

---

Rapporto preliminare.  
Datazione assoluta delle Piramidi  
Di Giza effettuato con il “Metodo  
Dell’Erosione Relativa” (“REM”)

---

Ing. Alberto Donini

# Rapporto preliminare.

## Datazione assoluta delle Piramidi Di Giza effettuato con il Metodo Dell'Erosione Relativa ("REM")

**Autore: Ing. Alberto Donini <sup>1</sup>**

<sup>1</sup> e-mail: [abbdon@libero.it](mailto:abbdon@libero.it)

### Abstract

Con questo articolo l'Ing. Alberto Donini illustra un metodo innovativo ("Relative Erosion Method" o "REM") che ha ideato per individuare la data di costruzione di antiche strutture e lo applica alle due piramidi maggiori presenti nella piana di Giza, quella di Akhet Khufu ("Lo spirito luminoso di Khufu") e quella di Khafra, e a due delle tre piccole piramidi delle Regine, poste a fianco della piramide di Akhet Khufu. E' possibile che la datazione archeologica attuale di questi edifici dell'antico Egitto sia errata? E' possibile che anche le datazioni alternative proposte da vari ricercatori siano errate? L'autore ha analizzato quindi in maniera inconsueta le piramidi di Giza, in modo da determinare la probabile epoca nella quale sono state edificate. Il REM usa il rapporto fra due erosioni in uno stesso tipo di roccia verificatesi nel medesimo luogo, una con data conosciuta, e l'altra con data da determinare, per calcolare l'età della posa del blocco considerato.



Fig. 1 La piana di Giza con le famose piramidi

(\*) Nota: i piccoli numeri in **rosso** e in **verde** si riferiscono alle fonti e ai riferimenti riportati a pagina 34.

## 1. Teorie ufficiali ed alternative sull'epoca della costruzione delle piramidi di Giza

Da Wikipedia: *“La Grande Piramide, secondo gli egittologi, è stata realizzata nel XXVI secolo A.C. Non tutti concordano sulla data precisa di conclusione dei lavori, ma la più probabile è intorno al 2560 a.C. Tuttavia la datazione al radiocarbonio effettuata nel 2020 all' Università di Aberdeen, di un cuneo di legno di cedro ritrovato alla base della "Camera della Regina", risale al 3341 A.C. confutando tali congetture e possibilmente anticipando la costruzione di almeno 5-7 secoli, rendendo impossibile la sua edificazione da parte del noto faraone a cui è attribuita, e neppure ai suoi predecessori delle Dinastie precedenti, addirittura prima di tutto l'Antico Regno e persino precedente al Periodo Protodinastico (che partirebbe dal 3100 A.C. circa), lasciando la questione molto aperta.”*

Nonostante l'incongruenza con la datazione determinata dall'esame al C-14, l'assenza di fonti certe e di altre opere che si possano dimostrare coeve e nonostante la mancanza del feretro, la piramide è generalmente attribuita al faraone Cheope (nome ellenizzato di Khufu) ed è affiancata dalla Piramide di Chefren, dalla Grande Sfinge e dalla Piramide di Micerino.

Le teorie ufficiali quindi fanno risalire la costruzione di tutto il complesso di Giza a circa il 2.560 A.C.

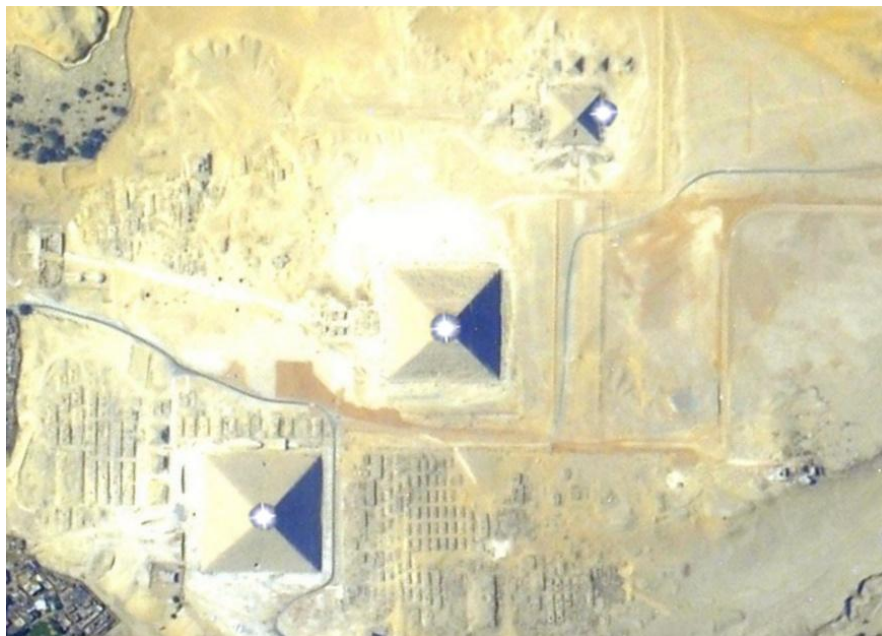


Fig. 2 Sovrapposizione dei vertici delle 3 piramidi di Giza con le 3 stelle della cintura di Orione. Notare il vertice della piramide di Menkaura che risulta spostato rispetto alla stella che dovrebbe rappresentarla.

Un'altra famosa teoria è quella della correlazione tra la disposizione delle tre piramidi principali della Necropoli di Giza e le tre stelle centrali della costellazione di Orione (la Cintura di Orione). La teoria è stata proposta per la prima volta nel 1989 e resa popolare dal libro *Il mistero di Orione* di Robert Bauval e Adrian Gilbert nel 1994. [\[1\]](#)

Secondo questa teoria le tre piramidi di Cheope, Chefren e Micerino sarebbero state realizzate per riprodurre la stessa disposizione delle stelle Alnitak, Alnilam e Mintaka della Cintura di Orione. Gli

autori di questa teoria, sostengono che la collocazione delle piramidi riproduce fedelmente l'orientamento delle stelle di Orione come apparivano intorno al 10.500 a.C.

Purtroppo, l'angolo fra le rette che uniscono le 3 stelle di Orione è di circa 6 gradi, mentre l'angolo fra le rette che uniscono i vertici delle 3 piramidi di Giza è di circa 12 gradi, il doppio! Quindi, i costruttori, lodati per la loro precisione, avrebbero sbagliato la posizione della piramide di Micerino (o Menkaura) di circa 60 metri!

Secondo un'altra teoria alternativa, proposta da Armando Mei nel suo libro "*36.400 a.C. - Il Segreto degli Dei*" [2], l'autore suggerisce una data per la costruzione corrispondente circa ad un periodo precessionale [1] in più rispetto al 10.500 A.C., e cioè il 36.400 A.C. Le piramidi sarebbero il risultato di una civiltà perduta e avanzata e risalirebbero al "Zeptepi" o "inizio dei tempi" [2].

## 2. Illustrazione sintetica del “Metodo dell’Erosione Relativa” (“Relative Erosion Method” o “REM”)

Al fine di ottenere un ordine grandezza corretto dell'epoca di costruzione di antichi edifici, ed in particolare delle piramidi di Giza, ho concepito il “Metodo dell’Erosione Relativa” o “REM”.

L'idea è questa: dato che alcune pietre del rivestimento delle piramidi di Giza sono crollate durante eventi catastrofici, ed è conosciuta l'epoca del crollo e dell'asportazione delle stesse (in media circa 675 anni fa il rivestimento in calcare delle piramidi è stato usato per ricostruire diversi edifici del Cairo), ho misurato l'erosione superficiale delle pietre sottostanti a quelle asportate e l'ho confrontata con quella presente nelle parti attigue, che invece sono rimaste sempre esposte agli agenti atmosferici, fin dalla loro posa all'epoca della costruzione dell'edificio. Il volume di materiale disgregato dovrebbe essere proporzionale al tempo trascorso a contatto con gli agenti erosivi. Dal rapporto fra le due erosioni si può calcolare la plausibile data di costruzione della struttura.

## 3. Principali cause dell'erosione

Gli agenti principali dell'erosione delle rocce sono:

- Acqua: dilavamento, gelo-disgelo (l'acqua gela nelle fessure, si espande e rompe la roccia).
- Vento: trasporta sabbia e polvere, erodendo la roccia (erosione eolica).
- Temperatura: dilatazioni e contrazioni dovute alle variazioni termiche che causano frantumazione.
- Gravità: provoca frane e crolli, spostando i detriti verso il basso (ad es. caduta massi).
- Acqua e Gas: l'acqua piovana, leggermente acida (con anidride carbonica disciolta), reagisce con i minerali delle rocce, sciogliendole (dissoluzione) o trasformandole in minerali più friabili.
- Acidi: la pioggia acida (inquinamento) accelera la corrosione, specialmente su rocce come il calcare.

- Organismi viventi: radici di piante che si insinuano nelle fessure, licheni e animali scavatori, microrganismi che producono acidi, possono disgregare la roccia (erosione biologica).
- Cristallizzazione dei Sali: i sali disciolti nell'acqua evaporano, cristallizzano nelle fessure e generano pressione, spaccando la roccia (fenomeno comune in aree costiere e aride).
- Passaggio di persone che camminano e che provocano il consumo della pavimentazione per abrasione.

#### **4. Morfologia delle rocce erose**

##### Erosione di tipo Pitting

L'erosione di tipo pitting (o vaiolatura) su roccia è un fenomeno di degrado puntiforme che crea piccole cavità o fori ciechi sulla superficie, causata principalmente da agenti chimici (come il sale o acidi) e fisici (cicli gelo-disgelo, radici vegetali), spesso favorita dalla presenza di acqua e sali, e si manifesta con fori ravvicinati che possono approfondirsi, deteriorando il materiale lapideo. È un tipo di corrosione localizzata che attacca specifici punti, portando a una perdita di materiale, tipica di marmi esposti, arenarie o anche rocce calcaree, specialmente in ambienti costieri o umidi.



Fig. 3 erosione di tipo pitting su una roccia in calcare

##### Erosione uniforme

Si manifesta con un aspetto liscio o levigato o comunque stratiforme della roccia erosa o consumata.



Fig. 4 erosione di tipo uniforme su una roccia in calcare

## 5. Tasso di erosione “ $k$ ”

L'erosione di una roccia è direttamente proporzionale al tempo trascorso quando il processo avviene a un tasso costante, secondo la relazione matematica

$$E = kt$$

In geologia e geomorfologia, se gli agenti esogeni (come pioggia, vento o variazioni termiche) agiscono con intensità costante, la quantità di materiale rimosso  $E$  aumenta linearmente con il tempo  $t$ . Questa relazione si esprime con l'equazione:

$$E = k \cdot t$$

Dove  $k$  rappresenta il “tasso di erosione” o costante di proporzionalità. La costante  $k$  non è universale ma dipende strettamente dalle proprietà della roccia e dal contesto climatico. I fattori principali includono:

- Durezza del minerale: ad esempio rocce come il granito hanno un valore di  $k$  molto basso.
- Clima: ad esempio un aumento della frequenza delle precipitazioni incrementa il valore di  $k$
- Esposizione: ad esempio l'esposizione della roccia e l'orientamento della superficie rocciosa influenzano la velocità del processo.
- Interpretazione del modello lineare: se si riportano i dati su un grafico cartesiano ponendo il tempo  $t$  sull'asse delle ascisse e l'erosione  $E$  sull'asse delle ordinate, si ottiene una semiretta che parte dall'origine. La pendenza di questa retta è determinata dal coefficiente  $k$ . Una pendenza maggiore indica un'erosione più rapida e aggressiva nel tempo.



La degradazione di una roccia quindi è direttamente proporzionale al tempo quando il “tasso di erosione”  $k$  rimane invariato, portando a una crescita lineare della massa o dello spessore rimosso espressa dalla formula

$$E = kt$$

## 6. Epoca della demolizione del rivestimento esterno delle piramidi di Giza

Erodoto, nelle sue *Storie (Libro II)* (circa 450 a.C.) descrive la Piramide di Cheope (Khufu) ricoperta da lastre lisce di calcare che la facevano brillare.

Diodoro Siculo, che visse poco dopo Cristo, scrisse nella sua *Bibliotheca Historica* che il rivestimento in calcare bianco lucidato della Grande Piramide di Cheope era ancora intatto e in perfette condizioni, con le lastre lisce che arrivavano fino a terra. Le pietre del rivestimento erano “complete e senza il minimo decadimento”.

Lo storico arabo del XIII secolo Abd al-Latif al-Baghdadi ha scritto nelle sue opere, come "*Kitab al-ifada wa al-i'tibar*" (Libro dell'utile e dell'istruttivo), che il rivestimento in calcare bianco lucido della Grande Piramide di Cheope era inciso con iscrizioni. Descriveva le piramidi coperte da calcare bianco finemente lavorato, che brillava sotto il sole, con scritte incise su di esso.

Il Terremoto di Creta dell'8 agosto 1.303, un evento di magnitudo circa 8.0 con epicentro tra Creta e Rodi, colpì anche il Cairo e Alessandria d'Egitto, causando gravi danni e uno tsunami che devastò le coste. Le scosse allentarono e fecero cadere alcuni blocchi di calcare bianco che costituivano il rivestimento liscio della piramide. Diverse pietre del rivestimento si ruppero. La popolazione locale usò queste pietre cadute dalla piramide come materia prima per ricostruire Il Cairo.

Il sultano mamelucco Al-Nasir Hasan (1.334 – 1.361) iniziò il saccheggio sistematico delle pietre di rivestimento delle piramidi di Giza per utilizzarle come materiale per costruire palazzi e decorare moschee al Cairo.

Ci sono testimonianze per cui durante il regno di Barkuk (1382-1399 d.C.) le piramidi fossero ormai spogliate del rivestimento.

Attualmente rimangono solo pochi blocchi originali del rivestimento alla base della struttura, per quanto riguarda la piramide di Khufu, e la cima dell'edificio per quanto riguarda la piramide di Khafra.

Quindi, il rivestimento in calcare delle piramidi di Giza è stato rimosso, usandolo come cava, a partire dal 1.303 fino al 1.400 D.C. ed oltre.

In media, quindi, circa 675 anni fa (ad oggi 2025 D.C.), i blocchi del rivestimento delle piramidi di Giza vennero prelevati ed utilizzati per ricostruire il Cairo.

## 7. Principi di base del metodo “REM” e fattori di incertezza

1) suppongo l'erosione lineare, cioè con progressione proporzionale al tempo passato, quindi il “*tasso di erosione  $k$* ” costante. In altre parole il volume di roccia asportata è linearmente proporzionale al tempo trascorso sotto gli agenti erosivi. Analizzando le cause possibili di erosione questo potrebbe non essere esatto, in quanto, ad esempio, se la roccia viene erosa e si forma un piccolo incavo, sul fondo dello stesso sarà minore l'erosione eolica o l'abrasione della sabbia rispetto ai punti della roccia non erosi e più superficiali, ma sarà maggiore quella idrica o dovuta alla cristallizzazione dei sali o alle piogge acide. L'erosione inoltre varia da punto a punto della roccia a causa della sua conformazione, della sua esposizione agli agenti atmosferici ed alle sue impurità nella composizione chimica. Di questi fattori di incertezza tengo conto nel metodo di calcolo statistico.

2) suppongo la data media nella quale sono state tolte le pietre del rivestimento delle piramidi di Giza circa 675 anni fa. Le prime pietre del rivestimento in calcare ad essere tolte sono state quelle in basso, che ci interessano, e solo successivamente quelle in alto. Ovvio che, facendo cadere le pietre superiori sulla base della piramide questa si può essere danneggiata, scalfendo o asportando parti di materiale. Tali rotture macroscopiche però sono visibili, e i punti scelti ed analizzati sembrano essere stati soggetti a consumo, oppure ad erosione graduale da agenti atmosferici o chimici, non a rotture.

3) una delle cause di consumo della pavimentazione e di erosione è il calpestio dei visitatori. Nell'epoca moderna i passi dei visitatori sono migliaia al giorno. Non abbiamo dati certi per il passato, ma molto probabilmente questo non si verificava, quindi l'erosione dovuta al calpestio negli ultimi anni deve aver consumato le rocce molto di più che in tempi antichi. Questo fattore comporta una variazione del “*tasso di erosione  $k$* ” ed una sottovalutazione dell'epoca di costruzione dell'edificio.

4) un clima molto piovoso nell'antichità al posto di quello molto secco recente è un altro fattore di incertezza, e può aver comportato una sopravvalutazione dell'antichità dell'edificio.

5) le piogge acide, che sono un fenomeno recente, possono aver aumentato l'erosione negli ultimi anni rispetto a quella più antica, determinando quindi una variazione di “ $k$ ” ed una sottovalutazione dell'antichità dell'edificio al quale si applica questo metodo.

6) la misurazione dell'erosione media in diversi punti è risultata difficoltosa, in quanto la roccia presentava amplissime variazioni della stessa nell'ambito dello stesso blocco. Di questo fattore occorre tenere conto con un'ampia tolleranza dei valori calcolati.

7) un ulteriore fattore di incertezza è se le rocce sulle quali sono state effettuate le misure di erosione sono state coperte da altre rocce o da sabbia in passato, il che avrebbe diminuito il potere erosivo dei vari agenti elencati. Questo può essere successo durante lo smantellamento del rivestimento in calcare delle piramidi, e cioè in epoca relativamente recente, ma può essere accaduto anche in un remoto passato. Ad esempio il corpo della sfinge è stata sommerso per secoli e secoli dalla sabbia del deserto. Anche le pendici, cioè i contorni alla base delle piramidi, possono avere subito lo stesso destino per secoli o migliaia di anni.

8) per ottenere una maggiore precisione, l'erosione va misurata in due punti differenti nello stesso blocco di pietra, supponendo una sostanziale costanza oppure una variazione lenta e continua delle caratteristiche fisiche e chimiche della pietra sottoposta al REM. In tutti i punti analizzati è stata misurata l'erosione relativa in uno stesso blocco di calcare, tranne che nei punti 23 e 24 relativi alla cava e alla piramide di Khafra. Su blocchi diversi, infatti, il consumo potrebbe essere differente, a causa della diversa resistenza all'erosione dei due blocchi di roccia analizzati. Dalla cava di Khafra,



sono state prelevate alcune delle pietre per la costruzione dell'omonima piramide, e la roccia nuda alla base è rimasta scoperta, dopo il taglio delle pietre. Quindi la superficie della cava di Khafra si sta erodendo esattamente dal momento del taglio delle pietre che sono servite per costruire l'omonima piramide. In questo caso si è misurata l'erosione media della superficie della cava e l'erosione media dei blocchi in calcare della piramide di Khafra. E' evidente che il consumo della roccia alla base della cava è molto maggiore rispetto all'erosione rilevata sui blocchi di calcare della piramide, la cui superficie superiore è esposta agli agenti atmosferici da circa 675 anni. Anche questa rilevazione può essere tenuta in conto per calcolare l'epoca della costruzione della piramide di Khafra. Tutti i blocchi sui quali è stata misurata l'erosione hanno la stessa giacitura orizzontale (almeno in origine), e cioè lo stesso orientamento della superficie rocciosa.

9) il REM usa il rapporto fra due erosioni in uno stesso tipo di roccia nel medesimo luogo, una con data conosciuta, e l'altra con data da determinare, per calcolare l'età della posa del blocco considerato, supponendo che all'inizio la roccia fosse liscia e non erosa. In tal modo si prescinde dalla possibile forma di erosione. Infatti, anche se la causa principale dell'erosione fosse chimica, dovuta alle gocce di rugiada che si infiltrano per capillarità nei pori del calcare, e, una volta evaporate, lascino alcuni minerali che cristallizzano e possono rompere pezzetti di roccia, tale tipo di erosione, come anche quelle dovuta al vento, alla pioggia e ai passi dei visitatori, dovrebbe essere ugualmente ripartita fra le due parti del blocco stesso, essendo molto improbabile che la rugiada si formi 10 cm. più a destra e non si formi 10 cm più a sinistra, che il vento soffi forte 10 cm. più a destra e non soffi 10 cm. più a sinistra, e che la pioggia e i passi dei visitatori facciano lo stesso. Quindi, qualunque sia la causa dell'erosione che ha provocato il consumo del blocco di roccia, il rapporto fra il consumo dal momento della posa iniziale del blocco e il consumo da una data nota (degli ultimi 675 anni nel caso delle piramidi di Giza) dello stesso blocco, fornisce un valore proporzionale all'età della costruzione dell'edificio in esame. Tutto questo ovviamente a meno dei fattori di incertezza elencati nel presente capitolo.

10) data la presenza di alcuni fattori imponderabili del REM, che possono aver variato il "*tasso di erosione k*" con l'andar del tempo, ritengo il calcolo indicativo solo dell'ordine di grandezza dell'epoca costruttiva, e non particolarmente preciso. Le numerose variabili possono agire sia concordemente che in antitesi l'una rispetto all'altra. Questo implica che in alcuni punti analizzati la data calcolata è ampiamente sopravvalutata oppure ampiamente sottovalutata (quando i fattori di incertezza agiscono in modo concorde fra loro). In altri punti invece ho ottenuto un ordine di grandezza corretto (quando i fattori di incertezza concorrono in antitesi uno rispetto all'altro e si elidono). Esiste dunque un'ampia variabilità nei risultati fra punto e punto a causa di questi fattori. La media aritmetica di molti punti analizzati attenua fortemente l'errore. Il REM non rivela quindi un'età esatta, ma indica l'ordine di grandezza dell'epoca di costruzione di un edificio. Ho effettuato anche un calcolo di tipo statistico, solo per le due piramidi maggiori, individuando la deviazione standard di ogni valore misurato, e la curva gaussiana che determina la probabilità che la data di costruzione sia compresa fra due date definite. Più che individuare una data esatta, quindi, il REM è utile per ottenere un ordine di grandezza con probabilità definita della data di costruzione di un edificio.

## 8. Criteri di scelta dei punti analizzati

I punti analizzati con il REM sono stati scelti in modo che fosse possibile un confronto ravvicinato, preferibilmente all'interno della medesima pietra, dell'erosione subita dalla roccia fin dall'epoca della costruzione della piramide con l'erosione subita dalla roccia da una data determinata. Se in alcuni lati della base delle piramidi non è stato scelto alcun punto da analizzare è perché in quelle zone non era possibile eseguire tale misurazione. Sono stati scelti anche due punti all'interno della cava di Khafra, ed è stato misurato il rapporto fra la loro erosione e quella della superficie superiore (orizzontale) dei blocchi della piramide posti in corrispondenza, e cioè i più vicini. In questo caso l'erosione non è relativa allo stesso blocco, ma a due rocce in calcare differenti, probabilmente simili, e provenienti entrambe dalla cava di Khafra. Ritengo comunque significativa e rilevante, ai fini della datazione della piramide di Khafra, anche questa verifica.

## 9. I punti analizzati



Fig. 5 Pavimentazione alla base della piramide di Khufu

In Fig. 5 è mostrato uno dei punti analizzati, un tratto della pavimentazione Nord della piramide di Khufu. La parte a sinistra era coperta da blocchi di calcare rimossi circa 675 anni fa, la parte a destra invece è rimasta sempre scoperta, infatti l'erosione superficiale è molto maggiore. Dal rapporto fra l'erosione delle due parti è possibile risalire all'epoca di costruzione della piramide.



Fig. 6 Base della piramide di Akhet Khufu con i pochi blocchi in calcare del rivestimento rimasti

In Fig. 6 è presente uno dei punti in cui ho misurato l'erosione al di sotto e al di fuori delle pietre asportate.



Fig. 7 La piramide G1 di Akhet Khufu, con in rosso i punti in cui ho misurato l'erosione relativa

In Fig. 7 la piramide di Akhet Khufu con evidenziata la posizione dei 12 punti analizzati.



## 10. Calcolo dell'epoca di costruzione tramite il volume eroso in ogni punto

### Punti di analisi nella piramide G1 di Akhet Khufu

Nel punto di analisi numero 1 della piramide di Khufu ho eseguito i calcoli della erosione relativa per la parte che risultava molto scabra, con erosione di tipo pitting, eseguendo il calcolo del volume degli incavi erosi, misurandolo in punti fra loro vicini, gli uni esposti agli agenti erosivi fin dall'inizio e gli altri esposti solo dal momento del prelievo delle pietre del rivestimento.

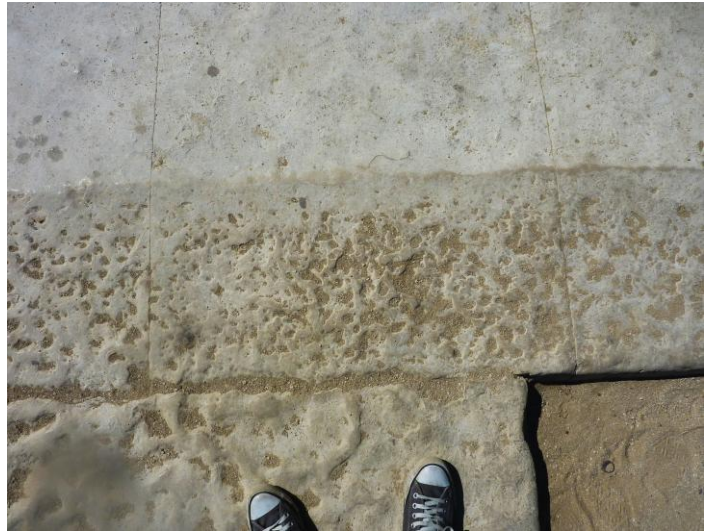


Fig. 8 e 9 Particolare della piramide di Khufu in corrispondenza del punto 1. A sinistra gli unici blocchi del rivestimento in calcare rimasti, e a destra la netta differenza di erosione fra la parte in basso (rimasta esposta fin dall'epoca della costruzione della piramide) e la parte in alto (esposta agli agenti erosivi da soli 675 anni)

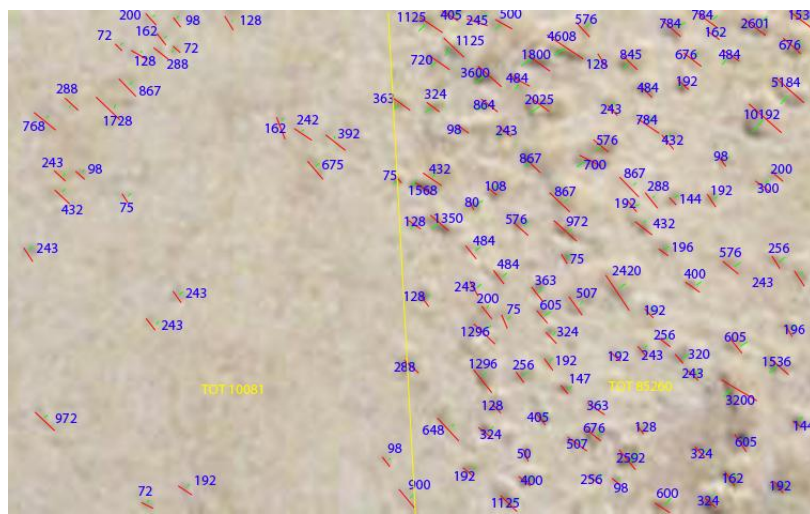


Fig. 10 Calcolo dell'erosione (volume dei fori) nel punto 1: a sinistra la parte della pavimentazione in calcare esposta agli agenti erosivi da circa 675 anni, a destra la parte esposta dall'epoca della costruzione.

In questa immagine ho calcolato il volume, espresso in  $\text{mm}^3$ , di ogni incavo dovuto all'erosione, e quindi il volume di roccia erosa totale nel punto 1. La parte a destra è quella esposta agli agenti erosivi

fin dall'inizio della costruzione, la parte a sinistra è quella esposta agli agenti erosivi da circa 675 anni.

#### Calcolo epoca di costruzione con volume incavi erosi punto 1 Khufu

Volume totale incavi erosi parte scoperta: 85.260 mm<sup>3</sup>

Volume totale incavi erosi parte scoperta 675 anni B.P.: 10.081 mm<sup>3</sup>

Data costruzione:  $85.260 \times 675 / 10.081 = 5.708$  anni B.P. [3]



Fig. 11 Calcolo dell'erosione (volume dei fori) nel punto 2: a destra la parte della pavimentazione in calcare esposta agli agenti erosivi da circa 675 anni, a sinistra la parte esposta dall'epoca della costruzione.

In questa immagine ho calcolato l'area (in verde) e la profondità (in rosso), di ogni incavo, espresse rispettivamente in mmq. ed in mm. Quindi ho calcolato il volume di roccia totale erosa nel punto 2. La parte a sinistra è quella esposta agli agenti erosivi fin dall'inizio della costruzione, la parte a destra è quella esposta agli agenti erosivi da circa 675 anni.

#### Calcolo epoca di costruzione con volume incavi erosi punto 2 Khufu

Volume totale incavi erosi parte scoperta: 9.124 mm<sup>3</sup>

Volume totale incavi erosi parte scoperta 675 anni B.P.: 343 mm<sup>3</sup>

Data costruzione:  $9.124 \times 675 / 343 = 17.955$  anni B.P.

Nel punto 3, ho misurato il consumo medio della pavimentazione della piramide immediatamente esterna al rivestimento asportato, e il consumo medio della pavimentazione che era sotto il blocco di rivestimento asportato.



Fig. 12 e 13 Consumo della pavimentazione immediatamente al di fuori dei blocchi del rivestimento nel punto 3



Fig. 14 Consumo della pavimentazione immediatamente al di fuori dei blocchi del rivestimento nel punto 3, evidenziata nel rettangolo rosso

A pochi metri di distanza uno dall'altro, i punti 3, 4 e 5 presentano un'erosione di tipo uniforme con un aspetto liscio od ondulato. Per questi punti ho considerato la diminuzione media di spessore, rilevando un consumo o erosione della parte di pavimentazione immediatamente esterna ai blocchi del rivestimento, variabile da circa 15 mm a circa 45 mm.



Calcolo epoca di costruzione con consumo punto 3 Khufu

Erosione media da 675 anni B.P.: media 1 mm

Erosione media dall' inizio: 3 cm = 30 mm

Data costruzione:  $675 \times 30 / 1 = 20.250$  anni B.P.

Calcolo epoca di costruzione con consumo punto 4 Khufu

Erosione media da 675 anni B.P.: media 1 mm

Erosione media dall' inizio: 1,5 cm = 15 mm

Data costruzione:  $675 \times 15 / 1 = 10.125$  anni B.P.

Calcolo epoca di costruzione con consumo punto 5 Khufu

Erosione media da 675 anni B.P.: media 1 mm

Erosione media dall' inizio: 4,5 cm = 45 mm

Data costruzione:  $675 \times 45 / 1 = 30.375$  anni B.P.

La procedura illustrata ed il calcolo conseguente è stato eseguito per ognuno dei 12 punti analizzati nella piramide di Khufu, ed ogni punto ha dato risultati differenti, ma compatibili. La media dei 12 risultati è il valore più probabile dell'età della piramide di Khufu.



Fig. 15 Consumo della pavimentazione immediatamente al di fuori dei blocchi del rivestimento nel punto 6, evidenziata nell'ovale rosso



Fig. 16 Consumo della pavimentazione immediatamente al di fuori dei blocchi del rivestimento nel punto 6, evidenziata nel rettangolo rosso

#### Calcolo epoca di costruzione con consumo punto 6 Khufu

Erosione media da 675 anni B.P.: 1 – 4 mm, media 2,5 mm

Erosione media dall' inizio: 11 cm = 110 mm

Data costruzione:  $675 \times 110 / 2,5 = 29.700$  anni B.P.



Fig. 17 e 18 Consumo o erosione della pavimentazione immediatamente al di fuori dei blocchi del rivestimento nel punto 7

Calcolo epoca di costruzione con consumo punto 7 Khufu

Erosione media da 675 anni B.P.: 1 – 4 mm, media 2,5 mm

Erosione media dall' inizio: 10 cm = 100 mm

Data costruzione:  $675 \times 100 / 2,5 = 27.000$  anni B.P.



Fig. 19 Consumo o erosione della pavimentazione immediatamente al di fuori dei blocchi del rivestimento nel punto 8

Calcolo epoca di costruzione con consumo punto 8 Khufu

Erosione media da 675 anni B.P.: 1 – 4 mm, media 2,5 mm

Erosione media dall' inizio: 17 cm = 170 mm

Data costruzione:  $675 \times 170 / 2,5 = 45.900$  anni B.P.



Fig. 20 Consumo o erosione della pavimentazione immediatamente al di fuori dei blocchi del rivestimento nel punto 9

Calcolo epoca di costruzione con consumo punto 9 Khufu

Erosione media da 675 anni B.P.: 1 – 4 mm, media 2,5 mm

Erosione media dall' inizio: 20 cm = 200 mm

Data costruzione:  $675 \times 200 / 2,5 = 54.000$  anni B.P.



Fig. 21 Consumo o erosione della pavimentazione immediatamente al di fuori dei blocchi del rivestimento nel punto 10

Calcolo epoca di costruzione con consumo punto 10 Khufu

Erosione media da 675 anni B.P.: media 1 mm

Erosione media dall' inizio: 2 cm = 20 mm

Data costruzione:  $675 \times 20 / 1 = 13.500$  anni B.P.



Fig. 22 Consumo o erosione della pavimentazione immediatamente al di fuori dei blocchi del rivestimento nel punto 11



### Calcolo epoca di costruzione con consumo punto 11 Khufu

Erosione media da 675 anni B.P.: 1 – 5 mm, media 3 mm

Erosione media dall' inizio: 10 cm = 100 mm

Data costruzione:  $675 \times 100 / 3 = 22.500$  anni B.P.



Fig. 23 La differenza di erosione nel punto 12 fra la parte a destra (rimasta esposta fin dall'epoca della costruzione della piramide) e la parte a sinistra

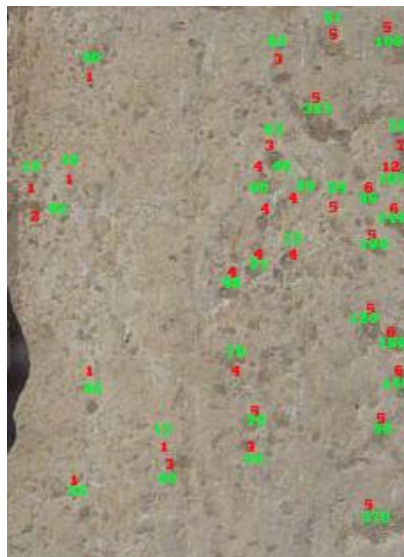


Fig. 24 Calcolo dell'erosione (volume dei fori) nel punto 12

### Calcolo epoca di costruzione con volume incavi erosi punto 12 Khufu

Volume totale incavi erosi parte scoperta:  $13.072 \text{ mm}^3$

Volume totale incavi erosi parte scoperta 675 anni B.P.:  $396 \text{ mm}^3$

Data costruzione:  $13.072 \times 675 / 396 = 22.281$  anni B.P.

Media aritmetica  $\mu$  dei 12 valori calcolati per la piramide G1 di Akhet Khufu

$$\mu = (5.708 + 17.955 + 20.250 + 10.125 + 30.375 + 29.700 + 27.000 + 45.900 + 54.000 + 13.500 + 22.500 + 22.281) / 12 = 24.941 \text{ anni B.P.} = 22.941 \text{ A.C.}$$

Deviazione standard

$$\sigma = 13.962$$

Z score:  $(x - \mu) / \sigma$

-1,37   -0,50   -0,33   -1,06   0,38   0,34   0,14   1,50   2,08   -0,81   -0,17   -0,19

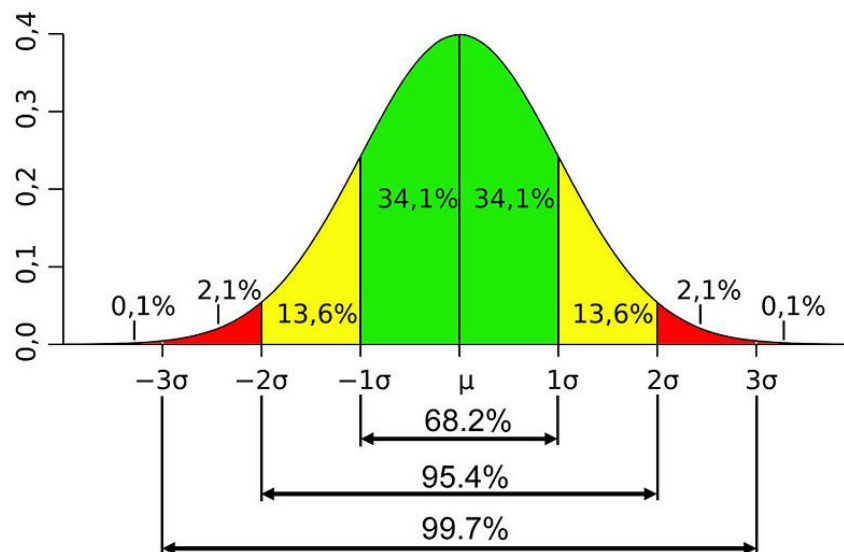


Fig. 25 Curva Gaussiana in cui si vede la probabilità del 68,2% che il valore rientri fra più o meno una deviazione standard [3]

Quindi, per quanto riguarda la datazione della piramide G1 di Akhet Khufu calcolata in base al REM, ho una probabilità del 68,2% che sia compresa fra  $(\mu - \sigma)$  e  $(\mu + \sigma)$ , cioè  $(24.941 - 13.962)$  e  $(24.941 + 13.962)$ .

Probabilità del 68,2% che l'epoca della costruzione della piramide G1 di Akhet Khufu sia compresa fra 10.979 e 38.903 anni B.P., con una media di 24.941 anni B.P.

Probabilità del 68,2% che la piramide G1 di Akhet Khufu sia stata edificata fra l'8.954 A.C. e il 36.878 A.C. con media 22.916 A.C.



### Punti di analisi nella piramide G1b di Meritites I



Fig. 26 La piramide G1b della Regina Meritites I, con in rosso i punti in cui ho misurato l'erosione relativa



Fig. 27 Consumo o erosione della pavimentazione immediatamente al di fuori dei blocchi del rivestimento nel punto 13

Calcolo epoca di costruzione con consumo punto 13 Meritites I

Erosione media da 675 anni B.P.: 1 – 4 mm, media 2,5 mm

Erosione media dall' inizio: 2,5 cm = 25 mm

Data costruzione:  $675 \times 25 / 2,5 = 6.750$  anni B.P.



Fig. 28 Consumo o erosione della pavimentazione immediatamente al di fuori dei blocchi del rivestimento nel punto 14

Calcolo epoca di costruzione con consumo punto 14 Meritites I

Erosione media da 675 anni B.P.: 1 – 4 mm, media 2,5 mm

Erosione media dall' inizio: 1,5 cm = 15 mm

Data costruzione:  $675 \times 15 / 2,5 = 4.050$  anni B.P.

Media aritmetica  $\mu$  dei 2 valori calcolati per la piramide G1b di Meritites I

$$\mu = (6.750 + 4.050) / 2 = 5.400 \text{ anni B.P.} = 3.375 \text{ A.C.}$$

### Punti di analisi nella piramide G1c di Henutsen



Fig. 29 La piramide G1c della Regina Henutsen, con in rosso i punti in cui ho misurato l'erosione relativa



Fig. 30 Consumo o erosione della pavimentazione immediatamente al di fuori dei blocchi del rivestimento nel punto 15



Calcolo epoca di costruzione con consumo punto 15 Henutsen

Erosione media da 675 anni B.P.: 2 – 4 mm, media 3,0 mm

Erosione media dall' inizio: 2,5 cm = 25 mm

Data costruzione:  $675 \times 25 / 3,0 = 5.625$  anni B.P.



Fig. 31 Consumo o erosione della pavimentazione immediatamente al di fuori dei blocchi del rivestimento nel punto 16

Calcolo epoca di costruzione con consumo punto 16 Henutsen

Erosione media da 675 anni B.P.: 1 – 3 mm, media 2 mm

Erosione media dall' inizio: 2 cm = 20 mm

Data costruzione:  $675 \times 20 / 2 = 6.750$  anni B.P.

Media aritmetica  $\mu$  dei 2 valori calcolati per la piramide G1c di Henutsen

$$\mu = (5.625 + 6.750) / 2 = 6.187 \text{ anni B.P.} = 4.162 \text{ A.C.}$$

### Punti di analisi nella piramide G2 di Khafra

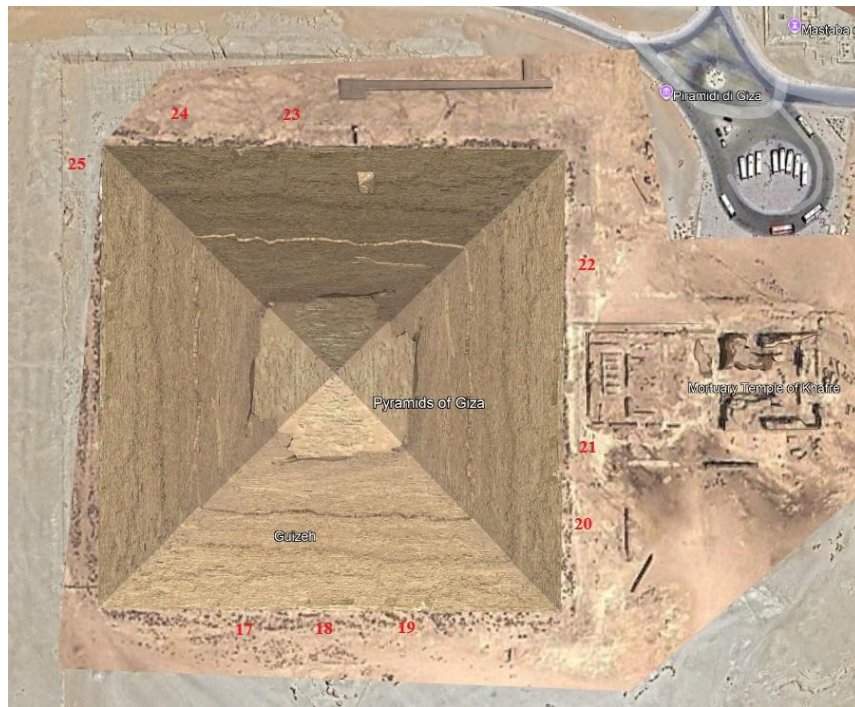


Fig. 32 La piramide G2 di Khafra, con in rosso i punti in cui ho misurato l'erosione relativa



Fig. 33 Consumo o erosione della pavimentazione immediatamente al di fuori dei blocchi del rivestimento nel punto 17

### Calcolo epoca di costruzione con consumo punto 17 Khafra

Erosione media da 675 anni B.P.: 1 – 3 mm, media 2 mm

Erosione media dall'inizio: 3,5 cm = 35 mm

Data costruzione:  $675 \times 35 / 2 = 11.812$  anni B.P.



Fig. 34 Consumo o erosione della pavimentazione immediatamente al di fuori dei blocchi del rivestimento nel punto 18

#### Calcolo epoca di costruzione con consumo punto 18 Khafra

Erosione media da 675 anni B.P.: 1 – 3 mm, media 2 mm

Erosione media dall' inizio: 10 cm = 100 mm

Data costruzione:  $675 \times 100 / 2 = 33.750$  anni B.P.



Fig. 35 Consumo o erosione della pavimentazione immediatamente al di fuori dei blocchi del rivestimento nel punto 19



Calcolo epoca di costruzione con consumo punto 19 Khafra

Erosione media da 675 anni B.P.: 1 – 2 mm, media 1,5 mm

Erosione media dall' inizio: 2 cm = 20 mm

Data costruzione:  $675 \times 20 / 1,5 = 9.000$  anni B.P.



Fig. 36 Consumo o erosione della pavimentazione immediatamente al di fuori dei blocchi del rivestimento nel punto 20

Calcolo epoca di costruzione con consumo punto 20 Khafra

Erosione media da 675 anni B.P.: 1 – 4 mm, media 2,5 mm

Erosione media dall' inizio: 12 cm = 120 mm

Data costruzione:  $675 \times 120 / 2,5 = 32.400$  anni B.P.



Fig. 37 Consumo o erosione della pavimentazione immediatamente al di fuori dei blocchi del rivestimento nel punto 21

### Calcolo epoca di costruzione con consumo punto 21 Khafra

Erosione media da 675 anni B.P.: 2 – 4 mm, media 3 mm

Erosione media dall' inizio: 18 cm = 180 mm

Data costruzione:  $675 \times 180 / 3 = 40.500$  anni B.P.



Fig. 38 Consumo o erosione della pavimentazione immediatamente al di fuori dei blocchi del rivestimento nel punto 22

### Calcolo epoca di costruzione con consumo punto 22 Khafra

Erosione media da 675 anni B.P.: 1 – 3 mm, media 2 mm

Erosione media dall' inizio: 3 cm = 30 mm

Data costruzione:  $675 \times 30 / 2 = 10.125$  anni B.P.

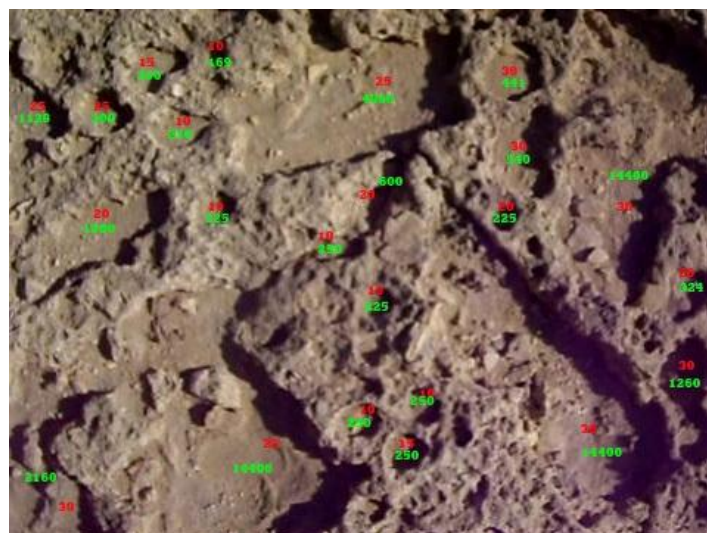


Fig. 39 Erosione della pavimentazione della cava di Khafra, nel punto 23. In verde l'area delle cavità erose e in rosso la loro profondità media, in modo da ricavarne il volume.

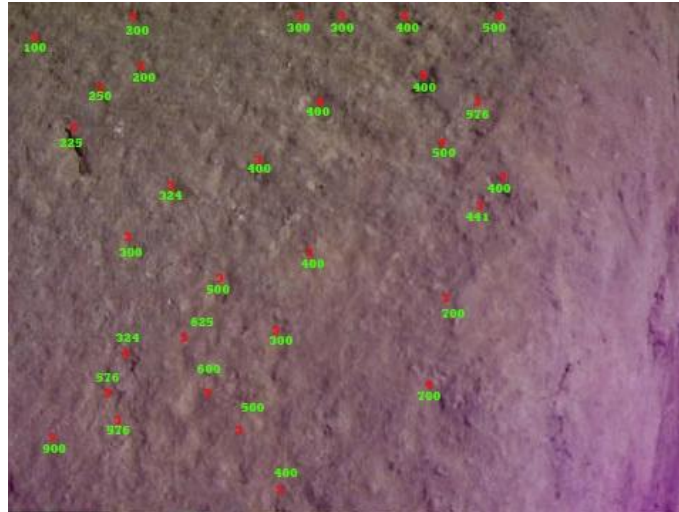


Fig. 40 Erosione della base della piramide di Khafra intagliata nella roccia, che un tempo era coperta dai blocchi del rivestimento, nel punto 23. In verde l'area delle cavità erose e in rosso la loro profondità media, in modo da ricavarne il volume.

#### Calcolo epoca di costruzione con volume incavi erosi punto 23 Khafra

Volume totale incavi erosi parte scoperta:  $1.584.850 \text{ mm}^3$

Volume totale incavi erosi parte scoperta 675 anni B.P.:  $43.701 \text{ mm}^3$

Data costruzione:  $1.584.850 \times 675 / 43.701 = 24.479 \text{ anni B.P.}$



Fig. 41 Erosione della pavimentazione della cava di Khafra, nel punto 24.



Fig. 42 Erosione della base della piramide di Khafra intagliata nella roccia, che un tempo era coperta dai blocchi del rivestimento, nel punto 24.

#### Calcolo epoca di costruzione con volume incavi erosi punto 24 Khafra

Volume totale incavi erosi parte scoperta:  $1.273.320 \text{ mm}^3$

Volume totale incavi erosi parte scoperta 675 anni B.P.:  $39.430 \text{ mm}^3$

Data costruzione:  $1.273.320 \times 675 / 39.430 = 21.797 \text{ anni B.P.}$



Fig. 43 Consumo o erosione della pavimentazione immediatamente al di fuori dei blocchi del rivestimento nel punto 25

#### Calcolo epoca di costruzione con consumo punto 25 Khafra

Erosione media da 675 anni B.P.: 1 – 3 mm, media 2 mm

Erosione media dall' inizio: 4 cm = 40 mm

Data costruzione:  $675 \times 40 / 2 = 13.500 \text{ anni B.P.}$

Media aritmetica  $\mu$  dei 9 valori calcolati per la piramide G2 di Khafra

$$\mu = (11.812 + 33.750 + 9.000 + 32.400 + 40.500 + 10.125 + 24.479 + 21.797 + 13.500) / 9 = 21.929$$

anni B.P. = 19.904 A.C.

Deviazione standard

$$\sigma = 11.623$$

Z score:  $(x - \mu) / \sigma$

-0,87 1,01 -1,11 0,90 1,59 -1,01 0,21 -0,011 -0,72

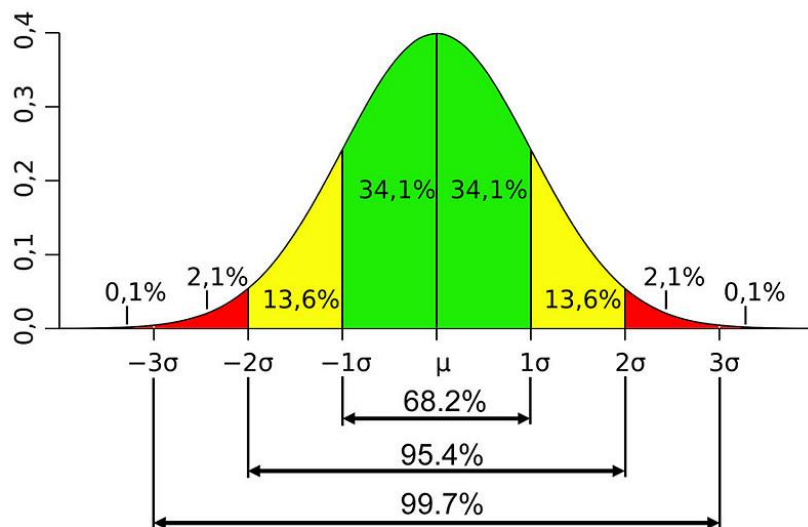


Fig. 44 Curva Gaussiana in cui si vede la probabilità del 68,2% che il valore rientri fra più o meno una deviazione standard [3]

Quindi, per quanto riguarda la datazione della piramide G2 di Khafra calcolata in base al REM, ho una probabilità del 68,2% che sia compresa fra  $(\mu - \sigma)$  e  $(\mu + \sigma)$ , e cioè  $(21.929 - 11.623)$  e  $(21.929 + 11.623)$ .

Probabilità del 68,2% che l'epoca della costruzione della piramide G2 di Khafra sia compresa fra 10.306 e 33.552 anni B.P., con una media di 21.929 anni B.P.

Probabilità del 68,2% che la piramide G2 di Khafra sia stata edificata fra l'8.281 A.C. e il 31.527 A.C. con media 19.904 A.C.



## 11. Conclusioni del rapporto preliminare

Il REM ha individuato un range probabile di datazione di ogni piramide, ed i risultati sono:

- Piramide G1 di Akhet Khufu:

24.941 anni B.P. con una probabilità del 68,2% che l'epoca di costruzione sia compresa fra 10.979 e 38.903 anni B.P.,

e cioè 22.916 A.C. con una probabilità del 68,2% che l'epoca di costruzione sia compresa fra l'8.954 A.C. e il 36.878 A.C.

- Piramide G1b di Meritites I:

5.400 anni B.P. = 3.375 A.C.

- Piramide G1c di Henutsen:

6.187 anni B.P. = 4.162 A.C.

- Piramide G2 di Khafra:

21.929 anni B.P. con una probabilità del 68,2% che l'epoca di costruzione sia compresa fra 10.306 e 33.552 anni B.P.,

e cioè 19.904 A.C. con una probabilità del 68,2% che l'epoca di costruzione sia compresa fra l'8.281 A.C. e il 31.527 A.C.

Queste conclusioni sono preliminari e andranno approfondite con ulteriori misurazioni, estese a tutte le strutture e agli edifici presenti nella piana di Giza. E' sempre possibile migliorare l'accuratezza delle misure, la misurazione dei volumi erosi e la precisione dei risultati.

Alberto Donini intende proseguire il suo lavoro di ricerca ed invita gli archeologi di tutto il mondo a collaborare con lui.

Il REM non è utile per individuare una data precisa di costruzione di un antico edificio, ma individua un certo arco di tempo, assegnando ad esso un grado di probabilità. Quindi, nonostante il range di date possibili sia molto ampio, queste conclusioni implicano l'improbabilità della datazione ufficiale (2.560 A.C.), che rimane plausibile solo per le due piramidi delle Regine analizzate (G1b di Meritites I e G1c di Henutsen).

Per tali motivi è probabile che le piramidi di Akhet Khufu e di Khafra (G1 e G2) risalgano circa al 19.000 – 23.000 A.C., mentre almeno due delle piramidi delle Regine (G1b e G1c), poste di fianco a quella di Khufu, siano state edificate molto tempo dopo, presumibilmente 2.500 - 5.000 anni prima di Cristo. E' plausibile quindi che i faraoni Cheope e Chefren abbiano solo ristrutturato le due piramidi



maggiori della piana di Giza, attribuendosene poi la paternità, e forse che abbiano costruito le piramidi delle Regine.

E' possibile concludere che, in base al rapporto preliminare sulle analisi dell'erosione relativa (REM), effettuate in alcune piramidi dell'altopiano di Giza, circa 20.000 anni prima di Cristo, in Egitto, esisteva una civiltà che ha eretto almeno le 2 piramidi principali (G1 e G2).

03/01/2026

Alberto Donini



## Fonti

- [1] <https://www.amazon.it/mistero-Orione-scoperta-segreti-piramidi/dp/8879722190>
- [2] <https://www.amazon.it/Segreto-Degli-Dei-Armando-Mei/dp/1505317282>
- [3] <https://www.senhormercado.com.br/bolsa-de-valores-e-videogames/curva-de-gauss-bovespa/>

## Riferimenti

- [1] L'asse terrestre subisce una precessione (una rotazione dell'asse attorno alla perpendicolare all'eclittica), che compie un giro completo ogni 25.772 anni circa
- [2] Zep Tepi: "Il primo giorno", "l'inizio", "l'età d'oro", età mitica. Rappresenta il tempo in cui il mondo fu creato e gli dei stabilirono l'ordine (Ma'at).
- [3] B.P. = Before Present

**Finanziamento** L'intero progetto è stato finanziato esclusivamente dall' autore del presente rapporto, A. Donini