

LE PIRAMIDI D'EGITTO

di

Elisa Monti Di Sopra

Corso di Storia dell'Architettura – Prof.ssa Diana Barillari

Un enigma antico 4500 anni...

Da molto tempo ormai la Sfinge veglia sull'altopiano di Giza, posta in quel luogo dagli antichi egizi a guardia delle dimore dell'eternità dei loro faraoni: le magnifiche piramidi.

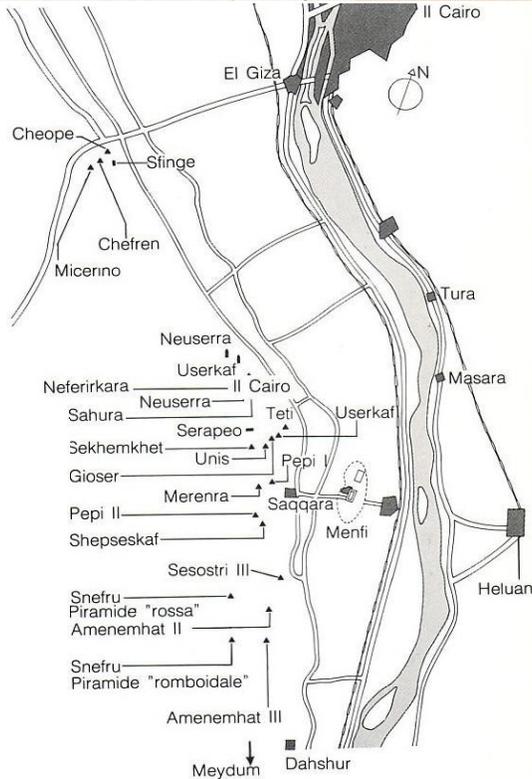
Tuttavia, benché siano le più famose, non sono le uniche piramidi presenti in Egitto. Ce ne sono, infatti, più di 90 in tutto l'Egitto, senza contare le 180 presenti nella regione nubiana, appartenenti al periodo meroitico. Conviene dunque cominciare con ordine...

La lunga storia dell'Egitto

Si suddivide in 10 periodi, per un totale di ben tre millenni di civiltà:

1. Periodo Predinastico (Prima del 2920 a.C.)
2. Periodo Tinita (2920-2575 a.C.)
3. **Antico Regno (2575-2134 a.C.):** detto anche Età delle Piramidi, è l'epoca in cui nascono e fioriscono le piramidi vere e proprie e comprende la IV, V e VI dinastia.
4. Primo Periodo Intermedio (2134-2040 a.C.)
5. Medio Regno (2040-1640 a.C.)
6. Secondo Periodo Intermedio (1640-1532 a.C.)
7. Nuovo Regno (1532-1070 a.C.)
8. Terzo Periodo Intermedio (1070-712 a.C.)
9. Periodo Finale (712-332 a.C.)
10. Periodo Greco-Romano (332 a.C. -395 d.C.) -Regno di Meroe (300 a.C. -350 d.C.)

LOCALIZZAZIONE DEI SITI DELLE PIRAMIDI



Il concetto dell'aldilà nell'antico Egitto

La maggior parte della ricca produzione in monumenti e statuaria dell'antico Egitto aveva una stretta relazione con il culto dei morti e il loro timore dell'aldilà.

La preoccupazione dell'antico egizio, nel momento in cui preparava la sua dimora per l'eternità, era di far sì che il suo nome venisse ricordato dai posteri dopo la sua morte, per poter vivere per sempre.

La tomba diventava così anche la nuova casa del defunto, dove poteva vivere per sempre, grazie alle offerte e ai bassorilievi che decoravano le pareti.

Gli elementi della vita ultraterrena

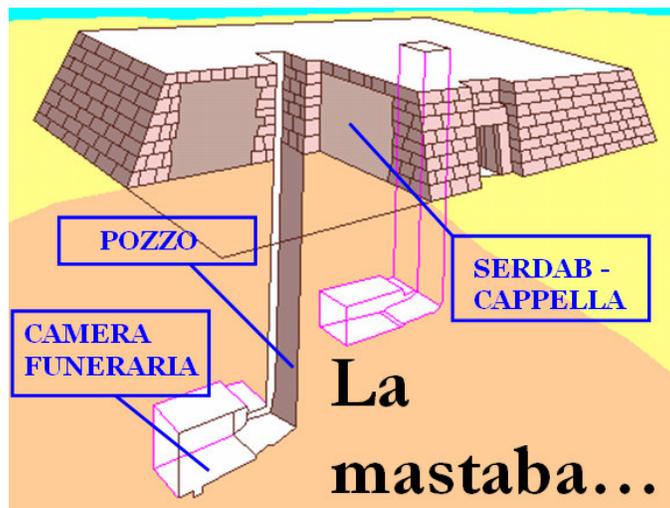
Ci sono cinque elementi che, secondo gli egizi, componevano una persona e che pertanto sono strettamente legati ai culti religiosi e al motivo per cui si realizzarono le tombe e le piramidi con certi elementi particolari:

- L'ombra: era il doppio immateriale di ogni forma assunta dall'uomo nella vita
- Il Ba: è un principio immateriale, un doppio del corpo, che lo lascia quando muore e ritorna dopo l'imbalsamazione: non può tornare se il corpo decade e si decompone. La mummificazione era pertanto uno degli aspetti della sepoltura che permetteva al ba e dunque al defunto stesso di continuare a vivere.
- Il Ka: è la forza vitale che ogni essere possiede e la sua potenza dipende dal possessore. Per essere mantenuta, essa va nutrita. Visto però che l'uomo è soggetto al degrado, il nuovo corpo dopo la morte è l'effigie del defunto. Ecco la necessità del *serdab* nelle tombe, una camera dove si poneva la statua della persona e che si trovava di solito vicino alla cappella delle offerte per fare in modo che il ka potesse nutrirsi. Per arrivare alla *serdab*, questo spirito vitale si serviva della falsaporta: si trattava, come suggerisce il nome, di una finta porta scolpita o disegnata sulle pareti della camera.
- L'Akh: è il principio solare che consente al defunto di accedere alle stelle, è lo spirito degli dei. Rappresenta la resurrezione e la riunione del *ka* con il *ba*.
- Il nome: è la seconda creazione dell'individuo, che ne esprime la natura quando viene pronunciato. Per questo nominare una persona defunta vuol dire farla vivere per l'eternità. Per questo motivo nelle tombe sono state ritrovate numerose iscrizioni ed è anche il motivo per cui si resta perplessi di fronte alle pareti nude delle camere delle piramidi fino alla V dinastia, ovvero all'epoca del faraone Unas.

I monumenti funerari delle prime dinastie

Secondo le scoperte effettuate soprattutto nei pressi della piana di Giza, le prime tombe erano delle semplici fosse scavate nel sottosuolo, raggiungibili attraverso un pozzo verticale, nelle quali veniva deposto il corpo del defunto, di solito raggomitolato in posizione fetale. Con il tempo, però, si sentì la necessità di proteggere l'accesso al pozzo e di offrire un luogo in cui il *ka* del faraone potesse ricevere le offerte dei sacerdoti per il sostentamento del corpo e dell'anima.

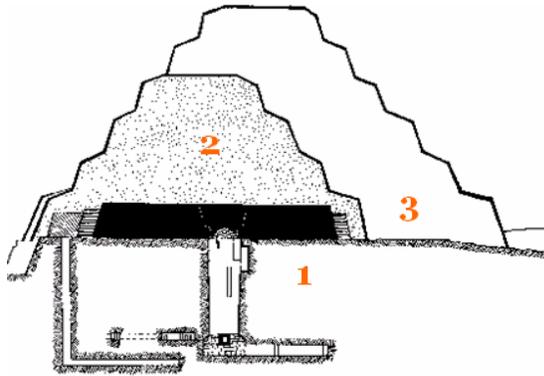
La nascita e lo sviluppo della mastaba



Sulla base di questa necessità, nasce così la mastaba, una sovrastruttura costruita in un primo momento in mattoni di fango e successivamente in pietra, decisamente più articolata delle tombe precedenti.

Il primo vero e significativo cambiamento, tuttavia, avvenne nel corso della III dinastia, quando cominciarono i lavori per la costruzione della dimora eterna del faraone Zoser (2630-2611 a.C.). Qui subentrò il genio dell'architetto, medico e consigliere del faraone: Imhotep.

Egli riuscì nel compito di rendere davvero immortale il nome e la potenza del faraone, progettando la tomba per eccellenza, imponente e duratura. Da questa idea nasce la famosa piramide a gradoni di Saqqara, realizzata per il faraone Zoser e la sua famiglia. Forse la motivazione che stimolò la realizzazione della piramide a gradoni è dovuta al fatto che, dietro alle mura perimetrali che circondano il complesso di Zoser, la mastaba non era visibile dall'esterno; innalzandola al di sopra di esse, il monumento funerario assumeva tutto un altro significato.



LO SCHEMA DI COSTRUZIONE:

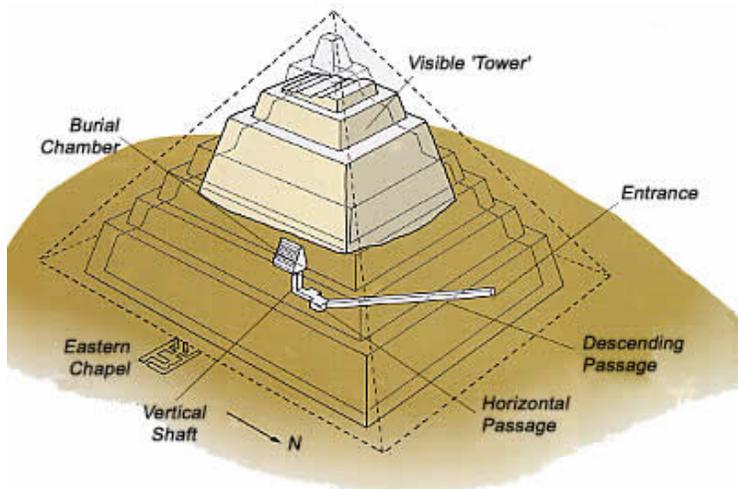
- 1) La prima struttura ad essere costruita fu la mastaba tradizionale.
- 2) La seconda fase di costruzione vede la realizzazione di 4 gradoni.
- 3) La terza fase di costruzione porta la costruzione alla dimensione attuale, data da 6 gradoni.

Il tentativo successivo: la Piramide di Sekhemkhet

E' il primo tentativo di costruire una piramide dopo il complesso di Zoser. Il faraone Sekhemkhet tentò di costruire il nuovo complesso, che però venne abbandonato presto, lasciando così la costruzione incompiuta: della piramide, infatti, non rimane che il rettangolo di base e alcune gallerie scavate nella roccia.

La piramide di Meidum: Sneferu verso la perfezione

L'idea di perfezionare la piramide come dimora per l'eternità fu, invece, del faraone Sneferu (2575-2551 a.C.). La sua prima piramide, quella costruita presso Meidum, presenta una tecnica costruttiva interessante: a partire da un nucleo centrale (la torre ancora attualmente visibile), i gradoni venivano ricavati per diminuzione progressiva di facce appoggiate ad esso.



La piramide di Meidum è circondata da un cumulo di detriti ed è caratterizzata da un degrado facilmente spiegabile: strati con materiale da riporto rivestito si alternano a muratura vera e propria, per cui è proprio il materiale ad essere di dubbia qualità.

Per quanto riguarda la struttura interna, essa non è molto articolata, in quanto presenta essenzialmente un'unica camera funeraria, caratterizzata tuttavia da una copertura del tutto innovativa, realizzata con la tecnica a filari aggettanti, che verrà utilizzata da Sneferu anche nelle altre due piramidi di sua proprietà e che arriverà al suo apogeo nella Grande Galleria della Grande Piramide di Cheope. Si tratta di una volta costituita da una serie di blocchi

sovrapposti l'uno sull'altro, ciascuno dei quali disposto in modo da sporgere leggermente verso l'esterno rispetto al blocco sottostante.

Il complesso di Dahshur

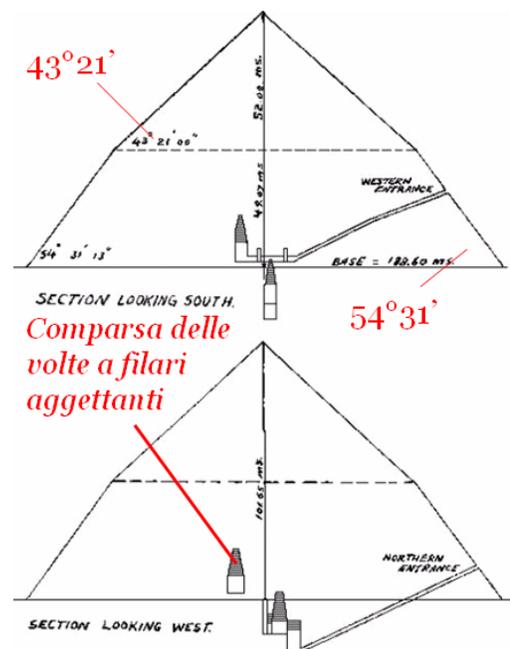
Gli antenati della Grande Piramide.

Il faraone Sneferu abbandonò ben presto i lavori a Meidum per intraprendere, a Dahshur, la costruzione di due nuove piramidi, anche se prima di morire tornò poi a completare la sua prima opera. Le due nuove piramidi sono la Piramide Rossa, così chiamata per il colore della pietra utilizzata nella costruzione e la Piramide a Doppia Pendenza, il cui nome deriva dalla presenza di due pendenze diverse all'interno di una stessa faccia.

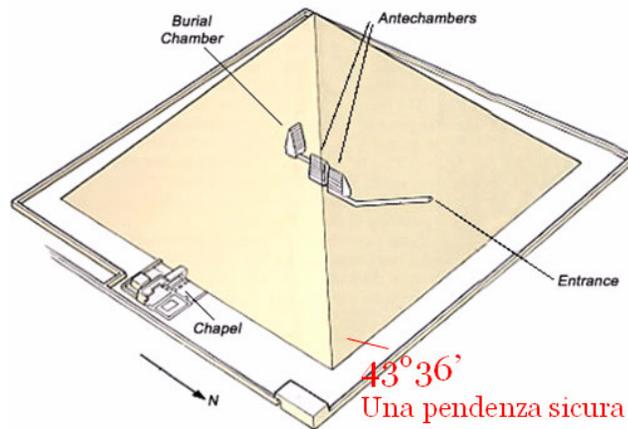
La Piramide Romboidale è sufficientemente ben conservata, dato che è ancora possibile osservare il rivestimento presente. Quest'ultimo è un elemento molto importante, in quanto permette la rastremazione delle facce, dando così il via alla forma piramidale vera e propria. In questa piramide, per conferire maggiore stabilità a questo strato più esterno, si è deciso di disporre i blocchi con una certa inclinazione verso l'interno.

La struttura interna: si tratta dell'unica piramide con due ingressi, uno a nord e uno a ovest. L'ingresso da nord è tipico di tutte le piramidi successive, mentre quello a ovest è alquanto inusuale. Per quanto riguarda la distribuzione delle camere interne, quelle collegate all'ingresso nord, sono state scavate al di sotto della sovrastruttura, mentre quelle ai cui si accede mediante il corridoio discendente dall'ingresso ovest sono proprio ricavate all'interno della piramide stessa, un preludio allo sviluppo della piramide di Cheope. Anche qui le camere sono coperte mediante la tecnica dei filari aggettanti e sono in numero maggiore rispetto alla piramide di Meidum. L'ultima della serie, comunque, è generalmente la camera funeraria.

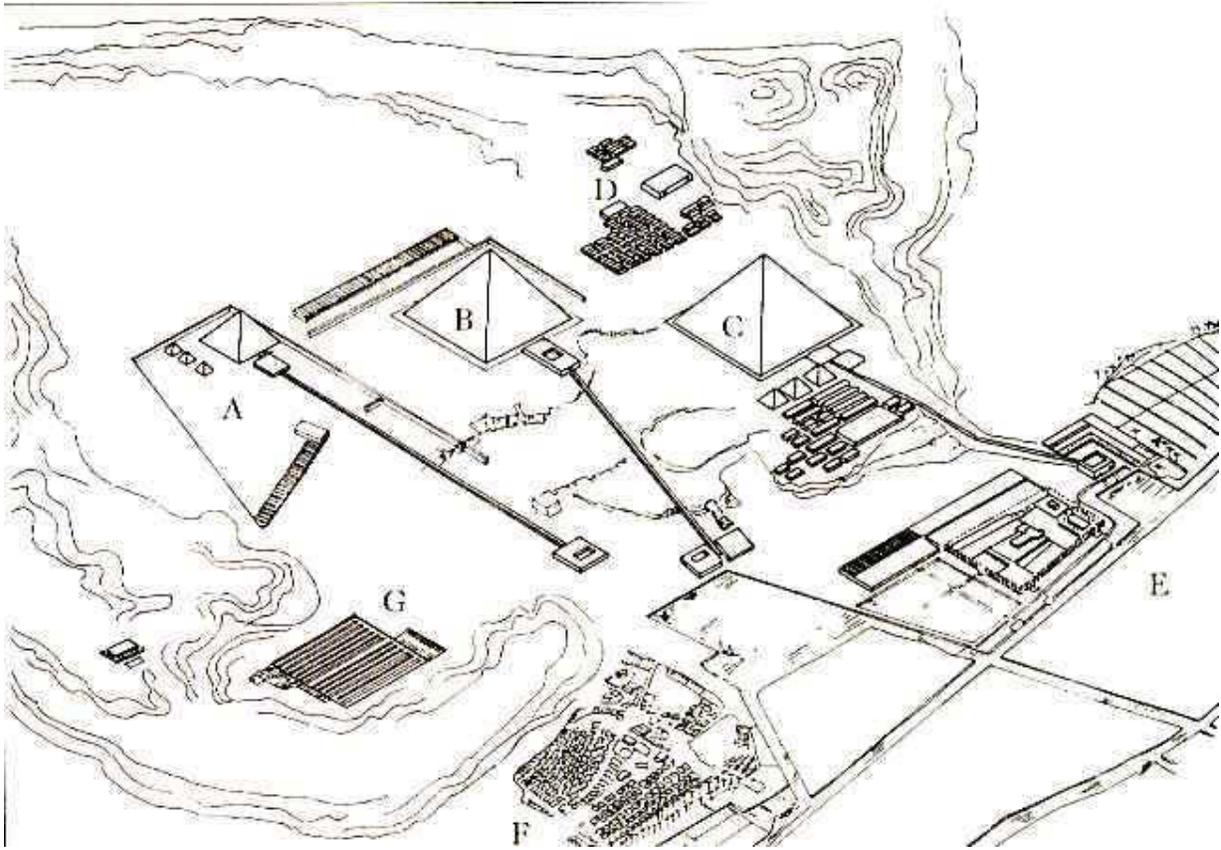
Tra i due impianti, tuttavia, è stato scoperto un tunnel di collegamento, la cui origine è incerta: non si sa, infatti, se è opera dei predatori di tombe o se si tratta di un collegamento voluto all'ultimo minuto già all'epoca della costruzione della piramide.



Anche la Piramide Rossa possiede ancora parte del rivestimento disposto con un'inclinazione simile a quella della Piramide Romboidale. La pendenza delle facce è di $43^{\circ}36'$, la stessa pendenza riscontrata nell'ultimo tratto della Piramide Romboidale. Si ipotizza che il cambiamento di pendenza della faccia sia legato ad un errore di costruzione, essendo l'angolo di partenza troppo elevato per le dimensioni della piramide e che i costruttori decisero, ad un tratto, pertanto, di diminuire quest'angolo a favore di sicurezza. Questa idea è legata anche alla costruzione della piramide successiva, quella Rossa, che con il suo angolo di pendenza dimostra che il faraone Sneferu intendeva costruire la terza e ultima piramide in perfetta sicurezza. Qualche altro studioso, tuttavia, suggerisce che la doppia pendenza della Piramide Romboidale sia proprio legata anche alla sua dualità interna, ovvero alla presenza dei due sistemi di camere con due ingressi indipendenti. Anche qui si ritrovano le camere con volte a filari aggettanti e sono interamente ricavate nella sovrastruttura.



Il complesso di Giza



A: Piramide di Micerino

B: Piramide di Chefren

C: Piramide di Cheope

La Piramide di Micerino

(2490-2472 a.C.)

DIMENSIONI:

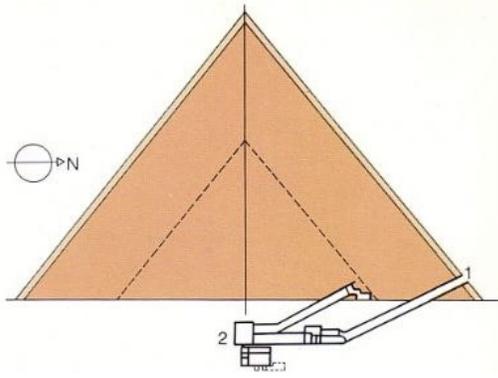
Lato di base: 108,7 m

Altezza originale: 66,5 m

Pendenza: 51°10'30"

La prima delle tre piramidi che viene qui affrontata è anche l'ultima ad essere stata costruita, nonché la più piccola quanto a dimensioni.

Gli studiosi sostengono che questa piramide non venne mai completamente terminata e la prova più significativa è lo stato del rivestimento di granito alla base, che rimane ancora incompiuto nelle sue operazioni di finitura.



L'ingresso della piramide di Micerino si trova al livello del quarto corso, dal quale parte un lungo corridoio discendente, con il quale si raggiunge una camera sotterranea, dalla quale parte un altro passaggio anomalo, che si perde misteriosamente all'interno della muratura, segno che forse la piramide originariamente era più piccola delle dimensioni attuali. Al suo interno essa presenta una serie di camere collegate l'una all'altra da stretti passaggi. L'ultima è la camera destinata alla sepoltura del faraone ed è interamente realizzata in granito.

La Piramide di Chefren

(2520-2494 a.C.)

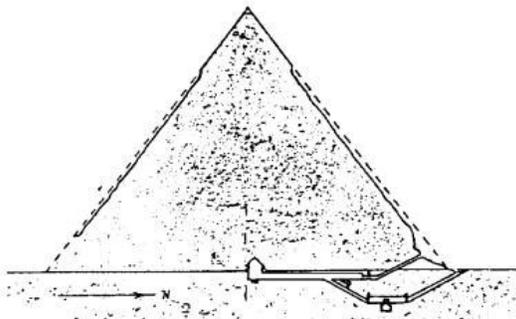
DIMENSIONI:

Lato di base: 215,4 m

Altezza originale: 143,65 m

Pendenza: 53°10'

Si tratta della seconda piramide per dimensioni dopo quella di Cheope, anche se il fatto che sia costruita su un rilievo preesistente la fa sembrare più alta delle altre. L'elemento più significativo esternamente è il rivestimento originario in calcare ancora presente nei corsi superiori della piramide.



Come la piramide di Micerino, anche quella di Chefren contiene soltanto camere scavate nella roccia e non nella sovrastruttura, eccezion fatta per le lastre del tetto della camera principale.

La presenza di due camere funerarie fa pensare ad uno spostamento della piramide verso sud di 61 m, con costrinse all'abbandono della prima camera: ma

allora perché collegare il vecchio passaggio di ingresso con il nuovo? Questo avrebbe senz'altro favorito l'ingresso dei predatori di tombe all'interno della costruzione. In questo modo ci sono, infatti, due ingressi, uno che si apre nella pavimentazione di fronte alla facciata nord della piramide e uno che si trova proprio sulla facciata stessa.

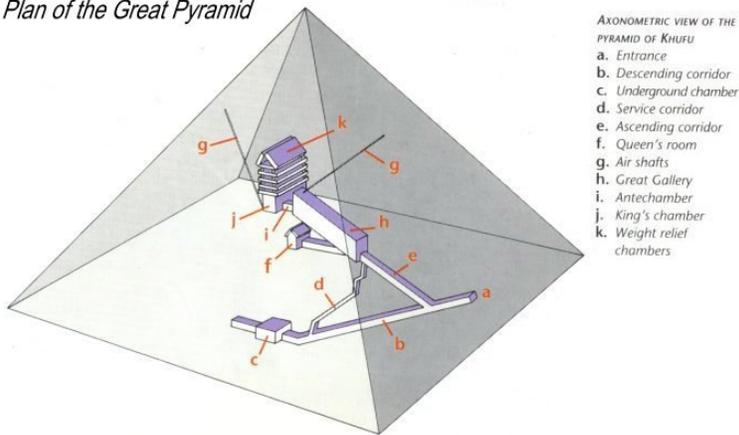
La Grande Piramide di Cheope

(2551-2528 a.C.)

Si tratta della piramide più studiata e sulla quale sono state ideate moltissime teorie, sia in merito al metodo di costruzione che alla sua reale funzione, data la totale assenza, come del resto in tutte le piramidi precedenti, di iscrizioni, corredi funerari e, in special modo, della salma del faraone stesso...

La Grande Piramide è straordinaria non soltanto per la precisione con cui è stata progettata e realizzata, ma anche per la sua unicità: si tratta, infatti, della sola struttura ad avere una serie di camere di grande complessità ricavate nella sovrastruttura.

Plan of the Great Pyramid



DIMENSIONI:

Lato di base: 230,4 m

Altezza originale: 146,60 m

Pendenza: 51°50'

La Grande Piramide ha l'ingresso principale posto sul lato nord, ad un'altezza di circa 17 m rispetto al livello della pavimentazione esterna. Attualmente esiste anche un altro ingresso, che venne scavato intorno all'anno 1000 dagli arabi guidati dal califfo Al-Mamun, il quale era alla ricerca dei grandiosi tesori che si diceva fossero custoditi all'interno della piramide. Appena entrati, ci si trova di fronte un corridoio discendente, che conduce ad una camera sotterranea piuttosto irregolare, che per questo motivo viene ritenuta incompiuta. Al centro della stessa si apre un piccolo pozzo, mentre sul lato opposto rispetto all'ingresso si apre un passaggio a fondo cieco che forse, nel progetto originale, doveva condurre ad un'altra camera. Salendo, invece, lungo il passaggio ascendente, da sempre chiuso alla base da tre enormi blocchi di granito, si raggiunge la base della Grande Galleria, un passaggio mozzafiato realizzato con la tecnica dei filari aggettanti, già incontrata nelle piramidi di Sneferu. Al centro si apre un passaggio orizzontale, che conduce a quella che è stata impropriamente chiamata Camera della Regina, una camera coperta da un tetto a due spioventi e caratterizzata dalla presenza di una nicchia, anch'essa a filari aggettanti, che forse doveva ospitare una statua raffigurante il faraone. Altro elemento interessante sono i cosiddetti "canali di aerazione", condotti delle dimensioni di 20x20 cm, che si dipartono dalla camera, ma che, a differenza di quelli presenti nella Camera del Re, si perdono inspiegabilmente nella muratura, chiusi da una sorta di saracinesche con maniglie in

rame. Uscendo dalla Camera della Regina e risalendo la Grande Galleria di giunge, infine, alla Camera del Re, alla quale si giunge passando per un'anticamera dove un tempo si trovavano tre pesanti saracinesche che avevano il compito di sigillare l'ingresso alla camera del faraone. Questa stanza è completamente realizzata in granito ed è coperta da un tetto piano, realizzato con nove lastre di granito per un peso complessivo di 420 t. Sopra la Camera del Re, si aprono tutta una serie di camere molto basse, in numero di 5, chiamate camere di scarico, per la loro supposta funzione di scaricare il peso proveniente dalla muratura soprastante.

Come fu costruita?

Il primo problema che affrontarono gli operai egiziani per avviare i lavori di costruzione della piramide è quello del tracciamento del quadrato di base e dell'orientamento della struttura secondo i punti cardinali. Il principale ostacolo a questa operazione, apparentemente semplice, è la presenza, al centro dell'area di costruzione, del rilievo esistente, che impediva il tracciamento delle diagonali e obbliga noi oggi alla ricerca di metodi alternativi per spiegare la precisione con la quale si realizzò il perimetro di base.

Le soluzioni proposte sono essenzialmente due:

- Tracciamento con le stelle: si costruiva nella zona un muro circolare con la superficie perfettamente pianeggiante, sul quale si segnavano i punti in cui sorgeva e tramontava una stella prescelta. La bisezione dell'angolo formatosi dall'unione di questi punti con il centro del cerchio permetteva di determinare l'esatta direzione nord-sud.
- Tracciamento con l'aiuto del sole: si utilizzava come strumento un palo di legno, posto verticalmente e del quale si segnava l'ombra tre ore prima di mezzogiorno. Quando l'ombra, dopo essersi ulteriormente accorciata, raggiungeva di nuovo la stessa lunghezza, bisecando l'angolo formatosi tra l'ombra del mattino e quella successiva, si otteneva la direzione nord-sud, anche se il metodo stellare è di gran lunga più preciso.

Il problema successivo era quello di determinare esattamente la direzione perpendicolare; per questa operazione sono previsti tre metodi:

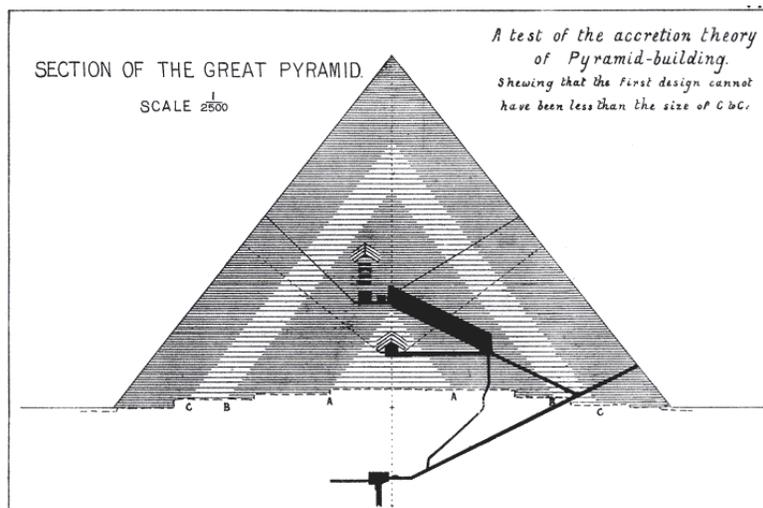
1 – Utilizzo di una squadra in legno: tuttavia non sono mai state trovate squadre in legno sufficientemente grandi da garantire la corretta estensione della linea perpendicolare per l'intera distanza di 230 metri circa.

2 – Utilizzo della terna pitagorica: questo metodo è stato suggerito dalla presenza, lungo i lati della Grande Piramide, di buchi posti a distanza regolare gli uni dagli altri, che avrebbero permesso di determinare un perfetto triangolo rettangolo e dunque un angolo retto molto preciso, ma ciò non elimina il problema dell'estensione della linea per tutta la lunghezza del lato di base.

3 – Utilizzo di due archi: lungo la direzione nord-sud si sceglievano due punti, che facevano da cerchi di due raggi concentrici, realizzati utilizzando delle corde legate a pali poste nei punti. L'incertezza del metodo è legata soprattutto all'elasticità delle corde che poteva condurre all'errore, ma rimane comunque una delle teorie meno escludibili.

Petrie vs Choisy: la teoria dell'accrescimento

Tra le teorie di costruzione della Grande Piramide, questa è una di quelle più dibattute. Da un lato vede Auguste Choisy, il quale sostiene che tutte le si svilupparono attorno ad un nucleo centrale mediante la giustapposizione di strati successivi e si accresceva a seconda del regno del faraone. Dall'altro lato, però, si trova sir Flinders Petrie, il quale sostiene, almeno per quanto riguarda la piramide di Cheope, che la teoria dell'accrescimento non è valida. Egli traccia all'interno della piramide così come si presenta oggi tutta una serie di piramidi di dimensioni minori, dimostrando così che il progetto della Grande Piramide era stato concepito in questo modo fin dall'inizio e che non può essere il frutto delle decisioni di Cheope di allargare di volta in volta la sua dimora per l'eternità, via via che il suo regno si allungava.



Dalla cava al cantiere...

Un altro serio problema che dovevano affrontare gli antichi costruttori era quello del trasporto delle pietre dalla cava al cantiere che, date le dimensioni e il peso (in media di 2,5 t, ma anche di 16 t per quanto riguarda i blocchi del rivestimento), non era un problema da poco su un terreno insidioso come quello sabbioso dell'altopiano di Giza.

Ancora una volta è Auguste Choisy a fare due ipotesi:

1 – Trazione semplice: il blocco veniva posto su una slitta, trainata da una squadra di operai, possibilmente lungo piste già predisposte, per evitare l'ostacolo posto dall'accumularsi della sabbia davanti alla slitta.

2 – Successivi scivolamenti: mediante un'incastellatura di travi di legno si sollevava il blocco ad una certa altezza, ponendo al di sotto di esso un mucchio di terra, che veniva poi prolungato lungo un lato, creando così un piano di scivolamento sul quale si faceva scendere il blocco per spostarlo di qualche metro. In realtà questo procedimento presentava qualche lacuna quando si trattava di spostare un blocco in salita e non soltanto sul piano, visto che il cantiere della Grande Piramide si trovava in cima all'altopiano.

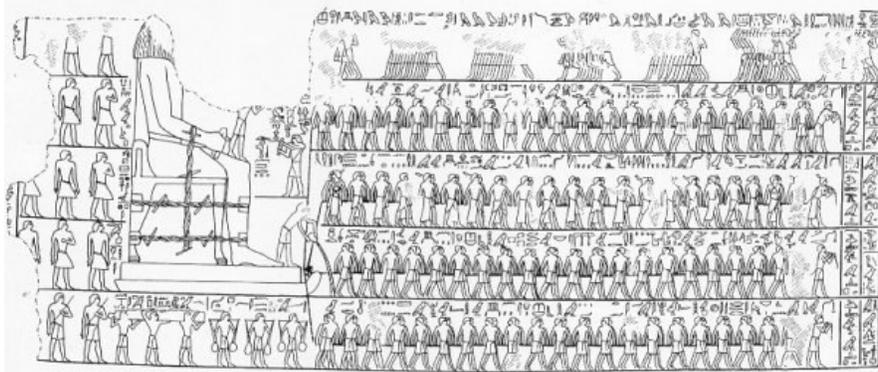
Sir Flinders Petrie aggiunge, inoltre, la possibilità del trasporto via nave dall'altra riva del Nilo, dividendo il trasporto dei blocchi di pietra secondo una serie di tappe:

1 – Dalla cava alla riva del Nilo

2 - Attraversamento del Nilo

3 – Dalla riva al cantiere

Sembra che la prova della prima tecnica suggerita da Auguste Choisy sia raffigurata sulle pareti della tomba di Djehutihotep, risalente al Nuovo Regno, dove è rappresentata una squadra composta da 174 uomini intenta a trasportare una statua del peso probabilmente di circa 60 t, posta su una slitta di legno.



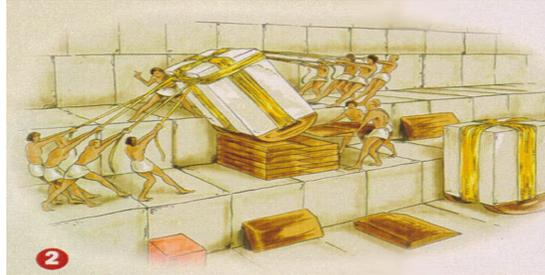
Tuttavia gli operai sono troppi per le dimensioni, seppur imponenti, della Grande Piramide: sulla base di questo dato, ci vorrebbero 40.000 operai intenti al trasporto dei blocchi attorno alla piramide, cosa che costringerebbe gli operai a lavorare spalla contro spalla con spazi estremamente limitati. Inoltre, il procedimento di trasporto, che vede la necessità di cospargere dell'acqua lungo la strada per facilitare lo scivolamento della slitta, non si accorda con la teoria delle rampe, le quali sarebbero realizzate in mattoni di fango e con l'acqua andrebbero incontro ad un deterioramento certo.

Leve o gigantesche rampe?

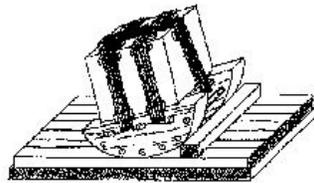
Il problema del sollevamento dei blocchi è quello che vede il maggior numero di ipotesi...

LEVE:

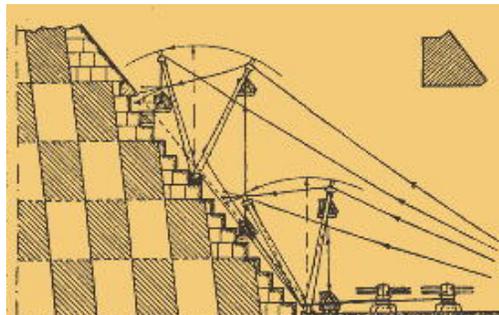
Incastellatura di assi di legno



Ascensore oscillante



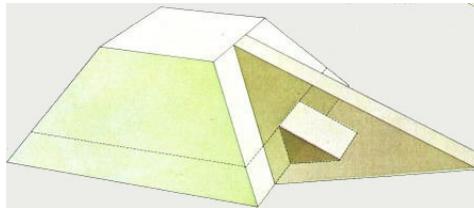
Apparecchi di sollevamento in legno



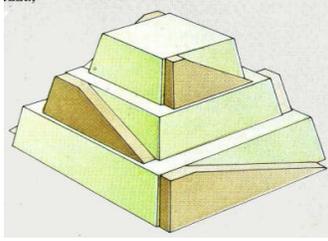
Utilizzo di letti di sabbia per monoliti

RAMPE:

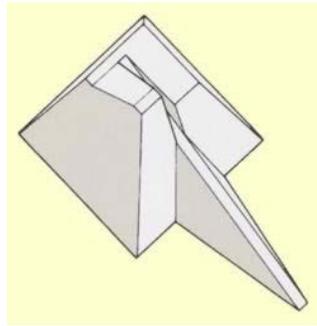
Rampa dritta: sottile, alta e molto molto lunga...



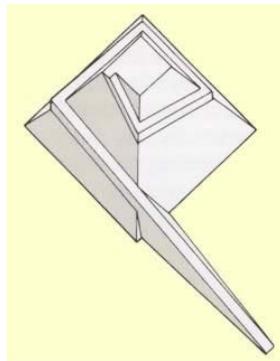
Rampa a spirale: richiede meno materiale per costruirla



Rampa interna: parte più vicino alla piramide della rettilinea



Rampa mista: in parte dritte, in parte a spirale, agevolano la partenza dalla cava



Rampa a zigzag: si inerpica su una faccia

Il taglio della pietra

Per il taglio della pietra si deve distinguere il tipo di materiale tagliato:

GRANITO: Si ipotizzano diverse soluzioni:

- taglio con cunei di legno gonfiati con acqua,
- con scalpelli di rame con altissima tempra,
- sminuzzando la pietra con uno strumento simile ad un martello in pietra.

CALCARE: Qui le soluzioni sono più omogenee:

- Uso di cunei di legno per staccare il blocco provocando l'innesto di una fessura alla base;
- Uso di leve in legno per i blocchi di grandi dimensioni come quelli del tempio della valle di Chefren (il maggiore ha un peso dell'ordine di 500t)

Data le limitate capacità degli strumenti a disposizione dei lavoratori e gli elevati livelli di precisione raggiunti dai lavoratori egiziani, si fa strada un'altra teoria interessante:

Una teoria alternativa: LA PIETRA ARTIFICIALE

Questa teoria, già fortemente discussa a partire dagli anni '70, prevede che i blocchi che compongono le piramidi non siano in realtà realizzati con pietra tagliata, ma con pietra artificiale, una sorta di calcestruzzo dei nostri tempi. Ad un primo sguardo, i blocchi che compongono la Grande Piramide danno degli indizi importanti:

1. *Giunti perfetti su blocchi irregolari, anche dalle forme incredibili*
2. *Porosità dei blocchi maggiore in alto che alla base: questa causa il degrado dei blocchi soprattutto nei 20-30 cm superiori.*
3. *Un rivestimento praticamente perfetto nei giunti e nella squadratura*
4. *Rientranza progressiva delle facce della Grande Piramide: tutti i blocchi di rivestimento dovevano dunque essere realizzati su misura, perché la dimensione di ciascuno era diversa a seconda della posizione occupata sulla faccia.*
5. *Il volume della Grande Piramide: la Grande Piramide ha un volume di 2.700.000 mc e venne costruita nell'arco di soli 20 anni. La media giornaliera dei blocchi da porsi in opera è dunque di 300-400 mc. E' sufficiente osservare le dimensioni dei blocchi per capire che è una media difficile da sostenere con la tecnica della pietra tagliata.*
6. *I buchi sulle pareti dei "condotti di aerazione": se i "canali di aerazione" fossero stati effettivamente scavati, ci sarebbero buchi e sporgenze in egual misura lungo le sue pareti, mentre ci sono soltanto buchi, tipici di un materiale gettato nel quale, nel momento in cui viene disarmato, ci possono essere delle perdite di materiale per distacco*

I risultati ad un'analisi più dettagliata...

Le prime analisi chimiche degli anni '70 per individuare la provenienza dei blocchi della Grande, vennero effettuate da due gruppi distinti di geologi e di geochimica:

- a) 1974: Analisi chimiche dell'equipe americana di Stanford

RISULTATO: difficoltà a riconoscere gli elementi costitutivi dei blocchi della Piramide di Chefren

- b) 1979: Analisi chimiche dell'equipe tedesca di Monaco

RISULTATO: il confronto tra campioni della Grande Piramide e delle cave di tutto l'Egitto rivelano incredibilmente che i blocchi provengono da tutto l'Egitto

Joseph Davidovits

Incuriosito da questi risultati, il prof Joseph Davidovits, del Geopolymer Institute of St. Quentin vicino a Parigi, decide di fare delle analisi di alcuni blocchi del rivestimento delle piramidi, confrontando i risultati con 6 campioni estratti dalle cave di Turah e Mokattam.

I CAMPIONI DELLE CAVE: Mostrano un contenuto di calcare puro (96-99%), del quarzo (0,5-2,5%) e una piccola quantità di gesso e allumino-silicati. Si presentano uniformemente densi.

I CAMPIONI DEL RIVESTIMENTO: Il contenuto di calcare è più basso (85-90%), con un alto ammontare di opale (una silice particolare), idrossiapatite (un silico-alluminato) e bruscite, che non ci sono nelle cave. Si presentano ricche di bolle d'aria intrappolate.

Confronto con la pietra naturale

Quali anomalie si riscontrano nelle analisi dei blocchi della piramide rispetto alla pietra naturale?

BLOCCHI DELLA PIRAMIDE:

- 1) Posizione disordinata degli aggregati calcarei (conchiglie fossili)
- 2) Alto contenuto d'acqua (10-15%)
- 3) Contenuto di idrossiapatite e bruscite
- 4) Bolle d'aria di forma ovale

PIETRA NATURALE:

- 1) Posizione stratificata degli aggregati calcarei (conchiglie fossili)
- 2) Basso contenuto d'acqua (1-2%)
- 3) Nessun contenuto di idrossiapatite e bruscite
- 4) Bolle d'aria di forma circolare

La costituzione della pietra artificiale

CONTENUTO:

1. Aggregati calcarei (conchiglie fossili), ottenute dalla disgregazione dello strato di calcare tenero a Giza (con contenuto di argilla)
2. Materiali leganti, il cui principale è il natron (un carbonato di sodio), che veniva abbondantemente raccolto in Egitto, mentre il secondo è la calce, ricavabile dalla cenere e dalla cenere delle piante.
3. Acqua

POSA IN OPERA:

- Trasporto componenti (max 25-50 kg per operaio)
- Preparazione degli stampi
- Unione delle componenti negli stampi

Operai totali richiesti: 8700 all'inizio della costruzione, meno di 2000 oltre i 100 m di altezza

Le piramidi posteriori: l'inizio del declino

La mastaba di Shepseskaf

Con Shepseskaf si chiude la IV dinastia, caratterizzata dalle Piramidi Giganti, cominciate con il faraone Sneferu: egli, però, tanto stranamente, quanto improvvisamente, torna alla mastaba. A partire da questo faraone, per tutta la V e la IV dinastia si costruiranno delle piramidi dalle dimensioni piuttosto standardizzate (circa 100 m di altezza), ma che non hanno la stessa qualità per quanto riguarda soprattutto la costruzione della sovrastruttura. Nessuna di queste piramidi, infatti, è arrivata a noi oggi in buone condizioni, ma si è verificato nel corso degli anni il collasso della struttura.

La Piramide di Unas (2356-2323 a.C.)

Nella piramide di Unas compaiono le prime iscrizioni sulle pareti delle camere funerarie appartenenti alle piramidi, ovvero i famosi Testi delle Piramidi. Con il faraone Unas si conclude così la V dinastia, dando il via ad una nuova concezione della decorazione interna dei monumenti funerari.

La transizione...

Perché tanta differenza in così pochi anni? Le teorie che tentano di spiegare l'improvviso declino nella qualità della costruzione delle piramidi tra la IV e la V dinastia sono molte (crisi del potere del faraone, difficoltà economiche sorte a seguito delle opere compiute, prime avvisaglie del Primo Periodo Intermedio) ma soltanto ulteriori studi potranno, forse, chiarirne i veri motivi.

BIBLIOGRAFIA

AUGUSTE CHOISY, *L'art de batir chez les Égyptiennes*, Arnaldo Forni Editore, Ristampa dell'edizione di Parigi – 1908

DIETER ARNOLD, *Building in Egypt; Pharaonic Stone Masonry*, Capitolo VI – Tool and their application, New York and Oxford 1991

ERODOTO, *Storie*, Libro II 124-126, Oscar Mondadori Editore, Cles (TN) -1988

GUY DEMORTIER, *La construction de la pyramide de Khéops*, Revue de Questions Scientifiques, 2004, n°175, pagg : 341-381

I.E.S. EDWARDS, *Le piramidi d'Egitto*, Edizioni Il Saggiatore, Milano – 1962

JOSEPH DAVIDOVITS, *Il Calcestruzzo dei Faraoni*, Parigi 2002

MARK LEHNER, *The Complete Pyramids – Solving the Ancient Mysteries*, Thames & Hudson, New York, 1997

NICHOLAS GRIMAL, *Storia dell'antico Egitto*, Editori Laterza, Bari, Quinta Edizione - 2003

W.M. FLINDERS PETRIE, *The Pyramids and Temples of Gizeh*, Londra – 1883