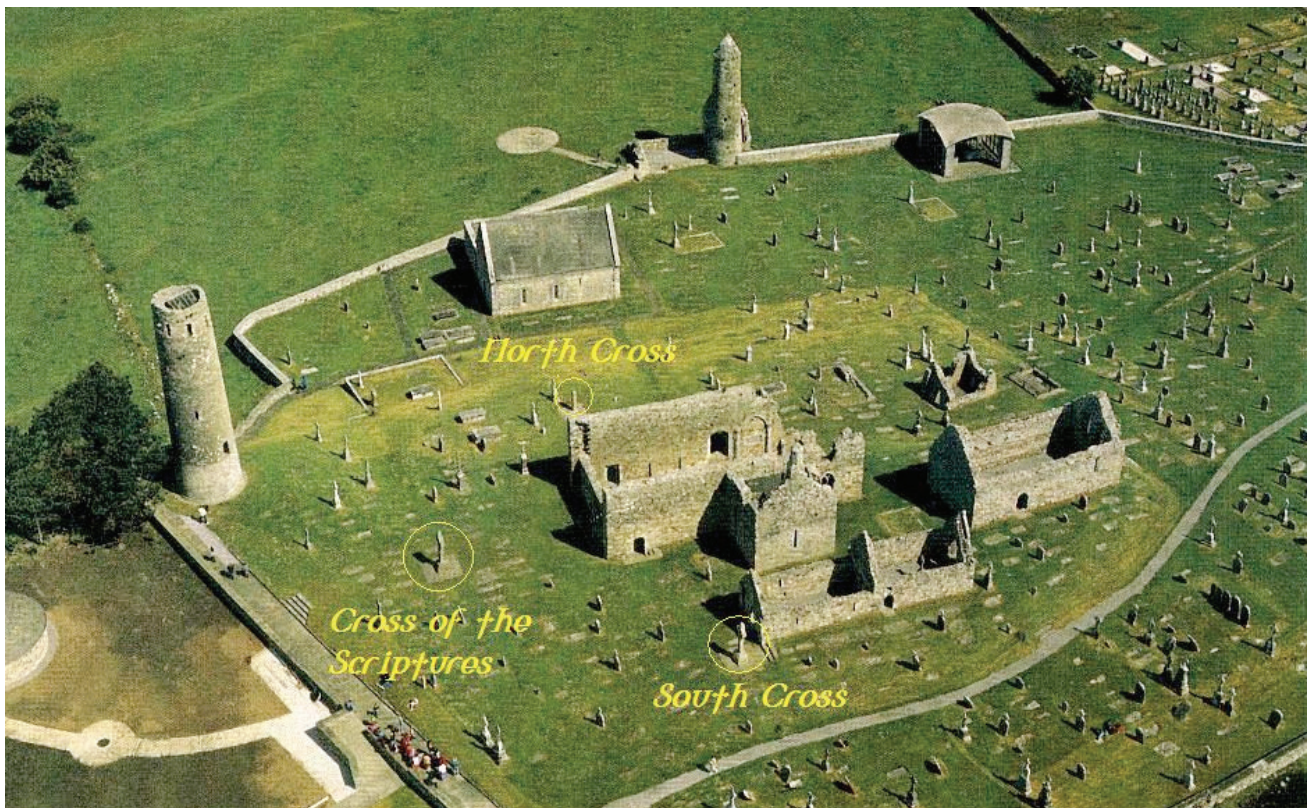


*il* **BOLLETTINO**  
del GRUPPO ASTROFILI CINISELLO BALSAMO  
numero 73 - Ottobre 2023



**ASTRONOMIA E GEOMETRIA NEI GRANDI MONASTERI  
MEDIOEVALI IRLANDESI: I CASI DI CLONMACNOISE E  
MONASTERBOICE**

## IN QUESTO NUMERO

### EDITORIALE

40 Anni di GACB - Cristiano Fumagalli	3
Il Cerchio della Luna - <i>Mauro Nardi</i>	4
Esplorando l'Universo invisibile: Il mistero dei Raggi Cosmici <i>Stefano Spagocci</i>	14
Astronomia e geometria nei grandi monasteri medioevali irlandesi: i casi di clonmacnoise e monasterboice - <i>Adriano Gaspani</i>	18
Piccola enciclopedia astronomica: Il Quasar più Luminoso: 3C273 <i>Franco Vruna</i>	30
Astro News - <i>Cristiano Fumagalli</i>	33

# EDITORIALE

## 40 ANNI DI GACB

*Cristiano Fumagalli*

Nel settembre del 1983, sotto la spinta di un gruppo di amici con in comune la passione per l'astronomia, nasceva il "Gruppo Astrofili di Cinisello Balsamo". Era una stagione molto vivace per l'astrofilia italiana e in particolare per quella milanese, monopolizzata dal locale circolo, con sede al planetario; pertanto era una bella sfida aprire una nuova associazione così vicina. Nonostante ciò, gli astrofili di Cinisello e comuni limitrofi sono riusciti a creare una bella realtà che dura da quarant'anni.

Allora eravamo quasi tutti giovani e studenti, con limitate capacità di movimento (leggi auto) e per questo le osservazioni le facevamo dalla periferia cittadina, allora assai meno inquinata dal punto di vista luminoso. Quando riuscivamo ad organizzare un'uscita in montagna era quasi un evento e l'entusiasmo nell'osservare gli oggetti di profondo cielo al telescopio era immensa!

Un'importante attività del GACB fu fin da subito la divulgazione. Dal primo giorno, in quella che era allora la nostra sede presso un'autoscuola cittadina, organizzammo conferenze e anche numerose uscite presso scuole e istituzioni comunali, in Cinisello e comuni vicini. Far conoscere la nostra passione e le scienze astronomiche al pubblico divenne quasi una missione.

Con gli anni siamo cresciuti di numero, capacità e indipendenza. Abbiamo avuto una sede propria e costruito un osservatorio astronomico nel comune di Castione della Presolana, punto importante per l'osservazione e l'astrofotografia, ma anche luogo d'incontro con la gente nelle aperture pubbliche. Ecco, la divulgazione... continua ad essere uno dei nostri scopi principali. Oltre le osservazioni pubbliche, ora abbiamo anche un planetario e due rassegne fisse, una a presso il "Pertini" a Cinisello e una a Muggiò dove, insieme a professionisti, raccontiamo l'astronomia. Rimangono anche le conferenze in sede e i corsi.

C'è, però, un punto oscuro. Quegli studenti di quarant'anni fa sono ancora il nucleo del GACB. Ora sono diventati pensionati o quasi e c'è il bisogno di avere nuovi soci. Abbiamo ricambi più giovani e attivi, è vero, ma non bastano per far sì che questa bella storia continui. È difficile, si sa, in un periodo storico in cui sembra che internet e i social siano sufficienti per condividere ed imparare l'astronomia, ma non è così. Essere astrofili vuol dire saper condividere fisicamente e SUL CAMPO le proprie capacità ed emozione e saperle poi trasmettere. Far comprendere che il computer deve essere un mezzo e non il fine, è questa la nostra prossima sfida.

# IL CERCHIO DELLA LUNA

*Mauro Nardi*

Nelle religioni dell'antica Grecia, **Selene** (in greco *Σελήνη*), è la dea della Luna, figlia di Iperione e Teia, sorella di Elio (il Sole) ed Eos (l'Aurora).

La dea viene generalmente descritta come una bella donna con il viso pallido, che indossa lunghe vesti fluide bianche o argentate e che reca sulla testa una luna crescente ed in mano una torcia.

**SELENE**, secondo Esiodo, è figlia d'Iperione e di Teia, secondo altri figlia del titano Pallante o Elio e Eurifessa. Di notte attraversa il cielo su di un cocchio d'argento tirato da giovenche con le corna. E' celebre per i suoi amori: a Zeus generò Pandia; in Arcadia, il suo amante fu il dio Pan. Questi riuscì a sedurla mascherando il proprio nero pelo caprino sotto un vello bianco. **Selene**, che non lo riconobbe, acconsentì a salirgli in groppa e lasciò ch'egli godesse di lei a suo piacimento.

Era spesso raffigurata nel firmamento alla guida del carro lunare trainato dai candidi buoi che Pan le aveva donato per consolarla dell'inganno.

Questo racconto cela probabilmente la traccia di un antico rito orgiastico, che aveva per scenario il chiaro di luna, quando la regina della festa cavalcava in piedi un maschio prima di congiungersi con lui in un sacro amplesso.



*Rappresentazione di SELENE e ENDIMIONE*

In alcuni notissimi monumenti, **Selene** è presente non tanto come dea, ma piuttosto come personificazione temporale della notte, così nel frontone orientale del **Partenone** (al *British*



*Museum*); dove si allontanava sprofondando con il suo carro, lasciando la scena al fratello.

Secondo il mito romano; **Selene**, vide addormentato in una grotta un pastore, giovane e bellissimo, Endimione e se ne innamorò perdutamente.

Da questo grande amore vennero alla luce ben cinquanta figli. Ma **Selene** non sopportava l'idea che un giorno il suo amante potesse morire, e lo fece così sprofondare in un sonno eterno, per poi andare a trovarlo ogni notte; il culto della dea apparve specialmente nell'Asia influenzata dalla cultura ellenica. Corrispondente alla greca **Selene**, era l'italica Luna, già culto tra i Sabini e gli Etruschi.

Il più vicino ed osservabile tra gli astri è diventato, con le sue fasi, il moto, l'influenza esercitata attraverso le maree, le eclissi, una realtà significativa nella vita umana, sia essa religiosa, quotidiana, primitiva o antica.

Il fatto che il calendario lunare basato sui cicli dell'astro abbia preceduto quello solare, confermerebbe l'ipotesi che il culto lunare sia più antico di quello solare. Resa divina come altri astri, la Luna presenta un carattere essenziale: l'eternità.

Immortale perché riappare ogni volta dopo essere scomparsa, ciò simboleggia una continua rinascita, una vittoria sulla morte.

Nelle culture primitive o antiche dove esisteva un rapporto religioso particolare, questo, entrava in una crisi drammatica, quando l'astro si manifestava in fenomeni non più nella normalità, ma attraverso le eclissi, evento considerato anormale.



Jan Heweliusz nacque a Danzica il 28 gennaio 1611 morì sempre a Danzica il 28 gennaio 1687. Astronomo polacco conosciuto con il nome latinizzato di Johannes Hevelius fu considerato il fondatore della topografia lunare, descrisse anche undici nuove costellazioni di cui sette ancora oggi in uso. Trasferitosi a Leida nel 1630 per gli studi, ebbe anche la possibilità di viaggiare in Inghilterra e Francia.

Tornato a casa nel 1641 si costruì un osservatorio tutto suo, con un ricco equipaggiamento

e un telescopio senza tubo da 45 metri di lunghezza focale.

L'opera "Selenographia sive Lunae Descriptio", costituita in un volume in cui è disegnata un'accurata cartografia lunare, fu pubblicata a Danzica nel 1647.



*Mappa Lunare disegnata da Johannes Hevelius*

L'origine della Luna per la scienza è ancora un mistero.

Nonostante diverse ipotesi e teorie, non sappiamo esattamente come si è formato il nostro satellite. **Ci sono voluti secoli perché la maggioranza degli scienziati concordasse su come andò la creazione della Luna.**

**La versione più accreditata oggi, è quella detta dell' *impatto gigante*.**

**Ma la questione è ancora lontana dall'essere risolta.** Prima che la teoria dell'impatto gigante guadagnasse popolarità quasi quattro decenni fa, altri tre modelli erano in lizza.

Uno sosteneva che la Luna si fosse condensata a partire dalla stessa convulsa nube di polvere che ha creato la Terra, il disco di accrescimento primordiale. Ma questo modello "binario" non spiegava perché la Luna, lungi dall'essere un gemello più piccolo della Terra, sia molto meno densa del nostro pianeta, e senza nucleo di ferro.

Un secondo modello, teoria della fissione, riteneva che la giovane Terra girasse così rapidamente su se stessa che una parte del magma si sarebbe staccato dalla crosta, in corrispondenza delle zone equatoriali gettando quindi un massa gigante di detriti nello spazio. Ma il valore di rotazione della Terra e l'orbita della Luna che conosciamo oggi nel dettaglio, non si adattano alla cosiddetta teoria della fissione.

Il terzo modello, la gravità terrestre avrebbe preso al laccio la Luna che vagava per il sistema solare. Tale teoria è estremamente improbabile, perché un corpo delle dimensioni della Luna che si sia avvicinato così tanto alla Terra, avrebbe avuto maggiori possibilità di scontrarsi o di ricevere una spinta che l'avrebbe indotto ad allontanarsi. Le missioni Apollo fecero cadere questa teoria. Dall'analisi dei campioni lunari si è constatato che i basalti della Terra e della Luna contengono le stesse quantità di isotopi dell'ossigeno. Ciò conferma che i due corpi celesti si sono formati nella stessa zona di spazio, non come stabilisce tale teoria.



*“Impatto TERRA-planetoide, che diede origine alla LUNA” secondo la teoria ipotizzata nel 1970  
(ricostruzione artistica)*

La teoria dell’impatto gigante non incontra nessuno di questi problemi. Quando è stata ipotizzata per la prima volta, nel 1970, essa si inseriva alla perfezione nell’emergente visione della formazione del sistema solare nel suo complesso. Sotto questa nuova prospettiva, infatti, i protopianeti gassosi e rocciosi sono cresciuti all’interno di un disco attorno al Sole giovane, in competizione tra loro per lo spazio, per decine di milioni di anni. In questo quadro le collisioni erano inevitabili.

La Terra, ampliandosi, ha assorbito diversi oggetti di varie dimensioni. Il colpo finale è stato però un impatto così feroce che ha lasciato un ricordo permanente in orbita intorno a noi. Secondo la teoria dell’impatto, la Luna si è formata per lo più a partire dai detriti della collisione di un protopianeta roccioso simile alla Terra, e dal momento che, secondo questo modello, il nucleo di ferro del protopianeta è sprofondato e si è fuso con il nucleo della Terra, ecco spiegato perché la Luna è rocciosa, e senza ferro.

Oggi gli scienziati concordano sul fatto che qualcosa si sia schiantato contro la Terra per dare luce alla Luna, ma nuove prove hanno messo in dubbio i dettagli della *teoria dell’impatto gigante*.

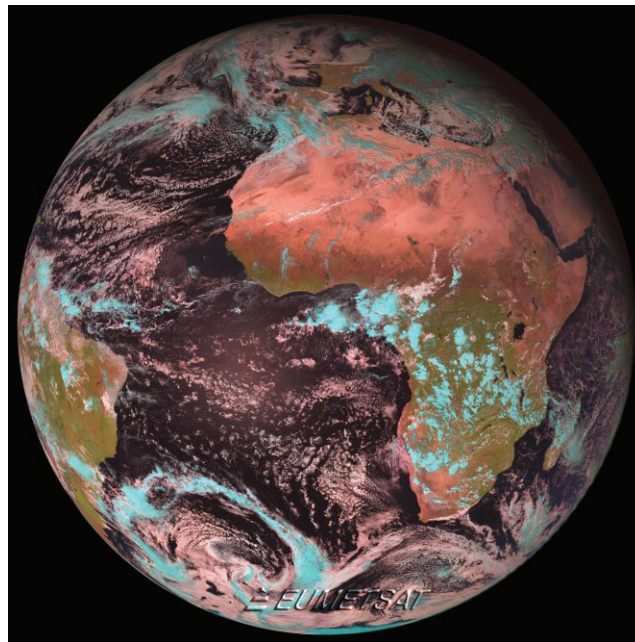


*Ricostruzione artistica di impatti meteorici, sul pianeta Terra*

La teoria della collisione spiega anche perché la Luna, è un corpo totalmente secco; non esiste cioè, traccia di acqua nei materiali della sua superficie. Secondo la teoria, l'acqua sarebbe stata completamente vaporizzata dall'enorme quantità di calore sprigionato nello scontro.

Inoltre trova finalmente soluzione un vecchio problema che le teorie classiche sulla formazione della Terra non riuscivano a spiegare: l'alta velocità di rotazione del nostro pianeta.

Secondo la teoria, il corpo responsabile della collisione colpì la Terra quasi di striscio, lontano dall'asse di rotazione, un impatto di questo tipo avrebbe così impresso una notevole accelerazione al movimento di rotazione della Terra.



*"Casa nostra"*

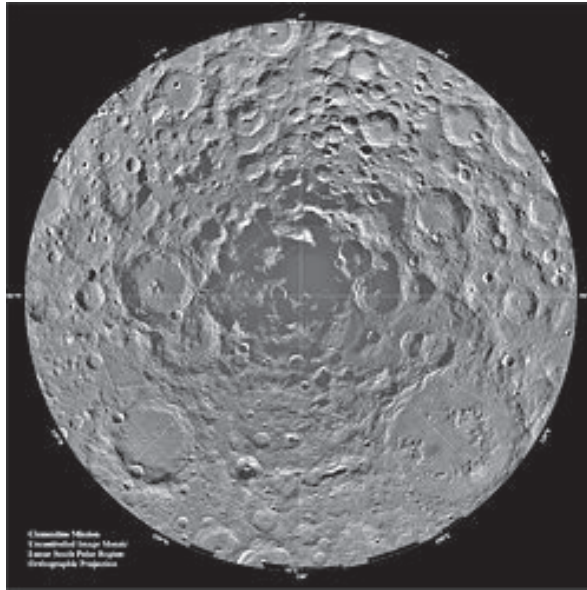
Il più vicino ed osservabile tra gli astri è diventato, con il suo moto, le sue fasi, l'influenza esercitata attraverso le maree, le eclissi; una realtà significativa nella vita umana quotidiana, primitiva, religiosa. Resa divina, come altri astri, la Luna presenta un carattere essenziale: l'eternità.

Immortale perché riappare ogni volta dopo essere scomparsa, ciò simboleggia una continua rinascita, una vittoria sulla morte.

Nelle culture primitive o antiche dove esisteva un rapporto religioso particolare, questo entrava in una crisi drammatica, quando l'astro si manifestava in fenomeni non più nella normalità, ma attraverso le eclissi, evento considerato anormale.

Nell'antichità, prevalentemente nelle culture nomadi, si riteneva che la Luna morisse ogni notte scendendo nel mondo delle ombre. Mentre ai tempi di Pitagora veniva considerata un pianeta e nel medioevo si sosteneva la teoria aristotelica che la riteneva, con una superficie perfettamente liscia, sino a quando nel 1609 Galileo puntò il telescopio su di essa, scoprendo una superficie corrugata e composta da rilievi e crateri.





*Polo sud-ripreso dalla sonda Clementine*

La Luna non possedendo atmosfera, dispersa a causa della debole attrazione gravitazionale sulla materia gassosa, presenta alcune conseguenze :

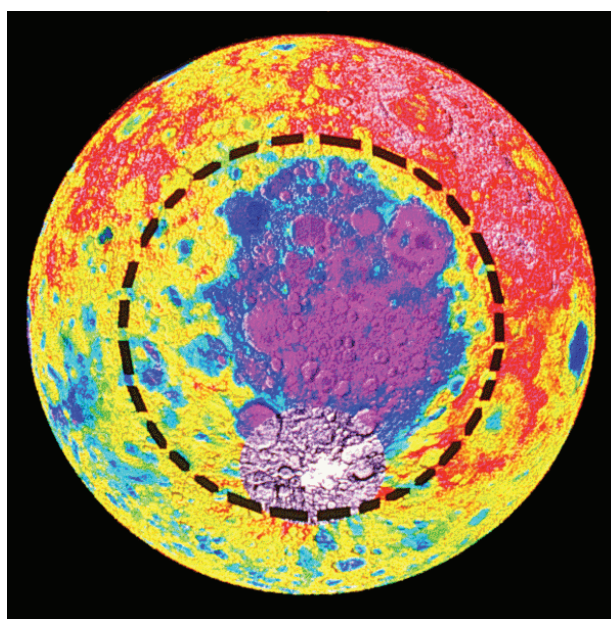
-temperatura; sulla superficie subisce variazioni notevoli, da circa  $+120^{\circ}$  C nell'arco del giorno lunare, ai  $-150^{\circ}$  C della notte.

- assenza totale di erosione sulla superficie.

- osservare le stelle dalla superficie lunare, queste appaiono più puntiforme e lucenti.

- assenza di fenomeni acustici.

La faccia visibile è ricoperta da circa 300.000 crateri contando quelli con diametro minimo di 1 Km, il più grande tra tutti con un diametro di circa 2500 Km e profondo 13 Km occupa la parte meridionale della faccia nascosta è il bacino Polo Sud-Aitken.



*Mappa topografica del Bacino Polo Sud-Aitken ottenuta dai dati della sonda Clementine. Il colore indica l'altitudine, in rosso sono le zone più elevate, in viola quelle meno. Il Polo Sud è al centro della zona in grigio per la quale non si hanno dati.*

Le conoscenze riguardo al bacino furono poche e frammentarie sino agli anni novanta, quando le missioni Galileo e Clementine visitarono la Luna. La superficie del bacino è stata mappata per la prima volta interamente con dati altimetrici e l'utilizzo di immagini ottenute da Clementine.

Ancora più recentemente con l'uso dello spettrometro a raggi gamma di Lunar Prospector si è giunti ad una analisi completa della zona.

## L'IPOTESI DELL'IMPATTO GIGANTE NON BASTA

### NUOVA TEORIA SULL'ORIGINE DELLA LUNA

Ricercatori dell'Università della California a Davis propongono un nuovo scenario per spiegare come la Luna abbia raggiunto l'attuale orbita e perché la sua composizione chimica risulti molto simile a quella del nostro pianeta. Un unico evento produsse una collisione di più alta energia da cui ebbero origine la Terra e la Luna. I risultati, pubblicati su Nature, sollevano alcuni dubbi sulla teoria del grande impatto di **Corrado Ruscica**



*Illustrazione dell'ipotesi dell'impatto gigante. Un corpo celeste delle dimensioni di Marte colpi la primitiva Terra dalla cui collisione avrebbe avuto origine la Luna. Crediti: Hagai Perets*

Che cosa ha portato la Luna nell'orbita in cui si trova attualmente? Come mai la sua composizione chimica risulta simile a quella del nostro pianeta? Sono alcune delle domande a cui tenta di rispondere un gruppo di ricercatori guidati da **Sarah Stewart** dell'Università della

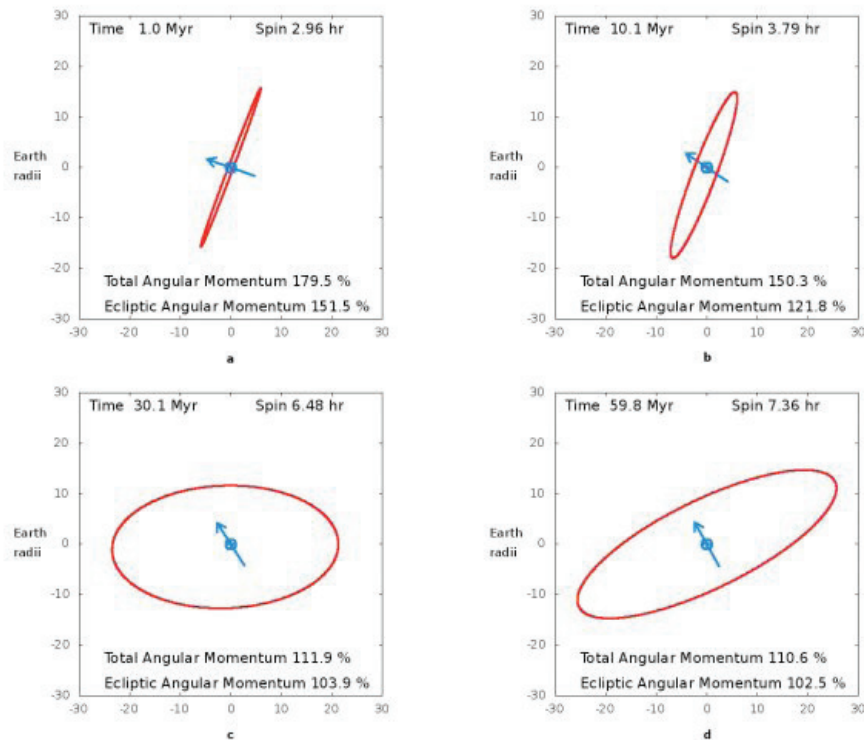
California, Davis. Gli scienziati hanno introdotto una nuova ipotesi sull'origine del nostro satellite naturale che solleva alcuni dubbi sull'attuale teoria del cosiddetto "impatto gigante". I risultati di questo studio sono riportati su *Nature*.

La Luna è un corpo celeste insolito nel Sistema solare. Le dimensioni del nostro satellite naturale sono relativamente grandi rispetto a quelle della Terra e la sua composizione chimica risulta molto simile a quella del nostro pianeta, ad eccezione di qualche componente più volatile scomparsa molto tempo fa. «Ciò fa della Luna un corpo celeste particolare, distinto da ogni altro maggiore oggetto del Sistema solare», spiega Stewart, autrice principale dello studio. «Ogni altro corpo celeste nel Sistema solare ha una propria composizione chimica».

Nei libri di testo che descrivono l'origine del nostro satellite naturale si dice che verso la fine dei processi che portarono alla formazione del Sistema solare iniziò la cosiddetta "fase degli impatti giganti", quando cioè corpi delle dimensioni di un pianeta entrarono in collisione tra loro. Un oggetto delle dimensioni di Marte sfiorò un altro corpo celeste, che sarebbe diventato più tardi la Terra, lanciando nello spazio una quantità di materia sotto forma di detriti che successivamente si sarebbero aggregati formando la Luna. Questo gigantesco impatto diede un momento angolare al sistema Terra-Luna determinando una rotazione di 5 ore alla Terra primordiale. Poi, nel corso dei millenni, la Luna si allontanò sempre più dalla Terra e la rotazione rallentò continuamente fino a raggiungere l'attuale periodo di 24 ore.

Gli scienziati sono arrivati a questa conclusione analizzando l'attuale orbita lunare e il modo con cui il momento angolare del sistema Terra-Luna si è trasferito rapidamente tra i due corpi celesti attraverso le forze di marea. Ma c'è qualche problema con questa teoria. Uno riguarda la sorprendente composizione della Luna, che appare molto simile a quella della Terra, e l'altro è il fatto che se il nostro satellite naturale ebbe origine dall'aggregazione di un disco di materia che ruotava attorno all'equatore terrestre, allora la Luna dovrebbe oggi orbitare proprio sopra l'equatore. Tuttavia, l'attuale orbita lunare è inclinata di 5 gradi rispetto all'equatore terrestre, il che suggerisce che qualche sorgente di energia più potente deve averla portata lì dov'è ora.

Stewart e colleghi hanno proposto un modello alternativo. Già nel 2012, Stewart assieme al suo collaboratore Matija Čuk ora al SETI Institute suggerirono che parte del momento angolare del sistema Terra-Luna poteva essere stato trasferito al sistema Terra-Sole. Ciò permette di avere una collisione con un'energia maggiore all'inizio del processo. Infatti, nel nuovo modello, viene ipotizzata una collisione di più alta energia che produce materiale fuso e vaporizzato da cui hanno origine la Terra e la Luna. Il nostro pianeta inizia a ruotare con un periodo di 2 ore e con l'asse di rotazione puntato verso il Sole. Dato che la collisione sarebbe stata molto più energetica rispetto a quella descritta nella teoria attuale, il materiale espulso dalla Terra e dal corpo celeste impattante si sarebbe mescolato e, dunque, sia la Terra che la Luna si sarebbero formate dallo stesso tipo di materiale acquisendo perciò una composizione chimica simile.



La figura illustra quattro momenti di un'animazione relativa all'evoluzione degli orientamenti dell'asse di rotazione terrestre e dell'orbita lunare nella fase del piano di transizione di Laplace. Subito dopo che la Terra e la Luna si sono formate (a), l'asse di rotazione terrestre punta verso il Sole (blu) mentre la Luna (cerchio rosso) orbita attorno alla Terra. Nel corso di milioni di anni, la Luna si allontana gradualmente dalla Terra e il giorno terrestre si allunga (b,c). Dopo circa 60 milioni di anni, il trasferimento del momento angolare fa sì che l'asse di rotazione della Terra si inclini quasi perpendicolarmente rispetto alla direzione iniziale che puntava verso il Sole (d).

Crediti: Matija Čuk (SETI Institute)

Poi, man mano che il momento angolare veniva dissipato dalle forze di marea, la Luna iniziava ad allontanarsi dalla Terra, finché raggiunse un punto, chiamato “transizione di Laplace”, dove le forze esercitate dalla Terra e dalla Luna diventano meno importanti della forza gravitazionale esercitata dal Sole. Fu proprio questo che causò il trasferimento, in parte, del momento angolare del sistema Terra-Luna al sistema Terra-Sole. Nonostante ciò, l'orbita terrestre non subì grosse conseguenze ma l'asse di rotazione del pianeta, che puntava verso il Sole, si raddrizzò assumendo quasi una direzione perpendicolare rispetto a quella iniziale (vedi figura). A questo punto, i modelli costruiti dai ricercatori mostrano che la Luna orbita attorno alla Terra con un'inclinazione elevata rispetto all'equatore.

Nel corso di qualche decina di milioni di anni, la Luna continuò ad allontanarsi gradualmente dalla Terra, finché raggiunse un secondo punto di transizione, detto “transizione di Cassini”, dove l'inclinazione dell'orbita lunare, cioè l'angolo formato tra l'orbita della Luna e l'equatore terrestre, si ridusse di circa 5 gradi portando, quindi, il nostro satellite naturale più o meno nell'attuale orbita.

«Questa nuova teoria spiega in maniera elegante l'orbita della Luna, e la sua composizione, basata su un singolo e gigantesco impatto che si verificò all'inizio del processo», conclude Stewart.



«Non è perciò necessario introdurre altre situazioni concomitanti per spiegare come sarebbero andate le cose. In definitiva, crediamo che fu solamente un unico gigantesco impatto a dare il via alla sequenza di eventi».

**Per saperne di più:**

Leggi su *Nature* l'articolo "Tidal evolution of the Moon from a high-obliquity, high-angular-momentum Earth", di Matija Čuk, Douglas P. Hamilton, Simon J. Lock e Sarah T. Stewart

Guarda l'animazione realizzata dall'Università della California – Davis

Tratto da: MEDIA INAF notiziario on-line dell'Istituto Nazionale di Astrofisica

# ESPLORANDO L'UNIVERSO INVISIBILE: IL MISTERO DEI RAGGI COSMICI

*Stefano Spagocci (quasi)*

Nel vasto e oscuro spazio cosmico esistono fenomeni tanto enigmatici quanto affascinanti che catturano l'immaginazione umana. Uno di questi misteri è rappresentato dai raggi cosmici, particelle altamente energetiche provenienti dallo spazio profondo che attraversano costantemente il nostro pianeta, senza che la maggior parte di noi ne sia consapevole. Questi raggi, composti principalmente da protoni e nuclei atomici, sono il risultato di eventi catastrofici come le supernove e i buchi neri e forniscono agli scienziati un'opportunità unica per comprendere l'Universo e la sua struttura in modo più approfondito.

## ORIGINE E COMPOSIZIONE

I raggi cosmici sono particelle subatomiche altamente energetiche che viaggiano attraverso lo spazio a una velocità prossima a quella della luce. La loro origine è ancora oggetto di intensa ricerca scientifica ma si pensa che la maggior parte di essi provenga da sorgenti esterne al sistema solare, come le supernove, le pulsar e i nuclei galattici attivi. Quando queste esplosioni avvengono, rilasciano particelle cariche nello spazio circostante, alcune delle quali raggiungono la Terra sotto forma di raggi cosmici.

Come si diceva, la composizione dei raggi cosmici varia ma principalmente essi sono costituiti da protoni (ovvero nuclei di idrogeno) e nuclei atomici più pesanti come elio, carbonio e ferro. Questi raggi possono avere energie estremamente elevate, molto superiori a quelle raggiungibili dai *collider* di particelle.

## RAGGI PRIMARI E SECONDARI

I raggi cosmici possono essere divisi in due principali categorie:

- Raggi cosmici primari: Questi sono le particelle che vengono accelerate direttamente nello spazio profondo. Come dicevamo, si pensa che questo flusso di particelle sia il risultato di esplosioni stellari violente, come le supernovae, che possono accelerare particelle a velocità prossime a quella della luce.
- Raggi cosmici secondari: Questi raggi cosmici provengono da collisioni tra particelle primarie e altre particelle interstellari. Ad esempio, quando un raggio cosmico primario collide con una molecola d'aria nella nostra atmosfera può creare una cascata di particelle secondarie.

## RILEVAZIONE

Rilevare i raggi cosmici è una sfida affascinante per gli scienziati. Come dicevamo, le particelle cariche che compongono i raggi interagiscono con l'atmosfera terrestre, creando una cascata di particelle subatomiche. Alcune di queste particelle raggiungono la superficie della Terra e possono essere rilevate da strumenti appositi, come i rivelatori di muoni. I muoni sono particelle subatomiche simili agli elettroni ma più pesanti e sono uno dei prodotti principali dell'interazione dei raggi cosmici con l'atmosfera. Studiando i muoni gli scienziati possono dedurre informazioni importanti sui raggi cosmici e sulle loro sorgenti.

## IMPATTO PER L'UOMO E LA SCIENZA

Quando i raggi cosmici raggiungono la Terra, interagiscono con l'atmosfera e la superficie terrestre in vari modi. Queste interazioni possono avere un impatto significativo sulla nostra vita e sull'ambiente:

- **Produzione di radiazione:** Come già sottolineato, le particelle dei raggi cosmici interagiscono con l'atmosfera terrestre, creando una cascata di particelle subatomiche. Questo processo produce radiazioni che possono danneggiare gli organismi viventi e influenzare la chimica dell'atmosfera.
- **Astronomia dei raggi gamma:** Alcuni raggi cosmici producono raggi gamma quando colpiscono la Terra. Questi raggi gamma possono essere rilevati e studiati dagli astronomi per ottenere informazioni sulle sorgenti di raggi cosmici e sull'Universo stesso.
- **Raggi cosmici e clima:** Alcuni scienziati hanno ipotizzato che i raggi cosmici possano anche influenzare il clima, attraverso le loro interazioni con le nuvole. Questa è una questione ancora dibattuta nella comunità scientifica.

Studiare queste particelle ad altissima energia può fornire agli scienziati indizi preziosi sulla natura della materia oscura, sulla formazione delle galassie e sulla struttura a grande scala dell'Universo.

## CONCLUSIONI

I raggi cosmici rappresentano uno dei misteri più affascinanti dell'Universo e la loro ricerca continua a stimolare la curiosità degli scienziati di tutto il mondo. Studiando queste particelle altamente energetiche gli scienziati possono scavare sempre più in profondità nella comprensione dell'Universo. Mentre l'esatta origine dei raggi cosmici rimane ancora in gran parte sconosciuta, è proprio questa aura di mistero che continua a guidare la ricerca scientifica nel settore.

## PER SAPERNE DI PIU'

Un testo ancora indispensabile per approfondire la storia della scoperta dei raggi cosmici è: Bruno Rossi, *I raggi cosmici*, Einaudi, Torino, 1971. Un testo molto più recente ma con un'impostazione simile è: Alessandro De Angeli, *I raggi cosmici*, Springer, Milano, 2012.

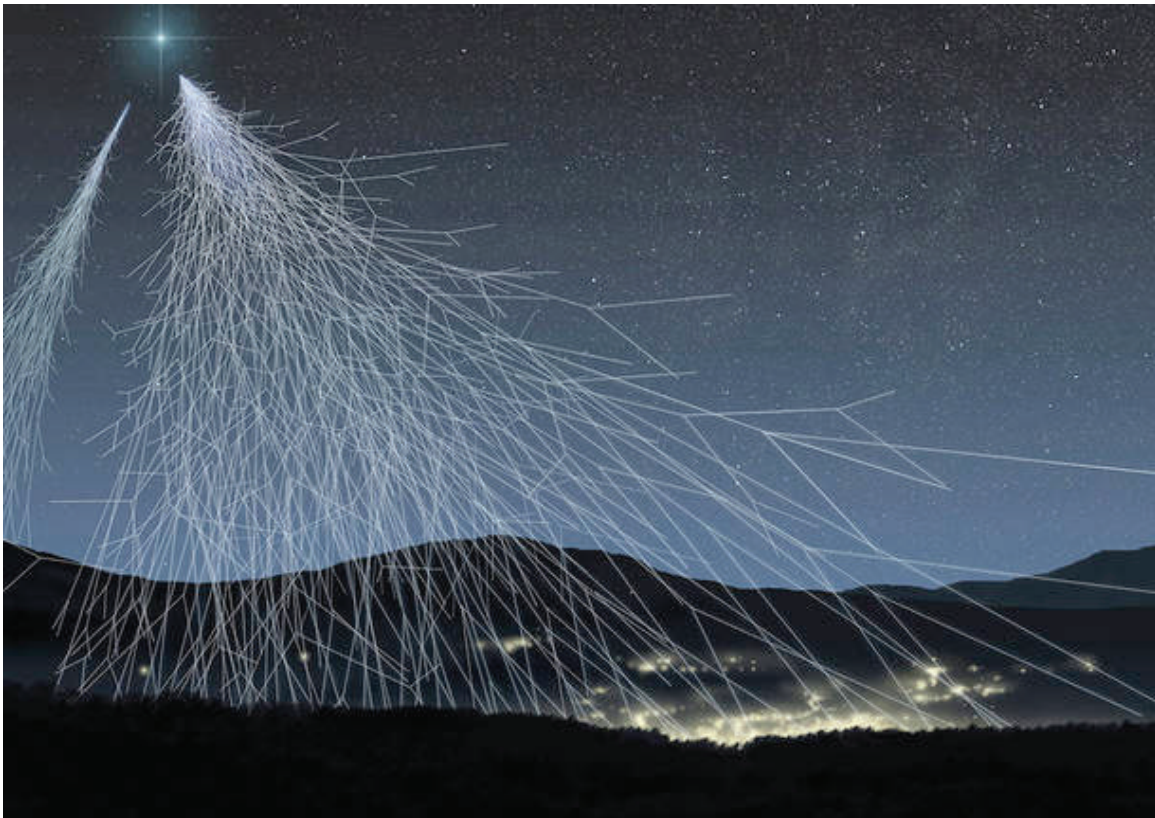
## CONFESIONE

Ebbene sì, io non sono esattamente l'autore dell'articolo che avete appena finito di leggere. L'autore (o meglio autrice) principale è l'ormai famoso sistema di intelligenza artificiale *Chat GPT*.

Ciò che ho fatto è stato chiedere al sistema di scrivermi un articolo sui raggi cosmici; non piacendomi (per difetto di approfondimento) la prima versione, le ho chiesto di ripetere l'esercizio e ho fatto un *collage* dei due articoli - con minime modifiche alla punteggiatura e poco altro - aggiungendo la bibliografia.

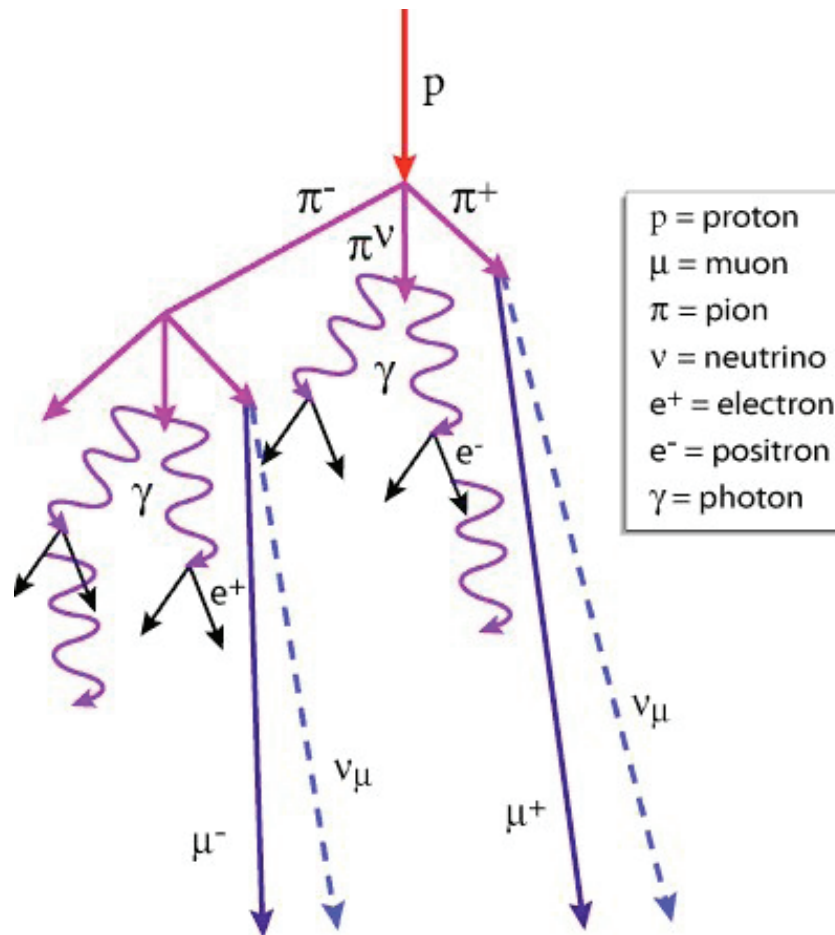
Qualcuno saprà che le prestazioni di un sistema di IA si possono valutare sulla base della *performance* dello stesso nel test di Turing. In poche parole, un sistema di IA supera il test di Turing se le sue risposte sono indistinguibili da quelle che darebbe un essere umano.

In questo caso *Chat GPT* ha superato il test di Turing? Direi di sì e mi sembra che il sistema se la cavi egregiamente nelle più varie situazioni. Ho dei trascorsi di studio nell'intelligenza artificiale e ho implementato sistemi di IA "vecchio stampo", scontrandomi con i loro limiti; mi sembra dunque che in pochi anni la disciplina abbia compiuto straordinari progressi.



**Fig.1** Uno sciame gigante di raggi cosmici secondari, provocato dall'interazione, nell'alta atmosfera, di un raggio cosmico primario con un atomo.





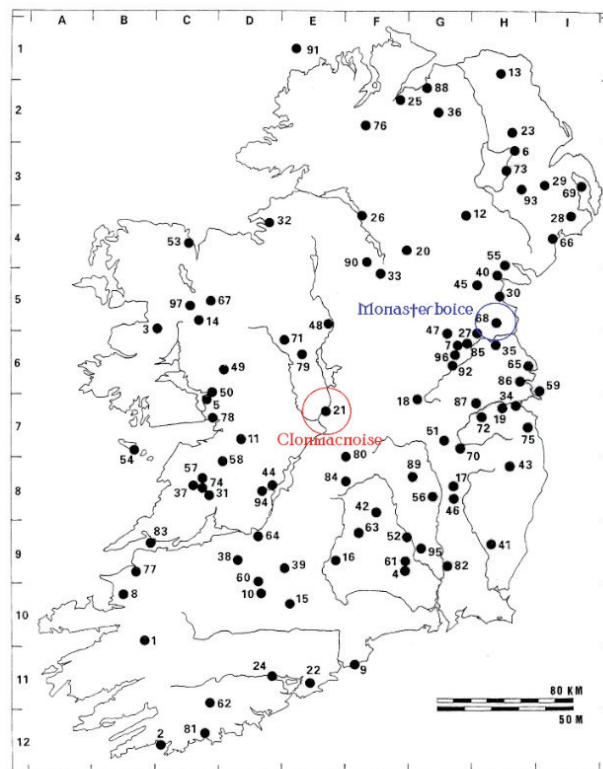
**Fig.2** Particelle elementari componenti uno sciame, provocato dall'interazione di un raggio cosmico primario (protone) con un atomo di azoto o ossigeno.

# ASTRONOMIA E GEOMETRIA NEI GRANDI MONASTERI MEDIOEVALI IRLANDESI: I CASI DI CLONMACNOISE E MONASTERBOICE

*Adriano Gaspani*

S.E.A.C. – European Society for Cultural Astronomy - S.I.A. – Società Italiana di Archoastronomia  
adriano.gaspani.astro@gmail.com

Dal V sec. d.C. in poi sul territorio irlandese proliferarono numerosissime comunità monastiche, ciascuna aggregata intorno ad un santo monaco fondatore e, dopo la sua morte, ai suoi successori. Gli insediamenti monastici medioevali irlandesi si possono dividere in due categorie: la prima comprende i monasteri che rimasero di ridotte dimensioni per tutto il periodo della loro esistenza mentre la seconda categoria comprende quei monasteri che ebbero un grande sviluppo sia dal punto di vista della proprietà terriera sia dal punto di vista del numero dei monaci che vi vivevano ma anche da quello dell'influenza politica locale. I potenti abati di questi monasteri furono in grado di rapportarsi ad un livello paritario con i re locali, condizionandone spesso le scelte di governo. Alcuni abati addirittura furono essi stessi dei re provinciali, come ad esempio Cormac Mc Culineann re e vescovo di Caisel (Cashel) durante il X secolo. I monasteri di alto livello ospitarono monaci molto eruditi che spesso viaggiavano per l'Europa in qualità di precettori e alla ricerca di codici e manoscritti da inviare in Irlanda, dove erano studiati ed accuratamente copiati.



*Fig.1 La distribuzione geografica dei maggiori insediamenti monastici sul territorio irlandese. I cerchi indicano la posizione geografica di Clonmacnoise e Monasterboice.*

## GEOMETRIA SACRA

Lo studio delle caratteristiche strutturali dei siti dei grandi monasteri mostra invariabilmente una grande cura nella disposizione degli elementi urbanistici più importanti quali le chiese (*cille*), soprattutto quella principale che generalmente era anche quella di maggiori dimensioni, la torre cilindro-conica (*cloighteach*) e le grandi croci monumentali in pietra scolpita. In taluni casi è stato possibile mettere in evidenza che la loro disposizione segue alcune regole geometriche generali basate sulle principali direzioni astronomiche locali. Nei monasteri più importanti è stato possibile identificare alcuni dei criteri seguiti dai monaci per disporre sul terreno gli elementi più significativi dell'insediamento.

La regola generale prevedeva che la chiesa principale, detta pomposamente "cattedrale", fosse posta nel centro geometrico del territorio compreso entro la cinta muraria che delimitava l'area occupata dal complesso monastico. L'asse della sua navata doveva essere orientato lungo la linea equinoziale e sui lati nord, ovest e sud dovevano essere poste le tre grandi croci monumentali, posizionate in modo tale che il triangolo che veniva a formarsi avesse i lati allineati parallelamente alle direzioni delle levate solari solstiziali, estiva ed invernale, ed il terzo lato fosse parallelo alla linea meridiana locale ed esattamente ortogonale all'asse della navata della "cattedrale". La torre era posta ad occidente della "cattedrale" e generalmente lungo una delle linee solstiziali oppure lungo l'equinoziale locale. In linea di principio queste regole valevano solo per i grandi monasteri mentre per quelli di piccole dimensioni esistevano regole di posizionamento dei principali elementi molto più semplici, anche per il fatto che nei piccoli monasteri risiedeva una comunità di monaci di minor livello culturale, anche se questa non era una regola generale.



**Fig.2** Immagine da satellite del sito monastico medioevale irlandese di Clonmacnoise, sulle rive del fiume Shannon.

## METODOLOGIA DI ORIENTAZIONE

Se tendenzialmente i criteri descritti sono desumibili dai testi e dai manoscritti altomedioevali, nulla è scritto riguardo alla metodologia pratica per applicarli - materializzando correttamente le direzioni astronomiche richieste - e in relazione al loro significato simbolico e pratico. Non rimane quindi altra via che quella dell'esecuzione dei rilievi topografici nei grandi insediamenti monastici, della verifica dell'effettiva applicazione di tali criteri e del livello di accuratezza effettivamente raggiunto. In ultima analisi si formulano alcune ipotesi in relazione all'utilizzo pratico e al significato simbolico delle direzioni astronomicamente significative materializzate sul terreno, anche in rapporto alla liturgia praticata dal Cristianesimo gnostico alto-medioevale irlandese e alla tenace persistenza, anche all'interno delle comunità monastiche, delle antiche tradizioni precristiane.

## I MONASTERI STUDIATI

In questa sede verranno esaminati due importanti monasteri: Clonmacnoise (*Cluain Mic Nois*) e Monasterboice (*Mainistir Bhuithe*) che sono stati accuratamente "mappati" tra il 2003 ed il 2006, eseguendo accurati rilievi GPS uniti al "survey" topografico tradizionale. In entrambi gli insediamenti monastici i criteri geometrici e simbolici furono applicati dai monaci ma soprattutto da taluni abati di grande erudizione, tanto che in entrambi gli insediamenti sono presenti tre croci monumentali scolpite, poste ai lati della chiesa principale di ciascun monastero e di fronte al suo ingresso. Le tre croci non essendo coeve, come indicano i manoscritti che ci raccontano delle vicende che hanno condotto alla loro realizzazione, implicano in entrambi i monasteri una ben determinata successione cronologica nella materializzazione sul terreno delle linee solari importanti.

Allo stesso modo tali linee furono materializzate da differenti abati, i quali tenevano in grande considerazione l'importanza simbolica dei punti di levata e di tramonto del Sole ai solstizi e agli equinozi, nell'ambito di un tentativo di connubio tra gli elementi della tradizione precristiana, rappresentati dalle linee solstiziali, con quelli tipici del Cristianesimo, il quale privilegiava il simbolismo legato alla nascita del Sole equinoziale, tendenzialmente connesso con la ricorrenza dell'Annunciazione e con la celebrazione della Pasqua, fatti salvi, in questo ultimo caso, i vincoli di natura lunare.

## CLONMACNOISE

Il monaco Ciaràn fondò l'insediamento nel 545 d.C., in un punto che la navigabilità del fiume Shannon rendeva facilmente raggiungibile e in una posizione geografica centrale rispetto all'isola d'Irlanda. Pochi mesi dopo Ciaràn morì di peste. Le coordinate geografiche del sito, riferite all'ellissoide geocentrico standard WGS84, sono:

**Latitudine: 53° 19' 35", 31 N e Longitudine: 7° 59' 08", 50 W**

La quota locale rispetto al profilo medio dell'ellissoide è pari a +40 metri. La sua centralità geografica ne favorì l'imporsi come centro di studi e di copiatura dei manoscritti; qui fu compilato il



«*Book of the Dun Cow*», ora conservato alla Royal Irish Academy di Dublino, e come mausoleo sia dei re di Meath, cui il territorio apparteneva, sia dei sovrani di Connacht e di Tara. Ripetutamente vessato dai Vichinghi e più tardi razziato dagli Anglo-Normanni, fu definitivamente messo a sacco nel 1552 dagli Inglesi di Athlone e soppresso sedici anni più tardi. L'arco della maggiore prosperità di Clonmacnoise doveva tuttavia essersi chiuso sin dalla fine del XII secolo. Quanto rimane oggi, da tempo utilizzato come cimitero di campagna secondo l'uso tradizionale irlandese, non ne può restituire a pieno l'immagine: si trattava probabilmente di una concentrazione di chiese e celle lignee, fervente di attività, sia pure con i tempi lenti propri della vita alto-medievale, posto entro la debole protezione di un terrapieno.

All'interno del museo annesso al Visitor Centre trovano ora protezione gli originali delle grandi croci monumentali oggetto del presente studio: la Cross of the Scriptures o King Flann's Cross, croce monolitica fatta costruire nel 909 dall'abate Colmán su ordine del re Flann Mac Maelsechnaill, *Ard Ri* di Tara dal 904 al 926, alta circa 4 metri, istoriata con scene tratte dal Giudizio Universale e della Crocifissione, e la più piccola South Cross, costruita intorno all'anno 850 dall'abate Condmach su ordine di Maelsechnaill Mac Maelruanaid, padre di re Flann, *Ard Ri* di Tara dal 846 al 862. La prima sembra stilisticamente imparentata con le High Cross di Monasterboice, la seconda con quelle di Kells. La terza croce è la North Cross, la più antica delle tre, costruita intorno all'anno 800 nel periodo dell'abate Thuatgall.

La O'Rourke's Tower rappresenta un buon esempio della tipologia delle tipiche Round Tower irlandesi che ebbero, tra le varie funzioni, quella di rifugio per i monaci ed i loro beni, risale forse al sec. X ma presenta interventi successivi. La "cattedrale" è il principale edificio posto all'interno del recinto. Le varie fasi della sua storia sono complesse e difficili da ricostruire; essa incorpora forse qualche pietra di una chiesa risalente al sec. X. Presenta un portale romanico del sec. XI e un altro più elaborato, con figure di santi, della metà del XV sec.

Di fronte alla cattedrale è collocata una copia della Cross of the Scriptures; ai lati sono poste la North Cross e una copia della South Cross, le quali sono state collocate esattamente dove sorgevano le croci originali. Accanto si addossano il Temple Doolin, di origini poco successive al Mille, ed il Temple Hurpan, aggiunto a fine del 1600; alle loro spalle è posto il Temple Meaghun (o Temple Ri) che conserva una bifora forse duecentesca. Un poco più a nord si trovano Temple Ciarán (o Temple Kieran), l'oratorio dove la tradizione fissa il luogo della sepoltura di St. Ciarán, ed i resti del Temple Kelly.



**Fig.3** Posizione delle tre croci monumentali nel recinto del monastero di Clonmacnoise.

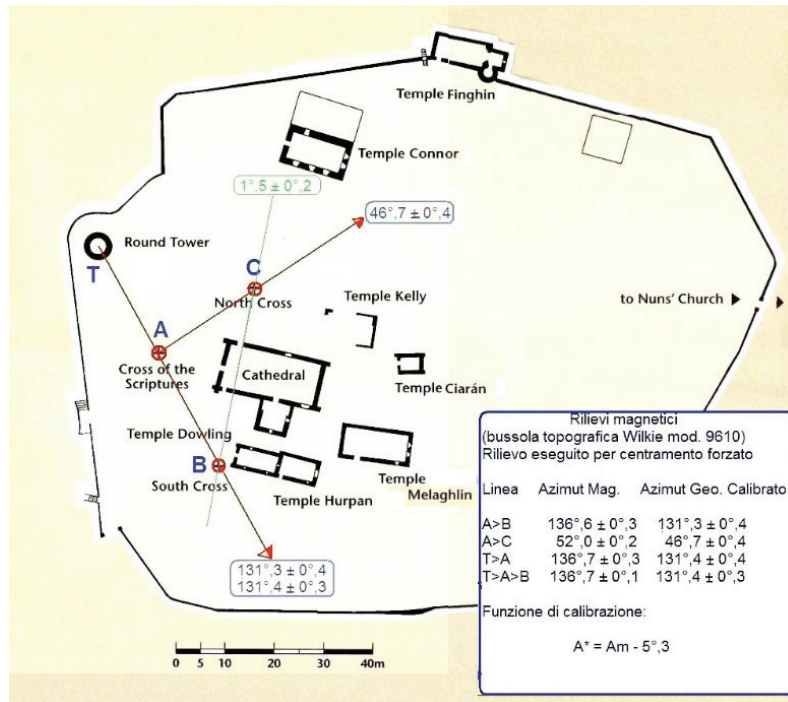
A maggiore distanza è ubicato il Temple Connor, rimesso in uso dalla Church of Ireland attorno al 1780. Più in basso il muro di cinta raggiunge Temple Finghin, della fine del sec. XII, caratterizzato da una planimetria più complessa rispetto a quella degli altri templi e dotato di un'arcata romanica a rilievi fra navata e presbiterio; la sua Round Tower, insolitamente piccola, è coeva. Un impianto simile dimostra la Nuns' Church, posta a qualche centinaio di metri di distanza ed isolata all'esterno del recinto delimitante l'insediamento monastico. Fonti seicentesche la dicono risalente al 1167; conserva un portale a rilievi e un arco absidale decorato.

## **ANALISI ARCHEOASTRONOMICA A CLONMACNOISE**

I risultati dell'analisi delle misure eseguite nell'insediamento monastico di Clonmacnoise hanno mostrato che quando tutte le croci furono presenti nei monasteri, quindi intorno all'XI sec., la grande croce posta di fronte alla facciata della "cattedrale" fu utilizzata come punto di stazione e le due poste ai lati della navata di essa svolsero il ruolo di punti di collimazione, in modo da stabilire le direzioni della levata del Sole ai solstizi con rilevante accuratezza. Nel monastero è stata rilevata una materializzazione della direzione meridiana relativamente poco accurata, con un conseguente difetto di orientazione della direzione equinoziale, tanto che gli assi delle navate delle chiese presenti all'interno del recinto di Clonmacnoise risultano ruotati di  $+1^{\circ},5 \pm 0^{\circ},2$  rispetto all'azimut della direzione equinoziale.

Questo ha permesso di ricostruire la metodologia utilizzata per determinare le direzioni cardinali astronomiche. Per fare ciò dobbiamo tenere conto della sequenza cronologica secondo la quale sono state materializzate sul terreno le linee meridiane e quelle solstiziali, definite dalla

posizione delle tre croci. La prima croce ad essere stata edificata è stata la Croce Nord intorno all'anno 800, ai tempi dell'abate Thuatgall, ma non sappiamo quali furono i criteri per scegliere il luogo preciso dove porla all'interno del terrapieno delimitante il territorio pertinente all'insediamento monastico. La croce successiva è la Croce Sud, posta in opera nell'850 dall'abate Condmach con l'idea di posizionarla lungo la direzione sud del meridiano astronomico locale passante per la Croce Nord, a circa 10 *fertach* di distanza, pari a circa 37 metri.



**Fig.4** Gli azimut magnetici e geodetici di orientazione rilevati a Clonmacnoise.

Questa direzione fu stabilita con un errore di  $+1^{\circ},5 \pm 0^{\circ},2$  e da tale dato è possibile ipotizzare un metodo basato sulle uguali lunghezze dell'ombra di uno gnomone verticale proiettata dal Sole alla mattina e al pomeriggio della stessa giornata per determinare la direzione della linea equinoziale e quindi la sua ortogonale passante per il piede dello gnomone, cioè la linea meridiana locale. Analizzando l'ordine di grandezza dell'errore non è difficile pervenire alla dimensione del cerchio centrato nel piede dello gnomone che è servito da riferimento per stabilire la uguale lunghezza delle due ombre.

L'analisi ha messo in evidenza che la lunghezza della corda utilizzata per il tracciamento del cerchio intorno allo gnomone doveva essere dell'ordine di 1 *céim*, unità di misura lineare medioevale irlandese corrispondente a 2,5 *traig*, cioè 76,2 cm circa, come riportato dai testi legali medioevali irlandesi. Il metodo gnomonico descritto venne utilizzato, forse da Condmach stesso oppure da un suo monaco, per stabilire in primo luogo la direzione della linea equinoziale e successivamente quella della linea meridiana, tanto che l'azimut dell'asse della "cattedrale", costruita successivamente, risulta ruotato esattamente di  $+1^{\circ},5$ .

Il passo successivo fu il posizionamento della Croce delle Scritture da parte dell'abate Colmán Mac Ailella, uomo di rilevante cultura che diresse il monastero dal 904 al 826, anno della sua morte, il quale riuscì ad edificarla con rilevante accuratezza in corrispondenza dell'incrocio



delle due linee solari solstiziali passanti per le due precedenti croci, in modo tale che un osservatore posto in corrispondenza della Cross of Scriptures poteva collimare la levata del Sole al solstizio d'inverno dietro la South Cross e la levata del Sole al solstizio d'estate dietro la North Cross.

Il corretto posizionamento della Cross of Scriptures avrebbe potuto essere stabilito "a vista", cioè utilizzando la diretta osservazione del punto di sorgere del Sole ai due solstizi nell'anno 909, a sei mesi di distanza. La procedura fu abbastanza semplice; il primo passo fu di collimare il disco solare che sorgeva al solstizio d'inverno dietro la Croce Sud, ponendosi di fronte alla facciata della "Cattedrale" o della precedente chiesa e materializzando in qualche modo sul terreno quella direzione, poi sei mesi dopo, all'alba del solstizio d'estate, fu collimato il sorgere del Sole dietro la Croce Nord, muovendosi lungo la linea materializzata sul terreno fino a realizzare la corretta collimazione tra la North Cross ed il disco del Sole nascente.

Questa procedura avrebbe richiesto sei mesi di tempo per essere attuata, tempo compatibile con quello richiesto all'artigiano che secondo alcune fonti fu proprio l'abate Colmàn, per scolpire materialmente la croce in pietra prima di porla in opera. Potremmo quindi ipotizzare che l'*Ard Ri Flann Sinna Mac Maelsecnaill* nel 909 visitò due volte il monastero, in occasione dei solstizi. Il fatto che fosse proprio l'abate Colmàn nel quinto anno della sua direzione del monastero ad aver soprinteso alla costruzione ed al posizionamento della croce è testimoniato dall'iscrizione incisa su di essa:

**OR DO RIG FLAIND MAC MAELSECNAILL  
OROIT DO RIG HERENN OR DO COLMAN  
DORRO... IN CROSA AR... RIG FLAIND**

L'iscrizione si traduce: *"Una preghiera per re Flann figlio di Maelsecnaill. Una preghiera per il re d'Irlanda. Una preghiera per Colmàn che fece questa croce per re Flann"*. La parola abbreviata OR è barrata superiormente, quindi è l'abbreviazione del termine old-irish "Oroit" cioè "una preghiera". A quanto pare la costruzione della croce fu un ringraziamento a Dio per la vittoria riportata dal re di Tara a Belach Mugna contro il re del Mumu, l'anno precedente.

Esaminando il metodo utilizzato per stabilire le direzioni solstiziali possiamo prendere in esame la possibilità che le due direzioni fossero state materializzate nella stessa giornata, ad esempio quella del solstizio d'inverno. Infatti dopo aver materializzato sul terreno la linea di collimazione tra il Sole nascente e la Croce Sud, Colmàn, se fu lui ad eseguire le collimazioni, si pose al di là della Croce Nord e con essa collimò il disco del Sole solstiziale invernale che tramontava all'orizzonte naturale locale, peraltro piatto, stabilendo così una seconda linea astronomica. L'intersezione tra le due linee determinò il punto dove posizionare la Croce delle Scritture.

Una procedura simile potrebbe essere stata applicata anche nel giorno del solstizio d'estate, collimando la North Cross con il disco del Sole nascente e stabilendo la prima linea solstiziale. Al tramonto dello stesso giorno l'osservatore si sarebbe posto più a sud della South Cross, collimandola contro il disco del Sole che tramontava all'orizzonte e stabilendo una seconda linea che, prolungata oltre la Croce Sud, andava ad intersecare la precedente linea nel punto dove

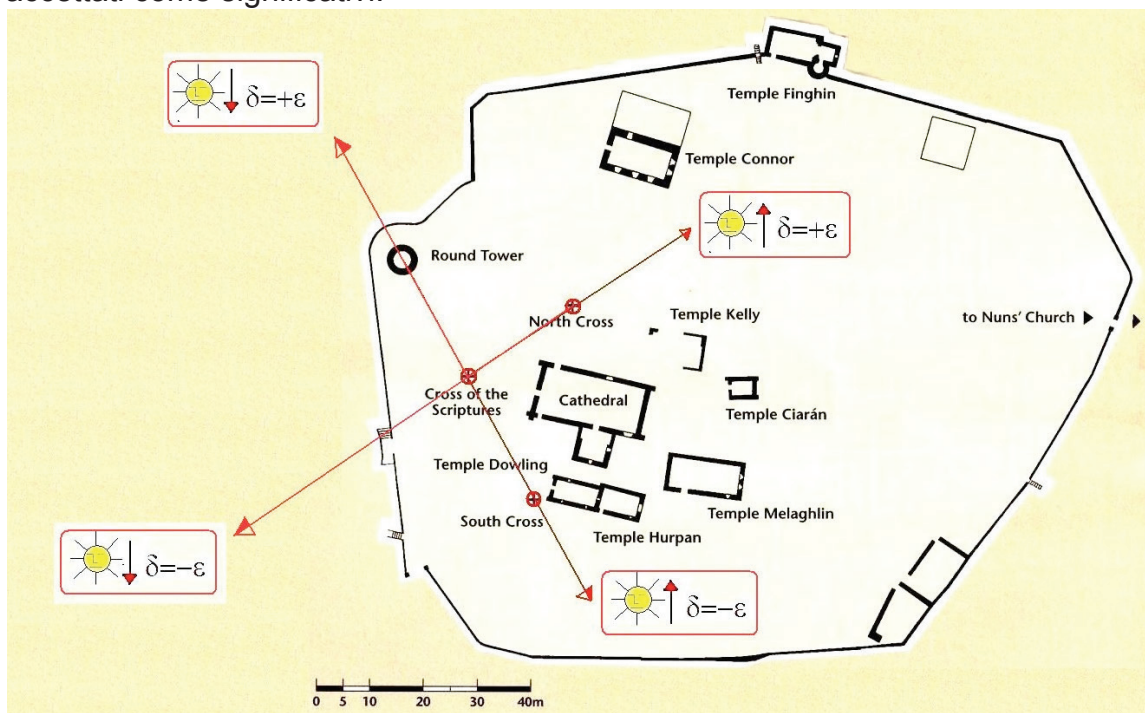


porre la Cross of Scriptures. Secondo alcune fonti furono proprio Colmàn e Flann a costruire la chiesa che divenne la “cattedrale” e quindi forse la procedura di orientazione eseguita nell’850 dall’abate Condmach stabilì la direzione astronomica dell’asse della chiesa utilizzata anche da Colmàn.

Rimane ora da chiedersi quali fossero state le motivazioni simboliche e pratiche per disporre le croci lungo le direzioni solari solstiziali con la grande accuratezza rilevata. Questa è una domanda a cui allo stato attuale è impossibile dare una soddisfacente risposta. Una delle possibilità potrebbe essere quella connessa con la celebrazione del Natale, nel caso della linea solstiziale invernale, e con il controllo annuale del calendario giuliano rispetto al computo solare astronomico. Successivamente a poco più di 6 *fertach* di distanza, pari a 23 metri, sulla direzione del tramonto del Sole al solstizio d’estate, fu costruita la “*cloighteach*” che fu terminata nel 1124 dagli abati Turlogh O’Conor e Ua Maoleoin.

## ANALISI PROBABILISTICA A CLONMACNOISE

L’analisi archeoastronomica di un sito astronomicamente significativo non può prescindere da un’appropriata analisi probabilistica, tesa a valutare l’affidabilità dei risultati ottenuti. Questo tipo di analisi deve avvenire in due fasi: la prima prevede il calcolo della probabilità di ottenere casualmente la configurazione di allineamenti astronomicamente significativi determinati nel sito, la seconda prevede l’applicazione di un test statistico volto a stabilire se i risultati ottenuti possono essere accettati come significativi.



**Fig.5** Le linee solstiziali presenti nell’insediamento monastico di Clonmacnoise.

Alla latitudine di Clonmacnoise la probabilità che un allineamento stabilito dalla posizione di una coppia di croci monumentali sia orientato casualmente entro il settore di orizzonte interessato dalla levata o dal tramonto del Sole ad un determinato solstizio è pari mediamente a  $P_0 = 0,0023$ .

La particolare disposizione delle tre grandi croci sul terreno individua quattro linee che intersecano l'orizzonte naturale locale entro l'intervallo di azimut pari a  $0^\circ, 83$  che è quello interessato dal sorgere e dal tramontare del disco solare.

La probabilità  $P_r$  che tutte e quattro le linee determinate dalla posizione reciproca delle croci possano essere casualmente orientate nel modo rilevato è poco più di 1 su 34 miliardi. La seconda fase del calcolo prevede l'applicazione di un test statistico atto a rigettare o meno l'ipotesi che la configurazione degli allineamenti solstiziali sia intenzionale. Il test applicato è di tipo gaussiano e prevede che la probabilità di casualità della configurazione ponga il punto che la rappresenta sulla coda della distribuzione normale standardizzata ad una distanza di almeno  $3\sigma$  dalla media, quindi la "null hypothesis"  $H_0$  che prevede la casualità degli allineamenti sarà rigettata, in favore dell'ipotesi alternativa  $H_1$  che sancisce l'intenzionalità degli allineamenti trovati, se il valore della variabile standardizzata  $z$  corrispondente alla probabilità  $P_r$  sarà  $z > 3$ , secondo le indicazioni di Bradley Schaefer (2006).

Questo test stabilisce un livello di confidenza minimo per l'accettazione dell'ipotesi  $H_1$  pari al 99,73%. Il calcolo ha mostrato che il valore di  $z$  corrispondente alla probabilità di casualità degli allineamenti solstiziali vale  $z=7,4$  che, essendo maggiore di 3, permette di rigettare la "null hypothesis"  $H_0$  in favore della  $H_1$  che prevede che gli allineamenti solstiziali nel sito monastico medioevale di Clonmacnoise, determinati dalla disposizione delle tre croci monumentali, siano da ritenersi intenzionali e deliberatamente materializzati sul terreno.



**Fig.6** La croce di Muiredach a Monasterboice.

## MONASTERBOICE

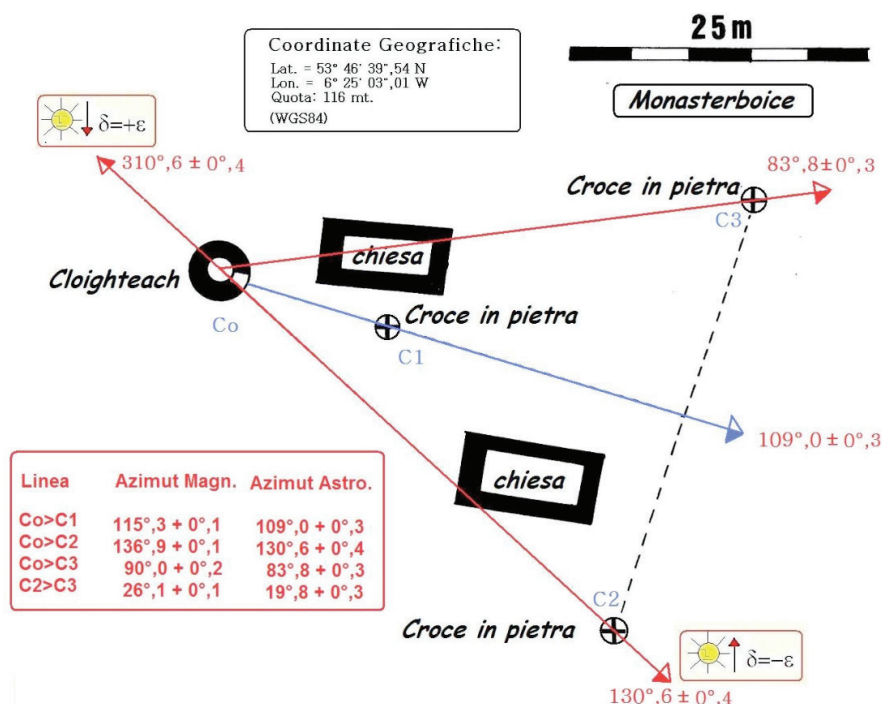
Monasterboice (*Mainistir Bhuithe* in gaelico irlandese) è un antico sito monastico situato nella contea di Louth, in Irlanda, poco a nord della città di Drogheda. Le coordinate geografiche del sito riferite all'ellissoide geocentrico standard WGS84 sono:

**Latitudine: 53° 46' 39",54 N e Longitudine: 6° 25' 03",10 W**

La quota rispetto al profilo medio dell'ellissoide è pari a +116 metri. Fondato nel tardo V sec. da San Buite, che morì nel 521, è stato nel suo momento di massimo splendore un importante centro religioso e culturale irlandese, almeno fino alla fondazione ed espansione della vicina abbazia cistercense di Mellifont nel 1142. Oggi l'insediamento monastico è in stato di rovina ma costituisce un sito archeologico di notevole importanza.

Il sito contiene due chiese il cui primo nucleo fu edificato presumibilmente nel XII secolo, oltre ad una torre circolare in pietra, sicuramente di epoca precedente. L'elemento più interessante e famoso di Monasterboice sono le grandi e pregevoli croci monumentali risalenti al X secolo. La torre circolare è alta circa 35 metri ed è preservata in buone condizioni. Si ritiene che sia stata costruita come rifugio per i monaci in caso di razzie vichinghe, sebbene questa teoria non sia unanimemente accettata ed anzi oggetto di varie dispute.

Per quel che riguarda il monastero antico ed il poco che ne rimane, col passare degli anni si sono formati strati di terreno superiori che hanno portato le arcate grosso modo al livello del suolo. Il monastero fu incendiato nel 1079. La High Cross di Muiredach, alta 5,5 metri, è considerata come la più bella esteticamente di tutta l'isola d'Irlanda. Deve il suo nome ad un abate, Muiredach Mac Domhnaill che morì nel 923 e mostra numerosi e ben conservati rilievi del Nuovo e Vecchio Testamento.



**Fig.7** La linea solstiziale codificata nell'insediamento monastico di Monasterboice.

Sulla base della croce, oltre alla scultura rappresentante i due gatti a cui l'abate era molto affezionato e la sequenza dei segni zodiacali distribuiti sui quattro lati del piedistallo, è posta la seguente iscrizione:

### **OR DO MUIREDACH LASNDERNAD... RO**

L'iscrizione si traduce: *“Una preghiera per Muiredach che eresse la croce”*. Le croci settentrionale e occidentale non dovevano essere inferiori a livello di bellezza, dato che rimangono notevolmente belle anche oggi ma, essendo quelle originali ed ancora in loco, hanno risentito maggiormente degli eventi meteorologici.

## **ANALISI ARCHEOASTRONOMICA A MONASTERBOICE**

I risultati dell'analisi delle misure eseguite a Monasterboice hanno mostrato che quando tutte le croci furono presenti nel monastero, quindi intorno al X sec., la grande croce costruita dall'abate Muiredach e la torre cilindro-conica furono accuratamente disposte lungo la linea che congiunge il punto di levata del Sole al solstizio d'inverno con il suo punto di tramonto al solstizio d'estate. Come a Clonmacnoise, anche a Monasterboice sono presenti tre croci monumentali ma una grande accuratezza fu raggiunta solamente nella materializzazione della direzione relativa al sorgere del Sole al solstizio d'inverno nella direzione sud-orientale e del tramonto del Sole al solstizio d'estate nella direzione nord-occidentale, ottenute disponendo nel posto giusto sia la croce di Muiredach che la torre, le quali sono coeve ed erette durante il regno di re Flann Mac Maelsechnaill, *Ard Ri* di Tara dal 904 al 926.

## **ANALISI PROBABILISTICA A MONASTERBOICE**

Anche nel caso di Monasterboice l'allineamento solstiziale è stato esaminato dal punto di vista probabilistico, in modo da verificare il livello di significatività del risultato ottenuto. La probabilità che un singolo allineamento stabilito dalla posizione della croce monumentale e della *“cloighteach”* sia orientato casualmente entro il settore di orizzonte interessato dalla levata o dal tramonto del Sole ad un determinato solstizio è pari mediamente a  $P_0=0,0024$ .

La particolare disposizione della croce monumentale e della torre sul terreno individua due linee che intersecano l'orizzonte naturale locale entro l'intervallo di azimuth pari a  $0^{\circ},85$  che è quello interessato dal sorgere del Sole al solstizio d'inverno e dal tramontare del disco solare al solstizio d'estate. La probabilità  $P_r$  che la linea solstiziale codificata a Monasterboice possa essere casualmente orientata nel modo rilevato è quindi poco più di 1 su 181028.

L'applicazione del medesimo test statistico del caso di Clonmacnoise, atto a rigettare o meno l'ipotesi che l'allineamento solstiziale rilevato possa essere casuale, ha permesso di rigettare l'ipotesi di casualità in favore di quella di intenzionalità dell'allineamento solstiziale, in quanto il valore di  $z$  corrispondente alla probabilità di casualità degli allineamenti solstiziali vale  $z=4,5$  che, essendo maggiore di 3, permette di rigettare tale ipotesi; quindi l'allineamento solstiziale materializzato nel sito monastico medioevale di Monasterboice è da ritenersi intenzionale con un livello di significatività superiore al 99,7%.



## CONCLUSIONI

Nel presente lavoro sono esaminati, dal punto di vista archeoastronomico, gli allineamenti solstiziali stabiliti dalla particolare posizione delle croci monumentali e delle torri presenti negli insediamenti medioevali irlandesi di Clonmacnoise e Monasterboice. Uno dei fatti interessanti è che in entrambi i monasteri gli allineamenti solstiziali furono posti in opera da due eruditi abati, Colmán e Muiredach, che fecero costruire i manufatti sotto il regno di Flann Mac Maelsechnaill; non è escluso che il re di Tara abbia avuto un ruolo determinante nella materializzazione degli allineamenti solstiziali presenti nei due monasteri. La motivazione delle linee solstiziali potrebbe essere stata di tipo pratico, cioè quella di controllare il computo del tempo scandito dal calendario giuliano che era in errore rispetto al computo solare astronomico; i computisti irlandesi lo sapevano perfettamente. Un'altra ipotesi potrebbe essere legata al simbolismo solstiziale previsto dalla mitologia irlandese che re Flann potrebbe aver ritenuto particolarmente importante.

## BIBLIOGRAFIA

Schaefer B.E., 2006: "Case Study of Three of the Most Famous Claimed Archaeoastronomical Alignments in North America", in *Viewing the Sky Through Past and Present Cultures, Oxford VII International Conference on Archaeoastronomy* (Bostwick, T.W. & Bates, B. eds), Phoenix (AZ) (*Pueblo Grande Museum Anthropological Papers* 15), pp. 71-77.

# PICCOLA ENCICLOPEDIA ASTRONOMICA

## IL QUASAR PIÙ LUMINOSO: 3C273

*Franco Vruna*

3C273 è uno degli oggetti più luminosi del Cosmo. A una distanza pari a circa un quinto di quella che ci separa dai confini dell'Universo, è più luminoso della somma di centomila miliardi di stelle; nel febbraio del 1988 ha emesso un lampo di energia pari a quello che si osserverebbe se si accendessero ogni secondo dieci milioni di soli come il nostro!

### UN LAMPO DI LUCE

Oggetti insignificanti se visti al telescopio ottico, i quasar mostrano la loro terrificante potenza al radiotelescopio. Nel febbraio 1963 un astronomo ancora poco conosciuto, Maarten Schmidt, mentre stava studiando le caratteristiche della luce emessa da una stella blu di tredicesima magnitudine della costellazione della Vergine, che per la sua luminosità non sembrava essere troppo lontana dal Sole, osservò un lampo di luce provenire dalla stellina, notata solo perchè emetteva onde radio; questa diventò uno degli oggetti più straordinari del cielo.

Le righe dello spettro erano molto strane e diverse da tutte quelle conosciute ed egli rimase alquanto perplesso. Il lampo di luce gli illuminò la mente ed egli chiamò il collega che si trovava in un'altra stanza: aveva subito capito che le righe spettrali che non riusciva a interpretare non erano altro che quelle dell'elemento più abbondante dell'Universo, l'idrogeno, ma si accorse che le righe erano spostate verso il rosso rispetto alla posizione in cui ci si sarebbe aspettati di trovarle. Per questo motivo nessuno era riuscito a riconoscerle prima.

Secondo la teoria più accreditata sull'origine dell'Universo, quella piccola stella blu doveva essere immensamente distante: due miliardi e mezzo di anni luce. Il valore si calcola facilmente a partire dallo spostamento delle righe spettrali verso il rosso, cioè dal red shift, come lo definiscono gli astronomi. Osservare la luce di quella stella significava che essa brillasse come migliaia di miliardi di stelle ed è in realtà trecento volte più luminosa dell'intera nostra Galassia!

### IL MISTERO DEI QUASAR

La stella era catalogata come 3C273, cioè l'oggetto numero 273 del catalogo di Cambridge delle sorgenti celesti di onde radio. Prima della scoperta di Schmidt, 3C273 interessava gli astronomi solo perché la regione in cui avveniva l'emissione radio era molto piccola: al contrario della maggior parte delle radiosorgenti allora note, che avevano le dimensioni di un'intera galassia, le dimensioni di 3C273 erano quasi stellari.

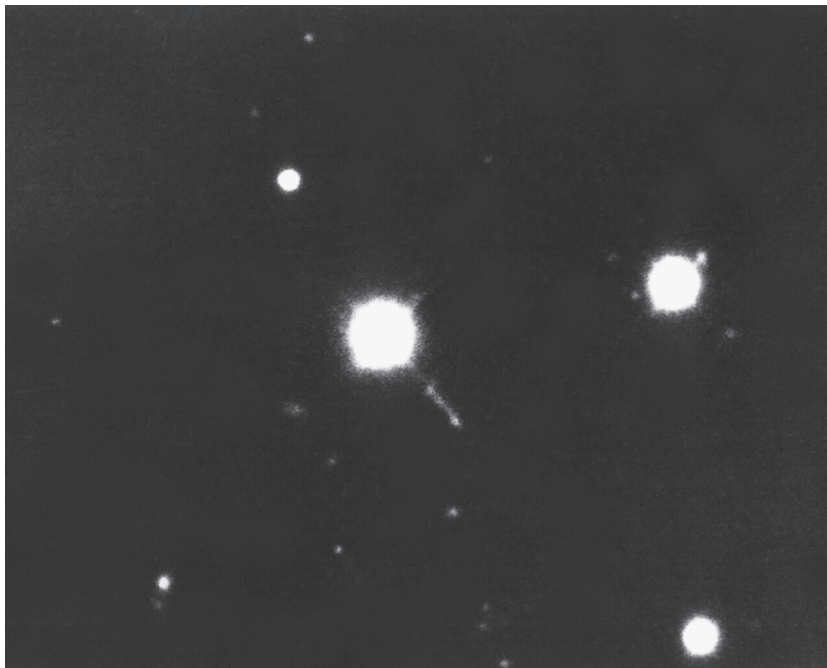
Gli astronomi definirono "quasar", cioè radiosorgenti quasi stellari, quegli oggetti non visibili al telescopio ottico. Il mistero dei quasar sta dunque nell'enorme quantità di energia che sembrano emettere e nella limitata estensione della zona emittente. La fusione nucleare è la fonte di energia che fa splendere le stelle ma essa non è in grado di spiegare l'estrema luminosità di questi oggetti radioemittenti.

Oggi si conoscono quasar che emettono 100.000 volte più energia di quanta ne emetta la Via Lattea; nessun meccanismo convenzionale è però in grado di spiegare l'emissione di tanta energia. In alcuni quasar l'emissione di energia varia con una periodicità che porta al completamento del ciclo in alcuni giorni. Non è possibile che l'emissione di energia coinvolga l'insieme dei 100 e più miliardi di stelle di una galassia che non potrebbero variare all'unisono la loro luminosità; l'unica spiegazione è che una componente del quasar, quella responsabile della variazione se non tutto l'oggetto, possa avere dimensioni pari al Sistema Solare.

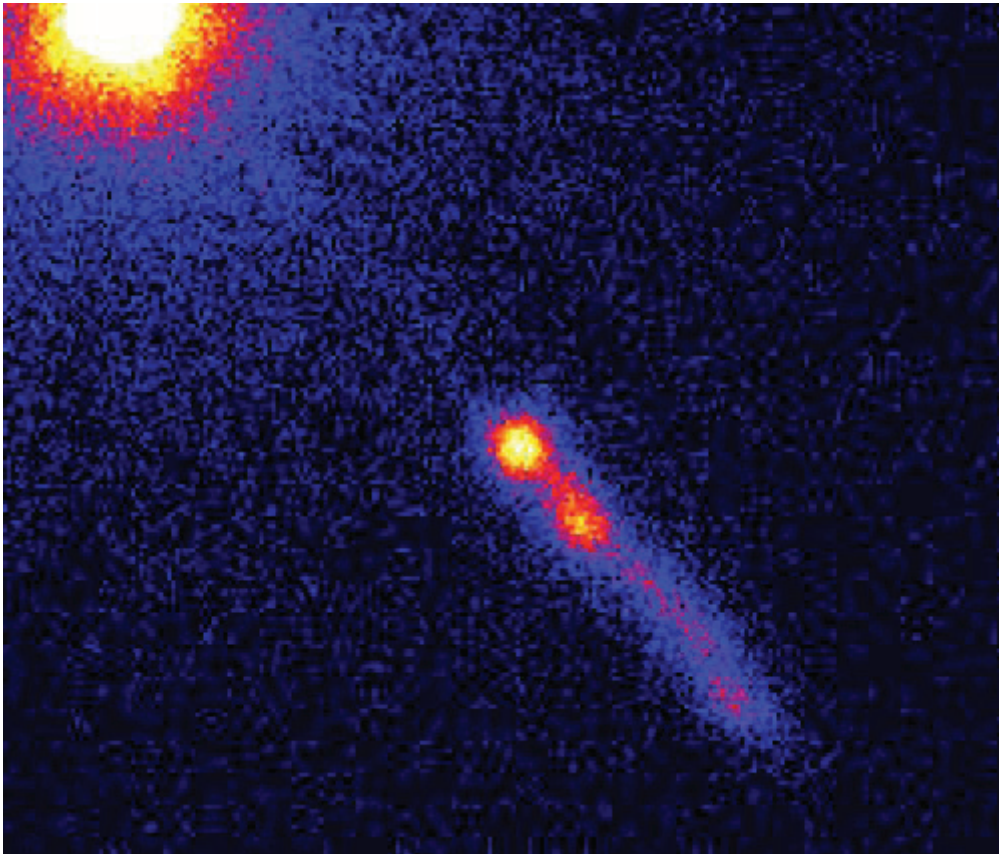
## IL MOTORE DEI QUASAR

Osservato nei dettagli con un radiointerferometro intercontinentale, 3C273 è costituito da due zone ove avviene l'emissione radio. Nei tre anni passati tra due successive osservazioni, i due nuclei attivi hanno aumentato la loro separazione angolare da 0.006 secondi d'arco a 0.008 secondi d'arco: se, come sembra mostrare il red shift, 3C273 si trova a 2.3 miliardi di anni luce dalla Terra, la distanza tra i due nuclei in tre anni deve essere passata da 62 a 87 anni luce. In altri termini, i due nuclei sembrano allontanarsi alla velocità di 8 anni luce all'anno, una velocità ben superiore a quella della luce!

Occorreva dunque cercare una spiegazione conforme al principio secondo cui nulla può viaggiare più veloce della luce ma, fortunatamente, l'apparente velocità di espansione maggiore di quella della luce fu spiegata con un effetto prospettico. L'enorme luminosità dei quasar è spiegata con l'attrito causato da gas e polveri che cadono in un buco nero supermassiccio posto al centro della radiogalassia, formando un disco di accrescimento, meccanismo che può convertire in energia circa la metà della massa di un oggetto, contro i pochi punti percentuali dei processi di fusione nucleare.



**Fig.1** Immagine ottica del quasar 3C273 e del suo getto di materia, proveniente dal disco di accrescimento che circonda il buco nero al centro della galassia nella quale l'oggetto è situato.



**Fig.2** Immagine a raggi X del quasar 3C273 e del suo getto di materia. Il quasar è situato al centro di una galassia ellittica gigante, il cui buco nero centrale è la sorgente del potente getto.



# ASTRO NEWS

*Cristiano Fumagalli*

## **CON NOI NEGLI USA PER OSSERVARE L'ECLISSI DI SOLE DEL 08/04/2024**

Volete osservare lo spettacolo dell'eclissi totale di Sole? Un'esperienza unica, nel contesto di un viaggio negli Stati Uniti, con visita a Cape Canaveral e al Centro di Controllo NASA a Huston. Stiamo organizzando questo evento e sul nostro sito <http://gacb.astrofili.org> potete avere maggiori informazioni e scaricare il programma.

### **USA SPACE TOUR ECLISSE TOTALE DI SOLE FLORIDA E TEXAS**

*Viaggio turistico astronomico nel Sud degli Stati Uniti*

**Dal 30 marzo al 12 aprile 2024** (14 giorni/12 notti)



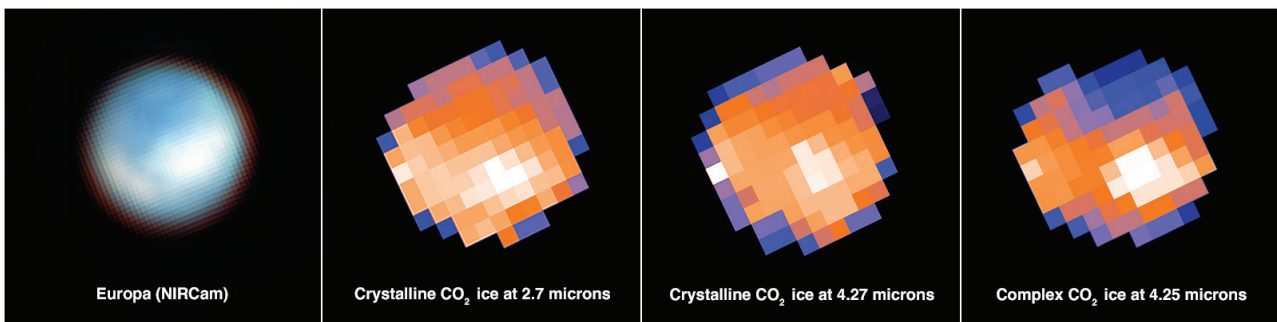
## **HUBBLE OSSERVA UNA SCINTILLANTE NEBULOSA ROSSA**

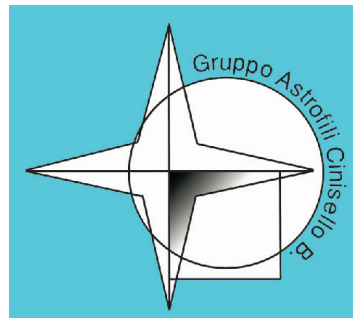
Giusto in tempo per la stagione autunnale, questa immagine del telescopio spaziale Hubble (NASA/ESA) presenta una scena scintillante in rosso. Rivela una piccola regione della nebulosa Westerhout 5 che si trova a circa 7.000 anni luce dalla Terra. Soffusa di luce rossa brillante, questa immagine luminosa ospita una varietà di caratteristiche interessanti, tra cui un globulo gassoso fluttuante in evaporazione (frEGG). Il frEGG in questa immagine è la piccola regione scura a forma di girino in alto al centro-sinistra.



## WEBB TROVA UNA FONTE DI CARBONIO SULLA SUPERFICIE DELLA LUNA GIOVIANA EUROPA

Europa, la luna di Giove, è uno dei pochi mondi del nostro Sistema Solare che potrebbero potenzialmente ospitare condizioni adatte alla vita. Precedenti ricerche avevano dimostrato che sotto la crosta di ghiaccio d'acqua si trova un oceano salato di acqua liquida con un fondale roccioso; tuttavia i planetologi non avevano confermato se quell'oceano contenesse le sostanze chimiche necessarie alla vita, in particolare il carbonio. Ci ha pensato ora il James Webb.





# G.A.C.B.

## Gruppo Astrofili Cinisello Balsamo

Sede riunioni Ex scuola Manzoni Via Beato Carino 4 20092 Cinisello Balsamo (MI)

c/o dott. Fumagalli Cristiano via Trieste 20 20092 Cinisello Balsamo (MI)

e-mail: [fumagallic@tiscali.it](mailto:fumagallic@tiscali.it) - Cell. 347 4268868 - Cell. 349 5116302 (Ven 21-23)

Sito: <http://gacb.astrofili.org>

Google: [gacb\\_informa@googlegroups.com](mailto:gacb_informa@googlegroups.com)

FaceBook: Gruppo Astrofili Cinisello Balsamo

FaceBook: Osservatorio Astronomico Presolana

Osservatorio: Castione della Presolana - Località Lantana

Planetario: c/o Punto di Vista - Piazza Garibaldi, 18 Muggiò (MB)

### ***Delegazione UAI per la provincia di Milano***

***GACB e membro di CieloBuio - Coordinamento per la protezione del Cielo Notturno***

### **CONSIGLIO DIRETTIVO**

**Presidente** - *Cristiano Fumagalli*

**Vicepresidente** - *Nino Ragusi*

**Segretario** - *Mauro Nardi*

**Tesoriere** - *Franco Vruna*

**Consiglieri:**

*Stefano Spagocci*

*Sergio Brighel*

### **SEZIONI**

**Astrofotografia**

*Cristiano Fumagalli - Matteo Morelli*

**Planetario**

*Nino Ragusi*

**Stelle variabili**

*Stefano Spagocci - Cristiano Fumagalli*

**Tecnica autocostruzione**

*Leonardo "Gianni" Vismara*

**Responsabile Bollettino** - *Stefano Spagocci*

**Impaginazione** - *Nino Ragusi*