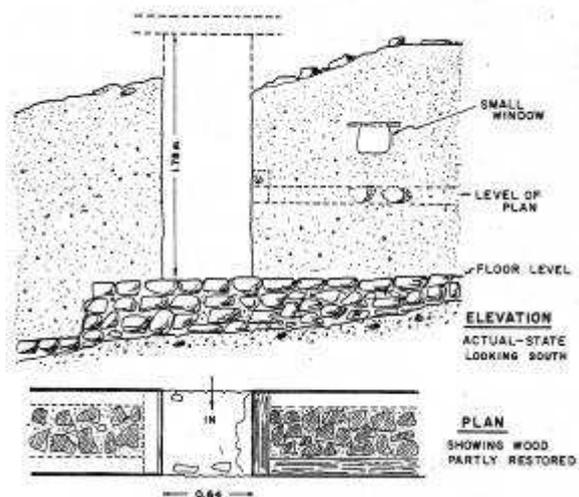


Fig. 207 - Vasiliki (Creta). Pianta e prospetto di una parete con porta d'ingresso e rinforzi lignei (SHAW 1973)

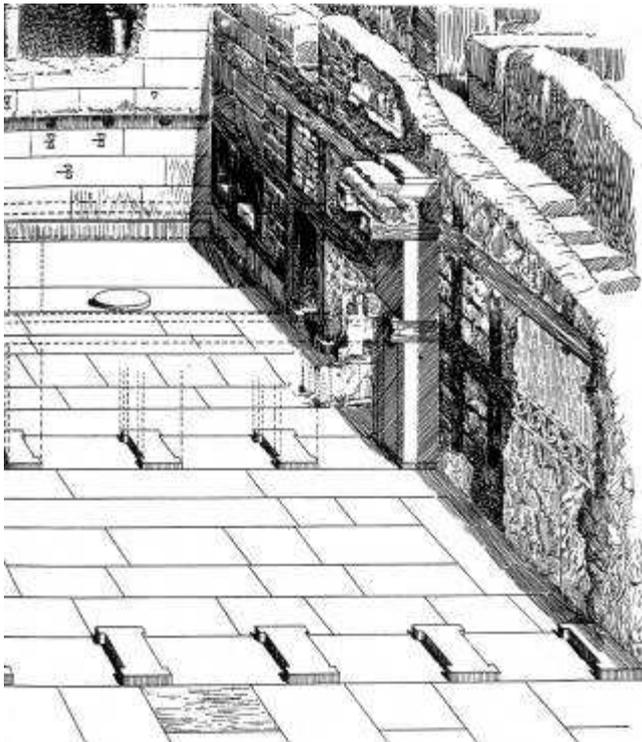


Fig. 208 - Palazzo di Cnosso. Assonometria della sala della Doppia Ascia verso ovest (EVANS 1926)

corrispondenza delle porte, degli angoli e anche in punti intermedi (fig. 207). Persino l'accurata muratura in pietre quasi rettangolari della sala della Doppia Ascia nel palazzo di Cnosso<sup>112</sup> si presenta incastonata entro una robusta griglia di travi orizzontali e verticali a cui si legavano in senso trasversale le travature che correvano sulle file di pilastri divisorii (fig. 208).

Svolgevano un'importante funzione di sostegno anche le incorniciature lignee di porte e finestre. Nelle case di Akrotiri i telai delle finestre sono strutture a forma di parallelepipedo composte da dodici pezzi di legno fondamentali legati tra loro come gli spigoli di un cubo, a cui si aggiungevano eventualmente altri elementi orizzontali in facciata – con funzione di chiusura del vano – e sul lato superiore – con funzione di sostegno della muratura soprastante<sup>113</sup> (fig. 209). Il telaio era circondato da una cornice in blocchi di pietra rettangolari, ma la funzione portante era svolta dalla struttura di legno: l'elemento della cornice lapidea posto sopra il vano non era monolitico, ma era formato da una serie di blocchetti i quali poggiavano sui pezzi superiori

<sup>112</sup> EVANS 1926-31, II p. 565, III p. 319, fig. 225

<sup>113</sup> PALYVOU 1990

dell'armatura lignea che venivano messi in opera per primi e costituivano il vero e proprio architrave.

Travi di legno incassate nella muratura, di cui spesso si vedono i fori, erano poi utilizzate per i solai e per le terrazze di copertura (nelle città micenee anche per i tetti spioventi coperti di tegole, cfr. p. 86).

I muri erano sempre intonacati, sia all'interno che all'esterno, a eccezione degli zoccoli e delle facciate monumentali in blocchi squadrati (fig. 202). Gli intonaci erano in genere composti da uno strato di terra aderente al muro su cui veniva steso uno strato di calce o di terra mista a calce. Le analisi effettuate su campioni cretesi restituiscono percentuali di carbonato di calcio pari mediamente al 45% nell'Antico Minoico, al 70% e oltre a partire dal Medio Minoico I<sup>114</sup>. Un rivestimento solo di terra lo si ritrova sugli edifici più modesti o rurali. Gli intonaci, anche quelli di calce, erano più volte rinnovati (su un muro di Mallia si contano almeno sette strati sovrapposti, spessi da 0,5 a 1 cm) ed erano quasi sempre decorati. Le prestigiose cortine in blocchi parallelepipedi venivano imitate incidendo la trama dei giunti e dipingendo le venature della pietra; in quelle vere, che come si è detto restavano in vista, uno strato di malta di calce spesso circa mezzo centimetro veniva applicato nei

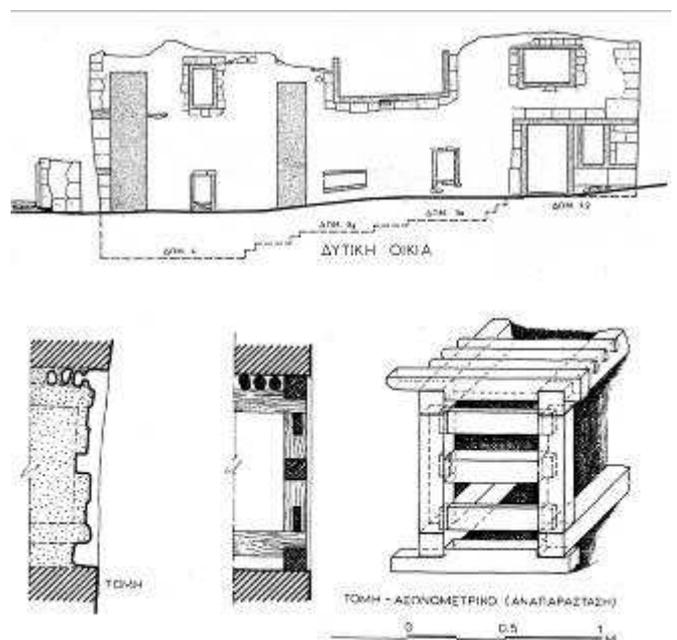


Fig. 209 - Akrotiri (Santorini). Casa ovest. Sopra: prospetto del lato sud. Sotto: ricostruzione del telaio ligneo di una finestra (PALYVOU 1990)

<sup>114</sup> SHAW 1973, pp. 207-211

giunti orizzontali e verticali. Lo scopo era quello di impedire la fuoriuscita della malta di terra posta all'interno del muro, limitare l'ingresso dell'umidità dall'esterno e proteggere il legname del telaio ossaturale.

La pietra trova largo impiego anche nelle pavimentazioni spesso in combinazione con gli intonaci di calce, a fianco dei tradizionali pavimenti in mattoni cotti. Lastre di forma irregolare, ricavate da scisti, arenarie, calcari stratificati e sommariamente lavorate, vengono frequentemente impiegate negli esterni. Lastre rettangolari dalla superficie liscia, si ritrovano nelle pavimentazioni interne, particolarmente nelle sale dei palazzi, nelle crepidini, negli scalini. In alcuni pavimenti gli elementi lapidei, più spesso di gesso, si alternavano a fasce realizzate con l'intonaco. A volte le lastre di pietra mancavano del tutto ed erano imitate dall'intonaco che veniva dipinto<sup>115</sup>. Un pavimento caratteristico del Tardo Minoico è infine il *tarrazza* costituito da piccoli ciottoli di spiaggia, arrotondati e di taglio uniforme, i quali venivano fittamente disposti sopra uno strato di malta. A Cnosso sotto la gettata di calce del *tarrazza*, spessa 11-12 cm, è stato individuato uno strato di preparazione in terra rossa locale profondo oltre 20 cm. Sulla terrazza di copertura del palazzo lo strato di terra rossa poggiava a sua volta su un letto impermeabilizzante di pari spessore composto da minute scaglie di scisto<sup>116</sup>.

#### 4) Murature in pietrame di età arcaica e sviluppi successivi

Gli elevati in pietrame tornano a vedersi con frequenza nell'edilizia greca e italica di età arcaica, a *latere* delle murature in mattoni crudi e associati alle coperture in tegole. Le tecniche costruttive non differiscono sostanzialmente da quelle già adottate in età minoica e si caratterizzano come quelle per la grande varietà dei sistemi di assemblaggio e dei materiali impiegati. Strutture di questo tipo accompagnano l'esordio delle colonie greche d'Occidente. Resti di muri in blocchi approssimativamente squadrati o in pietrame di piccolo taglio costituiscono il panorama edilizio di Megara Hyblaea<sup>117</sup>. Le case di Selinunte della fine del VII e del VI secolo presentano le più svariate tipo-

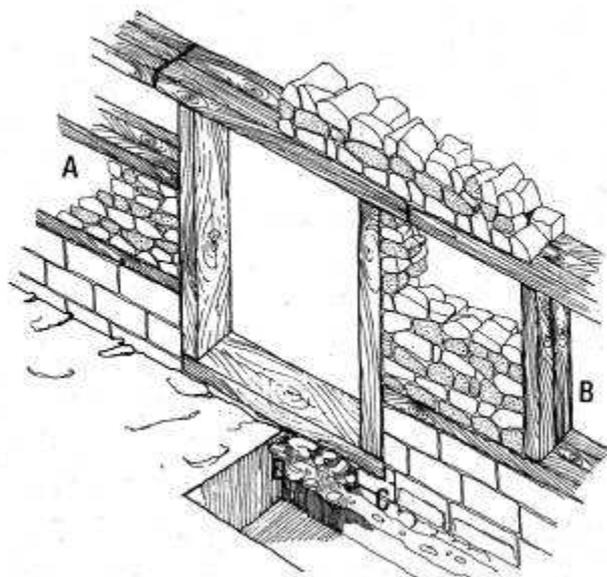


Fig. 210 - Lavinio. Edificio arcaico. Caratteristiche costruttive (GIULIANI - SOMMELLA 1977)

logie di murature che vanno dal *pisé*, al pietrame, a costruzioni più complesse con grossi conci e riempimento di piccole pietre<sup>118</sup>. Muri in pietrame di epoca arcaica sono stati individuati dagli scavi archeologici anche in varie località del Lazio e dell'Etruria<sup>119</sup>. Trattandosi di strutture poco resistenti, quasi sempre vengono trovate *in situ* soltanto le fondazioni e lo zoccolo. Quest'ultimo a partire dall'età arcaica è costituito da grossi blocchi squadrati di forma più o meno regolare. L'identificazione della muratura dell'alzato, che potrebbe essere altrimenti in *pisé* o in mattoni crudi, avviene in base ai materiali individuati negli strati di crollo.

Il telaio ligneo portante nella grande maggioranza dei casi non lascia alcuna traccia anche perché i montanti il più delle volte non erano infissi nei blocchi del basamento ma poggiavano su travi correnti. È questo il caso ad esempio di un edificio scavato a Lavinio, datato tra la fine del VI e l'inizio del V sec. a.C., di cui restava *in situ* solamente il basamento, formato da tre filari di blocchi squadrati di cappellaccio ma mancavano tracce di incassi sulla faccia superiore dell'ultimo filare (fig. 210); gli strati di crollo restituirono un gran numero di tegole e coppi frantumati pertinenti alla copertura e i resti delle strutture d'alzato, costituite da scheggioni di tufo e cappellaccio rozzamente squadrati e messi in

<sup>115</sup> Sugli intonaci pavimentali micenei cfr. NIEMEIER 1991

<sup>116</sup> EVANS 1926-31, II, p. 327, fig. 185

<sup>117</sup> MERTENS 2006 pp. 63-72

<sup>118</sup> MERTENS 2006, pp. 179-183

<sup>119</sup> Cfr. CIFANI 2008, p. 327 con bibliografia.

opera a secco; per cui risultava indispensabile la presenza di catene lignee di rinforzo le quali fungevano anche da piani di appoggio<sup>120</sup>.

Vicino Fidene uno scavo stratigrafico meticolosamente documentato ha consentito di ricavare alcune significative informazioni in merito alle caratteristiche dell'elevato di un piccolo edificio rurale di età arcaica<sup>121</sup> (fig. 211). Di questa struttura restavano in giacitura primaria solamente i blocchi di tufo approssimativamente squadrate delle fondazioni, i quali circondavano una cavità profonda quasi due metri, probabilmente utilizzata come cantina: sul fondo era stato risparmiato nel banco roccioso un largo gradino che doveva servire da base di appoggio a una scaletta di legno. Le facce superiori dei blocchi del filare più alto conservato, le quali si trovano tutte alla stessa quota a differenza di quelle sottostanti che erano sfalsate, dovevano probabilmente costituire il piano di attesa delle travi correnti del telaio ligneo dell'alzato. La cavità era riempita dal crollo di due pareti, comprendente una grande quantità di pietrame di piccolo taglio insieme a blocchi di forma irregolare più grandi e a frammenti di tegole della copertura. L'analisi degli strati di crollo ha consentito di ricollocare i vari elementi nella loro posizione originaria, restituendo una sequenza gerarchica che è frutto delle buone regole della pratica costruttiva – non sempre rispettate negli edifici antichi – per cui la durezza, il peso e le dimensioni dei materiali diminuiscono progressivamente dal basso verso l'alto: a) fondazione composta da blocchi di grandi dimensioni, con facce quasi rettilinee, ricavati da un banco di tufo litoide più duro; b) fascia inferiore del muro alta poco più di un metro costituita da blocchi meno grandi ancora in tufo litoide; c) parte superiore del muro in pietrame di piccolo taglio di tufo locale granulare molto leggero.

Ancora nel V e nel IV secolo a.C., le murature in pietrame si contendono con quelle in mattoni crudi il predominio dell'edilizia minore in numerose regioni del Mediterraneo, in Italia, in Grecia, come ben documentato a Delo e a Taso<sup>122</sup>, ma anche nelle città puniche dell'Africa, della Spagna, della Sardegna e della Sicilia<sup>123</sup>. Da queste strutture così largamente diffuse deriverà nel III-II a.C. l'opera incerta romana che presenta una conformazione

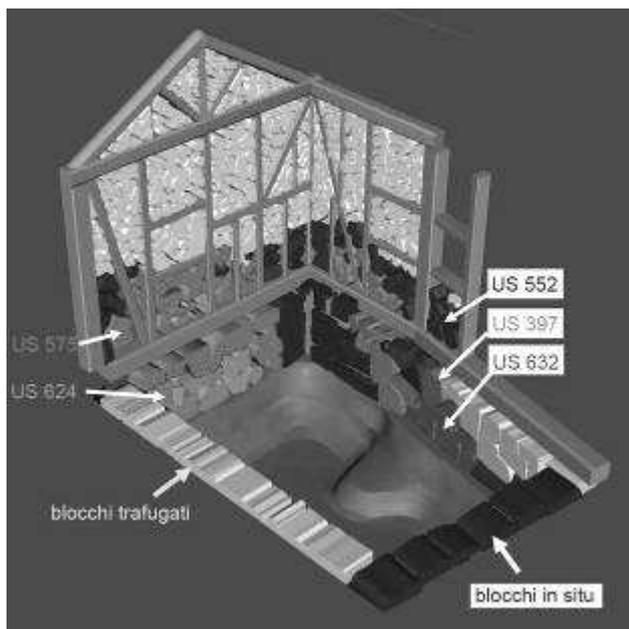


Fig. 211 - Tenuta Radicicoli, presso Fidene (Roma). Struttura 69. Ipotesi ricostruttiva dell'elevato con la ricollocazione dei materiali provenienti dagli strati di crollo che riempivano la cavità (AMOROSO *et alii* 2009, ricostruzione di M. Bianchini)



Fig. 212 - Ercolano. Casa a graticcio. Particolare del piano superiore

<sup>120</sup> GIULIANI – SOMMELLA 1977, pp. 364-365, fig. 6

<sup>121</sup> AMOROSO *et alii* 2009

<sup>122</sup> GRANDJEAN 1988, pp. 369-370, tav. 107, figg. 1-2.

<sup>123</sup> PRADOS MARTINEZ 2003; PRADOS MARTINEZ 2007.



Fig. 213 – Turchia. Casa a graticcio di epoca ottomana

analoga, ma dove gli scapoli sono legati da una malta di calce molto tenace per cui si potrà fare finalmente a meno dello scheletro ligneo portante (cfr. pp. 249-250). Le più deboli murature in cui il pietrame è cementato da una malta terrosa ed è sostenuto da un graticcio di legno sopravvivono comunque in molte aree geografiche<sup>124</sup>, soprattutto in contesti rurali, ma anche nelle parti secondarie delle costruzioni, nei tramezzi interni e ai piani superiori, come si può vedere in alcuni edifici di Pompei e di Ercolano<sup>125</sup> (fig. 212). Le pareti di questo tipo che si sono conservate nei due centri campani mostrano una griglia di elementi di legno orizzontali e verticali regolarmente distanziati. Sul muro di un ambiente al piano superiore della villa di Diomede a Pompei restano le impronte di una intelaiatura lignea che comprendeva anche dei pezzi disposti in diagonale (**puntelli**)<sup>126</sup>. Questi elementi, che svolgevano una essenziale funzione di rinforzo legando ancora più saldamente le altre travi del telaio e puntellando lateralmente i pali verticali, sono ampiamente testimoniati nelle case a graticcio europee e ottomane di epoca medievale e moderna ed è plausibile che fossero comunemente utilizzati anche negli edifici antichi (fig. 213).

<sup>124</sup> Si veda ad es. PALLARÉS 2004-07 sulle murature in pietrame con malta di terra a Ventimiglia che perdurano in età sillana.

<sup>125</sup> PAPACCIO 1993

<sup>126</sup> ADAM 1989, p. 134, fig. 284

### 5) Muri a nervature litiche

Nelle città ittite, tra il XV e il XIII a.C., i telai di legno delle murature in mattoni crudi vengono sostituiti in diversi casi da elementi lapidei, alcuni dei quali di grosso taglio<sup>127</sup>. Questo tipo di soluzione si trasmette presto anche alle costruzioni in pietrame trovando una particolare diffusione nell'architettura fenicia a partire dal XIV sec. a.C (Ras Shamra), ma soprattutto dopo l'VIII sec. a.C.<sup>128</sup> L'ossatura portante degli edifici viene pertanto costituita da una serie di pilastri di pietra, compresi nello spessore della parete, i quali sono formati da blocchi parallelepipedi collocati alternativamente per lungo e di testa in modo da ammorsarsi con la struttura in ciottoli e incatenare le due facce del muro (fig. 214). La disposizione dei blocchi corrisponde per molti versi a quella delle traversine di legno che costituivano il telaio portante di vari edifici ittiti (fig. 87 a p. 60). Questi pilastri in pietra, posti sicuramente in corrispondenza delle travature dei solai e del tetto, ricevevano il carico della parte superiore della costruzione mentre la muratura in pietrame negli intervalli aveva una funzione di tamponatura.

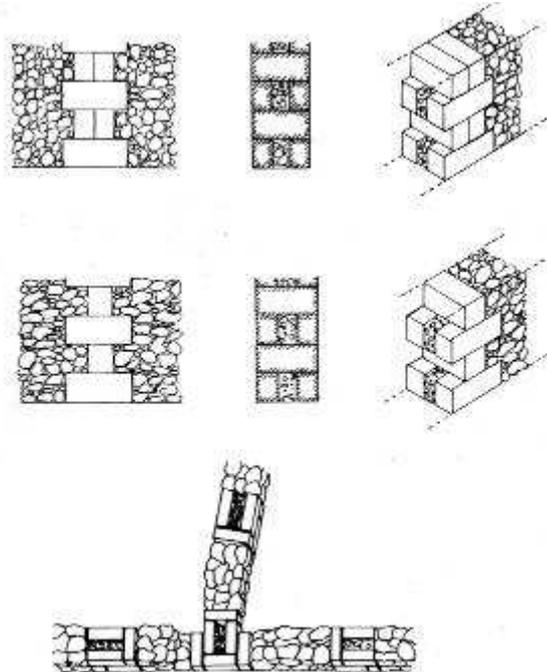


Fig. 214 - Esempi di murature fenicie a nervature litiche (ELAYI 1980)

<sup>127</sup> NAUMANN 1971, pp. 95-97, figg. 88-90.

<sup>128</sup> ELAYI 1980

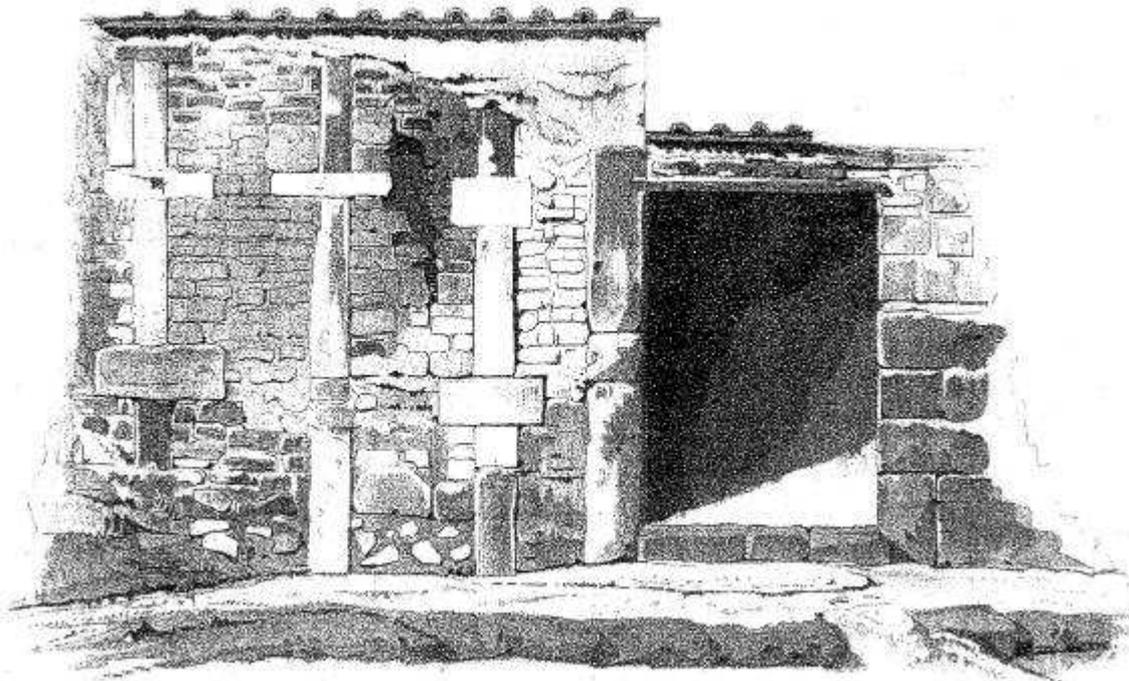


Fig. 215 - Pompei. Parete a nervature litiche della prima età sannitica (FIORELLI 1873)

Dalla Fenicia questo particolare sistema costruttivo emigra nelle città puniche dell'Occidente. Numerosi esempi si trovano soprattutto a partire dal IV secolo a.C. a Mozia, Selinunte, Nora, Kerkouane, nel c.d. quartiere di Annibale a Cartagine e in vari centri della penisola iberica<sup>129</sup>. Ma trova accoglimento anche negli edifici di varie città italiche con murature di pietrame a secco o legato con malta di mediocre qualità, come a Tarquinia nel c.d. edificio Beta del VII sec. a.C.<sup>130</sup>, a Pompei in almeno un centinaio di case di età sannitica<sup>131</sup> (fig. 215), a Ercolano, a Egnazia nel cosiddetto Anfiteatro e in alcuni ambienti presso il settore orientale della via Traiana. Rispetto ai prototipi fenici, in Occidente i pilastri sono generalmente più stretti, costituiti da blocchi disposti alternativamente in orizzontale e verticale, ed è minore la lunghezza degli intervalli.

Proprio per la sua ampia diffusione in ambiente punico, che perdura in età romana, questa tecnica edilizia viene comunemente denominata *opus africanum*. Più propriamente la si definisce

altrimenti **muratura a nervature litiche** oppure **opera a telaio**. Il funzionamento statico era simile a quello degli organismi a telaio ligneo, ma con qualche differenza dovuta alla diversa natura del materiale utilizzato. I blocchi di pietra per la loro ottima resistenza alla compressione e per la scarsa resistenza alla trazione, che non consente di coprire grandi luci, erano disposti solo su file verticali; non davano luogo invece a collegamenti orizzontali i quali dovevano essere risolti più in alto dalle travature lignee dei solai e delle coperture. La disposizione sdraiata di un blocco ogni due serviva ad ammorsare i pilastri con le tamponature, per evitare distacchi tra i due tipi di murature che erano sottoposti a sollecitazioni diverse; era un modo di ridurre i fattori di squilibrio causati dall'assenza delle travature orizzontali.

Nelle strutture in pietrame ordinarie di ogni parte del mondo grossi blocchi lapidei di rinforzo vengono comunque inseriti in vari punti dell'edificio, in particolar modo agli angoli dove si trovano solitamente una serie di conci parallelepipedi sovrapposti, alternativamente più lunghi e più corti per ammorsarsi con gli scapoli vicini, oppure un monolite collocato in verticale (**cantonali**). Questi elementi lapidei erano utilizzati talvolta anche nei muri in terra al posto delle travature

<sup>129</sup> PRADOS MARTINEZ 2003; FERNÁNDEZ DÍAZ 1995; PITTACCIO 2005; MEZZOLANI 2008 b

<sup>130</sup> CIAFALONI 2006

<sup>131</sup> CARRINGTON 1933



Fig. 216 - Persepolis. Sala delle Cento Colonne. Portali e nicchie di pietra del muro perimetrale. La restante struttura in mattoni crudi è andata perduta

lignee. Tutte le case di epoca imperiale di El Jem (*Thysdrus*) in Tunisia ad esempio presentano pareti in mattoni crudi o *pisé*, impostate su uno zoccolo litico, che in molti casi sono rinforzate da pilastri in pietra calcarea disposti in vari punti delle pareti, soprattutto agli angoli<sup>132</sup>. Un'analoga funzione di sostegno e di irrigidimento della muratura viene svolta anche dai blocchi di pietra che formano le cornici delle aperture, soprattutto se monolitici. Nella sala delle Cento Colonne a Persepolis<sup>133</sup> le nicchie e i portali monumentali in grandi blocchi lapidei che si aprivano con ritmo serrato nei muri perimetrali in mattoni crudi costituivano una vera e propria armatura a scatole rettangolari regolarmente distanziate (fig. 216). E' molto probabile che in un organismo di questo tipo si provvedesse a risparmiare gli architravi dal peso della massa muraria soprastante, convogliandolo sulle parti piene del muro per mezzo di archi di scarico collocati poco sopra (cfr. pp. 69-70).

#### 6) Sostruzioni e fondazioni

Nei territori montuosi il pietrame viene largamente utilizzato anche per le opere di terrazzamento. Tecniche evolute per impiantare gli edifici su terrazzi artificiali ricavati nei pendii naturali si sviluppano a partire dall'età del bronzo soprattutto nei centri minoici e micenei<sup>134</sup>.

Il livellamento del terreno avviene con tre sistemi:

- **Con lo scavo:** si ricava un piano orizzontale asportando il terreno; sul lato a monte del terrazzo risulta un taglio verticale che viene rivestito e contenuto da un muro (fig. 217, A).

- **Con il riempimento:** consiste in un apporto di materiale gettato tra due muri di sostegno, quello a valle più alto e robusto, per cui il piano di camminamento definitivo viene a trovarsi più in alto rispetto alla situazione preesistente (fig. 217, B).

- **Con scavo e riempimento:** si scava verso la sommità del pendio e la terra asportata viene gettata verso il basso per riempire alle spalle di un muro di sostegno appositamente costruito (fig. 217, C, D; fig. 218).

L'edificio viene quindi impiantato sul terrazzo artificiale, scavando delle trincee in cui vengono gettate le fondazioni.

La buona regola richiede che le **fondazioni** abbiano uno spessore maggiore dell'alzato e siano costruite con pietre più grandi, più dure e almeno approssimativamente squadrate. La profondità dipende anche dalla natura del terreno. In base alla capacità di sopportare il peso della struttura soprastante (**capacità di carico**) il terreno si distingue in buono o cattivo. Nel primo si comprendono i banchi di rocce compatte, ma anche i suoli ghiaiosi e sabbiosi, mentre terreni cattivi sono quelli argillosi e soprattutto quelli paludosi e mobili. Si è visto che nel Vicino Oriente si usava consolidare i terreni su cui impiantare i nuovi edifici con colmate di sostanze omogenee e resistenti come la sabbia o l'*huwwar* (cfr. p. 58). Sui pendii costituiti da banchi di rocce compatte più o meno affioranti la precauzione più logica era quella di scavare la trincea di fondazione nello strato di terra superficiale fino a raggiungere il duro. Se la roccia si trovava a scarsa profondità o in superficie, la trincea era tagliata dentro il banco, ma capita di frequente in questi casi che il muro sia privo di fondazione. Nell'antichità non sempre le fondazioni venivano eseguite nel modo più razionale. In Egitto si trovano muri in grandi conci squadrate innalzati sopra strutture di minore spessore in blocchetti irregolari (fig. 275, p. 171); a Creta in molti casi le fondazioni scendevano fino a grande profondità per trovare un suolo stabile (oltre sette metri in alcuni settori del palazzo di Cnosso), ma altre volte importanti strutture d'alzato hanno fondazioni inaffidabili, poco profonde e di cattiva fattura. Era inoltre una pratica comune impostare la costruzione sui resti di edifici preesistenti i quali però se insta-

<sup>132</sup> SLIM 1985

<sup>133</sup> SCHMIDT 1953, pp. 129-137

<sup>134</sup> FOTOU 1990

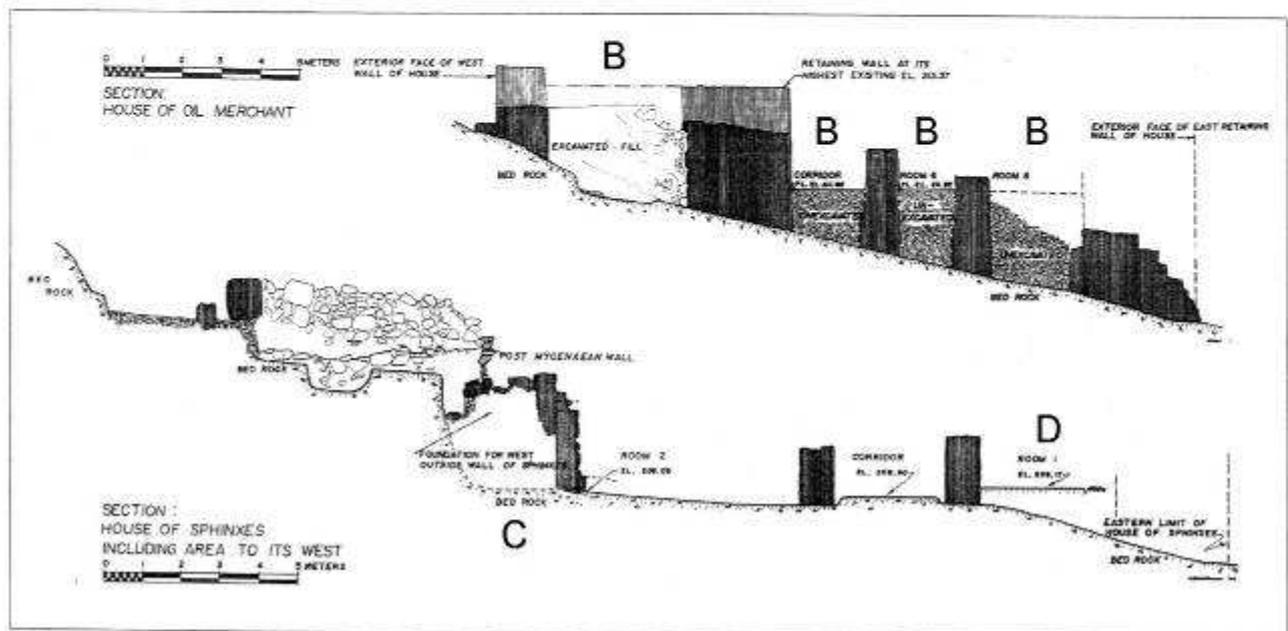
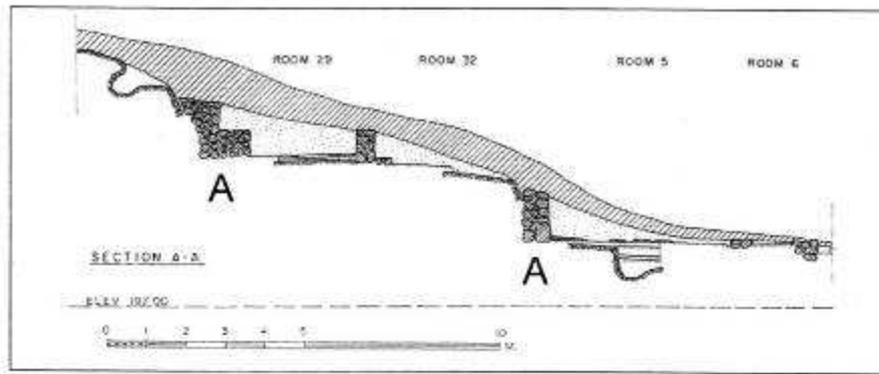


Fig. 217 – Micene. Sopra: sezione delle case I e III. Al centro: sezione della casa del Mercante d’olio. Sotto: sezione della casa delle Sfinxi (DARCQUE 2005)

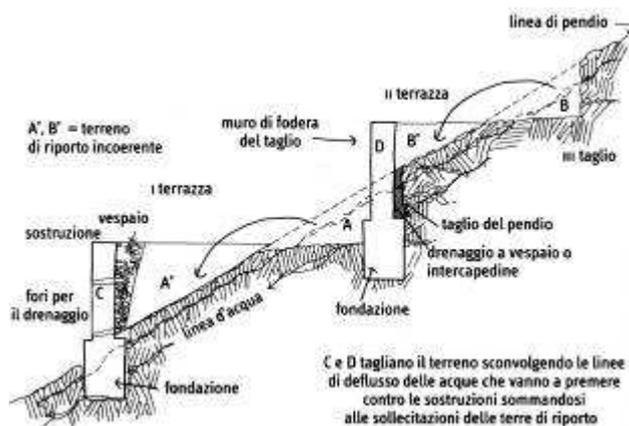


Fig. 218 - Sistemazione a terrazze del terreno declive con sbancamenti e opere murarie di sostruzione (GIULIANI 2006)

bili e disomogenei rischiavano di creare fattori di squilibrio.

I muri di terrazzamento sono definiti **sostruzioni**, termine che viene dal latino *substructio* e sta a significare che essi si trovano sotto la costruzione in quanto servono ad arginare il terreno e a realizzare un piano orizzontale su cui è impostato l’edificio. Sono composti da una fondazione scavata nel suolo e da un alzata che è stato edificato fuori terra (fig. 218). Successivamente l’area posta alle spalle del muro, verso la sommità del pendio, viene colmata e solamente il lato a valle resta in vista. Un muro di sostruzione va confezionato con cura e con buoni materiali; deve inoltre avere uno spessore consistente tenendo conto che deve resistere alla pressione del riempimento retrostante. Molto spesso

si provvede ad allargare la base del muro conferendogli sul lato esterno un profilo a scarpa che asseconda la direzione obliqua della spinta del terreno e limita il rischio di ribaltamento della struttura. La disposizione lievemente in pendenza verso l'interno degli elementi lapidei riduce il rischio di distacchi. Le sostruzioni devono anche consentire il deflusso dell'umidità e delle acque piovane assorbite dal terreno di riporto per evitare ristagni. Il drenaggio è assicurato dagli interstizi dei muri in pietrame a secco altrimenti è necessario praticare appositi fori.

## Capitolo V

### Le costruzioni megalitiche

Il termine **megaliti** sta a indicare delle pietre di enormi dimensioni le quali si ergono isolate all'aperto (*menhir*) oppure formano delle costruzioni con uno schema trilitico dove due elementi verticali sostengono un lastrone messo di piatto (fig. 219). Fra quest'ultime la tipologia più comune è quella dei **dolmen** che sono tombe a cista o a camera coperte da un tumulo. Si hanno altrimenti raggruppamenti di pietre a cielo aperto destinate a una probabile funzione cultuale all'interno di un'area delimitata da opere in terra (denominati *henge* dalla letteratura anglosassone, termine che deriva da Stonehenge che è il monumento più rappresentativo di questo genere). I megaliti si diffusero soprattutto nelle regioni atlantiche del continente europeo tra il 4500 e il 2000 a.C., dal Portogallo alla Scandinavia, dove se ne contano decine di migliaia tra cui circa quattromilacinquecento *dolmen* nella sola Francia, ma anche in altre regioni del mondo tra cui la Puglia, la Sardegna, la Sicilia, Malta, il Vicino Oriente – particolarmente sulla sponda orientale del Giordano – l'Etiopia, il Caucaso, l'India e la Corea; quest'ultima ospita circa trentamila *dolmen*, databili prevalentemente al primo millennio a.C. Impropriamente vengono talvolta definite megalitiche le murature difensive o di terrazzamento in grandi blocchi lapidei sovrapposti, come l'opera poligonale. In realtà la caratteristica comune delle costruzioni megalitiche risiede nel fatto che i

blocchi utilizzati corrispondono all'alzato della parete, perlomeno negli spazi coperti. Gli elementi lapidei hanno in genere due dimensioni molto più sviluppate rispetto alla terza, configurandosi come grosse lastre.

#### 1) I dolmen e i "templi" maltesi

I **dolmen** erano edificati in superficie e poi coperti da un tumulo più o meno grande di terra (*barrow*) o di pietre (*cairn*) (figg. 198, 222, 223). Attualmente molti di essi si ergono isolati all'aperto a causa della completa dissoluzione del tumulo (fig. 219). Nelle tombe più piccole le lastre di pietra sono collocate a formare una scatola rettangolare con un coperchio (tomba **a cista**) in genere sigillata dalla struttura soprastante. Le tombe più grandi sono **a camera** accessibile dall'esterno tramite un corridoio. Spesso sono costituite da più ambienti; ad esempio in fondo al corridoio si possono trovare in successione un'anticamera e una camera sepolcrale, oppure un'anticamera ai cui lati si aprono tre camere funerarie. Le pareti sia dei corridoi che delle camere sono costituite solitamente da megaliti collocati in verticale su cui poggiano in orizzontale i lastroni che formano il soffitto. Nella tomba Cueva de Menga<sup>135</sup> in Andalusia, che è il più grande *dolmen* europeo, datato recentemente con il radiocarbonio al 3700 a.C., le pietre del soffitto della camera sepolcrale, le quali coprivano una luce di sei metri,

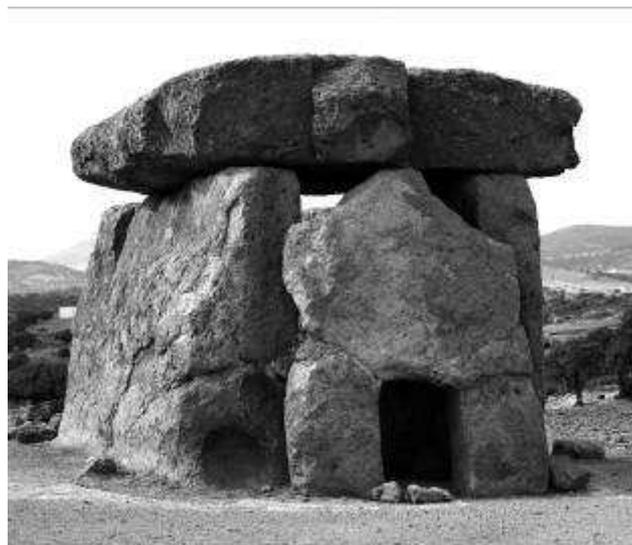


Fig. 219 - Mores (Sassari). Dolmen di Sa Coveccada

<sup>135</sup> FERRER PALMA 1997; RUIZ 2009

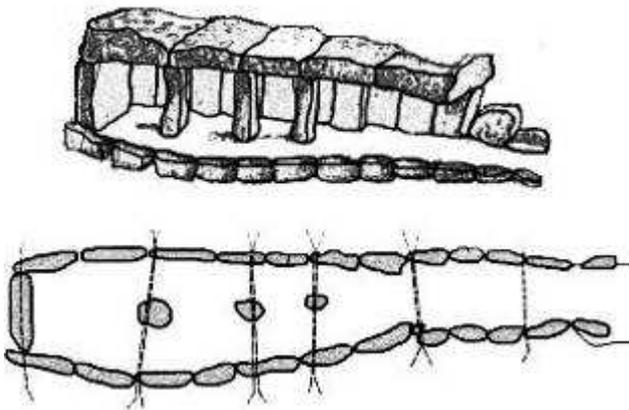


Fig. 220 - Cueva de Menga, presso Antequera (Malaga). 3700 a.C. Pianta e spaccato assonometrico della camera (arteachi.blogspot.com)

erano puntellate al centro da una fila di tre pilastri monolitici posti in corrispondenza delle connesure. Ciascuna lastra poggiava pertanto con i lati corti sulle opposte pareti della camera e al centro dei lati lunghi su una coppia di pilastri (fig. 220).

Il procedimento di costruzione era il seguente: si tracciava per prima cosa il perimetro degli ambienti sepolcrali; molte volte il pavimento della camera funeraria veniva infossato e raccordato all'area esterna tramite un corridoio in pendenza. Se viceversa il pavimento restava in quota si scavavano perlomeno lungo il perimetro dei canali destinati ad accogliere i lastroni delle pareti. I megaliti venivano quindi avvicinati trascinandoli su rulli o slitte; erano poi eretti in verticale per mezzo di funi e leve e

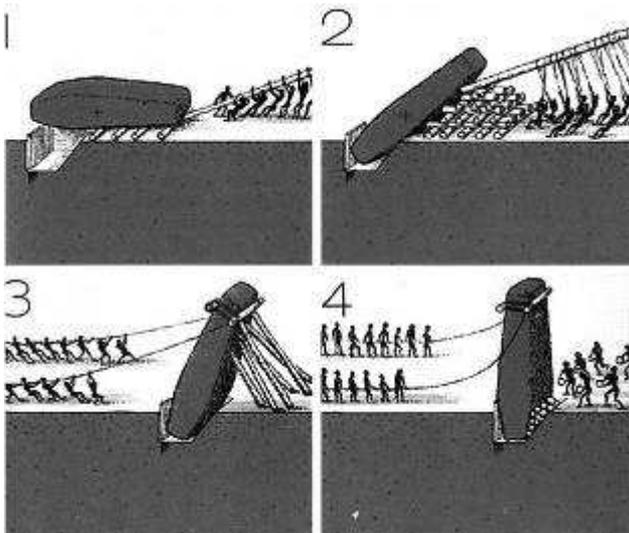


Fig. 221 - Sistema di innalzamento dei megaliti (ATKINSON 1978)

venivano fatti scivolare dentro le trincee laterali, le quali erano state predisposte con pareti inclinate rivestite da scivoli lignei (fig. 221). Si realizzava poi il tumulo di terra o di pietrame tutto intorno fino al margine superiore delle lastre; si riempivano di terra anche gli spazi interni per facilitare la messa in opera dei soffitti. I lastroni della copertura trascinati con delle funi, venivano issati sulla superficie inclinata del tumulo e fatti scivolare sopra le lastre delle pareti profittando del sottostante riempimento. Il tumulo veniva poi completato in sommità ammucciando altro materiale per coprire il soffitto della camera, mentre gli ambienti interni venivano svuotati.

Quando i tumuli sono in pietrame, totalmente o in parte, spesso si hanno camere a muratura mista dove i megaliti sono associati a pietre di piccolo taglio (fig. 222). Per cui si trovano ad esempio pareti realizzate con un'alternanza di megaliti e di muri in pietrame a secco, oppure muri costituiti esclusivamente da elementi lapidei di piccolo taglio su cui poggiano i lastroni del soffitto; al contrario si hanno anche pareti in blocchi monolitici coperte da volte a mensola. Le lastre orizzontali sono utilizzate più spesso sopra gli stretti corridoi di accesso. Talvolta la luce da coprire, come è frequente nelle anticamere e nelle camere allungate dei dolmen della Linguadoca, viene ridotta con la disposizione a mensola dei filari in blocchetti degli opposti lati lunghi i quali si avvicinano progressivamente fino a una certa altezza per ricevere un soffitto in lastroni (fig. 222). Nei tumuli in terra il pietrame può essere utilizzato per imbrigliare e irrigidire la costruzione e per formare un muro perimetrale verticale, più o meno alto, che altrimenti viene composto da una fila di megaliti oppure da entrambi i materiali. Il muro perimetrale - largamente restaurato - del tumulo circolare di Newgrange<sup>136</sup> in Irlanda (circa 3200 a.C.), uno dei maggiori in Europa (fig. 223), era formato da un alto paramento di pietre a secco di forma irregolare ben combacianti impostato su uno zoccolo di enormi massi con il lato lungo parallelo al suolo. La camera sepolcrale, rivestita sulle pareti da lastre megalitiche, era coperta da una cupola a mensola in blocchi di grandi dimensioni approssimativamente parallelepipedi, disposti a formare degli anelli poligonali, che anticipa di quasi duemila anni le più accurate *tholoi* micenee. I

<sup>136</sup> O' KELLY 1964; FAGAN 1994

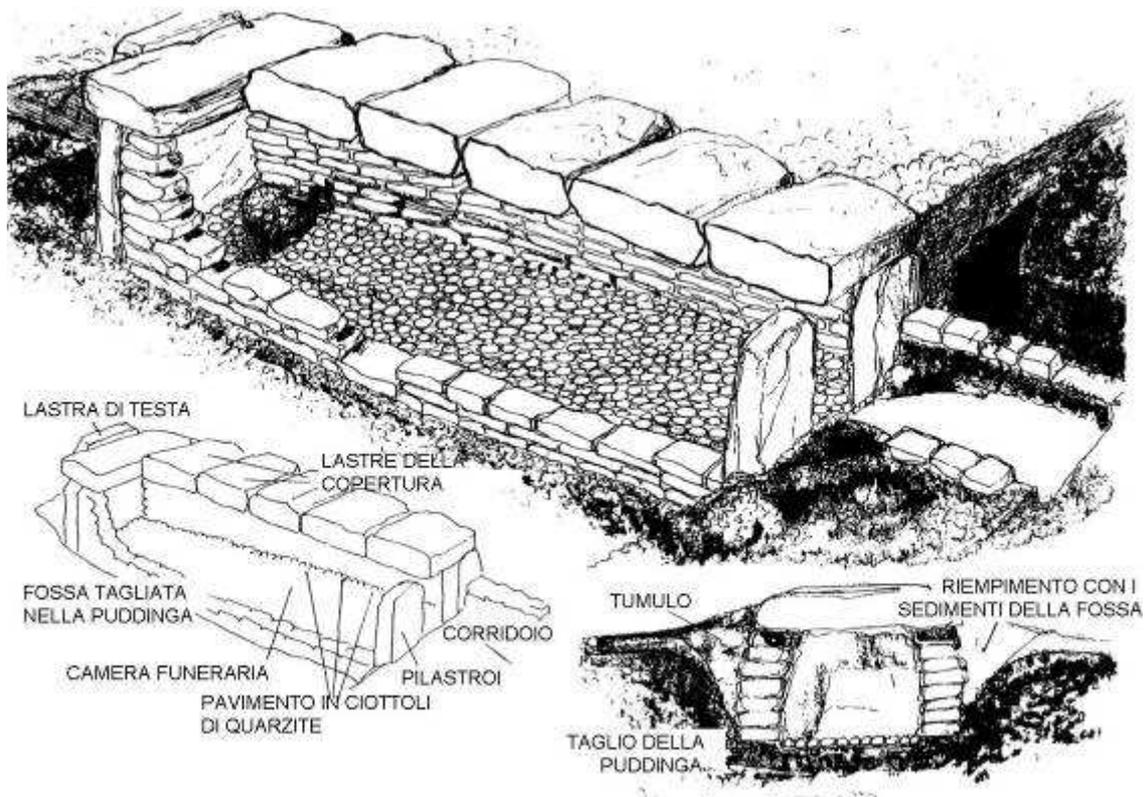


Fig. 222 - Dolmen di Coutignargues (Provenza). Assonometria e sezione della camera funeraria (USHTE 1999, trad. dell' autore)

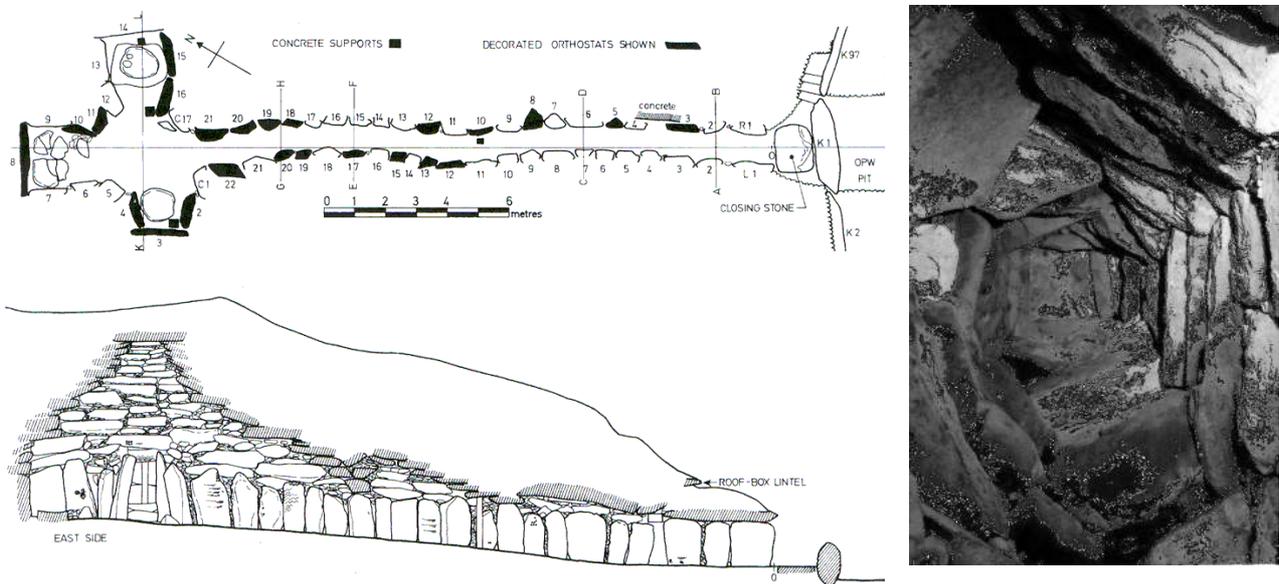


Fig. 223 - Tumulo di Newgrange, Irlanda (3200 a.C.). A sinistra: Pianta e sezione longitudinale (www.ancient-wisdom.co.uk). A destra: particolare della cupola a mensola della camera

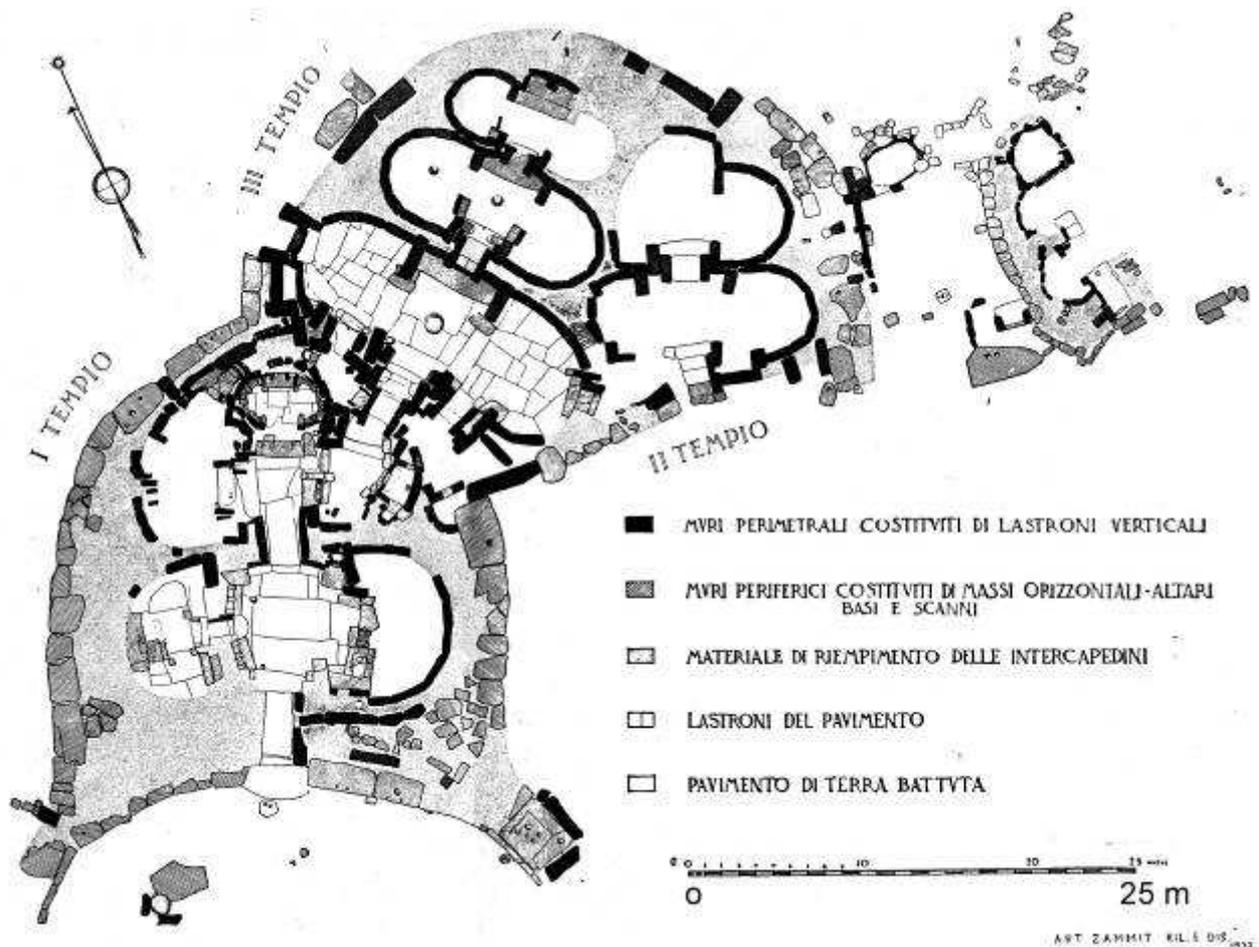


Fig. 224 - Pianta generale dello scavo dei templi di Tarxien, a Malta (CESCHI 1939)

blocchi della copertura, date le loro dimensioni, anche in questo caso dovevano essere stati posizionati trascinandoli per mezzo di corde sulla massa di terra del tumulo in costruzione.

Monumenti assimilabili ai *dolmen*, sia per la tecnica costruttiva che per l'organizzazione spaziale, sono i "templi" neolitici maltesi<sup>137</sup>, databili in maggior parte tra il 3500 e il 2500 a.C. Sono caratterizzati da una o più camere tripartite a pianta curvilinea poste in successione (quelle intermedie hanno due absidi laterali, quelle terminali sono a tre absidi), circondate da un riempimento di terra di grande spessore che è delimitato all'esterno da un alto muro anch'esso ad andamento curvilineo (fig. 224). In tutti i casi è andata perduta la parte superiore della costruzione. Solo su alcune absidi laterali si sono conservate le assise inferiori delle volte a mensola; per cui non si hanno elementi per stabilire se le camere fossero completamente

coperte e sormontate da un tumulo come nei *dolmen* oppure se, come è stato ipotizzato, almeno lo spazio centrale degli ambienti tripartiti restasse a cielo aperto (ipètro). Lo spessore del riempimento è minore rispetto a quello che circonda in genere le camere sepolcrali dei *dolmen*; in ogni modo l'insieme della muratura della parte inferiore dell'edificio aveva consistenza più che sufficiente per sopportare il carico di una copertura impostata sui settori centrali delle camere.

La parte inferiore delle pareti sia all'interno che all'esterno era costituita da lastroni megalitici, alti sovente oltre 4 m, quasi sempre collocati in verticale su massi di fondazione oppure direttamente sul terreno entro un solco; all'esterno erano sormontati da varie assise di grandi blocchi parallelepipedi (fig. 225). Gli elementi lapidei appaiono spesso rifiniti con molta cura mostrando superfici lisce e spigoli ben combacianti. I blocchi parallelepipedi del tempio di Hagar Qim, lunghi 1,60/2,30 m e alti 0,45 m, presentano una fronte esterna finemente lavorata

<sup>137</sup> CESCHI 1939; EVANS J.D. 1979; TRUMP 2002

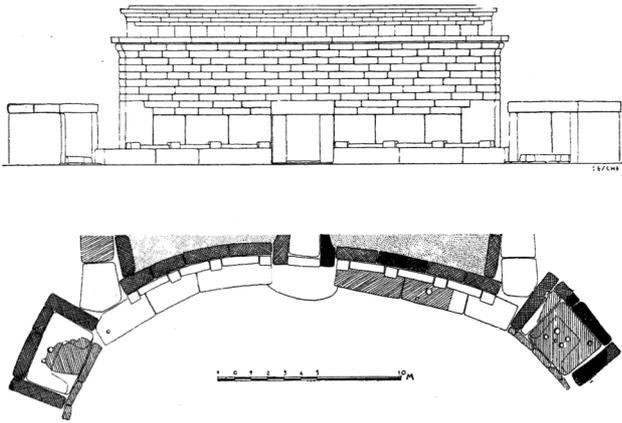


Fig. 225 - Tarxien. Pianta e prospetto ricostruttivo della facciata del I tempio (CESCHI 1939)



Fig. 226 - Portale del tempio di Hagar Qim, a Malta

e leggermente bombata che dava luogo a una specie di bugnato (fig. 226). Le spinte laterali del riempimento di terra verso l'interno contribuivano alla stabilità dei lastroni delle absidi perché spingendole in direzione radiale verso il centro le costringevano a una maggiore coesione; all'esterno i muri perimetrali erano rinforzati da megaliti disposti secondo il raggio, più alti degli altri, con evidente funzione di contrafforti. Uno di questi, che si è conservato spezzato nel tempio di Hagar Qim, raggiunge 5,50 m di altezza (un altro monolite nello stesso edificio misura circa 8 m). Lastroni più alti erano collocati anche in corrispondenza degli angoli. I portali erano sempre di tipo trilitico (fig. 226); spesso presentano un doppio spessore con i piedritti e l'architrave inglobati dentro un trilito più grande. Una precauzione di questo tipo fa pensare che gli architravi fossero destinati a ricevere il peso di un'alta parete, se non quello di una volta. Alcune

absidi dei templi di Mnajdra e Hagar Qim hanno conservato fino a quattro assise di blocchi pertinenti alla semicupola a mensola, impostati sui lastroni delle pareti che sono lievemente inclinati verso il centro in modo da diminuire il raggio di curvatura della volta all'imposta (figg. 227, 228). Le facce in vista dei blocchi sono tagliate in obliquo cosicché la superficie dell'intradosso risultava curvilinea.



Fig. 227 - Abside laterale del tempio di Hagar Qim

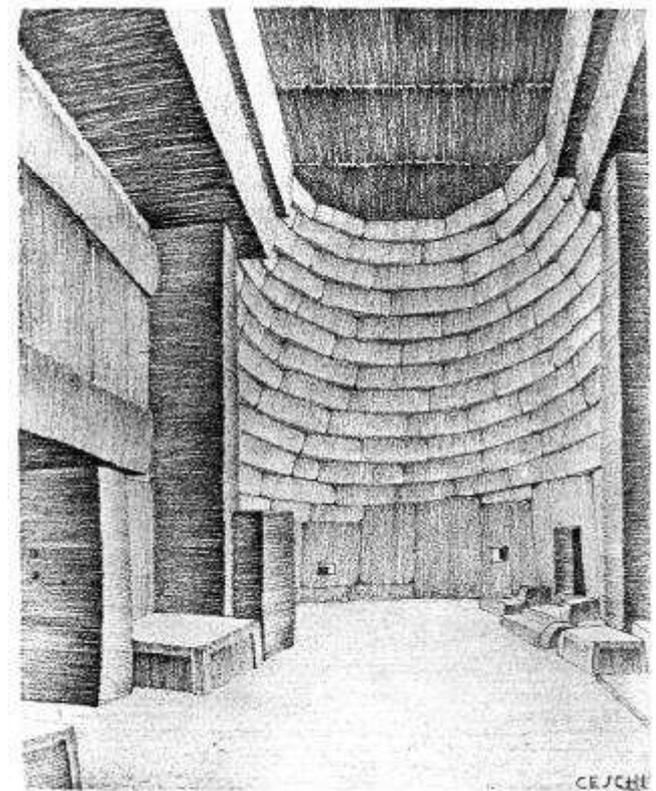


Fig. 228 - Ricostruzione dell'interno del tempio di Mnajdra a Malta (CESCHI 1939)

## 2) I menhir e gli henge

Per quanto riguarda i megaliti all'aperto la classe più rappresentativa è costituita dai *menhir* che erano delle grandi stele isolate, le quali potevano raggiungere anche più di venti metri di altezza, come il *Grand Menhir* di Locmariaquer in Bretagna. Erano erette singolarmente o in gruppi; nel secondo caso erano disposte in circolo oppure erano allineate su una o più file, in corrispondenza delle sepolture, dei luoghi di culto o lungo le strade di accesso alle aree sacre e funerarie (fig. 229). Ci sono poi i megaliti che fanno parte integrante di un area monumentale dotata di viali d'accesso bordati da altre grandi pietre e circondata da un fossato con banchine, come ad Avebury e a Stonehenge in Inghilterra (*henge*). In entrambi i monumenti i megaliti componevano una serie di circoli. Ad Avebury<sup>138</sup> due anelli separati, eretti intorno al 2800 a.C., erano compresi in un grande circolo con diametro di oltre trecentocinquanta metri, uno dei maggiori in Europa, aggiunto qualche secolo più tardi.

I numerosi circoli concentrici di Stonehenge sono stati costruiti in fasi diverse<sup>139</sup> (fig.230). Alla fine del quarto millennio vengono realizzati il fossato con le banchine e un anello interno di pali di legno di cui sono state identificate le buche (*Aubrey holes*). Seguono vari allineamenti di pali non sempre facilmente interpretabili. Intorno al 2600 a.C. avviene la sostituzione delle strutture lignee con dei primi circoli di pietra, fra cui quello delle *bluestones* monoliti di rocce diverse alti circa due metri tuttora *in situ* – ma forse rimosse e poi ricollocate in una posizione diversa. L'*Altar stone* viene collocata al centro dell'area sull'asse della principale strada d'accesso, la *Stonehenge Avenue*, proveniente da NE. Tra il 2600 e il 2400 a.C. avviene l'erezione del circolo, attualmente incompleto, delle *sarsen stones*, enormi pietre di arenaria locale alte 4,1 m, larghe 2,1 m spesse 1,1 m sormontate da architravi che coprivano una luce di circa un metro (fig. 231). All'interno di questo anello vengono alzati cinque grandi triliti, disponendoli a ferro di cavallo aperto a NE, composti dallo stesso tipo di roccia e con altezze variabili tra i 6 m e i 7,30 m. Le tecnica costruttiva di questo monumento si dimostra particolarmente



Fig. 229 - *Menhir* del complesso megalitico di Pranu Mutteddu a Goni (Cagliari)

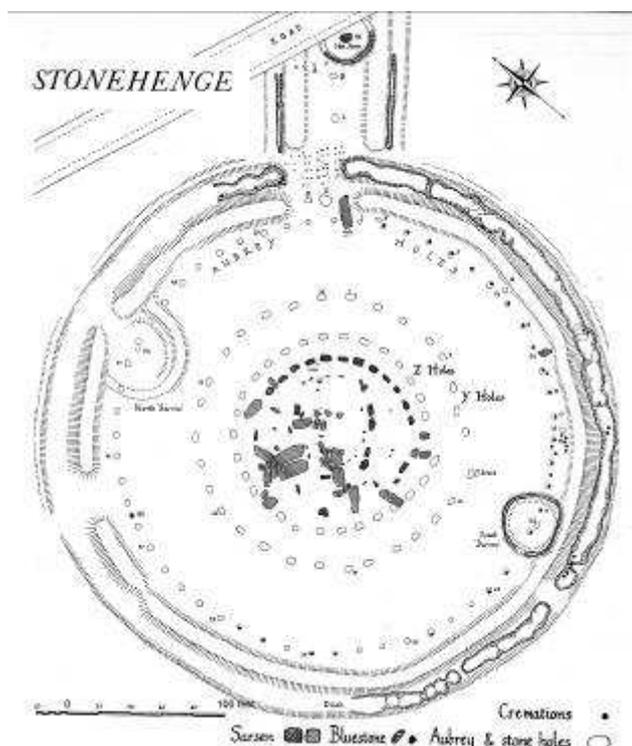


Fig. 230 - Pianta del sito neolitico di Stonehenge, nel Wiltshire (NEWALL 1956)



Fig. 231 - Stonehenge. Veduta dall'alto

<sup>138</sup> WHITTLE 1993

<sup>139</sup> ATKINSON 1956; CLEAL *et alii* 1995



Fig. 232 - Stonehenge. Particolare del circolo delle *sarsen stones* (ca. 2500 a.C.)

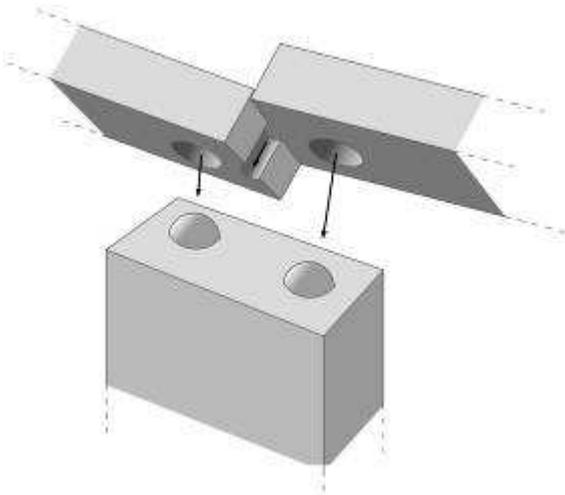


Fig. 233 - Stonehenge. Circolo delle *sarsen stones*. Collegamenti a mortasa e tenone fra piedritti e architravi, a dente e canale fra le teste degli architravi (elab. dell'autore)

evoluta. I megaliti erano di dimensioni uniformi e ben levigati soprattutto sulle facce interne (fig. 232). Gli architravi del circuito esterno erano sagomati con una curvatura che assecondava quella dell'anello di pietre sottostanti. I monoliti dei due circuiti di *sarsen stones* erano inoltre collegati da sistemi a incastro che derivavano dalle opere di carpenteria (fig. 233). L'innesto fra piedritti e architravi era a **tenone e mortasa**, risolto cioè da un elemento sporgente emisferico (tenone) scolpito sulla testa del ritto che si accoppiava con la cavità equivalente (mortasa) ricavata nella faccia inferiore dell'architrave. I ritto del circolo esterno avevano una coppia di tenoni al loro apice in quanto ciascuno di essi riceveva due architravi. Nel caso

dei triliti del ferro di cavallo interno era invece necessario un solo tenone posto al centro della faccia superiore. Le teste degli architravi dell'anello esterno erano inoltre collegate tra loro per mezzo di un incastro verticale a **dente e canale**.

Sulla provenienza delle pietre utilizzate a Stonehenge molto si è discusso tra gli studiosi. Le ipotesi percorribili sono le stesse che per le altre costruzioni megalitiche: si tratta più probabilmente di massi allo stato erratico oppure estratti da giacimenti di rocce stratificate e molto fratturate quindi facilmente scalzabili<sup>140</sup>. In entrambi i casi venivano poi regolarizzati e levigati con gli stessi strumenti adottati per la manifattura di oggetti in pietra. A Stonehenge, come in una parte dei "templi" di Malta questo lavoro era stato eseguito con molta più cura che altrove, testimoniando l'elevato livello economico e tecnologico della comunità che si fece carico di questa impresa.

## Capitolo VI

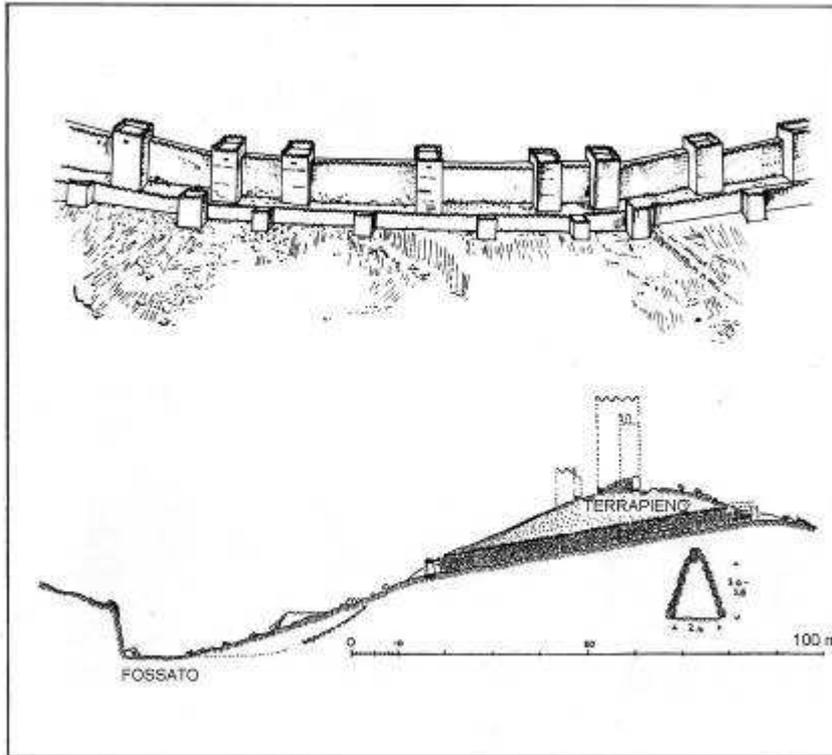
### Murature in grandi blocchi di forma irregolare

#### 1) Fortificazioni dell'età del bronzo in Anatolia e in Grecia.

Nella seconda metà del secondo millennio a.C. numerose città dell'Anatolia e della penisola greca si dotano di imponenti cinte murarie difensive costituite in tutto o in parte da grandi blocchi di pietra. Le fortificazioni di Hattusa, la potente capitale dell'impero ittita (attuale Boğazköy), erette nel XIV sec. a.C., sono un'opera di altissima ingegneria militare costituita, come nelle città mesopotamiche, da un'alta e spessa cinta turrita, protetta sul davanti da un antemurale parallelo più basso (*proteichisma*) anch'esso rinforzato da torri<sup>141</sup> (figg. 234, 235, 237). La parte superiore della cinta principale comprendeva una serie di casematte, soluzione che è caratteristica delle fortificazioni delle città ittite. Le due mura, lunghe sei chilometri

<sup>140</sup> Nell'ultimo intervento sull'argomento si ipotizza che i grandi blocchi utilizzati a Stonehenge fossero stati trasportati *in loco* dalle glaciazioni (cfr. BRIAN 2008).

<sup>141</sup> PUCHSTEIN 1912; NAUMANN 1971 pp. 124-31, 253-55



▲ Fig. 235 - Hattusa. Porta dei Leoni. Particolare dello stipite destro.

◀ Fig. 234 - Cinta difensiva di Hattusa (Boğazköy). Ricostruzione assometrica e sezione dello spigolo meridionale (Yerkapi) con il profilo del cunicolo coperto da volta a mensola (PUCHSTEIN 1912, NAUMANN 1971)



Fig. 236 - Hattusa. Rivestimento in blocchi di pietra dello spigolo meridionale del terrapieno (Yerkapi), all'esterno della cinta difensiva

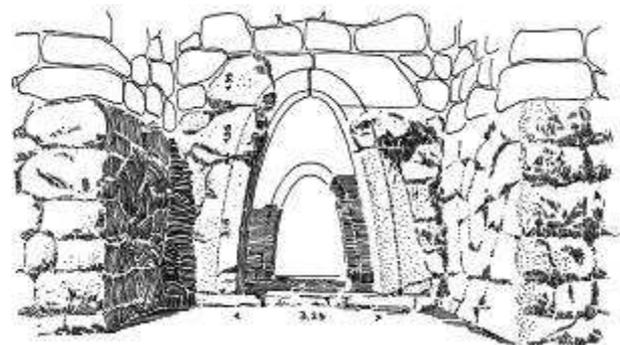


Fig. 237 - Hattusa. Porta della Regina. Disegno prospettico dei resti attuali con l'integrazione delle parti mancanti (PUCHSTEIN 1912)

erano costruite alla sommità di terrapieni artificiali fortemente inclinati e perforati in più punti da lunghi cunicoli in pendenza, a sezione triangolare, che mettevano in comunicazione la città con l'esterno, consentendo i rifornimenti in caso di assedio. Entrambe erano composte da un basamento in pietra, alto mediamente forse non meno di tre metri, a doppio paramento di grossi blocchi di forma irregolare e di diverse dimensioni con riempimento in pietrame, su cui era impostata la parte superiore in mattoni crudi molto probabilmente rinforzata da

travi di legno. I blocchi lapidei erano utilizzati anche per rivestire e contenere i grandi argini esterni – quello sullo spigolo meridionale (“Yerkapi”) era alto più di 30 m (fig. 236) – e formavano le volte a mensola dei cunicoli, impostate direttamente sul suolo (fig. 234).

Le strutture difensive micenee appaiono primitive al confronto, essendo sprovviste sia dell’antemurale che delle torri, salvo alcuni bastioni isolati collocati nei punti strategici e porte scree<sup>142</sup>. In compenso lo sviluppo verticale della muratura lapidea nelle fortificazioni delle cittadelle di Tirinto e Micene, che sono quelle meglio conservate, appare molto più consistente raggiungendo circa 7,50/8 m in alcuni punti più integri. La gran parte di queste costruzioni sembra pertanto essere realizzata in pietra anche se una sovrastruttura in materiali leggeri non è completamente da escludere. Inoltre mentre ad Hattusa il basamento litico è una massa muraria piena e le casematte sono realizzate superiormente in mezzo alla muratura in mattoni, a Tirinto<sup>143</sup> nicchie, corridoi ed ambienti, i quali in questo caso non avevano funzioni difensive ma erano semplici annessi del palazzo, probabilmente magazzini, sono ritagliati all’interno della costruzione in pietra che presenta quindi un’architettura assai più articolata (figg. 238, 239). Le fortificazioni tendono a seguire i contorni naturali delle alture, disponendosi ove è possibile su ripide balze che costituiscono un ulteriore ostacolo all’avanzata dei nemici e sono fondate di solito su intagli poco profondi ricavati nella roccia. Lo spessore delle mura, costituite da una doppia cortina e da un nucleo in pietrame e terra, è sempre molto consistente (mediamente 5 m a Micene; 6,75 m a Gla; 7,50 m a Tirinto dove raggiunge in alcuni punti anche 17 metri). La fronte esterna è in genere più alta considerando che l’area racchiusa nelle mura si trova a una quota più elevata rispetto a quella circostante.

La fattura del paramento si mostra più o meno accurata a seconda dei luoghi; in linea generale le mura micenee sono costituite da grandi massi sommariamente regolarizzati, disposti l’uno sopra

l’altro su file approssimative e discontinue<sup>144</sup> (fig. 240). I blocchi sono molto grandi, soprattutto a Tirinto – frequenti quelli lunghi oltre due metri – e vengono disposti a secco; non hanno bisogno di una malta legante perchè sono tenuti insieme dalla forza

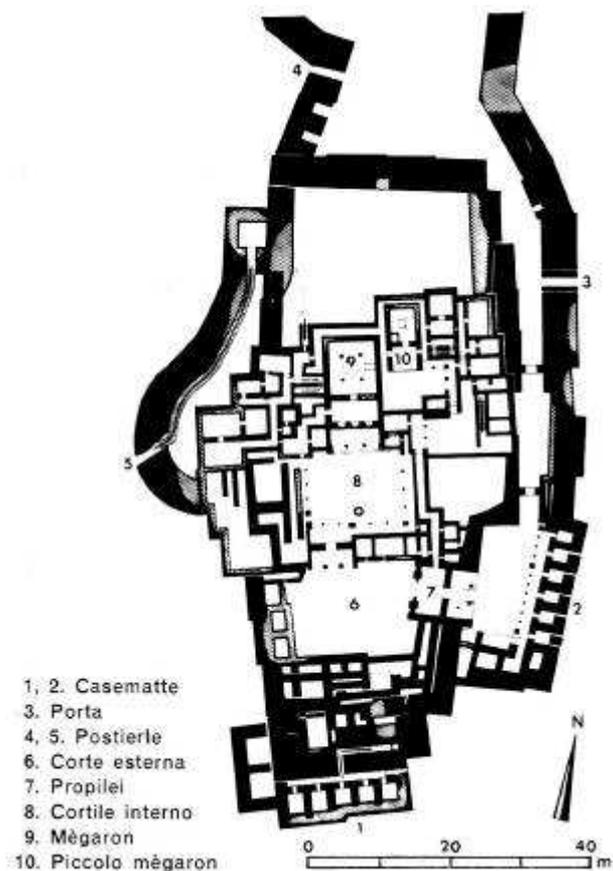


Fig. 238 - Tirinto. Pianta del livello inferiore della cittadella (MYLONAS 1957)



Fig. 239 - Tirinto. Galleria delle c.d. casematte ricavate nelle mura della cittadella (EBE 1895)

<sup>142</sup> Sono porte dotate sul lato destro di avancorpi o tratti di muro più alti che consentivano di colpire il fianco degli assalitori che non era protetto dallo scudo. Caratterizzeranno anche le cinte greche e italice di età arcaica. Sulle cittadelle micenee in generale cfr. SCOUFOPOULOS 1971

<sup>143</sup> MÜLLER 1930; MYLONAS 1966, pp. 11-15

<sup>144</sup> Sulle tecniche costruttive delle mura micenee vedi LOADER 1988



Fig. 240 - Tirinto. Particolare delle mura

di attrito statico che si esercita tra le superfici a contatto a causa dell'enorme peso. E' possibile però che si provvedesse a stendere un velo di malta sulle superfici di attesa per favorire lo scivolamento dei blocchi da porre in opera, un metodo che è attestato anche nell'architettura egiziana (cfr. p. 171). La terra veniva inoltre usata in abbondanza, insieme a piccole pietre, per colmare gli ampi interstizi della cortina. Non mancano poi esempi di cinte fortificate, come quella di Midea, con paramenti in blocchi più piccoli misti a una grande quantità di zeppe e legati da una malta di terra, assimilabili alle murature in pietrame<sup>145</sup>.

Sull'altra sponda dell'Egeo si presenta notevolmente più accurato il paramento delle alte mura lapidee della cittadella di Troia VI, edificate nel XIV sec. a.C.; era composto da blocchi quasi rettangolari in duro calcare locale levigati sulla faccia a vista, alti mediamente 0,30 m, ma lunghi fino a 1,5 m<sup>146</sup> (fig. 241). La parte inferiore della fortificazione, che corrisponde al dislivello tra l'area esterna e quella interna pari circa a 4,50/5 m, presenta un possente muraglione a scarpa posto a contenimento del terreno retrostante, spesso mediamente 4,75 m, costituito all'interno non dal solito riempimento in terra e pietrame, ma da assise di blocchi di forma poco più irregolare di quelli della facciata, disposte in lieve pendenza verso l'interno per aumentare la stabilità. Il muro libero superiore a profilo verticale, che ha sostituito in un

<sup>145</sup> FISCHER 1986; DEMAKOPOULOU - DIVARI VALAKOU1999

<sup>146</sup> DÖRPFELD 1902; NAUMANN 1971, pp. 244-249

certo momento una precedente muraglia in mattoni crudi spessa 5 m, era realizzato in tutto il suo spessore (circa 2 m) da blocchi quasi rettangolari disposti su letti orizzontali. E' evidente rispetto alle altre mura la straordinaria solidità di una struttura di questo tipo la quale doveva essere stata concepita per resistere anche alla violenza dei terremoti che funestavano questa regione. A Micene in una fase relativamente recente (circa 1250 a.C.) si provvede alla ricostruzione di un tratto delle mura nel settore NO intorno alla porta dei Leoni<sup>147</sup>; viene adottato un paramento in blocchi parallelepipedi disposti su ricorsi non proprio rettilinei simile a quello di Troia (fig. 242). Rispetto alle fasi precedenti della fortificazione, il riempimento del muro è ancora in *emplekton* mentre i blocchi sono realizzati con una

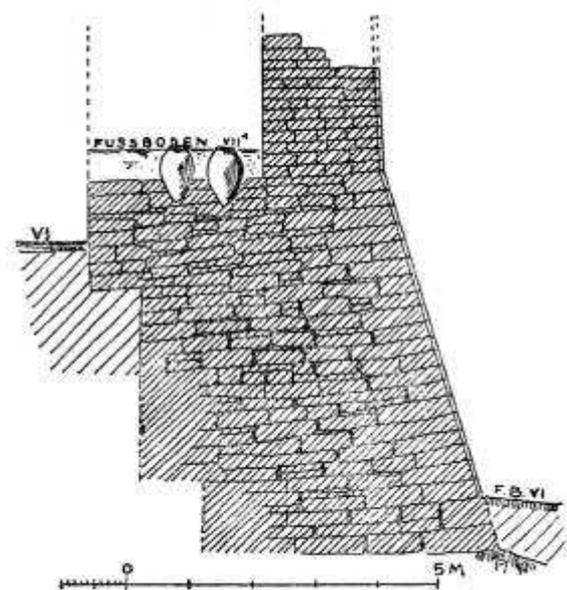


Fig. 241 - Troia. Strato VI. Disegno prospettico e sezione trasversale della cinta muraria (DÖRPFELD 1902)

<sup>147</sup> WACE 1949; MYLONAS 1966, pp. 15-35



Fig. 242 - Micene. Porta dei Leoni

pietra più tenera per essere più facilmente lavorabili. Questo intervento, a parte forse la realizzazione di un passaggio di tipo sceso, non costituisce certamente un potenziamento dell'apparato difensivo ma è piuttosto dovuto al bisogno di adeguarsi a una moda, quella delle apparecchiature in blocchi parallelepipedi che sono un segno di prestigio e vengono pertanto adottate intorno all'ingresso principale della cittadella così come sulle facciate dei palazzi. Nell'uno e nell'altro caso i blocchi, come si è già visto a proposito dell'architettura minoica, non riempiono mai l'intero spessore del muro ma costituiscono un rivestimento superficiale.

Le mura micenee in grossi blocchi di forma irregolare vengono comunemente definite "ciclopiche" perché Pausania<sup>148</sup>, impressionato dalle dimensioni delle pietre, attribuì ai ciclopi la costruzione delle cinte fortificate di Micene e Tirinto. Quasi sicuramente per la messa in opera dei massi ci si avvaleva anche in questo caso di rampe in terra, detriti e pietrame, alzandole più probabilmente dalla parte interna dove il piano di lavoro si trovava a una quota più alta.

Porte, cunicoli e corridoi ricavati all'interno di strutture di questo tipo sono coperti quasi sempre da archi e volte a mensola formati da poche assise di grandi blocchi i quali per ragioni costruttive sono ordinati su file più regolari pur mantenendo facce assai scabre (fig. 239).

## 2) Costruzioni a pianta circolare: nuraghi sardi e tombe a tholos micenee

La disposizione su assise grosso modo orizzontali viene osservata in tutte le costruzioni a pianta circolare le quali funzionano secondo il principio statico delle volte ad anelli orizzontali (cfr. pp. 62-64). Questa è una tendenza anche delle costruzioni curvilinee in pietre di piccole taglio, come si è visto a proposito dei *broch* (cfr. pp. 132-133). Ma l'uso di elementi di grandi dimensioni impone vincoli maggiori.

Nell'età del bronzo le più importanti costruzioni a pianta circolare in grandi blocchi sono i nuraghi sardi e le tombe a *tholos* micenee. I nuraghi sono torri troncoconiche alte fino a 20 m, spesso circondate da altre strutture difensive meno elevate, altrimenti totalmente isolate, le quali ospitano in genere due o più camere sovrapposte coperte da volte a mensola ad anelli orizzontali (fig. 243)<sup>149</sup>. Sono dotati spesso di una scala che sale ai piani superiori con un percorso a spirale entro lo spessore della massa muraria (e non in un intercapedine risultante tra due muri diversi come nei *broch*); il primo tratto era risolto da gradini in legno, ma non mancano nuraghi dove la scala interna sembra del tutto assente per cui bisogna ipotizzare che si accedesse agli ambienti soprastanti per mezzo di scale lignee poste all'esterno. La presenza di mensole sulla sommità delle torri, il ritrovamento di altri elementi di questo tipo in posizione di caduta ai loro piedi, nonché varie raffigurazioni antiche di questi edifici, fanno pensare che i nuraghi terminassero in alto con un ballatoio ligneo sporgente che circondava la terrazza di copertura. I muri, che possono arrivare a uno spessore di quattro o cinque metri, erano a doppio paramento con riempimento in pietrame. I blocchi erano in genere sommariamente rifiniti, quanto basta per consentirne la messa in opera per assise più o meno orizzontali. Erano lavorati con più cura nella parte superiore dell'edificio, maggiormente soggetta a degrado, intagliati con delle riseghe che servivano a incastrare fra loro gli elementi. Visti in sezione i nuraghi trasmettono un'impressione di grande robustezza per l'enorme spessore della muratura dal profilo a scarpa, che si allarga verso il basso in proporzione al progressivo aumento dei carichi

<sup>148</sup> PAUSANIA, *Periegesi* II, 16, 4; VII, 25, 7

<sup>149</sup> Sui nuraghi cfr. soprattutto LILIU 1962. Tra i più recenti contributi cfr. MELIS 2005; FODDAI 2007. Sulle volte di nuraghi e *tholoi* micenee v. CAVANAGH – LAXTON 1985

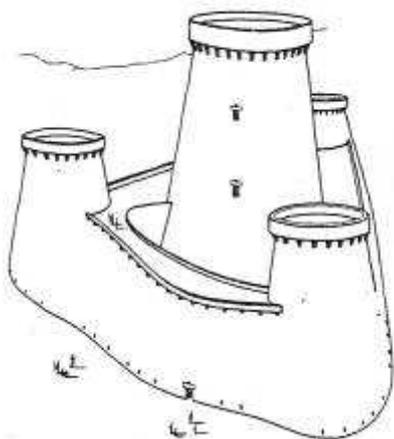
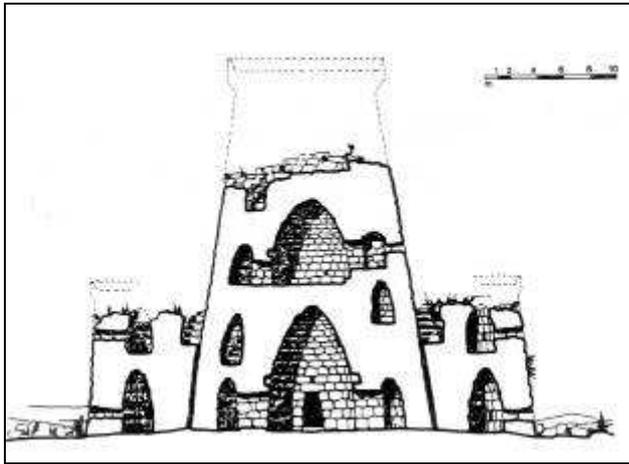
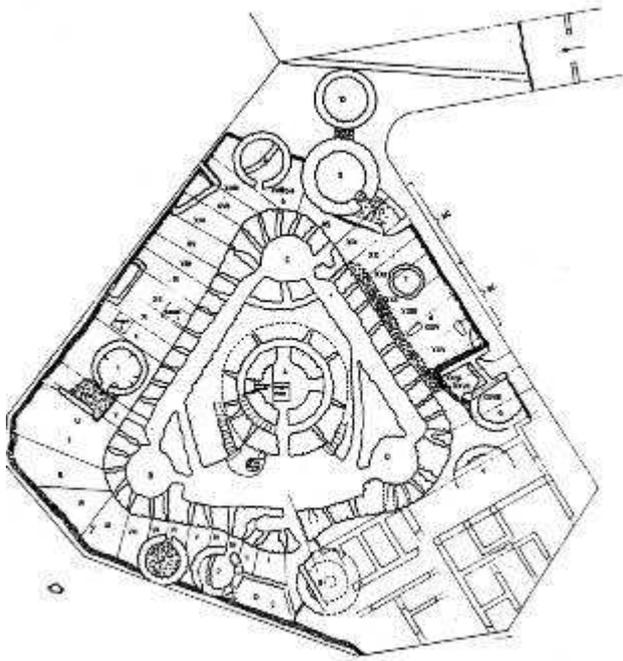


Fig. 243 - Nuraghe Santu Antine, a Torralba. Pianta, sezione e ricostruzione assonometrica (MORAVETTI 1988)

trasmessi dalle volte interne. Ulteriori fattori di solidità di queste costruzioni, molte delle quali non a caso sono giunte fino a noi in uno straordinario stato di conservazione, sono l'uso di blocchi di grandi dimensioni e la disposizione ad anelli orizzontali dei due paramenti del muro perimetrale, i quali si avvicinano gradualmente verso il centro della costruzione tanto all'esterno quanto all'interno grazie al profilo parabolico delle volte a montatura rialzata, la cui curvatura ha inizio dal pavimento delle stanze o poco sopra.

La tradizione architettonica delle tombe a camera conosce a partire dall'età neolitica due fondamentali tipologie, quella delle sepolture ipogee scavate nella roccia e quella delle tombe costruite in superficie, come i *dolmen*, utilizzando pietre di ogni dimensione e poi ricoperte da un tumulo (cfr. pp. 145-148). Le grandi *tholoi* micenee, destinate ai re e ai loro familiari, costituiscono un punto di incontro tra le due concezioni<sup>150</sup>. Nella maggior parte dei casi si tratta di strutture sotterranee scavate in profondità nella roccia della collina, ma con tagli praticati dall'alto che modellavano l'articolazione planimetrica della tomba e consentivano di alzare i muri perimetrali degli ambienti lavorando a cielo aperto.

Le tombe erano composte da un corridoio d'accesso (*dromos*), da una profonda porta ricavata all'interno di un muro di notevole spessore (*stomion*) e da una grande camera circolare (*tholos*) (fig. 244). Il corridoio era definito dal taglio di una trincea rettilinea, la *tholos* – che poteva arrivare a un diametro di 14,50 m come nel Tesoro di Atreo<sup>151</sup> – risultava dallo scavo di un pozzo. Da qui si poteva eventualmente procedere in orizzontale con lo scavo in galleria di ambienti laterali più piccoli, tra cui la vera e propria camera sepolcrale (fig. 245). I due lati lunghi del *dromos* venivano quindi foderati da muri rettilinei; nel pozzo si alzava la volta ad anelli orizzontali la cui curvatura iniziava direttamente dal pavimento. Alle spalle della cupola si riempiva poi con un ammasso di terra e pietrame che scaricava il suo peso sulla base della struttura stabilizzandola; lo spazio che restava tra questo e le pareti del pozzo era riempito con uno strato di terra impermeabilizzante. Altra terra era gettata infine sopra la cupola per dare forma a un tumulo, ma anche dentro al *dromos*, dopo la sepoltura, in modo da impedire l'accesso alla tomba.

<sup>150</sup> MYLONAS 1966, pp. 111-135

<sup>151</sup> WACE 1921-23, pp. 338-357

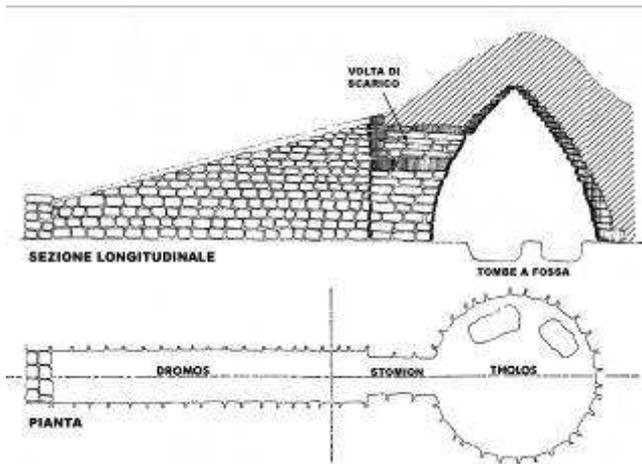


Fig. 244 - Dendra (Midea). Tomba a tholos. Pianta e sezione longitudinale (MYLONAS 1966)

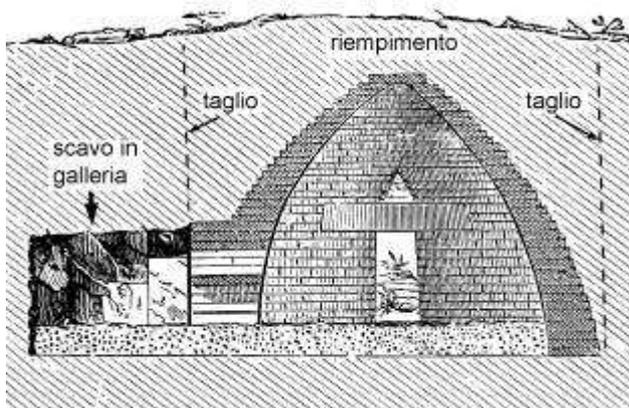


Fig. 245 - Micene. Tesoro di Atreo. Sezione trasversale (LÜBKE - SEMRAU 1908, rielab. dell' autore)



Fig. 246 - Micene. Tesoro di Atreo. Particolare della muratura del dromos

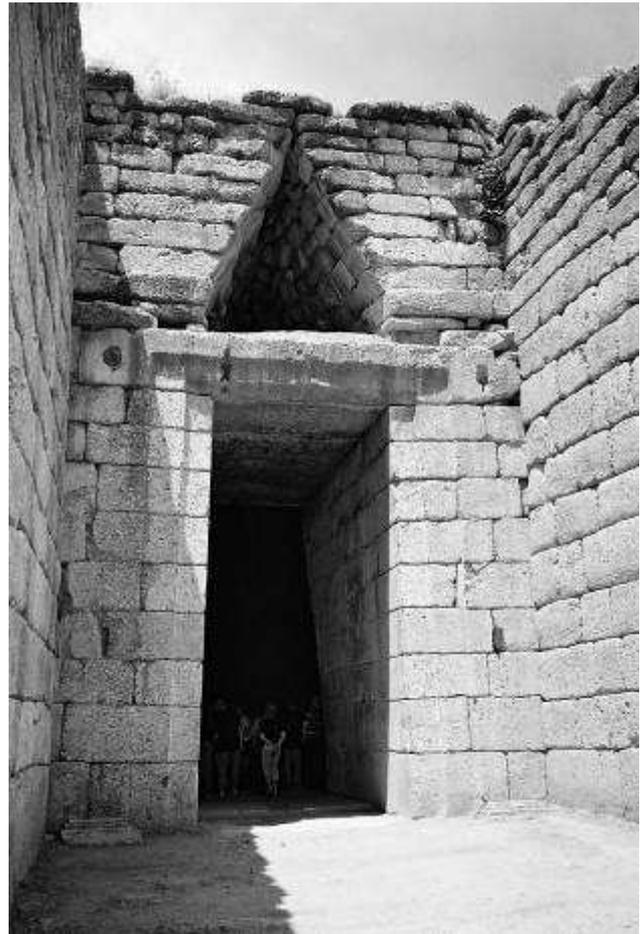


Fig. 247 - Micene. Tesoro di Atreo. Lo stomion

In alcune tombe, forse più antiche delle altre, come quella di Egisto a Micene e quella di Dendra<sup>152</sup> vicino Midea, sono utilizzate pietre sommariamente sbazzate e di dimensioni modeste; i muri dei corridoi non sono rettilinei e le tholoi in pianta presentano un andamento irregolare. All'opposto il Tesoro di Atreo e le cosiddette tombe di Oreste e Clitennestra mostrano una grandissima accuratezza nella tecnica costruttiva. Le varie assise hanno altezze diverse, i filari non sono perfettamente allineati, ma gli elementi lapidei sono ben squadri, levigati e combacianti (fig. 246). Si può definirli a tutti gli effetti una muratura in conci. Le pietre della cupola sono inoltre tagliate in diagonale in modo da conferire all'intradosso un profilo curvilineo. Accortezze di questo tipo costituiscono un faticoso – e costoso – punto di arrivo per l'architettura micenea ma non sono una novità. Soluzioni analoghe come si è visto vennero

<sup>152</sup> PERSSON 1931

adottate nelle cupole dei “templi” maltesi già nel millennio precedente.

Un taglio obliquo, ma con una inclinazione costante in ogni assisa che determina un’apertura a sezione perfettamente triangolare, viene praticato anche nell’intradosso della volta di scarico a mensola che è posta a protezione del soffitto in lastre di pietra dello *stomion* (fig. 247). Il vuoto veniva poi chiuso da una lastra decorativa, come è ancora attestato nella Porta dei Leoni a Micene (fig. 242). Una formulazione ancora più raffinata era stata messa in atto circa un secolo prima nei portali della cinta fortificata di Hattusa, i cui stipiti erano costituiti da blocchi modellati in forma curvilinea che si contrastavano in chiave formando un originalissimo arco semiellittico il cui comportamento statico corrispondeva a quello di un qualunque arco a mensola<sup>153</sup> (fig. 237).

### 3) *Opera lesbia, opera poligonale, opera trapezoidale delle città greche*

In Grecia a partire forse già dall’età geometrica si ricomincia a costruire cinte murarie in massi più o meno grandi cavati da giacimenti vicini, sommariamente lavorati ed assemblati l’uno sull’altro senza ordine. Talora si tratta di robusti basamenti di muri in mattoni crudi, altrimenti corrispondono all’intero elevato della fortificazione. Strutture di questo tipo sono inoltre largamente impiegate in ogni epoca per opere di terrazzamento e di contenimento. Molto presto si cominciano a vedere anche murature di ottima fattura composte da blocchi di diverse dimensioni e dal profilo irregolare che sono perfettamente combacianti, definite dalla letteratura archeologica “apparecchiature a giunti multipli” per distinguerle da quelle “a quattro giunti” costituite da conci rettangolari o trapezoidali. Tra quelle a giunti multipli si riconoscono paramenti con giunti curvilinei (opera lesbia) ed altri invece a giunti rettilinei (opera poligonale).

L’**opera lesbia**<sup>154</sup> è una muratura di età arcaica che è presente nella parte settentrionale dell’Egeo, particolarmente sulla costa dell’Eolide da Smirne a Neandria e nelle isole di Lesbo, Samotracia e Taso. In Italia è attestata a Velia<sup>155</sup>, non a caso città di

fondazione focese, e a Naxos<sup>156</sup>. La sua utilizzazione cessa tra la fine del VI e l’inizio del V sec. a.C., salvo alcune imitazioni arcaistiche di epoca più tarda. E’ frequentemente adottata nei terrazzamenti; uno degli esempi più noti è il muro di sostegno della terrazza del tempio di Apollo a Delfi<sup>157</sup>, dove i blocchi presentano in questo caso anche alcuni giunti rettilinei (fig. 248). E’ presente tuttavia anche negli alzati, in particolare in alcune abitazioni di Taso dove l’opera lesbia costituisce il paramento esterno di alti zoccoli che sul lato opposto sono realizzati con una muratura in pietrame di piccolo taglio ricavato da uno scisto locale che si taglia in piccole sfoglie<sup>158</sup>. Questo sistema di mettere pietre più grandi all’esterno e più piccole all’interno è molto comune nell’architettura cicladica ed era come si è visto anche una caratteristica degli edifici minoici (cfr. p. 135). In questo modo però i due paramenti hanno il difetto di restare completamente slegati; si cerca di ovviare posizionando sopra lo zoccolo un’assisa di lastre di pietra con una larghezza leggermente superiore a quella del muro.

Questa tecnica edilizia deve il suo nome a un passo di Aristotele da cui risulta che essa doveva essere particolarmente diffusa nell’isola di Lesbo e che ci illumina sul procedimento utilizzato per far combaciare i blocchi. Il filosofo greco afferma che l’educazione dei giovani deve adattarsi alle circostanze “simile al righello di piombo di cui ci si serve nella costruzione lesbia” il quale “si piega e si accomoda alla forma della pietra”<sup>159</sup>. Se ne deduce che questo strumento veniva accostato al bordo superiore dei blocchi già posizionati per effettuarne il calco; poi lo si avvicinava ai blocchi da mettere in opera per tracciare il profilo da ritagliare. Per migliorare l’aderenza fra le pietre, e quindi anche la solidità del muro, le facce dei blocchi poste a contatto venivano levigate riportando la stessa sagoma fino a una certa profondità (30/50 cm nel muro di Delfi); la parte più interna veniva invece scalpellata in obliquo per favorire il legame con l’*emplekton*. E’ una tecnica di esecuzione sicuramente molto difficile che appagava un certo gusto decorativo greco-orientale ma che fu inevitabilmente destinata a lasciare il passo a sistemi più semplici.

<sup>153</sup> NAUMANN 1971, p. 140, fig. 133.

<sup>154</sup> SPENCER N. 1995; DES COURTILS 1998

<sup>155</sup> MARTIN 1970

<sup>156</sup> GRAS 1998

<sup>157</sup> AMANDRY 1953

<sup>158</sup> GRANDJEAN 1988, pp. 369-370, tav. 107, figg. 1,2.

<sup>159</sup> ARISTOTELE, *Etica a Nicomaco*, 1137<sub>B30</sub>



Fig. 248 - Delfi. Portico degli Ateniesi. Particolare del muro posteriore in opera lesbica, circa 480-470 a.C.

L'opera poligonale, caratterizzata da blocchi con i lati rettilinei perfettamente accostati, si impone nel V sec. a.C., prevalentemente nel Peloponneso e nella parte meridionale della Grecia continentale, nell'ambito delle opere di terrazzamento e delle fortificazioni urbane, le quali probabilmente proprio a partire da quest'epoca cominciano a essere dotate di torri<sup>160</sup>. Altrove soprattutto nella Grecia settentrionale si preferisce l'opera quadrata la quale prenderà poi sempre più il sopravvento. Ma alcune grandi cinte in opera poligonale vengono ancora edificate in età ellenistica, tra cui quelle di Argo, di Oiniadai in Acarnania (fig. 249), di Kydna in Licia<sup>161</sup> (figg. 250, 251). All'esterno le cortine sono talvolta ben levigate, ma più spesso presentano delle asperità che rendono i giunti poco visibili. Nelle cinte murarie ellenistiche i blocchi sono lavorati con una sorta di bugnato che aveva forse la funzione di attutire i colpi delle artiglierie nemiche. Gli angoli, che sono punti difficili della costruzione, vengono spesso risolti con grandi blocchi parallelepipedi cui si raccordano lateralmente quelli poligonali.

A Oniadai i piani regolari determinati dai conci angolari vengono proseguiti sui tre lati delle torri, per cui il muro è in opera poligonale, le torri sono invece in **opera trapezoidale**, costituite cioè da blocchi quadrangolari con i piani di attesa e di posa orizzontali e paralleli. Quest'ultimo tipo di tecnica che sta a metà strada tra l'opera poligonale e l'opera quadrata, e viene utilizzata a partire dal V secolo, presenta differenti tipi di lavorazione. In molti muri le assise formano frequenti scalini (opera trapezoidale **irregolare**) (fig. 252), in altri si

<sup>160</sup> WINTER F.E. 1971, pp. 152-157

<sup>161</sup> ADAM 1982, pp. 115-165

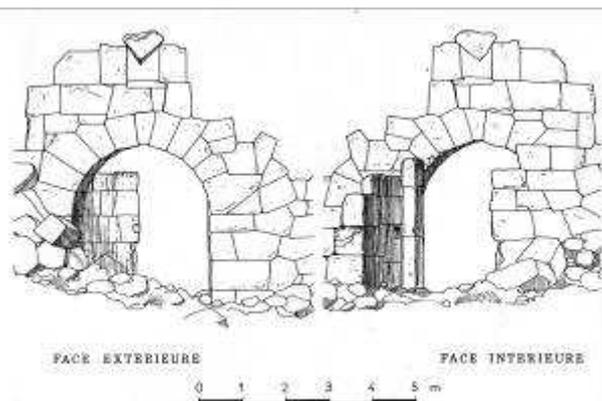


Fig. 249 - Oiniadai (Acarnania). Posterule della cinta muraria in opera poligonale (ADAM 1982)

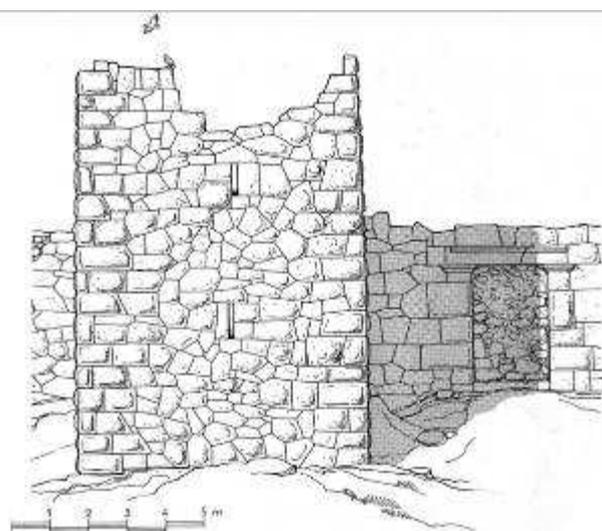


Fig. 250 - Kydna di Licia. Cinta difensiva. Torre 5 (ADAM 1982)

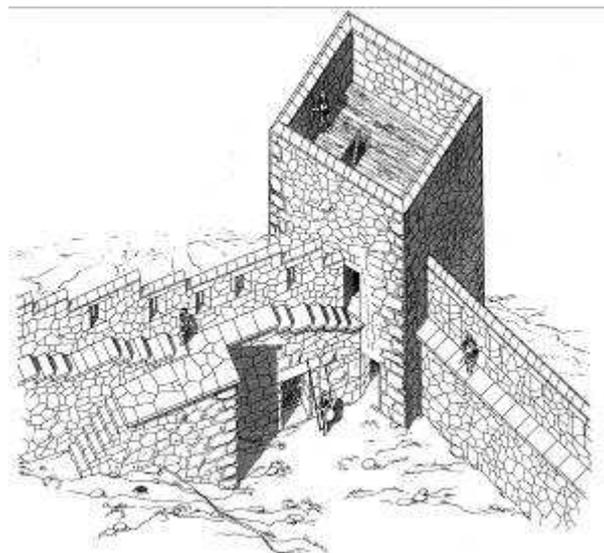


Fig. 251 - Kydna di Licia. Ricostruzione assometrica dell'angolo nord delle mura con la torre 4 (ADAM 1982)

mantengono invece sullo stesso piano, con filari di altezze diverse (opera trapezoidale **pseudoisodoma**) o di altezze uguali (**isodoma**).



Fig. 252 - Delo. Sala ipostila, muro nord. Opera trapezoidale irregolare

#### 4) Opera poligonale delle città italiche

Per l'archeologia italiana il termine **opera poligonale** ha un'accezione molto più ampia, comprendendo tutte le murature in grandi blocchi di forma irregolare e si distinguono i diversi livelli di accuratezza in **maniere**. Si fa ancora oggi riferimento alla classificazione in quattro maniere proposta dal Lugli intorno alla metà del secolo scorso<sup>162</sup> (fig. 253), la quale risulta molto comoda perché consente di identificare le varie tecniche di esecuzione con un termine breve e di immediata comprensione per tutti, pur essendo ovvio che non esistono rigidi confini tra l'una e l'altra e che si possono riscontrare stadi intermedi di lavorazione anche all'interno di uno stesso muro. In breve: la **I maniera** distingue massi informi o sbozzati rudimentalmente, con giunti discontinui e schegge di calzata<sup>163</sup>; la **II maniera** è costituita da blocchi poligonali con i lati abbastanza retti, ma spigoli smussati, il combaciamento è approssimativo per cui gli interstizi sono ancora riempiti con zeppe<sup>164</sup>; la **III maniera**, che corrisponde alla vera e propria

opera poligonale greca, identifica le murature con blocchi in forma di poligoni con lati retti e spigoli vivi esattamente combacianti; nella **IV maniera**, che corrisponde grosso modo all'opera trapezoidale irregolare, si comprendono i muri in blocchi quadrangolari con tendenza ai piani orizzontali discontinui.

In Italia l'opera poligonale è attestata prevalentemente nella fascia costiera dell'Etruria, nel Lazio meridionale, nella Sabina, nella Marsica e nel Sannio. La **prima maniera** si comincia a vedere nel VII-VI sec. a.C. per opere sia di terrazzamento che difensive. Tra gli impianti meglio conservati e più interessanti di quest'epoca, il quale sembra coniugare entrambe le funzioni, possiamo annoverare quello dell'abitato di Monte Carbolino<sup>165</sup>, vicino Norba, articolato con una serie di almeno otto terrazze a V che scandiscono la cresta montana coprendo un dislivello di un centinaio di metri, le quali sono costruite da possenti muri lievemente a scarpa alti fino a otto metri e spessi più di due metri (figg. 254-255). Ogni terrazzo appare dominare e controllare quello sottostante e i collegamenti tra l'uno e l'altro sono risolti da passaggi di tipo scèo caratterizzati dall'avanzamento di un corpo terrazzato più basso al di sotto dell'altro: una sorta di sistema difensivo a scatole cinesi che scompone gerarchicamente i vari settori dell'abitato.

L'opera poligonale di **terza maniera** viene adottata nelle fortificazioni urbane a partire dai primi anni del III sec. a.C. Quelle di Cosa, Orbetello, Pyrgi, Minturno, testimoniano che questo tipo di struttura comincia a diventare tratto distintivo delle cinte difensive innalzate dai Romani durante la loro espansione nell'Italia centrale, anche se forse non dappertutto. La prima cinta muraria di Alba Fucens, che risale agli anni della fondazione della colonia (fine IV sec. a.C.), è ancora in seconda maniera; i tratti in più accurata terza-quarta maniera sono stati datati tra la fine del III e l'inizio del II sec. a.C.<sup>166</sup>. Altre fortificazioni in terza maniera saranno realizzate ancora verso la fine del II a.C., come a Formia<sup>167</sup> e a Fondi<sup>168</sup>; in quest'ultimo caso l'opera poligonale appare già associata a murature in opera incerta. Le mura della c.d. acropoli del Circeo, le quali racchiudevano un'area completamente priva di costruzioni, sono state recentemente identificate

<sup>162</sup> LUGLI 1957 pp. 70-83. Il primo a formulare una classificazione dell'opera poligonale fu il Dodwell nel 1830-1831 il quale distinse tre maniere. La sua opera è rimasta inedita (cfr. LUGLI 1957, p. 58 e nota 1).

<sup>163</sup> Definiti genericamente "blocchi di forma irregolare" nell'ambito dell'archeologia greca (*pierres brutes, roughly stones*).

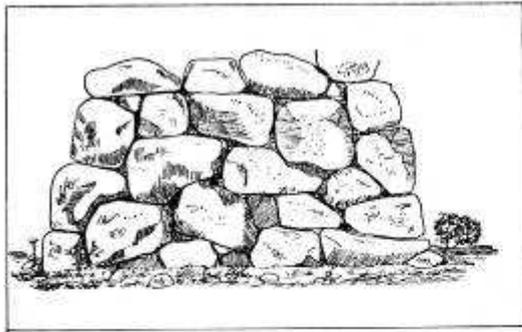
<sup>164</sup> Questo tipo di muratura in Grecia viene definito da Roland Martin "appareil polygonal fruste" (MARTIN 1965, pp. 372-373).

<sup>165</sup> QUILICI – QUILICI GIGLI 1987

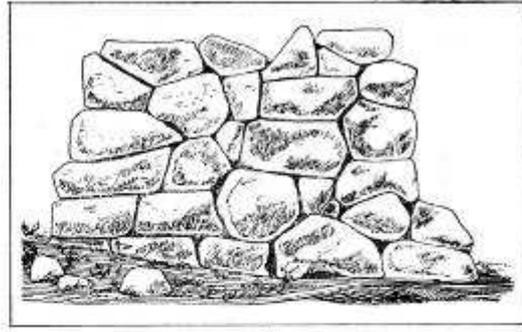
<sup>166</sup> LIBERATORE 2004, pp. 41-108, 129-134

<sup>167</sup> CICCONE 2000

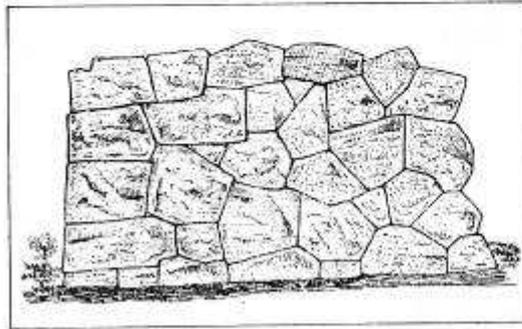
<sup>168</sup> QUILICI – QUILICI GIGLI 2007



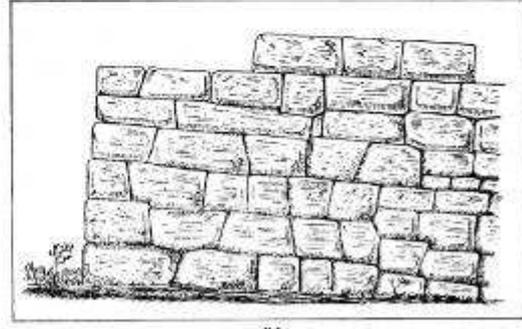
I



II



III



IV

▲ Fig. 253 – Le quattro maniere dell'opera poligonale (LUGLI 1957)

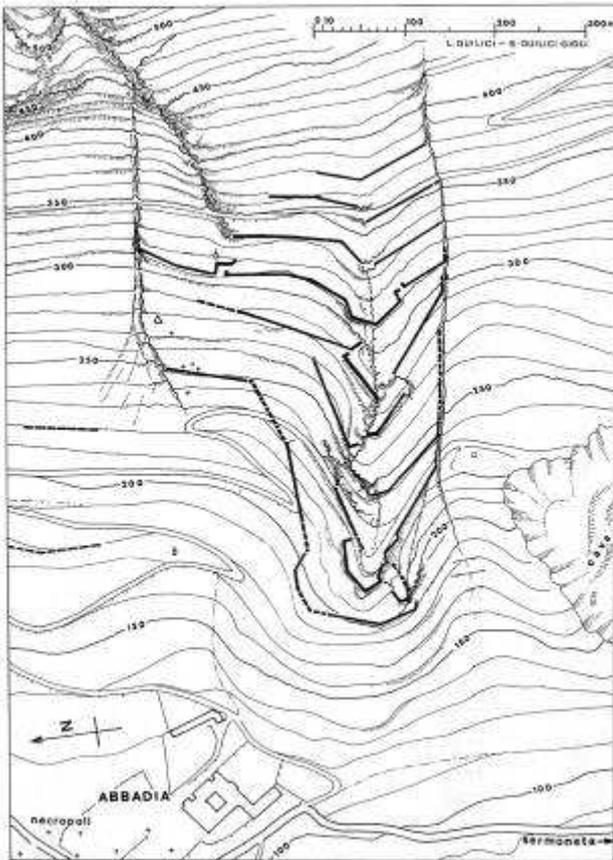


Fig. 254 - Pianta della Costa delle Murelle a Monte Carbolino, vicino Norba, con i muri di terrazzamento in opera poligonale di I maniera (QUILICI – QUILICI GIGLI 1987)

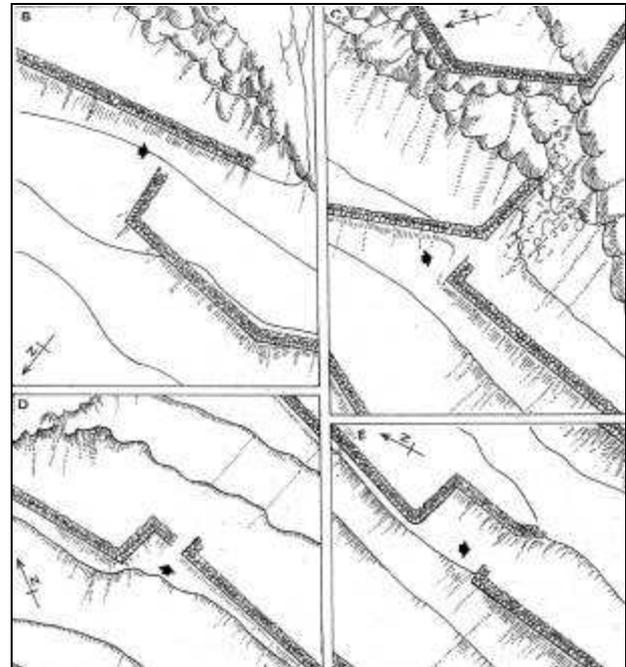


Fig. 255 - Costa delle Murelle a Monte Carbolino, planimetria delle porte meglio riconoscibili attraverso i terrazzamenti (QUILICI – QUILICI GIGLI 1987)

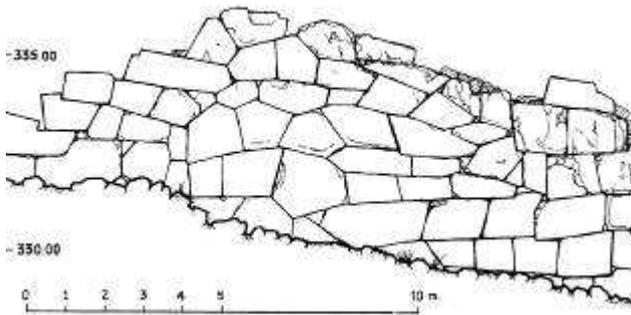


Fig. 256 – Circeo. Mura in opera poligonale di III maniera della c.d. acropoli. Fronte del lato occidentale (QUILICI – QUILICI GIGLI 2005)

con il recinto di un santuario e datate tra la fine del II e gli inizi del I sec. a.C.<sup>169</sup> (figg. 179, 256).

Le mura di Cosa<sup>170</sup> (273 a.C.) (fig. 257), che sono tra quelle maggiormente preservate, appaiono dotate di torri quadrate, elementi architettonici che sono divenuti indispensabili per potenziare le difese cittadine in conseguenza dello sviluppo delle tecniche di assedio. Sono collocate intorno alle porte e nei lati più vulnerabili, a distanze regolari di circa 30 m secondo l'uso greco. Le porte, con chiusure a saracinesca, sono rafforzate da una controporta interna posta al di là di un profondo vano di passaggio. Le mura sfruttavano sapientemente il dislivello tra l'abitato e l'area esterna; erano fondate su un intaglio orizzontale praticato nel pendio ed erano edificate come un muro libero a doppia cortina, più curata all'esterno, con riempimento in *emplekton*, spesso circa 2,40 m alla base e lievemente rastremato. L'area alle spalle era poi colmata di terra e pietrame fin quasi alla sommità del muro il quale in questo modo opponeva al nemico una fronte verticale alta 8/10 m, mentre all'interno il piano dell'abitato si trovava non molto al di sotto delle merlature e dei camminamenti di ronda, agevolando le manovre dei difensori.

Norba, città arroccata su uno sperone dei monti Lepini, si dota di una cinta in opera poligonale della terza maniera nella stessa epoca<sup>171</sup> (figg. 258, 259, 260). La fortificazione, considerando che la città può profittare delle sue formidabili difese naturali, è di tipo molto più tradizionale, priva di torri e con porte scее; il circuito si adatta all'orografia del

luogo correndo sul ciglio roccioso e ingloba alcuni tratti in prima e seconda maniera relativi a due fasi precedenti. Anche qui come a Cosa il muro è fondato sulla roccia, edificato in doppia cortina – con i blocchi dei due opposti paramenti che si trovano spesso a contatto – ed è destinato a contenere il riempimento di terra gettato alle spalle che forma il terrazzo interno. La cortina in ogni caso appare molto curata, particolarmente in prossimità delle porte dove i blocchi tendono alla forma parallelepipeda e a disporsi su ricorsi orizzontali (quarta maniera); si presentano abilmente tagliati con un profilo curvilineo nel bellissimo torrione semicircolare che difende la porta principale (figg. 258, 260). Mura come quelle di Cosa e di Norba presentano il vantaggio, rispetto ai precedenti impianti della prima e seconda maniera, di essere difficilmente scalabili grazie alla levigatezza e all'assenza di fessure sulle superfici esterne. Inoltre il terrapieno posto alle spalle costituisce una massa compatta che ingrandisce lo spessore del muro aumentando la sua resistenza ai colpi laterali inferti dall'attacco nemico. Altrove, soprattutto nelle città di pianura dove non c'è dislivello fra esterno e interno, la cinta fortificata ostenta un'alta muraglia anche dalla parte dell'abitato, il cui paramento in molti casi viene confezionato in maniera più sommaria rispetto al lato opposto.

La terza maniera è una tecnica accurata e complessa che doveva richiedere un elevato livello di specializzazione. Non era indispensabile il righello lesbio per far combaciare i blocchi, ma era necessario perlomeno un goniometro per riportare gli angoli di ogni faccia da scolpire. All'esterno il paramento veniva poi levigato e perfettamente allineato dovendo tener conto dell'inclinazione necessaria per la rastremazione del muro. Questo procedimento doveva risultare ben più difficile che assemblare una serie di blocchi parallelepipedi di uguale formato. Inoltre è vero che cinte come quella di Norba sfruttavano ancora il vantaggio di essere edificate al di sotto delle cave, i cui tagli sono ben visibili all'interno dell'area urbana; per cui i massi venivano anche in questo caso rotolati verso il basso ed erano posti in opera alzando progressivamente il livello del terrapieno gettato alle spalle del muro senza bisogno di ponteggi. Ma altrove, come nei centri di pianura, si lavorava molto probabilmente utilizzando impalcature e macchine di sollevamento, strumenti ormai divenuti comuni, come si faceva con i muri in opera quadrata.

<sup>169</sup> QUILICI – QUILICI GIGLI 2005

<sup>170</sup> BROWN 1980, pp.18-21, figg. 15-17.

<sup>171</sup> QUILICI – QUILICI GIGLI 2000

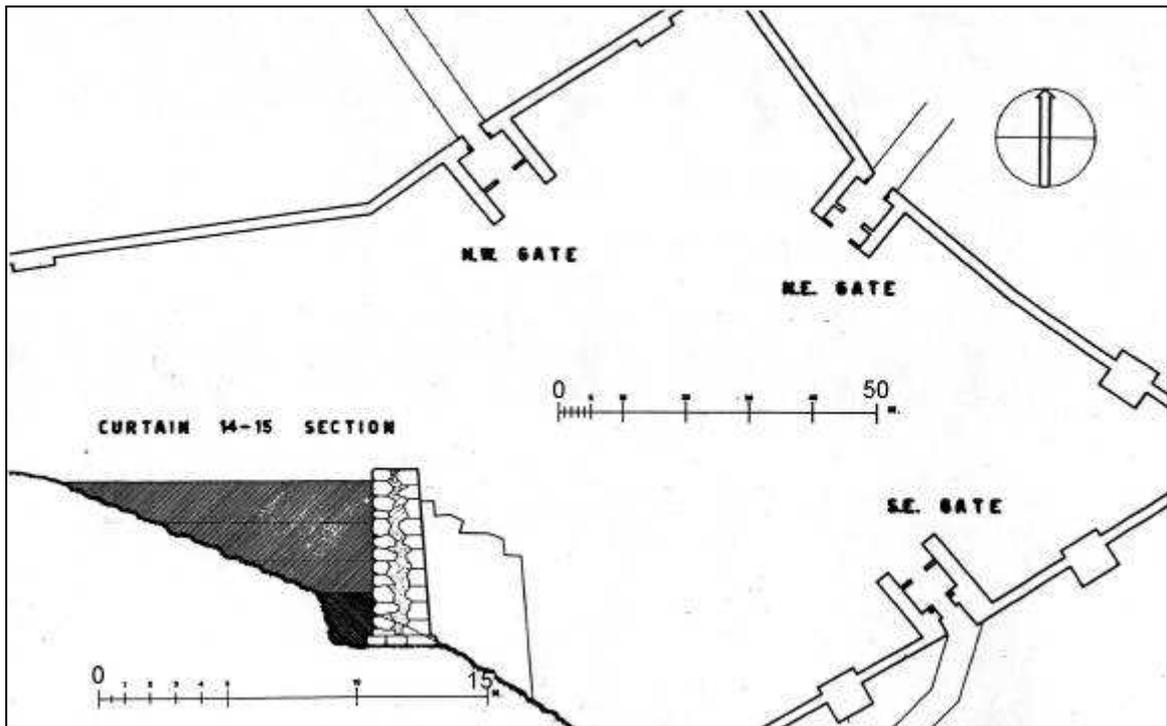


Fig. 257 - Pianta e sezione delle mura di Cosa (circa 270 a.C.) (BROWN 1980)

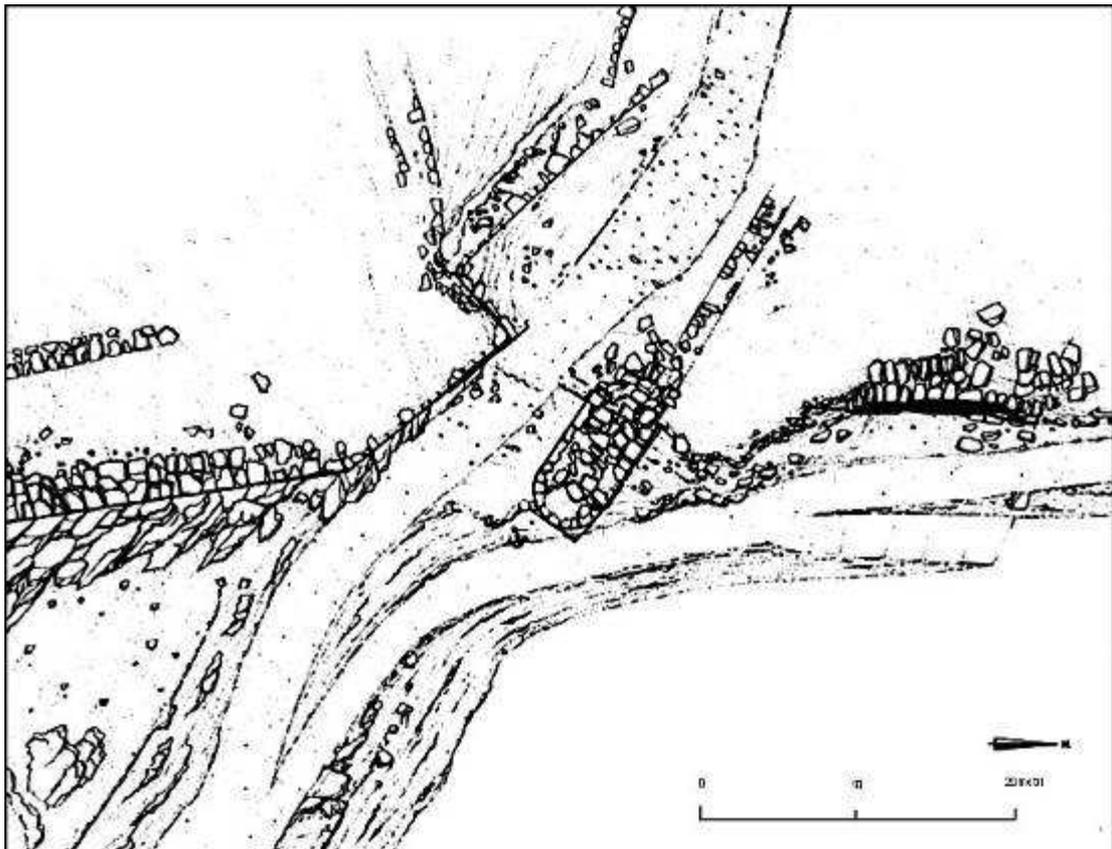


Fig. 258 - Norba. Pianta di Porta Maggiore, nel settore orientale della cinta difensiva (QUILICI - QUILICI GIGLI 2000)

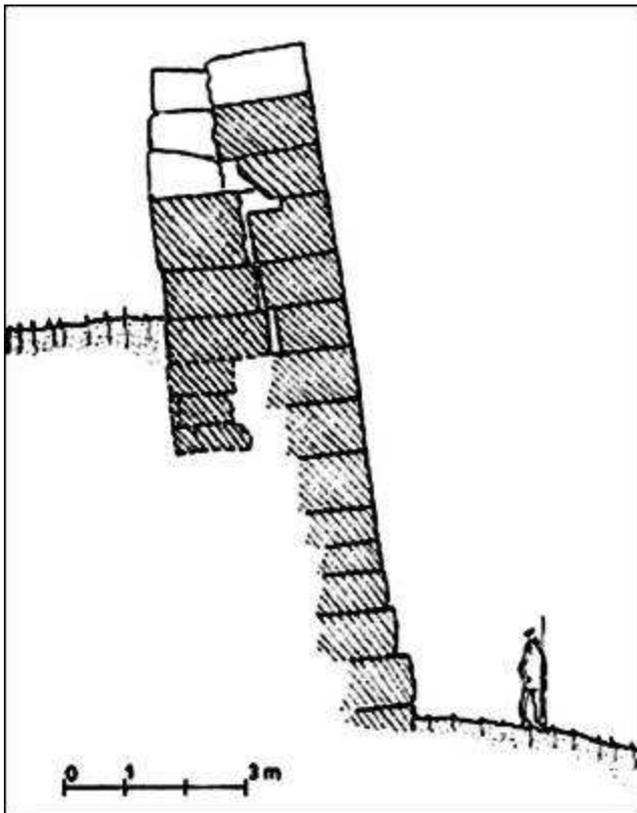


Fig. 259 - Norba. Sezione delle mura a nord di Porta Maggiore (QUILICI – QUILICI GIGLI 2000)



Fig. 260 – Norba. La torre semicircolare di Porta Maggiore in opera poligonale di IV maniera

In altre città continuano invece a essere edificate ancora nel III e nel II sec. a.C. cinte murarie più rozze, nella prima e seconda maniera, forse anche a causa del cattivo materiale a disposizione, con cavità e fessurazioni che rendono difficile il taglio di superfici rettilinee, come è il caso di Artena nel Lazio e di Alfedena e Roccacinquemiglia nel Sannio<sup>172</sup>. Le fortificazioni urbane cessano di essere costruite verso la fine dell'età repubblicana in conseguenza della definitiva pacificazione dell'Italia. L'opera poligonale viene comunque adottata per tutta l'età repubblicana e oltre, negli stessi territori dove ha avuto origine, nei podi di alcuni templi, nelle sostruzioni di strade, nei ponti, nei basamenti delle ville, nei terrazzamenti agricoli.

La **quarta maniera** nelle cinte fortificate della terza è il risultato della maggior cura che viene prestata alle parti più importanti e strutturalmente più complesse della costruzione (angoli, porte, torri). I muri fabbricati interamente nella quarta maniera possono considerarsi invece una sbrigativa imitazione dell'opera quadrata; questa tecnica trova un particolare favore negli ultimi due secoli dell'età repubblicana e nella prima età imperiale per sostruzioni di strade e terrazzamenti di ville. In questo tipo di strutture i blocchi vengono preferibilmente lavorati con una superficie rustica a bugnato che conferisce un'immagine di solidità e robustezza.

I muri di terrazzamento agricoli venivano comunemente confezionati, in epoca antica come oggi, accatastando il pietrame proveniente dalla pulizia dei campi. Non mancano tuttavia sistemazioni più robuste che fanno uso di grandi massi i quali si rendono necessari per consolidare un terreno altrimenti soggetto a una forte erosione. La prima maniera è la soluzione più spontanea e diffusa. Ma possono riscontrarsi anche in questo ambito formulazioni più monumentali, come è il caso dei terrazzamenti in opera poligonale tra la seconda e la terza maniera che scandiscono un *fundus* della Bassa Sabina posto sul costone di un monte, la cui sistemazione si inquadra nel II a.C.<sup>173</sup>. Nelle vicinanze un altro impianto agricolo della stessa epoca è stato invece terrazzato con muraglie della prima maniera<sup>174</sup>.

<sup>172</sup> DI STEFANO 2000; per un quadro generale delle recenti ricerche sull'opera poligonale cfr. QUILICI GIGLI 2004

<sup>173</sup> QUILICI 1995

<sup>174</sup> QUILICI GIGLI 1995

## Capitolo VII

### Murature in conci

#### 1) Le murature egiziane

In Egitto già durante la prima dinastia le stanze sepolcrali di alcune tombe presentano pavimenti e pareti in lastre di pietra in luogo dell'usuale rivestimento ligneo. Ma è a partire dal regno di Djoser, durante la III dinastia (ca. 2650-2600 a.C.), che la pietra comincia a essere usata in maniera sistematica nell'architettura egiziana. L'esordio, nel grande complesso funerario di Saqqara<sup>175</sup> (fig. 261), è contrassegnato da una evidente trasposizione nell'apparecchiatura lapidea dei sistemi costruttivi che erano abitualmente utilizzati negli edifici in mattoni crudi (fig. 262). I blocchi di bianca pietra calcarea sono dei parallelepipedi ben squadriati appena poco più grandi dei mattoni e quindi messi in opera manualmente da singoli operai; sono elementi modulari di altezza uguale disposti esattamente come i mattoni, con i giunti alternati, più spesso per lungo ma anche di testa. Il muro di cinta è articolato in una serie di avancorpi e rientranze, a loro volta scanditi da nicchie e paraste, come le facciate delle mastabe a mattoni (fig. 261, cfr. p. 52 e fig. 74). E' stato più volte sostenuto che i diversi tipi di semicolonne che ornano le facciate degli edifici traducono nella pietra i sostegni lignei delle costruzioni tradizionali. Questo è sicuramente vero per quanto riguarda gli aspetti simbolici di alcuni elementi, ad esempio i capitelli papiriformi oppure i fusti a scanalature convesse delle semicolonne i quali imitano i fasci di canne che costituivano gli elementi portanti delle capanne. Sul piano costruttivo però le semicolonne derivano da quelle in mattoni; sono costituite allo stesso modo da una serie di elementi sovrapposti, di altezza pari ai blocchi del muro, con una parte squadrata che va a incasso nella parete, l'altra sagomata in forma di semicerchio o tre/quarti di cerchio, con eventuali motivi modulari in rilievo (cfr. p. 53). Nei muri di grande spessore l'accurata struttura in blocchi parallelepipedi è l'involucro di una massa di pietre calcaree più tenere, disposte su letti orizzontali ma di forme irregolari. Il rivestimento è completamente slegato dal nucleo e questa è un'altra caratteristica

<sup>175</sup> ARNOLD *et alii* 2003, pp. 40-47; SHAFER *et alii* 1997, pp. 40-44

come si è visto delle murature massicce egiziane in mattoni crudi (cfr. fig. 82). La differenziazione tra materiali esterni e interni corrisponde inoltre a quella fra mattoni cotti e mattoni crudi delle grandi costruzioni mesopotamiche. Anche in quest'ultimo caso l'involucro era slegato dal nucleo ed era costituito da un materiale – il laterizio - che fungeva da rivestimento "nobile", più duro e resistente (cfr. pp. 81-82).

Nell'architettura egiziana i conci parallelepipedi prendono il posto che avevano i mattoni cotti negli edifici della Mesopotamia, rispetto ai quali hanno grosso modo analoghe caratteristiche fisico-meccaniche. Hanno una funzione portante, grazie all'ottima resistenza a compressione, e sono un materiale di rivestimento, grazie alla durezza.

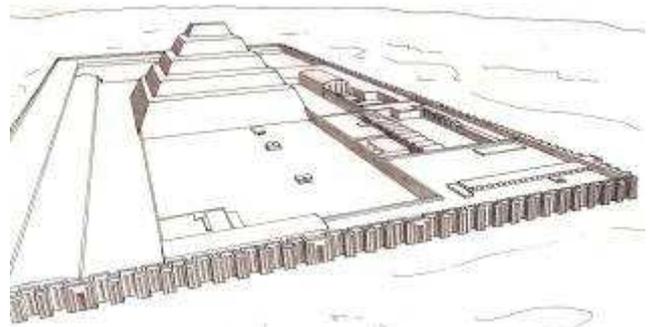


Fig. 261 - Saqqara. Complesso funerario di Djoser (2650-2600 a.C.). Ricostruzione (Wikimedia – F. Monnier)



Fig. 262 - Saqqara. Complesso funerario di Djoser. Edificio per l'amministrazione nel Basso Egitto. Particolare della zona centrale

La parte interna dei muri di maggiore spessore può essere costituita da grandi blocchi di roccia più tenera, da pietre di piccolo taglio, da una gettata di terra e pietrame, da mattoni crudi. La pietra viene introdotta già da subito anche nelle coperture; è utilizzata nelle volte a mensole oppure nei soffitti in forma di lastroni appoggiati sui muri perimetrali, e in seguito anche sugli architravi di file di sostegni intermedi, con una portata in genere modesta a causa della scarsa resistenza a trazione. Le volte in conci radiali cuneiformi, a parte qualche rarissima eccezione durante l'Antico Regno, cominciano a vedersi solamente sotto la XXV dinastia (VIII-VII sec. a.C.) (cfr. pp. 207-209).

Molto presto però il procedimento di costruzione delle strutture lapidee si svincola dalla tecnologia del mattone. Ci si rende conto che la solidità del muro è maggiore se gli elementi che lo compongono sono di grandi dimensioni. Inoltre mentre una considerevole quantità di mattoni può essere ricavata rapidamente da un unico stampo, il taglio di migliaia di blocchetti parallelepipedi comporta troppo tempo e costi insostenibili. Pertanto negli edifici della IV dinastia le dimensioni dei blocchi diventano enormi. Nel tempio funerario a valle di Chefren a Giza<sup>176</sup> (XXVI sec. a.C.) poderosi conci di granito costituiscono il paramento di un nucleo in blocchi di calcare ancora più grandi (figg. 263, 264). Le lastre del soffitto poggiavano su architravi di granito impostati su pilastri monolitici dello stesso materiale. A Saqqara si era rinunciato alla costruzione di sostegni liberi – pilastri o colonne – per mancanza di fiducia nei piccoli blocchi, per cui ci si era limitati prudentemente ad addossare alle pareti una serie di semicolonne che avevano una funzione eminentemente decorativa e le lastre dei soffitti poggiavano solamente sui muri perimetrali. A Giza invece queste possono profittare anche dei pilastri posti al centro delle sale i quali sono costituiti da grandi elementi lapidei e quindi risultano notevolmente più robusti. Conta anche la scelta del granito come materiale da costruzione, il quale rispetto al calcare ha una maggiore resistenza sia a compressione che a trazione, proprietà quest'ultima che è particolarmente importante per gli architravi i quali sono sollecitati oltre che dal proprio peso da quello della copertura.

I sistemi di lavoro vengono di conseguenza totalmente rivoluzionati. L'uso di grandi blocchi

comporta un notevole risparmio di tempo in cava e nelle operazioni di taglio e di squadratura effettuate in cantiere, ma la forza lavoro che viene sottratta a questo tipo di mansioni deve essere convogliata per le operazioni di spostamento dei materiali. Prima si

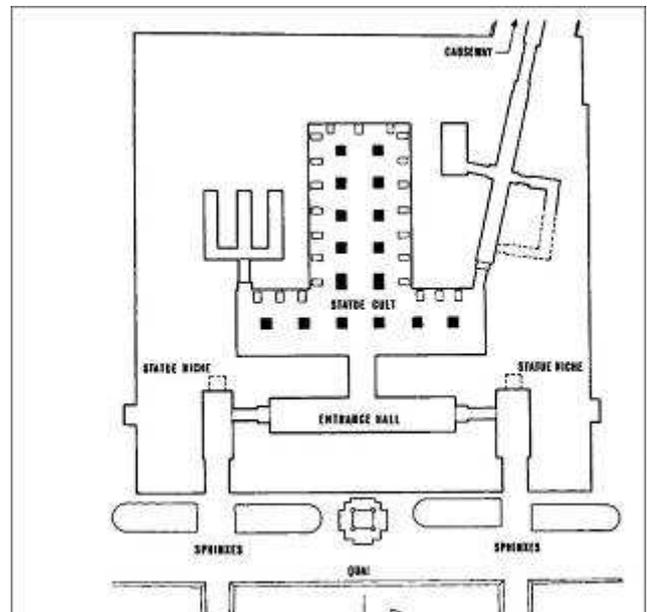


fig. 263 - Giza, piramide di Chefren, pianta del Tempio inferiore (ARNOLD *et alii* 2003)



fig. 264 - Giza, piramide di Chefren, Tempio inferiore, sala ipostila

<sup>176</sup> ARNOLD *et alii* 2003, pp. 51-58

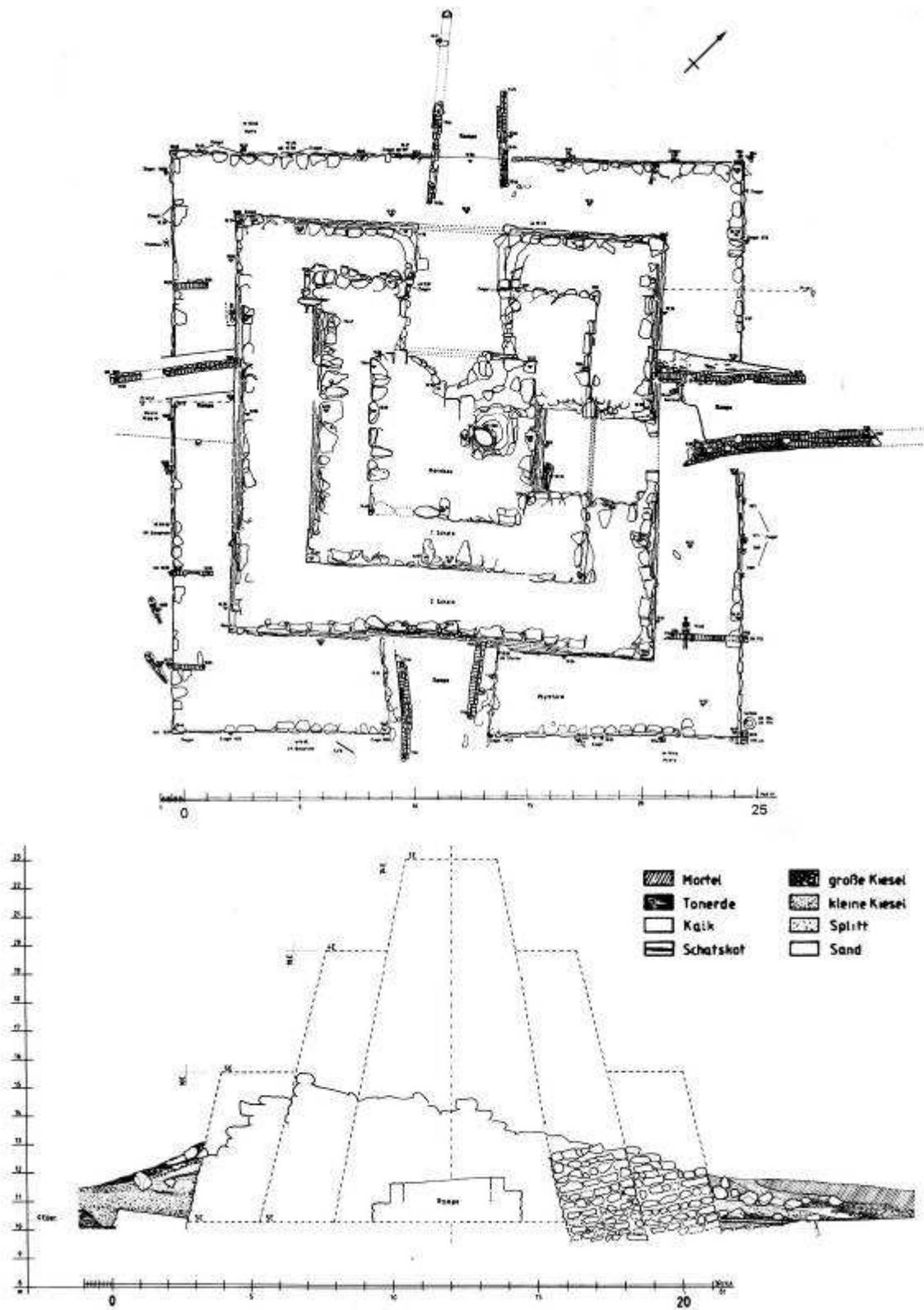


Fig.265 - Abydos, piramide a gradoni. Pianta e sezione con la ricostruzione ipotetica del profilo originario (III dinastia) (DREYER – SWELIM 1982)

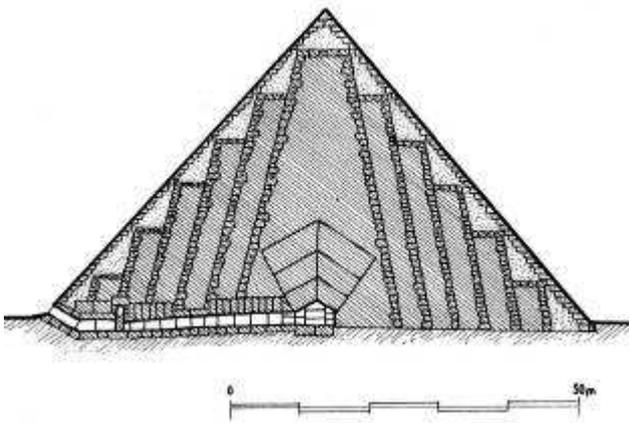


Fig. 266 – Struttura della piramide di Sahura ad Abu Sir (V dinastia) (EDWARDS 1993)

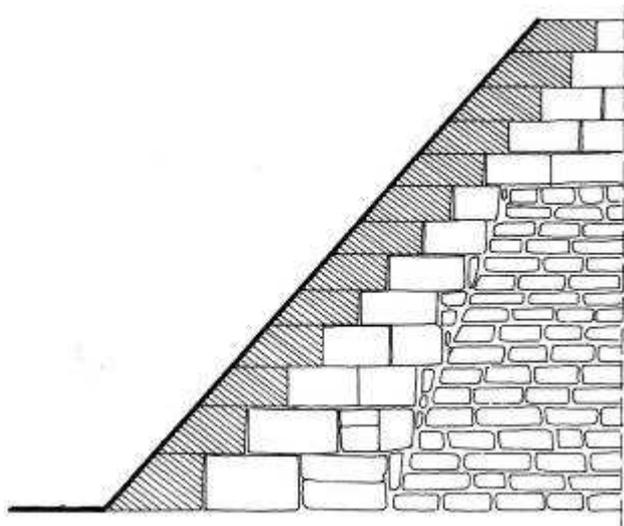


Fig. 267 – Particolare della struttura muraria perimetrale delle piramidi a facce lisce della IV dinastia (GOYON *et alii* 2004)

mettevano in opera degli elementi piccoli e leggeri, facilmente manovrabili dai singoli operai, ora diventa necessario approntare nel cantiere una complessa serie di infrastrutture – strade, rampe, piattaforme di lavoro – e di strumenti – rulli, slitte, funi, leve – che richiedono la mobilitazione di un gran numero di individui (cfr. pp. 222-223).

Anche la costruzione delle grandi piramidi in pietra obbliga a trovare soluzioni diverse da quelle che erano adottate nelle ziggurat e nelle mastabe in mattoni. La distribuzione del carico di una massa compatta di centinaia di migliaia di blocchi lapidei (circa due milioni e mezzo nella piramide di Cheope) non poteva essere risolto certamente con i letti di stuoie. Il sistema che viene adottato, a partire

dalla piramide a gradoni di Djoser, applicandolo poi anche nelle grandi piramidi della IV dinastia, è quello di frazionare la muratura in una serie di compartimenti inclinati e di altezza decrescente verso l'esterno, organizzati intorno a un nucleo troncopiramidale in ripida pendenza (75-80°), i quali si appoggiano l'uno sull'altro<sup>177</sup> (figg. 265, 266). La stabilità dell'insieme è dovuta alla pressione che ogni settore esercita verso il centro dell'edificio, grazie all'inclinazione dei piani di contatto; la coesione fra le varie masse murarie sarebbe invece inesistente se esse fossero collocate in verticale. I piani di contatto costituiscono inoltre delle fenditure artificiali programmate le quali assecondano i diversi lavori delle compressioni dei compartimenti di diversa altezza che sono liberi di scorrere l'uno sull'altro e si evita la formazione di lesioni incontrollate all'interno della muratura. Nelle piramidi della III dinastia si usano blocchi di piccole dimensioni; per impedire la fuoriuscita dal muro, essi vengono disposti su assise in pendenza verso l'interno (fig. 265). Durante la IV dinastia i piani di posa sono orizzontali perché i blocchi sono molto più grandi: la forza di attrito statico esercitata dal loro peso li rende inamovibili. In quest'epoca le piramidi sono inoltre rivestite da una fascia di conci di calcare più fine, con i giunti perfettamente accostati e le facce esterne tagliate in diagonale. Una muratura intermedia riempie i gradoni della struttura interna e raccorda i blocchi del nucleo con quelli più grandi del rivestimento (fig. 267).

Nel Medio Regno le piramidi adottano un diverso tipo di struttura; sono costituite da uno scheletro portante di muri in grandi blocchi di pietra disposti su assise orizzontali i quali suddividono l'edificio in una serie di compartimenti che vengono riempiti da materiali di piccolo taglio, pietrame o mattoni crudi (figg. 268, 269). Il telaio è formato da due muri principali disposti secondo le diagonali che si incrociano al centro, dove raggiungono la massima altezza, ai quali si raccordano serie di muri che sono ortogonali ai lati esterni. Il riempimento di ogni cellula in questo modo è indipendente dagli altri ed è più facilmente governabile; la sua stabilità è assicurata dalle alte pareti verticali che lo arginano ai fianchi e dalla pressione esercitata dai blocchi di calcare del rivestimento che vi poggiano sopra. Questo sistema non era meno solido dell'altro. Il

<sup>177</sup> DREYER – SWELIM 1982; GOYON *et alii* 2004, pp. 254-259

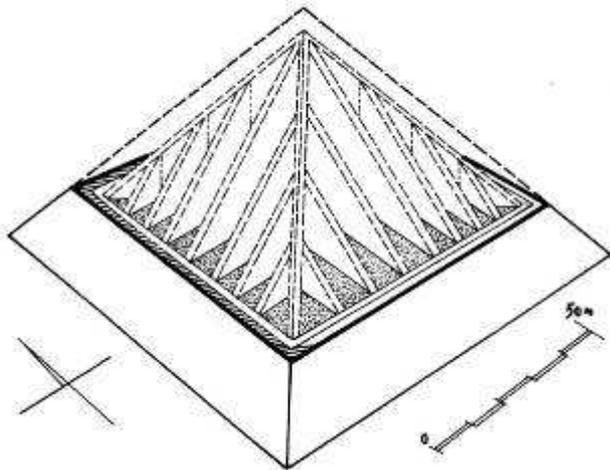


Fig. 268 – Struttura della piramide di Sesostris I a Lisht (XII dinastia) (GOYON *et alii* 2004)

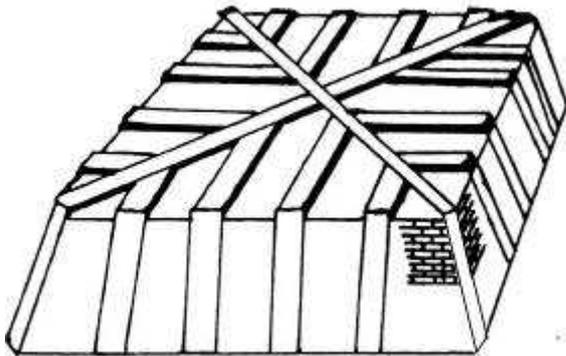


Fig. 269 - Struttura della piramide di Sesostris II a Lahun. Scheletro murario in blocchi di pietra calcarea e riempimento in mattoni crudi (SPENCER 1979)

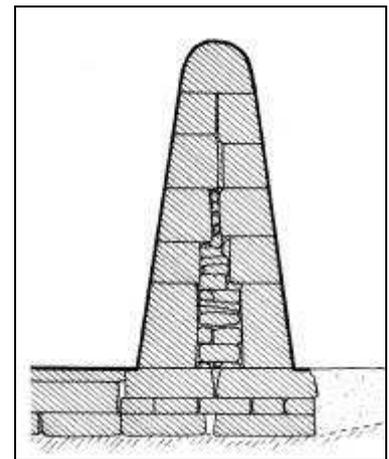
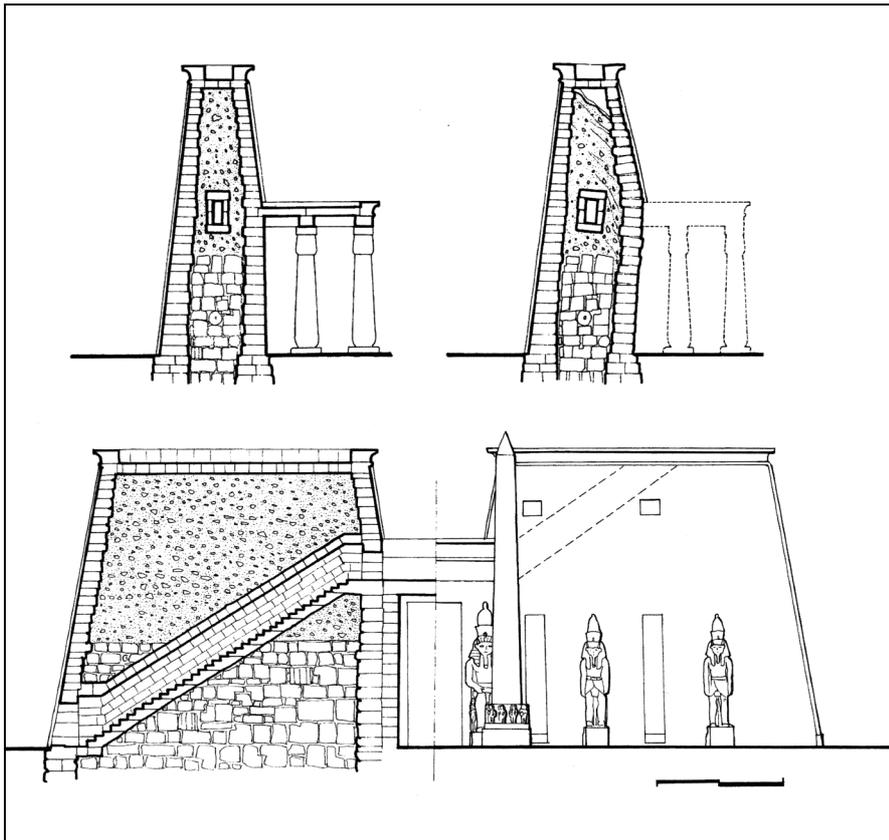
motivo per cui le piramidi del Medio Regno sono giunte fino a noi in un pessimo stato di conservazione, rispetto a quelle di epoca precedente, è dovuto alla spoliazione dei materiali dell'involucro che ha causato lo scivolamento verso l'esterno e la dissoluzione della massa incoerente o friabile del riempimento. L'asportazione del rivestimento delle piramidi dell'Antico Regno ha messo invece in luce una massa muraria interamente costituita da grandi blocchi i quali per la propria consistenza sono rimasti al loro posto.

Nel Nuovo Regno le grandi piramidi non sono più costruite. Le strutture più voluminose sono i piloni di forma trapezoidale che fiancheggiano il portale di accesso al recinto sacro del tempio. La muratura esterna in conci forma un cassone che è colmato nella parte inferiore da una massa pesante con grossi blocchi più o meno regolari, molti dei quali di reimpiego, in alto da un agglomerato

incoerente di pietrame e terra (fig. 270). Il nucleo è perforato da una scala interna che sale alla terrazza superiore, con scalini, pareti e soffitto in conci parallelepipedi, la quale non lega con la muratura perimetrale e poggia sui materiali del riempimento. Sono soluzioni rischiose sul piano costruttivo che possono determinare fattori di squilibrio. La massa fluida della parte superiore del riempimento preme infatti in senso laterale sulla muratura dell'involucro, la quale in alcuni casi è crollata o si è pericolosamente deformata a causa dell'asportazione di grandi strutture che vi erano addossate dalla parte interna e che agivano da contrafforti.

I muri del Nuovo Regno sono mediamente meno voluminosi rispetto a quelli della IV-V dinastia<sup>178</sup>. I blocchi, la maggior parte in arenaria, sono inoltre meno grandi grazie al fatto che il lavoro in cava è stato velocizzato dalla introduzione degli strumenti in bronzo. Lo spessore di molti muri corrisponde a quello di un solo blocco. Quelli più massicci sono costituiti da due paramenti accostati oppure più o meno distanziati con un riempimento nel mezzo (fig. 271). L'orditura degli elementi lapidei, come nelle epoche precedenti, presenta numerose irregolarità. Le facce superiori e inferiori, corrispondenti ai letti di attesa e di posa, sono perfettamente rettilinee e ben combacianti, ma i blocchi hanno dimensioni diverse, anche in altezza. Le assise presentano numerosi dislivelli, talvolta alcuni tratti sono persino inclinati; non sono infrequenti anche le facce laterali oblique (fig. 272). Queste caratteristiche fanno pensare che le pietre giungessero dalle cave in formati diversi che erano determinati molto probabilmente dal fatto che i tagli orizzontali, per semplificare il lavoro, venivano fatti corrispondere con le fessurazioni naturali della roccia. Durante la posa ogni blocco veniva squadrato tenendo conto volta per volta della forma e delle dimensioni degli elementi già in opera. Spesso restavano dei vuoti che andavano riempiti con dei tasselli. Il legame tra le due cortine o tra queste e il riempimento è quasi sempre inesistente. I blocchi messi di testa, che penetrano nello spessore del muro, sono rari. Grappe di legno a coda di rondine disposte per lungo collegano i blocchi adiacenti di ciascuna delle due cortine ma quasi mai sono poste di traverso per allacciare gli opposti

<sup>178</sup> Sulle murature egiziane si veda in particolare ARNOLD 1991, pp. 148-182; GOYON *et alii* 2004, pp. 259-306.



▲ Fig. 271 - Sezione del muro di cinta interno della piramide di Sesosti I a Lisht. I due paramenti hanno letti d'attesa ad altezze differenti (GOYON *et alii* 2004)

◀ Fig. 270 - Sopra: deformazione di un pilone di Luxor della XVIII dinastia a seguito della distruzione del portico interno. Sotto: ricostruzione della struttura di un pilone del Nuovo Regno (GOYON *et alii* 2004)

paramenti. Il raccordo tra le varie parti era risolto solo da un'assisa posta alla base e da un coronamento in grossi blocchi il cui spessore corrispondeva a quello della sommità del muro (fig. 271). Un deciso miglioramento delle tecniche si verifica a partire dalla XXV dinastia (VIII-VII sec. a.C.) e soprattutto in età tolemaica e romana. Nei muri costituiti da due paramenti, questi vengono posti esattamente allo stesso livello e sono più frequentemente legati da blocchi di testa, disposti anche per assise alterne, e da grappe a coda di rondine; nei muri di maggiore dimensione gli elementi lapidei del riempimento diventano gradualmente più grandi fino ad assimilarsi e a legarsi con i blocchi delle due cortine. Durante la XXX dinastia (IV sec. a.C) cominciano a diffondersi le murature isodome secondo l'uso greco.

Nelle murature egiziane gli elementi lapidei delle cortine non avevano bisogno di una malta legante. L'attrito statico che si esercitava fra di essi era determinato non solo dal loro peso ma anche dal taglio rettilineo delle facce orizzontali che li rendeva perfettamente combacianti. Per far scivolare i blocchi l'uno sull'altro durante la posa si usava stendere sui letti di attesa un velo liquido di

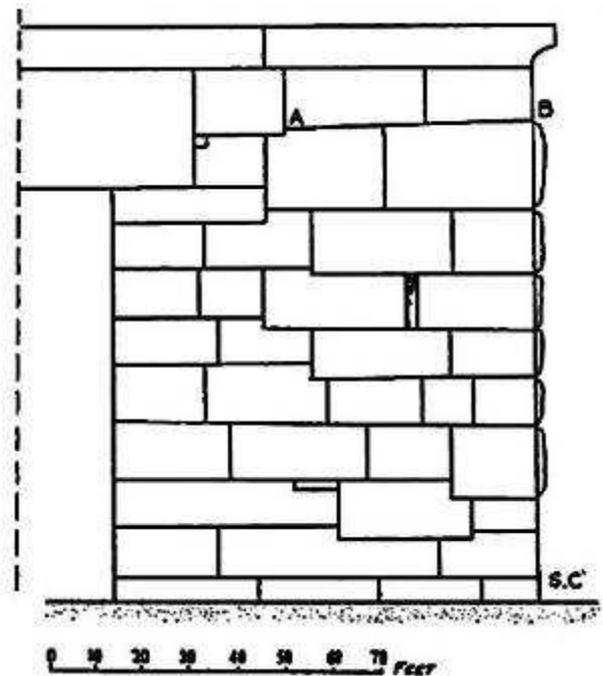


Fig. 272 Prospetto di un muro del tempio di Amenhotep III a Luxor (XVIII dinastia) (CLARKE – ENGELBACH 1930)

gesso morto (cfr. p. 31) che agiva da lubrificante. La malta, generalmente a base di gesso, sabbia o limo, trovava invece all'interno delle murature una funzione di riempimento; essa serviva a colmare tutte le cavità che risultavano tra le pietre, soprattutto quelle del nucleo dei muri di grande spessore che avevano una forma più irregolare e quindi combaciavano in modo approssimativo, ma anche tra i giunti verticali delle cortine i quali aderivano perfettamente in facciata ma spesso erano lievemente divergenti verso l'interno. Il principio da rispettare era quello di eliminare tutti i vuoti che venivano a determinarsi nella muratura i quali erano un fattore di indebolimento. Nel nucleo delle grandi piramidi dell'Antico Regno, composto da centinaia di migliaia di grandi pietre sommariamente regolarizzate, tutti gli interstizi erano accuratamente sigillati da un riempimento di malta sabbiosa e di piccoli ciottoli.

Per quanto riguarda le fondazioni bisogna distinguere tra gli edifici che erano costruiti sui banchi rocciosi presso i margini del deserto e quelli innalzati nel terreno alluvionale intorno al Nilo. Nel primo caso le costruzioni erano direttamente impiantate sul suolo; la roccia veniva anzi parzialmente inglobata nell'edificio per risparmiare il materiale da costruzione, come ad esempio nella piramide di Cheope e in particolare nel monumento funerario della regina Khentkaues a Giza, della IV dinastia, la cui parte inferiore è costituita da un alto zoccolo roccioso risparmiato dalle operazioni di sbancamento e poi rivestito da una muratura lapidea<sup>179</sup> (fig. 273). Nel secondo caso si hanno generalmente fondazioni **lineari** che corrispondono allo schema planimetrico dell'alzato. Le trincee venivano stabilizzate sul fondo da uno strato di sab-

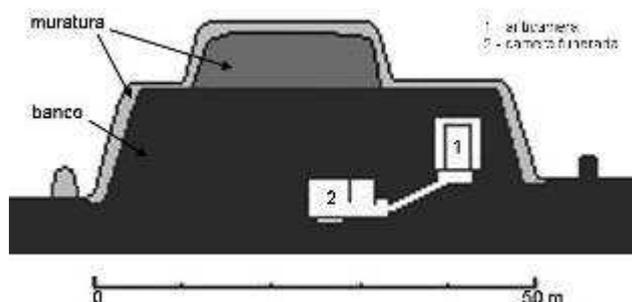


Fig. 273 - Giza. Tomba di Khentkaues (IV dinastia). Pianta e sezione (i-cias.com, rielab. dell'autore)

<sup>179</sup> EDWARDS 1993, p. 148

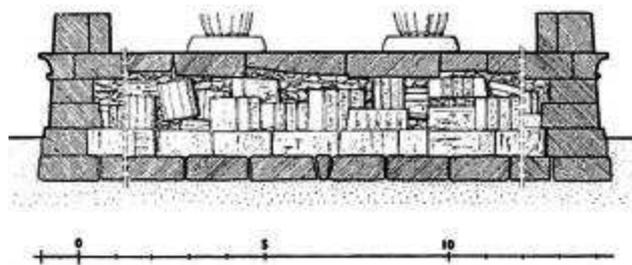


Fig. 274 - Fondazione del tempio di Amenhotep III a Luxor riempita con blocchi di reimpiego (SCHWALLER DE LUBICZ 1957)

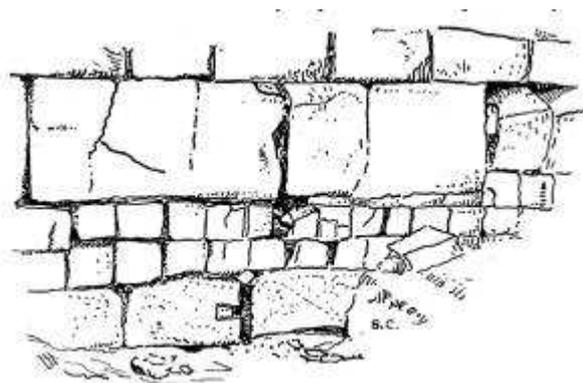


Fig. 275 - Fondazioni del pilone di Ramesse I a Karnak (CLARKE - ENGELBACH 1930)

bia alto qualche decina di centimetri su cui erano impostati una o più assise di blocchi non squadri a eccezione di quello più alto che riceveva l'alzato. In linea generale sono opere di mediocre qualità non commisurate al carico che debbono sostenere. Il più delle volte hanno scarsa profondità (una o due assise di blocchi sotto muri e colonne dei templi, solo tre assise sotto gli enormi piloni) e non sono più larghe dell'alzato. Sono frequentemente utilizzati numerosi elementi di reimpiego di forma irregolare che determinano dislivelli nelle assise (fig. 274) oppure blocchi di dimensioni molto più piccole di quelli dell'elevato e di roccia friabile (fig. 275). Le fondazioni dei colonnati erano sovente **discontinue** e anche questo costituiva un fattore di debolezza. Clamoroso è il caso di un'alluvione avvenuta nel 1899 che fece crollare undici colonne nella sala ipostila di Karnak. Le pessime fondazioni di arenaria che furono messe in luce erano state talmente compromesse dalle infiltrazioni di acqua piovana che una leggera frizione le riduceva in polvere, alcune mostravano tracce di inutili tentativi di consolidamento effettuati in un'epoca impre-

cisata<sup>180</sup>. Un netto miglioramento si verifica solamente a partire dalla XXV dinastia e soprattutto in età greca e romana. I templi vengono finalmente fondati su **piattaforme** massicce con blocchi ben curati che riempiono l'intera area dell'edificio, disposti su almeno o tre quattro assise, e all'esterno debordano largamente rispetto all'alzato (fig.276).

Nella seconda metà del secondo millennio le strutture in conci cominciano a vedersi anche nelle tombe e negli edifici monumentali di altre regioni del Mediterraneo Orientale, dalla Grecia alla Palestina, con aspetti sostanzialmente analoghi a quelli delle murature egiziane (fig. 246 a p. 157).

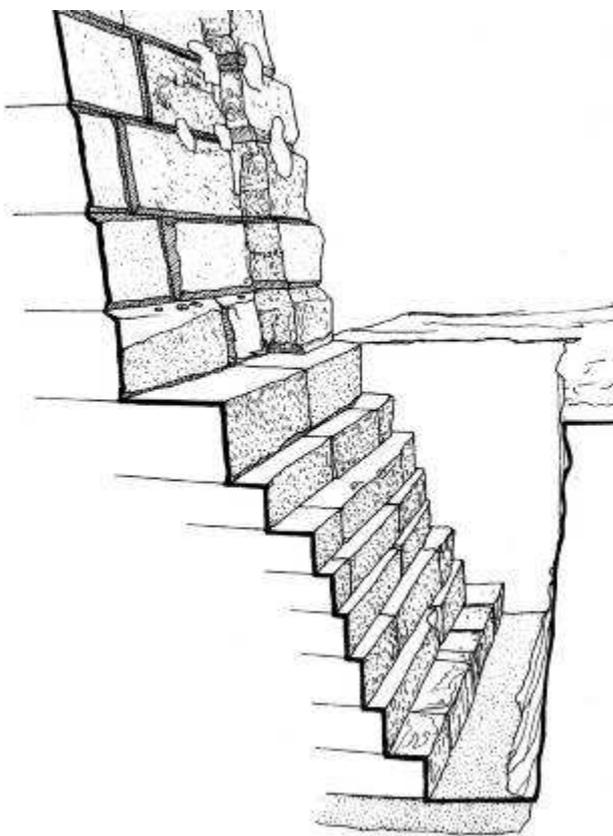


Fig. 276 - Fondazione del I pilone di Karnak, costruito sotto Nectanebo I (XXX dinastia) (GOYON *et alii* 2004)

## 2) L'opera quadrata greca

In linea generale nel mondo greco e italico le fondazioni degli edifici sono più curate. L'uso della pietra alla base dell'edificio, la quale in questa parte del mondo ha una funzione fondamentale per proteggere l'alzato dall'umidità del suolo, ha origini antichissime. Bassi muri lapidei, che nei primi tempi erano completamente subdiali, già nel neolitico costituivano il basamento delle capanne in legno e terra. Queste strutture in seguito cominciano a essere infossate nel terreno. Lo sviluppo in profondità si attua soprattutto nell'architettura minoica e micenea in conseguenza dell'utilizzo in larga scala del pietrame negli elevati e per la crescita in altezza degli edifici, anche se non sempre in quest'epoca le soluzioni adottate rispondono a criteri di razionalità. La collocazione in pendio degli abitati richiede anche la costruzione di robusti muri di terrazzamento che dà inizio a una tradizione costruttiva nel campo delle opere di sostruzione. Dopo la lunga parentesi del cosiddetto medioevo ellenico in cui si torna alla capanna impostata su un semplice zoccolo litico, in età arcaica si ricomincia a dedicare una cura particolare alle fondazioni le quali nella maggior parte dei casi sopportano edifici in mattoni crudi o in pietrame che sono appesantiti dai tetti di tegole. Blocchi parallelepipedi dalle facce non levigate sono comunemente utilizzati nelle fondazioni dei principali edifici dal VII sec.; in linea generale la struttura è più larga dell'elevato, si usano blocchi di dimensioni abbastanza grandi disposti su assise orizzontali, sebbene le altezze siano variabili. Si ricorre a pietre locali di scarso pregio; il marmo è riservato alle parti visibili dell'edificio. Le fondazioni delle abitazioni comuni presentano un quadro molto eterogeneo; a Taso sono attestati tipi diversi in grandi blocchi di pietra di forma irregolare, alcuni composti da una sola assise, altri notevolmente più profondi con cinque filari messi a gradoni; non mancano fondazioni in pietrame con lastrine piatte e allungate disposte su ricorsi variabili le quali si alternano a pochi grandi blocchi<sup>181</sup>.

Il tipo più comune è la **fondazione lineare semplice** che corrisponde alla pianta dell'edificio (fig. 292). Nelle costruzioni migliori questa si svolge uniformemente anche sotto i colonnati. Nei grandi templi le fondazioni lineari in grandi blocchi parallelepipedi dei muri e dei colonnati sono spesso

<sup>180</sup> CLARKE – ENGELBACH 1930, pp. 76-77

<sup>181</sup> GRANDJEAN 1988, pp. 365-367; tav. 106.

collegate in senso trasversale e longitudinale da setti murari di analoga fattura che formano una robusta griglia ortogonale (**fondazioni lineari con raccordi**) (fig. 293). Nelle peristasi un'alternativa più economica era quella di posizionare i blocchi solamente sotto le colonne e collegarli in corrispondenza degli intervalli con una più leggera struttura in pietrame. Ancora in età ellenistica non è infrequente che le colonne interne agli edifici siano imprudentemente impostate su pile isolate (**fondazioni discontinue**), come ad esempio nella Sala Ipostila di Delo<sup>182</sup>, edificio peraltro molto impegnativo sul piano strutturale. Le **fondazioni a piattaforma**, costituite da una massa muraria compatta sotto tutto l'edificio sono molto più rare e si trovano solo su terreni instabili, anche a rischio di frane, come è il caso della Tholos di Delfi<sup>183</sup>. Una soluzione intermedia, più diffusa, è quella di scavare tutta l'area in cui viene impiantato l'edificio realizzando un sistema di fondazioni a griglia; i vuoti che risultano nel mezzo vengono colmati da un riempimento omogeneo di sabbia o pietrame di piccolo taglio che costituisce una massa stabile e compatta, la quale si oppone a eventuali movimenti oscillatori delle strutture portanti<sup>184</sup>(fig. 277). In qualche caso si riscontrano anche fondazioni stabilizzate da uno strato di sabbia sul fondo,

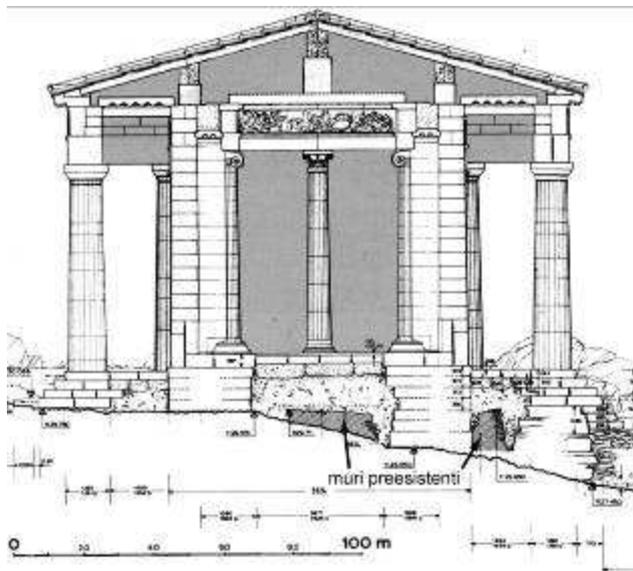


Fig. 277 - Bassae. Tempio di Apollo (420-410 a.C.). Sezione trasversale (SVOLOPOULOS 1995)

<sup>182</sup> POULSEN – VALLOIS 1914

<sup>183</sup> CHARBONNEAUX – GOTTLÖB 1925

<sup>184</sup> Come per esempio le fondazioni del tempio di Apollo a Bassae di età classica (cfr. COOPER 1996, pp. 139-142)

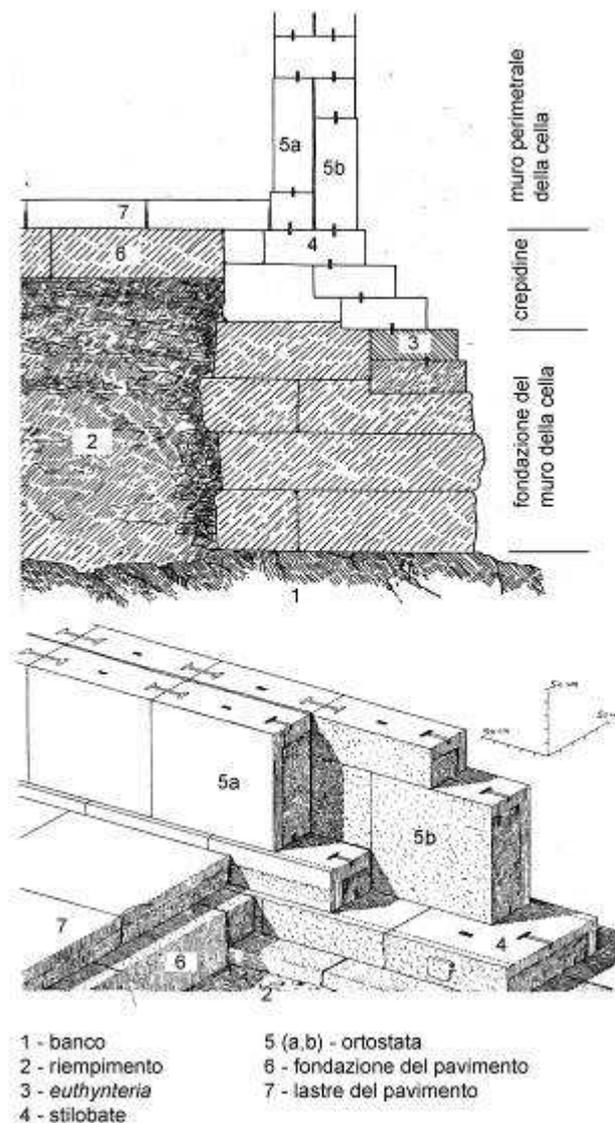


Figura 278 - Delo. Tempio degli Ateniesi (420 a.C.). Disposizione dei blocchi della fondazione, della crepidine e del muro perimetrale. Sezione (MARTIN 1965) e assonometria (COURBY 1931). Rielab. dell'autore

secondo l'uso orientale, come è attestato ad esempio nel secondo diptero di Hera a Samo<sup>185</sup>.

L'*euthynteria* è un filare di transizione fra le fondazioni e l'elevato, realizzata generalmente in maniera più accurata e con un materiale migliore rispetto alla fondazione; le facce inferiori si adattano ai dislivelli dei blocchi sottostanti, quelle superiori sono invece perfettamente a livello: è l'assisa che stabilisce l'orizzontalità dell'alzato (fig. 278).

<sup>185</sup> KIENAST 1991, p. 126, fig. 4

Sull'*euthynteria* è impostata la **crepidine** (*krepis*) che propriamente è lo zoccolo o basamento dell'edificio. In corrispondenza delle facciate a colonne, ma spesso anche sotto i muri continui, è una struttura a gradini; la formula canonica di età classica sarà la crepidine a tre scalini. Il gradino superiore, che è quello dove poggiano le colonne, prende il nome di **stilobate**.

In età arcaica negli alzati dei principali edifici cittadini – in primo luogo il tempio – i conci in forma di parallelepipedi prendono il posto del pietrame e dei mattoni crudi; ma questa trasformazione si attua con gradualità, procedendo dal basso verso l'alto e dall'esterno verso l'interno in base ad alcuni principi fondamentali: la pietra trova una collocazione privilegiata nella parte inferiore della costruzione perché è più pesante e all'esterno perché è più resistente alle intemperie e perché è gravata da un maggior carico. Alcuni templi del VII a.C. avevano colonne lapidee ma trabeazioni ancora in legno. Poi anche queste verranno realizzate in pietra. Il Tempio di Apollo a Siracusa<sup>186</sup>, dell'inizio del VI sec. a.C., si colloca in una fase di transizione esemplificando significativamente le modalità di questo passaggio (figg. 279, 280). Appaiono realizzate in pietra le fondazioni, i muri della cella e le colonne della peristasi. Le colonne della cella invece sono ancora in legno come tutte le traviature dei soffitti e delle coperture. Nella trabeazione esterna sono in pietra solamente il fregio e parte dell'architrave<sup>187</sup>. I blocchi lapidei di quest'ultimo presentano una sezione a L; le due facce più grandi stavano sopra le colonne e in facciata; sul lato interno, meno esposto, l'elemento era integrato da travi lignee. Alla fine del secolo nella maggior parte dei templi saranno realizzate in pietra anche le colonne interne e tutta la trabeazione compresa la cornice. A eccezione di alcuni monumenti che si doteranno di coperture litiche – in particolare in alcuni contesti che beneficiano della vicinanza delle cave di marmo (come Atene, Delo, Nasso) (cfr. pp. 204-207) – in tutti gli edifici le traviature dei soffitti e dei tetti resteranno sempre in legno.

In Grecia la muratura in conci si distingue già in età arcaica per la sua grande accuratezza; gli

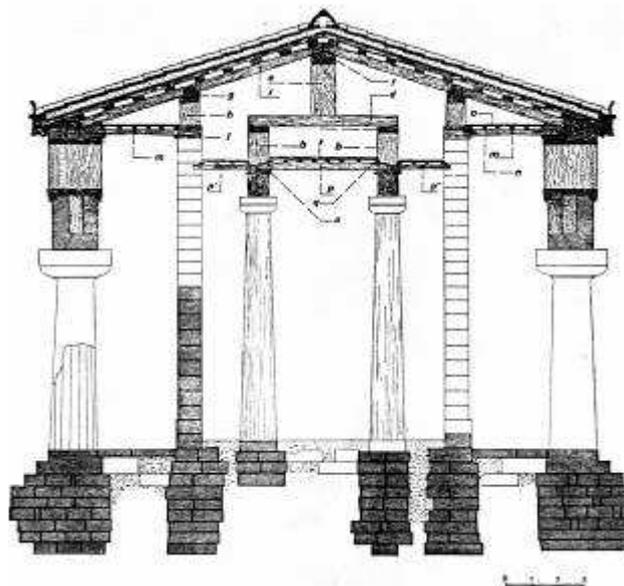


Fig. 279 - Siracusa. Tempio di Apollo (inizio VI sec. a.C.). Sezione trasversale dei resti attuali, in grigio scuro, e ipotesi ricostruttiva delle parti mancanti (GULLINI 1974)

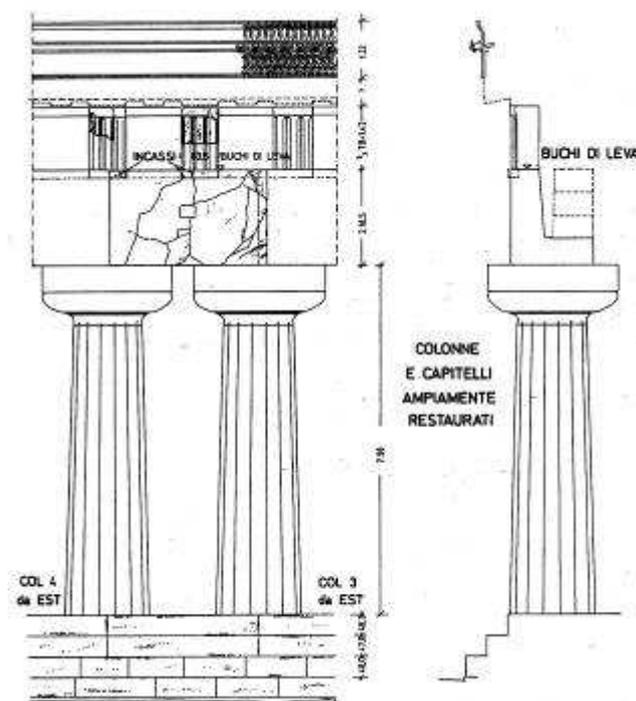
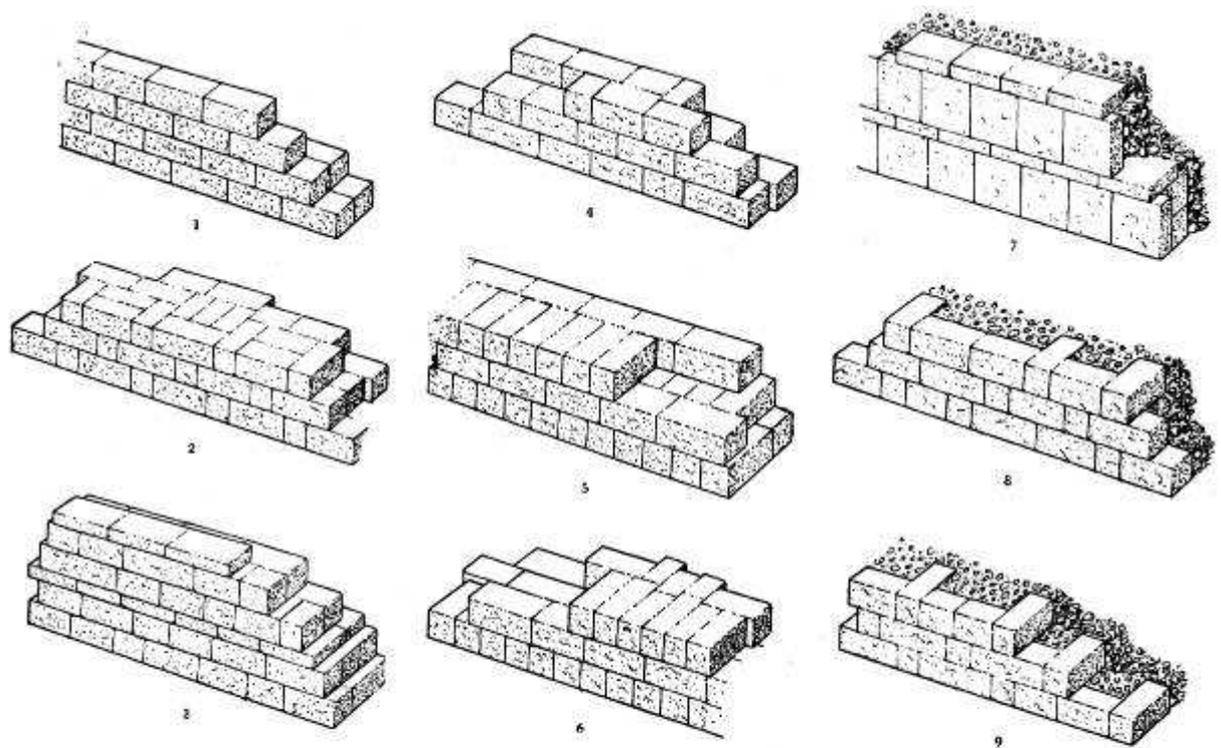


Fig. 280 - Siracusa. Tempio di Apollo. Ricostruzione del colonnato esterno e della trabeazione. Prospetto e sezione (MERTENS 2006)

<sup>186</sup> GULLINI 1974, pp. 60-73

<sup>187</sup> Gullini ricostruisce in legno anche il fregio. *Contra* Mertens il quale fa notare l'esistenza di frammenti di triglifi in pietra che possono essere riferiti solamente all'Apollonion (MERTENS 2006, pp. 104-110)



1) - muro isodomo perfetto con giunti simmetrici ----- 2) muro isodomo con blocchi per lungo alternati a blocchi di testa sullo stesso filare ----- 3) muro pseudoisodomo con filari per lungo alternati a filari di testa ---- 4) muro isodomo imperfetto con blocchi per lungo e giunti asimmetrici ----- 5) muro con filari alternati per lungo e di testa su due pareti a faccia vista ----- 6) muro come il precedente con una sola faccia visibile ----- 7) riempimento e cortina pseudoisodoma con filari alternati per lungo, per alto, di testa, per alto ---- 8) riempimento e cortina isodoma con blocchi per lungo alternati a blocchi di testa sullo stesso filare (blocchi di testa asimmetrici) ----- 9) riempimento e cortina isodoma con blocchi per lungo alternati a blocchi di testa sullo stesso filare (blocchi di testa simmetrici)

Fig. 281 - Disposizione dei blocchi nell'opera quadrata (LUGLI 1957, definizioni riviste dall'autore)

elementi sono perfettamente combacianti, hanno forma di parallelepipedi regolari, presentano altezza uguale nel medesimo filare per cui le assise mantengono lo stesso piano. Nelle murature ordinarie i conci riempiono l'intero spessore della parete (fig. 281, nn. 1-5); nei muri massicci, come quelli delle fortificazioni, costituiscono il paramento di un riempimento in terra e pietrame (*emplekton*) (fig. 431, nn. 6-9). Nei muri del primo tipo i metodi di assemblaggio sono analoghi a quelli adottati nelle costruzioni in mattoni. Non a caso i termini *plintoi* e *plintides* che designavano i mattoni verranno associati anche ai conci lapidei di forma rettangolare. Questi ultimi sono più grandi (il lato lungo è più spesso compreso tra i 90 e i 120 cm, gli altri lati fra i 45 e i 75 cm), non sono elementi fatti in serie, quindi possono presentare dimensioni diverse; ma i Greci rispetto agli Egiziani usano un sistema più razionale per cui in ogni assisa almeno due dimensioni del blocco sono sempre uguali:

l'altezza e lo spessore, il quale il più delle volte corrisponde a quello della parete. I muri più spessi (90 cm e oltre) sono formati da due cortine ben accostate che vengono legate saldamente da blocchi disposti di testa, i quali si alternano a blocchi per lungo nella stessa assisa (fig. 281, 2) oppure un filare di blocchi per lungo si alterna a un filare di blocchi di testa (5). Gli elementi lapidei sono collocati a secco. L'uso delle grappe di fissaggio, che inizialmente sono di legno poi di metallo, prende piede in modo graduale. In origine in alcuni edifici, in particolare nelle Cicladi, stanno solo sui punti nevralgici come gli angoli e le parti alte, sottoposte a maggiori oscillazioni. Diventeranno molto numerose in età ellenistica. Resteranno escluse solamente le fondazioni; di regola la prima assisa con i blocchi collegati dalle grappe è l'*euthynteria*.

La letteratura archeologica italiana definisce **opera quadrata** le strutture costituite da conci in forma di parallelepipedi, sia greche che romane,



Fig. 282 - Atene. Tempio aniprostyle di Atena Nike (430-420 a.C.)

tenendo conto della terminologia utilizzata dagli autori latini (“*quadrata saxa*”)<sup>188</sup>. Per quanto riguarda la disposizione dei blocchi nel muro si usano espressioni analoghe a quelle delle pareti in mattoni: per lungo, di testa, di piatto, ecc. (cfr. p. 28). Quelli collocati con uno dei due lati più lunghi in verticale sono detti “per alto”; “per taglio” e “per fascia” sono sinonimi di “per lungo”<sup>189</sup>. Sulla base di quanto asserito da Vitruvio a proposito delle fabbriche dei Greci (II, 8, 6), si distinguono inoltre le murature dove tutti i filari sono di uguale altezza, che sono chiamate **isodome**, da quelle in cui i filari hanno altezze diverse (**pseudoisodome**). Il sistema isodomo, attestato già nel primo tempio di Poseidone a Itsmia<sup>190</sup> del VII sec. a.C., si impone a partire dall’età classica come modello di perfezione

<sup>188</sup> Ad es. VITR., II, 7, 1. Sull’argomento cfr. LUGLI 1957, p. 174

<sup>189</sup> Impropriamente i blocchi lapidei per lungo e di testa vengono anche chiamati rispettivamente *ortostati* e *diatoni*. In realtà il termine greco *diatonos* più precisamente sta a indicare una pietra che occupa tutto lo spessore del muro e quindi ha due facce visibili (“*utraque parte frontatos, quos διατονους appellat*”, VITR. II, 8, 7). *Orthostata* è un’altra parola greca, la quale significa “che sta eretto” e definisce in particolare le lastre collocate in verticale, o *per alto*, alla base del muro (fig. 278), non certamente i blocchi *per lungo*. Vitruvio (II, 8, 4), parlando dei muri che hanno un riempimento di materiali diversi, usa il termine *orthostata* per indicare le cortine delle due facce opposte le quali vanno legate fra loro con delle sbarre di piombo trasversali. Evidentemente egli considera l’intero paramento della parete come una grande lastra verticale; oppure si riferisce proprio ai blocchi dello zoccolo. In ogni modo quando più avanti descrive i muri greci con i blocchi alternati per lungo e di testa non usa mai il termine *orthostata* (II, 8, 7).

<sup>190</sup> GEBHARD – HEMANS 1992, p. 34, 38, fig. 9.

costruttiva. La versione canonica, che contraddistingue i monumenti dell’Acropoli di Atene, mostra blocchi di uguali dimensioni sia in altezza che in lunghezza e giunti verticali regolarmente alternati, posti esattamente sull’asse centrale dei blocchi delle assise adiacenti (figg. 281 n.1, 282). Nei muri di maggiore spessore, costituiti da due cortine affiancate, blocchi di identiche dimensioni vengono disposti alternativamente per lungo e di testa – sullo stesso filare o su filari alternati – secondo un modulo regolare (fig. 283). Il muro della cella del Partenone (spesso 1,16 m.) è stato invece realizzato alternando, nel senso dello spessore, un’assisa con due blocchi per lungo affiancati a un’assisa con un blocco di spessore doppio<sup>191</sup>; in questo modo le due facce del muro risultavano saldamente collegate mostrando all’esterno un disegno uniforme, uguale a quello degli altri muri isodomi (fig. 284). Alla base della parete, soprattutto a partire dall’età classica, si trova una fascia di blocchi più alti, disposti con uno dei due lati maggiori in verticale, denominati **ortostati** (al singolare *ortòstata*, dal greco “che stanno eretti”). Negli edifici ionici sono raccordati al pavimento da un basso zoccolo modanato (figg. 282, 283).

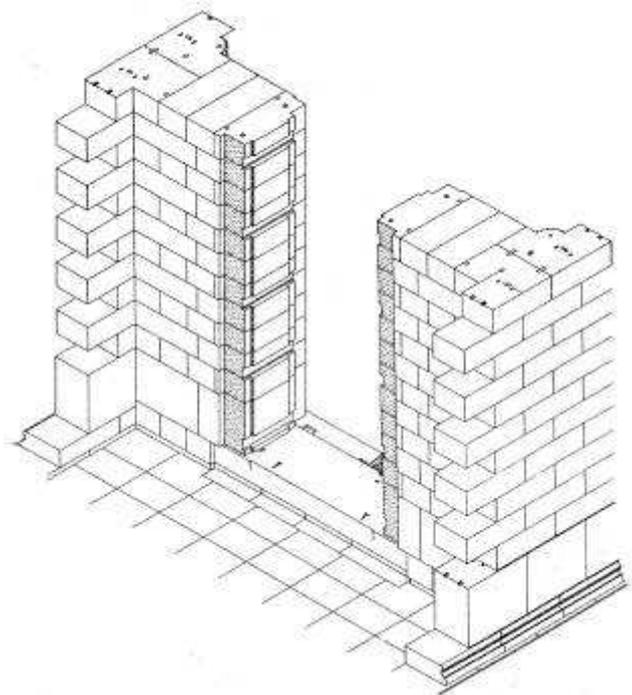


Fig. 283 - Xanthos. Tempio ellenistico di Leto. Ricostruzione assonometrica del muro tra il pronao e la cella (HANSEN 1991)

<sup>191</sup> ORLANDOS 1977, fig. 171

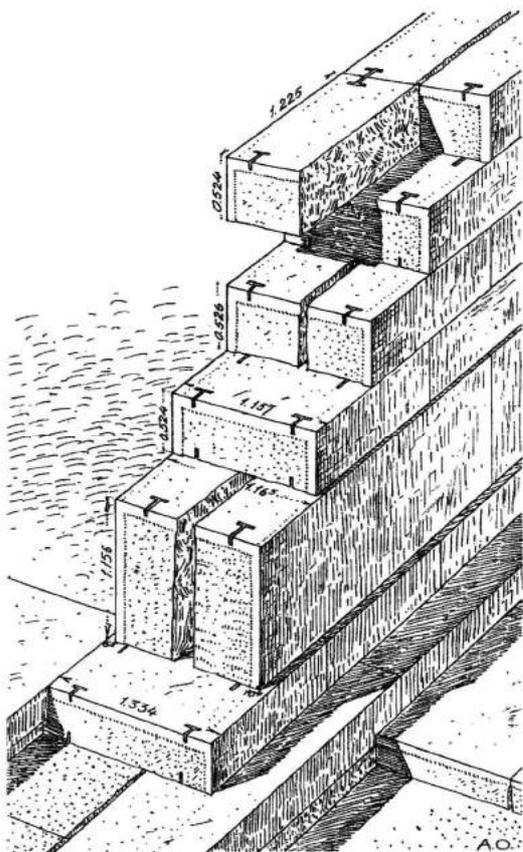


Fig. 284 - Atene. Partenone (447-437 a.C.). Disposizione dei blocchi nel muro della cella (ORLANDOS 1977)

Anche nei muri massicci, con *emplekton* in terra, pietrame o mattoni, i blocchi lapidei del paramento tendono a disporsi secondo una trama regolare. Sono frequenti i blocchi di testa che penetrano nel riempimento per legarlo alla cortina (fig. 281, nn. 8, 9). Spesso le cinte urbane erano rinforzate da setti murari trasversali in blocchi parallelepipedi che collegavano le due cortine dando luogo a una struttura a cassoni (fig. 291).

In età classica ed ellenistica, nelle Acropoli e nei centri abitati costruiti in pendio, particolarmente in Asia Minore, i muri di sostruzione si impongono nel panorama cittadino con le loro grandi masse murarie e vengono costruiti preferibilmente in opera quadrata isodoma, tecnica costruttiva che conferisce un'immagine decorosa confacente a un'architettura di tipo monumentale e scenografico (fig. 285). I muri di contenimento in opera quadrata, rispetto a quelli in pietrame (cfr. p. 143) o in opera poligonale, tendono a una maggiore verticalità conformemente a un principio di razionalità geometrica, ma devono in compenso essere adeguatamente rinforzati da una serie di setti trasversali posti all'interno, all'esterno oppure su entrambi i lati. Le soluzioni comunemente adottate all'esterno prevedono la realizzazione di strutture murarie continue (**speroni**) o distanziate (**contrafforti** o barbacani) che si addossano oppure, meglio ancora, si legano al muro di contenimento,

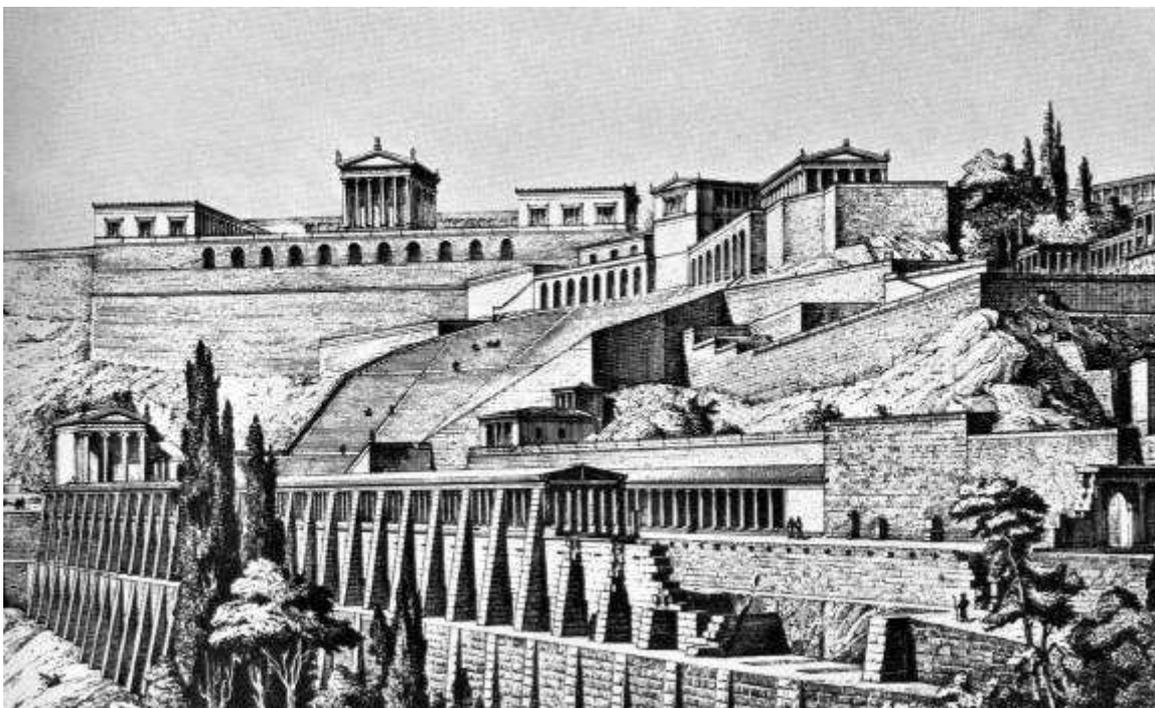


Fig. 285 - Veduta ricostruttiva dell'Acropoli di Pergamo. In primo piano le sostruzioni della terrazza del teatro.

le quali si contrappongono alla spinta del terreno retrostante (figg. 286, 287). Generalmente hanno profilo a scarpa – mentre il muro è verticale – per raccogliere al proprio interno le sollecitazioni con direzione obliqua e consentire un risparmio di muratura nella parte superiore. All'esterno del muro di contenimento viene talvolta addossato un edificio a più livelli che con la sua pesante massa muraria aumenta la forza di contrasto alle spinte laterali e al tempo stesso costituisce l'alto basamento di una stoà che si apre sul piazzale soprastante, organizzato al suo interno con una serie di ambienti di servizio (fig. 288).

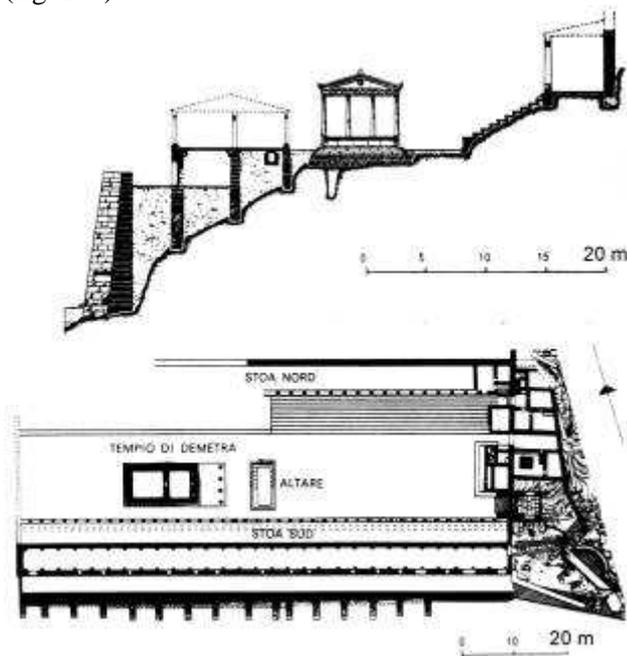


Fig. 286 - Pergamo. Santuario di Demetra (fine III, inizio II sec. a.C.). Pianta e sezione trasversale (BERVE – GRUBEN 1961)

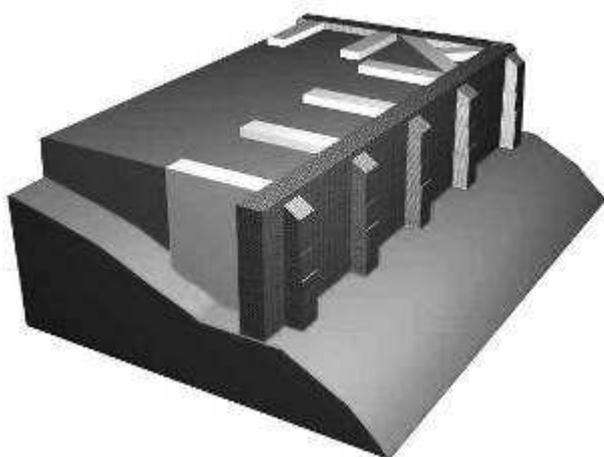


Fig. 287 - Sostruzione con contrafforti, “denti di sega” e rinforzi angolari (GIULIANI 2006)

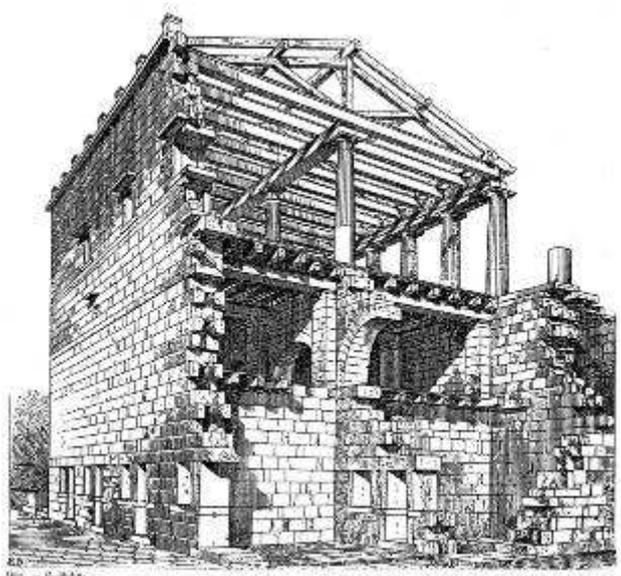


Fig. 288 - Ege, c.d. edificio da mercato. Ricostruzione (BOHN 1889)

### 3) L'opera quadrata romana

L'opera quadrata ha un ruolo centrale nell'architettura arcaica etrusca e romana, trovando largo impiego nelle fondazioni, negli ambienti ipogei – cisterne, fogne, pozzi – nei terrazzamenti, nelle mura urbane, nei basamenti dei templi. Fortificazioni in opera quadrata sono attestate già nel VI sec. a.C. in vari centri etruschi e laziali, fra cui Roselle<sup>192</sup>, dove sostituiscono una precedente cinta in mattoni crudi, Veio<sup>193</sup>, *Antemnae*<sup>194</sup>, Lavinio<sup>195</sup> (fig. 289); sono costituite in genere da un profondo fossato (*vallum*) e da un terrapieno posto in direzione dell'abitato (*agger*) formato dalla terra proveniente dallo scavo, il quale viene rivestito e contenuto da muri in opera quadrata tanto all'interno quanto all'esterno.

Roma viene dotata di una fortificazione di questo tipo all'epoca dei Tarquini, la quale verrà ristrutturata alla fine del IV secolo a.C., con il rifacimento della cortina esterna e l'aggiunta di torri quadrate<sup>196</sup> (fig. 290). Lo schema delle mura repubblicane sembra comunque corrispondere nella

<sup>192</sup> NAUMANN – HILLER 1959; COLONNA 1986, p. 432.

<sup>193</sup> COLONNA 1986, p. 432

<sup>194</sup> QUILICI – QUILICI GIGLI 1978, p. 187 e fig. 186

<sup>195</sup> GIULIANI – SOMMELLA 1977; FENELLI – GUAITOLI 1990

<sup>196</sup> CIFANI 2008, pp. 45-73

sostanza a quello delle originarie fortificazioni di età regia, delle quali venne conservato gran parte del muro di contenimento interno. L'aggere aveva un profilo inclinato, in discesa verso l'abitato, in modo da opporre al nemico un'alta muraglia difficilmente espugnabile, mentre all'interno risultava facilmente scalabile dai difensori.

In età repubblicana sono comuni anche le mura con due alte cortine parallele ed *emplekton*, con eventuali setti trasversali di rinforzo (*Volsinii*)<sup>197</sup> (fig. 291) e torri quadrate (*Falerii Novi*).

I templi arcaici e alto-repubblicani presentano in alcuni casi fondazioni lineari che corrispondono ai colonnati esterni e ai muri perimetrali della cella (tempio periptero di *Satricum*<sup>198</sup>) (fig. 292), o delle tre celle affiancate, con eventuali fondazioni isolate delle colonne interne al pronao (Ara della Regina a Tarquinia<sup>199</sup>, tempio di Apollo Medico a Roma<sup>200</sup>). Altrimenti hanno fondazioni a griglia con setti trasversali e longitudinali di raccordo (tempio di Giove Capitolino<sup>201</sup> e tempio dei Dioscuri<sup>202</sup> a Roma, tempio A e tempio B di Pyrgi<sup>203</sup>) (figg. 293, 294). Alcuni templi sorgevano su un alto podio cui si accedeva tramite una scalinata frontale. Il tempio di Giove a Roma, situato sulla sommità del colle Capitolino, era impostato su un poderoso basamento di 62 x 53 m composto da un reticolo di muri in opera quadrata spessi fino a 6,9 m e conservati per un'altezza massima di circa 13 m. La parte più profonda (circa 8,50 m) costituiva la fondazione; la



Fig. 289 - Mura di *Lavinium*. Planimetria e prospetto ricostruttivo di una porta di accesso (GIULIANI - SOMMELLA 1977)

<sup>197</sup> LUGLI 1957, pp. 277-279, fig. 72

<sup>198</sup> DE WAELE 1981

<sup>199</sup> BONGHI IOVINO 1997

<sup>200</sup> CIANCIO ROSSETTO 1997-98

<sup>201</sup> CIFANI 2008, pp. 80-109

<sup>202</sup> NIELSEN - ZAHLE 1985; NIELSEN - POULSEN 1992

<sup>203</sup> COLONNA 1970

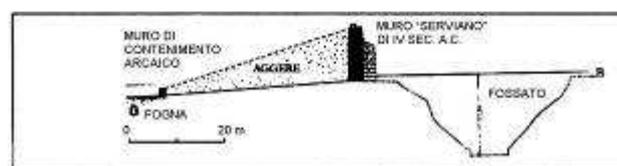
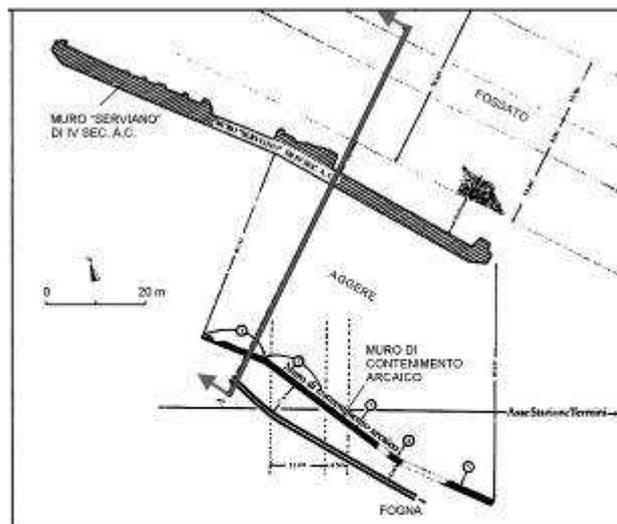


Fig. 290 - "Mura Serviane". Tratto sull'Esquilino presso la Stazione Termini. Pianta e sezione trasversale del fossato, dell'aggere medio repubblicano e del muro di contenimento arcaico (CIFANI 2008, rielab. dell'autore)

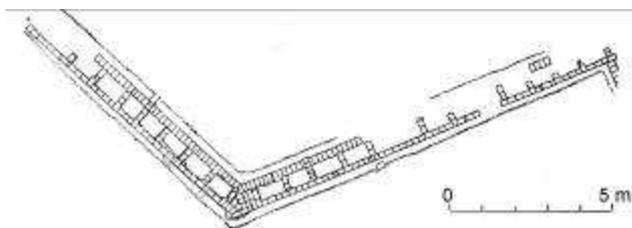


Fig. 291 - *Volsinii* (Bolsena). Planimetria di un tratto delle mura a doppia cortina, in località Giardino (H. Bloch in LUGLI 1957)

parte superiore, alta almeno 4,50 m, corrispondeva al podio che emergeva dal piano stradale (fig. 294).

I cassoni del basamento che risultavano in mezzo alla griglia dei muri, come è stato osservato nei templi di S. Omobono<sup>204</sup> a Roma e di Pyrgi<sup>205</sup>, venivano colmati alternando progressivamente gli strati di terra con i singoli filari; in questo modo il riempimento interno veniva utilizzato come piano di cantiere per la posa dei blocchi (fig. 295). La massa di terra dei cassoni esercitava una pressione laterale

<sup>204</sup> IOPPOLO 1989

<sup>205</sup> COLONNA 1970, pp. 23-47

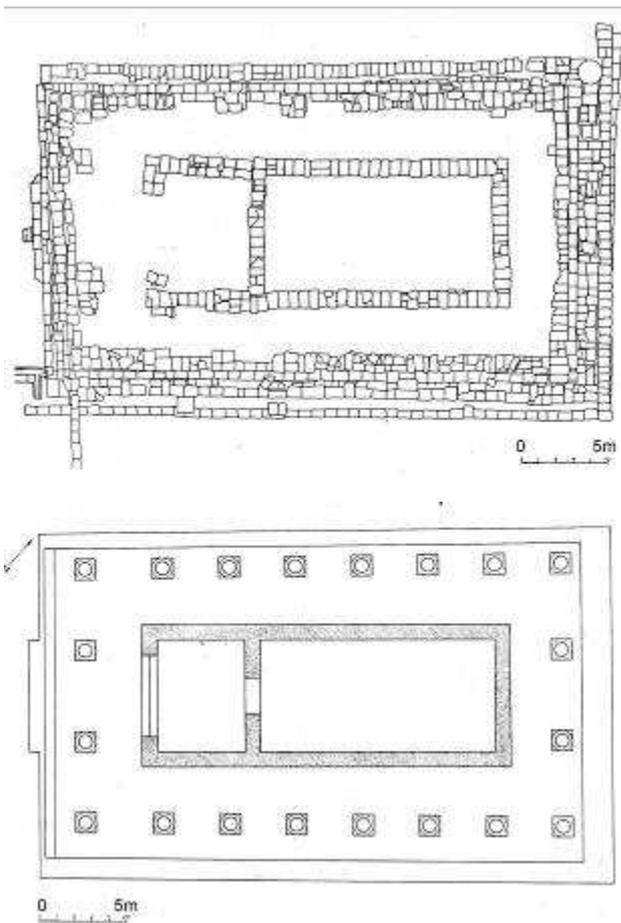


Fig. 292 - Satricum. Tempio recente. Planimetria dei resti conservati e pianta ricostruttiva (CHIARUCCI - GIZZI 1985)

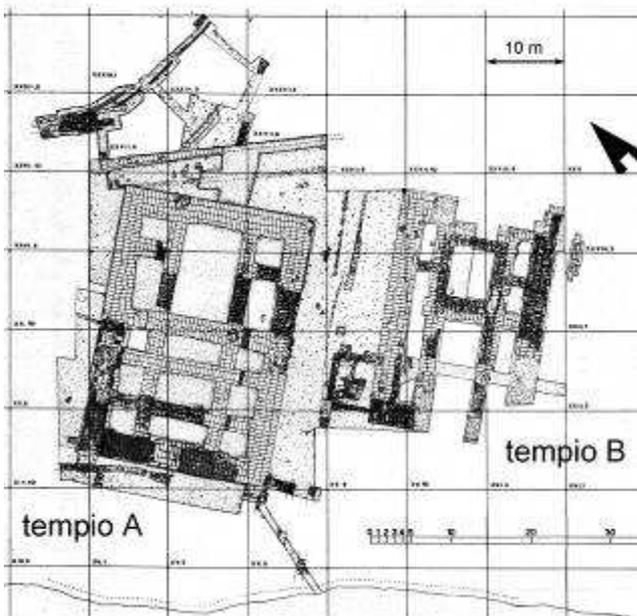


Fig. 293 - Pyrgi. Planimetria dei resti del Santuario (COLONNA 1970, rielab. dell'autore)

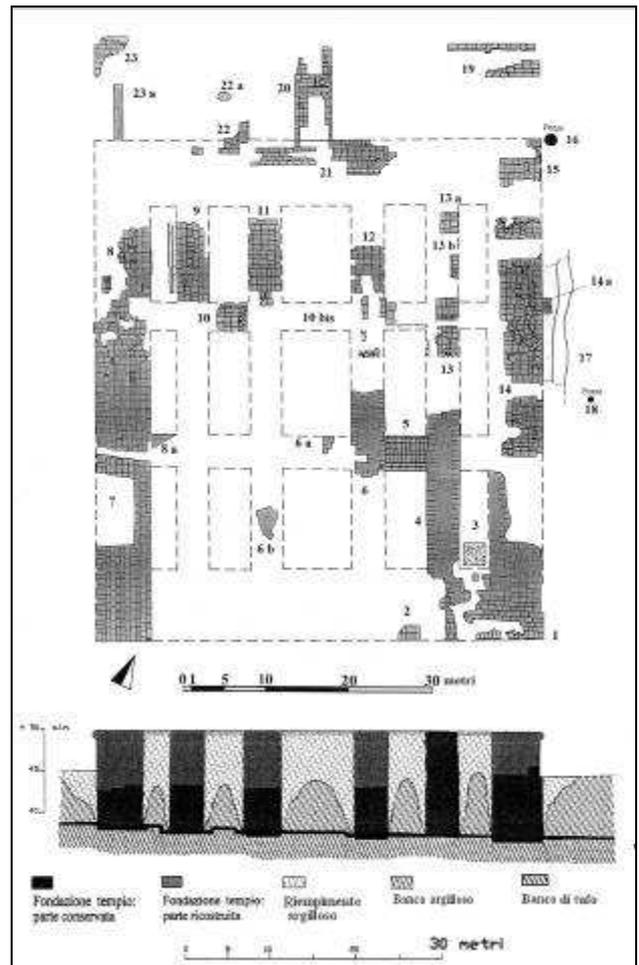


Fig. 294 - Roma. Tempio di Giove Capitolino. Sopra: planimetria generale dei rinvenimenti presso Palazzo Caffarelli. Sotto: sezione trasversale dei resti conservati della fondazione e del basamento con l'integrazione delle parti mancanti (CIFANI 2008, rielab. dell'autore)

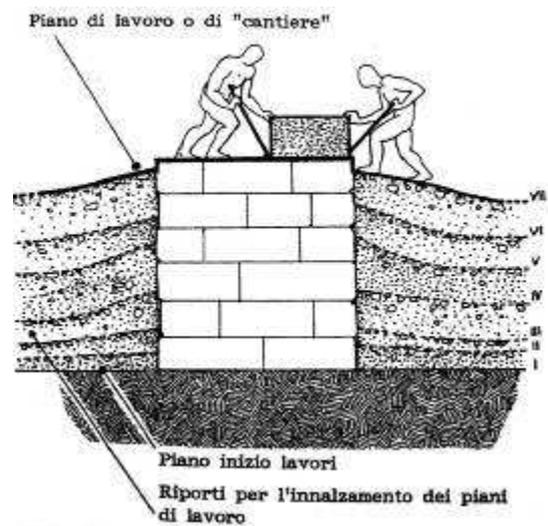


Fig. 295 - Roma. Santuario di Sant'Omobono. Sistema per la messa in opera dei blocchi (IOPPOLO 1989)

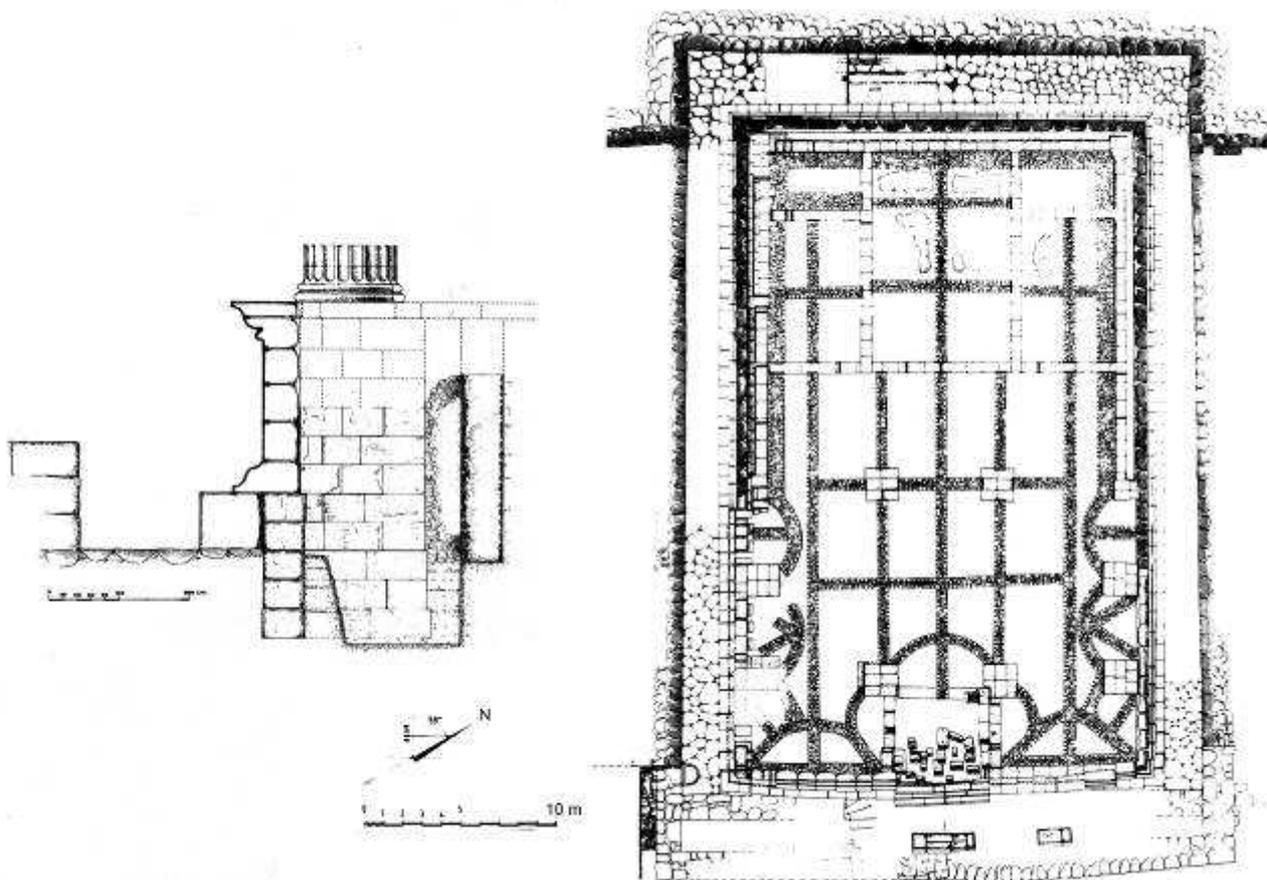


Fig. 296. - Pietrabbondante. Tempio B. Sezione e pianta del basamento (LA REGINA 1989, rilievi di B. Di Marco)

sui muri perimetrali del podio che era una struttura in elevato e funzionava a tutti gli effetti come una sostruzione. Nel riempimento finivano molti materiali di scarto del cantiere che venivano alternati o mischiati a grandi quantitativi di terra spesso a matrice argillosa. L'argilla assorbendo l'umidità del sottosuolo tendeva a compattarsi e a solidificarsi; in questo modo essa diminuiva la pressione sui muri perimetrali e al contempo offriva una maggiore resistenza al carico verticale delle lastre pavimentali soprastanti<sup>206</sup>. La maglia dei muri

interni al podio non fungeva soltanto da fondazione dell'elevato, ma costituiva una robusta ossatura che imbrigliava i muri perimetrali, assimilandosi alle strutture a pettine che stanno dietro i muri di terrazzamento; suddivideva inoltre il riempimento in una serie di compartimenti di scarse dimensioni affievolendone le spinte laterali. Data questa primaria funzione statica, il reticolo non ci restituisce automaticamente la planimetria dell'alzato del tempio. Il podio del Tempio B di Pietrabbondante<sup>207</sup> (fine II sec. a.C.), alto circa 3,50 m, comprendeva al suo interno una griglia di muri in opera cementizia relativamente sottili ma più frequenti di quelli dell'elevato (fig. 296); lungo il perimetro in corrispondenza della cella il telaio era

<sup>206</sup> L'uso dell'argilla come materiale di riempimento di basamenti e sostruzioni è attestato ancora in epoca tardo-repubblicana e imperiale, ad es. a Roma nel basamento del tempio di Apollo Sosiano (cfr. BIANCHINI 2008 b) e nei Mercati Traiane (BIANCHINI 2005, pp. 239-240). In età moderna nel riempimento del podio del tempio di Apollo Sosiano vennero scavati alcuni corridoi ipogei utilizzati come cantine del vicino monastero di S. Maria in Campitelli. Le pareti di questi ambienti, alte oltre due metri, sono costituite in alcuni tratti dalla stessa massa argillosa del riempimento del podio,

mista a numerosi frammenti di vari materiali, la quale è talmente compatta e stabile per via dell'umidità assorbita che quando venne realizzata la cantina non fu necessario rivestirla con dei muretti di contenimento.

<sup>207</sup> DI MARCO 1996

addirittura rinforzato da una serie di muri curvilinei con funzione di controspinta. All'opposto le griglie formate da muri molto spessi ma anche notevolmente distanziati, come è il caso del basamento del tempio di Giove Capitolino, potevano forse essere infittite da una serie di fondazioni isolate o addossate all'ossatura primaria, relative sia a colonne che a setti murari, costituite da pochi filari affogati nel riempimento argilloso; può non restarne alcuna traccia a causa della distruzione della parte superiore della struttura. D'altra parte è anche possibile che in alcuni casi il tempio occupasse solamente un settore del podio, soluzione che è attestata ad esempio a S. Omobono dove agli inizi del V sec. a.C. venne innalzata una grande platea sul fondo della quale stavano due templi gemelli, mentre davanti restava un'ampia area a cielo aperto che probabilmente ospitava gli altari. In ogni modo la distanza di 12,68 m che corre tra gli interassi dei due setti longitudinali centrali del podio del tempio di Giove Capitolino non può certamente corrispondere alla larghezza di un colonnato, anche se sormontato da una trabeazione lignea<sup>208</sup>.

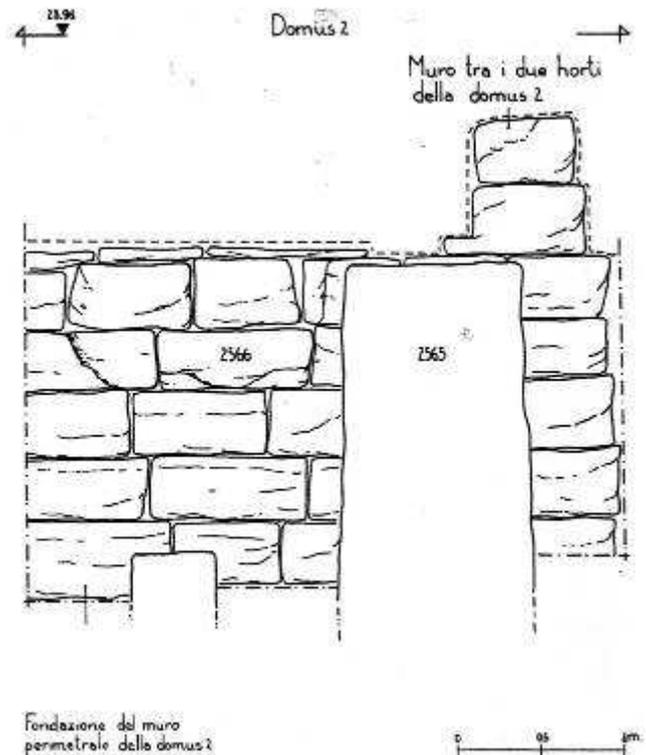


Fig. 297 - Roma. Quartiere delle *domus* tardo arcaiche sulle pendici settentrionali del Palatino. Prospetto della fondazione del muro perimetrale della Domus 2 (CARANDINI-CARAFÀ 2000)

<sup>208</sup> La ricostruzione del tempio di Giove Capitolino a suo tempo formulata dal Gjerstad (GJERSTAD 1960, pp. 178-185), che proponeva una fronte esastila larga 53 m con le colonne poste in corrispondenza dei setti longitudinali del basamento e un intercolumnio centrale di 12,68 m sugli interassi è stata in seguito contestata da Castagnoli (CASTAGNOLI 1984) e soprattutto da Giuliani che la ritiene inverosimile per un edificio arcaico in legno, tufo e rivestimenti di terracotta (GIULIANI 1982 a, pp. 29-31, GIULIANI 2006, pp. 17-18, fig. 1); ma è stata recentemente riproposta da Cifani (CIFANI 2008, figg. 85, 86) e di nuovo giustamente contestata da Arata (ARATA 2010 c.s.). Pur ammettendo infatti che l'elevato fosse in blocchi di tufo, una luce di circa dodici metri coperta da travi di legno sia in facciata che nella cella, senza supporti intermedi, resta improponibile per quest'epoca; ugualmente non è verosimile una fronte larga più di 50 m che determina un tetto – con relativo frontone – alto circa 12 m e puntoni lunghi oltre 27 m caricati dal peso di un immenso manto di tegole. Tetti di queste dimensioni e luci così ampie richiedono vere e proprie capriate o comunque opere di carpenteria molto complesse le quali cominciano a svilupparsi solamente in età ellenistica (cfr. infra ad es. la copertura a griglia della stoà NO di Taso). Nel VI-V sec. a.C. in Etruria e nel Lazio i templi più grandi erano larghi circa la metà del podio capitolino (27,5 m il Tempio dei Dioscuri a Roma, 25,35 m l'Ara della Regina a Tarquinia, circa 24 m il tempio A di Pyrgi). Nei grandi dipteri arcaici della Ionia, come l'Heraion di Samo e l'Artemision di Efeso, l'intercolumnio centrale della facciata raggiunge al massimo 8,60 m. L'ipotesi di Castagnoli che il tempio di Giove occupasse solo una parte del podio resta pertanto la più convincente.

Gli alzati in opera quadrata sono scarsamente attestati in età arcaica, anche negli edifici monumentali; per questo motivo si è propensi a ritenere che nella maggior parte dei templi come negli altri edifici cittadini, le pareti fossero realizzate in materiali deperibili che non hanno lasciato tracce. A Roma sono stati messi in luce dagli scavi i resti di alcuni elevati in opera quadrata nella zona del Foro – ad esempio un muro dell'inizio del VI sec. a.C. presso il c.d. *Equus Domitiani*<sup>209</sup> – nella Regia<sup>210</sup> e anche in due *domus* sulle pendici settentrionali del Palatino<sup>211</sup> (fig. 297). Il problema è che nella maggior parte dei casi i resti conservati comprendono al massimo due filari e non si hanno sufficienti elementi per comprendere se

<sup>209</sup> GJERSTAD 1953, pp. 23-29; CIFANI 2008, p. 119 e fig. 102.

<sup>210</sup> BROWN 1974-75. I dati resi noti sono assolutamente insufficienti. Mancano completamente i rilievi degli alzati; ci si deve accontentare di rapide descrizioni scritte, non sempre comprensibili.

<sup>211</sup> *Domus* II e III alle pendici settentrionali del Palatino (CARANDINI – CARAFÀ 2000, pp. 218, 222, fig. 173)

anche la parte superiore della parete fosse in opera quadrata oppure se si tratta di zoccoli su cui era impostata una muratura in pietrame o mattoni crudi. Negli strati di crollo dei due templi di Pyrgi sono stati individuati frammenti di tamburi di colonne e di blocchi pertinenti agli alzati<sup>212</sup>. All'esterno del tempio A è stato trovato uno strato di frammenti di intonaco "duro, compatto, ... di colore bianco vivo", quindi sicuramente a base di calce, che aderiva ad alcuni lembi tufacei che sono stati ritenuti pertinenti ai blocchi del muro perimetrale. All'interno sono stati messi in luce resti di un intonaco diverso, tenero e argilloso il quale sembrava rivestire invece una struttura di terra. Questi dati fanno pensare che i muri perimetrali e colonne del tempio fossero in opera quadrata, mentre i muri divisorii delle tre celle erano in mattoni crudi. Va poi sottolineato che il secondo tipo di intonaco, quello a matrice argillosa, mancava completamente negli strati scavati all'esterno del tempio; quindi almeno in questo caso si potrebbe sostenere che la struttura in opera quadrata dei muri perimetrali non si limitava a pochi filari dello zoccolo ma doveva corrispondere all'intero elevato. In conclusione la totale scomparsa dell'alzato di un edificio non significa necessariamente che questo era costituito da materiali deteriorabili che si sono dissolti; a Pyrgi, come in molti altri casi, si può invece ipotizzare l'esistenza di un alzato in blocchi lapidei i quali in epoca successiva vennero sistematicamente asportati per essere reimpiegati.

L'adozione dell'opera quadrata nelle pareti degli edifici monumentali si generalizza forse in età medio-repubblicana, soprattutto dal II sec. a.C.; in quest'epoca si impone il sistema isodomo, già in uso nella Grecia, con il perfetto allineamento dei giunti verticali alterni. Si cominciano a sfruttare pietre locali più dure, come il peperino, la pietra gabina, il travertino e, intorno alla metà del II sec. a.C., si alzano i primi templi in marmo bianco, materiale che viene importato dalla Grecia (tempio di Iuppiter Stator nel portico di Metello, l'*aedes Neptuni in Circo*, il tempio rotondo del Foro Boario<sup>213</sup>, quest'ultimo ancora ben conservato) (figg. 435, 436 a p. 255). All'epoca di Giulio Cesare comincia lo sfruttamento delle cave di marmo lunense, con caratteristiche analoghe a quelle dei marmi greci più pregiati, che portò a un consistente

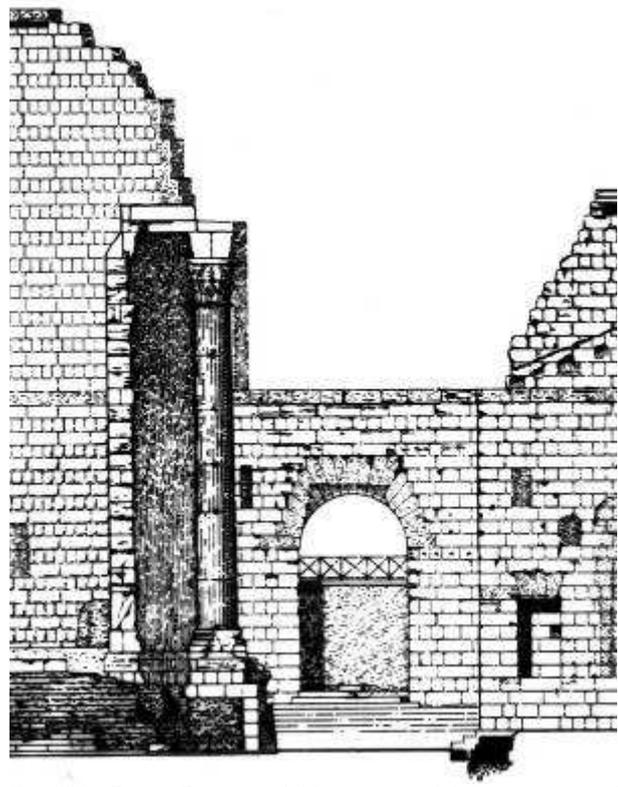


Fig. 298 - Roma. Prospetto del lato interno del muro perimetrale del Foro di Augusto; in primo piano i resti dell'alzato del Tempio di Marte Ultore. Rilievo eseguito da I. Gismondi nel 1930 alla fine dei lavori di scavo e di restauro (LA ROCCA - UNGARO - MENEGHINI 1995)

risparmio sui costi dei trasporti favorendo la costruzione dentro Roma di numerosi edifici con colonnati e pareti in marmo bianco.

L'opera quadrata soffrirà presto però la concorrenza dell'opera cementizia (cfr. pp. 254-262), materiale da costruzione che dilaga nelle strutture d'alzato a partire dal II sec. a.C. e che in epoca imperiale si impone nelle pareti degli edifici più prestigiosi, le quali vengono rivestite da sottili incrostazioni di marmi colorati, stucchi e intonaci dipinti; la struttura muraria, che resta completamente nascosta, viene pertanto realizzata con la nuova tecnica, che è di rapida esecuzione e molto più economica. Saranno costituiti da grossi blocchi di marmo solamente alcuni elementi portanti, come le colonne, le trabeazioni, le cornici dei portali. Nei muri in opera quadrata, dove i blocchi parallelepipedi restano in vista, si utilizzeranno pietre locali dure ma meno costose del marmo, come il travertino e il peperino. Trattandosi di materiali meno pregiati, questo tipo di muratura, molto spesso lavorata a bugnato, verrà destinata alle

<sup>212</sup> COLONNA 1970 (vedi "Tempio A. Le strutture", pp. 23-47 e "Tempio B. Le strutture", pp. 276-289)

<sup>213</sup> RAKOB - HEILMEYER 1973

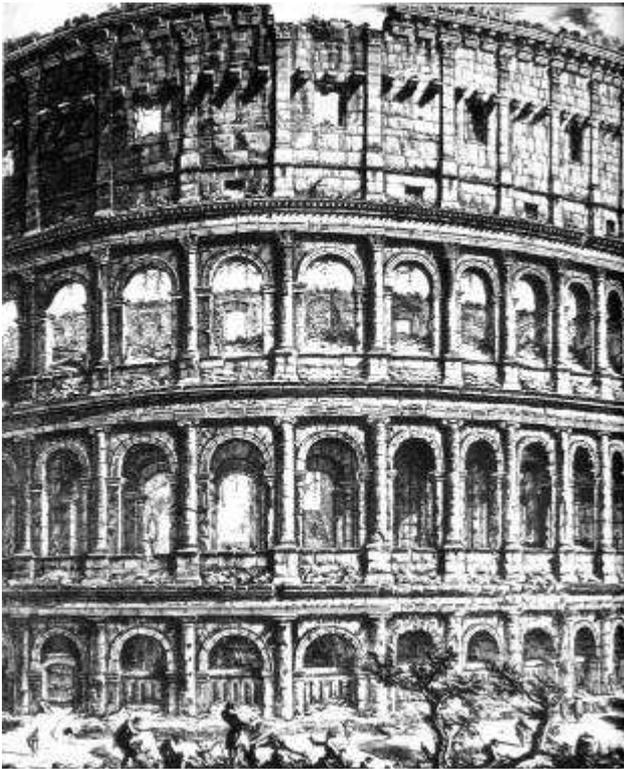


Fig. 299 - L'Anfiteatro Flavio in una veduta di Piranesi (PEARSON 1975)

parti secondarie degli edifici monumentali (basamenti, facciate posteriori, muri di recinzione) (fig. 298), alle grandi facciate degli edifici per spettacoli (circhi, teatri, anfiteatri) (fig. 299), a varie opere utilitarie come ponti, acquedotti, porte urbane. Nella maggior parte dei casi costituisce il rivestimento di una massa muraria in opera cementizia; il legame tra la cortina e il conglomerato viene risolto, esattamente come nei muri con l'*emplekton*, da blocchi di testa che penetrano nel nucleo, alternandosi ai blocchi per lungo sullo stesso filare o su filari diversi (fig. 281 nn. 7-9; fig. 300). Sono costituiti interamente da blocchi lapidei i piloni degli acquedotti e i robusti pilastri su cui si impostano le arcate che scandiscono le facciate di molti edifici (fig. 299). Nelle costruzioni in opera cementizia grandi blocchi rettangolari di pietra vengono inoltre frequentemente inseriti nelle parti soggette a maggior carico, soprattutto nelle fondazioni di colonne e pilastri, offrendo una maggiore resistenza del calcestruzzo che viene invece utilizzato in corrispondenza degli intercolumni (fig. 301).

La tradizione costruttiva dell'opera quadrata mantiene la sua piena forza in tutto il mondo greco-

ellenistico, nella metà orientale del Mediterraneo, dove ancora in epoca tardo-imperiale la gran parte degli edifici monumentali sono realizzati con questa tecnica.



Fig. 300 - Opera cementizia con rivestimento in opera quadrata. Il paramento lapideo è stato asportato in epoca postantica; si è salvata la parte interna dei blocchi di testa, affogata nel nucleo cementizio. Sono leggibili le impronte dei blocchi per lungo scomparsi

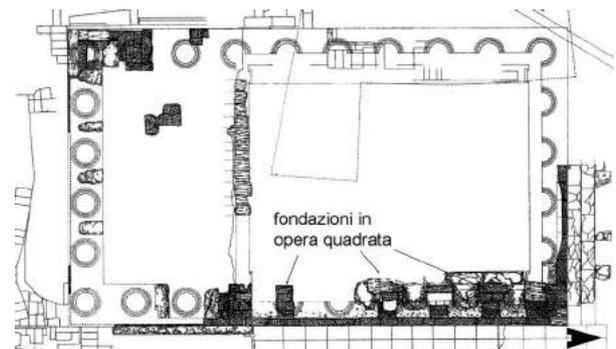


Fig. 301 - Roma. Tempio pseudoperiptero di Apollo Sosiano (seconda metà del I sec. a. C.). Sopra: pianta dei resti del podio con la ricostruzione dell'alzato (VISCOGLIOSI 1996, ril. di P. Cicerchia, E. Monaco). Sotto: particolare del podio. Alle spalle del muro perimetrale, dove mancano i filari superiori, sono visibili le fondazioni in opera quadrata delle semicolonne esterne; gli intervalli sono riempiti da gettate di calcestruzzo (BIANCHINI 2008 b)

#### 4) Colonne e trabeazioni

Negli edifici monumentali egiziani colonne e pilastri in pietra prendono il posto dei tradizionali sostegni lignei. Le colonne – monolitiche o a tamburi – sono dotate alle due estremità di elementi di raccordo più larghi del fusto. In basso si trova una piatta **base** generalmente di forma troncoconica risparmiata nel blocco sottostante che corrisponde al pavimento dell'ambiente (fig. 303); in alto è collocato un **capitello**, variamente foggiato e decorato, su cui poggiano gli architravi. La funzione del capitello è quella di mediare tra la superficie circolare del fusto e quella rettilinea degli architravi. E' quindi composto inferiormente da un pezzo circolare che si allarga verso l'alto, diversamente denominato a seconda del tipo di capitello (echino, *kalathos*, corolla, ecc.), superiormente da un elemento quadrato (**abaco**) che riceve gli architravi. Talvolta la parte circolare del capitello resta perfettamente iscritta nell'abaco conformemente alla sua logica funzionale (fig. 302 A). Il capitello ha però anche un importante valore simbolico e decorativo per cui in molti casi la parte inferiore si presenta notevolmente più ampia dell'abaco (figg. 302 B, 304). Questa inversione delle rispettive proporzioni dei due elementi è particolarmente

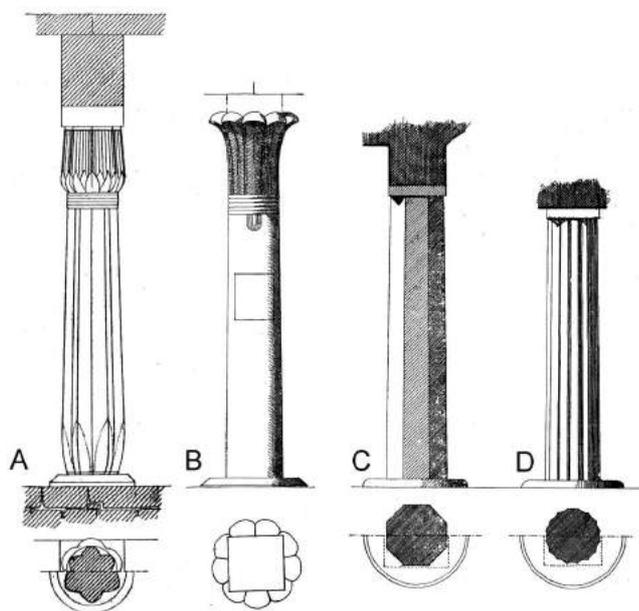


Fig. 302 - Esempi di colonne egiziane. A, B: colonna papiriforme e colonna palmiforme dell'Antico Regno (BORCHARDT 1910); C, D: colonna poligonale e colonna scanalata del Medio Regno (NEWBERRY 1893-94)

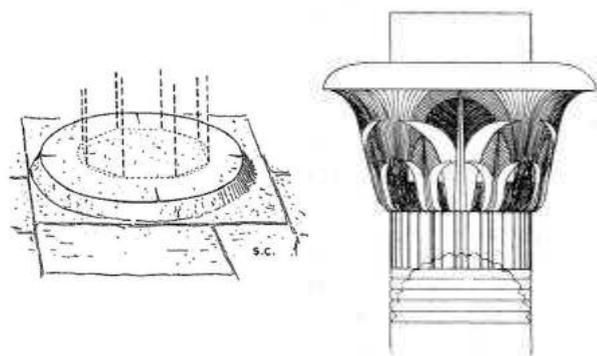


Fig. 303 - A sinistra: base di colonna a Deir el-Bahari (CLARKE - ENGELBACH 1930); a destra: capitello composto tolemaico (JEQUIER 1924)

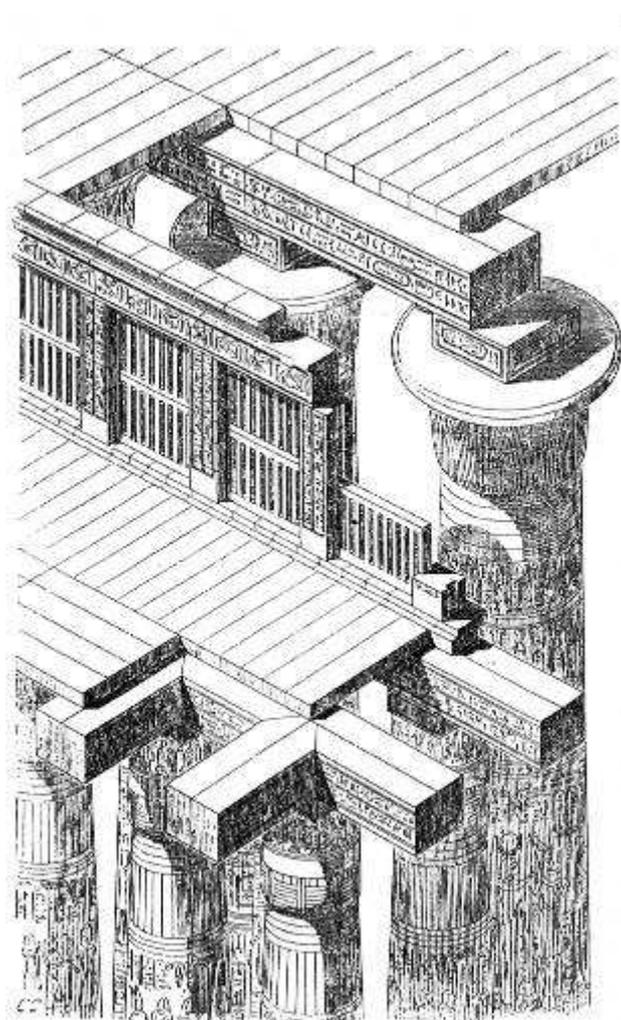


Fig. 304 - Karnak. Tempio di Amon-Ra. Sistema di copertura dell'Grande sala ipostila (XVIII dinastia) (PERROT - CHIPIEZ 1882)

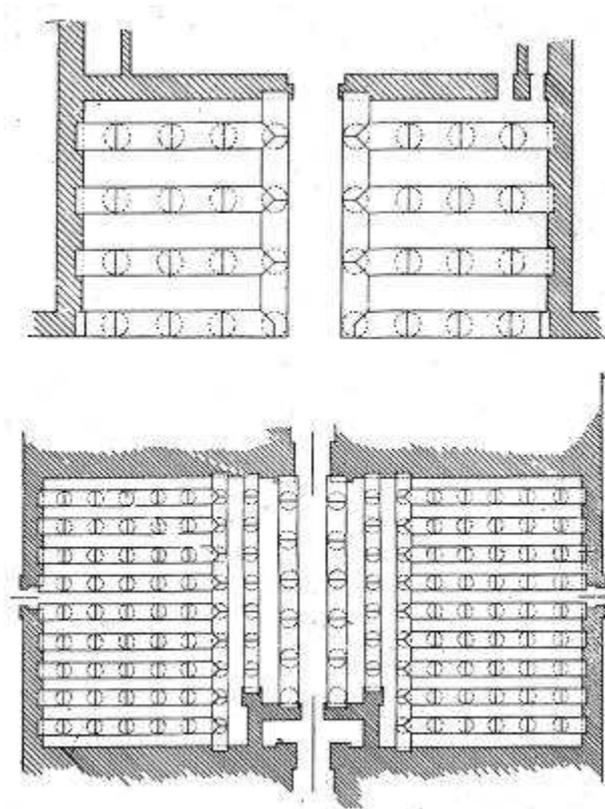


Fig. 305 - Disposizione degli architravi nel pronao del tempio di Luxor (sopra) e nella Grande sala ipostila di Karnak (sotto) (JEQUIER 1924)

accentuata in molte colonne di età tolemaica e romana sormontate da esuberanti capitelli campaniformi con un abaco che in confronto appare smilzo e inconsistente (fig. 303). In alcune tozze colonne il fusto liscio, scanalato o poligonale, va invece a iscriversi direttamente nell'abaco senza elementi di transizione (fig. 302 C, D).

Gli **architravi**, spesso composti da due elementi affiancati, sono larghi quanto gli abachi – o i pilastri – su cui sono direttamente appoggiati. Le teste vengono collocate esattamente sull'asse centrale dei sostegni (fig. 304). File parallele di architravi, insieme ai muri perimetrali, ricevono le lastre lapidee del soffitto. Queste hanno mediamente una scarsa portata per cui la copertura di vaste sale viene risolta innalzando un grande numero di colonne su cui sono impostate varie file di architravi (**sale ipostile**) (fig. 305). Se le colonne stanno in facciata o ai lati di un cortile, l'architrave è sormontato all'esterno da una cornice sporgente composta da un alto cavetto e fascia superiore (fig. 306).



Fig. 306 - Dendera. Tempio di Hathor. Facciata (IV sec. a.C.)

In Grecia le colonne di pietra, a tamburi o monolitiche, prendono gradualmente il posto dei pali di legno nei templi, nelle *stoai* e nei *peristylia*. Nelle celle dei templi già in età arcaica, grazie anche al perfezionamento delle opere di carpenteria, si provvede a eliminare la fila di sostegni posta sull'asse longitudinale centrale che caratterizzava gli impianti più antichi (fig. 307). Se la cella non è molto ampia le travature sono impostate direttamente sui muri perimetrali, altrimenti vengono realizzate due file longitudinali di sostegni che suddividono l'ambiente in tre navate, di cui quella centrale più larga (fig. 319). Una fila di colonne suddivide in due navate lo spazio interno dei portici più profondi (figg. 318, 325). Le coperture di ambienti a pianta centrale molto vasti,

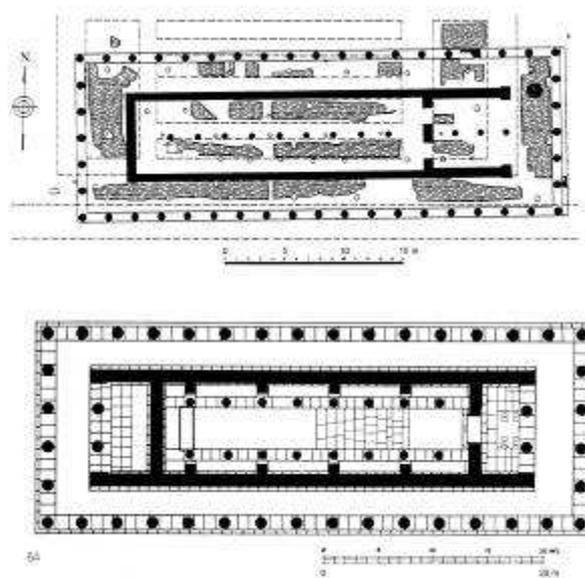


Fig. 307 - Sopra: Isthmia. Pianta del primo tempio di Poseidone (680-650 a.C.) (BROONER 1971). Sotto: Olimpia. Pianta del tempio di Hera (600-590 a.C.) (MALLWITZ 1972)

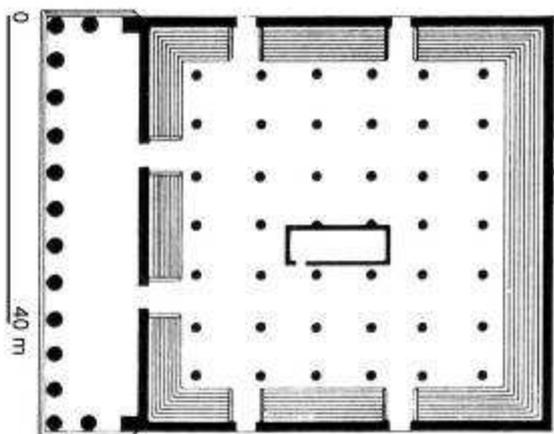


Fig. 308 - Eleusi. Telesterion. Pianta dell'edificio della fine del IV sec. a.C. (TRAVLOS 1988)

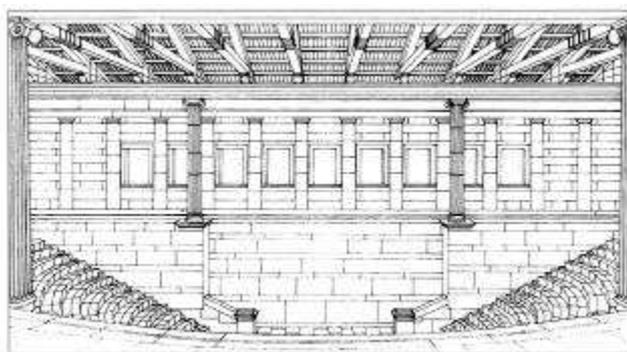


Fig. 309 - Miletto. Bouleterion (175-164 a.c.). Ricostruzione dell'interno (KLEINER 1968)

come il telesterion di Eleusi<sup>214</sup> (fig. 308), potevano richiedere numerose file parallele di sostegni (sette file di sei colonne nell'impianto della fine del IV sec. a.C.). Frequentemente le pareti sono scandite da paraste o semicolonne che sono solidali alla struttura muraria; sono rinforzi che allargano la sezione del muro in corrispondenza delle travature del soffitto (fig. 309). Se l'aggetto è molto pronunciato, come è il caso delle semicolonne del tempio di Apollo a Bassae<sup>215</sup> (450-425 a.C.), raccordate alle pareti della cella da corti muri trasversali, la loro funzione è quella di ricevere le teste delle travi della copertura accorciandone la portata (figg. 277 a p. 173, 310).

Le colonne, come in Egitto, sono costituite dal fusto e da elementi di raccordo (figg. 311, 312). In alto si trova il capitello con l'abaco – quest'ultimo assente però in origine sul capitello ionico, dove gli



Fig. 310 - Bassae. Tempio di Apollo (450-425 a.C.). Particolare del muro della cella

architravi poggiavano direttamente sul piatto e ampio ripiano rettangolare formato dalle volute (fig. 312). Alcuni capitelli presentavano superiormente una lieve sporgenza (**scamillo**) che faceva da invito agli architravi. La base manca nella colonna dorica, dotata di un largo fusto troncoconico che s'impiana direttamente sullo stilobate; è invece necessaria per la più snella colonna ionica. Sulle colonne è impostata la **trabeazione** che è composta da tre elementi fondamentali a sviluppo orizzontale: **architrave**, **fregio** e **cornice** (figg. 311, 312, 629, 630). Il problema degli architravi in pietra, i quali sono destinati a sopportare il peso considerevole del fregio, della cornice, delle travature lignee del soffitto e del tetto spiovente, è quello della loro scarsa resistenza a trazione, soprattutto se sono costituiti da blocchi di calcare tenero come è usuale nei templi arcaici del Peloponneso e delle colonie greche d'Occidente. Per ridurre al minimo la portata di tali elementi, agli inizi essi vengono impostati al di sopra di capitelli molto sporgenti, che sono delle vere e proprie mensole. Con il passare del tempo si acquisisce una maggiore sicurezza, la larghezza dei capitelli tende a diminuire e si amplia al converso la luce degli intercolumni. Per fare un esempio: l'Apollonion di Siracusa, all'inizio VI sec. a.C. è uno dei primi templi dorici a dotarsi di un

<sup>214</sup> TRAVLOS 1988, p. 92

<sup>215</sup> COOPER 1996

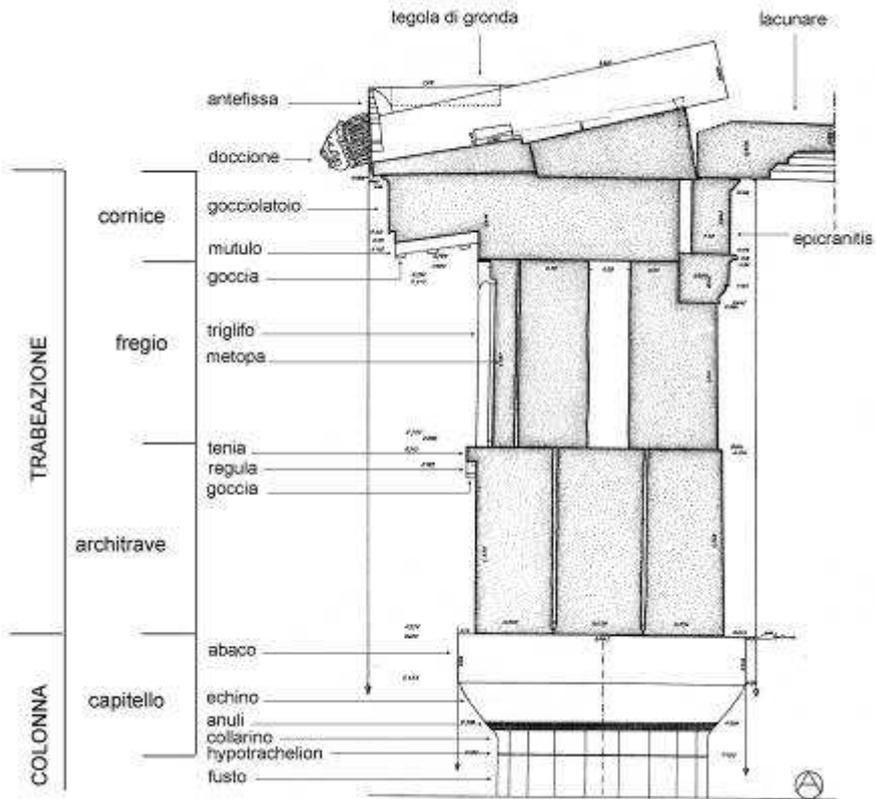


Fig. 311 - Atene. Partenone. Sezione della trabeazione (ORLANDOS 1977, rielab. dell'autore con l'indicazione degli elementi costitutivi dell'ordine dorico)

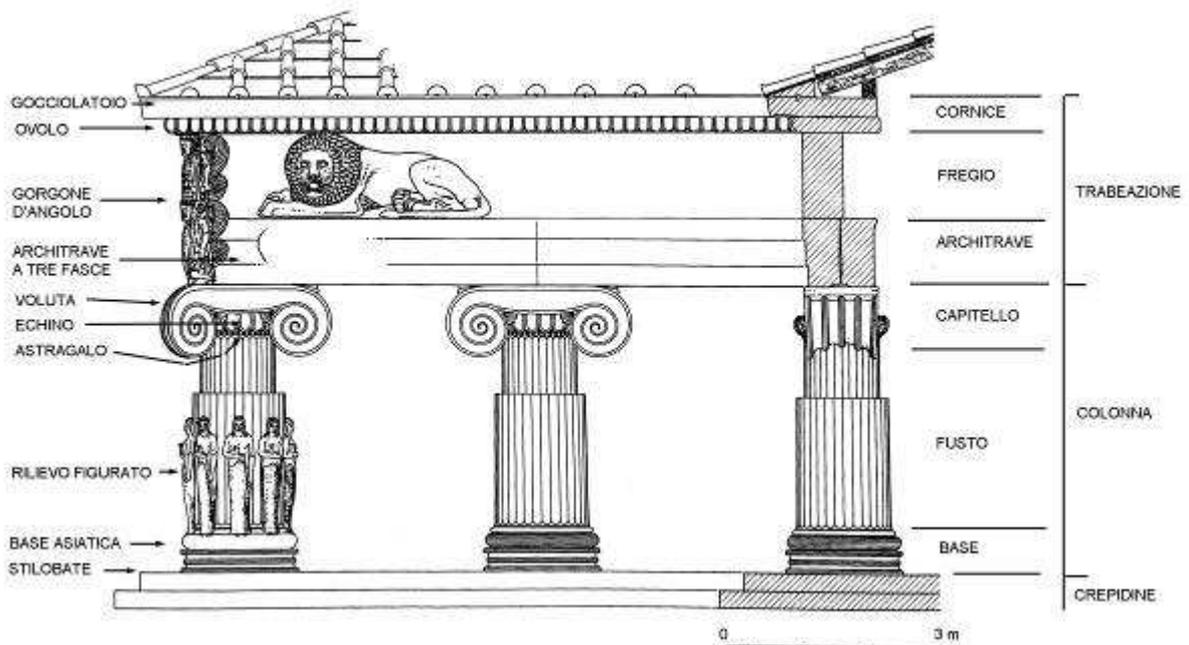


Fig. 312 - Tempio di Apollo a Didyma (VI sec. a.C.). Ricostruzione dell'ordine architettonico (ROCCO 2003, rielab. dell'autore con l'indicazione degli elementi costitutivi dell'ordine ionico)

architrave in pietra, che è in calcare tenero (figg. 279, 280 a p. 174). Nonostante ciascun blocco sia stato appositamente realizzato con una sezione a L per essere alleggerito di almeno 17 tonnellate<sup>216</sup>, la misura degli intercolunni in corrispondenza del sommoscapo è pari a circa 1,80 m; quasi tre/quarti della luce sono occupati dalle sporgenze dei capitelli, la parte libera dell'architrave tra i due abachi misura appena 50 cm. Alla base il diametro della colonna (ca. 1,90 m) è addirittura maggiore dell'intervallo (ca. 1,50 m). Oltre un secolo dopo il tempio di Zeus a Olimpia (472-457 a.C.), in blocchi di calcare locale, presenta proporzioni decisamente più snelle<sup>217</sup> (fig. 313). La distanza tra gli abachi nei tre intercolunni centrali della facciata è di circa 2,50 m; quella tra i fusti al sommoscapo è pari a m. 3,40. La sporgenza dei capitelli si è notevolmente ridotta in proporzione. Sullo stilobate la misura dell'intercolunnio (3 m) è poco inferiore a un diametro e mezzo di colonna (2,20 m).

L'uso del marmo nelle isole Cicladi e nell'area microasiatica consente invece già in età arcaica la realizzazione di intercolunni molto spaziosi e colonne sottili, per cui fin dalle origini l'ordine ionico si manifesta con forme assai più leggere e slanciate rispetto al dorico. La disponibilità di cave di marmo e di altre pietre di ottima qualità *in loco* favorisce, particolarmente in area cicladica, una precoce litizzazione degli edifici monumentali. Lo testimoniano i resti della quarta fase del tempio di Dioniso a Yria di Nasso<sup>218</sup> (570 a.C.) (fig. 314) e dell'*Oikos* dei Nassi a Delo<sup>219</sup>, di datazione più incerta ma completato sicuramente entro la metà del VI secolo a.C.; in questi due edifici sono realizzate in marmo, oltre alle colonne, tutta la trabeazione e persino le tegole del tetto. Nel tempio prostilo di Dioniso a Yria è documentato anche l'uso del granito; la maggior parte dei muri perimetrali della cella a due navate erano realizzati con blocchi di questa dura pietra cavata localmente. Nella facciata gli architravi marmorei misuravano 4,08 m sugli interassi (valore pari a 5,3 volte il diametro della colonna all'imoscapo); le grandi volute dei capitelli, che sono tipiche dello ionico arcaico, funzionavano come mensole fortemente sporgenti (circa 30 cm



Fig. 313 - Olympia. Tempio di Zeus (472-457 a.C.). Prospetto ricostruttivo della fronte orientale (GRUNAUER 1972)

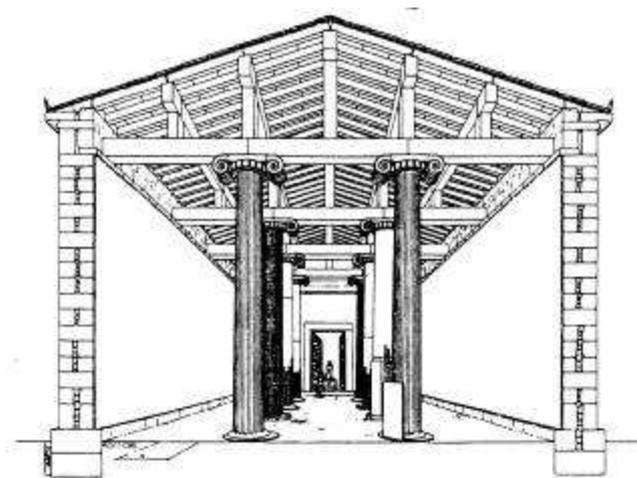
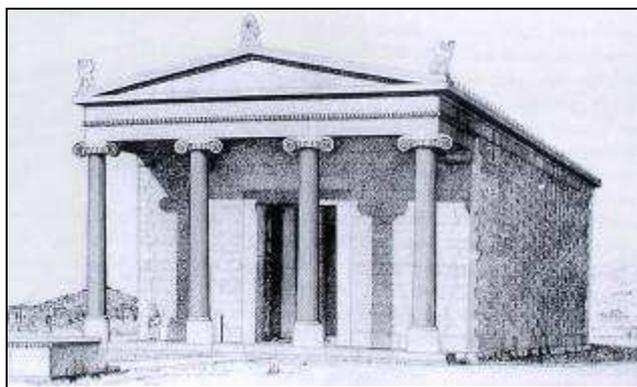


Fig. 314 - Yria (NASSO). Tempio di Dioniso, IV fase (ca. 570 a.C.). Ricostruzione della facciata e dell'interno della cella (GRUBEN 1991)

<sup>216</sup> La quantità è fornita da Mertens (cfr. MERTENS 2006, pp. 104-110). Sull'Apollonion cfr. anche infra (p. 174)

<sup>217</sup> DÖRPFELD 1892; GRUNAUER 1971

<sup>218</sup> Per la ricostruzione dell'edificio cfr. in particolare LAMBRINOUDAKIS - GRUBEN 1987

<sup>219</sup> COURBIN 1980; COURBIN 1987

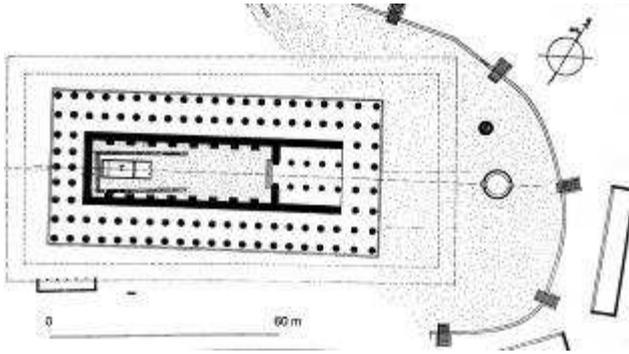


Fig. 315 - Didyma. Tempio di Apollo (VI sec. a.C.). Pianta ricostruttiva (GRUBEN 1963)

per lato la parte in piano) che riducevano la portata dell'architrave; la parte libera di quest'ultimo, sospesa sul vuoto, misurava in ogni modo circa 2,70 m, valore che appare elevatissimo a confronto dei coevi templi dorici in pietra calcarea.

In area microasiatica in età arcaica vengono eretti alcuni colossali templi dipteri di ordine ionico che sono fortemente influenzati dall'architettura delle sale ipostile egizie per quanto riguarda non solo la quantità delle colonne, ma anche la loro disposizione con un'ampiezza decrescente dall'interasse centrale della facciata verso gli angoli. Nell'Heraion di Samo, progettato da Rhoikos e Theodoros (575 – 560 a.C.), si riscontrano intercolumni con ampiezze comprese tra 8,10 m (al centro della facciata) e 4,67 m (sui lati lunghi) che erano però probabilmente coperti da architravi lignei<sup>220</sup>. Per quanto riguarda il materiale impiegato negli architravi dell'Artemision arcaico di Efeso, con intercolumni che variavano da 8,62 m a 5,22 m, ci sono pareri discordi fra gli studiosi<sup>221</sup>. Gli architravi del tempio arcaico di Apollo a Didyma, presso Mileto (fig. 315), erano invece sicuramente di marmo, come testimoniato dai resti portati alla luce dagli scavi<sup>222</sup>. Quello posto al centro della facciata aveva una portata considerevole, pari a 6,28 m sugli interassi; quelli dei lati lunghi misuravano 4,18 m. L'impegno statico delle trabeazioni, sia nell'Artemision di Efeso che nel tempio di Apollo a Dydimia era attenuato dal fatto che si trattava di edifici **ipetri**, cioè dotati di

<sup>220</sup> KYRIELEIS 1981; KIENAST 1991

<sup>221</sup> MUSS 1996; sulle diverse ipotesi formulate cfr. ROCCO 2003, pp.74-83 con bibliografia

<sup>222</sup> GRUBEN 1963; sui più recenti ritrovamenti SCHNEIDER 1996

una grande corte centrale a cielo aperto; per cui il tetto che gravava sugli architravi si estendeva solamente sopra le due navate della peristasi.

Vitruvio (III, 2) distingue cinque tipi di templi in base alla proporzione fra lo spessore delle colonne, calcolato all'imoscapo, e la luce degli intercolumni. **Picnostilo** è quello in cui l'intercolumnio è pari a un diametro e mezzo di colonna (rapporto 1 : 1½); gli altri rapporti sono i seguenti: **sistilo** = 1 : 2; **eustilo** = 1 : 2¼; **diastilo** = 1 : 3; **areostilo** = 1 : 3½ e oltre. Egli ritiene che le proporzioni ideali siano quelle dell'eustilo "per comodità, bellezza e forza". Il picnostilo e il sistilo risulterebbero scomodi per il passaggio; nel diastilo "gli architravi per troppa lunghezza si spezzano"; negli areostili "non si possono adoperare affatto architravi di pietra o di marmo, ma solo lunghe travi di legname".

Ritmi eustili e diastili divengono comuni nei colonnati ellenistici di ordine dorico, non solo nei peristili delle case e nelle *stoai*, dove gli intercolumni si ampliano per facilitare il passaggio delle persone, ma anche nelle facciate dei templi che sono divenuti più piccoli, più leggeri e quindi staticamente meno impegnativi rispetto ai grandi peripteri di età arcaica e di V secolo. L'impiego del marmo favorisce ovviamente questo processo. Il fregio dorico si adegua ai mutamenti delle proporzioni, che si avvicinano a quelle dell'ordine ionico, aggiungendo un secondo triglifo in corrispondenza dell'intercolumnio (fig. 316). I colonnati picnostili caratterizzeranno invece i grandi templi corinzi romani di età cesariana e augustea. Il ritmo serrato delle colonne, che sono al contempo molto alte e slanciate, serve sicuramente a conferire

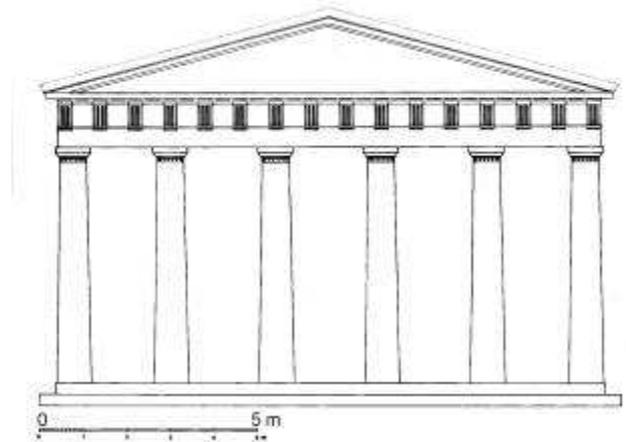


Fig. 316 - Pergamo. Tempio di *Athena Polias* (ca. 250 a.C.). Prospetto ricostruttivo della fronte meridionale (ROCCO 1994)



Fig. 317 - Roma. Tempio di Marte Ultore, nel Foro di Augusto. Veduta ricostruttiva (UNGARO 1997 c - dis. Inklink)

un'immagine di imponenza (fig. 317). Ma la scarsa portata degli intercolunni è dovuta anche alle dimensioni colossali di questi edifici dove i colonnati devono sostenere il carico di enormi trabeazioni, di frontoni lapidei alti diversi metri e delle ampie falde spioventi.

Il marmo rispetto alla pietra calcarea presenta non solo una maggiore resistenza alla trazione, consentendo di coprire con gli architravi luci più ampie, ma anche una maggiore resistenza alla compressione rendendo possibile l'impiego di colonne più sottili. Le colonne ioniche, che sono realizzate in marmo già in età arcaica, sono molto snelle fin dalle origini, con un rapporto tra diametro e altezza generalmente compreso tra 1 : 8 e 1 : 10 che resta più o meno inalterato fino all'età ellenistica. Diversa è la situazione dell'ordine dorico che prevale nel Peloponneso, nella Grecia occidentale, in Sicilia e in Magna Grecia dove si fa uso di rocce tenere locali. Le prime colonne lapidee di età arcaica che sostenevano trabeazioni lignee erano abbastanza snelle. Quelle del tempio di Athena Pronaia I a Delfi (ca. 600 a.C.) presentano un rapporto tra diametro e altezza di circa 1 : 6½. Le colonne doriche divengono considerevolmente più spesse in conseguenza della introduzione della pietra nelle trabeazioni; poi gradualmente andranno ad assottigliarsi. Si parte da un rapporto 1 : 4 nel tempio di Apollo a Siracusa (fig. 280); nel V secolo a. C. sono frequenti i rapporti prossimi a 1 : 5 (1 : 4 ¾ nel tempio di Zeus a Olimpia (fig. 313) e nel tempio della Concordia ad Agrigento) che diventano canonici in quest'epoca per cui vengono

riproposti anche nei templi marmorei come il Partenone; in età ellenistica si arriverà finalmente a rapporti 1 : 6 e 1 : 7 (Tempio di *Athena Polias* a Pergamo) (fig. 316) e persino quasi 1 : 9 (tempio c.d. di Ercole a Cori dell'inizio del I sec. a.C.)<sup>223</sup>.

Le trabeazioni lignee impostate su colonne lapidee resteranno comuni negli interni ancora in età ellenistica e romana. In generale, come si è detto, il legname consente di coprire luci più ampie rispetto alla pietra. Naturalmente anche in questo ambito si registrano notevoli progressi con il passare del tempo che sono dovuti al perfezionamento dei lavori di carpenteria e all'impiego di travi di maggiore spessore. Diamo qualche esempio: gli intercolunni della peristasi del tempio di Artemide ad Anò Mazaraki<sup>224</sup>, con sostegni lignei su basi di pietra (ca. 700 a.C.) misurano circa 1,60 m. sugli interassi (fig. 44); nella maggior parte degli edifici lignei di VII-VI secolo a. C. le dimensioni degli intercolunni stanno mediamente intorno ai 2,50 m (primo tempio di Poseidone a Itsmia<sup>225</sup>, tempio di Apollo a Thermo<sup>226</sup>, stoà sud dell'Heraion di Samo<sup>227</sup>). All'interno della stoà di Attalo II ad Atene (159-138 a.C.) sono larghi 4,86 m, esattamente il doppio di quelli esterni dove le colonne sostengono invece una trabeazione litica (fig. 318). Questo, possiamo dire, è il panorama ordinario. Ciò non toglie che già in età arcaica in alcuni grandi templi, facendo uso di travi di notevoli dimensioni, si riescano a conseguire performance assai più elevate. Come si è detto, ad esempio, al centro della facciata dell'Heraion di Samo si riscontra un intercolumnnio largo 8,10 m. Intercolunni di dimensioni più o meno analoghe sono stati ipotizzati nelle facciate dei maggiori templi etruschi tenendo conto dello sviluppo planimetrico della griglia delle fondazioni. Nello scavo del tempio periptero tetrastilo di Tina a Marzabotto (inizio V sec. a.C.) sono state individuate le fondazioni delle colonne, le quali restituiscono al centro della facciata un intercolumnnio di 8,62 m sugli interassi; il ritrovamento di alcuni frammenti ha chiarito che le colonne erano costituite da blocchi di pietra calcarea<sup>228</sup>. L'impiego dei sostegni lapidei, in luogo di quelli lignei, favorisce la realizzazione di luci più

<sup>223</sup> ROCCO 1994, in particolare tav. XIV

<sup>224</sup> PETROPULOS 2002

<sup>225</sup> GEBHARD – HEMANS 1992

<sup>226</sup> SOTIRIADIS KAWERAU 1908; STUCKY 1988

<sup>227</sup> GRUBEN 1957

<sup>228</sup> SASSATELLI – GOVI 2005

ampie perché risulta più stabile l'appoggio degli architravi, ma soprattutto perché la pietra sopporta meglio il peso della copertura, potendo anche essere lavorata in forma di blocchi di considerevole spessore. La frequenza dei ritzi nelle peristasi lignee (cfr. fig. 43 a p. 35) è dovuta alla loro limitata resistenza alla compressione che obbliga a distribuire i carichi gravanti fra un elevato numero di sostegni. Se le colonne sono di pietra il peso del tetto può essere convogliato su pochi elementi più distanziati. A quel punto la luce massima consentita dipende prevalentemente dalla capacità di resistenza alla trazione degli architravi.

Una precauzione spesso adottata nelle trabeazioni in pietra è quella di scomporre l'architrave in due o tre blocchi affiancati per lungo, in modo da disporre di una riserva nel caso uno dei tre elementi rimanga lesionato (figg. 304, 311). Il fregio ha grosso modo lo stesso spessore dell'architrave su cui poggia. In qualche caso i due elementi sono lavorati in un unico blocco e la distinzione è resa visibile all'esterno dalla decorazione architettonica. La cornice presenta un'accentuata sporgenza che serve a proteggere la facciata dall'acqua piovana (**gocciolatoio**). Sul retro, entro appositi incassi o riseghe, riceve le teste dei puntoni del tetto e spesso anche quelle delle travi del soffitto. Quest'ultime poggiano altrimenti sull'architrave, alloggiata nei blocchi del fregio.

Le facciate delle *stoai*, i portici dei *peristylia*, le celle dei templi presentano sovente due ordini sovrapposti di colonne (figg. 318, 319, 320). Nei primi due casi corrispondono ai piani interni dell'edificio; nei templi fungono da sostegno della copertura spiovente, che è più alta sopra la cella (fig. 319). I due ordini sono separati dalla consueta trabeazione tripartita che negli edifici a più piani riceve sul retro le travature del solaio; se il piano superiore è praticabile gli intercolumnni vengono chiusi da elementi che hanno funzione di parapetto, solitamente di marmo, in forma di lastre (**plutei**) o di grate a traforo (**transenne**) (fig. 318). Lateralmente si accostano a una fascia verticale appositamente ricavata nella parte inferiore del fusto. Nei portici al piano terreno, dove le colonne soffrono l'usura dovuta al continuo passaggio, a partire dall'età ellenistica si usa riempire le scanalature del terzo inferiore del fusto con una modanatura a bastoncino in modo da evitare spigoli vivi (**colonne rudentate**) (fig. 318).

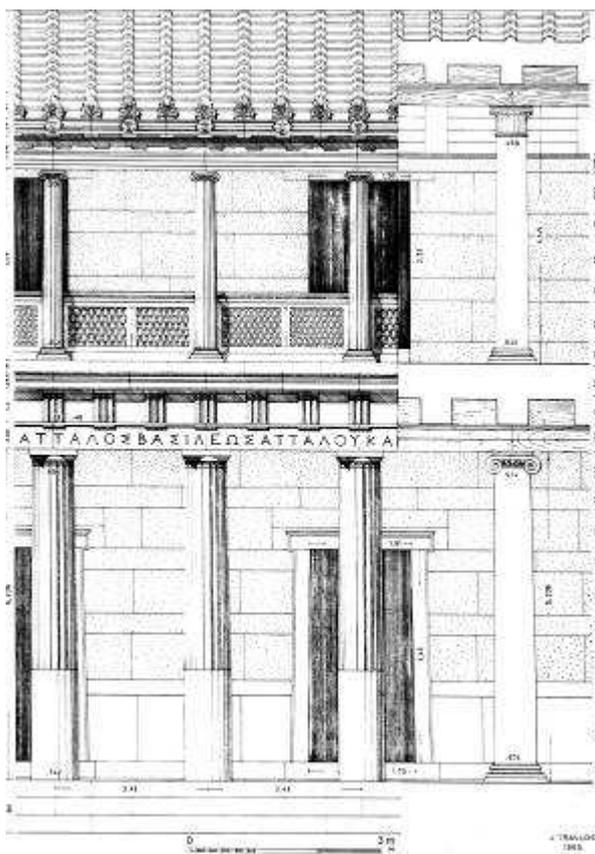


Fig. 318 - Atene. Stoà di Attalo II (159-138 a.C.). Sopra: particolare dell'interno. Sotto: prospetto della facciata e sezione dell'interno (TRAVLOS 1971)

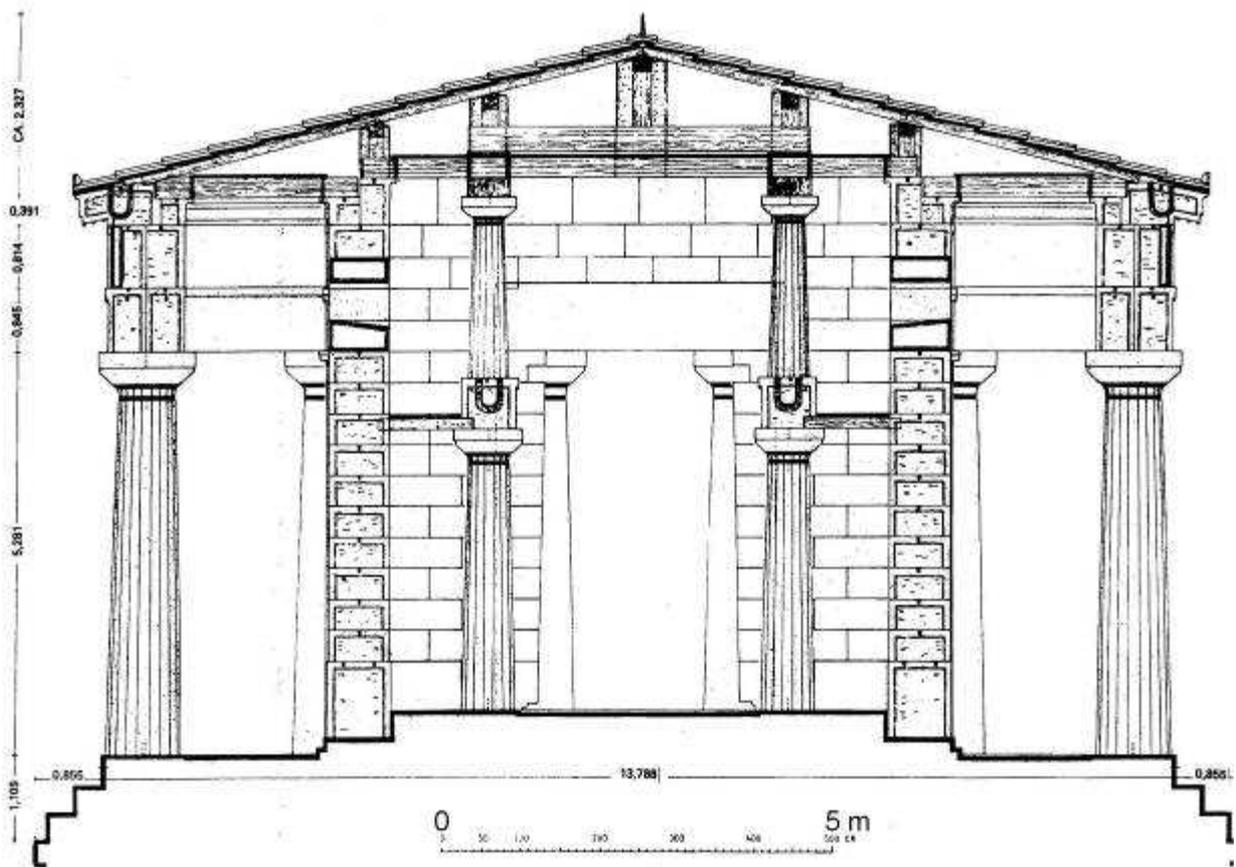


Fig. 319 - Egina. Secondo tempio di Aphaia (fine VI secolo a.C.). Sezione ricostruttiva (BANKEL 1993)

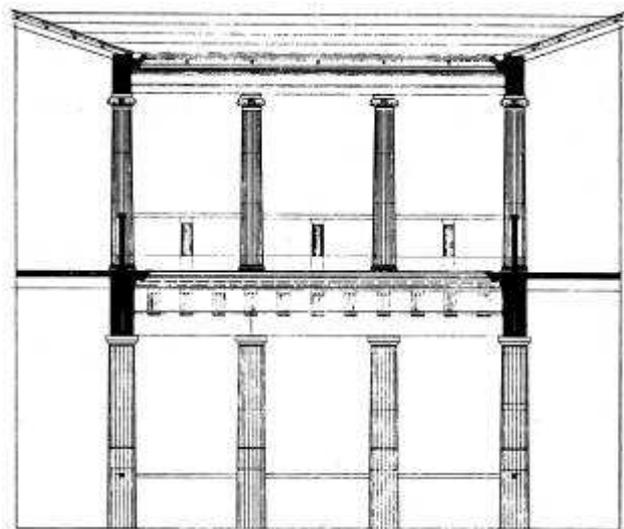


Fig. 320 - Monte Iato. Casa a peristilio di età ellenistica. Ricostruzione (ISLER 1979)

In Egitto le grandi sale ipostile erano dotate di un corpo centrale sopraelevato (**lucernario**) in cui si aprivano lateralmente delle finestre che illuminavano l'interno (figg. 304, 321). Nella maggior parte dei casi copriva le tre navate centrali poste sull'asse longitudinale dell'edificio; il soffitto lapideo in lastre orizzontali era sostenuto al centro da due file di colonne con un maggiore diametro e considerevolmente più alte di quelle delle navate laterali. Ciascuno dei due lati lunghi del lucernario si impostava sulla prima fila di colonne minori lungo il margine della terrazza del settore laterale più basso. In Grecia l'esistenza di un lucernario centrale (*hypolampas*) è attestata con sicurezza nella Sala Ipostila di Delo (fine III sec. a.C.) la quale era scandita in senso longitudinale da cinque file di colonne (fig. 322); la presenza dell'*hypolampas* in questo edificio è menzionata esplicitamente in una



Fig. 321 - Karnak. Tempio di Amon-Ra. Grande sala ipostila. Rappresentazione del settore centrale (Dodd, Mead & co. 1902)

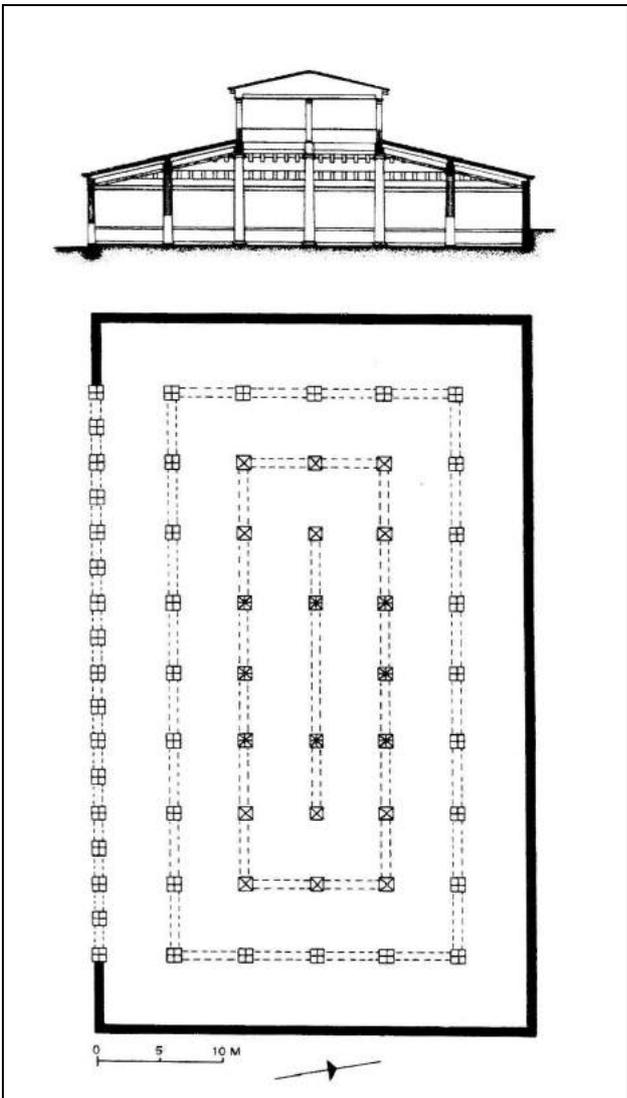


Fig. 322 - Delo. Sala ipostila. Pianta e sezione trasversale ricostruttiva (LAWRENCE 1957)

iscrizione contabile del 207 a.C.<sup>229</sup> Sulla base dei resti rinvenuti sul posto si è potuto restituire un padiglione quadrato formato da otto pilastri, collegati da parapetti, impostati sopra le colonne ioniche, le quali circondavano al pian terreno lo spazio centrale della sala che era completamente libero; le travi di legno del tetto – che forse in quest'epoca cominciano a essere organizzate in un sistema a capriate (cfr. pp. 198-199) – assicuravano infatti una portata più lunga rispetto alle lastre lapidee (quasi 11 m contro poco più di 5 m a Karnak) e quindi non c'era bisogno di sostegni intermedi. Un sistema analogo trova attuazione nelle basiliche romane di età repubblicana. La basilica di Cosa<sup>230</sup> (circa 150 a.C) è la più antica testimonianza di questo tipo di edifici in cui il lucernario corrispondeva allo spazio allungato della navata centrale, la quale era circondata da un deambula-

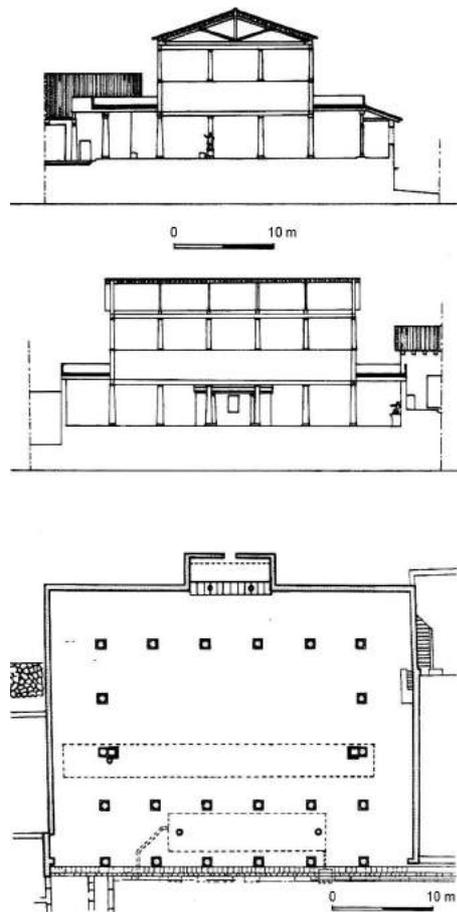


Fig. 323 - Basilica di Cosa. Pianta e sezioni ricostruttive (BROWN 1988)

<sup>229</sup> *ID* 366 A, l. 14-31; POULSEN – VALLOIS 1914

<sup>230</sup> BROWN 1980, pp. 56-60, figg. 71, 73.

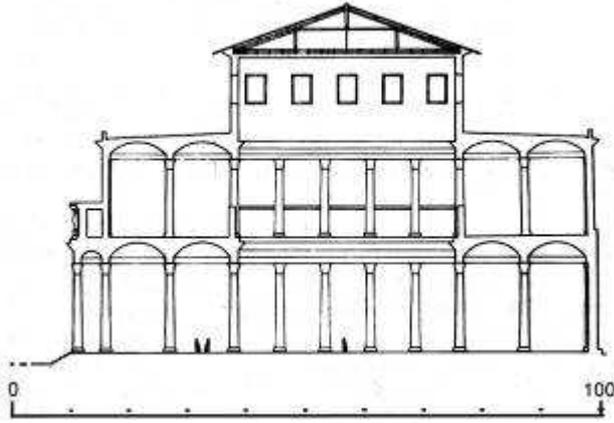


Fig. 324 - Roma. Basilica Ulpia nel Foro di Traiano. Sezione trasversale ricostruttiva (AMICI 1982)

torio coperto a terrazza (fig. 323). Quest'ultima era agibile al pubblico, il quale poteva assistere dall'alto agli spettacoli e alle cerimonie che si svolgevano nel Foro ma anche affacciarsi sulla navata fra le colonne del lucernario. Le basiliche in seguito si sviluppano in altezza, dotandosi al piano superiore di gallerie colonnate che guardano verso la navata e sono chiuse sul lato esterno da un diaframma murario perforato da finestre. Il lucernario che assicurava una illuminazione diretta al vasto ambiente centrale viene di conseguenza spostato verso l'alto, al di sopra dei colonnati delle gallerie (fig. 324). In epoca imperiale era costituito da un muro continuo in cui si aprivano le finestre, schema che verrà ereditato dalle basiliche paleocristiane.

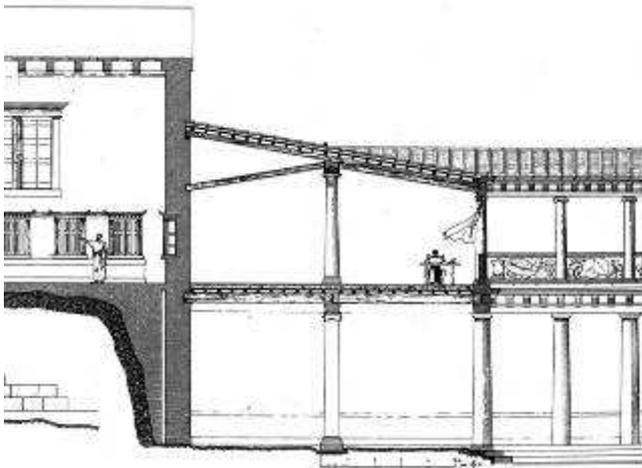


Fig. 325 - Pergamo. Ricostruzione della biblioteca del santuario di Atena: a sinistra la sala con gli scaffali, a destra il portico/sala di lettura (HOEPFNER 1996)

In alcuni edifici greci, come i portici a due navate, colonne di diversa altezza vengono convenientemente disposte per realizzare la pendenza del tetto. Gli architetti, a partire dal IV sec. a.C., sfruttano a questo scopo le diverse caratteristiche morfologiche dei due ordini fondamentali; per cui collocano in facciata le colonne doriche che in proporzione sono più basse, mentre una fila di alte e snelle colonne ioniche, che sostengono a una quota più elevata il tratto centrale dei puntoni, trova posto all'interno. Una soluzione analoga viene adottata nella Sala Ipostila di Delo, dove le colonne presentano una disposizione concentrica intorno al lucernario, finalizzata al sostegno di quattro falde spioventi (fig. 322). In questo caso le file più interne sono di ordine ionico; quelle intermedie, di minore altezza rispetto alle prime, sono di ordine dorico; verso l'esterno le falde si impostano su un muro perimetrale ancora più basso, interrotto sulla facciata principale da una lunga fila di colonne doriche che hanno le stesse proporzioni di quelle interne ma sono più piccole e quindi hanno un'altezza minore. In questo genere di edifici inoltre il ritmo delle colonne in facciata è doppio rispetto alle colonne interne, perché sulle prime è impostata una trabeazione litica che ha una portata minore rispetto alle travi lignee che corrono sulle altre. Nei portici a due piani l'utilizzo di sostegni di diversa altezza avviene ovviamente al livello superiore (fig. 325).

Le differenze proporzionali tra colonne doriche e ioniche sono determinanti anche per quanto riguarda la loro collocazione nelle facciate a due piani; per cui le prime trovano posto al livello inferiore, mentre le seconde che sono più sottili, e quindi più leggere, stanno in alto (fig. 320). Questo rapporto fra i due ordini, che risponde in origine a una logica strutturale, diventerà un motivo canonico. In età ellenistica, negli edifici in cui si adottano diversi tipi di colonne, la posizione dell'ordine ionico all'interno del pian terreno e in facciata al secondo piano è un dato acquisito, ma nel frattempo le colonne doriche si sono snellite secondo il nuovo gusto dell'epoca e i due ordini hanno quasi le stesse proporzioni. Nella Stoà di Attalo II ad Atene, come in altri edifici coevi, le colonne ioniche della fila del pian terreno sono alte come quelle doriche della facciata, ma anche la larghezza è quasi identica (fig. 318). Le colonne ioniche al secondo ordine sono fortemente rimpicciolite; all'interno trova posto un

tipo di colonna palmiforme – diffuso in area pergamena – che è più alta per realizzare la pendenza del tetto, ma avendo le stesse proporzioni delle prime risulta anche molto più larga.

Si parla di **ordine gigante** quando l'altezza di colonne, pilastri o lesene corrisponde ad almeno due piani dell'edificio. È un prodotto dell'architettura ellenistica che snatura l'originaria funzione di sostegno libero del fusto, il quale in questo modo è costretto a dotarsi, sul retro o lateralmente, di elementi di raccordo – mensole a incasso o sostegni addossati – per ricevere il solaio intermedio. Sul piano strutturale si ottiene però un vantaggio consistente. Un grande monolite alto due piani costituisce un sostegno assai più robusto di due ordini di colonne più sottili, frazionati in vari elementi sovrapposti fra cui i blocchi della trabeazione intermedia. Uno dei primi esempi è la basilica di Pompei<sup>231</sup> (ultimo quarto del II sec. a.C.), dove le colonne dell'ordine gigante – che qui sono di laterizio – stanno sui quattro lati della navata centrale che era circondata da portici a due piani (fig. 326). Una soluzione analoga fu progettata da Vitruvio<sup>232</sup> nella basilica di Fano; le grandi colonne della navata, secondo la sua descrizione, erano alte quindici metri; vi erano appoggiati alle spalle due ordini di pilastri – il primo alto 6 m, l'altro 5,40 m – i quali sostenevano rispettivamente il pavimento e il soffitto delle gallerie.

In età ellenistica alcuni cortili presentano un colonnato monumentale più alto sul lato dove si aprono gli ambienti più importanti dell'edificio (c.d. **peristilio rodio**). Nel Palazzo delle Colonne di Tolemaide<sup>233</sup> in Cirenaica il raccordo tra il portico principale e quelli più bassi viene correttamente risolto per mezzo di pilastri angolari a cui si appoggiano, su due lati adiacenti, semicolonne di diversa altezza (fig. 328). Nell'architettura domestica di Delo sono attestate nella stessa epoca soluzioni più modeste; agli angoli del peristilio della casa del Tridente la trabeazione dei portici minori veniva appoggiata su curiose mensole zoomorfe incassate nel fusto delle colonne più alte (fig. 327). Raccordi tra pilastri e semicolonne avranno in ogni modo una grande diffusione nell'architettura ellenistica in conseguenza della maggiore articolazione degli edifici per risolvere diversi tipi di snodi.

<sup>231</sup> OHR 1991

<sup>232</sup> VITR. V, 1, 6

<sup>233</sup> PESCE 1950

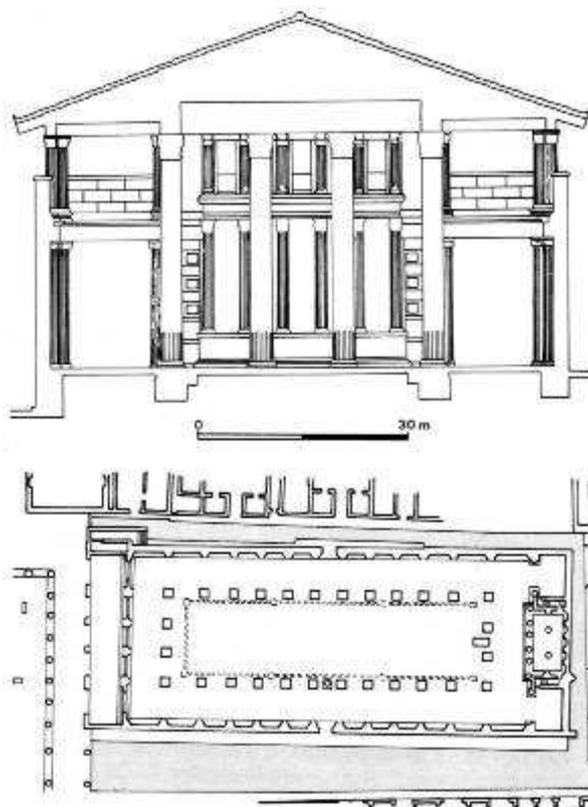


Fig. 326 - Basilica di Pompei. Pianta e sezione trasversale ricostruttiva (GROS 1987)

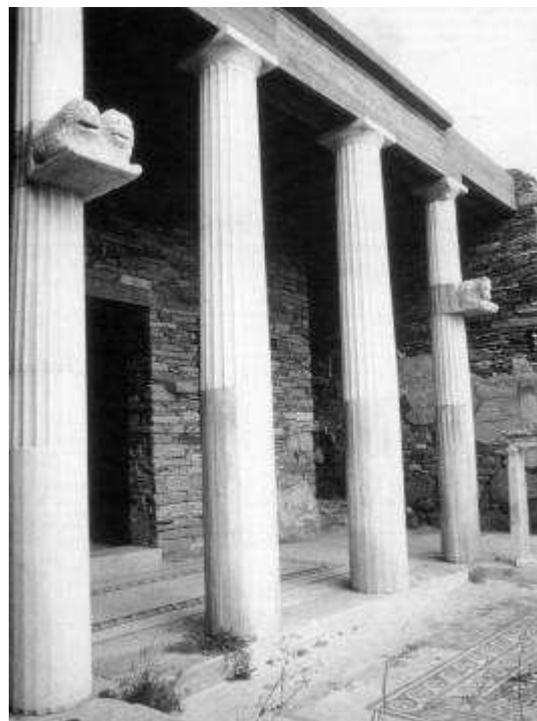
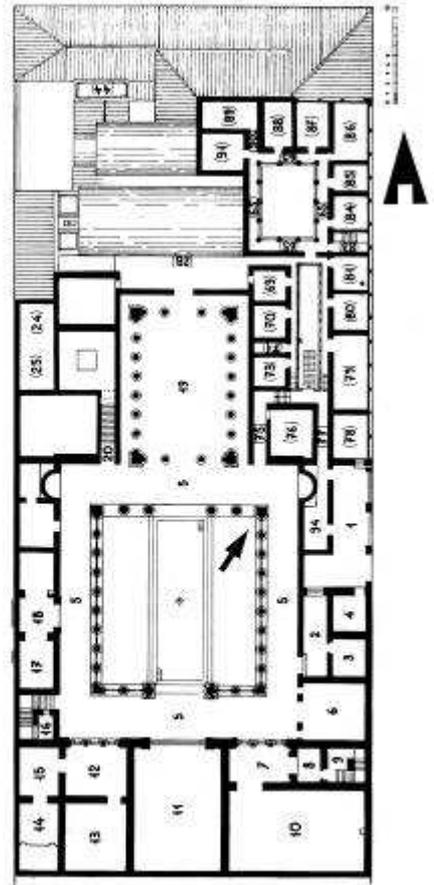
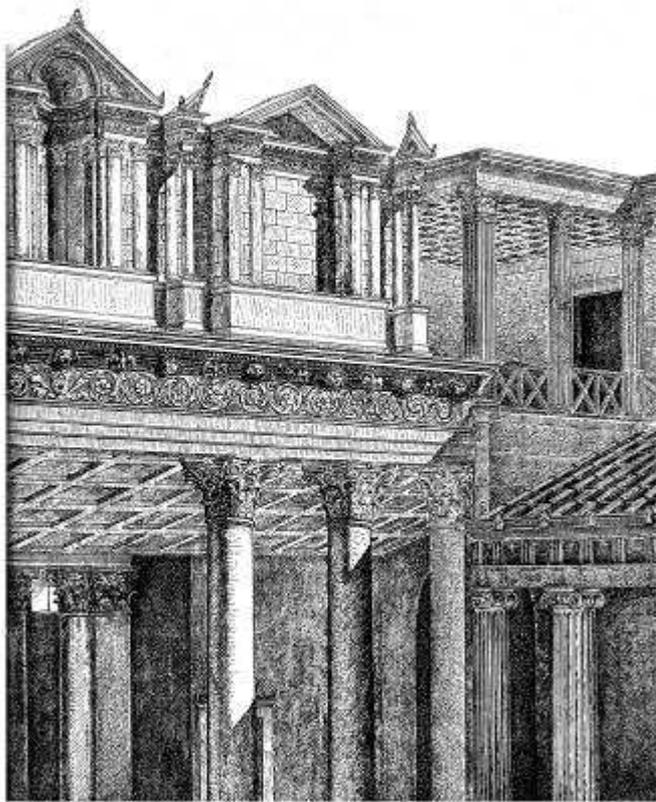


Fig. 327 - Delo. Casa del Tridente. Peristilio di tipo rodio con mensole a teste di animali per l'appoggio della trabeazione dei portici laterali più bassi



SEZIONI A LIVELLO DEL PIANO DI CALPESTIO NEL GRANDE PERISTILIO. I NUMERI TRA PARENTESI SEGNAPO AMBIENTI DI MANI SUPERIORI.

Fig. 327 - Tolemaide. Palazzo delle Colonne. Pianta e ricostruzione della facciata settentrionale del Grande Peristilio (PESCE 1950)

### 5) Coperture lignee e lapidee: capriate e tetti conici.

Le soluzioni elaborate in età arcaica in merito all'orditura delle travature lignee delle coperture a spioventi si manterranno inalterate, nei loro aspetti sostanziali, negli edifici greci e romani dei secoli seguenti, compresi i grandi monumenti in opera quadrata, tramandandosi fino all'epoca moderna. Come si è detto (cfr. pp. 92-93, figg. 143-145) l'armatura primaria del tetto era costituita da poche grandi travi longitudinali – il *columen* e i *mutuli* – su cui poggiavano i puntoni. In alcuni edifici si aveva in alternativa un maggior numero di travi longitudinali di minore spessore. I puntoni erano incatenati da traverse ed erano sostenuti da cavalletti impostati su sostegni intermedi. I *mutuli*

poggiavano su robusti muri trasversali che fungevano da rompitratta, in quanto non potevano coprire spazi esageratamente lunghi. Nei templi peripteri una prima serie di *mutuli* correva dal frontone anteriore al muro posto fra il pronao e la cella (*sekos*), una seconda serie stava sopra la cella, una terza andava dal muro fra *sekos* e opistodomo al frontone posteriore. Si trattava quindi di tre distinti telai, i quali erano collegati superiormente dai travetti della piccola armatura e dalle tegole per cui all'esterno appariva un tetto unico a due spioventi. I *mutuli* che stavano sopra il *sekos* erano quelli più lunghi, ma potevano profittare del sostegno di una serie di cavalletti trasversali, i quali ne impedivano la flessione, collocati sulle coppie di colonne della cella (fig. 319).



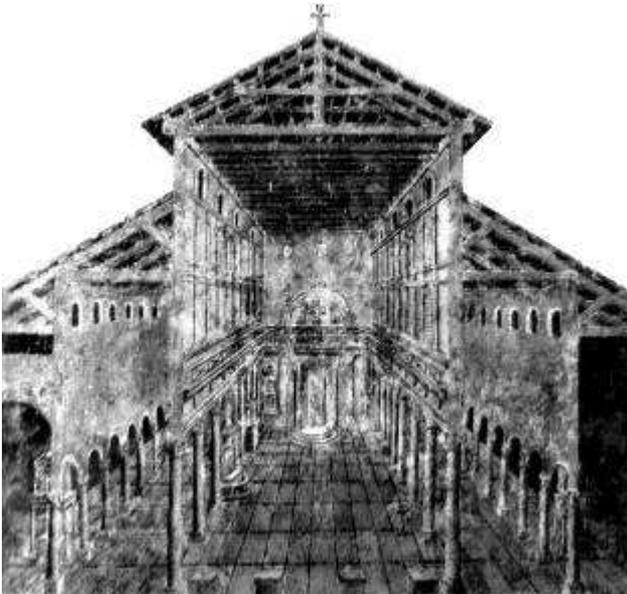


Fig. 330 - Affresco raffigurante l'interno della prima basilica di San Pietro a Roma con il dettaglio della carpenteria. Vaticano, Palazzo dei Canonici

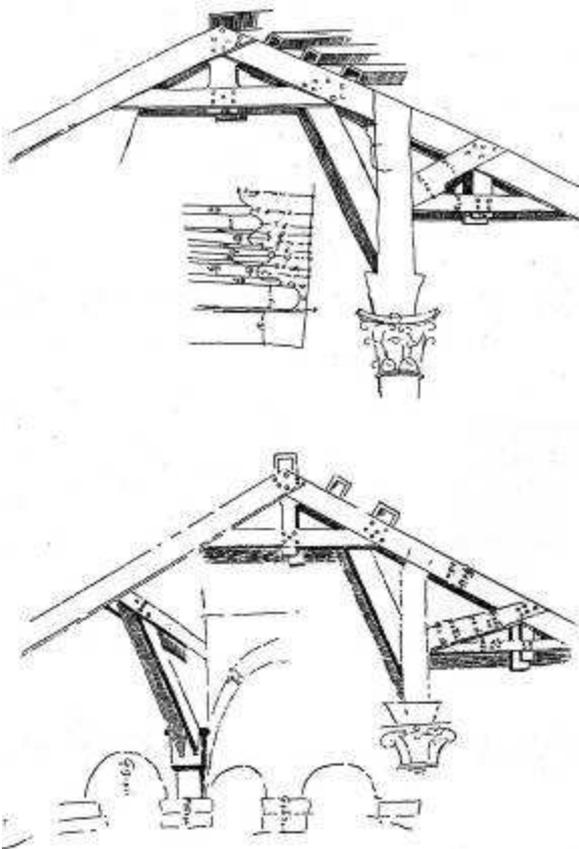


Fig. 331 - Pantheon. Struttura del tetto sopra il pronao. In alto: disegno di Philibert de l'Orme. Sotto: disegno di G.A. Dosio (FINE LICHT 1968)

Alcune capriate molte grandi hanno una struttura più complessa, sono dotate di **controcatena** e doppio o triplo monaco (**capriata palladiana**) (fig. 329). Le catene sono talora costituite da due travi attestate, saldamente collegate da un giunto a denti di sega e cerchiature metalliche. Per quanto riguarda il rapporto fra monaco e catena si hanno due diversi sistemi: a) con una staffa a U sospesa al monaco che gira precauzionalmente sotto la catena senza toccarla (fig. 328); b) con un collegamento a cerniera che realizza una vera e propria struttura reticolare (fig. 330). Le capriate più antiche a noi note, e non più esistenti, sono quelle del Pantheon, della Basilica di San Pietro in Vaticano – riprodotte in alcuni disegni rinascimentali – e della Basilica di San Paolo Fuori le Mura la quale andò distrutta con l'incendio del 1823<sup>234</sup>. In tutti questi esempi il monaco appare unito alla catena. Le travature del Pantheon, che stavano sopra il pronao, erano in bronzo, a sezione a U rovescia, e unite da cavicchi dello stesso materiale (fig. 331). Il più antico esempio noto di capriata del primo tipo, con la staffa a U passante sotto la catena, datato al VI secolo d.C. e ancora esistente, è quello di Santa Caterina del Sinai<sup>235</sup>; è il modello che dominerà nell'architettura del Rinascimento e in tutta la manualistica moderna.

Nelle basiliche di San Pietro e di San Paolo le capriate coprivano navate larghe circa 24 m. Esse dovevano essere state utilizzate anche nella Basilica Ulpia del Foro Traiano<sup>236</sup> (26 m) (fig. 324) e nell'Aula regia della *Domus Flavia* sul Palatino (30,40 m)<sup>237</sup>. Molto probabilmente questo sistema cominciò a perfezionarsi in età ellenistica per risolvere la copertura di ambienti già assai ampi, come la stoà di Attalo I a Delfi con una sola navata larga 8,50 m (dove sui blocchi dell'elevato restano gli incassi per travi accoppiate misuranti 0,54 x 0,60 m)<sup>238</sup>, l'*Anakton* (fig. 332) e lo *Hieron*<sup>239</sup> del Santuario dei Grandi Dei a Samotracia (larghi rispettivamente 13,30 m e 10,70 m), i *bouleteria* di Mileto e di Priene<sup>240</sup> (figg. 309, 333). Le travature della sala quadrangolare di quest'ultimo edificio erano sostenute in una prima fase da due file di pilastri distanti fra loro circa 14,50 m, posti

<sup>234</sup> Sull'argomento si veda GIULIANI 2006, pp. 92-94.

<sup>235</sup> GIULIANI 2006, p. 93

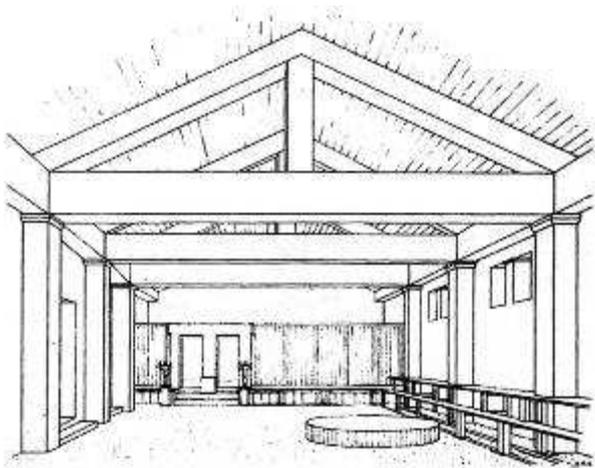
<sup>236</sup> AMICI 1982

<sup>237</sup> GIULIANI 1977

<sup>238</sup> ROUX 1987, pp. 68-71

<sup>239</sup> LEHMANN 1969

<sup>240</sup> KRISCHEN 1941; KOCKEL 1995



▲ Fig. 332 - Samotracia. Anaktoron. Ricostruzione dell'interno (LEHMANN K. 1955)

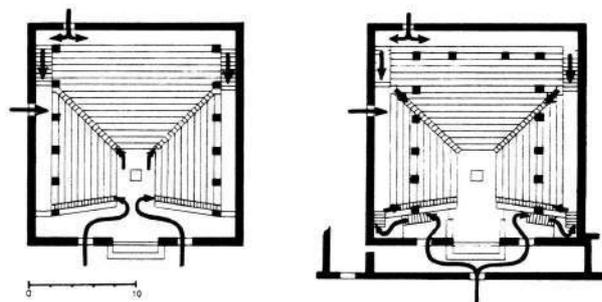
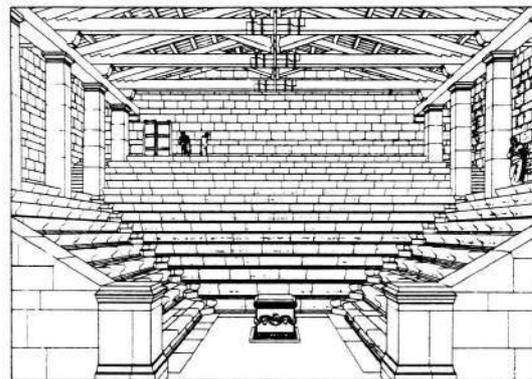


Fig. 333 - Priene. Bouleterion. Sopra: Ricostruzione dell'interno nella prima fase. Sotto: pianta della prima e della seconda fase. Nella seconda fase i pilastri furono avvicinati verso il centro dell'aula (KOCKEL 1995)

vicino il muro perimetrale alla sommità delle gradinate; in una seconda fase, evidentemente a causa di dissesti che si erano verificati nella carpenteria a causa di una luce troppo ampia, le due file di sostegni vennero avvicinate di circa 4 m, creando qualche problema di visibilità alle file di sedili più alte.

La copertura di grandi spazi poteva trovare soluzioni diverse. Il rilievo di oltre cento blocchi architettonici della stoà Nord-Ovest di Taso (circa 300 a.C.), edificio a navata unica profonda 12,67 m, ha consentito di individuare tutti gli incassi dell'orditura lignea del tetto a doppio spiovente che era coperto da tegole di marmo<sup>241</sup> (fig. 334). Gli alloggi delle travi trasversali, ricavati sul muro di fondo e dietro i triglifi della facciata, mostravano una sezione di circa 0,60 m per lato. Alla stessa quota su ciascuno dei due lati corti sono state identificate cinque cavità di uguale altezza e leggermente più strette (circa 0,50 m i tre elementi centrali, 0,30 m i due laterali). Una situazione di questo tipo ha fatto giustamente pensare che le travi trasversali, più spesse, fossero collegate con incastri a delle travi longitudinali che realizzavano una robusta e rigida griglia portante. Il dato più

interessante è che lungo i bordi superiori dei due timpani dei lati corti si sono conservati gli incassi degli elementi longitudinali su cui poggiavano i puntoni, assimilabili ai *mutuli* (in numero di sei per ogni timpano), i quali presentano una sezione di scarse dimensioni (0,30 x 0,20 m); inoltre manca la trave di colmo. L'ossatura portante era evidentemente composta dalla griglia delle travi orizzontali e dai puntoni, l'una e gli altri saldamente collegati. I puntoni molto probabilmente erano sostenuti al colmo da un ritto centrale (oppure in alternativa erano collegati a metà altezza da una controcatena) (fig. 334 B); per cui i "mutuli" costituivano solamente un ulteriore elemento di rinforzo messo a scopo precauzionale considerando il peso delle tegole di marmo.

Doveva risultare tecnicamente complessa anche la copertura delle *tholoi*, dove il tetto conico era portato da una serie di puntoni radiali i quali si incontravano al centro dell'edificio ma non potevano profittare di un sostegno verticale. Per evitare rischi di torsione o di spinte verso l'esterno la soluzione più robusta era quella di incatenare coppie di puntoni opposti (fig. 335, n. 1). Una carpenteria di questo tipo è stata proposta per la

<sup>241</sup> KOZELJ – WURCH-KOZELJ 2002

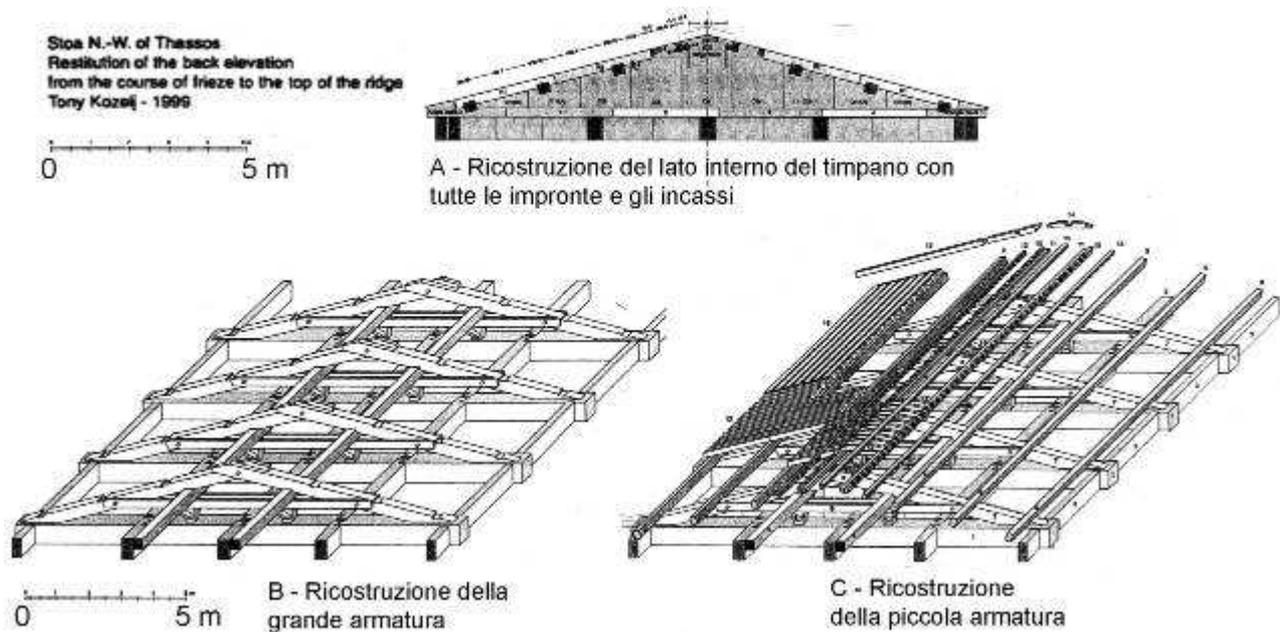


Fig. 334 - Taso. Stoà NO. Ricostruzione della carpenteria del tetto (KOZELJ – WURCH-KOZELJ 2002)

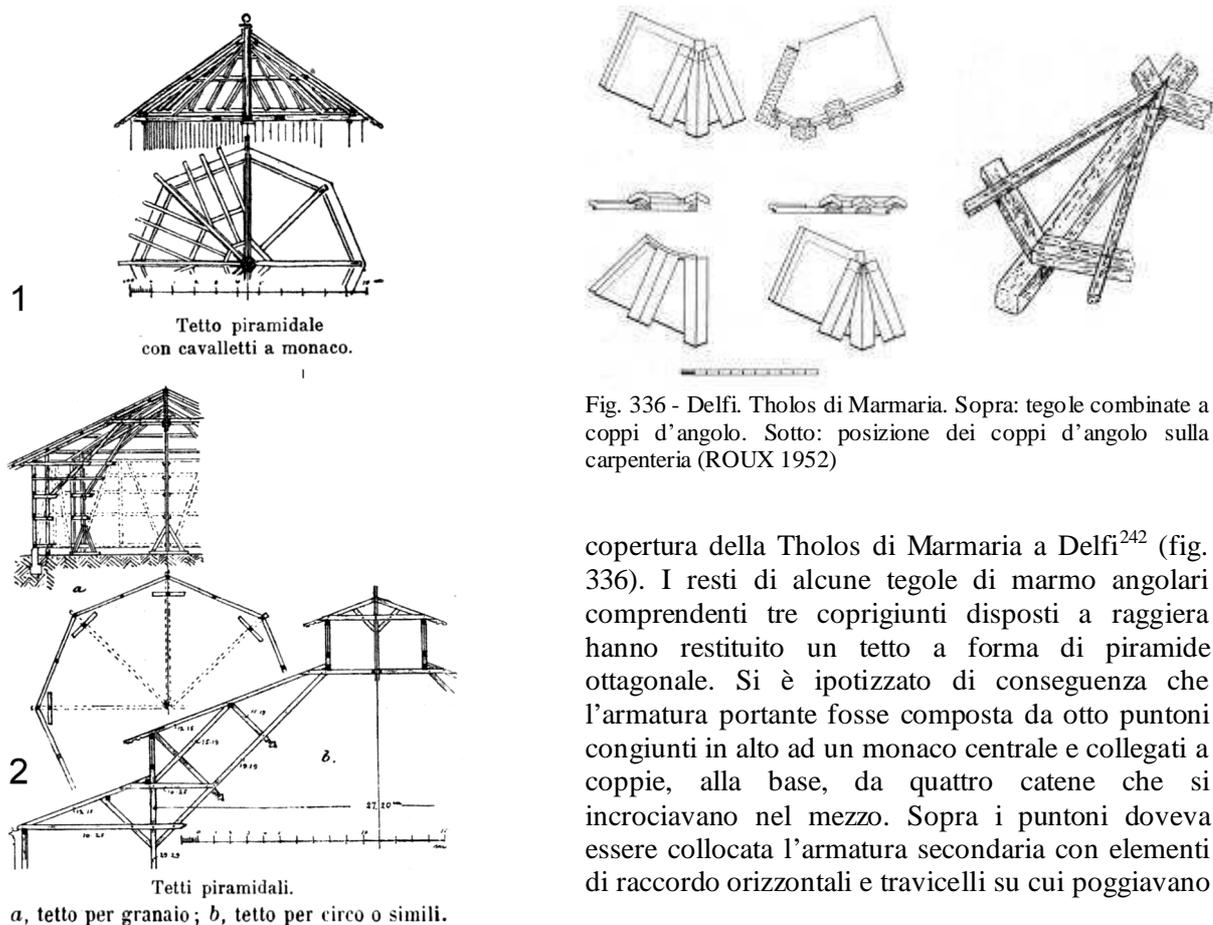


Fig. 336 - Delfi. Tholos di Marmaria. Sopra: tegole combinate a coppi d'angolo. Sotto: posizione dei coppi d'angolo sulla carpenteria (ROUX 1952)

copertura della Tholos di Marmaria a Delfi<sup>242</sup> (fig. 336). I resti di alcune tegole di marmo angolari comprendenti tre coprigiunti disposti a raggiera hanno restituito un tetto a forma di piramide ottagonale. Si è ipotizzato di conseguenza che l'armatura portante fosse composta da otto puntoni congiunti in alto ad un monaco centrale e collegati a coppie, alla base, da quattro catene che si incrociavano nel mezzo. Sopra i puntoni doveva essere collocata l'armatura secondaria con elementi di raccordo orizzontali e travicelli su cui poggiavano

Fig. 335 - Carpenteria dei tetti piramidali (DONGHI 1906)

<sup>242</sup> ROUX 1952

le tegole. In linea generale questo tipo di tetto non può essere composto da un esagerato numero di puntoni perché il congiungimento al centro richiederebbe molteplici e profondi intagli nei legnami che causerebbero un eccessivo assottigliamento e indebolimento delle teste. Una buona regola nelle opere di carpenteria è che i tagli praticati nelle travi per realizzare incastri e assemblaggi non siano più profondi della metà della sezione. Quindi conviene disporre pochi puntoni e riempire gli spazi triangolari di risulta con

un'armatura leggera con la quale eventualmente si può modellare l'estradosso in forma conica.

Un sistema alternativo per la copertura di ampi spazi circolari consisteva nella realizzazione di una serie di travature reticolari radiali inclinate (c.d. **capriate senza catene**), composte da coppie di puntoni posizionati sulla stessa verticale, impostati sul muro perimetrale a due quote diverse e collegati verso il centro dell'edificio (fig. 335, n. 2; 337). I puntoni più alti corrispondono al tetto, quelli sottostanti, più inclinati, danno forma all'intradosso

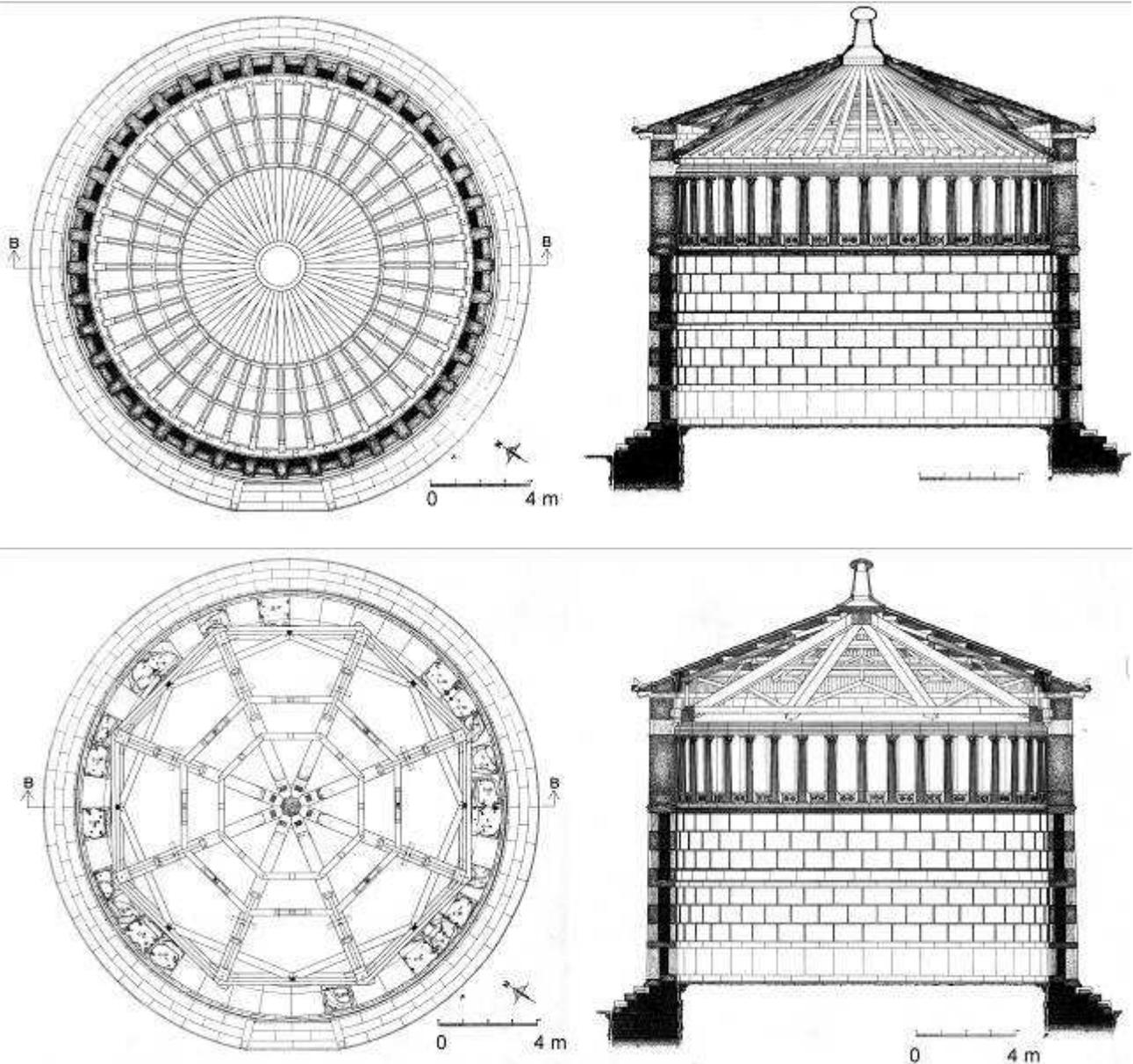


Fig. 337 - Samotracia. Arsinoeion. Ricostruzione dell'edificio con la copertura di età ellenistica (sopra) e quella di età romana (sotto) (Mc CREDIE et alii 1992)

ed hanno la funzione statica di irrigidire la copertura realizzando una cellula triangolare che viene rinforzata al suo interno da traverse inclinate. Le coppie di puntoni sono collegate fra loro da travature orizzontali e si contrastano reciprocamente al centro dell'edificio. Questo tipo di carpenteria è attestato in numerose costruzioni utilitarie europee del XIX secolo, anche a pianta rettangolare. Essa offre il vantaggio di liberare lo spazio sotto al tetto dalle ingombranti catene orizzontali. La struttura è tanto più salda quanto più ampia è la forbice dei due puntoni in corrispondenza del muro perimetrale. Quello inferiore può essere a sua volta puntellato da un sostegno ancora più inclinato per cui l'intradosso risulta a profilo poligonale. In alcuni casi i puntoni opposti vengono collegati da catene situate in alto (**capriate a catene rialzate**); altrimenti, invece di congiungersi al vertice, si attestano in corrispondenza di un anello di travi di collegamento trasversali – che irrigidiscono la struttura con la stessa funzione delle catene rialzate – su cui è impostata una lanterna.

Una copertura di questo tipo è stata ipotizzata per la grande rotonda dell'Arsinoeion nel santuario dei Grandi Dei a Samotracia (280-270 a.C.) – con diametro interno di ben 16,80 m – in base alla forma degli incassi visibili dietro i blocchi della trabeazione<sup>243</sup>. Secondo questa ricostruzione sopra un cerchio di travi correnti alloggiato in una risega dell'architrave poggiava una corona di quaranta puntoni con le teste inferiori incassate nei blocchi del fregio; ciascuno di essi si collegava ad uno dei puntoni della corona superiore che era impostato sulla sima (fig. 337, sopra). Tenendo conto della testimonianza di Pausania (V, 20, 9), secondo cui le travi del tetto conico del Philippeion di Olimpia erano tenute insieme da un anello bronzeo, si è inoltre ipotizzato che i puntoni dell'Arsinoeion fossero collegati verso l'alto ad una struttura circolare di bronzo – che fungeva da camino per l'evacuazione dei fumi dell'altare interno – la quale con il suo peso li faceva lavorare a compressione impedendone la torsione. La copertura dell'edificio venne ricostruita agli inizi dell'epoca imperiale a seguito di un terremoto (fig. 337, sotto). I tagli obliqui presenti dietro i blocchi della trabeazione<sup>244</sup>

<sup>243</sup> Mc CREDIE *et alii* 1992, pp. 87-91, tavv. LXVI – LXXVII

<sup>244</sup> La posizione originaria dei blocchi della sima è stata ricostruita in base ai segni alfabetici che erano incisi vicino ai bordi (cfr. Mc CREDIE *et alii* 1992, Appendix III, pp. 260-261 e fig. 56)

hanno restituito per questa fase il profilo di un tetto ottagonale a piramide formato nella corona inferiore da otto grandi puntoni impostati sui blocchi degli architravi, ciascuno dei quali era collegato a due puntoni più piccoli pertinenti alla corona superiore che poggiavano sulla sima. Il tetto era concluso da un elemento circolare in marmo, composto da tre pezzi che si sono parzialmente conservati.

Nel corso del VI sec. a.C. in molti edifici greci le tegole e le sime in terracotta, nonché le travature di legno del tetto e dei soffitti, cominciano a essere sostituite con il marmo (fig. 338). Il fenomeno ha inizio in alcuni centri delle isole Cicladi che benefi-



Fig. 338 - Atene. Tegole marmoree del Partenone



Fig. 339 - Delo. Stoa dei Nassi. Trave di colmo in marmo con gli incassi laterali per i puntoni

ciano delle vicine cave – Delo, Paro, Nasso – ; prende piede alla fine del secolo ad Atene dove nel tempio c.d. “Architettura H”, che precede il Partenone, sono realizzate in marmo dell’Imetto le sime e la prima fila di tegole<sup>245</sup>; dal secolo successivo riguarderà numerosi edifici anche del Peloponneso, dove si importano i marmi dalle Cicladi, e persino alcuni templi delle colonie d’Occidente (tempio di Hera Lacinia a Crotone<sup>246</sup>, Tempio C di Atena a Gela, tempio C di Metaponto). Nell’*Oikos* dei Nassi a Delo all’inizio del VI sec. a.C. sono attestate delle tegole laconiche<sup>247</sup>, ma quella che poi prevale ovviamente è la più lussuosa tegola corinzia. Le tegole di marmo pesano almeno il doppio di quelle in terracotta. Per sopportarne il carico conseguentemente le travature del tetto in molti casi, ma non sempre, vengono realizzate nello stesso materiale. Il marmo rispetto alle altre pietre ha una migliore resistenza a trazione, le travi avevano uno spessore considerevole, quindi si era in grado di coprire luci abbastanza ampie. La disposizione delle travi corrispondeva a quella dei tetti lignei, ma l’orditura doveva risultare semplificata. Per cui i puntoni che poggiavano sui *mutuli* e sul *columen*, profittando anche di appositi incassi – come quelli visibili sulle travi di colmo della *stoa* e dell’*oikos* dei Nassi a Delo<sup>248</sup> – dovevano essere collocati a distanze ravvicinate in modo che le tegole vi andavano direttamente a cavallo e si evitavano l’armatura secondaria e la *dorosis* (figg. 338, 339).

### 5) I soffitti

Come è stato detto i soffitti egiziani in legno negli edifici più importanti venivano nascosti sotto uno strato di intonaco dipinto (cfr. p. 61). Mantengono questa caratteristica di superficie piatta anche quando sono realizzati in pietra; le lastre, impostate sugli architravi e sui muri perimetrali, mostrano inferiormente una faccia completamente liscia che viene ricoperta da pitture. Il lato sovrastante corrisponde alla terrazza. Nei templi del Nuovo Regno le facce superiori delle lastre presentano sui bordi un incasso longitudinale che serviva ad accogliere un sottile elemento lapideo coprigiunti; in alcuni casi erano anche perforate da piccoli pozzi

di luce quadrangolari. Lungo il bordo esterno della terrazza correva una canaletta, modellata nelle pietre, che raccoglieva l’acqua piovana convogliandola in un tubo di scarico interno collegato ad un doccione; questo era costituito in genere da un blocco parallelepipedo incassato nel muro sotto la cornice e sormontato da una scultura ornamentale.

In Grecia le travature lignee dei soffitti restano invece in vista; vengono quindi perfettamente squadrate e diventano oggetto di un trattamento decorativo in rilievo. Nei templi i soffitti vengono realizzati occludendo le travi orizzontali che stanno alla base dei puntoni in modo da nascondere l’orditura delle falde spioventi. Tra il soffitto e il tetto risulta un’intercapedine d’aria che è termicamente isolante.

La chiusura delle travi avviene semplicemente appoggiandovi sopra un tavolato oppure degli elementi quadrangolari che hanno funzione di coperchi. Il sistema è ben esemplificato dai soffitti litici che si sono conservati in alcuni edifici greci. Quello del pronao del tempio di Demetra a Sangri di Nasso<sup>249</sup> (dopo la metà del VI a.C.) traduce nel marmo un’orditura di tipo tradizionale, per cui sopra le grosse travi portanti che vanno dalla facciata al muro della cella sono collocati in senso trasversale degli elementi più sottili e più frequenti (fig. 340). Sulle travi marmoree dei soffitti del Partenone<sup>250</sup>

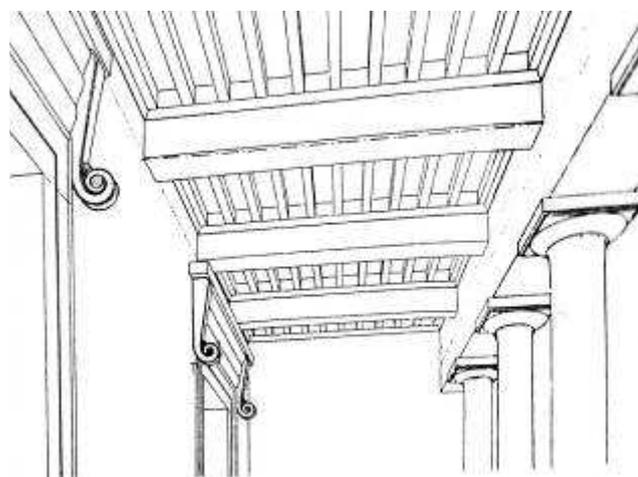


Fig. 340 - Nasso. Tempio di Demetra a Sangri di Nasso. Ricostruzione del soffitto marmoreo del pronao. Terzo quarto del VI secolo a.C. (KORRES 1999)

<sup>245</sup> KORRES 1997, pp. 232-234

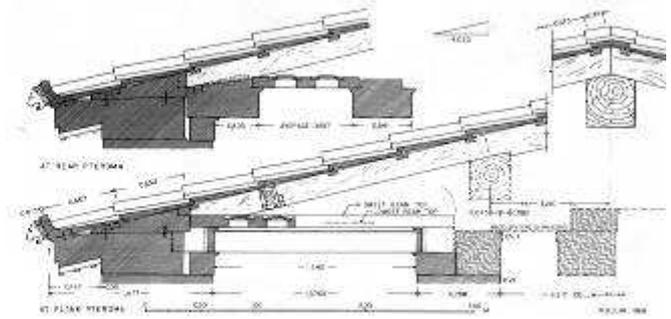
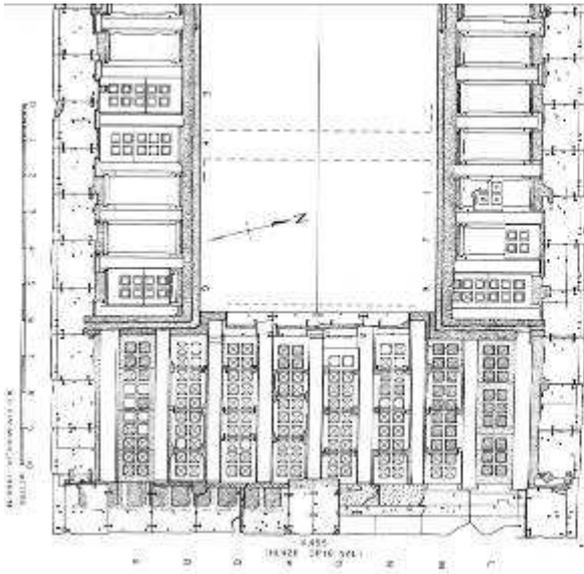
<sup>246</sup> LA ROCCA 1996

<sup>247</sup> COURBIN 1980, pp. 81-87

<sup>248</sup> GRUBEN 1985, pp. 106-107

<sup>249</sup> GRUBEN 1993, p. 107

<sup>250</sup> ORLANDOS 1977, fig. 265



Sections at west end and center of flank peristyle

Fig. 341 - Atene. Ephaisteion. Pianta dei resti del soffitto della parte anteriore del tempio. Sezione trasversale del soffitto e del tetto (DINSMOOR 1976)



Fig. 342 - Atene. Ephaisteion. Particolare del pronaos

(447-437 a.C.) e dell'Hephaisteion<sup>251</sup> (421-415 a.C.) ad Atene sono invece appoggiati, a cavallo, degli elementi rettangolari di chiusura che sono alleggeriti da una serie di cavità quadrate regolarmente distanziate (**cassettoni** o lacunari) e dotate di modanature di raccordo lungo i bordi (fig. 341, 342, 343). I lacunari del Partenone mostrano una decorazione più ricca con una serie di modanature ioniche concentriche e una rosetta centrale in rilievo; quest'ultima diventerà un motivo canonico nei cassettoni di ogni tempo. In età ellenistica, come testimoniato nel tempio di Atena a Ilio<sup>252</sup> e nell'Altare di Zeus a Pergamo<sup>253</sup>, si riusciranno a produrre grandi placche marmoree autoportanti perforate da un gran numero di lacunari, le quali poggiano su muri e colonnati perimetrali senza bisogno del supporto di travature (fig. 344). Il disegno che propongono questi soffitti lapidei è quello di una griglia di travi incrociate relativamente sottili, poste allo stesso livello, in mezzo alle quali risultano i vuoti dei cassettoni. E' molto probabile che questo motivo trasponga nel marmo un tipo di soffitto ligneo che in quell'epoca doveva essere già molto diffuso e che sarà di uso comune ancora in

<sup>251</sup> DINSMOOR 1976. Simile al soffitto dell'Ephaisteion è quello del tempio di Nemese a Rannunte (MILES 1989, pp. 218-221)

<sup>252</sup> GOETHERT - SCHLEIF 1962

<sup>253</sup> KASTNER 1996

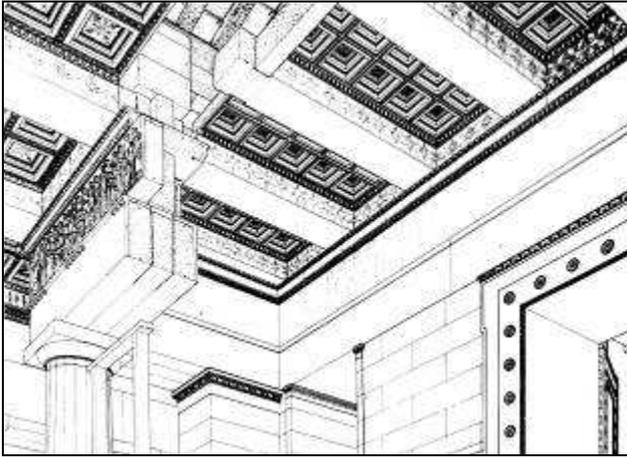


Fig. 343 - Atene. Partenone. Ricostruzione del soffitto del pronao (KORRES 1994)

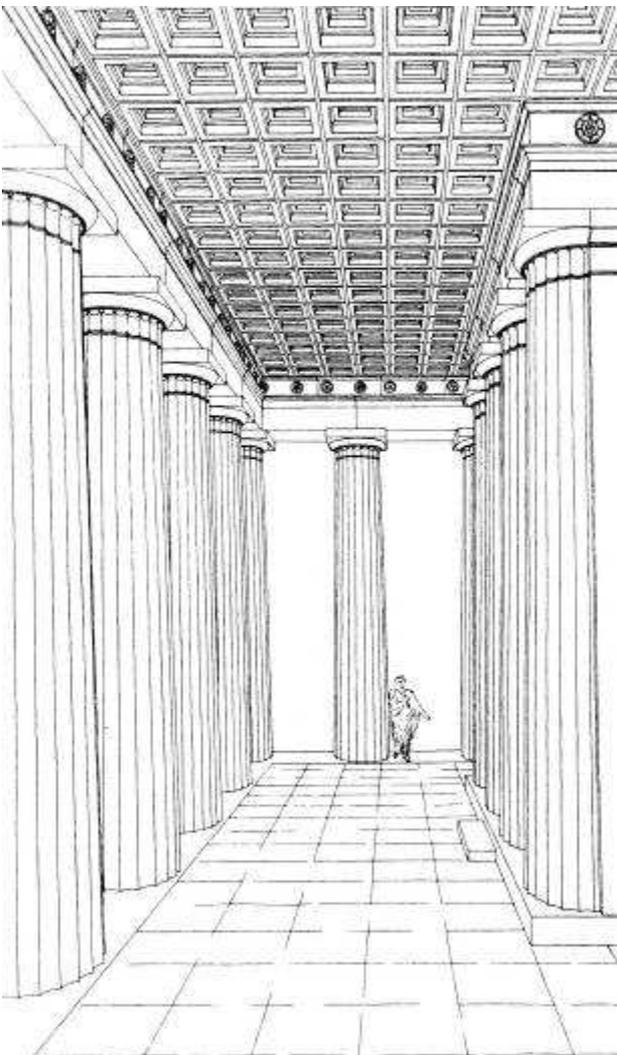


Fig. 344 - Ilio. Tempio ellenistico di Atena. Ricostruzione della peristasi con il soffitto a lacunari di marmo (GOETHERT – SCHLEIF 1962)

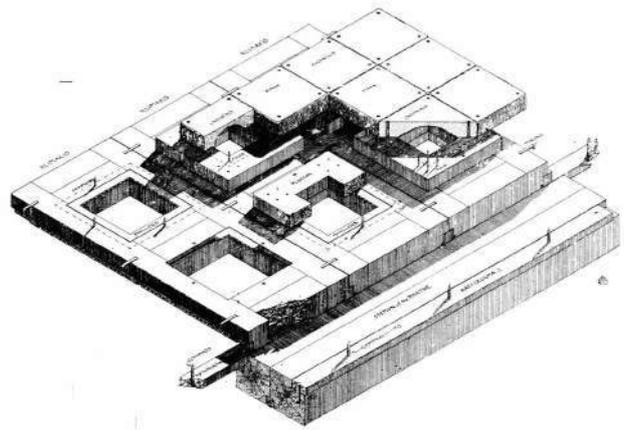


Fig. 345 - Delo. Tempio di Apollo. Ricostruzione dei lacunari in legno della peristasi. Ca. 280 a.C. (HOLLAND – DAVIS 1934)

epoca moderna. Tenendo conto della dettagliata descrizione di un'iscrizione contabile, è stata formulata una ricostruzione ipotetica di uno dei soffitti del tempio di Apollo a Delo (III sec. a.C.)<sup>254</sup> (fig. 345). Le travi portanti erano formate da due legni affiancati per lungo ed erano collegate trasversalmente da coppie di elementi di uguale spessore che avevano una funzione di irrobustimento e di irrigidimento della struttura. Sul bordo di ciascuno dei quadrati che risultava in mezzo alla griglia era inserita una modanatura di raccordo, posizionata a filo del lato superiore delle travi; sopra vi era appoggiato un elemento quadrato con un foro centrale più piccolo; sopra a questo stava un coperchio incavato.

Una griglia lignea di questo tipo, come si è visto, copriva la navata unica della stoà Nord-Ovest di Taso (fig. 334). In questo caso gli intervalli fra le travi erano molto ampi (non meno di 2,50 m). Se la struttura era chiusa anche qui da un soffitto a cassettoni, questi dovevano poggiare su un'armatura secondaria sistemata sopra le travi portanti, oppure allo stesso livello con sistemi a incastro.

La c.d. “**volta galata**” è un tipo di soffitto in grandi lastre di pietra che è attestato in alcune tombe della Tracia dal IV sec. a.C. e che si diffonde in Asia Minore in età ellenistica e romana (figg. 346, 347)<sup>255</sup>. Il principio costruttivo è quello della volta a mensola. La copertura è costituita da varie file di blocchi disposti a sbalzo che formano dei quadrati iscritti l'uno dell'altro con angoli a 45°. Ogni lastra sta saldamente a cavallo dei due blocchi sottostanti,

<sup>254</sup> HOLLAND – DAVIS 1934

<sup>255</sup> ORLANDOS 1966, pp.189-194

mentre il triangolo libero presenta una marcata sporgenza. La razionalità geometrica del sistema consente di coprire ampi vani con poche assise.

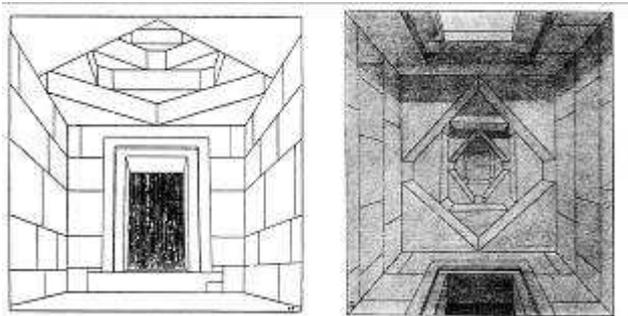


Fig. 346 - *Prothalamos* della Tomba di Kurt-Kale (Tracia). Prospettiva laterale e dal basso (ORLANDOS 1966)

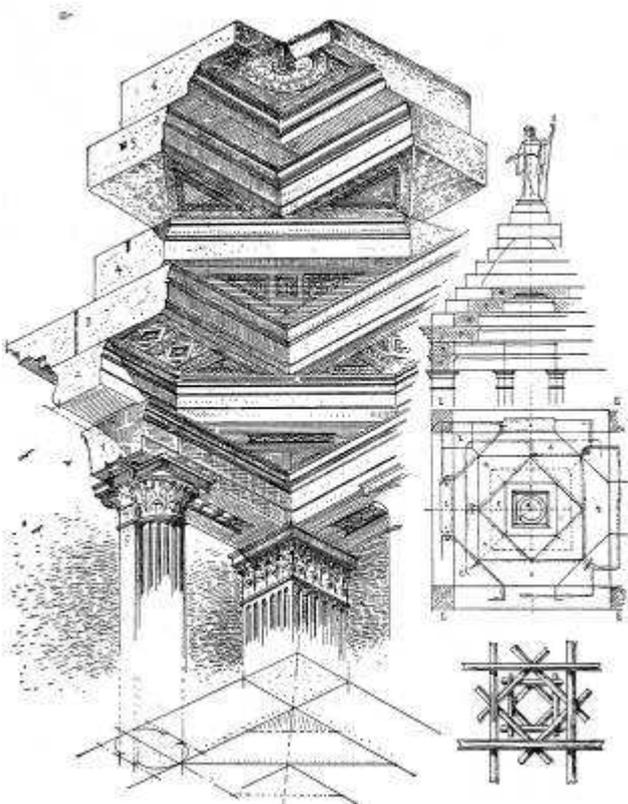


Fig. 347 - Monumento funerario di Milasa (Caria), c.d. "Gümüşkesen". Ricostruzione della "volta galata". Assonometria, pianta e sezione. In basso a destra: analoga struttura di un soffitto ligneo armeno (DURM 1910, ORLANDOS 1966)

## 6) Archi e volte

In Egitto durante l'Antico Regno le volte a mensola sono molto comuni sopra camere e corridoi delle tombe. Dentro le piramidi le volte, gravate dalla enorme massa muraria, hanno un'altezza considerevole in rapporto alla luce in quanto l'aggetto dei singoli filari è prudentemente ridotto al minimo (fig. 348). Spesso le parti sporgenti sono tagliate in diagonale e l'intradosso risulta a sezione triangolare. Molto frequenti, anche in epoca successiva, sono le coperture a lastroni inclinati contrapposti ("a cappuccina" o a doppio spiovente), con le facce a contatto tagliate con uno smusso assiale alla chiave oppure con un incastro angolare (fig. 349); la faccia inferiore delle due lastre è talvolta sagomata con un profilo curvilineo. Spesso troviamo due o tre coppie sovrapposte; quelle soprastanti hanno funzione di scarico (fig. 350). Sopra le stanze sepolcrali delle piramidi, a protezione dal carico della muratura soprastante, sono realizzate altrimenti delle **camere di compensazione**. Sulla "camera del re" della piramide di Cheope a Giza stanno ben cinque intercapedini sovrapposte separate da lastroni orizzontali di granito, quella superiore è coperta "a cappuccina". La funzione di scarico è svolta in realtà solo da quest'ultima; gli architravi sottostanti sono messi a scopo precauzionale: è una barriera protettiva che dovrebbe opporsi – non si sa con quanto efficacia – in caso di cedimento della volta. Nelle piramidi in mattoni crudi del Medio Regno sopra le camere di compensazione, come si è visto, la funzione di scarico è svolta in maniera più sicura da una volta in mattoni radiali inglobata nella massa muraria (cfr. p. 70 e fig. 103).

Per quanto riguarda le volte in conci radiali, resta un caso eccezionale il ritrovamento di una struttura di questo tipo sopra la camera funeraria di una mastaba della IV dinastia a Dahshur con luce di 2,60 m; relativamente a quest'epoca sono conosciute per il resto poche volte di scarico di ampiezza modesta<sup>256</sup>. Dopo un lungo iato temporale, nonostante le volte in mattoni radiali siano diventate comuni nel secondo millennio sia in Egitto che in Mesopotamia (cfr. pp. 64-69), quelle in conci lapidei fanno la loro riapparizione molto tardi e timidamente. Le prime attestazioni non sono anteriori alla XXV dinastia (VIII-VII sec. a.C.). Uno

<sup>256</sup> ARNOLD *et alii* 2003, pp. 253, 254 con bibliografia.

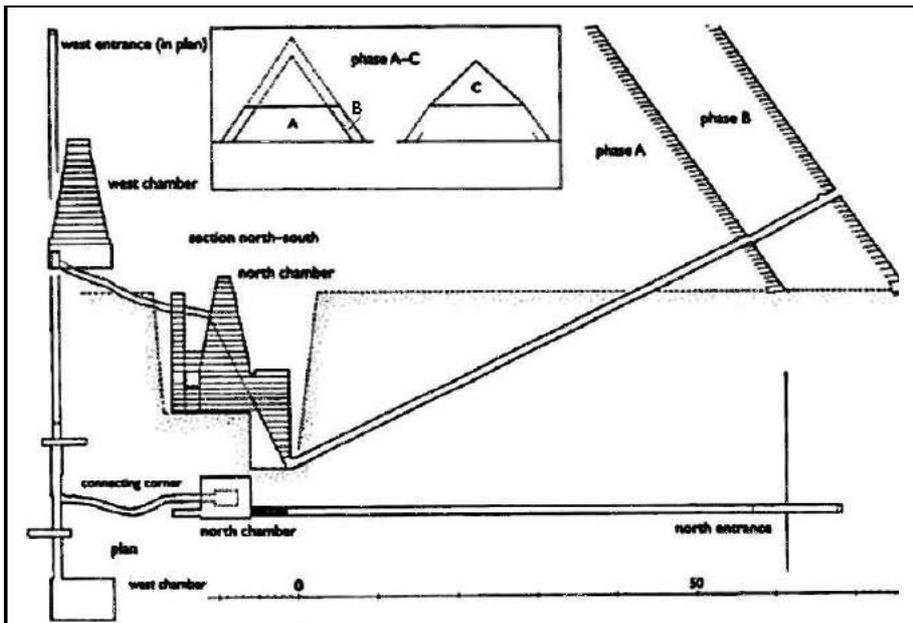


Fig. 348 - Dahsur. Piramide romboidale di Snefru (IV dinastia). Pianta e sezione delle camere interne e schema delle tre fasi costruttive dell'edificio A destra: Sezione della camera funeraria settentrionale (ARNOLD *et alii* 2003).

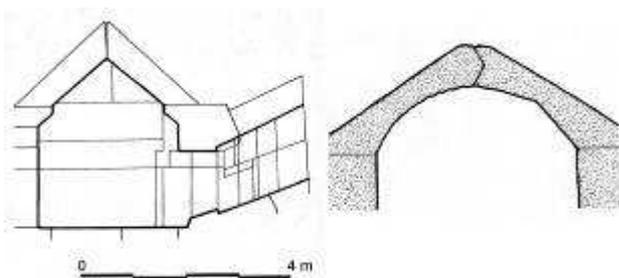


Fig. 349 – A sinistra: sezione della camera funeraria del tempio di Mentuhotep (XI dinastia) a Deir el-Bahari. A destra: sezione della camera funeraria della piramide di Amenemhat III ad Hawara (XII dinastia) (GOYON *et alii* 2004)

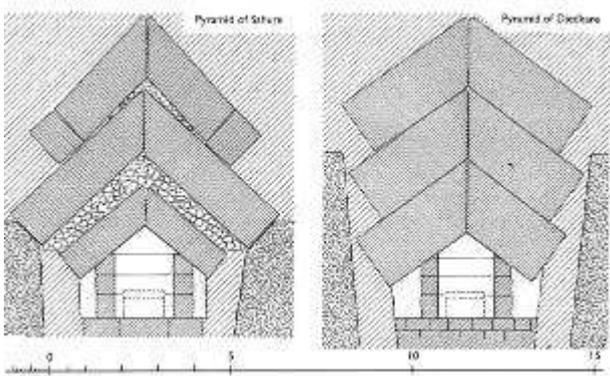


Fig. 350 - A sinistra: sezione della camera funeraria della piramide di Sahura ad Abu Sir (V dinastia). A destra: sezione della camera funeraria della piramide di Djedkare Isesi a Saqqara (V dinastia) (ARNOLD *et alii* 2003)

dei primi esempi, posto sopra la cappella funeraria ipogea di Shapenoupet a Medinet Habu, è costruito con la stessa tecnica delle volte in mattoni utilizzando lastre di pietra sottili disposte ad anelli trasversali inclinati<sup>257</sup> (fig. 351, fig. 104 a p. 71). In altre stanze sotterranee della stessa epoca (cappelle funerarie di Amenardis e di Nitocris a Medinet Habu<sup>258</sup>), la volta è composta nella parte inferiore da alcuni filari a mensola, tagliati in forma curvilinea, i quali riducono considerevolmente la portata ed è chiusa in alto da pochi grandi conci cuneiformi (fig. 352). Finalmente nella tomba di Neferibre-Sa-Neith a Saqqara<sup>259</sup>, dell'inizio del VI a.C., si trova una volta a botte interamente realizzata in conci a cuneo, disposti qui a doppio anello, a partire dalla linea d'imposta (fig. 353). C'è un'evidente difficoltà a governare le sollecitazioni laterali trasmesse dalle volte in conci, che sono più consistenti di quelle delle volte in mattoni perché il materiale è più pesante e perché i cunei lapidei sono collocati a secco, per cui è maggiore la forza di attrito che si esercita tra gli elementi e che determina le spinte oblique. Per questo motivo le volte litiche vengono realizzate esclusivamente negli ambienti ipogei, dove sono efficacemente contrastate da masse murarie stabilmente infossate nel terreno, mentre

<sup>257</sup> GOYON *et alii* 2004, p. 325, fig. 423

<sup>258</sup> GOYON *et alii* 2004, p. 325, figg. 424-425

<sup>259</sup> GOYON *et alii* 2004, pp. 327-328, fig. 427

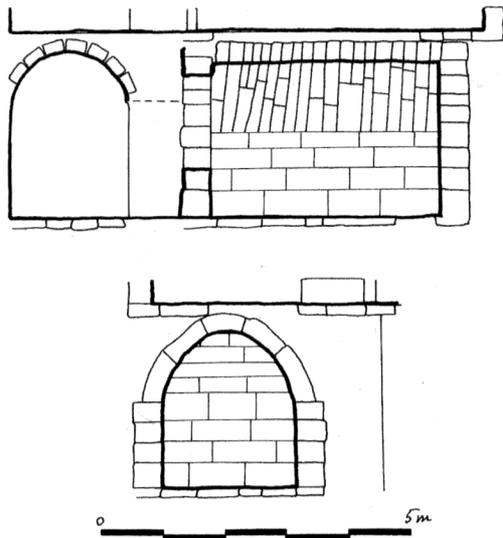


Fig. 351 - Cappella funeraria ipogea di Shapenoupet a Medinet Habu (XXV dinastia). Sezione longitudinale e sezione trasversale (GOYON *et alii* 2004)

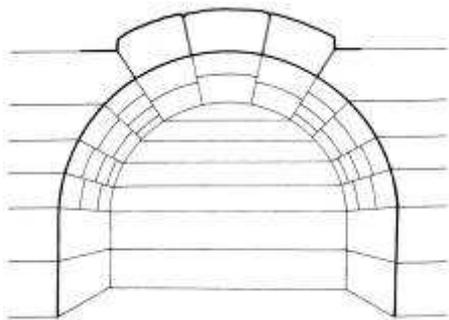


Fig. 352 - Cappella funeraria ipogea di Nitocris a Medinet Habu (XXVI dinastia) (GOYON *et alii* 2004)

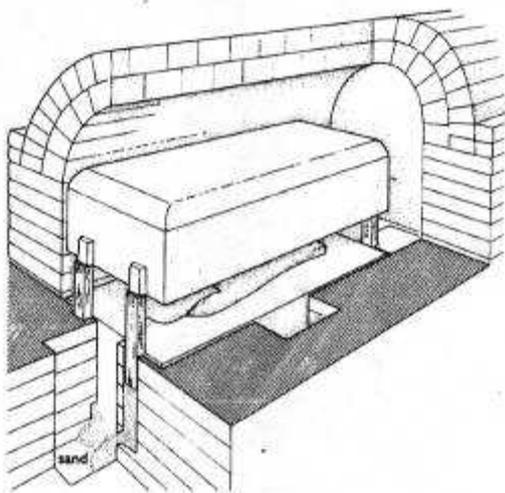


Fig. 353 - Spaccato assometrico della tomba di Neferibre-Sa-Neith a Saqqara (XXVI dinastia) (ARNOLD *et alii* 2003)

sugli elevati si preferiscono le più leggere volte in mattoni, spesso in serie, le quali si impostano in modo naturale su murature dello stesso materiale e talvolta anche su strutture in pietra (cfr. pp. 64-69 e fig. 101).

Nel mondo greco e italico le volte in conci a cuneo si cominciano a vedere abbastanza diffusamente nel IV-III sec. a.C., ma si può sostenere che facciano la loro prima apparizione in alcune murature in opera quadrata di età arcaica. A Roma la testimonianza più antica, datata con sicurezza al VI secolo a.C. dallo scavo stratigrafico, è la volta a conci con luce di 2 m di una cisterna rettangolare ipogea in opera quadrata di tufo granulare, individuata nella *Domus* 3 sulle pendici settentrionali del Palatino<sup>260</sup> (fig. 354). Una volta a duplice ghiera, genericamente databile tra il VI e il III sec. a.C., corre sul collettore della valle del Colosseo<sup>261</sup>, ma è probabile che una copertura analoga stesse anche sopra la *Cloaca Maxima* dei Tarquini<sup>262</sup>. Ancora nel IV- III sec. a.C. sia in Grecia che in Italia archi e volte sono associati esclusivamente a strutture ipogee (cisterne, cunicoli, tombe) o a murature massicce, come il tunnel d'ingresso allo stadio di Nemea<sup>263</sup> (ultimo quarto del IV sec. a.C.) e soprattutto le mura urbane in opera quadrata; tra i primi esempi: la porta Sud di Eraclea al Latmo<sup>264</sup> (datata fra la del fine IV e l'inizio del III sec. a.C.) (fig. 355), la Porta Rosa di Velia<sup>265</sup>, sormontata da un arco di scarico anche questo in conci radiali (datata tra la seconda metà del IV sec. a.C. e la prima metà del III sec. a.C.) (fig. 356), la porta della Sirena di Poseidonia (prima metà del III sec. a.C.), la porta di Giove a *Falerii Novi* (seconda metà del III sec. a.C.) (fig. 366). Nelle mura di Oiniadai in Acarnania i conci radiali delle posterule arcuate (fine IV sec. a.C.) si raccordano lateralmente ai blocchi di forma irregolare dell'opera poligonale<sup>266</sup> (fig. 249). In tutti i casi le spinte oblique dei conci radiali vengono assorbite dal terreno o dalla muratura piena situata lateralmente.

<sup>260</sup> CARANDINI – CARAFA 2000, pp. 229-231, figg. 199-204

<sup>261</sup> CIFANI 2008, pp. 150-152, figg. 148-149.

<sup>262</sup> Dionisio di Alicarnasso riferisce esplicitamente che nell'età di Tarquinio il Superbo furono realizzati canali sotterranei con coperture a volta (Dion. Hal. IV.44.2)

<sup>263</sup> MILLER 1992

<sup>264</sup> ADAM 1981, p.100, fig. 69

<sup>265</sup> DE MAGISTRIS 2000; SOKOLICEK 2005; De Magistris abbassa la cronologia alla prima metà del III sec. a.C. e ritiene che l'arco di scarico sia in fase con quello della porta.

<sup>266</sup> ADAM 1981, p. 100, fig. 68

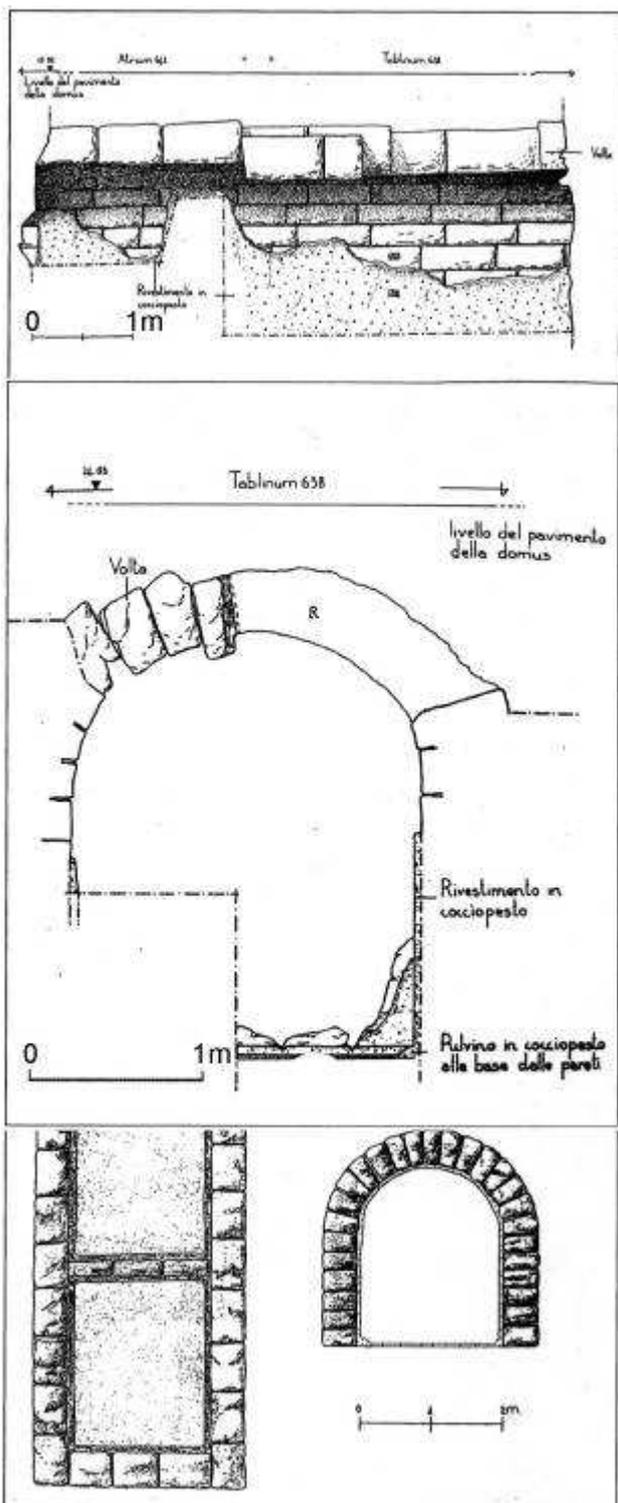


Fig. 354 - Quartiere delle *domus* tardo arcaiche sulle pendici settentrionali del Palatino. Cisterna della *Domus* 3. Sezione longitudinale e trasversale dei resti emersi con lo scavo. Pianta e sezione trasversale ricostruttive (CARANDINI-CARAFÀ 2000)

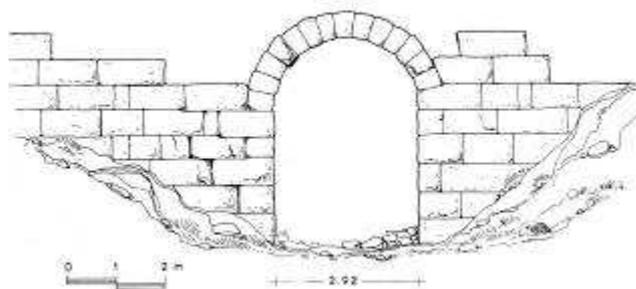


Fig. 355 - Eraclea al Latmo. Prospetto della porta sud della cinta difensiva (ADAM 1981)

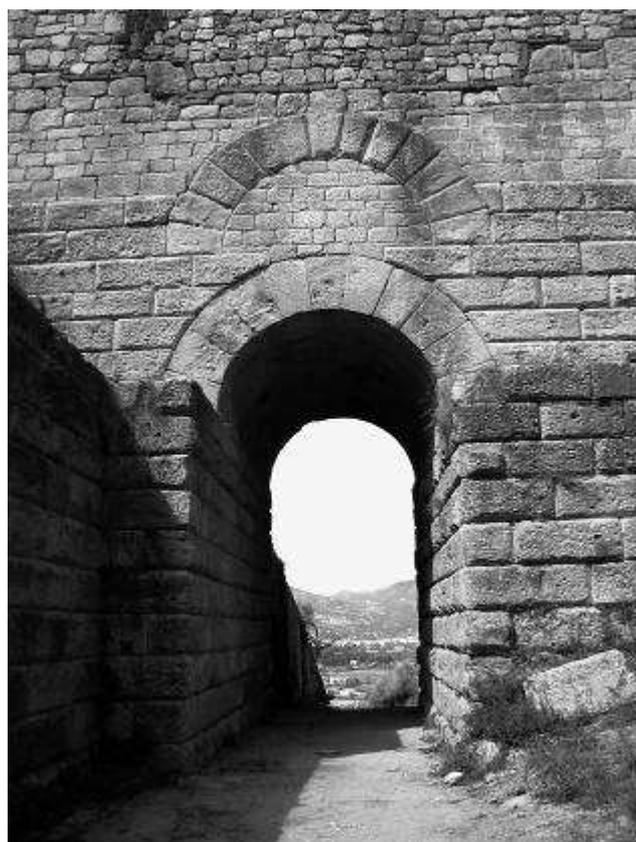


Fig. 356 – Velia. Porta Rosa.

Rispondono allo stesso principio statico le tombe macedoni del IV-II sec. a.C., tipologia che si diffonde anche in altre regioni<sup>267</sup>; il più antico esempio noto è la tomba di Euridice, madre di Filippo II, a Vergina (340 a.C.). Sono costruzioni a pianta rettangolare, comprendenti generalmente un'anticamera e una camera funeraria coperte da una volta in conci, precedute da una monumentale facciata riccamente dipinta (fig. 357). L'edificio è

<sup>267</sup> ANDRONIKOS 1984; DEMAKOPOULOS 2003

innalzato a cielo aperto, ma poi viene interamente coperto da un tumulo di terra che contiene ai fianchi le sollecitazioni della copertura. La stessa tecnica costruttiva è già attestata in Tracia in alcune tombe aristocratiche del V-IV sec. a.C.<sup>268</sup>

In età ellenistica archi e volte cominciano finalmente a sfruttare convenientemente il principio della disposizione in serie – per cui ogni arco è controbilanciato da quello adiacente – già adottato con successo nelle costruzioni in mattoni dell’Oriente (cfr. pp. 67-69). In Asia Minore uno degli esempi più significativi è quello di un tratto delle fortificazioni di Perge costeggiato sul lato interno da una teoria di archi, impostati su piloni, che rinforzano il muro, sostengono il cammino di ronda e definiscono una serie di ambienti utilizzati come casematte<sup>269</sup> (fig. 358).

L’arco in serie, soprattutto in epoca romana, troverà in Asia Minore la più logica applicazione nelle grandiose sostruzioni di città e santuari edificati in pendio. Una soluzione molto robusta sarà quella di realizzare all’esterno del muro di contenimento una serie di arcate impostate su piloni i quali agi-

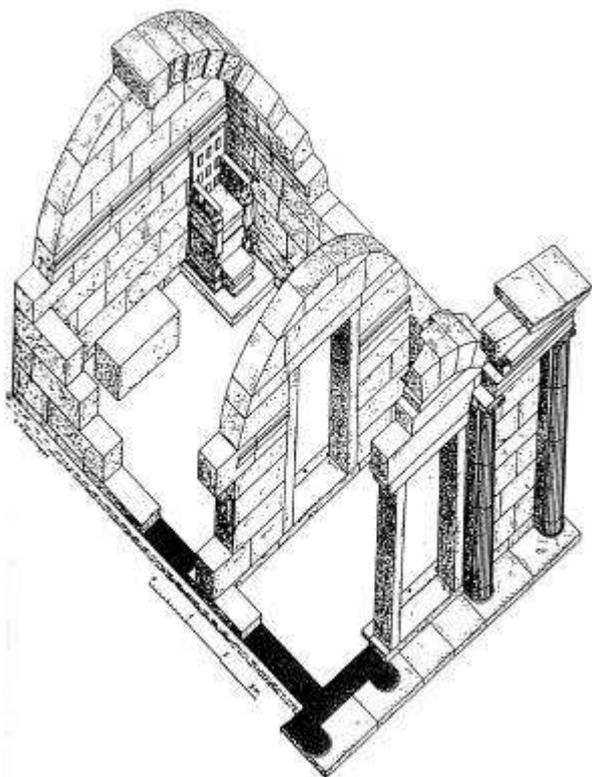


Fig. 357 - Vergina. “Tomba Rhomaios”. Ricostruzione assonometrica (DEMAKOPOULOS 2003)

<sup>268</sup> STOYANOVA 2007

<sup>269</sup> ADAM 1981, p. 39, fig. 13

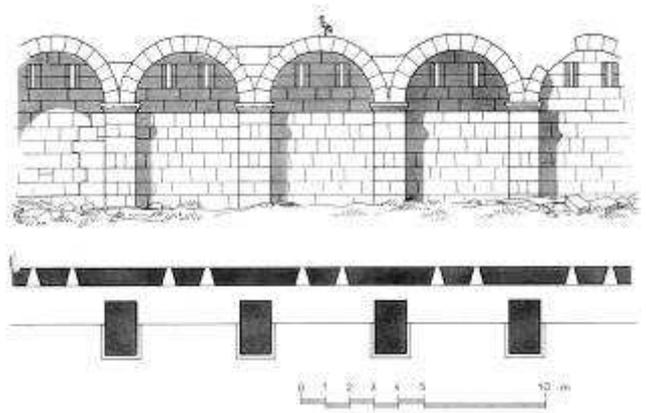


Fig. 358 - Perge. Pianta e prospetto delle casematte della cinta fortificata di età ellenistica (ADAM 1981)



Fig. 359 - Coe. Asclepieion. Muro di sostruzione ad arcate

scono da contrafforti e risultano particolarmente resistenti in quanto appesantiti e stabilizzati dal carico delle volte. Presentano d’altra parte il vantaggio di estendere la superficie praticabile al piano soprastante. Risulterà una terrazza più ampia; oppure se al livello superiore un edificio viene edificato sul filo esterno della sostruzione, la parete a valle può impostarsi direttamente sui setti posti all’esterno del muro di contenimento con un guadagno di spazio. Nelle sostruzioni la logica strutturale degli archi su piloni è la stessa, in definitiva, di quella delle arcate della fortificazione di Perge; la loro massa si oppone nel primo caso alle spinte laterali del terreno retrostante nel secondo caso a una sollecitazione di uguale direzione determinata dall’attacco nemico. Le sostruzioni ad arcate in opera quadrata di una delle terrazze dell’Asclepieion di Coe<sup>270</sup>, realizzate molto probabilmente in epoca romana, sono uno degli esempi meglio conservati di questo principio costruttivo (fig. 359). A Pergamo inoltre, già nel II sec. a.C., si fa uso di volte in conci radiali all’interno delle sostruzioni, come nella scala di accesso al ginnasio

<sup>270</sup> HERZOG – SCHATZMANN 1932; GRUBEN 2001, pp. 440-449; LIVADIOTTI 2006

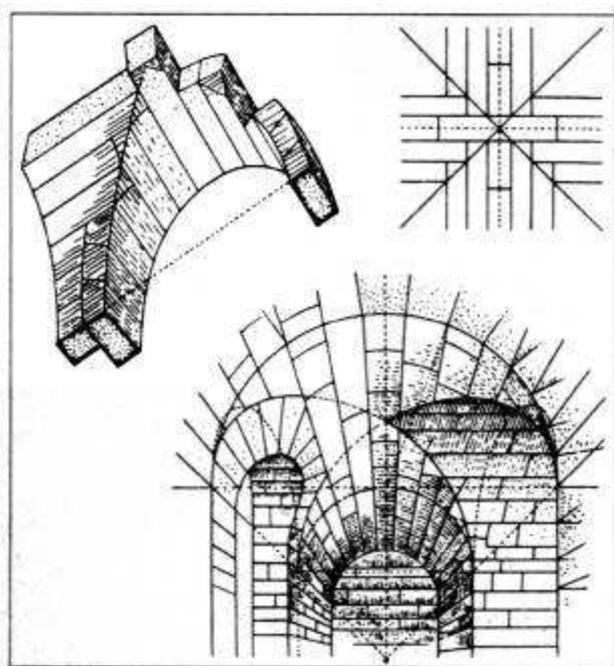


Fig. 360 - Pergamo. Intersezione di volte a botte nella scala di accesso al ginnasio. (LAWRENCE 1957)

dove il diverso orientamento di rampe e ambienti adiacenti determina intersezioni fra le volte a botte che richiedono accurati tagli a spigolo dei blocchi e generano volte a crociera<sup>271</sup> (fig. 360).

I sistemi arcuati trovano la loro piena affermazione nell'architettura romana. Le teorie di archi (*fornices*), anche su doppio o triplo ordine, diventano un tratto distintivo di svariate tipologie edilizie, non solo sostruzioni, ma anche acquedotti, viadotti, file di *tabernae*, facciate di porte urbane, circhi, teatri e anfiteatri (figg. 367, 368). Gli archi in conci a cuneo sono sempre associati all'opera quadrata, sia in forma di masse murarie piene impostate su piloni, come negli acquedotti e nelle facciate degli edifici per spettacoli, sia come rivestimento di una struttura in opera cementizia. In quest'ultimo caso l'arco in conci si configura in genere come la ghiera di una volta in calcestruzzo; ma in molte murature di grande spessore con nucleo in opera cementizia, come i ponti, gli archi trionfali, le porte urbane, l'arco è invece interamente costituito da conci lapidei, mentre il conglomerato sta nella muratura di rinfiacco (fig. 405 a p. 229).

Le celle dei templi e le grandi sale in opera quadrata sono coperte preferibilmente da travature lignee. Con il passare del tempo si imporranno

<sup>271</sup> LAWRENCE 1957, p. 229, fig. 162.

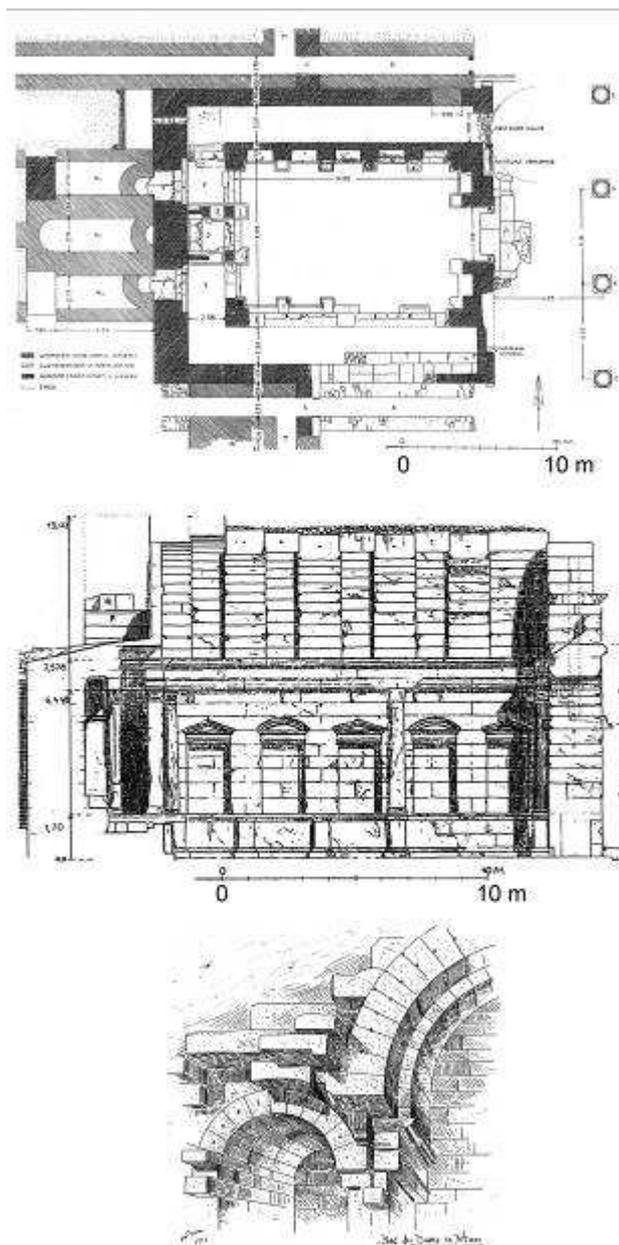


Fig. 361 - Nîmes. "Tempio di Diana". Sopra: Pianta e sezione longitudinale (NAUMANN 1937). Sotto: Particolare della volte di una delle navatelle laterali e dell'aula centrale (DURM 1905)

sempre di più le volte in opera cementizia impostate su murature dello stesso materiale. Ma non mancano esempi di volte grandiose in conci lapidei, come la botte del c.d. Tempio di Diana a Nîmes<sup>272</sup>, di età augustea, costituita da anelli trasversali affiancati, alternativamente più larghi e più stretti, che copre una luce di 9,55 m; le spinte oblique della volta

<sup>272</sup> AMANDRY *et alii* 1996, pp. 251-258, figg. 161-168; DARDE 2005, pp. 66-69; sulla datazione del monumento all'età augustea v. HESBERG 1981-82.

centrale si smorzano nelle volte a botte più piccole delle navatelle laterali che la controbilanciano in parte e scaricano per il resto il peso della copertura sui muri perimetrali (fig. 361). Gli anelli trasversali, sia nella volta centrale che in quelle laterali, sono completamente indipendenti gli uni dagli altri, neppure sono legati da grappe, in modo che le diverse forze di attrito e di compressione a cui sono sollecitati e le conseguenti deformazioni si risolvano all'interno dei singoli archi evitando la formazione di lesioni.

Negli edifici romani la grande maggioranza di archi e volte in conci hanno profilo a tutto sesto o a sesto lievemente ribassato. Gli archi ribassati sono frequenti nei ponti per consentire al percorso stradale di restare in quota con la terraferma (fig. 362). Le **piattabande** costituiscono una soluzione corrente per la copertura di luci non troppo ampie, come porte, finestre e nicchie. Per quanto riguarda il comportamento statico si tratta di vere e proprie strutture arcuate che sono composte da una serie di cunei ciascuno dei quali trasmette il suo peso a quello adiacente in direzione dei piedritti. Essendo a freccia nulla è tuttavia il tipo di arco più debole (cfr. p. 71); quindi si provvede a risparmiarlo dal peso della muratura soprastante mettendo in alto un arco di scarico (o sordino) a tutto sesto (fig. 365 C). A sua volta la piattabanda può svolgere una funzione di scarico nei confronti di un architrave situato al di sotto. In qualche caso gli architravi dei portici colonnati sono costruiti come piattabande, con un unico elemento a cuneo in corrispondenza dell'intercolumnio che si appoggia a due pulvini dal profilo trapezoidale impostati sui piedritti (portici del Foro di Pompei) (fig. 363). La stessa soluzione è altrimenti adottata nel fregio (Tempio dei Castori a Roma). In tal caso il blocco a cuneo sostenuto dai due pulvini funziona da piattabanda di scarico che risparmia l'architrave sottostante dal peso della parte superiore della trabeazione (fig. 364).

Il raccordo tra i conci radiali dell'arco e quelli rettangolari del muro trova soluzioni diverse:

a) arco **estradosato**: significa che il profilo dell'estradosso è parallelo all'intradosso. I conci adiacenti della parete vengono sagomati con un profilo curvilineo in modo da farli aderire a quelli radiali (fig. 365 A). L'arco è quindi un elemento indipendente sul piano strutturale e su quello decorativo, messo in risalto il più delle volte da una



Fig. 362 - Via Appia Traiana. Ponte Tufaro, tra Montesarchio e Benevento (LUGLI 1957)



Fig. 363 - Pompei. Portici del Foro. Architrave composto da conci a cuneo



Fig. 364 - Roma. Tempio dei Castori. Fregio composto da conci a cuneo con funzione di piattabanda di scarico a protezione dell'architrave

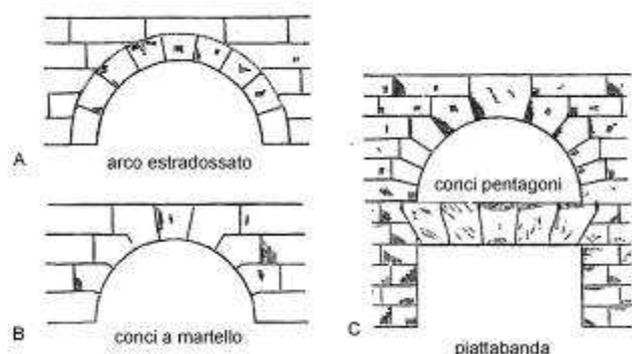


Fig. 365 - Tipi di archi radiali in conci lapidei (BREYMANN 1885, rielab. dell'autore)



Fig. 366 - Falerii Novi. Porta di Giove

cornice che gira sull'estradosso (fig. 366). Archi di questo tipo possono essere talvolta costituiti da una doppia ghiera di uguali dimensioni; più comunemente la ghiera superiore è più sottile e corrisponde alla cornice. Quando la ghiera è unica, la cornice – se presente – è scolpita direttamente su questa;

b) arco in **conci pentagoni**: i conci in corrispondenza dell'estradosso vengono squadrati con due lati rettilinei ortogonali che si adattano alle assise orizzontali della parete (fig. 365 C);

c) arco in **conci a martello**: il sistema è simile al precedente, ma i conci sono prolungati con due facce orizzontali che si inseriscono nelle assise (fig. 365 B).

Le ultime due maniere hanno il vantaggio di realizzare un più saldo collegamento tra l'arco e la parete. Una cornice parallela all'intradosso può essere scolpita sui conci pentagoni o a martello; si parla in questo caso di arco **pseudoestradosato**. Qualche volta, per un eccesso di prudenza, i cunei delle piattabande, che sono meno robuste, venivano incastrati l'uno nell'altro praticando delle riseghe nelle facce laterali (**conci a baionetta**).

La costruzione di un arco in conci richiede necessariamente l'uso di una centina (cfr. pp. 64-65) sostenuta da una serie di pali puntati a terra, altrimenti posizionata su mensole o cornici appositamente realizzate all'imposta dell'arco (**centina a sbalzo**); talora è montata ancora più in alto su conci che sporgono alle reni – come quelli

ancora visibili nelle arcate del Pont du Gard a Nimes<sup>273</sup> – ed eventualmente puntellata da saette che poggiano sulla cornice dell'imposta (fig. 367).

Gli archi che scandiscono le facciate di molti edifici romani, come circhi, teatri e anfiteatri, si impostano sempre su robusti piloni quadrangolari

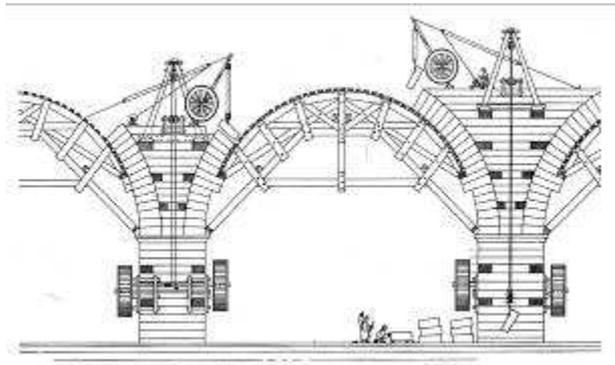
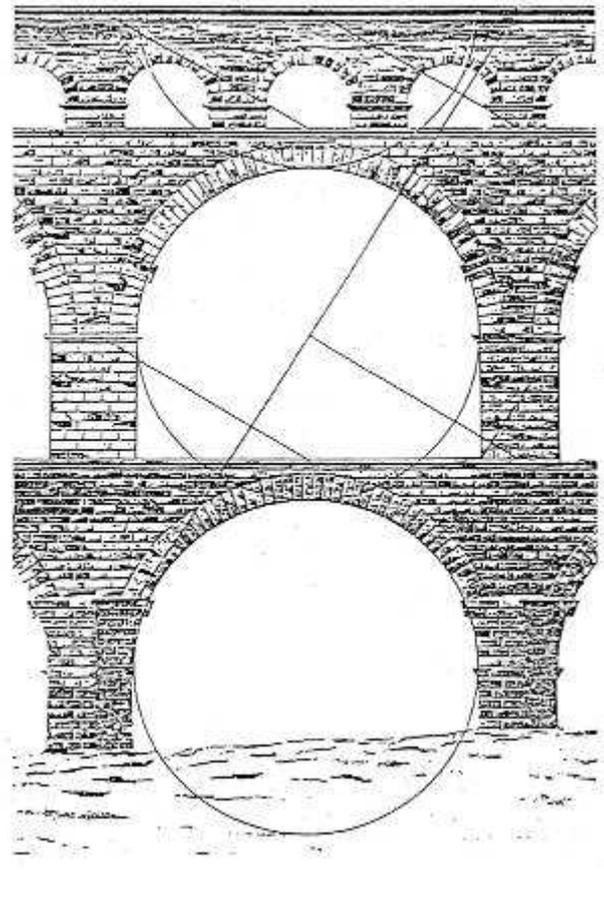


Fig. 367 - Pont du Gard. Sopra: ipotesi di proporzionalità (NIKOLAIEV 1967), Sotto: sistema di costruzione degli archi del secondo livello (FABRE *et alii* 2005)

<sup>273</sup> PAILLET 2005

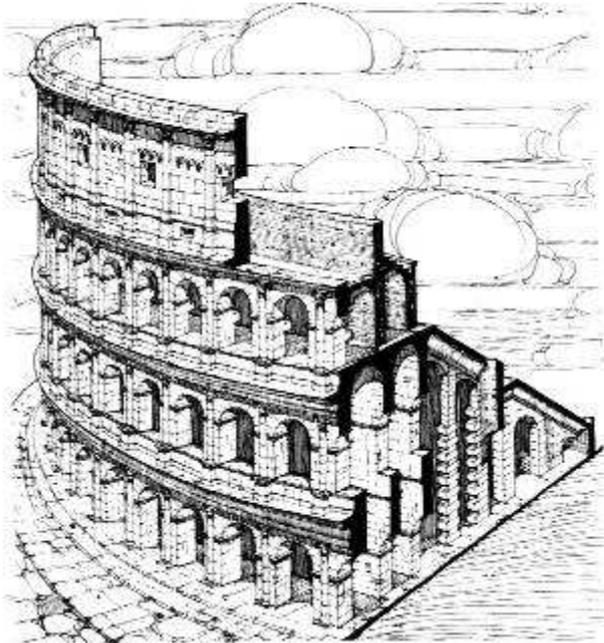


Fig. 368 - Roma. Anfiteatro Flavio. Spaccato assonometrico (COZZO 1971)

con una larghezza non inferiore alla metà delle aperture<sup>274</sup> (figg. 299, 368). Sulla faccia esterna i pilastri presentano una semicolonna che ne amplia la sezione in corrispondenza del **terzo medio**, dove confluisce la risultante verticale delle spinte oblique dei due archi contigui, e che diventa un motivo decorativo canonico. Talvolta gli corrisponde una parasta sul lato opposto. La grossezza dei pilastri è dovuta alla necessità di sostenere non tanto le arcate della facciata, le quali si contrastano reciprocamente, quanto le sollecitazioni verso l'esterno di una costruzione alta vari piani, con ambulacri anulari che corrono dietro la facciata ad ogni livello, coperti da volte a botte o a crociera che gravano per metà sul muro esterno. In una situazione meno difficile sul piano strutturale, come è il caso di un semplice portico a un solo ordine, una serie di archi contigui di uguali dimensioni può impostarsi senza problemi anche al di sopra di un colonnato: in ogni caso la risultante delle reciproche sollecitazioni ricadrebbe all'interno del fusto. L'assenza di colonnati ad arcate negli edifici romani ancora in epoca altoimperiale, a parte i peristili di alcune *domus*, è dovuta al forte condizionamento esercitato

<sup>274</sup> Per esempio al piano terreno i pilastri del Teatro di Marcello a Roma sono larghi mediamente 2,10 m, profondi 2,30 m, escluse le semicolonne, mentre le arcate hanno una luce di 2,80 m. Nell'Anfiteatro Campano a *Capua* misurano circa 2 m per lato, mentre le aperture sono larghe poco meno di 4 m.

dalla tradizione greco-ellenistica. L'immagine del portico a colonne sormontato da un epistilio costituirà a lungo un punto di riferimento fondamentale e irrinunciabile per l'architettura monumentale e di rappresentanza. Il tabù si infrange definitivamente solo in epoca tardoantica. Le prime avvisaglie si colgono nel secondo secolo d.C. in alcune "serliane" come quella della facciata del tempio di Adriano a Efeso<sup>275</sup> (fig. 369) o il colonnato del Canopo di Villa Adriana. La basilica di Hierapolis, costruita tra la fine dell'età Adrianea e i primi anni di Antonino Pio, costituisce forse il primo esempio di importante edificio pubblico con un colonnato ad arcate<sup>276</sup> (fig. 370). Nel secolo seguente la stessa soluzione viene adottata nei portici del Foro di Leptis Magna (fig. 371). Gli archi si impostano qui direttamente sull'abaco; nella basilica di Hierapolis, come sarà comune nei secoli seguenti, viene invece utilizzato un ulteriore elemento di raccordo (**pulvino**), poggiante sull'abaco, a forma di troncopiramide rovesciata che allarga la base di appoggio (fig. 372). Il tema del colonnato ad arcate si diffonderà gradualmente e troverà finalmente pieno accoglimento nell'architettura tardoantica, medievale e del primo Rinascimento, fino a Brunelleschi<sup>277</sup>. Gli architetti del cinquecento, che studiano i monumenti dell'antichità, imporranno poi il ritorno alla tradizione e negli edifici europei di età moderna si tornerà a mettere gli architravi sulle colonne e gli archi sopra i pilastri.



Fig. 369 - Efeso. Tempio di Adriano

<sup>275</sup> THÜR 1989

<sup>276</sup> ROSSIGNANI – SACCHI 2007.

<sup>277</sup> Sul processo di identificazione degli ordini nel Rinascimento v. in particolare BRUSCHI 1992

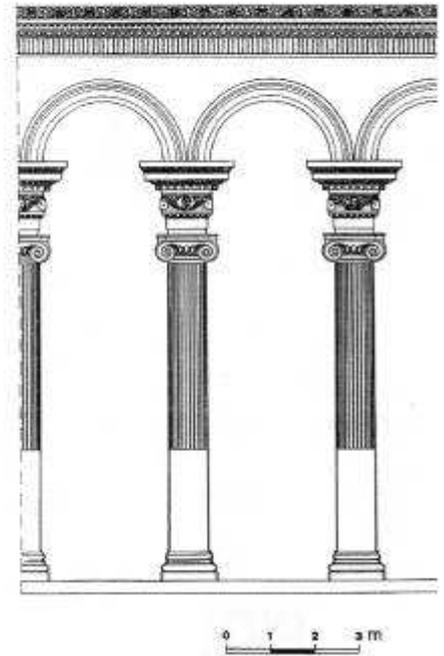
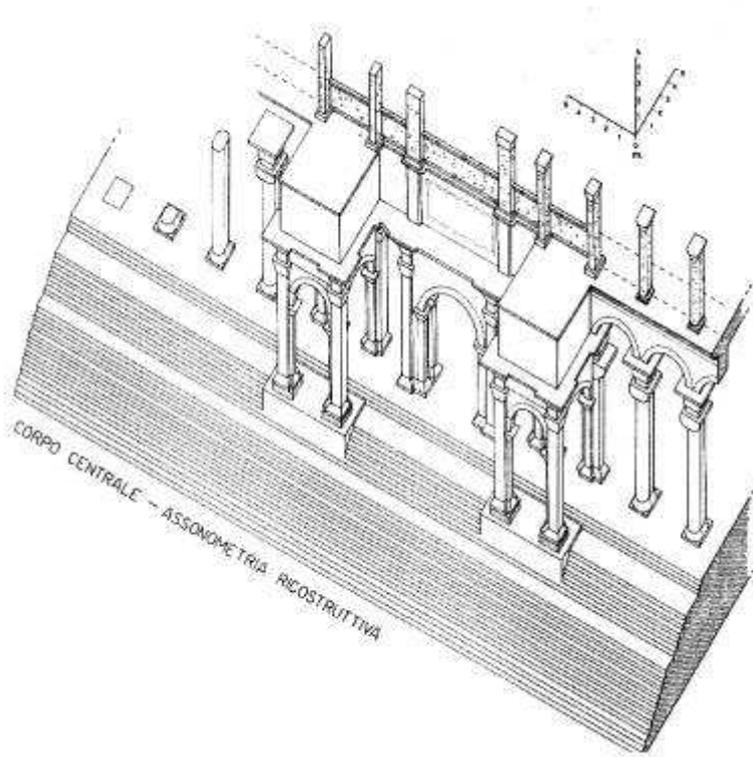


Fig. 370 - Hierapolis. Stoà-basilica dell' Agorà settentrionale. A sinistra: Propileo centrale e attacco delle *stoai* laterali, assonometria ricostruttiva. A destra: un particolare del prospetto delle *stoai* laterali (ROSSIGNANI – SACCHI 2007)



Fig. 371 - Leptis Magna. Anastilosi di uno dei portici del Foro Severiano



Fig. 372 - Ravenna. San Vitale. Capitello con pulvino

## Capitolo VIII

### Il cantiere

#### 1) Il progetto e il tracciamento

L'Egitto ci ha restituito una grande quantità di documenti grafici su *ostraka*, papiri e tavolette relativi a **progetti** di edifici, i quali venivano conservati negli archivi. Rappresentano tombe, case, palazzi, giardini. Sono disegni bidimensionali in cui gli edifici sono rappresentati sia in pianta che in prospettiva. Le pareti viste in prospettiva sono spesso disegnate direttamente a fianco del tratto corrispondente riportato in pianta, come fossero fogli trasparenti sovrapposti. Gli alberi dei giardini posizionati in pianta sono raffigurati sempre di fronte in modo da poter distinguere le varie essenze (fig. 373). Alcuni di questi grafici sono stati identificati con monumenti ancora esistenti, come ad esempio le tombe ipogee di Ramesse IV e di Ramesse IX nella Valle dei Re. Gli elementi essenziali sono tutti rappresentati, ma nelle proporzioni tra l'uno e l'altro e nei dettagli ci sono molte divergenze, per cui si tratta più probabilmente di disegni preparatori che venivano mostrati al committente, piuttosto che di progetti esecutivi. La stessa funzione dimostrativa doveva essere presumibilmente riservata anche ai **plastici**. Tra i tanti modelli di edifici che provengono dall'antichità non sempre è facile stabilire se si tratti di oggetti votivi o funerari oppure di vere e proprie rappresentazioni eseguite dagli architetti. A quest'ultima categoria potrebbe forse appartenere un modello che raffigurava l'entrata del tempio di Heliopolis, datato al regno di Sethi I (XIX dinastia) (1289-1279 a.C.), di cui è rimasto solo lo zoccolo in quarzite dove sono intagliati la scalinata di accesso e gli incassi di una serie di elementi architettonici (sfingi, obelischi, pilone) che sono andati perduti<sup>278</sup> (fig. 374).

L'utilizzo dei plastici, in epoche successive, è menzionato da fonti sia greche che latine<sup>279</sup>.

<sup>278</sup> CLARKE – ENGELBACH 1930, pp. 59-60; GOYON *et alii* 2004, p. 89, fig. 58

<sup>279</sup> La fonte più esplicita al riguardo è un'iscrizione della fine del II sec. a.C. proveniente da Kyme in Eolide in onore di Archippe, una ricca dama della città che finanziò il rifacimento del tetto del *bouleterion* in cui si parla al proposito di un concorso di architetti con i loro modelli (*Supplementum*

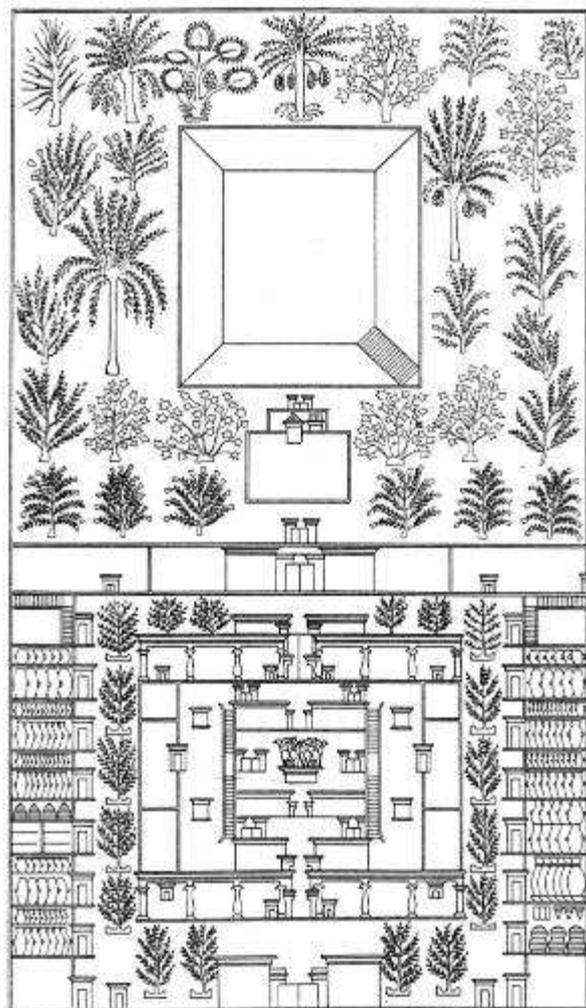


Fig. 373 - Pianta di un palazzo egiziano con giardino, dalla tomba di Merire a Tell el-Amarna (XVIII dinastia) (PERROT – CHIPIEZ 1882)

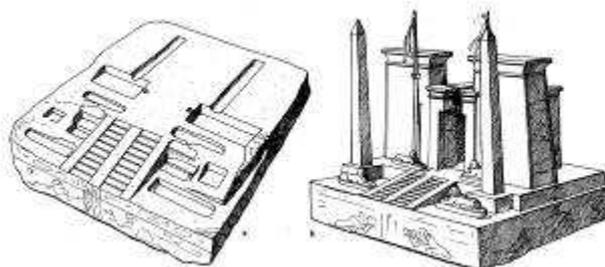


Fig. 374 - A sinistra: Zoccolo in quarzite, datato al regno di Sethi I (XIX dinastia), raffigurante l'entrata del tempio di Heliopolis. Brooklyn Museum. A destra: Ricostruzione delle parti mancanti del modello (GOYON *et alii* 2004)

*Epigraphicum Graecum* XXXIII 1983, n. 1040 = HELLMANN 1999, n. 26).

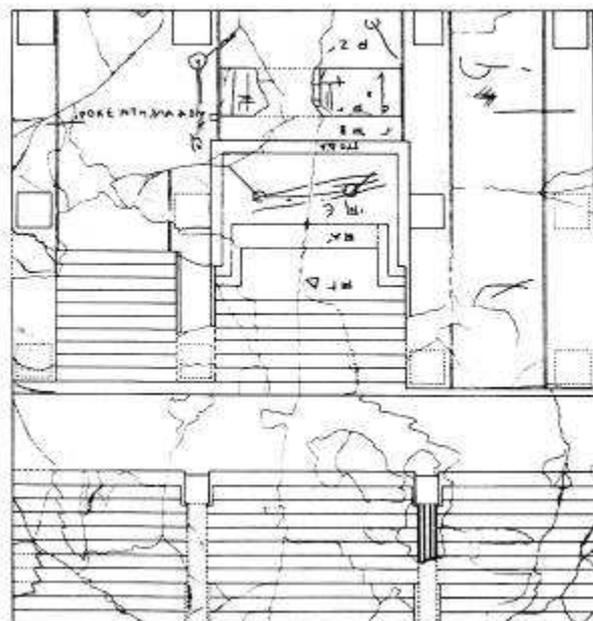


Fig. 375 - Pianta del modello dell' *adyton* del tempio A di Niha, in Libano (WILL 1985)

Occorre d'altra parte considerare che gli architetti greci partecipavano a bandi di concorso con procedure non dissimili da quelle del mondo moderno<sup>280</sup>, presentando i propri progetti davanti agli organi deliberativi della *polis* e disputando tra loro. Il progetto migliore veniva approvato a maggioranza, mentre per quelli respinti era prevista la possibilità di ricorrere in tribunale. In tale contesto il modello in scala (*paradeigma*) costituiva sicuramente il veicolo più efficace per illustrare la propria idea. Tra i pochissimi oggetti di questo tipo giunti fino a noi va annoverato innanzitutto un modello in pietra calcarea del II sec. d.C. che è stato scoperto ai piedi del tempio A di Niha<sup>281</sup>, un santuario rurale del Libano, il quale rappresenta in scala 1/24 solamente la parte posteriore di questo edificio con una scalinata che sale a una piattaforma divisa in tre navate da colonnati; in quella centrale si trova un'edicola per la statua di culto (fig. 375). In una delle navate laterali è presente un'iscrizione in greco che lo definisce "progetto dell'*adyton*" (*προκέντημα ἀδύτου*). I resti del tempio presentano alcune soluzioni differenti rispetto a quanto è visibile nel modello; non è da escludere in questo caso che si tratti di un progetto eseguito in corso d'opera per proporre delle varianti alla sola parte posteriore dell'edificio, il quale però non ha avuto

<sup>280</sup> WITTENBURG 1978

<sup>281</sup> WILL 1985

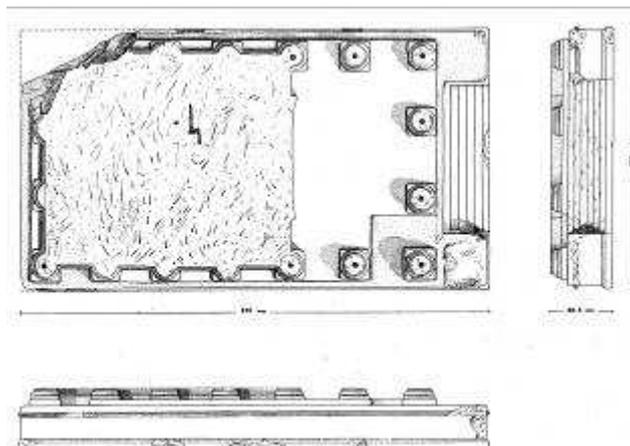


Fig. 376 - Ostia Antica. Museo. Modello marmoreo di un tempio. Pianta e sezioni (CAPRINO 1998)

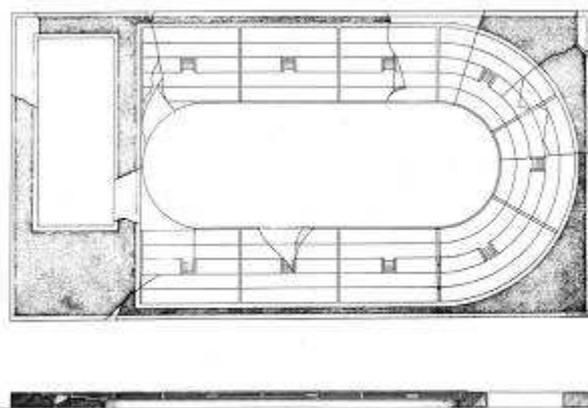


Fig. 377 - Tivoli. Villa Adriana. Plastico marmoreo di uno stadio. Pianta e sezione longitudinale (CAPRINO 1998)

corso oppure è stato a sua volta nuovamente modificato. Al museo di Ostia si conserva poi un modello in marmo, anche questo in scala 1/24 se teniamo conto della misura della pedata degli scalini (quelli reali dovevano essere profondi un piede e mezzo), il quale rappresenta il basamento di un tempio tetrastilo pseudoperiptero con la scalinata frontale, le basi delle colonne e lo zoccolo del muro perimetrale della cella; la parte superiore doveva essere in materiali deperibili, legno o cera, collegati con dei perni di cui sono rimasti i fori nelle basi delle colonne<sup>282</sup> (fig. 376). Da Villa Adriana proviene infine il modello marmoreo in scala 1/48 di uno stadio, edificio che molto probabilmente doveva essere costruito sul posto, con la cavea composta da

<sup>282</sup> Potrebbe però anche trattarsi di un dono votivo. Le immagini del modello sono pubblicate in HASELBERGER 1997 e in CAPRINO 1998

cinque gradoni suddivisi da muretti in nove settori, ciascuno dei quali servito da un vomitorium<sup>283</sup> (fig. 377).

Per quanto riguarda la produzione di disegni bidimensionali sappiamo da Vitruvio (I, 2, 2) che i mezzi di rappresentazione erano “la pianta (*ichnographia*), l'alzato (*orthographia*), e la prospettiva (*scaenographia*). La pianta richiede il corretto uso del compasso e della riga, da essa si ricavano le forme da tracciare sul piano. L'alzato è l'immagine delicatamente colorata della facciata con le misure (*rationibus*) dell'opera futura. La prospettiva è il disegno ombreggiato della facciata e dei lati, in obliquo, con la convergenza di tutte le linee verso un punto”. Di questo tipo di grafici realizzati dagli architetti greci e romani, che dovevano essere comunemente redatti su papiri o tavolette di legno, purtroppo non è rimasto nulla; fanno eccezione alcuni disegni esecutivi relativi a delle parti degli edifici in costruzione, i quali furono realizzati direttamente in cantiere. Il gruppo più nutrito, che si data a partire dalla metà del III sec. a.C., è stato individuato sulle pareti della corte e del *naiskos* del Tempio di Apollo a Didyma<sup>284</sup>. Sono disegni in scala reale tracciati in sanguigna con grande cura, con l'aiuto di un righello e di un compasso, i quali rappresentano alcuni elementi architettonici del tempio, sia in pianta che in prospetto - basi e fusti di colonna con eventuali scanalature, lacunari, parti della trabeazione - i cui profili sono costruiti geometricamente (fig. 378). Anche in questo caso si riscontrano delle modifiche nella costruzione rispetto ai progetti. I grafici venivano probabilmente discussi in cantiere ed eventualmente modificati. Singoli disegni di questo tipo sono stati trovati su numerosi altri edifici sia greci che romani<sup>285</sup>.

La progettazione si basava su rapporti proporzionali tra i vari elementi dell'edificio partendo da un'unità modulare che generalmente corrisponde all'unità di misura vigente - il cubito o il piede, ma anche un sottomultiplo di questi (cfr. pp. 55-56). Il modulo può addirittura coincidere con un elemento seriale della costruzione; in Mesopotamia ad esempio si basava talvolta sui mattoni quadrati utilizzati sia nei pavimenti che nelle pareti, i quali venivano rappresentati in pianta (fig. 79 a p. 55). Del modulo parla diffusamente Vitruvio; si può anzi

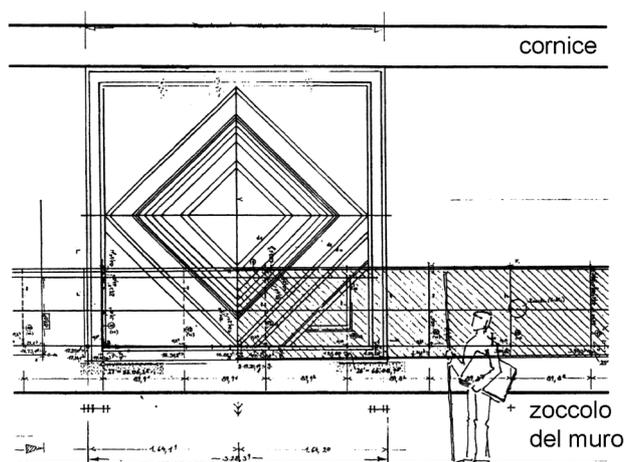


Fig. 378 - Didyma. Tempio ellenistico di Apollo. Disegno di un lacunare del soffitto tracciato su un muro (HASELBERGER 1991)

dire che gran parte delle sue disposizioni in merito all'attività di progettazione si fondano su rapporti proporzionali, così ad esempio la facciata di un tempio dorico esastilo (IV, 3, 3) va divisa in 42 parti e partendo da questa unità fondamentale si stabiliscono la larghezza e l'altezza delle colonne (rispettivamente 2 e 14 moduli), l'altezza dell'architrave (1 modulo), del fregio (1 modulo e mezzo) e via di questo passo; le dimensioni di tutti gli ambienti degli edifici di cui tratta nel libro VI si basano sul rapporto tra lunghezza, larghezza e altezza; persino gli elementi che hanno una funzione esclusivamente strutturale seguono questo criterio, per cui si prescrive che la lunghezza degli intervalli tra i contrafforti debba corrispondere all'altezza della costruzione (VI, 11, 6-7). L'uso di sistemi modulari è un procedimento razionale che semplifica i calcoli e le operazioni di tracciamento. Se il modulo corrisponde alla lunghezza di una pertica o una corda usate in cantiere tutte le misurazioni possono essere effettuate con facilità e rapidamente.

Le prescrizioni di Vitruvio non sempre trovano riscontro. In particolare l'architettura templare è soggetta a continue variazioni dei rapporti proporzionali che è dovuta ai mutamenti del gusto, ai materiali utilizzati e molti altri fattori; ritrovare l'unità modulare in questo tipo di edifici non è sempre facile per l'archeologo, anche a causa delle irregolarità dovute al procedimento artigianale della costruzione e alle correzioni ottiche; in alcuni contesti storici e geografici - come ad esempio la Grecia o l'Italia arcaica e alto-repubblicana -

<sup>283</sup> CAPRINO 1998

<sup>284</sup> HASELBERGER 1991 e 1999

<sup>285</sup> HASELBERGER 1997

un'ulteriore complicazione è data anche dalla coesistenza di diversi tipi di piede.

Le operazioni di **tracciamento** eseguite in cantiere, che servivano a fissare sul terreno i contorni dell'edificio progettato, si basavano fondamentalmente su misurazioni e traguardi. Erano procedimenti semplici, analoghi a quelli che adottiamo ancora oggi nel rilievo diretto; per misurare si utilizzavano lunghe corde con delle tacche, solitamente materializzate con dei nodi, che corrispondevano all'unità di misura e ai suoi sottomultipli. Partendo da una base di riferimento segnata a terra, si posizionavano gli altri vertici per mezzo di trilaterazioni. Fissando l'estremità di una corda a un paletto si tracciavano cerchi o archi di cerchio. Un allineamento ortogonale poteva essere trovato facilmente dalle intersezioni di due semicerchi di uguale raggio (fig. 379). Lavorando con diligenza si ottenevano risultati di grande precisione. I rilievi della piramide di Cheope a Giza effettuati in epoca moderna hanno riscontrato che le lunghezze dei quattro lati presentano una differenza media di appena 1,52 cm su 230 metri, mentre l'errore degli angoli rispetto a un quadrato perfetto è di soli 12" <sup>286</sup>. L'edificio era inoltre esattamente orientato con i punti cardinali.

E' possibile che già in quest'epoca si utilizzassero anche appositi strumenti che consentivano di effettuare traguardi sulle lunghe distanze, la cui esistenza è documentata in età greca e romana. Uno di questi era la **diottra** di cui

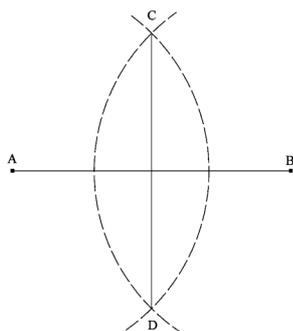


Fig. 379 - Metodo geometrico per il tracciamento della perpendicolare

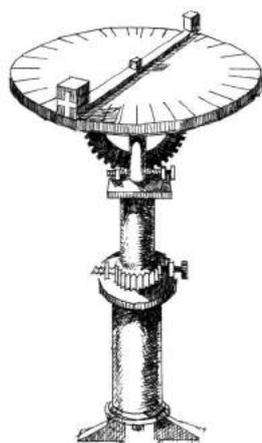


Fig. 380 - Ricostruzione della diottra di Erone (FRAU 1987)

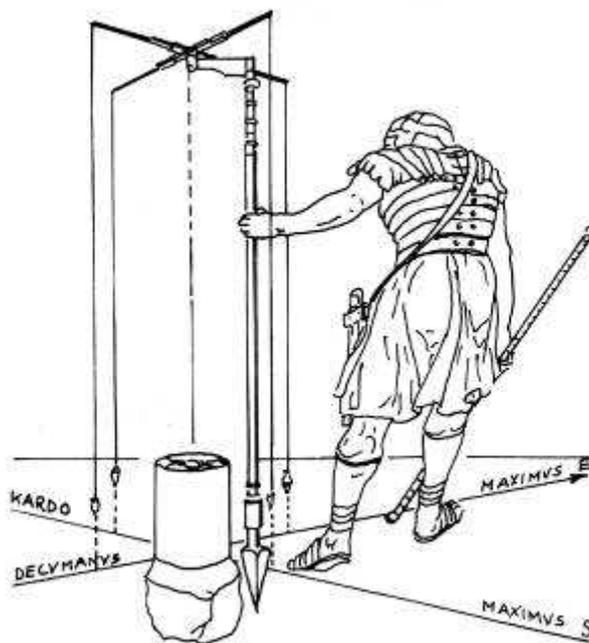


Fig. 381 - Ricostruzione della groma (FRIGERIO 1933)

abbiamo notizia dalle fonti greche; la prima testimonianza è quella di Archimede di Siracusa (287-212 a.C.) che nell'*Arenario* afferma di averla utilizzata per misurare il diametro apparente del sole. Il termine diottra (dal greco "osservo attraverso") identifica qualunque dispositivo munito di uno o più traguardi forati. Erone di Alessandria (circa 10 a.C - 70 d.C.) la descrive come uno strumento portatile per misurazioni terrestri o astronomiche - molto simile ai goniometri di età moderna da cui derivano i teodoliti - dotato di un cerchio graduato che veniva montato su un cavalletto, con due mirini per il traguardo e una livella d'acqua che serviva a metterlo perfettamente in orizzontale<sup>287</sup> (fig. 380). Nella descrizione che ci è fornita da Pappo di Alessandria nel suo *Commento al quinto libro dell'Almagesto* (IV sec. d.C.), la diottra è invece un'asta lunga quattro cubiti (circa due metri) provvista di una scanalatura e due mirini, di cui uno fisso l'altro scorrevole, che era impiegata per misurare la posizione degli astri.

<sup>287</sup> Erone, *Peri Dioptras*. Le opere di Erone sono state tramandate incomplete da manoscritti arabi. La più importante edizione moderna è quella di L. Nix, W. Schmidt, *Heronis Alexandrini Opera quae supersunt omnia*, Leipzig 1900.

<sup>286</sup> CLARKE - ENGELBACH 1930, pp. 65-68.

La **groma** era uno strumento utilizzato per tracciare sul terreno allineamenti fra loro ortogonali; è rappresentata su alcune stele funerarie romane e ne è stato trovato un esemplare in una bottega di via dell'Abbondanza a Pompei<sup>288</sup>. Era costituita da un'asta verticale che si conficcava a terra, dotata in alto di un braccio mobile su cui era montata una croce formata da quattro bracci perpendicolari; alle estremità di questi erano appesi dei fili a piombo con i quali si effettuavano i traguardi (fig. 381).

Lunghe pertiche di legno o di metallo, fissate su cavalletti, consentivano di effettuare dei traguardi orizzontali, anche a lunga distanza, per operazioni di livellazione. Vitruvio ci ha lasciato la descrizione del **corobate**<sup>289</sup>, costituito da un'asta lunga venti piedi montata su un traliccio che poteva essere posizionata in orizzontale calando lateralmente dei fili a piombo, i quali dovevano incrociare delle tacche che segnavano la perpendicolare (fig. 382). Per garantire una migliore precisione, sulla faccia superiore era ricavata una livella ad acqua; lo strumento era dotato molto probabilmente di piedi telescopici che ne facilitavano il posizionamento su terreni in pendio. Apparecchiature di questo genere dovevano essere utilizzate in Egitto già nell'Antico Regno. Su un muro del complesso della piramide di Neuserre ad Abusir, della V dinastia, sono state individuate delle linee orizzontali di livellamento, a distanza di un cubito l'una dall'altra, spesso accompagnate da un triangolo puntato verso il basso; le linee, che erano tracciate sui blocchi di calcare del nucleo, servivano a fissare la posizione delle lastre di granito del rivestimento<sup>290</sup> (fig. 383).

Altri strumenti erano utilizzati nei cantieri per prendere misure e angoli su distanze più corte, in particolare per posizionare e tagliare i singoli blocchi di pietra: squadre, compassi, righe graduate, fili a piombo (fig. 384). L'**archipendolo**, di cui restano diverse raffigurazioni su rilievi funerari di epoca romana, era una grossa squadra di legno formata da due bracci simmetrici incollati ad angolo retto e collegati da una traversina, con un filo a piombo fissato al vertice; le estremità libere dei due bracci erano tagliate a 45 gradi in modo da poter appoggiare lo strumento su un piano per verificarne l'orizzontalità: l'archipendolo si trovava a livello quando il filo a piombo incrociava una tacca posta al centro della traversina.

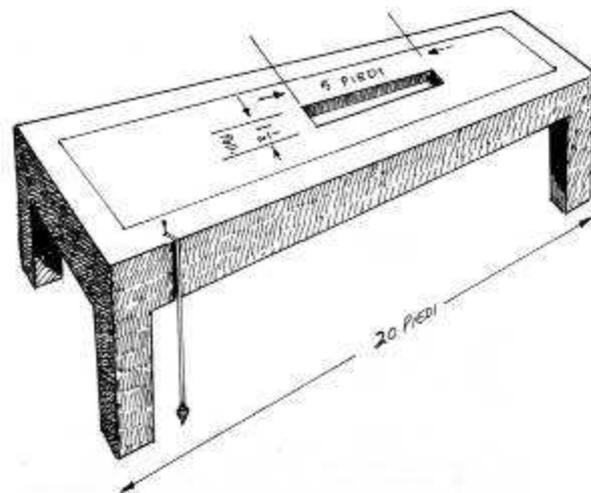


Fig. 382 - Ricostruzione del corobate (FRAU 1987)

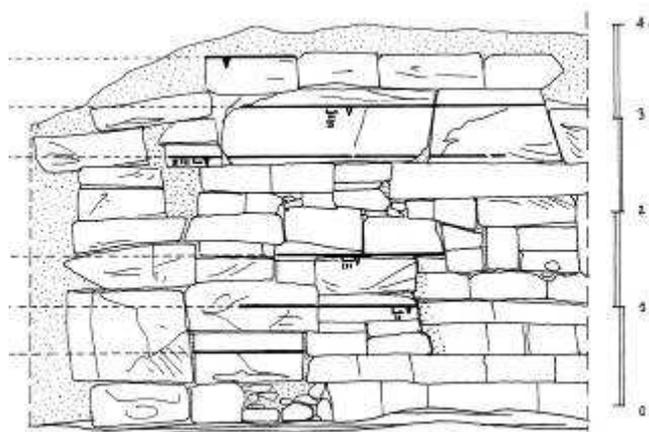


Fig. 383 - Abu Sir. Piramide di Neuserre (V dinastia). Linee di livellamento tracciate in rosso sulle assise dell'angolo SE del nucleo (GOYON *et alii* 2004)

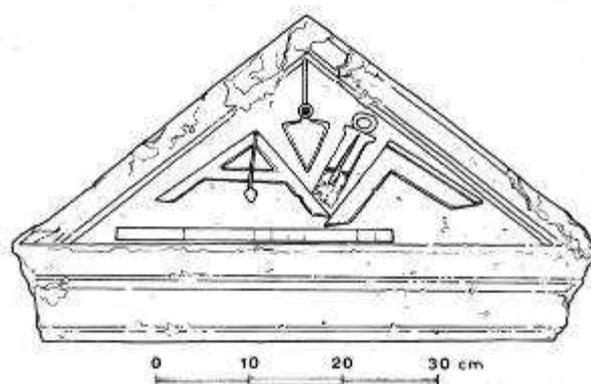


Fig. 384 - Roma. Musei Capitolini. Rilievo dalla tomba di un liberto della *gens Aebutia* raffigurante un archipendolo, un filo a piombo, una squadra a bracci articolati, una squadra a L e un righello (ADAM 1989)

<sup>288</sup> DELLA CORTE 1922

<sup>289</sup> VITR. VIII, 6, 1-3.

<sup>290</sup> GOYON *et alii* 2004, p. 93, fig. 63.

## 2) Il trasporto e il posizionamento dei blocchi lapidei

I grandi blocchi lapidei giungevano ai cantieri direttamente dalle cave se queste erano vicine oppure da un porto. Il trasporto si effettuava solitamente su carri o slitte trainati dai buoi (cfr. p. 126). In Egitto sono state individuate alcune **piste** che andavano in direzione dei cantieri, lastricate con pietrame per conferire una consistenza uniforme al suolo; talvolta erano bordate da muretti sommari che proteggevano dalla sabbia del deserto evitando un rapido ricoprimento; in altri casi vi erano collocate intorno delle file di pietre che servivano a visualizzare il sentiero. Si cercava di eliminare per quanto era possibile i dislivelli lungo il percorso; si colmavano gli avvallamenti e si effettuavano tagli nelle creste montuose<sup>291</sup>.

I blocchi venivano poi trascinati sopra delle **rampe** artificiali realizzate intorno all'edificio in costruzione per essere posizionati al livello voluto. Si conservano resti di queste strutture, talvolta solo una semplice traccia a terra, intorno ad alcune piramidi egiziane. Il primo esempio noto è la rampa della piramide incompiuta di Sekhemkhet a Saqqara, (2660-2655 a.C.), perpendicolare al lato ovest dell'edificio, in pendio dolce e costituita da una massa di ciottoli presi sul posto<sup>292</sup>. La piramide, come le altre costruzioni della III dinastia, era composta da pietre di piccole dimensioni facilmente trasportabili e manovrabili. A partire dalla IV dinastia, quando vengono introdotti i grandi blocchi, le rampe sono realizzate in funzione di un carico assai più pesante. I resti conservati fanno pensare a strutture costruite in maniera molto accurata con mattoni crudi, pietrame o una miscela di entrambi i materiali. Erano spesso bordate da parapetti in mattoni crudi e coperte da un rivestimento di limo che facilitava lo scivolamento dei blocchi. La larghezza variava dai tre ai sei metri, la pendenza era fra il 17 e il 30% (21-25% nelle rampe intorno le piramidi solitamente ortogonali all'edificio). Queste strutture venivano gradualmente sopraelevate con il procedere della costruzione; contemporaneamente venivano allungate alla base per mantenere la stessa inclinazione.

Intorno alla piramide di Sesostri I a Lisht, della XII dinastia (circa 1950-1920 a.C.), restano le

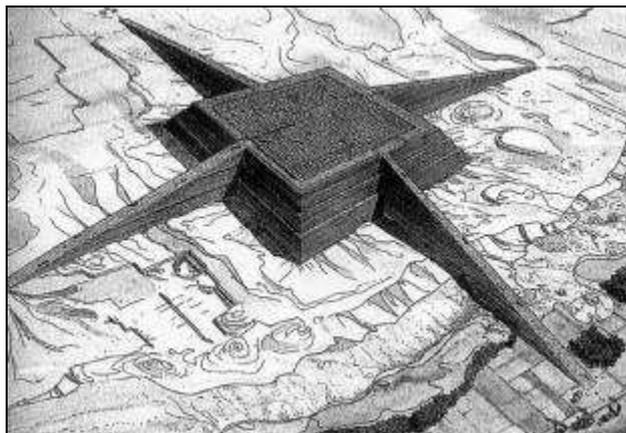


Fig. 385 - Ricostruzione del cantiere della piramide di Sesostri I a Lisht (XII dinastia) (GOYON *et alii* 2004)



Fig. 386 - Rampa in mattoni crudi sul lato interno del muro di cinta del tempio di Nekhbet a el-Kab (XXX dinastia)

tracce delle strade provenienti da quattro diverse direzioni su cui erano trasportati i materiali per il cantiere le quali erano prolungate da rampe ascendenti, ortogonali all'edificio in costruzione (fig. 385). Si sono conservati alcuni resti di tre di queste; il nucleo era costituito da un riempimento di mattoni e limo contenuto da muri laterali in mattoni crudi. La loro disposizione fa ritenere che ciascuna di esse alimentasse una zona triangolare corrispondente a una delle quattro facce dell'edificio. Si è interamente conservata una rampa di epoca assai più recente, costituita da mattoni crudi ad assise inclinate la quale si addossa al muro di cinta, anch'esso in mattoni crudi, del tempio di Nekhbet a el-Kab, della XXX dinastia (prima metà del IV sec. a.C.) con un percorso ascendente ad esso parallelo (fig. 386). In questo caso è legata a una costruzione in materiali leggeri; si è ipotizzato che essa servisse a trascinare i blocchi lapidei del coronamento di un grande portale il quale avrebbe occupato una breccia visibile alla sua sinistra<sup>293</sup>.

Le rampe in molti casi non si collegavano direttamente alla cresta del muro in costruzione ma salivano a una voluminosa struttura provvisoria in

<sup>291</sup> SHAW I.M.E. 1986

<sup>292</sup> ARNOLD 1991, p. 80, n. 83, p. 81, n. 84, fig. 3.29

<sup>293</sup> GOYON *et alii* 2004, p. 209, fig. 226.



Fig. 387 - Scene dalla tomba di Rekmire a Tebe (XVIII dinastia) raffigurante una rampa in mattoni crudi utilizzata per la costruzione di un edificio (NEWBERRY 1900)

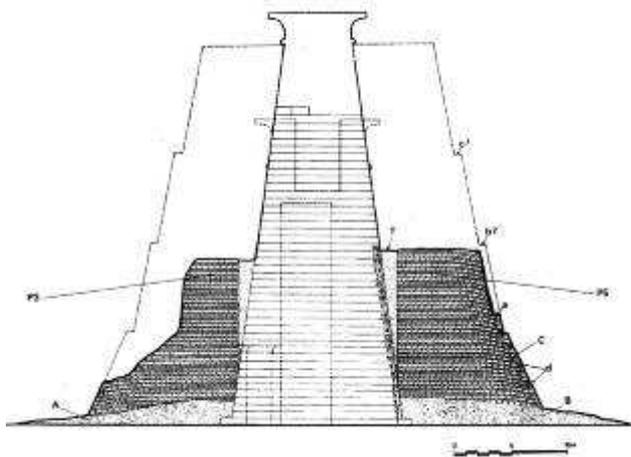


Fig. 388 - Sezione del primo pilone di Karnak (XXX dinastia) e dei resti dei ponteggi in mattoni crudi che si erano conservati a fianco (GOYON et alii 2004)

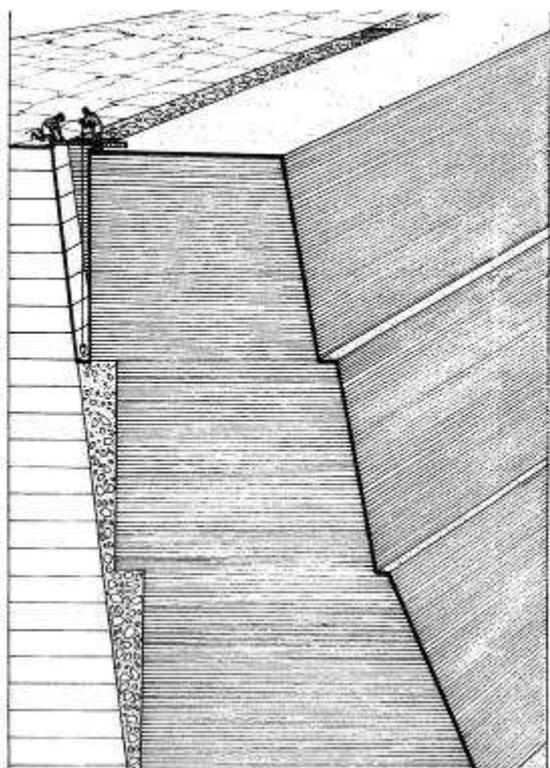


Fig. 389 - Ricostruzione di uno dei ponteggi del pilone di Karnak (GOYON et alii 2004)

mattoni crudi, montata a fianco del muro, che fungeva da **ponteggio** e veniva progressivamente sopraelevata. Una rampa legata a una struttura di questo tipo è rappresentata in una scena della tomba di Rekmire a Tebe, della XVIII dinastia (1479-1426 a.C.) (fig. 387). Il solo esempio rimasto *in situ* si trova a fianco del I pilone di Karnak, in costruzione sotto il regno di Nectanebo I, alla fine del IV sec. a.C.; il cantiere rimase incompiuto lasciando sul posto queste opere provvisorie (figg. 388, 389). La base del ponteggio, costituito da una massa di mattoni crudi disposti su assise orizzontali presenta uno spessore di circa 13 m, pari quasi a quello del pilone; all'esterno la struttura mostrava un accentuato profilo a scarpa, il lato interno era invece verticale. Tra questo e la fronte inclinata del pilone restava una trincea che veniva riempita con scarti di lavorazione; i blocchi di mattoni aggiunti al di sopra si avvicinavano progressivamente al pilone con delle riseghe che coprivano il riempimento della trincea.

Per i lavori leggeri di completamento (intonacatura, decorazioni in rilievo e dipinte) si utilizzavano impalcature in legno o scale a pioli, le quali sono rappresentate nelle pitture egizie (fig. 390).

In età arcaica nei cantieri greci vengono introdotte le **macchine di sollevamento**. Nei blocchi architettonici degli ultimi decenni del VI sec. a.C. si cominciano infatti a trovare le caratteristiche cavità e protuberanze a cui si agganciavano le funi dell'imbracatura. Ad Atene presso l'angolo sud-est del Partenone sono visibili gli incassi, tagliati nella roccia, delle gru che furono utilizzate nel V secolo per sollevare i blocchi di pietra fino alla sommità del tempio<sup>294</sup> (fig. 391). Le ricostruzioni di queste macchine (*machinae elevatoriae et tractoriae*) si avvalgono delle descrizioni delle fonti letterarie – soprattutto il *Barulkos* di Erone di Alessandria e il X libro del *De Architectura* di Vitruvio –, delle rappresentazioni su alcuni rilievi romani, ma anche del confronto con le raffigurazioni dei cantieri medievali e moderni<sup>295</sup> (fig. 392). Erano costituite da una o due lunghe travi di legno inclinate (**antenne**) che erano tenute

<sup>294</sup> KORRES 1995, p. 52 e fig. a pag. 53

<sup>295</sup> Si vedano in particolare GIULIANI 2006 pp. 255-268 e MARTINES 1998-99 il quale fra le altre cose analizza le illustrazioni dei manoscritti arabi dell'opera di Erone che sono riprodotte nell'articolo. Su Erone cfr. nota 287 a p. 220

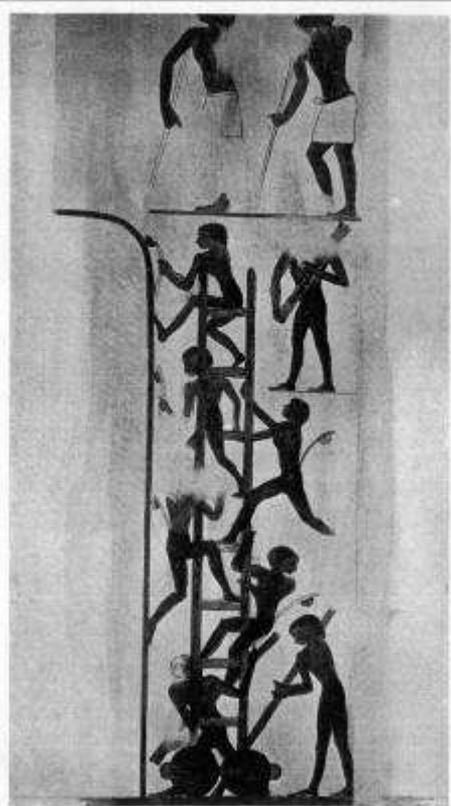


Fig. 390 - Scena dalla tomba di Kaemhesit a Saqqara (V dinastia) raffigurante una scala a pioli dotata di ruote (CLARKE - ENGELBACH 1930)



Fig. 391 - Ricostruzione di una macchina di sollevamento del cantiere del Partenone (KORRES 1995)

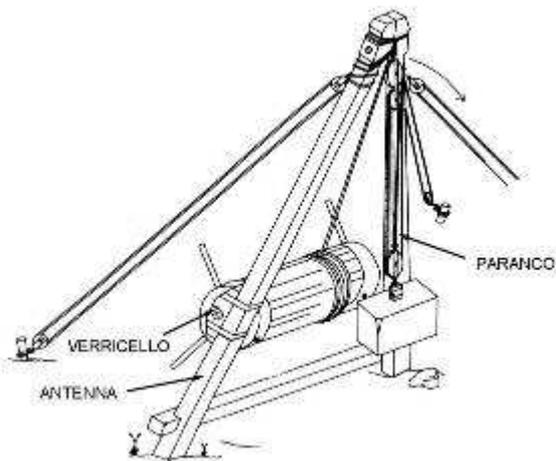


Fig. 392 - Ricostruzione di una macchina di sollevamento a doppia antenna (GIULIANI 2006, rielab. dell'autore)

ferme da funi legate alle estremità superiori e fissate al suolo tutt'intorno. Le antenne doppie erano divaricate alla base; in alto erano congiunte e legate da corde, in mezzo erano incatenate orizzontalmente da traversine. Alla sommità della gru era appesa la

**fune di trazione** che veniva legata o agganciata al blocco da sollevare; l'altro capo veniva avvolto intorno a un **argano** (o **verricello**, in latino *sucula*) che era azionato dagli operai; nelle macchine di maggiori dimensioni – come si può vedere ad esempio nel bellissimo rilievo del sepolcro degli Haterii<sup>296</sup> a Roma – al posto dell'argano si utilizzava una grande ruota mossa dai piedi degli operai che camminavano al suo interno (fig. 393). Il verricello è una leva di secondo genere in cui il braccio della potenza (le manopole azionate dagli operai) è più lungo di quello della resistenza (il tamburo intorno a cui è avvolta la fune) per cui esso ha il vantaggio di aumentare la forza motrice rispetto a quella resistente. La potenza del sollevamento era

<sup>296</sup> La tomba degli Haterii, datata tra la fine del I e gli inizi del II sec. d.C., fu scoperta presso la torre di Centocelle a Roma nel 1848; le decorazioni scultoree sono conservate nei Musei Vaticani. Il proprietario Q. Haterius Tychius era un appaltatore (*redemptor*) di opere pubbliche. Uno dei bassorilievi rappresenta l'edificio sepolcrale, in forma di tempio, con a fianco una gru azionata da una grande ruota. La macchina allude all'attività svolta dal defunto (JENSEN 1978).

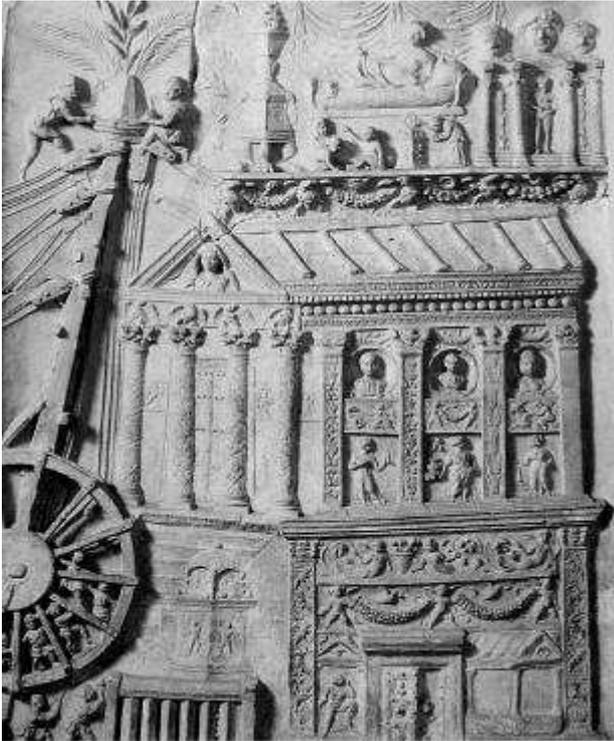


Fig. 393 -. Rilievo dal sepolcro degli Haterii a Roma. Musei Vaticani

incrementata anche dall'utilizzo del **paranco**, meccanismo costituito da una serie di pulegge intorno le quali girava la fune. La forza motrice (M) viene qui moltiplicata rispetto alla forza resistente (R) in proporzione al numero delle pulegge utilizzate (n), secondo la formula  $M = R/n$ .

Le fune di trazione veniva agganciata al blocco da sollevare in diversi modi. Il sistema più semplice era una imbracatura a due capi su cui poggiava la faccia inferiore della pietra. In età arcaica sulle facce laterali dei conci erano scavate delle scanalature a U in cui venivano infilate le corde (tempio di Aphaia II a Egina) (fig. 394); altrimenti si risparmiavano delle protuberanze (tamburi delle colonne del Pre-Partenone). In età classica si comincia a ricorrere a delle **tenaglie** metalliche; le punte andavano infilate in due cavità simmetriche a sezione obliqua praticate sulla faccia superiore del blocco (Partenone) (fig. 395) oppure in due fori quadrangolari tagliati nelle facce laterali opposte (Hephaisteion, Tempio di Capo Sunio) (fig. 396). In epoca imperiale si generalizza l'uso dell'**olivella** che è un dispositivo di metallo composto da tre pezzi che vengono incastrati all'interno di un foro a sezione trapezoidale posto al centro della faccia superiore del blocco (si infilavano prima i due pezzi laterali che venivano divaricati dentro il buco, poi

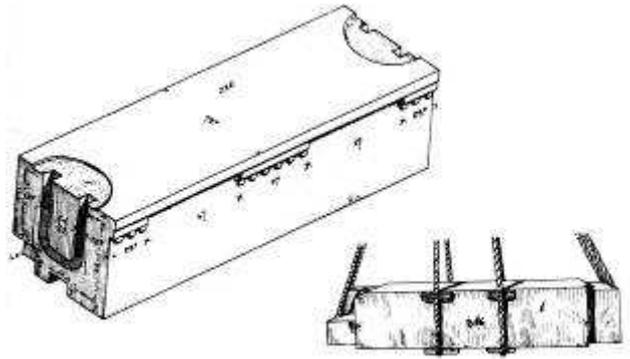


Fig. 394 - Sistema di sollevamento dei blocchi del secondo tempio di Aphaia a Egina (fine VI sec. a.C.). In alto: architrave del primo ordine della cella (cfr. fig. 319). In basso: architrave della porta della cella (FURTWÄNGLER *et alii* 1906)

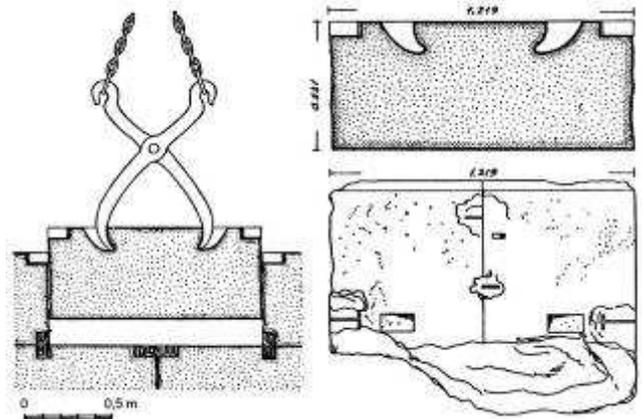


Fig. 395 - Tenaglie per il sollevamento dei blocchi del Partenone (ORLANDOS 1977)

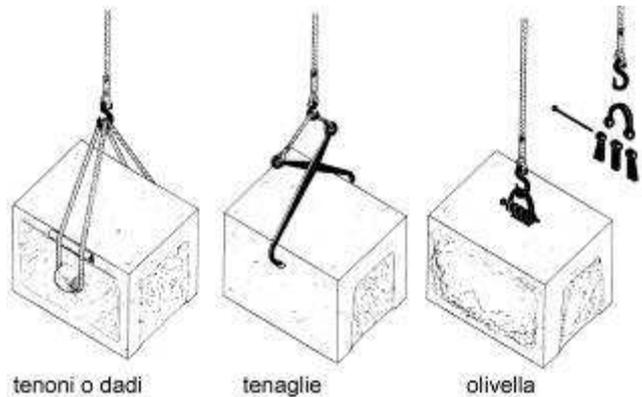


Fig. 396 - Sistemi di sollevamento dei blocchi lapidei (ADAM 1989)

quello centrale; infine i tre pezzi venivano collegati e bloccati da una staffa orizzontale collegata al gancio da tiro) (fig. 396). Le prime attestazioni del suo impiego risalgono a circa il 600 a.C. (primo

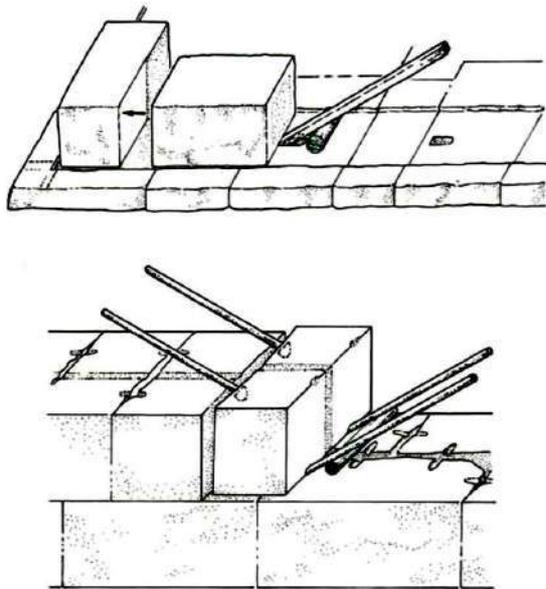


Fig. 397 - Sistema di accostamento dei blocchi in Egitto. Sopra: Le linee segnate sulla superficie d'attesa indicano la posizione dei blocchi da collocare (ARNOLD 1991)

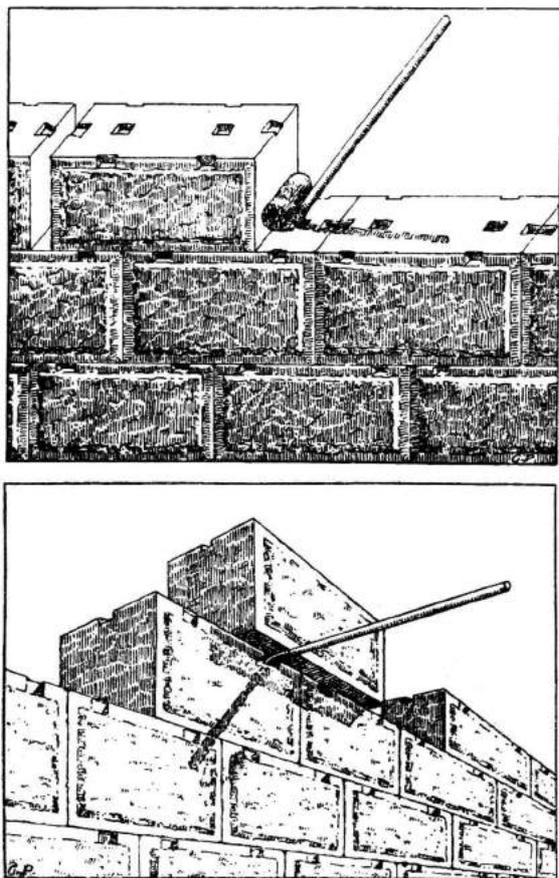


Fig. 398 - Muro in opera quadrata di epoca romana. Accostamento con leva di un blocco lateralmente (sopra) e frontalmente (sotto) (LUGLI 1957)

tempio di Apollo a Egina). In origine le cavità scavate nei blocchi hanno una sezione a elle che serve ad alloggiare due elementi di metallo, uno dei quali dotato di una sporgenza laterale; in seguito gli incassi assumono un profilo trapezoidale con un solo lato obliquo; alla fine dell'età ellenistica si impone l'olivella a tre pezzi con due lati obliqui simmetrici che avrà fortuna in tutta l'epoca imperiale.

L'impiego delle macchine da sollevamento evita la costruzione delle rampe, ma anche dei ponteggi pesanti costituiti da una massa muraria piena. I blocchi vengono posizionati dalle gru direttamente sopra il muro in costruzione. Gli operai si muovono sulla cresta del muro ed eventualmente su impalcature lignee poste a fianco, le quali saranno utilizzate anche per i lavori di finitura. I ponteggi lignei leggeri sono inoltre utilizzati per le tutte le costruzioni in materiali di piccolo taglio (mattoni crudi, pietrame); in seguito saranno impiegati per le fabbriche in opera cementizia (cfr. p. 244, fig. 423).

In Egitto i grandi conci di pietra da porre in opera venivano trascinati sulla cresta del muro in costruzione stendendo sui letti di attesa un velo liquido di gesso morto (cfr. p. 170) che ne facilitava lo scivolamento; degli appositi canaletti verticali praticati sulle facce laterali dei blocchi servivano alla fuoriuscita del liquido in eccesso. Il trasporto dei blocchi sui piani di posa avveniva altrimenti su rulli. In seguito utilizzando le macchine da sollevamento i blocchi potevano essere collocati direttamente in prossimità del punto di posa definitivo. Il posizionamento esatto, che consisteva nell'**accostamento** al blocco vicino già in opera, veniva effettuato dagli operai che stavano sulla cresta del muro i quali si aiutavano con delle leve. La punta della leva veniva alloggiata in una piccola cavità con sezione a scivolo appositamente tagliata nel piano di attesa e si dava con il bastone una spinta laterale. Talvolta l'accostamento veniva effettuato dalle impalcature; le leve venivano inserite in tal caso dentro dei fori scavati sotto il bordo superiore della faccia esterna (figg. 397, 398).

Negli edifici antichi si trovano spesso dei segni incisi o dipinti sulle superfici di attesa che indicano l'esatta posizione degli elementi lapidei da collocare (fig. 397). E' attestato in vari casi, sia in Egitto che in Grecia, anche l'uso di segni o lettere che identificano l'esatta posizione dei singoli blocchi, con sistemi analoghi a quelli utilizzati per le terrecotte architettoniche o i mattoni smaltati (cfr.

pp. 78-81); segni identici, come nel domino, possono indicare le facce da accostare; si usano altrimenti termini o lettere che hanno significato di “a sinistra”, “a destra”, “in alto”, “in basso”, ecc. Nel Tempio ionico della Terrazza del Teatro a Pergamo (prima metà del II sec. a.C.) tutti i blocchi sono numerati con le lettere dell’alfabeto, singole o in combinazione, che ne definiscono la posizione all’interno dei vari allineamenti<sup>297</sup> (fig. 399). Sovente si trovano anche lettere e altri segni che non sono facilmente interpretabili; in molti casi può trattarsi di marchi di cava, di sigle che identificano i lotti di blocchi consegnati dai trasportatori oppure di firme apposte dai singoli artigiani impegnati sul cantiere<sup>298</sup> (fig. 549).



Fig. 399 - Pergamo. Tempio ionico della Terrazza del Teatro. Numerazione dei blocchi con le lettere (prima metà del II sec. a.C.) (BOHN 1896)

<sup>297</sup> BOHN 1896, pp. 58-62

<sup>298</sup> Sui marchi egiziani si veda ARNOLD F. 1990; su quelli punici TOMASELLO – DE SIMONE 2005 e MEZZOLANI 2008 a

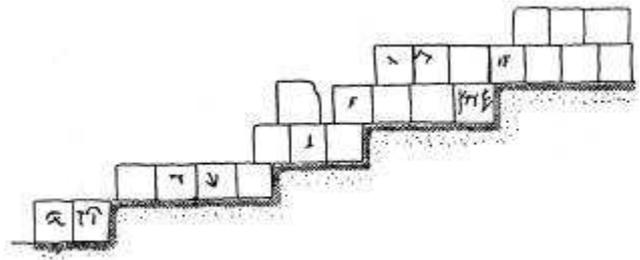


Fig. 400 - Segni incisi sulle mura di Bolsena (III sec. a.C.) (LUGLI 1957)

### 3) Il taglio, la levigatura e il fissaggio

Le pietre che arrivavano dalle cave erano sommariamente sgrossate, come dimostrano i blocchi di fondazione. Quelle che andavano collocate nell’alzato venivano sagomate in cantiere. Il blocco veniva messo in forma utilizzando strumenti ammanicati a percussione diretta come le mazzette, i picconi e le asce a una o due punte, che consentivano di colpire la pietra con maggior forza. Le rifiniture si effettuavano con strumenti a percussione indiretta, come lo scalpello, che si usavano appoggiando la punta sulla superficie della pietra mentre la testa veniva colpita con il martello, con i quali si poteva effettuare un lavoro più preciso. A conclusione la superficie veniva talora molata con lo strofinamento di sostanze abrasive. Le facce maggiormente levigate erano quelle destinate a restare in vista. I vari tipi di strumenti utilizzati lasciavano sulla superficie della pietra dei caratteristici segni che li rendono tutt’ora facilmente riconoscibili.

Durante la costruzione del muro venivano tagliate per prima cosa le facce che servivano da piano di riferimento per le altre: il piano di attesa doveva essere levigato prima della installazione dell’assisa successiva; di ogni blocco, prima della posa, andavano tagliate la faccia inferiore e quelle laterali. Il lato a vista invece restava provvisoriamente irregolare (fig. 401 A): le facce esterne dei blocchi venivano levigate alla fine tutte insieme. In Egitto, a partire dalla XXV dinastia (VIII-VII sec. a.C.), per rendere più preciso l’accostamento dei blocchi del muro subentra l’uso di definire prima della posa il profilo dei quattro spigoli della faccia esterna incidendo con lo scalpello una sottile fascia perimetrale (B), la quale tenderà in seguito a diventare più larga (C). In mezzo risultava una

sporgenza rustica (**bugna**) che veniva asportata dopo il completamento della parete. In molti muri greci le bugne verranno lasciate in opera e diventeranno un motivo decorativo. Il più delle volte si provvedeva a regolarizzare il profilo della sporgenza, levigandola in facciavista; altrimenti rimaneva allo stato rustico (fig. 398).

Nei cantieri greci, per migliorare l'aderenza dei blocchi posti sullo stesso filare, si usava rifinire ciascuna delle due facce laterali con una fascia perimetrale ben levigata (**anatirosi**) che andava a

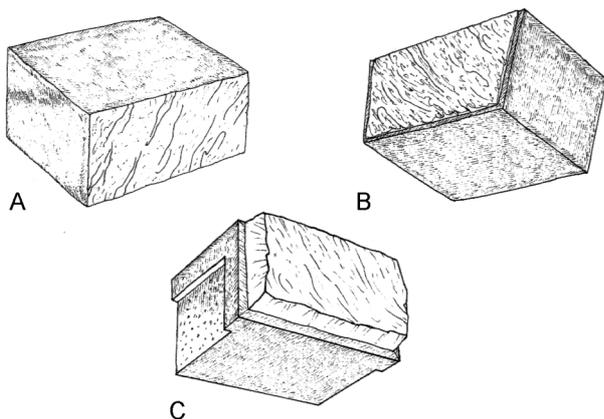


Fig. 401 - Squadratura dei blocchi in Egitto. A: Prima della XXV dinastia. B: Tra la XXV e la XXX dinastia. C: in età tolemaica e romana (GOYON *et alii* 2004)

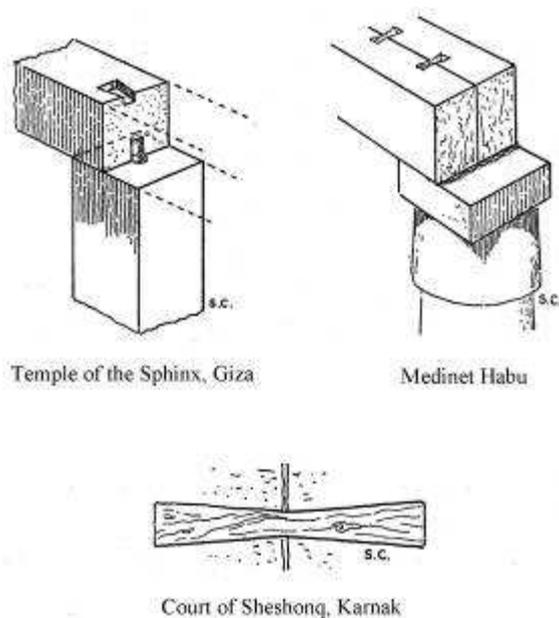


Fig. 402 - Grappe e perni per il fissaggio dei blocchi negli edifici egiziani (CLARKE - ENGELBACH 1930)

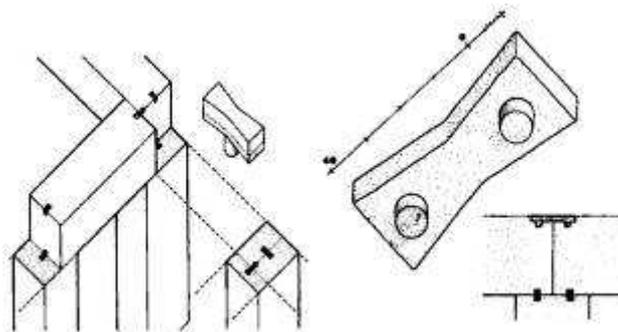


Fig. 403 - A sinistra: Grappe di bronzo utilizzate per il fissaggio dei pilastri e degli architravi di granito dei templi della valle di Chefren a Giza. A destra: Grappa di bronzo del tempio funerario di Unas a Saqqara (V dinastia) (ARNOLD 1991)

contatto con quella uguale del blocco adiacente. Lo spazio interno restava leggermente incavato e allo stato rustico (fig. 401 C). Talora l'anatirosi si limitava a due sole bande disposte a L oppure a tre fasce a U. Il sistema venne adottato anche in Egitto, in età tolemaica, dove le fasce dell'anatirosi venivano tagliate dai canaletti verticali per lo scolo del gesso.

In Egitto, dall'Antico Regno fino all'età greca e romana, è attestato l'uso di fissare i blocchi adiacenti per mezzo di **grappe** a farfalla in bronzo, pietra e soprattutto in legno, alloggiare in appositi incassi tagliati sulle facce superiori presso gli spigoli, spesso fissate con il gesso (figg. 402, 403). Erano lunghe generalmente fra i 30 e i 50 cm; a Karnak sono attestati esemplari che misurano addirittura 1,5 m. Tali elementi servivano soprattutto a evitare che i blocchi già in opera potessero subire degli spostamenti durante il trascinarsi di quelli dell'assisa superiore. In molti casi prima di essere definitivamente coperte, le grappe di legno venivano tolte per essere riutilizzate nei filari soprastanti. Durante le operazioni di smontaggio dei muri effettuate dagli archeologi le cavità si presentavano infatti molto spesso vuote, anche in contesti dove altri reperti lignei si erano perfettamente conservati, oppure erano riempite dal gesso che veniva gettato sui piani di attesa per lo scivolamento dei blocchi<sup>299</sup>.

In Grecia vennero introdotte molto presto le grappe di metallo le quali restavano in opera definitivamente. Lo dimostra anche il fatto che le facce superiori visibili dei blocchi conservati negli edifici greci e romani in rovina sono martoriate dai

<sup>299</sup> GOYON *et alii* 2004, pp. 305-306

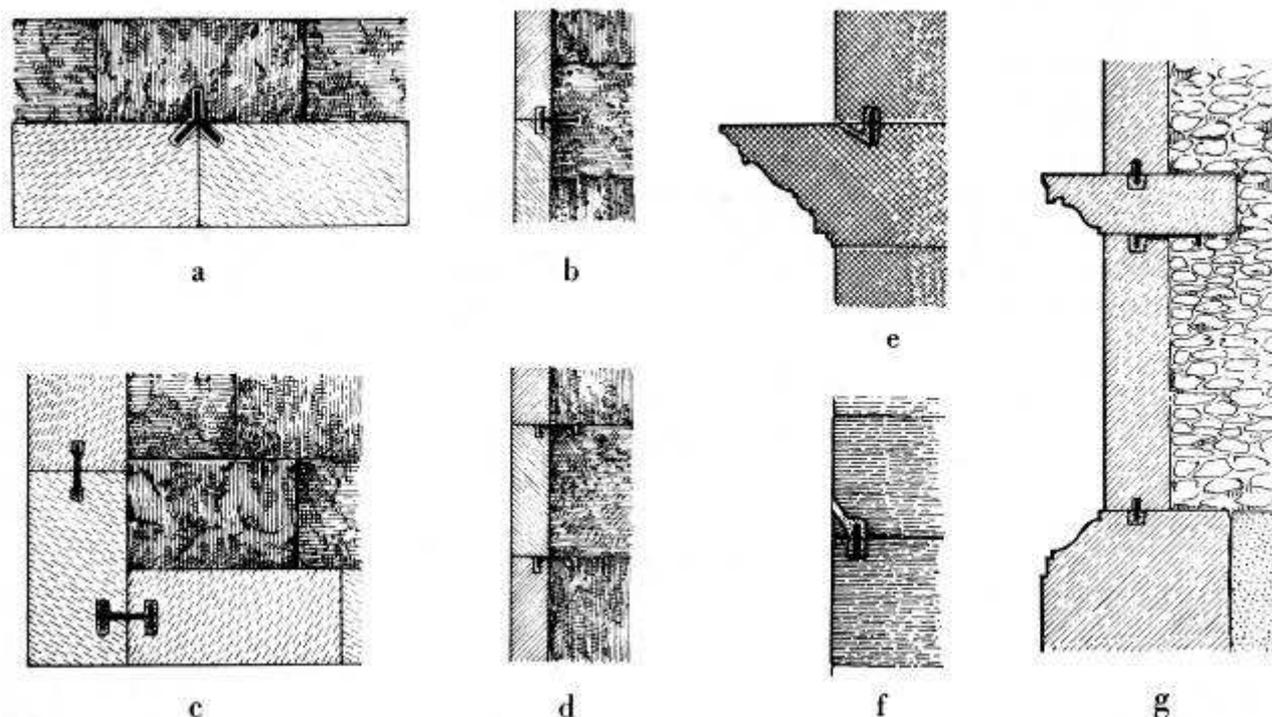


Fig. 404 – Tipi di grappe e perni per legamenti di blocchi. a) Grappa unica per tre blocchi contigui – b-d) Rampini e grappe per placcatura marmorea – c) Grappe a gancio e a doppio T per blocchi di rivestimento – e-f) Perni fissati con colatura di piombo dall'esterno – g) Perni e grappe per membrature architettoniche (LUGLI 1957)

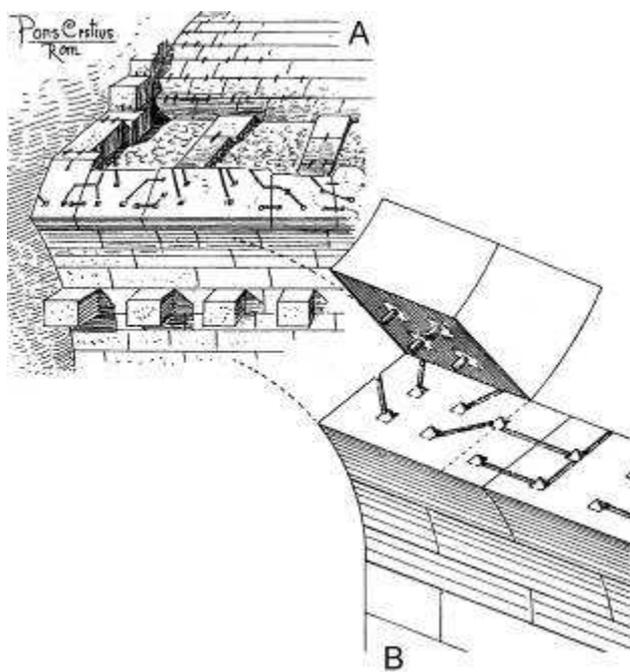


Fig. 405 - Roma. Ponte Cestio. A: Perni e grappe nei conci degli archi (DURM 1905). B: Sistema di imperniamento dei conci (LUGLI 1957)

tagli che vennero praticati nel medioevo per asportare questi elementi. In molti muri egiziani le grappe legavano sistematicamente tutti i blocchi. In Grecia nei primi tempi c'è una maggiore avarizia; negli edifici arcaici sono limitate in molti casi alle parti suscettibili di maggiori oscillazioni, come gli angoli e il coronamento; diventeranno molto numerose negli edifici in opera quadrata di epoca ellenistica e imperiale collegando tutti i blocchi dell'alzato. C'è una evoluzione cronologica nella forma delle grappe anche se, come è ovvio, si possono riscontrare numerose eccezioni. Gli esemplari più antichi, di età arcaica, presentano la forma a farfalla che deriva dai prototipi lignei; tra la fine del VI e l'inizio del V secolo a.C. compare un tipo a doppia  $\Gamma$  che sopravvive fino al IV sec. a.C., ma a cui si preferirà in età classica una forma a doppia T che si agganciava più stabilmente (fig. 404 c in basso). Negli edifici ellenistici e romani si affermerà poi il tipo a  $\Pi$  (o "a gancio") costituito da una barra orizzontale e due perni verticali agli estremi che si infilavano in profondità (fig. 404 c in alto, d).

Secondo un uso anche in questo caso attestato fin dall'Antico Regno egiziano, il collegamento dei blocchi vicini, compresi i tamburi delle colonne,

veniva attuato anche in verticale per mezzo di **perni** (figg. 402, 404 f-g, 405). Agli inizi si usavano dei cilindri lignei che talora si infilavano in una scatola rettangolare, anch'essa di legno, alloggiata nel blocco di pietra. In seguito si generalizza l'impiego dei perni di metallo. Il sistema più comune era costituito da un perno che veniva saldamente incastrato in un piccolo foro praticato sul piano di posa. Sulla superficie di attesa in corrispondenza veniva tagliata una cavità più grande che poteva essere centrata dal perno durante la posa in modo approssimativo. Il perno era poi saldato dentro la cavità iniettando del piombo fuso attraverso un canaletto scavato sul piano di attesa (figg. 405, 406).

Negli edifici egiziani sono attestati vari sistemi a incastro fra i blocchi, anche a mortasa e tenone (fig. 407).

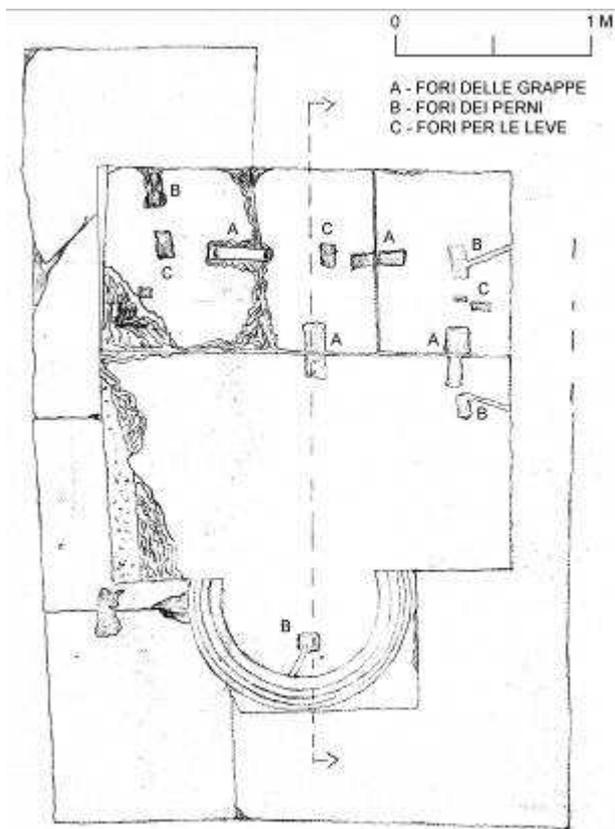


Fig. 406 – Capua (S. Maria Capua Vetere). Anfiteatro Campano. Planimetria di uno dei pilastri dell'ordine esterno, di cui si conserva solo la prima assisa di blocchi (rilievo di F. Cubellotti e M.T. Picillo, corso di Rilievo e analisi tecnica dei monumenti antichi, Seconda Università di Napoli, a.a. 2008-09)

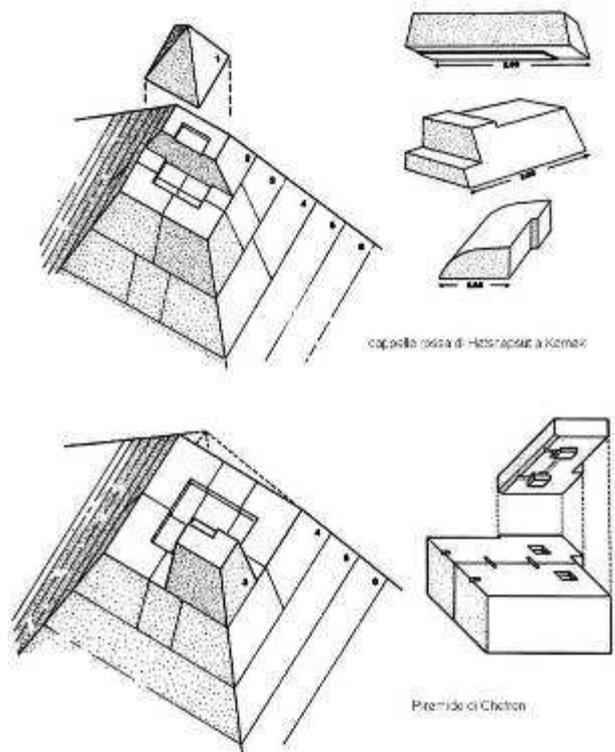


Fig. 407 - Collegamenti a incastro tra blocchi lapidei negli edifici egiziani. Sopra: Cappella rossa di Hatshepsut a Karnak. Sotto: Piramide di Chefren a Giza (ARNOLD *et alii* 2003)

#### 4) Rivestimenti e decorazioni parietali

Gli edifici monumentali egiziani in conci lapidei erano decorati con rilievi dipinti. Si finiva il muro stuccando i buchi e le fessure con una polvere a base di gesso, poi si procedeva a intagliare la superficie della pietra. Esistevano due diverse tecniche di scultura: con il **bassorilievo** la superficie che circonda le figure era asportata fino a circa cinque millimetri di profondità e poi levigata, in modo che le figure si staccavano dal fondo (fig. 408); con il **rilievo a incavo**, che divenne prevalente a partire dalla XIX dinastia, le figure erano scavate e modellate all'interno della linea di contorno, il campo invece non veniva intaccato (fig. 409). Si effettuava quindi una levigatura delle superfici con strofinamento di sabbia e si stendeva sulla pietra un latte di gesso sul quale si dava la pittura a tempera<sup>300</sup>. Spesso le decorazioni erano arricchite

<sup>300</sup> BRUNNER TRAUT 1975; MENU – COLINART 1998; DAVIES 2001



Fig. 408 - Karnak. Tempio di Amon-Ra. Particolare del rilievo della Grande sala ipostila con Sethi I portato dalla dea Hathor al cospetto di Amon-Ra (XIX dinastia)

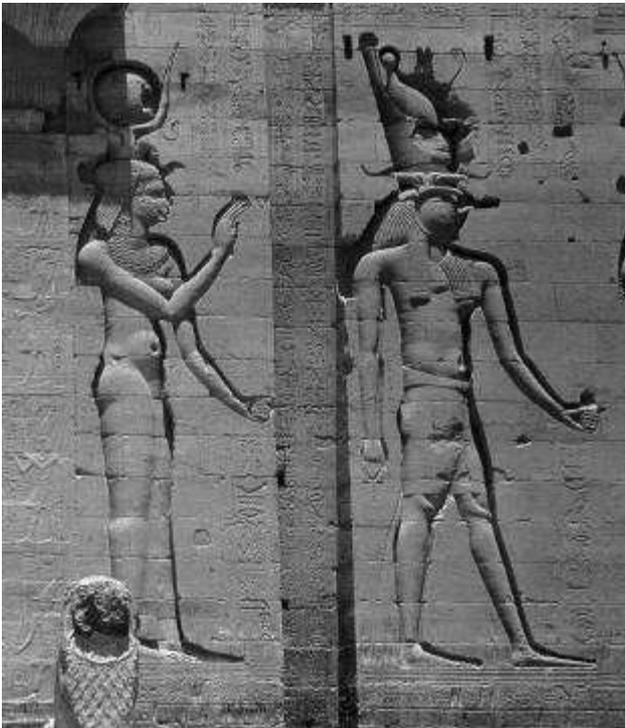


Fig. 409 - File. Particolare del primo pilone del tempio di Iside. Età tolemaica

con applicazioni di vetri e metalli preziosi, uso che si tramanderà all'architettura ellenica.

In Grecia gli edifici in blocchi di calcare di cattiva qualità erano rivestiti da uno strato protettivo di intonaco, a base di gesso o di calce, spesso mescolata a polvere di marmo, destinato a essere dipinto. Nei monumenti marmorei la pittura era

stesa direttamente sulla pietra; molte volte si dava un fondo con un colore omogeneo (come documentato sia sul Partenone che nell'Ephaisteion) e poi con colori diversi si dipingevano le modanature e le figure in rilievo. La tecnica più antica ed economica, riconosciuta ad esempio sulle antefisse tardo-arcaiche di Gela e nel secondo tempio di Aphaia a Egina<sup>301</sup>, era la **pittura a tempera** che utilizzava pigmenti in polvere mescolati con l'acqua e un legante organico, tuorlo d'uovo o caseina. Dall'età classica si comincia a utilizzare anche la **pittura a encausto**, dove i colori erano diluiti nella cera liquefatta al fuoco e addizionata d'olio<sup>302</sup>. Questa tecnica, di cui parlano sia Vitruvio che Plinio<sup>303</sup>, consentiva colori più intensi e durevoli e maggiori gradazioni. Plinio ne attribuisce l'invenzione a Pausia di Sicione, pittore del IV sec. a.C. che avrebbe introdotto anche l'usanza di dipingere sia i lacunari che le volte.

All'esterno i colori decoravano soprattutto la parte alta degli edifici (capitelli, trabeazione e frontoni) e forse anche le basi ioniche; crepidine e fusti restavano monocromi<sup>304</sup>. In età arcaica si afferma una tricromia fondata sul rosso, nero (o blu) e bianco che rende molto nitide sia le figure sia gli elementi architettonici secondo codici linguistici che tendono a una relativa standardizzazione, per cui ad esempio i triglifi sono sempre di colore scuro, mentre il rosso è generalmente assegnato alle linee orizzontali (fig. 410). Con il tempo si avrà un graduale arricchimento della tavolozza, con l'introduzione del verde, dell'oro e altre tonalità cromatiche. Le decorazioni policrome di molti templi greci, oggi non più visibili, sono state riprodotte da architetti e studiosi del XIX secolo; tra i documenti più importanti possiamo annoverare la restituzione del tempio di Empedocle a Selinunte di Hittorff (1830), quella del secondo tempio di Aphaia a Egina di Garnier (1852), la ricostruzione del Partenone di Loviot (1881), effettuate sulla base delle tracce di colore che erano ancora leggibili<sup>305</sup> (fig. 411). Tra i monumenti archeologici le cui pitture si trovano ancora in un eccellente stato di conservazione, a parte le numerose terrecotte architettoniche conservate in vari musei, la testimo-

<sup>301</sup> GRAEVE – PREUSSER 1981

<sup>302</sup> LEPIK-KOPACZYNSKA 1956

<sup>303</sup> VITR. VII, 9; PLIN. *NH* XXXV, 123-124.

<sup>304</sup> Sull'uso del colore nell'architettura greca cfr. HELLMANN 2002, pp. 229-262.

<sup>305</sup> BILLOT 1982

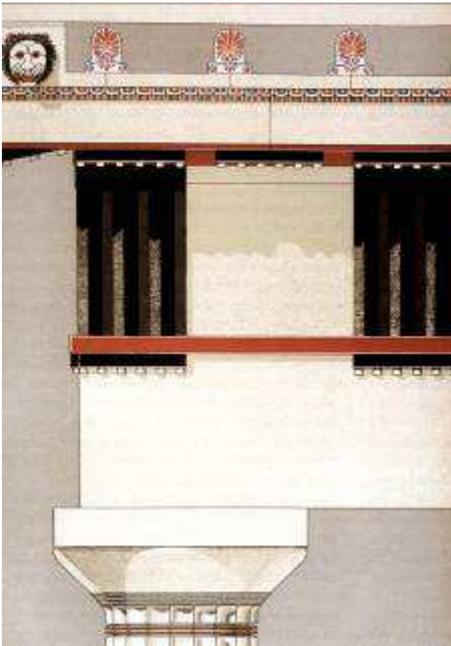


Fig. 410 - Egina. Secondo tempio di Aphaia (fine VI sec. a.C.). Ricostruzione policroma dell'ordine (HELLMANN 2002)



Fig. 411 - Atene. Partenone. Ricostruzione policroma della facciata (disegno di Paccard, 1845-46, in HELLMANN 2002)



Fig. 412 - Vergina. Facciata della "Tomba di Filippo" (ROCCO 1994)

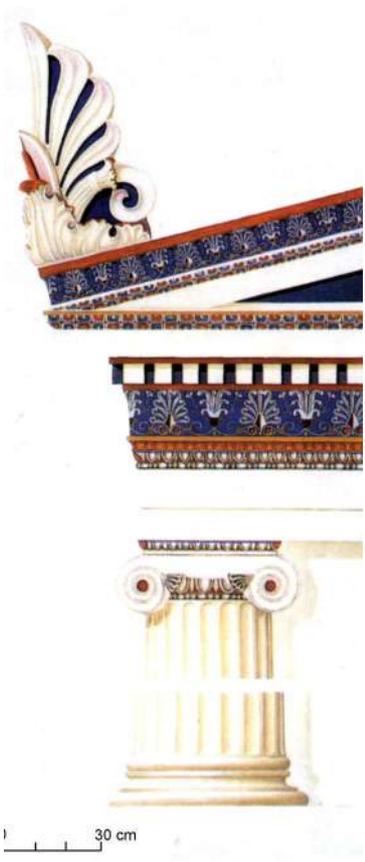


Fig. 413 - Lefkadia (Mieza). Ordine architettonico della "Tomba delle Palmette" (ROCCO 2003)

nianza di maggiore interesse è fornita dalle facciate monumentali delle grandi tombe macedoni<sup>306</sup> (figg. 412, 413).

Negli interni le pareti, anche in opera quadrata, erano interamente intonacate e dipinte. Resti di intonaci del IV sec. a.C. provenienti dalle case di Olinto dimostrano che già in quest'epoca si stava affermando uno "stile strutturale", che sarà dominante nei due secoli seguenti, in cui le pitture parietali imitavano l'orditura dei muri in conci rettangolari, con gli ortostati del basamento, le assise in opera isodoma del registro superiore, eventuali fasce di inquadramento<sup>307</sup> (fig. 414).

Comincia in età arcaica e diventa gradualmente più comune nei secoli seguenti anche l'uso di differenziare le varie parti dell'edificio con pietre di colore diverso. Nei primi tempi la distinzione è ancora legata prevalentemente a un uso gerarchico della pietra, per cui i materiali migliori sono riservati alla parte più esposta, più sollecitata e più visibile. In seguito gli accostamenti tra i vari tipi di pietra risponderanno a voluti contrasti cromatici, come si può ravvisare ad esempio nei peristili delle case ellenistiche di Delo dove le colonne ioniche hanno spesso il fusto in marmo colorato, mentre basi e capitelli sono in marmo bianco. Le policromie con accostamenti di differenti tipi di marmi incontreranno grande favore soprattutto in epoca imperiale. Nella maggior parte dei casi le composizioni verranno realizzate assemblando sottili *crustae* marmoree che rivestono le pareti in opera cementizia (*opus sectile*, cfr. p. 342). L'uso di grandi blocchi di marmo sarà limitato essenzialmente alle colonne, alle trabeazioni e alle cornici.

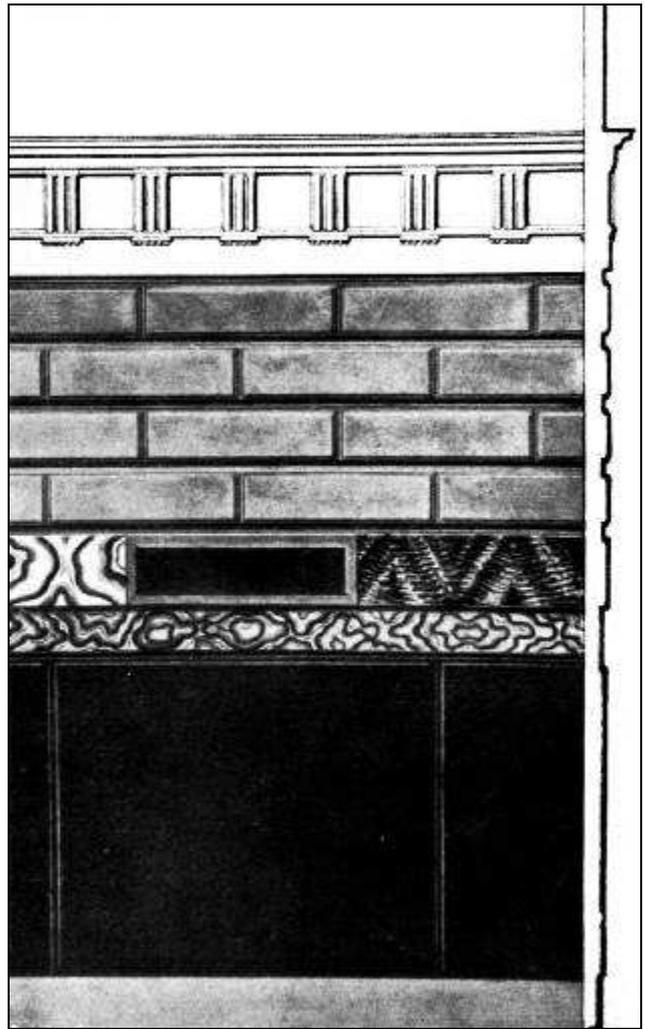


Fig. 414 - Atene. Casa presso il Dipylon. Ricostruzione del sistema decorativo (BORDA 1958)

<sup>306</sup> ANDRONIKOS 1984

<sup>307</sup> ROBINSON D.M. 1946, pp. 183-206

