

Tunguska Zona della Siberia centrale nei pressi del fiume Podkamennaja Tunguska. Con il nome «Tunguska» ci si riferisce all'evento accaduto nei pressi del fiume omonimo il mattino (ora locale) del 30 giugno 1908 quando un corpo esplose sulla località scatenando l'energia distruttiva per un'area di $2150 \pm 50 \text{ km}^2$. In letteratura sono usati anche gli acronimi TE (*Tunguska Event*) e TCB (*Tunguska Cosmic Body*).

L'esplosione fu avvertita a 1000 km di distanza, ed ancora a 500 km dal luogo testimoni dichiaravano di avere udito un sordo scoppio e visto sollevarsi una nube di fumo all'orizzonte. Un testimone a circa 60 km dall'accaduto raccontò che *il cielo si era spaccato in due e che un grande fuoco aveva coperto la foresta* seguito immediatamente da un fragoroso boato.

L'onda d'urto si propagò a 600 km di distanza, l'esplosione fu registrata dai sismografi, deviazioni inusuali dell'ago della bussola furono rilevate dall'Università di Kiel dal pomeriggio del 27 giugno a quello del 30 giugno: si reputò trattarsi di tempeste geomagnetiche associate all'attività solare e la circostanza, in seguito ripresa, fu all'origine dell'individuazione del fenomeno come d'origine cometaria ovvero sismologica, *infra*.

I magnetometri russi segnalavano (temporalmente) un secondo polo nord nella valle di Tunguska; in Inghilterra si registrò una diminuzione della trasparenza e per diverse notti persistette una foschia rossa ed i cieli brillavano al punto che la luce era sufficiente per leggere. I barometri registrarono sensibili variazioni di pressione con punte massime di 0,17 mbar della durata di circa 10 minuti ad Irkutsk, distante 1000 km dall'epicentro, avvertite anche a Pavlovsk (3800 km) e Londra (5700 km). Sempre a Irkutsk i sismografi registrarono un sisma di magnitudine cinque della scala Richter: i dati, in lingua russa, sono riportati da N. V. Vasil' Ev (1976); per una rassegna della letteratura in materia cfr. anche Verma [13].

- Prime investigazioni ed ipotesi
- Campagne di ricerca internazionali
- Teorie sulla natura del fenomeno
- ▶ L'ipotesi asteroidale

■ **Prime investigazioni ed ipotesi.** Le circostanze storiche in cui si verificò l'evento (fine della guerra russo-nipponica, rivoluzioni, brigantaggio in Siberia, prima guerra mondiale, rivoluzione d'ottobre) fecero sì che l'accaduto passasse in second'ordine e fosse presto dimenticato; bisognò attendere qualche decennio perché un botanico e mineralogista, L. A. Kulik, organizzasse fra il 1927 e il 1939 quattro spedizioni nel distretto di Evenkia della Siberia per raccogliere informazioni sull'evento.

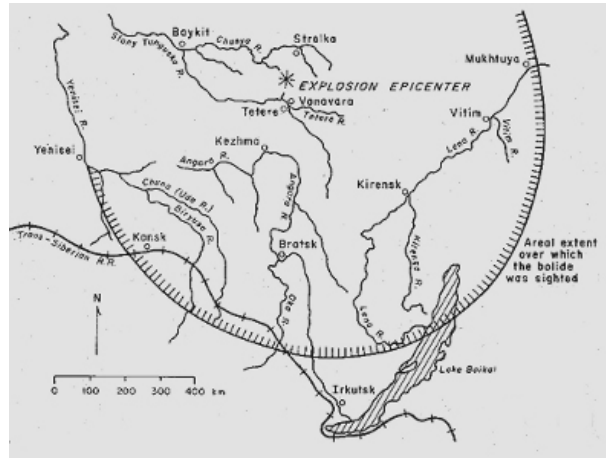
Kulik raccolse diverse testimonianze, spesso divergenti e contraddittorie, che concordavano nel ricordo di una *palla di fuoco* presente in cielo e di un *gran vento caldo* di forza dirompente scatenatosi negli istanti successivi a quella che veniva definita dagli abitanti del luogo un'esplosione.

La visione desolante della zona con gli alberi abbattuti a raggera stimolò in Kulik il convincimento che il *disastro* fosse d'origine cosmica e dovesse imputarsi ad un meteorite di notevoli dimensioni precipitato nei pressi, e finalizzò l'attività alla ricerca di un cratere d'impatto, ma questo non fu mai trovato.

Sopravvenne il secondo conflitto mondiale, l'episodio Tunguska fu ancora una volta dimenticato, e bisognò attendere gli anni cinquanta e sessanta del secolo scorso perché attorno all'evento si ridestasse l'interesse del mondo scientifico.

Questo rinacque occasionalmente nel corso di una conferenza al planetario di Mosca, quando uno scrittore di fantascienza, A. Kazancev, citò l'episodio quale esempio del disinteresse e dell'inerzia della scienza ufficiale dinanzi ad avvenimenti pure così rilevanti e per giunta accaduti in terra russa. Su quell'impulso

▼ In alto una delle prime foto della zona dell'evento realizzate da L. A. Kulik; in basso cartina dell'area russa con evidenziato l'epicentro; fonte *icr.org*



la comunità scientifica sovietica dette allora il via ad una campagna di studi nella regione producendo una messe di articoli che però circolarono pochissimo, anche all'interno dello stesso mondo scientifico sovietico.

Nella spedizione del 1958 condotta da K. P. Florenskij, nel materiale raccolto fu riscontrata la presenza di globuli di magnetite e di silicato in varie forme, migliaia di piccole sfere brillanti, spesso fuse assieme, furono trovate in terra e conficcate negli alberi; i globuli sono una caratteristica delle particelle prodotte quando le meteoriti entrano nell'atmosfera. Il materiale fu rinvenuto sparpagliato nel terreno secondo un'ellisse ben definita, con concentrazioni tra 100 km e i 200 km: questo suggerì che la distribuzione si potesse spiegare come conseguenza di un *fallout* molto elevato, il punto in cui avvenne l'esplosione.

Al termine di questa ricerca condotta a più di cinquant'anni dal verificarsi del fenomeno, furono avanzate tre ipotesi per spiegare l'accaduto: a) nucleo cometario, b) asteroide, c) contraccolpo della coda magnetica terrestre: ipotesi quest'ultima poco nota anche oggi al di fuori della Russia [9]. Quest'ultima ipotesi fu scartata quasi subito sulla base del resoconto delle testimonianze, e l'ipotesi asteroidale presto dimenticata in assenza del cratere d'impatto, mentre acquistò credito la supposizione che un nucleo cometario avesse impattato con l'atmosfera terrestre.

L'astronomo cecoslovacco L. Kresak, allora uno dei massimi esperti in orbite cometarie, spinse l'ipotesi talmente avanti da individuare in un frammento della cometa a breve periodo di Encke, progenitrice dello sciame meteorico delle Beta Tauridis, la prima causa dell'evento: in quel momento lo sciame era al

massimo dell'attività; già nel 1930 H. Shapley (fra gli altri) si era espresso per l'origine cometaria [7].

La teoria cometaria acquistò consensi. A favore di questa deposero sostanzialmente quattro elementi: a) l'assenza di tracce di un qualsiasi corpo di notevoli dimensioni; b) lo splendore osservato in cielo nei giorni seguenti l'evento che non appariva compatibile con la natura meteoritica del corpo, mentre s'accordava abbastanza bene con una sua natura cometaria; c) il fatto che le comete viaggiano – generalmente – in senso retrogrado e quindi secondo un moto opposto a quello terrestre: nello scontro la potenza distruttrice si sarebbe quindi amplificata; la considerazione che data l'energia liberata, la cometa dovesse possedere una non indifferente massa compatta, una notevole densità ed un buon diametro del nucleo, superiore ai 50 m.

Di conseguenza le argomentazioni mosse da studiosi come Z. Sekanina [12] e A. Chaikin [3] che mostravano come il corpo responsabile dell'evento dovesse essere un meteorite roccioso, restarono inascoltate; anche queste ultime pubblicazioni rimasero circoscritte all'ambito scientifico sovietico, ed intanto l'incerta natura dell'oggetto iniziava ad alimentare speculazioni più esoteriche che fantascientifiche.

■ **Campagne di ricerca internazionali.** Negli anni novanta, sotto la spinta dell'incipiente disgelo che l'Unione sovietica iniziava a manifestare, fu organizzata una prima spedizione internazionale promossa da N. Vasiliev e G. V. Andreev con la partecipazione di francesi, svedesi, bulgari e un croato. L'Italia, pure invitata, non vi poté partecipare non avendo la delegazione italiana ottenuto il visto, ma risultò lo stesso coinvolta, perché un componente della campagna (K. Korlević) inviò al CNR di Bologna una sezione di *Picea obovata*, una qualità di abete rosso che cresce nella zona, prelevata sul monte Vulfing.

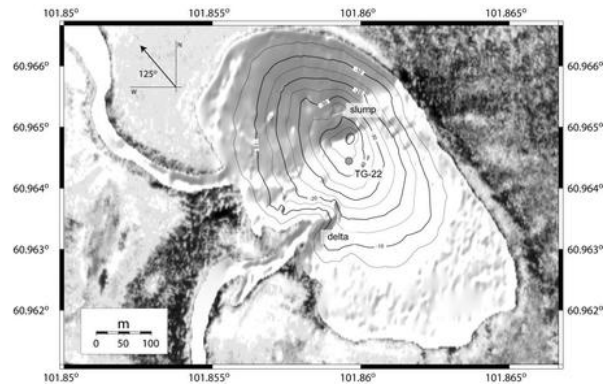
Nella sezione era presente un piccolo ramo, secco già cinquant'anni prima del verificarsi dell'evento, che fu sottoposto a scansione del microscopio elettronico ed ad a raggi X. L'esame della resina depositatasi negli anni 1908 - 1910 produsse risultati interessanti: fu rinvenuta una minuscola particella di enstatite (silicato di magnesio) di 25 µm di diametro, di una certa frequenza in nuclei cometari ed asteroidali nonché altre minuscole particelle di natura meteoritica.

I ricercatori italiani furono invitati a partecipare ad un'ulteriore spedizione, anche per prelevare campioni del genere: scopo della missione era individuare alberi resinosi d'età superiore a 100



▲ Sezione di abete prelevata durante la campagna del CNR di Bologna del 2008. Gli anelli evidenziano fino alla data dell'evento una crescita conformemente regolare in ogni direzione. Dal 1908 la crescita è accelerata ed asimmetrica e risultano valorizzati gli anelli in direzione dell'inclinazione; fonte www-th.bo.infn.it

▼ Immagine 3D del lago Cheko; fonte www-th.bo.infn.it



anni ricavandone ulteriori sezioni al fine di stabilire se eventuali particelle contenute all'interno avessero qualche correlazione col fenomeno. Furono raccolte alcune migliaia di particelle e se ne ricavò che quelle sferoidali avevano una frequenza maggiore nel periodo a ridosso dell'evento, con un picco attorno al 1908; analoga frequenza non era presente in alberi distanti 1000 km dal luogo dell'esplosione: [2].

Il CNR di Bologna, stimolato dai successi e su invito dei colleghi russi intraprese ulteriori campagne negli anni 1999, 2002 e 2008. I ricercatori iniziarono a concentrarsi soprattutto su un minuscolo lago, il lago Cheko, a circa 8 km dal luogo della presunta caduta del meteorite, cui anche i ricercatori russi avevano iniziato a prestare attenzione.

Le perforazioni compiute nell'analisi del terreno hanno evidenziato la presenza sul fondo di rocce sedimentarie di natura diversa dal normale, mischiate a frammenti vari non individuabili con certezza e a frammenti di albero. Analizzando i campioni in alcuni di questi sono stati rinvenute tracce di polline di alberi databili a meno di cento anni.

Nella morfologia, il bacino del lago diverge da altri omologhi siberiani che generalmente presentano un fondale piatto; il lago in questione presenta invece un'inconsueta accentuata forma concava, quasi a parabola, da far presumere che il bacino sia stato generato da un frammento del meteorite esploso nel cielo di Tunguska. In aggiunta la forma geometrica del lago, immagine in questa pagina, non è circolare ma leggermente asimmetrica, ellissoidale, secondo la direttrice Nord-Ovest - Sud-Est

L'ipotesi, potrebbe trovare credito da un'altra considerazione. In una una mappa della regione dello Yenisei (che accoglie il distretto di Tunguska) redatta nel 1883, il lago non compare, e neppure sono presenti riferimenti ad esso in altre fonti d'archivio: i topografi sono attenti ad ogni morfologia locale e sembra davvero inconsueto che abbiano volutamente omesso di segnare un lago, sia pure di piccole dimensioni, 500 m di diametro circa. Anche testimonianze locali concordano in tal senso, riportando che il nome (Cheko) è fra gli abitanti del luogo riferito sempre al fiume omonimo piuttosto che al piccolo lago sempre ricordato come un pantano o una palude: l'evidenza documentale è comunque compatibile con la giovane età del lago.

In sostanza, la morfologia del lago, la struttura dei sedimenti potrebbero essere un indizio dell'impatto in quella zona di almeno un frammento meteoritico. I carotaggi effettuati indicano un'anomalia nei depositi sedimentari in buon accordo con la data dell'evento, ed una percentuale di minerali diversa (in abbondanza) da quella rinvenibile nel territorio attorno; osservazioni con un batiscafo hanno evidenziato un cimitero d'alberi.

Attorno all'area non sono stati rinvenuti però reperti che permettano in modo inequivocabile di collegare la formazione del

Lecture: KORADO KORLEVIĆ, Il Caso Tunguska (lo scenario) - I ‡

Anno 1908. Nella parte interna del sistema solare, su un'orbita eccentrica, viaggia un corpo scuro, oblungo, frammentato, ricoperto di crateri e frammenti di varie dimensioni, intorno cui orbitano lentamente frammenti e polveri. Col suo diametro intorno ai 50 m è un membro minore dei corpi della classe Apollo posto in un'orbita che interseca quella terrestre, e si trova al termine del suo viaggio. 29 giugno 1908. Avvicinandosi alla Terra, sull'asteroide aumenta la forza di gravità terrestre; la differenza dell'attrazione terrestre delle particelle anteriori e posteriori in un punto diventa più grande dell'attrazione gravitazionale; tutto l'insieme delle particelle, frammenti e granelli s'inizia a sfasciare. Adesso verso Terra viaggiano innumerevoli particelle di disparate dimensioni formando uno sciame al cui centro si trova il corpo più grande, quasi l'intera massa.



30 giugno 1908. Alle 00h 14 min di TU le prime particelle incontrano lo strato superiore dell'atmosfera, sulla Mongolia. Ognuna entra separatamente nell'atmosfera, e la densità e la massa sono fattori determinanti nella dinamica della traiettoria. Nell'evaporazione e rallentamento che ne segue la maggioranza di queste è distrutta dall'ablazione e diviene pulviscolo meteoritico trasportato dai venti d'alta quota. Le particelle più grandi, anche se erose, perdono velocità e cadono in parabola in un'ellisse di distribuzione balistica molto allungata. Soltanto il più grande dei corpi non rallenta la corsa: l'enorme massa di qualche milione di tonnellate, le sue dimensioni non glielo consentono. Nel volo rettilineo sorpassa quasi tutte le particelle, nell'ablazione evaporano centinaia di tonnellate di materiale della sua superficie, formando dietro la meteora una scia di fumo nero. L'energia luminosa liberata è enorme: i pochi testimoni videro un oggetto la cui luminosità non era inferiore a quella solare e migliaia di scie minori si fondevano nel suo bagliore. A poco a poco che entrava negli strati più bassi dell'atmosfera terrestre la pressione sulla parte anteriore aumentava e l'onda d'urto s'avvicinava sempre più alla superficie della meteora che andava fondendo ed evaporando. Compressa dall'inerzia e dalla pressione aerodinamica, ad un'altezza di $\approx 8,5$ km la parte frontale cedette sotto la pressione di tonnellate per centimetro quadrato; l'onda attraversò il masso ed il materiale si sbriciolò. In un decimo di secondo il corpo non esisteva più, al suo posto tantissimi frammenti di svariate dimensioni. La pressione negli spazi fra le particelle, e la pressione e per via della differenza di velocità fra la parte frontale frenata e quella posteriore più veloce allargò la parte frontale; la trasformazione dell'energia cinetica in energia termica aumentò per via della maggiore superficie esposta. Alcuni centesimi di secondo dopo nessun corpo solido esisteva più. Fu liberata l'energia; sul posto dove la corsa della meteora era stata fermata adesso c'era una bolla sferica di plasma intorno ai $15\,000^\circ\text{C}$ con un diametro medio di mezzo chilometro in veloce espansione e salita. Accompagnato dal lamento dei suoni elettrofonici e ancora collegato al cielo tramite una coda ombelicale fatta di fiamme e fuoco nero, nacque così questo figlio della distruzione.

‡ Il testo riportato in questa pagina ed alla seguente è stato estratto da un articolo di K. KORLEVIĆ dell'osservatorio astronomico di Višnjan (Visignano) in Istria. L'articolo fu pubblicato nel 1994 per una rivista di divulgazione scientifica italiana [9, pp. 22-27] assieme ai disegni che l'accompagnano, opera anch'essi dello stesso Autore che si ringrazia per la cortese concessione.

→ continua a pagina seguente

KORADO KORLEVIĆ, Il Caso Tunguska (lo scenario) - II

- ▼ In questa pagina raffigurazione artistica del momento d'ingresso dell'oggetto negli strati bassi dell'atmosfera e del fungo creatosi: vedi testo. Alla pagina precedente raffigurazione artistica del meteorite prima dell'ingresso nell'atmosfera; © K. Korlević 1994



Per via del calore l'azoto atmosferico cominciò a bruciare nella regione d'alta temperatura producendo quantità enormi di ossido d'azoto. Il globo formatosi irradiava quantità enormi di energia; istantaneamente prese fuoco la foresta sottostante nel raggio di 30 km, e solo alcune nubi che sopravvissero riuscirono a salvare pezzetti di foresta. Intanto, l'onda d'urto formatasi durante il volo, combinata con quella dell'esplosione, viaggiava verso la foresta in fiamme.

Nella parte posteriore dell'onda, dove la pressione era più bassa, una foschia di vapor acqueo condensato denunciava la sua esistenza e corsa. L'onda arrivò al suolo in verticale, gli alberi all'epicentro furono in un istante privati dei rami brucianti e restarono solo i tronchi nudi in un toroide che si gonfiava, contorceva, saliva.

L'onda si allargò, velocità e pressione erano di valori talmente alti che alberi prossimi all'epicentro non furono sradicati, bensì spezzati con tale violenza che i tronchi esplosero in schegge.

La regione era in fiamme, la nube toroidale bianca, gialla, arancione, marrone e nera mutava in salita e raggiungeva un'altezza di quasi 20 km. Sotto la nube, nella regione di bassa pressione formatasi per via della salita, un'enorme massa d'aria venne risucchiata. Nella regione di bassa pressione il vapor acqueo si condensava formando un'enorme campana bianca, i venti che soffiavano verso il centro della nube formarono un pilastro al cui centro s'incendiavano polvere, foglie, rami e sabbia; nelle regioni ad alta temperatura cenere e sabbie si fondevano e gonfiavano per i gas contenuti e si solidificavano in sferule cave di alcuni micron; cadendo verso il basso si univano alla pioggia di sferule vetrose e si condensavano nella parte posteriore della nube. L'onda d'urto s'allargava e perdeva forza e non tutti gli alberi vennero sradicati o abbattuti. Dietro di sé l'onda combinata aveva lasciato la caratteristica impronta *a farfalla* disegnata con la distruzione di circa 2150 km²; dal globo incandescente scaturirono fulmini verso la palude. Il toroide si allargava, raffreddava, saliva formando un fungo alla cui base erano foreste e torbiere in fiamme. Da rami tronchi e radici fuoriusciva resina che catturava la caduta di sferule vetrose. La foresta in alcuni punti bruciò per quattro giorni a lungo abbracciata da una nube tossica.

Fortunatamente Vanavara, l'unico villaggio nelle vicinanze, era a 80 km di distanza: tranne alcuni fumaioli abbattuti e tetti asportati il villaggio non subì gravi danni. Il Khan della regione inviò esploratori per riferire cosa fosse successo alle renne al pascolo. Tornati, gli esploratori raccontarono storie di morte e devastazione, e la zona divenne tabù.

Grazie alla posizione del Sole vicino al solstizio d'estate, la luce riflessa sull'enorme quantità di polvere e vapore eiettò negli strati superiori dell'atmosfera, e il cielo notturno di gran parte d'Asia e d'Europa fu illuminato per giorni. La polvere fece il giro della Terra e provocò processi chimici che fortemente ridussero lo strato d'ozono sulla parte Nord del globo terrestre negli anni a seguire.

Con il tempo gli alberi sopravvissuti crebbero a velocità incredibile. Finalmente essi avevano in abbondanza luce, e il calore che veniva dal terreno lo disgelava e permetteva alle radici di penetrarvi più profondamente. In più, le ceneri prodotte durante l'incendio si rivelavano una fonte preziosa di calcio, fosforo e vari microelementi quasi inesistenti in forme utili per le piante in quella regione di minerali silicatici. Per via delle bruciature del fuoco e della irradiazione, alcuni alberi formarono chiome di forme bizzarre che fornirono alle tribù locali un'altra conferma che la regione era maledetta. ■

- ▼ Parametri relativi all'evento Tunguska. A fianco del nome degli autori della ricerca, nella colonna centrale sono riportati i dati d'interesse; la colonna di destra indica in sigla la tipologia di dati. Legenda: SM (Rilevamenti sismici), BM (Rilevamenti barometrici), FT (direzione degli alberi), FD (Devastazione forestale), EW (testimonianze oculari). Da [5][p. 2]

Autore	Orario evento stimato	Note
Ben-Menahem	0 h 13 min 28 s	SM
Pasechnik	0 h 14 min 30 s	BM
Pasechnik	0 h 14 min 35 s	SM
Coordinate geografiche dell'epicentro (λ, φ)		
Fast	λ 60° 53' 09" Nord, φ 101° 53' 40" Est	FT
Zolotov	λ 60° 53' 11" Nord, φ 101° 55' 11" Est	FT
Altezza dell'esplosione		
Fast	h = 10,5 km	FD
Ben-Menahem	h = 8,5 km	SM
Bronshthen-Boyarkina	h = 7,5 km	FD
Krototkov e Kozin	h = 6-10 km	FD
Traiettoria presunta (azimuth)		
Fast	$\alpha = 115^\circ$	FT
Zolotov	$\alpha = 114^\circ$	FT
Fast <i>et al.</i>	$\alpha = 99^\circ$	FT
Andreev	$\alpha = 123^\circ$	EW
Zotkin-Chigorin	$\alpha = 126^\circ$	EW
Koval	$\alpha = 127^\circ$	FT-FD
Brohnshte	$\alpha = 122^\circ$	Ew
Bronshten	$\alpha = 103^\circ$	EW
Traiettoria presunta (inclinazione)		
Sekanina	$< 5^\circ$	EW
Zigel	$5^\circ - 14^\circ$	EW
Andrew	17°	EW
Zotkin-Chigorin	15°	FT-FD
Koval	15°	FT-FD
Bronshten	15°	EW-FT

bacino all'azione di un frammento del bolide, di qualsiasi natura questo sia stato. La comunità scientifica internazionale ha accolto con scetticismo l'ipotesi pure prudentemente avanzata dai ricercatori italiani [6], tanto che l'articolo relativo è stato anche definito una *provocation paper* [4]. L'origine del lago potrebbe (forse) anche risiedere in cavità, tutt'altro che infrequenti nella regione, che si formano nel periodo del disgelo. Queste sono conosciute come *fosse termiche*, e negli anni venti e trenta del XX secolo aveano tratto in inganno anche Kulik: è necessario dunque per dirimere la questione, in un senso o nell'altro, che si proceda ad ulteriori sondaggi e studi.

■ *Teorie sulla natura del fenomeno.* Se la tipologia delle ricerche e gli studi condotti sembrano indirizzare verso l'identificazione del TCB (*Tunguska Cosmic Body*) come oggetto di natura asteroidale, altre ipotesi riemergono costantemente.

Argomenti probanti l'origine asteroidale del corpo si rinvengono nell'articolo di G. Longo dedicato alla memoria di P. Farinella [5] in cui sono riportate in sintesi le ricerche svolte a quella data (2001) da vari studiosi del fenomeno.

Altre supposizioni ritengono che l'esplosione potrebbe essere stata causata da un blocco di antimateria, da reazioni di fusione di alcuni leggeri nuclei cometari, da micro buchi neri [8], da fenomeni di natura esclusivamente sismologica e tettonica [10, 11], ed infine da astronavi aliene.

Le teorie che relegano il fenomeno ad una natura esclusivamente terrestre tendono in considerazione oltre la morfologia del territorio una serie di dati che stazioni a terra, anche geograficamente distanti dall'epicentro, hanno registrato nel corso dell'evento e ancora giorni prima: *supra*. Le indiscusse riscontrate anomalie magnetiche sismologiche e barografiche, sono d'altra parte, almeno alla luce delle conoscenze scientifiche attuali, di per sé

sole carenti a spiegare un simile scenario di distruzione come di natura esclusivamente terrestre.

I modelli che ammettono ciascuna di queste teorie (ad eccezione ovvia della teoria sismologica ed aliena) influenzano le dimensioni del TCB esploso. Secondo la teoria dell'antimateria che vede il corpo annichilirsi sul posto, sarebbe ammissibile una massa compresa fra i 300 g e le 5 t con un diametro dai 4 cm ai 100 cm; nel caso di un nucleo cometario si riporta una velocità d'ingresso pari a 50 km/s - 60 km/s. Di queste ipotesi non sono riportati specificatamente i contributi dei vari autori perché ritenute non compatibili con lo stato attuale della ricerca e degli studi.

► *L'ipotesi asteroidale.* Ammettendo la natura del TCB di natura asteroidale, ad oggi la più accreditata e convincente, il fenomeno si può spiegare supponendo l'oggetto del genere appartenente alla categoria dei NEA (*Near Earth Asteroids*) che presentano un'orbita assai prossima a quella terrestre, probabilmente della famiglia degli Apollo, con un diametro attorno ai 50 m - 100 m, massa attorno ad 1 000 000 t e velocità d'ingresso sui 15 km/s: nella tabella riportata in questa pagina sono riportati i dati riferiti agli studi condotti da vari ricercatori.

Sulla base dei dati di sismicità e microbarometrici, si stima che l'oggetto, presumibilmente del tipo roccioso, sia penetrato nell'atmosfera con un angolo approssimato ai 45° [1], considerando l'abbattimento degli alberi e confrontando lo scenario con quello analogo ottenuto da esplosioni nucleari in quota; l'oggetto sarebbe esploso (per le stime d'altezza cfr. la tabella citata) liberando un'energia equivalente a quella sviluppata da 12,5 Mt \pm 2,5 di tritolo. L'esplosione conseguente alla frammentazione verificatasi quando il corpo per la resistenza dell'aria raggiunse la pressione del carico di rottura, generò una temperatura di $\approx 30\,000^\circ\text{C}$ provocando l'incendio della zona sottostante per l'alto gradiente termico innescatosi; in quest'ottica gli alberi più lontani sarebbero stati piegati per effetto dell'onda distruttiva, mentre quelli rimasti diritti andrebbero individuati con quelli posti sotto la verticale del cono d'esplosione, assumendo la forma descritta da Kulik di *pali telegrafici secchi*.

Nel riquadro prodotto a pagina 3 e seguente, l'ottima descrizione di K. Keorlević, solo formalmente adattata per esigenze tipografiche, offre una rappresentazione realistica e scientificamente corretta dell'evento.

Bibliografia

- [1] N. ARTEMIEVA, V. SHUVALOV. “3D Effects of Tunguska Event on the Ground and in Atmosphere”. XXXVIII Lunar and Planetary Science Conference, Marzo 2007. SAO/NASA Astrophysical Data System.
- [2] STEFANO CECCHINI. “Il mistero di Tunguska: la spedizione italiana del 1991”, 2000. <http://www-th.bo.infn.it/tunguska>.
- [3] ANDREW CHAIKIN. “Target: Tunguska”. In: *Sky & Telescope*, vol. 67, (1984), pp. 18–21. SAO/NASA Astrophysical Data System.
- [4] G. S. COLLINS, N. ARTEMIEVA, *et al.* “Evidence that Lake Cheko is not an impact crater”. In: *Terra*, vol. 20, no. 2, (2008), pp. 165–168. <http://onlinelibrary.wiley.com>.
- [5] PAOLO FARINELLA, *et al.* “Probable asteroidal origin of the Tunguska Cosmic Body”. In: *Astronomy and A*, vol. 277, (2001), pp. 1081–1097.
- [6] LUCA GASPERINI, ENRICO BONATTI, GIUSEPPE LONGO. “Lake Cheko and the Tunguska Event; impact or non-impact?” In: *Terra Nova*, vol. 20, (2008), pp. 169–172.
- [7] HARLOW SHAPLEY. “Flights from chaos; a survey of material systems from atoms to galaxies”. New York, Whittlesey house, McGraw-Hill book company, inc., 1930. Adapted from lectures at the College of the city of New York, Class of 1872 foundation.
- [8] A. A. JACKSON, M. P. RYAN. “Was the Tungus Event due to a Black Hole?” In: *Nature*, vol. 245, no. 5420, (1973), pp. 88–89.
- [9] KORADO KORLEVIĆ. “L’enigma Tunguska: finalmente la soluzione”. In: *Nuovo Orione*, vol. 2, (1994), pp. 22–27.
- [10] ANDREI YURI OL’KHOVATOV. “Geophysical circumstances of the 1908 Tunguska event in Siberia, Russia”. In: *Earth, Moon and Planets*, vol. 93, (2003), pp. 163–173. olkhov.narod.ru/earthmoonplanets.pdf.
- [11] ANDREI YURI OL’KHOVATOV. “The tectonic interpretation of the 1908 Tunguska Event”. web, 2003. <http://olkhov.narod.ru/tunguska.htm>.
- [12] Z. SEKANINA. “The Tunguska event: no cometary signature in evidence”. In: *The*, vol. 88, (1983), pp. 1382–1413. SAO/NASA Astrophysical Data System.
- [13] SURENDRA VERMA. *The Tunguska fireball*. Icon Books Ltd., 2005. www.iconbooks.co.uk/.