

Solstizi, apsidi, maree e catastrofi

Solstices, apsides, tides and disasters

SIGISMONDI C. (*)

INTRODUZIONE

L'influenza mareale del Sole e della Luna è spesso correlata con gli eventi calamitosi quali terremoti e tsunami.

Gli esempi più recenti sono quelli del terremoto in Turchia dell'agosto 1999 che ha seguito di 10 giorni l'eclissi totale; lo tsunami del 26 dicembre 2004 seguiva di qualche giorno la Luna piena in perigeo, ed il terremoto dell'Aquila del 6 aprile 2009 è giunto al termine di una serie sismica iniziata proprio con la Luna piena in perigeo di gennaio.

Non ultima, per impatto mediatico, è stata la situazione prevista per il 21 dicembre 2012, che pur non essendo definita in termini scientificamente chiari viene supportata con dovizia di dettagli pseudo-scientifici la cui intercorrelazione è tutta da dimostrare.

Questa è l'epoca storica in cui lavora il maggior numero di giornalisti, eppure di fronte a questo tema è difficile leggere qualcosa di professionalmente sensato.

Questo panorama aiuta ad affrontare anche il tema delle influenze mareali durante i solstizi dell'88 d.C., descritti da Marziale a proposito dell'identificazione dell'evento calamitoso che ha riguardato il Lazio tra il monte Albano ed il Tirreno.

MAREE DELLA LITOSFERA

Il fenomeno delle maree è stato studiato sin dall'antichità, raggiungendo un certo di livello di comprensione già nell'epoca ellenistica (Marino di Tiro, Posidonio di Apamea, Seleuco di Seleucia), tuttavia anche Galileo Galilei non riuscì a darne una spiegazione completamente soddisfacente (*Discorso sopra il flusso e il reflusso del mare*, 1615, *Il Saggiatore*, 1623) volendole porre come prova per la rotazione terrestre.

Solo con Newton la forza mareale viene individuata come risultato della differenza tra la forza gravitazionale percepita in un punto ed in uno vicino, rispetto alla Terra e alla Luna o al Sole.

L'idrosfera è più rapida a rispondere alla forza mareale.

Se la Terra fosse ricoperta da un unico oceano, la Luna riuscirebbe a sollevare un'onda di marea di circa 1 metro di altezza e lunghezza d'onda pari a metà della circonferenza terrestre (poiché la marea semidiurna prevede l'altro massimo dalla parte opposta della Luna).

Le acque seguono la Luna con un certo ritardo di fase e l'attrito che l'onda di marea sperimenta, specialmente sui fondali bassi, determina il progressivo rallentamento della rotazione terrestre con il conseguente allontanamento della Luna nella sua orbita.

È stato osservato che uno tsunami perde la sua energia con un'emivita di circa 23 ore (VAN DORN W.G., 1984), segno che anche l'energia mareale viene convertita in calore-attrito in un tempo simile (SIGISMONDI C., 2008).

Questo fenomeno di scambio tra energia rotazionale ed energia orbitale è stato spiegato per la prima volta alla fine dell'800 da DARWIN figlio (1899) e successivamente da GOLDREICH (1972).

I satelliti di Giove, a causa delle grandi maree prodotte da Giove, hanno già raggiunto la situazione di *spin-lock* in cui la loro rotazione è sincronizzata con il periodo orbitale, e le orbite sono circolarizzate.

Nel caso della Luna lo *spin-lock* è già avvenuto, infatti essa ruota attorno alla Terra nello stesso tempo in cui ruota su se stessa, mentre esistono prove dendrocronologiche che mostrano che la Terra ha rallentato il suo *spin* da circa 22 ore nel pre-Cambriano, alle attuali 24 ore.

Anche il Sole esercita forze mareali, in misura pari

(*) Centro Internazionale di Astrofisica Relativistica; IRSOL, Istituto Ricerche Solari Locarno (CH); sigismondi@icra.it

a circa la metà di quella lunare massima, e la conformazione dei fondali determina le periodicità delle varie componenti che può differire di molto sia in ampiezza che in fase da un luogo all'altro.

La forza di marea agisce anche sulla litosfera, ma data la differente plasticità-rigidità rispetto all'acqua la risposta rimane confinata entro qualche millimetro.

Una microdistensione della crosta durante il passaggio al meridiano della Luna, o del Sole, è un fenomeno da attendersi, che può manifestarsi in un leggero aumento della fuoriuscita di gas quali il radon o l'anidride carbonica (nelle zone di Manziana - RM).

È ben noto il ruolo del radon tra i precursori sismici, sarebbe dunque opportuno approfondire la questione della correlazione tra maree solide e tasso di fuoriuscita dei gas geotermici, in vista di una migliore calibrazione della sensibilità degli strumenti di misura agli *stress* periodici della crosta terrestre, per essere meglio preparati alla misura di quelli straordinari.

La forza mareale dipende dall'inverso del cubo della distanza dalla Luna o dal Sole, così abbiamo grandi variazioni nel caso della Luna e minori nel caso del Sole.

Quantitativamente le maree solari, poiché la distanza Terra - Sole varia rispetto al valor medio di +/- 1.5%, variano del +/-4.5%, con un massimo il 4 gennaio ed un minimo il 4 luglio, agli apsi (perielio ed afelio).

Per la Luna, la cui orbita è più eccentrica, le distanze variano di +/-5.7% e la forza mareale di +/-17% rispettivamente all'apogeo ed al perigeo.

Quando Luna e Sole sono in congiunzione (Luna nuova) o opposizione (Luna piena) le maree si sommano ed allora, se abbiamo contemporaneamente perigeo e perielio si può avere una marea quasi del 22% maggiore rispetto alla media.

Questa situazione è avvenuta attorno al 26 dicembre 2004, quando un terremoto di magnitudo 8.9 ha suscitato lo tsunami che ha ucciso oltre 200.000 persone sulle coste dell'Oceano Indiano.

Forze endogene e forze mareali sono in disproporzione se considerate in un intervallo limitato di tempo, mentre su tempi lunghi il discorso cambia.

Se il terremoto sposta in pochi istanti la crosta di 1 metro, il ritmo delle maree conferisce alla stessa massa la stessa energia potenziale in circa 2 anni, senza provocare cambiamenti nel paesaggio.

Possiamo dire che il massaggio mareale è mille volte inferiore agli eventi sismici in ampiezza ed un milione di volte in intensità, intesa come energia rilasciata nell'unità di tempo (40 secondi di un sisma, rispetto ai 40.000 secondi della periodicità dell'onda di marea).

Il trasferimento di energia tra le maree ed il corpo celeste che le subisce, potrebbe mantenere allo stato liquido un oceano di acqua sotterraneo su Europa (fig. 1), secondo il satellite di Giove in ordine di distanza.

Stesso discorso vale per il lago sotterraneo Vostok in Antartide.

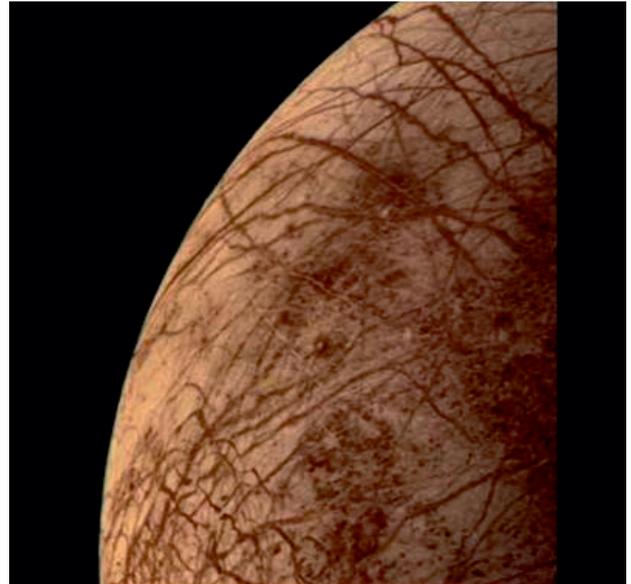


Fig. 1 - Superficie di Europa (NASA, JPL).
- *Europe's surface (NASA, JPL).*

GIORNI FAUSTI ED INFAUSTI

Il desiderio di prevedere gli eventi calamitosi ha sempre portato ad interpretare le correlazioni con gli eventi astronomici come cause deterministiche.

Ecco che in Egitto abbiamo calendari che seguono bene le periodicità della Luna, 29.4 giorni, ma anche di Algol (variabile ad eclissi in 2.85 giorni, PORCEDDU S. *et alii*, 2009).

Nulla impedisce che tali periodicità, includendo anche altri corpi celesti, portino a concepire periodi più lunghi, quali il famoso grande anno, o anno platonico, risultato del minimo comune multiplo tra le orbite di tutti i pianeti.

Molti sono gli esempi di questi calcoli, da i più approssimati come per Dúngal, monaco scolarca alla corte di Carlo Magno, che ne voleva dare solo l'esempio (ZANNA P. & SIGISMONDI C., 2004), ai più raffinati, come per i Maya che vedono il termine di uno di questi grandi anni proprio il 21 dicembre 2012.

Giornalisti e comunicatori hanno subito cavalcato l'onda annunciando l'ennesima palingenesi per questa data, e supportandola con argomentazioni scientifiche apparentemente plausibili se prese singolarmente.

Le maree planetarie sulla Terra agiscono con un'intensità molto inferiore rispetto a Sole e Luna. Basti pensare che il Sole ha una massa 330.000 volte quella della Terra e 1000 volte quella di Giove, il quale si trova a 5 unità astronomiche. La marea di Giove sulla Terra è 1/125.000 quella del Sole. Quella di Venere, più leggera ma più vicina, può arrivare a circa tre volte quella di Giove, sempre sulla Terra.

I valori sono troppo piccoli, ed anche se "*gutta cavat lapidem*" sembra piuttosto improbabile che questi pianeti possano suscitare eventi calamitosi sulla Terra.

Allora il discorso è stato spostato sulle maree esercitate dai pianeti sul Sole, prima per quanto riguarda la gravità, poi per quanto concerne le magnetosfere.

Queste presunte maree dovrebbero agire sul ciclo solare, eccitando clamorose tempeste solari in concomitanza con il massimo del XXIV ciclo di attività solare, previsto proprio per il 2012.

Attribuire ai Maya⁽¹⁾ una tale capacità di preveggenza lascia il tempo che trova, soprattutto riguardo alle interazioni tra magnetosfere e ciclo undecennale di attività solare, entrambi sconosciuti alla civiltà occidentale fino al diciannovesimo secolo.

Quello che è noto sull'attività solare, e le sue correlazioni con il clima terrestre, è per ora solo a livello statistico.

In particolare (USOSKIN, 2008), sappiamo che per il 19% della sua storia il Sole entra in fase di grandi minimi (tipo quello di Maunder osservato tra il 1645 ed il 1715) e per l'11% in fase di grandi massimi.

L'inizio del ciclo XXIV ha mostrato un livello straordinariamente basso dell'attività solare, con 720 giorni senza macchie, lasciando ipotizzare persino un ingresso del Sole in una fase di grande minimo. Il massimo di que-

sto ciclo è bimodale, con il Sole ancora in piena attività ad ottobre 2014, senza tuttavia aver mai raggiunto valori apocalittici; né maggiori del precedente ciclo XXIII.

Esattamente il fenomeno contrario per avallare le grandi tempeste solari previste nel 2012 e non solo: dal punto di vista climatologico questa è anche la situazione opposta al riscaldamento globale, poiché senza macchie sul Sole sono assenti anche le facole e la radianza complessiva è leggermente minore dello 0.1% rispetto al valor medio (fig. 2).

Questa situazione sommata nel tempo porta ad un raffreddamento globale, quali se ne sono avuti in continuazione nella storia e nella preistoria.

L'eclissi dell'11 agosto 1999 ha catalizzato l'attenzione di tutti i media europei, e molti hanno intrapreso lunghi viaggi per vederla.

Il terremoto in Turchia è difficile da correlare con l'eclissi, che da un punto di vista mareale non dà effetti maggiori di una normale Luna nuova. Ma dal punto di vista mediatico è impossibile arginare questa montante "vox populi"⁽²⁾, che riecheggia tanti omen infausti del passato legati alle eclissi solari.

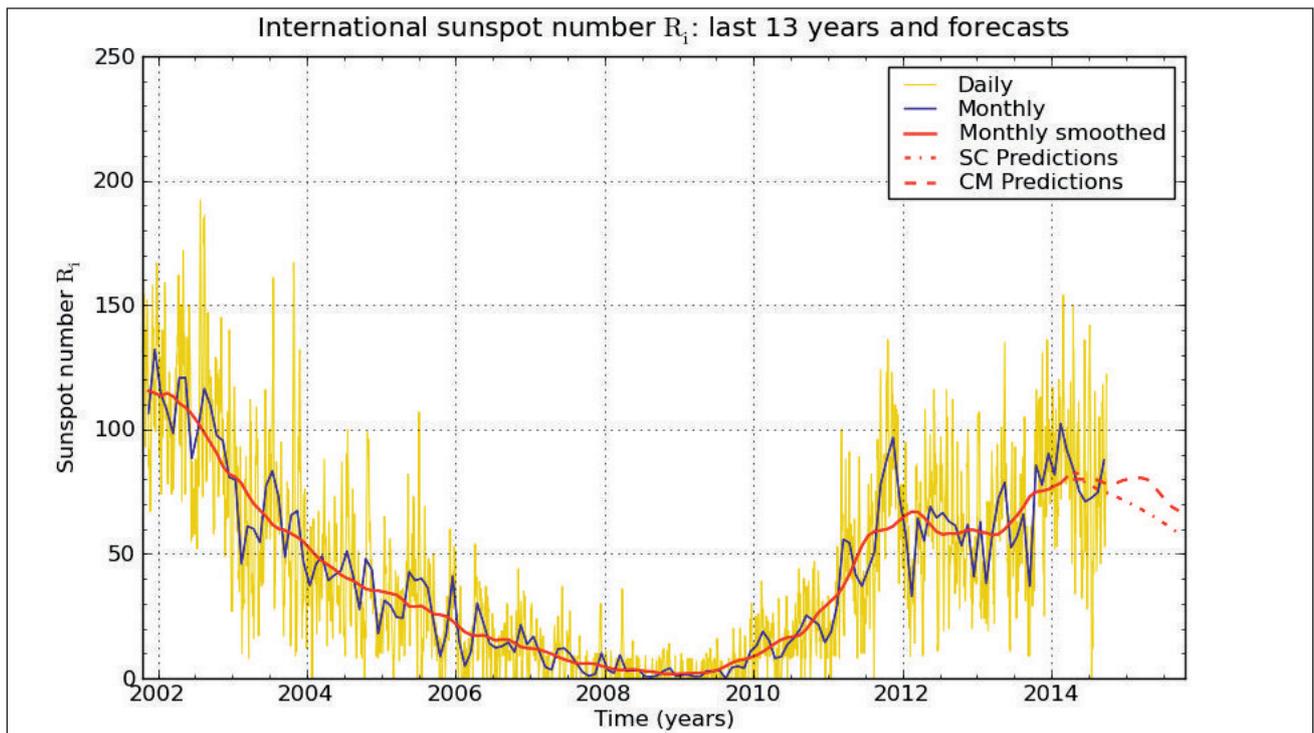


Fig. 2 - Andamento del Ciclo Solare XXIV (dal 1755): dati giornalieri in giallo, mensili in blu e rosso, con previsioni (tratteggiate e punteggiate) per i prossimi 12 mesi. SidC. Solar Influence Data Center, Osservatorio Reale del Belgio. <http://www.sidc.be/silso/> (1 ottobre 2014). - Solar Cycle 24, daily data in yellow, monthly data in red and blue, with predictions (dashed and dotted lines) for 12 months ahead. Solar Influences Data Analysis Center (SIDC), Royal Observatory of Belgium.

⁽¹⁾ Si noti anche che la notizia sulla predizione Maya dell'eclissi del 1999 con 33 secondi di ritardo sia sulla bocca di tutti, senza che ci sia referenza alcuna, infatti non viene detto neppure rispetto a quale luogo si dà questa previsione. Prevedere esattamente le circostanze di un'eclissi a millenni di distanza implicherebbe la conoscenza dell'accelerazione lunare, un parametro individuato sin dal XVIII sec., ma solo di recente noto con sufficiente precisione (SIGISMONDI, 2008 a) grazie al *Lunar Laser Ranging*. Nulla impedisce che una singola predizione sia casualmente esatta...

⁽²⁾ *Vox populi*, in Isaia, LXVI, 6, viene associata a *vox Dei*, ma "Non era, infatti, la voce del Signore la voce del popolo che gridava "Crocefoggi, crocefoggi". Dunque non ogni voce di popolo è voce del Signore", GERBERTO, *Epistolario*, 179, trad. M. G. Panvini Carciotto, UPRA, Roma, 2009.

Il sisma dell'Aquila (6 aprile 2009) pure non corrisponde a nessuna congiunzione particolare, tuttavia lo studioso G. Giuliani (che misura le emissioni di radon dal sottosuolo) ha osservato da 9 anni una correlazione tra l'inizio dello sciame sismico e la Luna piena di gennaio (GALEOTTI, 2009), dove la marea può arrivare al 20% di forza in più rispetto alla media.

La fine dello sciame corrispondeva di solito con la primavera.

L'EVENTO DI MARZIALE

Il solstizio d'inverno nell'88 d.C. cadeva il 21 dicembre, come oggi, essendo la riforma del calendario giuliano in vigore da poco più di un secolo, ed era più prossimo al perielio in quanto questo capitava il 24 dicembre a quel tempo.

La Luna era piena ed al perigeo, completando le condizioni per una marea estrema, pari al 22% in più della media.

Questo valore era anche maggiore poiché l'eccentricità dell'orbita terrestre era anche leggermente maggiore allora che ora.

Quale sarà il solstizio, o meglio il perigeo-perielio in cui questo fenomeno potrebbe ripetersi?

Non si può dirlo poiché l'aumento della forza mareale rispetto alla media è piuttosto modesto. Tuttavia, sarebbe bene predisporre delle misure di precursori sismici, che proprio in corrispondenza di questi picchi delle maree litosferiche, potrebbero mostrare un prevedibile incremento.

Ogni aumento maggiore di quello riscontrabile periodicamente dovrebbe alzare il livello di allerta tra gli addetti ai lavori.

Oggi il perielio cade il 4 gennaio, e la data si sposta in avanti di 1 giorno ogni 70 anni.

La Luna torna ad essere piena ogni 19 anni nella stessa data (ciclo di Metone, scoperto ad Atene nel VI secolo a.C.), mentre la Luna torna al perigeo ogni 27.33 giorni (mese anomalistico).

Statisticamente, la coincidenza (entro un giorno) perielio - Luna piena o nuova capita ogni 9 anni circa. La coincidenza in perigeo di una Luna piena, sempre dal punto di vista statistico, capita ogni 27 anni, e così gli anni da attendere per avere le tre coincidenze diventano 81. Questo numero ci dà l'ordine di grandezza tra una grande marea e la successiva, anche se nella pratica le maree del mese prima e del mese dopo differiscono di molto poco da quella massima, e durante tutto l'anno la prossimità tra Luna piena o nuova e perigeo si mantiene in fase, dando maree mediamente 17% più forti della media.

Nell'anno 2009, per la cronaca, abbiamo avuto Luna piena e perigeo proprio il 18 di gennaio, con una marea massima del 21% superiore alla media, ma nessuno in Italia, salvo Giuliani (GALEOTTI R., 2009), si è mosso a mi-

surare i precursori sismici, tanto è più facile affermare che non sappiamo prevedere i terremoti e continuare a bearsi di congressi e *social dinners* tra addetti ai lavori.

Il testo di MARZIALE (*Epigrammi*, Libro IV, LX):

*Ardea solstitio Castranaque rura petantur
quique Cleonae sidere feruet ager,
cum Tiburtinas damnet Curiatius auras
inter laudatas ad Styga missus aquas.
Nullo fata loco possis excludere: cum mors
uenerit, in medio Tibure Sardinia est.*

allude però al solstizio estivo, con il Solleone (l'astro Cleoneo, rimanda alla leggenda di Ercole che uccise il leone di Nemea presso la città di Cleonea). Probabilmente allude ad un'emissione di gas venefico avvenuta alle terme di Tivoli, a danno di Curiazio che ne rimase vittima.

Per quanto sopra detto, le maree solide in questo periodo non sono più forti del periodo invernale, e non costituiscono pertanto un forzante rispetto alle altre circostanze ambientali.

BIBLIOGRAFIA

- DARWIN G.H. (1899) - *The Tides and Kindred Phenomena in the Solar System*. Boston, Houghton.
- GALEOTTI R. (2009) - *5 Domande a... Giampaolo Giuliani e il suo Precursore sismico*. Il Capoluogo d'Abruzzo, 25 marzo 2009, http://www.ilcapoluogo.com/e107_plugins/content/content.php?content.14110
- GERBERTO (2009) - *Epistolario*. Traduzione a cura di: M.G. Panvini Carciotto (Ed.), C. SIGISMONDI & P. ROSSI, UPRA, Roma.
- GOLDREICH P. (1972) - *Tides and Earth-Moon System*. Scientific American, 226, 42-52.
- MARZIALE V. (2000) - *Epigrammi*. Vol. Primo (Libro degli spettacoli - Libri I-VII), Milano, RCS Libri, 2000, Traduzione a cura di Mario Scandola, pp. 635, cfr. pp. 404-405.
- PORCEDDU S., JETSU L., MARKKANEN T., TOIVARI & VIITALA J. (2008) - Cambridge Archaeological Journal, 18, 327-339.
- RUSSO L. (2004) - *Flussi e Riflussi*, Feltrinelli, Milano.
- SIGISMONDI C. (2008 a) - *Nonlinearity in astronomy: the case of lunar acceleration. How ancient occultations and eclipses have been used to recover this parameter*. 3rd Stueckelberg Workshop, Pescara, 14-18 July.
- SIGISMONDI C. (2008 b) - *Long Waves Perturbations to Astronomical Tides in Adriatic and Tyrrhenian Sea*, Proc. IV Sino-Italian Workshop, Pescara, July 22-29, AIP Conference Proceedings 966, 333-340.
- USOSKIN I.G. (2008) - *A History of Solar Activity over Millennia*. <http://solarphysics.livingreviews.org/open?pubNo=lrsp-2008-3&page=articlesu15.html>
- VAN DORN W.G. (1984) - *Some Tsunami Characteristics Deducible from Tide Records*. J. Phys. Ocean. 13, 353-363.
- WITTHEHOUSE D. (2007) - *Il Sole, Biografia di una stella*. Mondadori.
- ZANNA P. & SIGISMONDI C. (2004) - *Dungal, letterato e astronomo. Note di stilistica e di astronomia sulla Lettera a Carlo Magno circa le eclissi di Sole dell'810*. Archivium Bobiense, pp. 187-295, 26.