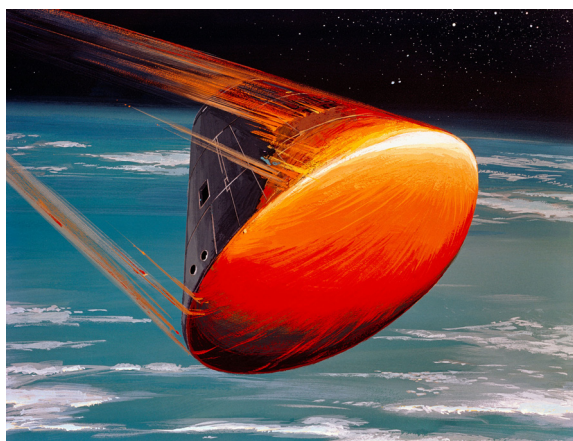




METEORITICA PER TUTTI

Cari lettori, con questo numero riprendiamo la nostra rubrica "Meteoritica per tutti" interrotta per una serie di avvenimenti che mi avevano impedito di preparare gli articoli nei tempi richiesti dall'editore.

Adesso, finalmente, la situazione sta tornando alla normalità e, visto che il 20 luglio prossimo cadrà il cinquantenario del primo sbarco dell'uomo sulla Luna, ricorderò con voi questa straordinaria impresa parlandovi del ruolo fondamentale avuto dalle meteoriti nello sviluppo della tecnologia che ha reso possibile la Missione Apollo 11, una tappa fondamentale nel percorso della nostra civiltà.



La storia di Apollo 11, se ancora non la conoscete, vi verrà raccontata dai media impegnati a celebrare questo cinquantenario e, mi auguro per voi, riescano farvi vivere, almeno in parte, quelle sensazioni straordinarie che noi, settantenni abbondanti, abbiamo vissuto in diretta.

Per quello che ci riguarda, di tutto il cammino fatto per raggiungere la Luna, vi parlerò solo della fase molto problematica del rientro a Terra che, se non ci fossero venute in aiuto le meteoriti, avrebbe potuto ritardare di anni l'inizio della nostra corsa alla conquista dello Spazio.

Didascalia e credito: L'Apollo Command Module (CM), con i tre astronauti: Neil Armstrong, "Buzz" Aldrin e Michael Collins, durante la discesa verso Terra. La navicella, dal peso complessivo di 6t, sta scendendo verso Terra con una velocità di 11km/sec che, comprimendo l'aria, fa raggiungere alla parte frontale del CM temperature attorno ai 2800°C. Ricostruzione artistica Apollo Command Module (CM), North American Rockwell Corporation. Nasa S68-55292.

Da questa ricostruzione artistica del Command Module (CM) nella fase di discesa verso Terra, fatta per la NASA dai tecnici della North American Rockwell Corporation, costruttori del CM, sono subito evidenti i due pericoli principali che l'equipaggio deve affrontare:

- le altissime temperature (fino a quasi

3000°C) che, se non gestite, potrebbero arrostitire l'equipaggio e distruggere gran parte della navicella.

- la necessità di avere un mezzo con una struttura tale da garantire un volo stabile anche con l'altissima velocità cosmica (11km/sec) con la quale si affronta la discesa verso Terra.

Per chi segue questa rubrica ed è già familiare con il comportamento delle meteoriti nel loro viaggio verso Terra, è facile capire che per il CM, il problema dei possibili danni a persone ed attrezzature dovuti alla elevatissima temperatura esterna, è stato risolto brillantemente sfruttando il fenomeno dell'ablazione.

Molta gente pensa che le meteoriti, appena giunte a Terra, siano talmente calde da far scoppiare degli incendi nel luogo dell'impatto.

Questa credenza, frutto di tanti film catastrofici che non hanno trovato niente di meglio per far capire al pubblico quando una meteorite raggiunge Terra, è sbagliata.

Le meteoriti, ed in particolar modo quelle rocciose, quando arrivano a Terra possono essere tiepide all'esterno ma, all'interno, sono sempre fredde.

Parecchie meteoriti rocciose sono state raccolte pochi minuti dopo la caduta e quasi tutti sono concordi che, in assoluto, le meteoriti sono fredde.

Il Rizzatti, che era stato mandato ad Alfianello dal Prof. Bombicci perché gli procurasse dei campioni della meteorite caduta il 16 febbraio 1883, riportava: "Quando, mezz'ora dopo la sua caduta, la meteorite fu fatta a pezzi, essa era ancora calda alla superficie, mentre nella sua massa interna era fredda." ("Dal Cielo alla Terra" F. Rizzatti, 1906) mentre lo stesso Bombicci affermava: "Anche l'aerolite di Alfianello si trovò freddissimo nella superficie di rottura, al momento dello scavo"

("Minerals from Earth and Sky" part 1 The Story of Meteorites; G.P. Merrill, 1934).

Un meteoroido che viene catturato dal campo gravitazionale terrestre ha una temperatura prossima alla zero assoluto ma, appena inizia la sua discesa verso Terra, con velocità che possono variare dai 15 ai 70km/sec, si trova in brevissimo tempo a raggiungere una temperatura esterna di quasi 3000°C.

A questo punto inizia l'ablazione che consiste nell'asportazione continua della parte del meteoroido che ha raggiunto la temperatura di fusione; in questo modo il me-

teoroide perde volume però, al suo interno, riesce a mantenere una temperatura molto bassa.

Perché equipaggio ed attrezzature del Command Module non subissero danni dovuti alla temperatura, il CM è stato dotato di uno scudo termico ablativo, creato con uno speciale rivestimento a nido d'ape riempito con AVCOAT 5026-39, una resina speciale creata per la NASA, che, carbonizzandosi e sciogliendosi, porta via il calore che si accumula durante la discesa, proprio come succede con i meteoroidi, garantendo agli astronauti una temperatura sopportabile.

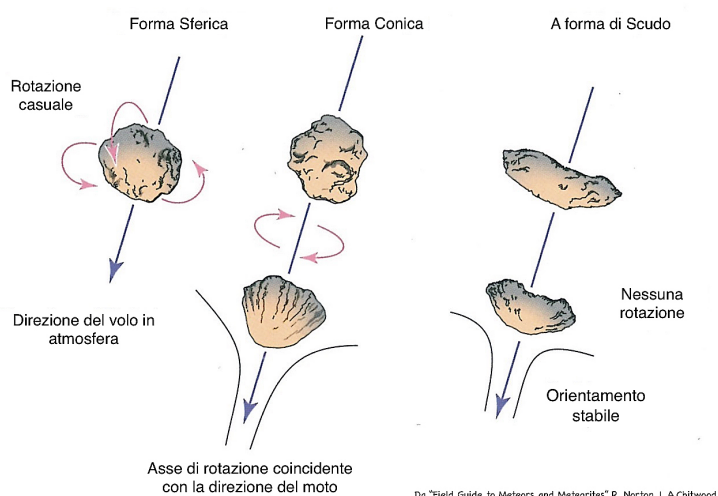
Le meteoriti avevano risolto questo vitale problema anche se agli scienziati era rimasto il compito di determinare lo spessore dello scudo termico ablativo, impegno molto critico perché uno scudo troppo spesso avrebbe gravato eccessivamente sul bilanciamento dei pesi e, troppo sottile, avrebbe avuto conseguenze nefaste.

Se vi può interessare, lo spessore maggiore dello scudo termico ablativo del CM, poco più di 5cm, si trovava nella sezione di poppa, quella rivolta verso la Terra durante la fase di rientro, mentre lo spessore più sottile, circa 1,5 cm, era stato utilizzato nella sezione opposta.

L'altro grosso merito delle meteoriti è stato il suggerire agli scienziati la forma ideale da dare ai Command Module per avere un volo di rientro a Terra stabile anche con velocità superiori agli 11km/sec.

Per spiegarvi meglio come ciò è stato ottenuto, devo prima parlarvi di un tipo particolare di meteoriti: le meteoriti orientate.

H.H. Nininger, l'uomo che più di ogni altro ha reso popolari le meteoriti, fu il primo ad accorgersi che alcune meteoriti sono "orientate" vale a dire che esibiscono segni evidenti di aver attraversato la fascia atmosferica terrestre mantenendo una traiettoria lineare senza alcuna rotazione casuale.



Come le meteoriti orientate assumono le forme a cono o a scudo. Da "Field Guide to Meteors and Meteorites", R.Norton, L.Chitwood;2008. Elaborato da Meteoriti Italia.

Se il meteoroido ruota attorno ad un solo asse, la meteorite assumerà una forma conica mentre, se il meteoroido non ruota, la meteorite assumerà una forma a scudo. Per ottenere queste forme orientate bisogna che il meteoroido rimanga stazionario durante il processo di ablazione o che ruoti attorno un asse perpendicolare alla faccia piatta e coincidente con la direzione del moto. Una volta ottenuto l'orientamento, la parte frontale del meteoroido (quella rivolta verso la Terra) subisce la maggior parte dell'ablazione venendo sagomato dal flusso d'aria

che lo investe a velocità ipersonica. Qui il materiale fonde rapidamente e migra verso il lato opposto del meteoroido dove si accumula formando una vasta superficie pressoché piatta. Nel frattempo la parte frontale continua ad assottigliarsi assumendo la forma di un cono simmetrico o, in alcuni casi, la forma di scudo schiacciato.

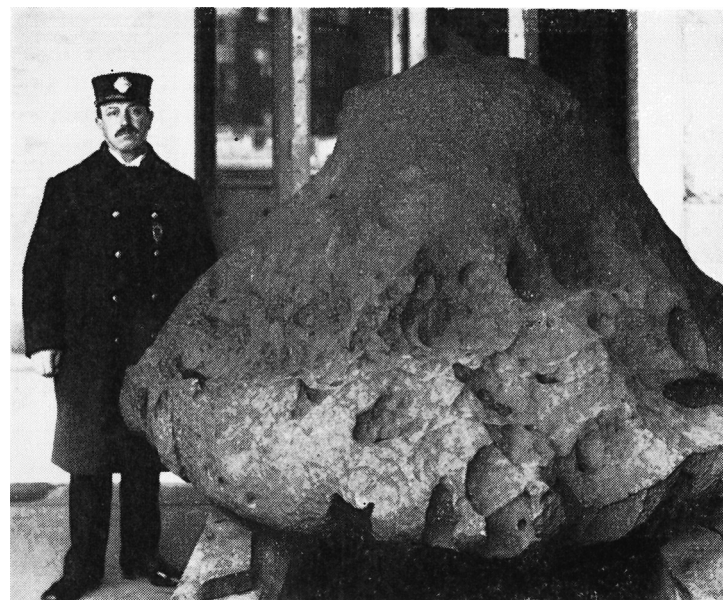
Dall'esame di più di 7000 campioni di meteoriti, Nininger ricavò le seguenti conclusioni:

- nelle meteoriti rocciose solo il 5% presenta le caratteristiche di meteorite orientata.
- nelle meteoriti ferrose circa il 28% sono orientate
- Indipendentemente che le meteoriti siano rocciose o ferrose, la forma conica e la forma a scudo sono le uniche che permettono una discesa a Terra stabile.

Questo studio venne completato verso la fine degli anni 40 e Nininger contattò subito gli esperti di missilistica americani suggerendo, sulla base delle sue osservazioni sulle meteoriti orientate, che per i missili a lunga gittata e per i veicoli che dovevano rientrare in atmosfera, la parte frontale doveva avere la forma conica. Purtroppo, all'inizio, nessuno diede retta a Nininger ma, dopo aver buttato un sacco di soldi per trovare veicoli che fossero stabili e per creare gallerie del vento di dimensioni



"WILLAMETTE", Ferrosa (IIIAB), 15t, Oregon, USA. Trovata 1902. Meteorite ferrosa orientata a forma conica, come è attualmente esposta al AMNH di New York dove viene evidenziato il lato superiore per le sue caratteristiche cavità. Foto arch. Meteoriti Italia.

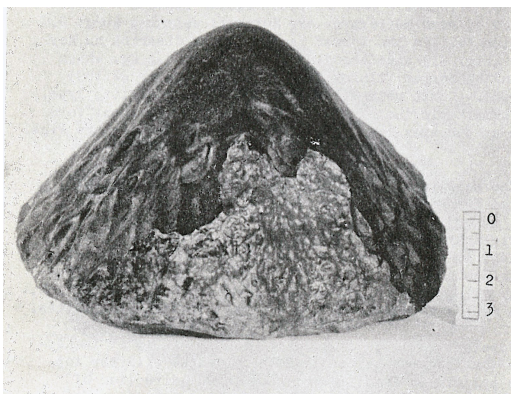


"WILLAMETTE" da una vecchia foto del AMNH, dove si evidenzia la forma conica di questa meteorite. Foto da "Meteorites", Brian Mason, AMNH, 1962

e prestazioni tali da simulare le condizioni di rientro in atmosfera di un veicolo a velocità cosmica, gli scienziati dovettero ricredersi e, cominciando a studiare le meteoriti orientate, arrivarono pure loro alla conclusione che la forma conica era quella ideale per i veicoli di rientro dai viaggi spaziali. L'Apollo Command Module, più di vent'anni dopo l'intuizione di H.H. Nininger, ha ancora la forma conica. (Vedi fig. a pagina 2) In America, grazie a Nininger, gli esperti di missilistica avevano riconosciuto l'importanza dello studio delle meteoriti orientate per progettare veicoli affidabili nelle operazioni spaziali. In Russia, invece, i meteoritici locali, più organizzati degli americani dove Nininger era una straordinaria eccezione, avevano osservato e studiato anche loro le meteoriti orientate ma, da come s'è sviluppata la loro tecnologia, forse nessuno ha notificato agli esperti di missilistica le caratteristiche delle meteoriti orientate.



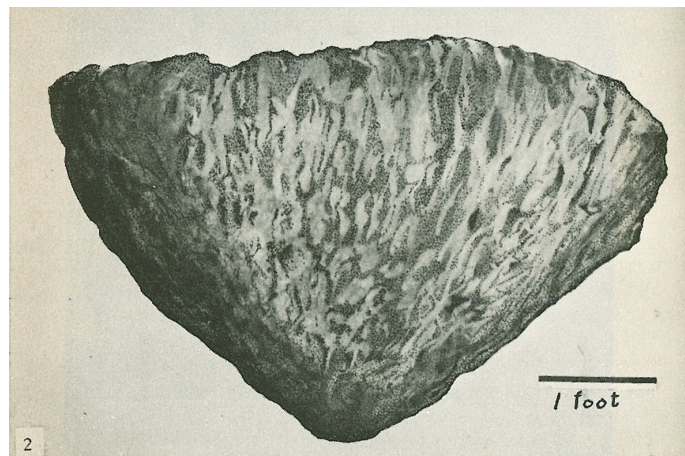
"KARAKOL", Condrite ordinaria (LL6), 2,8kg, Semipalatinisk district, Kazakistan. Caduta 9 maggio 1840. Meteorite rocciosa orientata a forma conica. Foto da "Principles of Meteoritics", E.L.Krinov; tradotto dal russo da I. Vidziunas e edito da H. Brown - Division of Geological Sciences, California Institute of Technology, 1960.



"ZABRODJE", Condrite ordinaria (L6), 3kg, Vilnius district, Belarus. Caduta 22 settembre 1893. Meteorite rocciosa orientata a forma conica. Foto da "Principles of Meteoritics", E.L.Krinov; tradotto dal russo da I. Vidziunas e edito da H. Brown - Division of Geological Sciences, California Institute of Technology, 1960.

"KARAKOL" e **"ZABROIDE"** (Fig 05 e Fig 06) sono due esempi straordinari di meteoriti rocciose orientate a forma conica, praticamente uguali come peso, forma e dimensioni, riportate da E.L. Krinov, Segretario Scientifico del Comitato per le Meteoriti dell'Accademia delle Scienze dell'U.S.S.R. in un testo russo attorno all'inizio degli anni 50 e tradotto in inglese nel 1960.

"MORITO" e **"BRUNO"** invece, sono due meteoriti ferrose orientate a forma conica e riportate su pubblicazione di H.H. Nininger.



"MORITO", Ferrosa (IIIAB), 11t, Chihuahua, Mexico. Trovata 1600. Meteorite ferrosa orientata con perfetta forma conica, conservata presso School of Mines, Mexico City. Da "Out of the Sky. An Introduction to Meteoritics", H.H. Nininger, 1959. **"BRUNO"**,



"BRUNO", Ferrosa (IIAB), 12,4kg, Saskatchewan, Canada. Trovata 1931. Meteorite orientata, notare la regolarità delle regmagliti generate dall'ablazione. Campione appartenente alla collezione di H.H. Nininger e ora al Center for Meteorites Studies, Arizona State University (ASU), Tempe, USA. Da "Out of the Sky. An Introduction to Meteoritics", H.H. Nininger, 1959.

Notare che "MORITO", a differenza di "BRUNO", non ha segni evidenti di regmagliti o di solchi causati dall'ablazione; di questa grossa meteorite, trovata nel 1600, non si conosce l'età di caduta comunque è molto vecchia e, probabilmente, l'ossidazione può aver cancellato tutti i segni dovuti all'ablazione che, invece, si riscontrano nella "BRUNO". "CHELYABINSK" (Figura qui a fianco) altra meteorite rocciosa orientata, a forma conica, caduta nel 2013. Questo campione è sicuramente il più bello di quelli trovati nella zona di Chelyabinsk ed è tra le più belle meteoriti orientate di questa tipologia.

Qui sotto vediamo lo stesso campione montato su una armatura per farne apprezzare meglio le caratteristiche.



"CHELYABINSK", Condrite ordinaria (LL5), 890g, Chelyabinskaya Oblast, Russia. Caduta 15 febbraio 2013; peso totale recuperato: circa 1t. Questo campione è un straordinario esempio di meteorite orientata. Foto da catalogo "Christie's Meteorites", South Kensington, 20 April 2016.



"CHELYABINSK", stesso campione di Fig 8, montato su armatura creata per meglio evidenziare la sua forma aerodinamica.

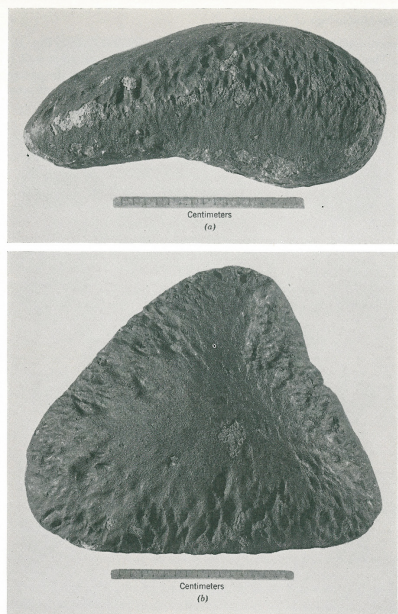
Forse la più bella meteorite rocciosa orientata a forma conica è "ADAMANA" che fa parte della collezione privata di Robert Haag, il collezionista americano conosciuto universalmente come il Meteorite Man. In questo campione, tra l'altro, è molto evidente quella porzione della meteorite che, con un vecchio termine tedesco, viene chiamata "Brustseite" (lato del seno) e indica la parte che, dalla forma e dalle incisioni, prova che durante il volo verso Terra si è trovata nella parte più avanzata del meteoroido, dove ha affrontato tutta la resistenza dell'aria che l'ha modellata dandole la forma del seno di una donna. Non a caso questa meteorite è conosciuta anche come "The Venus Stone".

"ADAMANA", Condrite ordinaria, 1,78kg, trovata ad Adamana, Holbrook, Arizona. Il miglior esempio di meteorite con "brustseite", vecchio termine dal tedesco che è ancora in uso quando si vuol indicare una meteorite orientata che ricorda la forma del seno di una donna. Questo campione è anche noto come "The Venus Stone". Foto dal catalogo "The Robert Haag Collection of Meteorites" Robert Haag 2003.



“BRENHAM” (Figura qui a fianco) meteorite Ferro Rocciosa orientata a forma di cupola. Le meteoriti orientate a cupola sono come un anello di congiunzione tra le meteoriti orientate a cono e quelle orientate a scudo.

“MILLER” (Figura sotto), è una meteorite rocciosa orientata a forma di cupola. Nella foto potete apprezzare sia la vista laterale che la vista frontale.



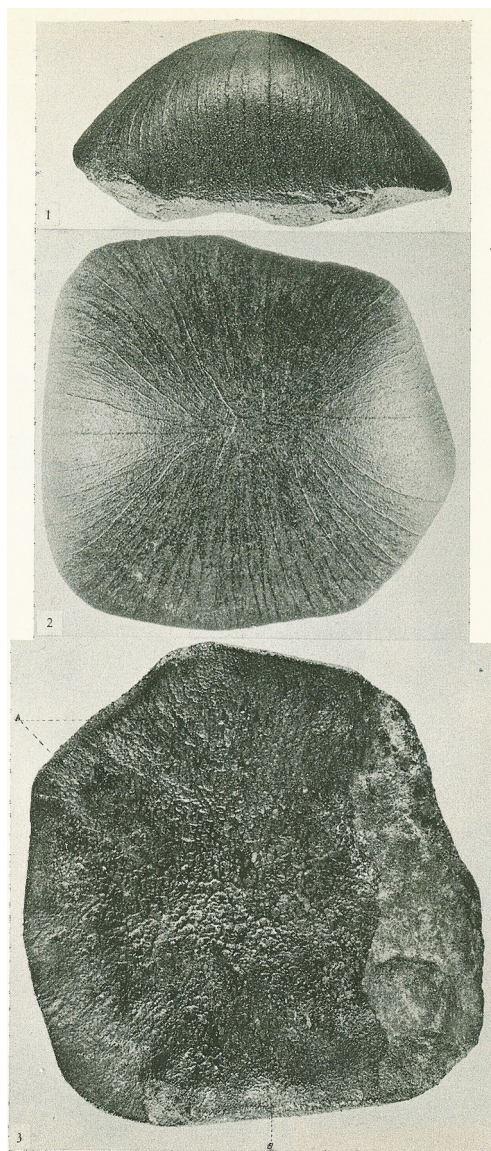
“MILLER”, Condrite ordinaria (H4), 970g, Lyon County, Kansas, USA. Trovata nel 1950. Meteorite orientate con forma a cupola. In alto (a) vista laterale ed in basso (b) vista frontale (parte rivolta verso la Terra durante la caduta). Notare i solchi creati dall'ablazione. Foto da "Meteorites", Brian Mason, AMNH, 1962.

“LAFAYETTE” (Figura qui a fianco) è una meteorite rocciosa, proveniente da Marte, orientata a forma di cupola. Secondo H.H. Nininger era la più bella meteorite orientata che lui avesse mai visto e, dato che sono convinto che nessun altro uomo abbia mai visto tante meteoriti quante quelle viste ed esaminate da Nininger, “LAFAYETTE” vince questa sfilata di bellezze meritandosi di essere esposta in tutte le sue forme.

“LAFAYETTE”, Meteorite rocciosa, Acondrite, Nakhilite (SNC), Tippecanoe County, Indiana, USA. Trovata nel 1931. Un perfetto esempio di meteorite orientata con forma a cupola, proveniente da Marte. Nella foto potete ammirare questo gioiello sia di lato (1), frontale (2) e basale (3). Nella visione centrale ammirate le nitide linee di flusso regolari formate dal materiale che ablato, si spostava dal centro della parte frontale verso i lati. Nella parte basale (3) notate l'ispessimento di materiale lungo i bordi (lipping). L'aspetto bolloso della crosta di fusione in questo lato è dovuto all'azione che la depressione, che qui si viene a creare durante la discesa, esercita sul materiale esterno fuso. Da "Out of the Sky. An Introduction to Meteoritics", H.H. Nininger, 1959.



“BRENHAM”, Pallasite, nuova massa principale, 650kg, Kiowa County, Kansas, USA. Straordinario campione di pallasite sia per le dimensioni che per la forma orientata a cupola, trovata nel 2006 da Steve Arnold nella zona ora chiamata Haviland. Foto da catalogo "Christie's Meteorites", South Kensington, 20 April 2016.



Chiudo questo nostro incontro con il campione per eccellenza delle meteoriti orientate a forma di scudo "CABIN CREEK" (Fig 15), meteorite ferrosa, con anche delle regmagliti eccezionali e che, pur essendo caduto in Arkansas, si trova conservato nel Museo di Storia Naturale di Vienna.

Lo so che parlando di meteoriti è riduttivo pensare alla Terra divisa per Nazioni ma, se io fossi americano, per "CABIN CREEK" rosicherei moltissimo.

Nota: per questo articolo, oltre alle pubblicazioni utilizzate per le foto ed indicate nelle relative didascalie, ho attinto informazioni anche da:

*The Cambridge Encyclopedia of Meteorites; O. Richard Norton
Out of the SKY. An Introduction to Meteoritics; H.H. Nininger
Find a Falling Star; H.H. Nininger*



"CABIN CREEK", Ferrosa (IIIAB), 48,5kg, Johnson Country Arkansas, USA. Caduta 27 marzo 1886. Il più classico esempio di meteorite orientata a forma di scudo. Conservata al Natural History Museum di Vienna. Da "Field Guide to Meteors and Meteorites", R.Norton, L.Chitwood; 2008.

Umberto Repetti



Associazione
"Pro Barcis"



Comune di
Barcis



METEORITI
Italia

2^a Mostra Mercato METEORITI

Barcis (PN) 24-25 agosto 2019





meteorite: "BARCIS", massa principale. Arch. Meteoriti Italia, foto: R. Appiani

Terrazza Palazzo Centi

sabato 14:00 - 22:00
domenica 9:00 - 18:00
INGRESSO LIBERO

Per info: Umberto Repetti 346 2347319 - meteoriti.italia@gmail.com



UTI Valli
Dolomiti Friulane



MUSEO CIVICO
DI STORIA NATURALE
DI BARCIS



MUSEO DI
STORIA NATURALE



C.R.I.
Friuli Venezia Giulia

PER TUTTI GLI
INTERESSATI ED
APPASSIONATI
DI METEORITI UN
APPUNTAMENTO
IMPERDIBILE