

BOOK IN PROGRESS

UN LIBRO SCRITTO DAGLI INSEGNANTI
PER GLI STUDENTI



SCIENZE della TERRA

Questo book è frutto del lavoro e della collaborazione di:

Giordano Rini e Dario Romito

Istituto Tecnico Industriale Statale "ETTORE MAJORANA" - Brindisi

Francesco Forte

Istituto Tecnico Commerciale "ENRICO TOSI" - Busto Arsizio (VA)

Stefania Giannoni e Lucia Zoppis

Istituto Tecnico Statale "MARIA LETIZIA CASSATA" - Gubbio (PG)

Patrizia Panunzio, Elisabetta Rusconi, Dino Ticli, Giovanni Valsecchi

Istituto Statale di Istruzione Superiore "GIOVANNI BERTACCHI" - Lecco

Le fotografie, ove non diversamente indicato, sono di Giovanni Valsecchi.

Impaginazione a cura di Elisabetta Rusconi

Agosto 2011

INDICE

INTRODUZIONE - IL METODO SCIENTIFICO	1
IPOTESI E TEORIE: IL METODO SCIENTIFICO	1
MODULO A - DOVE SIAMO?	5
A.1 - IL NOSTRO UNIVERSO	5
A.2 - LE GALASSIE	7
A.3 - LA NOSTRA GALASSIA	7
A.4 - NEBULOSE E AMMASSI STELLARI	9
A.4.1 - LE NEBULOSE	9
A.4.2 - GLI AMMASSI STELLARI	9
A.5 - LE COSTELLAZIONI	9
A.5.1 - LE COSTELLAZIONI SONO FORMATE DA STELLE VICINE TRA LORO?	10
A.5.2 - UTILITÀ DELLE COSTELLAZIONI	10
A.5.3 - I NOMI DELLE COSTELLAZIONI	10
A.5.4 - I NOMI DELLE STELLE NELLE COSTELLAZIONI	11
A.5.5 - COSTELLAZIONI ESTIVE E INVERNALI	11
A.5.6 - LE COSTELLAZIONI ZODIACALI	11
A.5.7 - ZODIACO E OROSCOPO	11
A.5.8 - LE OBIEZIONI DELLA SCIENZA ALL'ASTROLOGIA	12
A.6 - LE STELLE	13
A.6.1 - FORMAZIONE DELLE STELLE.	13
A.6.2 - STRUTTURA DELLE STELLE	14
A.6.3 - L'ENERGIA DELLE STELLE	14
A.6.4 - LA FINE DELLE STELLE	14
A.6.5 - LA LUMINOSITÀ DELLE STELLE	15
A.6.6 - IL COLORE DELLE STELLE	16
MODULO B - CASA NOSTRA. IL SISTEMA SOLARE.	17
B.1 - IL SISTEMA SOLARE	17
B.1.1 - ORIGINE DEL SISTEMA SOLARE	18
B.1.2 - ORIGINE DEL SOLE E DEI PIANETI	18
B.1.3 - L'ACCENSIONE DEL SOLE	18
B.2 - IL SOLE	18
B.3 - I PIANETI	19
B.3.1 - CLASSIFICAZIONE DEI PIANETI	19
B.3.2 - GLI OGGETTI TRANSNETTUNIANI	20
B.3.3 - MOTI DEI PIANETI	21

B.3.4 - PIANETI EXTRASOLARI	21
B.3.5 - DISTANZA DEI PIANETI DAL SOLE	21
B.4 - LE LEGGI DI KEPLERO.	22
B.5 - ASTEROIDI E COMETE	23
B.6 - METEOROIDI, METEORE, METEORITI	26
B.7 - SATELLITI ARTIFICIALI	28

MODULO C - LA TERRA E LA LUNA NEL SISTEMA SOLARE 29

C.1 - IL SISTEMA TERRA-LUNA	29
C.2 - I MOVIMENTI DELLA TERRA E LE LORO CONSEGUENZE	30
C.2.1 - IL MOTO DI ROTAZIONE	30
C.2.1.1 - Il moto di rotazione: velocità angolare e velocità lineare	30
C.2.1.2 - Il periodo del moto di rotazione	31
C.2.1.3 - Le conseguenze del moto di rotazione	32
C.2.2 - IL MOTO DI RIVOLUZIONE	34
C.2.2.1 - Distanza dal Sole e velocità orbitale	34
C.2.2.2 - Il periodo di rivoluzione	34
C.2.2.3 - Le conseguenze del moto di rivoluzione	35
C.2.3 - I MOTI SECONDARI DELLA TERRA	39
C.3 - LA LUNA: CARATTERISTICHE E MOVIMENTI	40
C.3.1 - DATI GENERALI SULLA LUNA	40
C.3.2. - MOTI DELLA LUNA	42
C.3.3 - LE FASI LUNARI	43
C.3.4 - CALENDARIO	46
C.3.5 - LE ECLISSI	46

MODULO D - L'ORIENTAMENTO GEOGRAFICO 51

INTRODUZIONE	51
D.1. - ORIENTARSI DURANTE IL DI'	52
D.1.2 - UN METODO PRATICO DI ORIENTAMENTO: IL METODO DEL PALETTO.	53
D.2. - ORIENTARSI DI NOTTE: L'OSSERVAZIONE DELLE STELLE	54
D.3. - OSSERVARE E ORIENTARSI CON STRUMENTI: LA BUSSOLA	55
D.4. - IL RETICOLATO GEOGRAFICO	56
D.4.1 - L'ASSE TERRESTRE	56
D.4.2 - I POLI GEOGRAFICI	57
D.4.3 - I MERIDIANI	57
D.4.4 - I PARALLELI	57
D.4.5 - IL RETICOLATO GEOGRAFICO	58
D.4.6 - LATITUDINE E LONGITUDINE	59
D.5. - STRUMENTI PER DETERMINARE LA PROPRIA POSIZIONE	60
D.5.1 - DISPOSITIVI G.P.S.	60

D.5.2 - GOOGLE EARTH	60
D.5.3 - CARTE	60

MODULO E - LA TERRA PIANETA AZZURRO, TERZO DAL SOLE **61**

E.1 - ORIGINE DEI MARI	62
E.2 - L'ACQUA E LE SUE CARATTERISTICHE	63
E.2.1 - LA MOLECOLA DELL'ACQUA E LE SUE PROPRIETÀ	64
E.2.2 - LE PROPRIETÀ FISICHE DELL'ACQUA	65
E.2.3 - LE PROPRIETÀ TERMICHE DELL'ACQUA	67
E.2.4 - L'ACQUA COME SOLVENTE POLARE	70
E.3 - IL CICLO DELL'ACQUA O CICLO IDROLOGICO	71

MODULO F - I GRANDI SERBATOI D'ACQUA **73**

F.1 - LE ACQUE OCEANICHE	73
F.2 - LA SALINITÀ	74
F.3 - IL MOTO ONDOSI	76
F.3.1 - EFFETTI DEL MOTO ONDOSI	77
F.4 - LE MAREE	81
F.5 - LE CORRENTI MARINE	82

MODULO G - I GHIACCIAI **85**

G.1 - FORMAZIONE DEL GHIACCIO	85
G.2 - DISTRIBUZIONE DEI GHIACCIAI	86
G.3 - IL LIMITE DELLE NEVI PERENNI	86
G.4 - CLASSIFICAZIONE DEI GHIACCIAI	87
G.5 - IL MOVIMENTO DEI GHIACCIAI	88
G.6 - I DEPOSITI GLACIALI: LE MORENE.	91
G.7 - L'AZIONE EROSIVA DEI GHIACCIAI.	92
G.8 - LE ACQUE DI FUSIONE.	94
G.9 - IL MODELLAMENTO DEL PAESAGGIO OPERATO DAI GHIACCIAI.	94

MODULO H - LE ACQUE SOTTERRANEE **97**

H.1 - LE ACQUE SOTTERRANEE	97
H.1.1 - IL DESTINO DELLE PRECIPITAZIONI	97
H.1.2 - L'INFILTRAZIONE DELL'ACQUA IN PROFONDITÀ	98
H.1.3 - FALDE ACQUIFERE	99
H.1.4 - DISTRIBUZIONE DELL'ACQUA NEL SOTTOSUOLO	99
H.2 - I FENOMENI CARSI-	99

H.2.1 - GENERALITÀ	99
H.2.2 - CHIMICA DEL CARSIISMO	101
H.2.3 - CONDIZIONI PER IL MANIFESTARSI DEL CARSIISMO	101
H.2.4 - SVILUPPO DEL CARSIISMO	103
H.2.5 - LE CONCREZIONI	104

MODULO I - LE ACQUE SUPERFICIALI **105**

I.1 - I LAGHI	105
I.1.1 - GENERALITÀ	105
I.1.2 - TIPI DI LAGHI	106
I.2 - I CORSI D'ACQUA	109
I.2.1 RUSCELLAMENTO E SCORRIMENTO INCANALATO	109
I.2.2 - CARATTERISTICHE DEI CORSI D'ACQUA	110
I.2.3 - I TORRENTI	110
I.2.4 - I FIUMI	112
I.2.5 - TIPI DI FOCE	113
I.2.6 - L'AZIONE EROSIVA DEI CORSI D'ACQUA	114
I.2.7 - L'AZIONE DI TRASPORTO DEI CORSI D'ACQUA	114
I.2.8 - L'AZIONE DI DEPOSITO CARATTERISTICA DEI CORSI D'ACQUA	115

MODULO J - L'ATMOSFERA **117**

J.1 - L'ATMOSFERA	118
J.1.1 - E SE NON CI FOSSE L'ATMOSFERA?	119
J.2 - CARATTERISTICHE DELL'ATMOSFERA	120
J.2.1 - LA TEMPERATURA	121
J.2.2 - L'UMIDITÀ	121
J.2.3 - LA DENSITÀ	121
J.2.4 - LA PRESSIONE ATMOSFERICA	121
J.3 - MOVIMENTI DELL'ARIA NELLA TROPOSFERA	122
J.3.1 - NELLA TROPOSFERA LA TEMPERATURA DECRESCE CON LA QUOTA	122
J.3.2 - IL CALORE SOLARE SI DISTRIBUISCE IN MANIERA DIFFERENZIATA SULLA SUPERFICIE TERRESTRE	123
J.4 - LA CIRCOLAZIONE GENERALE DELLA TROPOSFERA	123
J.4.1 - LA CELLA DI HADLEY	124
J.4.2 - LA CELLA DI FERREL	124
J.4.3 - LA CELLA POLARE	124
J.4.4 - ALCUNI DETTAGLI IMPORTANTI	124
J.5 - CICLONI E ANTICICLONI	125
J.5.1 - ZONE DI ALTA E BASSA PRESSIONE: CICLONI E ANTICICLONI	126
J.5.2 - LO STATO DEL TEMPO	126
J.5.3 - L'ORIGINE DEI VENTI	126

MODULO K - TEMPO E CLIMA **127**

K.1 - ALCUNE CONSIDERAZIONI INIZIALI	128
K.2 - IL SISTEMA CLIMA	128
K.3 - TEMPO E CLIMA	130
K.4 - IL TEMPO ATMOSFERICO	130
K.4.1 - L'UMIDITÀ DELL'ARIA.	130
K.4.2 - UMIDITÀ ATMOSFERICA E PUNTO DI RUGIADA	131
K.4.3 - LE NUVOLE E LA NEBBIA	131
K.4.4 - TIPI DI NUVOLE	132
K.4.5 - LE PRECIPITAZIONI	135
K.4.6 - "COLPI DI FULMINE"	137
K.4.7 - VENTI E BREZZE	139
K.5 - IL CLIMA	141
K.5.1 - FATTORI GEOGRAFICI	142
K.5.2 - CLASSIFICAZIONE DEI CLIMI	142
K.6 - IL CAMBIAMENTO CLIMATICO	145
K.6.1 - BILANCIO ENERGETICO DELLA TERRA ED EFFETTO SERRA	145
K.6.2 - I GAS SERRA	146
K.6.3 - L'AUMENTO DELL'EFFETTO SERRA	147
K.7 - COSA STIAMO RISCHIANDO	150

MODULO L - LA TERRA: UN PIANETA DINAMICO: I TERREMOTI **151**

L.1 - LA LITOSFERA	152
L.2 - CARATTERISTICHE DELLE ROCCE	154
L.3 - TIPI DI FAGLIA.	155
L.4 - I TERREMOTI.	156
L.4.1 – IPOCENTRO ED EPICENTRO	157
L.4.2 - ATTENTI ALLE ONDE	158
L.5 - COME MISURARE I SISMI	160
L.5.1 - MAGNITUDO E INTENSITÀ	160
L.5.2 - "SCALE DI EMERGENZA"	161
L.6 - EFFETTI DEI TERREMOTI	162
L.6.1 - MAREMOTI O TSUNAMI	162
L.6.2 - CROLLI DI COSTRUZIONI	164
L.6.3 - FRANE E VALANGHE	164
L.6.4 - LIQUEFAZIONE DEL SUOLO	165
L.6.5 - INCENDI	165
L.7 - TRA LEGGENDE E VERITÀ	166

MODULO M - LA TERRA: UN PIANETA DINAMICO:VULCANI169

M.1 - LE ERUZIONI VULCANICHE	170
M.2 - TIPI DI MAGMA E DI VULCANISMO	171
M.2.1 - MAGMA MAFICO O BASICO	171
M.2.2 - MAGMA INTERMEDIO O NEUTRO	173
M.2.3 - MAGMA FELSICO O ACIDO	173
M.3 - COSA ESCE DA UN VULCANO.	174
M.4 - FENOMENI CONNESSI ALLE ATTIVITÀ VULCANICHE.	175
M.5 - CARATTERISTICHE DEGLI EDIFICI VULCANICI	178
M.5.1 - STRATOVULCANI	178
M.5.2 - CONI DI CENERE	179
M.5.3 - VULCANI A SCUDO	180
M.5.4 - VULCANI LINEARI	180
M.6 - QUANDO UN VULCANO È “SUPER”.	182
M.7 - MANIFESTAZIONI TERMO-FREATICHE	183
M.8 – DISTRIBUZIONE DEI VULCANI SUL PIANETA	185
M.9 - I PUNTI CALDI O HOT SPOT	187
M.10 – EFFETTI DI LUNGO PERIODO DELL’ATTIVITÀ VULCANICA	188



MODULO C - LA TERRA E LA LUNA NEL SISTEMA SOLARE

C.1 - IL SISTEMA TERRA-LUNA

Nel nostro Sistema solare vi è un unico caso di pianeta doppio: si tratta del sistema Terra-Luna.

Il fatto che si debba parlare di pianeta doppio, anziché di un pianeta -la Terra- e del suo satellite -la Luna- è legato all'attrazione gravitazionale tra Sole, Terra e Luna: se si determinano le influenze gravitazionali che agiscono sulla Luna, ci si accorge infatti che essa risente maggiormente dell'attrazione

gravitazionale del Sole, che risulta poco più che doppia rispetto a quella esercitata dalla Terra. Questo fa sì che, a rigore, la Luna NON si possa considerare un semplice satellite della Terra.

Rispetto alla loro origine, si può affermare con certezza che la Terra si sia originata, insieme agli altri corpi del Sistema solare, da una nebulosa di gas e polveri in rotazione su se stessa. La Luna, secondo l'ipotesi più accreditata da dati sperimentali e osservativi, pare essersi originata per fissione, cioè

separazione di una porzione consistente della Terra primitiva, a causa della elevata velocità di rotazione, quando ancora la Terra si trovava allo stato fluido a causa delle alte temperature raggiunte nel corso della sua formazione.

C.2 - I MOVIMENTI DELLA TERRA E LE LORO CONSEGUENZE

I principali moti della Terra sono le conseguenze della storia evolutiva della nebulosa che ha originato il sistema solare e il nostro pianeta.

Il moto di rotazione della Terra su se stessa e quello di rivoluzione della Terra attorno al Sole rispecchiano infatti la rotazione generale del disco protoplanetario della nebulosa protosolare, che ha dato origine ai pianeti.

La Terra, inoltre, è caratterizzata da altri moti di lungo periodo, detti **moti millenari**.

VELOCITÀ

La velocità è lo spazio percorso nell'unità di tempo.

$$V = S / t$$

esempio $V = \text{km/h}$

C.2.1 - IL MOTO DI ROTAZIONE

Il moto di rotazione consiste nel movimento che la Terra compie ruotando su se stessa, attorno ad una linea retta immaginaria, detta **asse terrestre**. Tale asse è inclinato di 66° e $33'$ rispetto al piano dell'orbita terrestre.

Il moto avviene in senso antiorario se osserviamo il nostro pianeta dall'alto, al di sopra del Polo Nord.

Il periodo di rotazione, ossia il tempo necessario affinché la Terra compia per intero il moto è pari a circa 24 ore.

C.2.1.1 - Il moto di rotazione: velocità angolare e velocità lineare

Per descrivere compiutamente il moto di rotazione è necessario definire velocità angolare e velocità lineare.

La **velocità angolare** di rotazione della Terra è l'angolo percorso da un punto posto sulla superficie terrestre in un dato intervallo di tempo.

Poiché la Terra compie una rotazione completa, pari a 360° , in 24 ore, la velocità angolare è pari a $360/24$, cioè a 15 gradi l'ora.

Questo valore è uguale in qualunque punto della superficie terrestre ci si trovi.

$$\text{velocità angolare} = 360^\circ/24\text{h}$$

La **velocità lineare** di rotazione della Terra è la distanza percorsa da un punto qualsiasi della superficie terrestre in un dato intervallo di tempo.

Ogni punto della superficie terrestre si muove con una velocità che varia a seconda della sua posizione: la velocità lineare è massima all'equatore e si riduce progressivamente spostandosi verso i poli, ove la velocità lineare è pari a zero.

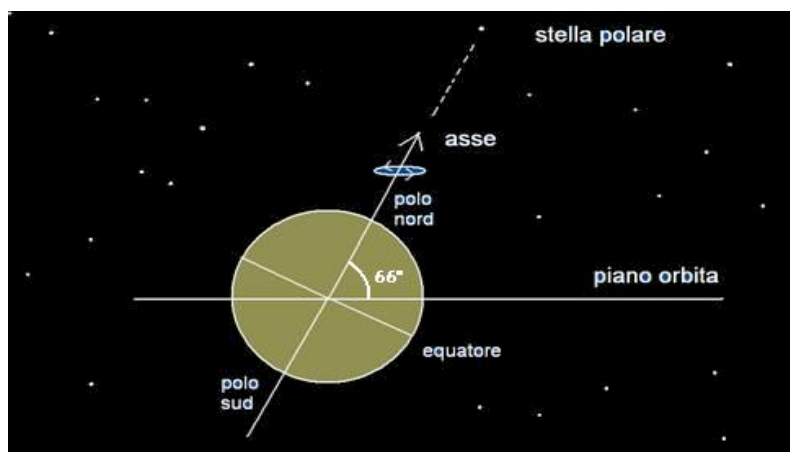


Figura 1 - La Terra con l'asse di rotazione e l'equatore. L'asse forma col piano dell'orbita un angolo di $66^\circ 33'$.

Da notare che l'asse, prolungato idealmente nello spazio, individua sulla volta celeste un punto, il polo Nord celeste, occupato da una stella: la 'stella polare'. Essa è visibile solo nel nostro emisfero e indica il Nord. Immagine di Dario Romito.

**velocità lineare
equatoriale=1668 km/h
velocità lineare ai poli = 0**

Essa, anche se elevata, non è percepita da chi si trovi sulla superficie terrestre: al moto partecipa infatti non solo la parte solida del pianeta ma anche l'atmosfera. E' per questo che non ci accorgiamo di essere in movimento con tutto il pianeta.

Per capire meglio

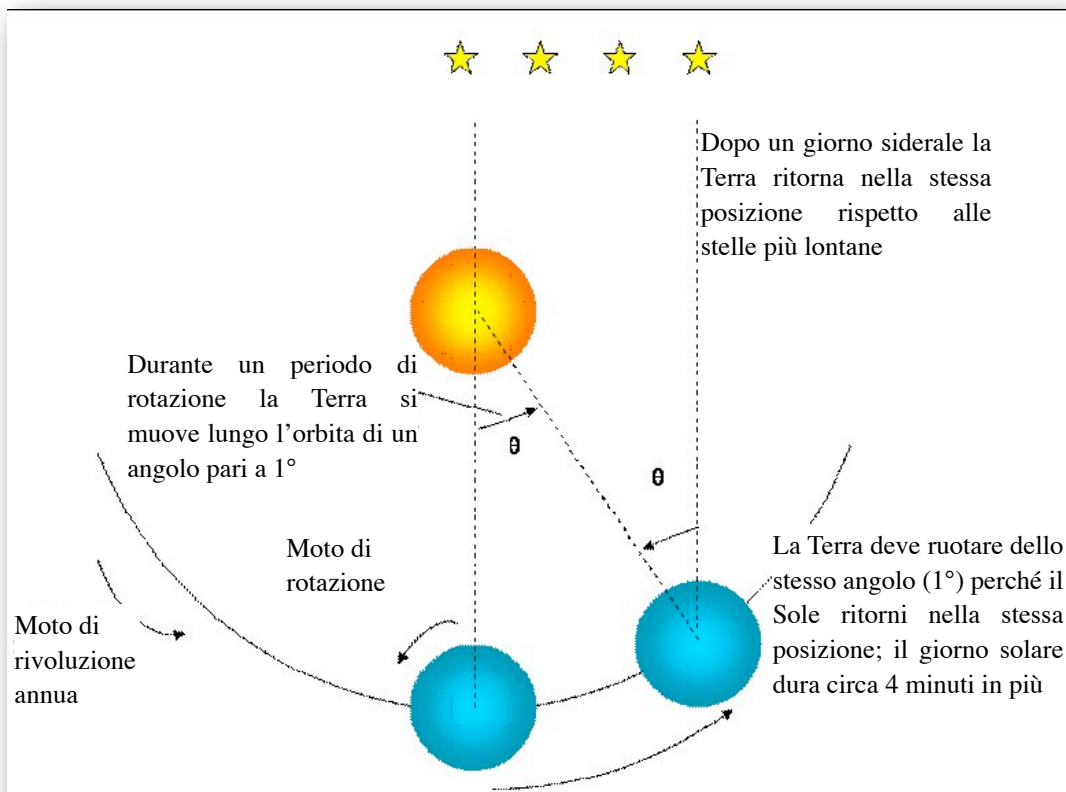
Quando ci spostiamo in auto, in treno o in aereo, al nostro moto partecipa anche l'aria contenuta nel mezzo su cui stiamo viaggiando: se il viaggio è confortevole, senza scossoni o altro, per capire se ci stiamo muovendo dobbiamo guardare fuori dal finestrino. Se invece il nostro mezzo di trasporto è un motorino allora la percezione del movimento è decisamente più elevata, in quanto l'aria che ci circonda non partecipa al nostro moto.

Per avere conferma del moto di rotazione della Terra dobbiamo... guardare fuori dall'atmosfera: in passato lo studio della posizione del Sole, delle stelle, dei pianeti o della Luna hanno contribuito a farci conoscere e "percepire" il movimento della Terra nello spazio. Peraltro, un serie di esperienze condotte nel tempo da scienziati e acuti osservatori avevano già dimostrato da tempo che era la Terra a ruotare su se stessa e non la volta celeste a ruotarci attorno.

C.2.1.2 - Il periodo del moto di rotazione

Il **giorno** è il tempo impiegato dal nostro pianeta per compiere un giro completo attorno al proprio asse.

Se si prende come riferimento un corpo celeste posto al di fuori del Sistema solare, ad esempio una stella lontana, il periodo di tempo necessario affinché il moto si compia per intero è pari a 23 ore e 56 minuti: questo periodo si definisce **giorno sidereo** (Figura 2).



*Figura 2 - Giorno sidereo e solare. Il disegno non è in scala.
Fonte http://it.wikipedia.org/wiki/File:Giorno_sidereo_e_solare.jpg modificato.*

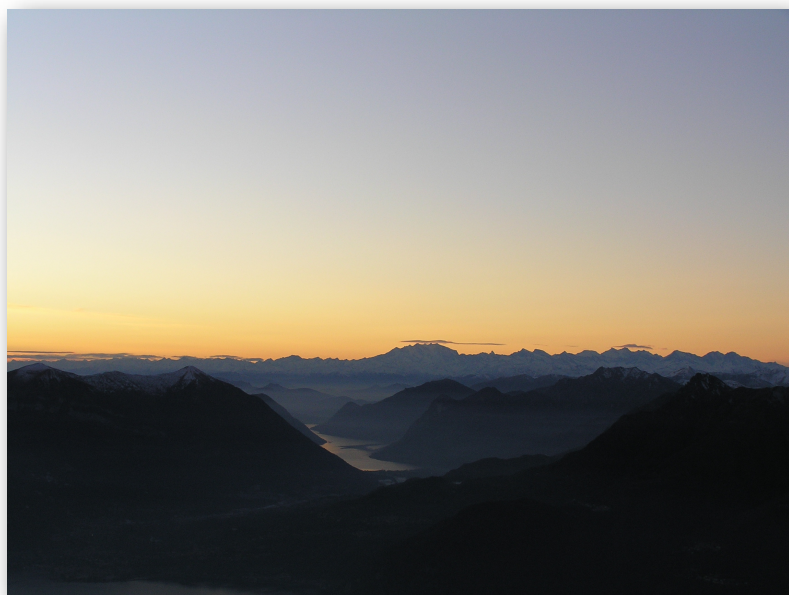


Figura 3 - Il crepuscolo da Monte Muggio (LC). Sullo sfondo il Monte Rosa.

Se si considera come riferimento il Sole, il tempo impiegato dalla Terra per compiere un giro completo è di 24 ore (più o meno 40 secondi): questo periodo si definisce **giorno solare**.

La differenza di circa 4 minuti tra i due periodi è dovuta al movimento di rivoluzione che la Terra compie attorno al Sole, contemporaneamente alla rotazione, nello stesso verso antiorario visto da Nord (vedi più avanti).

Poiché i ritmi della vita sul nostro pianeta sono governati dall'alternanza del dì e della notte, quindi dal fatto che il Sole si trovi sopra o sotto l'orizzonte, nella vita comune si fa riferimento al **giorno solare medio**: tale periodo è suddiviso in 24 sottoperiodi uguali, le 24 ore, suddivise a loro volta in minuti e secondi.

C.2.1.3 - Le conseguenze del moto di rotazione

Vi sono tre principali conseguenze del moto di rotazione terrestre:

- l'alternanza del dì e della notte,
- lo schiacciamento polare,
- la forza di Coriolis.

L'alternanza del dì e della notte.

Questa alternanza, legata al moto apparente del Sole nella volta celeste, è la più evidente tra le conseguenze della rotazione terrestre.

Il **dì** è il periodo durante il quale, in una data località, il Sole si trova sopra l'orizzonte, mentre la **notte** è il periodo nel corso del quale il Sole si trova sotto l'orizzonte. Nel linguaggio comune, il dì è spesso chiamato giorno o giornata. Il secondo termine è più accettabile, mentre il primo è fuorviante, poiché nel linguaggio scientifico il giorno è dato dal dì più la notte.

Ogni giorno il Sole sorge e tramonta, percorrendo nel cielo un arco orientato da Est verso Ovest; il momento in cui il Sole si trova nel punto più alto nel cielo, detto **culminazione**, corrisponde al mezzodì (definito comunemente ed erroneamente mezzogiorno).

Sul nostro pianeta, il passaggio dal dì alla notte e viceversa non avvengono all'improvviso: vi sono due periodi, detti **crepuscoli**, durante i quali la luce progressivamente cresce di intensità prima del sorgere del Sole e diminuisce di intensità dopo il tramonto (Figura 3).

I crepuscoli sono dovuti alla presenza dell'atmosfera: la miscela di gas che la costituisce è infatti in grado di diffondere, attraverso il fenomeno della rifrazione, una parte della luce solare, anche in zone non direttamente illuminate dal Sole.

Il Sole non è l'unico corpo celeste a compiere un moto apparente nella volta celeste: anche la Luna, i pianeti e le stelle sorgono a Est e tramontano a Ovest, seppure con ritmi più o meno sfasati rispetto al Sole. Anche in questi casi si tratta di moti apparenti dovuti alla rotazione terrestre. Lo sfasamento rispetto al moto regolare del Sole sopra e sotto l'orizzonte è dovuto al sommarsi degli effetti dei moti della Terra e di quelli propri della Luna e degli altri pianeti.

Il Sole e le stelle sorgono ad oriente e tramontano a occidente ogni giorno.

Riguardo alle stelle e al loro moto apparente nella volta celeste, occorre distinguere due gruppi: le stelle occidue e le stelle circumpolari.

Osservando il cielo per una notte intera si può notare che alcune stelle sono visibili solamente per una parte della notte, poiché sorgono e tramontano: queste sono definite **stelle occidue**.

Altre sembrano compiere un percorso circolare completo intorno al Polo Nord celeste, indicato dalla stella Polare: queste sono definite **stelle circumpolari**. Tra le stelle circumpolari vi sono quelle che compongono la costellazione del Grande Carro.

Se non ci fosse l'atmosfera, le stelle sarebbero visibili anche di giorno: in cielo avremmo il Sole e le altre stelle su sfondo nero, così come avviene sulla Luna, che non ha atmosfera. La radiazione blu della luce solare, che è costituita da un insieme di radiazioni di colori diversi, è l'unica ad essere diffusa in tutte le direzioni dai gas atmosferici ('scattering'). Di conseguenza le radiazioni di colore blu giungono ai nostri occhi da ogni direzione: ecco perché il cielo ci appare di colore blu.

Anche la Luna sorge e tramonta (si leva e cala): il suo percorso nel cielo non è sempre lo stesso, ma cambia di giorno in giorno: ogni giorno sorge e tramonta con un ritardo di poco meno di un'ora rispetto al giorno precedente. Ne parleremo a proposito delle fasi lunari.

Lo schiacciamento polare.

Per via della rotazione "a trottola" su se stessa, la Terra si deforma. Quando un corpo ruota, la rotazione genera una

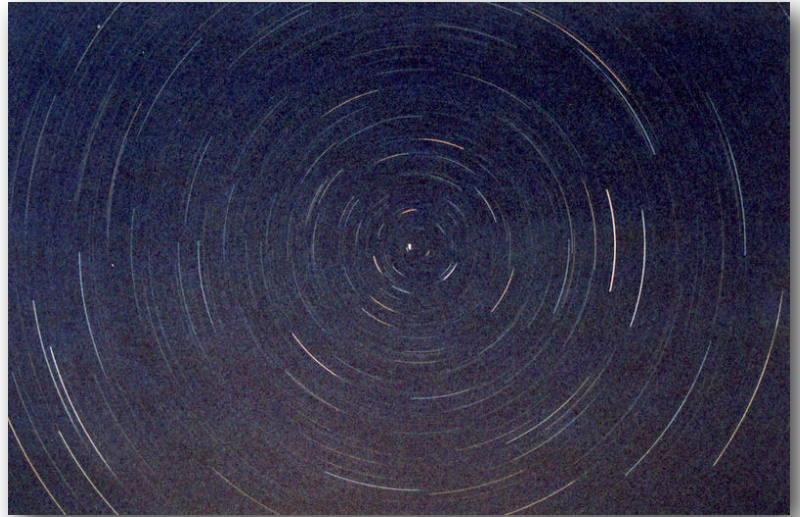


Figura 4 - La stella polare, al centro, e le stelle circumpolari, fotografate con esposizione prolungata.
<http://it.wikipedia.org/wiki/File:Circumpolaire.jpg>

forza detta **centrifuga**. Il termine centrifugo significa "fuga dal centro", e infatti tale forza è diretta verso l'esterno, in direzione perpendicolare rispetto all'asse di rotazione. Tale forza è, inoltre, tanto più intensa, quanto maggiore è la distanza del punto in movimento rispetto all'asse di rotazione.

Nel caso del nostro pianeta, la forza centrifuga si esercita quindi in misura crescente dai poli (valore nullo) all'equatore (valore massimo). La conseguenza è che la Terra si schiaccia ai poli e si espande all'equatore. Il raggio polare quindi è minore del raggio equatoriale, anche se di poco. Dunque la Terra non è una sfera perfetta, ma un "ellissoide" di rotazione: un solido prodotto dalla rotazione di un'ellisse attorno al suo asse minore.

raggio polare = 6.360 km
raggio equatoriale = 6.380 km

PRESSIONE?

Vedi l'appendice di chimica

L'eclittica in Km

940.000.000 km

La forza di Coriolis.

La forza di Coriolis è legata al valore crescente della velocità lineare di rotazione terrestre man mano che ci si sposta dai poli all'equatore. Questa forza influenza il moto di corpi non vincolati alla superficie, come aerei, navi o semplicemente masse d'aria o di acqua in movimento dai poli verso l'equatore e viceversa.

Per comprenderne con chiarezza gli effetti, occorre pensare che qualsiasi corpo che si sposta sulla superficie terrestre è caratterizzato da un dato valore di velocità lineare rivolta a Est, dovuta alla rotazione terrestre. Occorre ricordare, inoltre, che direzione, verso e valore di tale velocità si mantengono costanti anche se il corpo si muove sulla superficie terrestre. Quindi, se il corpo si muove verso l'equatore, esso si sposta in zone caratterizzate da una velocità lineare verso Est via via maggiore. Ne segue che il corpo "resterà indietro", spostandosi verso Ovest, cioè verso

destra nell'emisfero Nord e verso sinistra nell'emisfero Sud (Figura 5).

Nel caso di moto dall'equatore verso i poli, la situazione sarà opposta: il corpo tenderà a spostarsi "in avanti" verso Est, cioè verso destra a Nord dell'equatore e verso sinistra a Sud dell'equatore.

C.2.2 - IL MOTO DI RIVOLUZIONE

La Terra compie un moto di rivoluzione attorno al Sole.

Tale moto, in accordo alla prima legge di Keplero, avviene lungo una linea curva chiusa di forma ellittica, chiamata **eclittica**, di cui il Sole occupa uno dei due fuochi.

C.2.2.1 - Distanza dal Sole e velocità orbitale

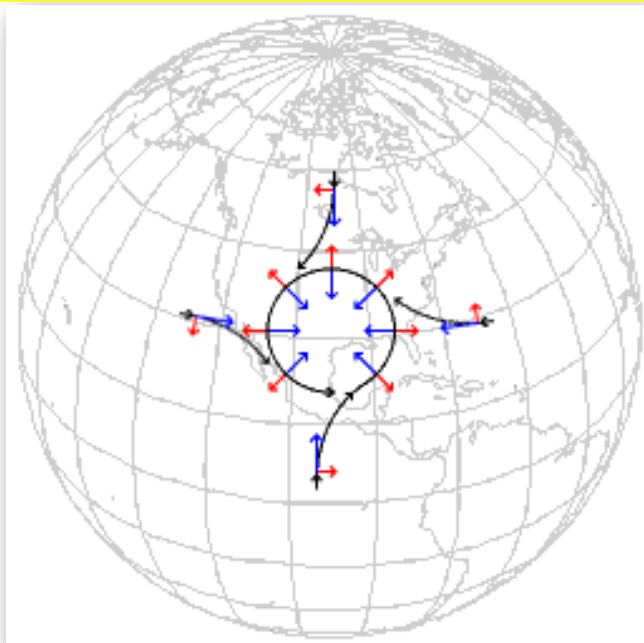
Data la forma dell'orbita, la distanza Terra-Sole non è costante: quando la Terra si trova in **perielio**, essa è pari a 147 milioni di Km, mentre in corrispondenza dell'**afelio** è di 152 milioni di Km.

Anche la velocità con cui la Terra si muove cambia durante la rivoluzione, in accordo alla seconda legge di Keplero: in afelio è di 29,3 Km/sec, in perielio è di 30,3 Km/sec.

C.2.2.2 - Il periodo di rivoluzione

Il tempo impiegato dalla Terra per compiere una rotazione completa attorno al Sole è di 365 giorni e 6 h, periodo chiamato **anno sidereo**, corrispondente a circa un anno civile, cioè di calendario.

*Figura 5 - Schema delle forze agenti nell'intorno di un vortice. Il gradiente di pressione è rappresentato dalle frecce blu, mentre l'effetto Coriolis, sempre perpendicolare alla velocità, è rappresentata dalle frecce rosse. Per maggiori dettagli vedi a pagina 40.
Fonte Wikipedia*



“ANNO”
è il tempo impiegato dalla Terra per compiere un giro completo attorno al Sole.

I calendari considerano l'anno di 365 giorni esatti e non tengono conto delle sei ore aggiuntive: pertanto, ogni quattro anni si accumulano $6 \times 4 = 24$ h, pari a un giorno intero. Ecco che ogni 4 anni si aggiunge al calendario un giorno in più: il 29 febbraio. Questo spiega il motivo per cui esiste l'anno bisestile. L'anno civile quindi dura 365 o 366 giorni.

**4 minuti
sono anche la differenza tra
giorno solare e sidereo!**

C.2.2.3 - Le conseguenze del moto di rivoluzione

Le principali conseguenze del moto di rivoluzione attorno al Sole sono le seguenti:

- alternanza delle stagioni;
- alternanza di costellazioni estive ed invernali nel cielo notturno.

L'alternanza delle stagioni

La conseguenza più evidente del moto di rivoluzione della Terra attorno al Sole è l'alternarsi di periodi freddi, con minor numero di ore di luce, e di periodi caldi, con maggior numero di ore di luce.

**L'alternarsi delle stagioni è
una conseguenza del moto di
rivoluzione.**

Il fatto che la Terra orbiti attorno al Sole non è sufficiente a determinare l'alternarsi delle stagioni. Tale fenomeno è dovuto infatti ad altre due condizioni: l'**inclinazione dell'asse terrestre** e il fatto che l'asse, durante l'orbita annuale della Terra attorno al Sole, si mantenga **parallelo a se stesso**.

Se l'asse terrestre fosse perpendicolare al piano dell'orbita, avremmo un pianeta che, nel suo moto di rivoluzione attorno al Sole, non sarebbe soggetto all'alternarsi delle stagioni. In qualunque punto dell'orbita, il dì e la notte avrebbero la durata di 12 ore ciascuno, poiché in entrambi gli emisferi la parte in ombra sarebbe perfettamente equivalente a quella illuminata dal Sole (Figura 6).

Invece, l'asse terrestre è inclinato di $66^{\circ}33'$ rispetto al piano dell'orbita. Vediamone le conseguenze...

In base alla nostra esperienza quotidiana, sappiamo bene che la durata del dì e della notte varia gradualmente nel corso dell'anno. Vi sono periodi durante i quali le giornate si allungano a spese della notte e periodi in cui accade il contrario. Poiché, con ogni probabilità, non abbiamo mai fatto caso con precisione a questo andamento, sapremo dire genericamente che le giornate si allungano in primavera, raggiungono la durata massima in estate, poi si accorciano in autunno e raggiungono la durata minima nel pieno dell'inverno.

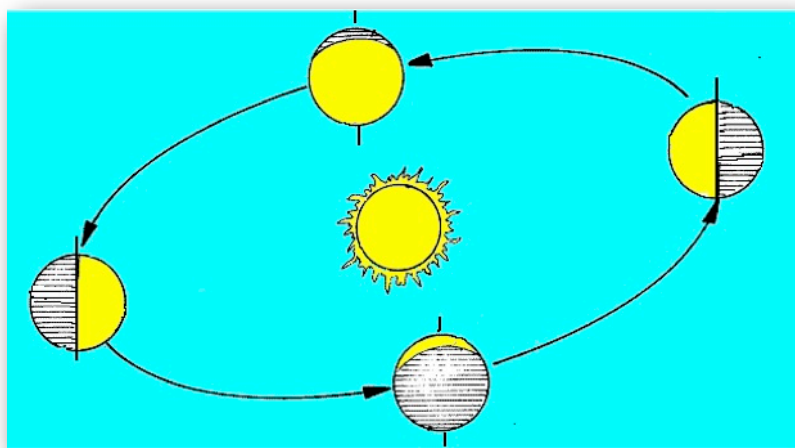


Figura 6 - Condizioni di illuminazione della Terra se l'asse di rotazione fosse perpendicolare al piano dell'orbita.

Un punto sulla superficie terrestre trascorrerebbe un uguale numero di ore (12) in ombra ed alla luce del sole. Non avremmo quindi le stagioni.

Immagine di Dario Romito.

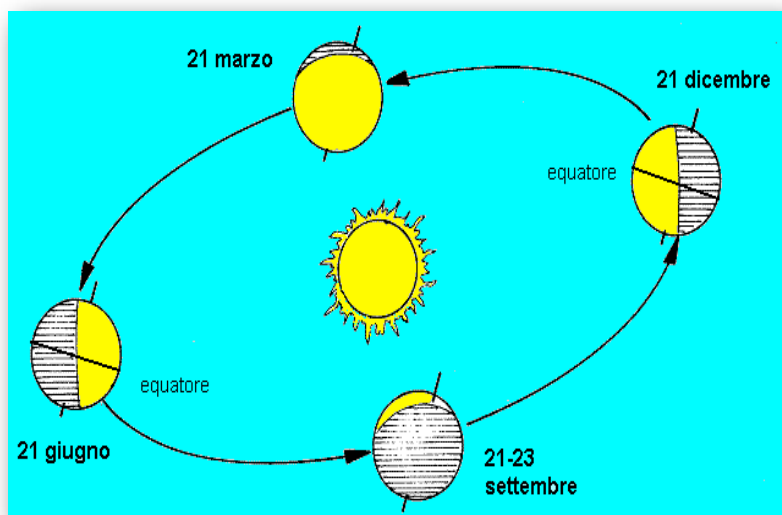


Figura 7 - Condizioni di illuminazione della Terra con l'asse di rotazione inclinato di 66° e 33' rispetto al piano dell'orbita.

Immagine di Dario Romito.

L'anno solare è in effetti scandito da quattro momenti particolari, denominati solstizi ed equinozi (Figura 7).

I **solstizi** sono i momenti dell'anno in cui, in ciascuno dei due emisferi, si ha la massima differenza tra l'area direttamente illuminata dal Sole e quella in ombra; il circolo di illuminazione è tangente ai due circoli polari. Questi momenti cadono in due precisi giorni dell'anno: il 21 giugno e il 21 o 22 dicembre. Nell'emisfero boreale, il primo è definito solstizio d'estate e il secondo solstizio d'inverno; l'opposto accade per l'emisfero australe.

Gli **equinozi** sono i momenti dell'anno in cui, in ciascuno dei due emisferi, l'area direttamente illuminata dal Sole e quella in ombra sono esattamente uguali e il circolo di illuminazione passa per i due poli. Questi momenti cadono in due precisi giorni dell'anno: il 21 marzo e il 23 settembre. Nell'emisfero boreale, il primo è definito equinozio di primavera e il secondo equinozio d'autunno; l'opposto accade per l'emisfero australe. Con riferimento all'emisfero boreale, nel corso del tempo si susseguono di tre mesi in tre mesi 4 situazioni:

- il 21 giugno, **solstizio d'estate**, la durata della giornata è massima e quella della notte è minima,
- il 23 settembre, **equinozio d'autunno**, dì e notte hanno la stessa durata,
- il 21 dicembre, **solstizio d'inverno**, la durata della giornata è minima e quella della notte è massima,
- il 21 marzo, **equinozio di primavera**, dì e notte hanno la stessa durata.

Ne consegue che la durata del dì (o la lunghezza delle giornate, che dir si voglia) aumenta tra il 22 dicembre e il 21 giugno e diminuisce dal 21 giugno al 22 dicembre. Ne consegue anche che i dì sono più lunghi delle notti tra il 21 marzo e il 23 settembre e viceversa tra il 23 settembre e il 21 giugno.

Nell'emisfero australe accade ovviamente il contrario rispetto a quanto descritto.

Sfatiando i luoghi comuni

"Il giorno più corto che ci sia" non cade il 13 dicembre, Santa Lucia, ma il 22 dicembre, Santa Francesca Cabrini

Stagioni astronomiche e stagioni meteorologiche

In base alla regolare successione di solstizi ed equinozi, nell'emisfero Nord si definiscono le seguenti **stagioni astronomiche**:

- **primavera** astronomica, dal 21 marzo al 21 giugno
- **estate** astronomica, dal 21 giugno al 23 settembre,
- **autunno** astronomico, dal 23 settembre al 22 dicembre,
- **inverno** astronomico, dal 22 dicembre al 21 marzo.



Figura 14 - La luna piena fotografata a basso ingrandimento attraverso il telescopio.

I mari sono numerati:

1 = Mare Imbrium

2 = Mare Serenitatis

3 = Mare Tranquillitatis

4 = Mare Fecunditatis

5 = Mare Crisium

6 = Mare Crisium

7 = Oceanus Procellarum

7 = cratere Tycho (in onore di Tycho Brahe, astronomo): il più spettacolare esempio di cratere raggiato.

Nel Mare Tranquillitatis l'uomo è sceso per la prima volta sulla Luna, nell'estate del 1969.

Immagine di Dario Romito, Associazione Salentina Astrofili.

C.3.2. - MOTI DELLA LUNA

La Luna compie tre moti principali:

- ☺ rotazione attorno al proprio asse;
- ☺ rivoluzione attorno alla Terra (attorno al comune centro di gravità);
- ☺ traslazione con la Terra attorno al Sole.

A questi si aggiungono dei moti secondari complessivamente detti 'librazioni'.

I due moti di rotazione e rivoluzione.

Sia nel caso della rotazione su se stessa, sia nel caso della rivoluzione attorno alla Terra, il verso è antiorario, come quello dei due moti principali del nostro pianeta.

La particolarità dei moti lunari è che **rotazione e rivoluzione hanno la stessa durata**: quasi un mese terrestre.

Come per il periodo del moto di rotazione terrestre, anche il periodo della rotazione e rivoluzione lunare cambia a seconda del sistema di riferimento:

- se ci si riferisce alle stelle fisse, il periodo dei due moti ha una durata di 27 giorni e 7 ore e si definisce **mese sidereo**,
- se ci si riferisce al Sole, il periodo necessario affinché Sole, Terra e Luna si ritrovino nelle stesse reciproche posizioni è pari a 29 giorni e 12 ore e si definisce **mese lunare**.

Il mese lunare è anche noto come **lunazione** e corrisponde quasi al mese del calendario.

Perché questa differenza?

Poiché al termine di un giro orbitale attorno alla Terra, la Luna si è anche spostata attorno al Sole insieme alla Terra; per questo motivo il nostro satellite deve percorrere un tratto supplementare di orbita per tornare nella stessa fase, cioè nella stessa posizione rispetto al Sole e alla Terra e questo allunga i tempi di due giorni circa. In altri termini, un giro orbitale ricolloca Terra e Luna com'erano tra loro, ma non col Sole: essendosi spostate entrambe intorno al Sole, servono altri due giorni affinché la Luna sia di nuovo allineata

ATTIVITÀ

Con un comune binocolo prova ad osservare la luna piena e a riconoscere i mari riportati in figura 12. E' un'osservazione semplice da compiere. Se guardi attentamente, riconoscerai subito in basso anche il cratere Tycho. Per osservare meglio, appoggia i gomiti su un muretto o un sostegno: eviterai il tremolio dell'immagine dovuto al tremolio delle mani. Facendo attenzione, oltre ai mari noterai i crateri maggiori, alcuni rilievi veri e propri, e molti particolari: l'assenza di atmosfera sulla Luna facilita l'osservazione e la cattura dei dettagli. L'assenza di venti non determina la chiusura nel tempo dei crateri per ricopertura con polveri o sabbie, né la loro levigazione.

con il Sole e la Terra e quindi si venga a trovare nella stessa fase lunare.

La perfetta coincidenza dei periodi del moto di rotazione e rivoluzione comporta il fatto che **la Luna rivolga verso la Terra sempre la stessa faccia**.

Le conseguenze della rivoluzione lunare attorno al nostro pianeta sono due:

- ✓ la successione delle fasi lunari;
- ✓ le eclissi solari e lunari.

C.3.3 - LE FASI LUNARI

Sappiamo tutti che la Luna si presenta illuminata dal Sole in maniera diversa di sera in sera e che il fenomeno è ciclico, poiché dopo un certo tempo la rivediamo nelle stesse condizioni di illuminazione.

Se la si osserva ogni giorno, si può notare che essa si illumina in maniera crescente e decrescente e che sorge e tramonta sempre più tardi di giorno in giorno.

Dapprima la si vede sorgere come una sottile falce appena visibile nella tarda mattinata, dopo il Sole, anche se è più facile osservarla appena dopo il tramonto, quando il cielo si fa più scuro (Figura 15).

Passati alcuni giorni, essa sorge nel pomeriggio, illuminata per circa metà.

Successivamente essa sorge di sera, sempre più illuminata fino a presentarsi completamente illuminata, in forma di cerchio luminoso.

In seguito, col passare del tempo, essa sorge sempre più tardi nella notte e l'area illuminata si riduce sempre più, fino a sparire del tutto alla vista per qualche giorno.

Con un po' di pazienza, la si vede ricomparire al pomeriggio in forma di falce sottile: il ciclo si è completato.

Le diverse condizioni di illuminazione ora descritte dipendono dalla posizione della Luna in rapporto alla Terra e al Sole.

Si definiscono **fasi lunari** quattro tra le innumerevoli posizioni che Sole, Terra e Luna possono assumere. Nell'ordine in cui si succedono, sono dette Luna

Figura 15 - Luna crescente, qualche giorno dopo il novilunio. E' osservabile anche la parte non direttamente illuminata dal Sole, di colore grigio chiaro (luce cinerea). Vedi il testo per la spiegazione.





Figura 16 - Luna quasi al primo quarto (di sei giorni).
Foto di Dario Romito, Associazione Salentina Astrofili.

nuova, primo quarto, Luna piena, ultimo quarto.

Luna nuova - Novilunio

Sole, Terra e Luna sono allineati, con la Luna posta tra il Sole e la Terra.

Dal nostro punto di vista posto sulla Terra, la Luna sta dalla stessa parte del Sole e la faccia della Luna rivolta verso di noi non è illuminata dal Sole: in



Figura 17 - Plenilunio.

queste condizioni la Luna non è visibile in cielo.

Questa fase è anche detta **novilunio** e sui calendari è indicata con un dischetto nero.



Primo quarto.

Le linee congiungenti Sole-Terra e Terra-Luna sono perpendicolari e, rispetto al Sole, la Luna si trova a Est.

In queste condizioni, la Luna sorge sei ore dopo il Sole, circa a mezzogiorno, e tramonta sei ore dopo il Sole, circa a mezzanotte: pertanto è facile osservarla in cielo nel tardo pomeriggio e di sera.

La parte illuminata è rivolta verso Ovest e sui calendari è indicata con un dischetto nero a sinistra e chiaro a destra (Figura 16).



Luna piena - Plenilunio

Sole, Terra e Luna sono allineati, con la Terra posta tra il Sole e la Luna.

Dal punto vista di noi terrestri, la Luna sta dalla parte opposta rispetto al Sole e la faccia della Luna rivolta verso di noi è pienamente illuminata dal Sole (Figura 17).

In queste condizioni la Luna sorge 12 ore dopo il Sole, quindi nel tardo pomeriggio, e tramonta 12 ore dopo il Sole, quindi di primo mattino: pertanto la Luna si osserva nel cielo di sera e di notte, mentre risulta assai raro osservare nel cielo entrambi i corpi celesti.

Questa fase è anche detta **plenilunio** e sui calendari è indicata con un dischetto chiaro.



Ultimo quarto.

Le congiungenti Sole-Terra e Terra-Luna sono perpendicolari e, rispetto al Sole, la Luna si trova a Ovest.



MODULO G - I GHIACCIAI

I ghiacciai sono delle masse naturali compatte di ghiaccio il quale, quando costituisce spessori superiori ai 60 m, non si comporta più in modo rigido, ma plastico ed è pertanto soggetto a un lento movimento che ne permette l'espansione su una più ampia superficie o lo spostamento verso il basso, secondo la forza di gravità.

Le condizioni necessarie perché si formi una massa così consistente da costituire un vero e proprio ghiacciaio si realizzano quando le precipitazioni nevose invernali superano la quantità di neve che fonde ed evapora. L'insieme dei fenomeni che comportano la perdita di acqua da un ghiacciaio durante le

stagioni più calde è definita **ablazione** dai glaciologi.

G.1 - FORMAZIONE DEL GHIACCIO

Anno dopo anno, pertanto, la neve si accumula e subisce diverse trasformazioni. Innanzitutto, diviene più densa per fusione superficiale e **rigelo**, producendo ghiaccio granuloso detto **nevato**; quindi, a causa della pressione degli strati soprastanti sempre più massicci, diviene ghiaccio compatto e cristallino (Figura 1).



Figura 1 - Il ghiaccio di un ghiacciaio è estremamente compatto, si forma per successive fasi di fusione e rigelo della massa e per la pressione legata al peso del ghiaccio.

G.2 - DISTRIBUZIONE DEI GHIACCIAI

Durante i periodi delle glaciazioni del Neozoico, i ghiacciai erano i protagonisti della scena terrestre.

Oggi la maggior parte di essi si trova nelle zone polari, principalmente in Antartide (coperta dal ghiaccio per 13 milioni di Km²), ma ce ne sono molti anche in Groenlandia, in Islanda e in Asia, nel Pamir e nella stupenda catena dell'Himalaya. In queste regioni la lunghezza dei ghiacciai raggiunge spesso le decine di chilometri.

Anche in Europa ci sono ghiacciai, soprattutto in Svizzera, nell'area alpina italiana, in Scandinavia, in Spagna.

G.3 - IL LIMITE DELLE NEVI PERENNI

I ghiacciai sono ovviamente più frequenti alle alte latitudini, dove il clima è più rigido, ma si trovano anche a basse latitudini. Esiste un limite differente per le diverse latitudini oltre il quale la neve non fonde: **il limite delle nevi perenni**, che dipende oltre che dalla stessa latitudine, anche



*Figura 2 - I colori del ghiaccio.
Il ghiacciaio del Miage nel Gruppo del Monte Bianco (AO). La superficie della lingua glaciale è interamente coperta da rocce di dimensioni e origini diverse. Al centro in basso, si nota la morena laterale destra, in parte coperta da vegetazione.*

Figura 3 - L'aspetto superficiale del ghiacciaio Fellaria, in Valmalenco (SO). Anche qui sono visibili i detriti che nel tempo sono caduti dai versanti sovrastanti.



dai venti dominanti, dalla pendenza del suolo, dall'esposizione dei versanti dei ghiacciai al Sole. Nelle zone tropicali tale limite corrisponde a quote di 5.000 m, 3.000 m sugli Appennini e 2.500 m sulle Alpi. Quindi un ghiacciaio che si trova a basse latitudini ha il limite delle nevi perenni a quote elevate.

Il colore dominante dei ghiacciai (Figure 2 e 3) è il grigio e la superficie è scabra e sovente coperta parzialmente o in toto da detriti provenienti dai versanti circostanti.

G.4 - CLASSIFICAZIONE DEI GHIACCIAI

I ghiacciai assumono varie forme e dimensioni che permettono di classificarli nel modo seguente:

Ghiacciai continentali.

Sono definiti anche **calotte polari** o **inlandsis**: si tratta di estesissime regioni ghiacciate, dell'ordine di migliaia di chilometri quadrati (*inlandsis antartico e artico groenlandese*).

In queste regioni è molto comune che i ghiacciai si spingano fino al mare: in tal caso, dalla loro fronte si staccano **iceberg** (Figura 4), grossi blocchi di ghiaccio galleggianti che vagano nelle acque oceaniche fino ad arrivare a latitudini più basse, fondendo progressivamente.

Lo spessore delle calotte è elevatissimo: in media 2000 metri, fino a superare



Figura 4 - Iceberg in Patagonia



Figura 5 La penisola Scandinava in inverno, ripresa dal satellite. E' ben visibile, a Nord, l'estensione della banchisa.
Fonte: Wikipedia.



Figura 6 La fusione della banchisa
Fonte: Wikipedia.



*Figura 7 - Sopra: il ghiacciaio del Sobretta in Valfurva (SO), un piccolo ghiacciaio che occupa una nicchia sul versante settentrionale.
Sotto: ghiacciaio vallivo composto nel Gruppo del Monte Bianco (AO).*

nell'Antartide i 3500 metri; l'età delle parti più antiche e profonde di queste calotte è stimata attorno alle decine di milioni di anni.

Nella regione polare artica è presente un crostone di ghiaccio dello spessore di molti metri che ricopre le acque marine; è detto **banchisa**. A differenza della calotta polare antartica, che poggia sulla terraferma, la banchisa dell'artico è costituita da ghiaccio galleggiante (Figure 5 e 6).

Ghiacciai di montagna.

Vi sono diversi tipi di ghiacciai montani: **ghiacciai vallivi**, che si sviluppano entro le valli, hanno forma allungata, con un bacino di raccolta chiamato **circo** da cui parte una **lingua di ghiaccio** che si insinua verso valle, dove termina con una **fronte**; **ghiacciai di altopiano**, che occupano aree pianeggianti presenti sulla sommità di massicci montuosi; **ghiacciai pedemontani**, il risultato di più ghiacciai vallivi allo sbocco delle rispettive valli, dove si allargano nelle area di pianura (Figura 7)

G.5 - IL MOVIMENTO DEI GHIACCIAI

Nei caso dei ghiacciai vallivi, quando il ghiaccio supera la soglia della zona di circo, la massa in eccesso inizia a scorrere verso valle.

Nello spostamento verso valle l'accentuarsi della pendenza provoca un rapido aumento del movimento del ghiacciaio (Figure 8 e 9) con la formazione di profondi **crepacci**, spaccature profonde e allungate in direzione perpendicolare al movimento (Figura 10) della massa di ghiaccio.

Figura 8 -

Il ghiacciaio del Rutor, in Val d'Aosta. Le parti più chiare sulla superficie del ghiacciaio evidenziano la presenza di crepacci in cui è presente ancora la neve, nonostante sia il mese di agosto.



Figura 9 - Schema del movimento differenziato di un ghiacciaio di tipo alpino

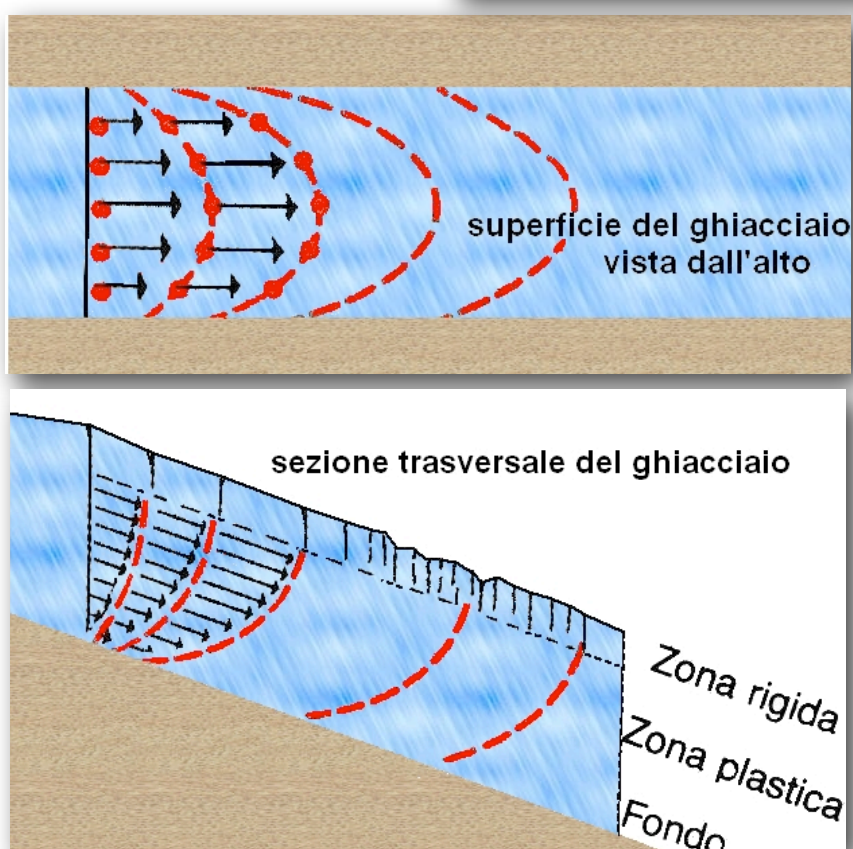


Figura 10 - Dettaglio di un crepaccio. Si vede chiaramente la differenza tra il colore del ghiaccio superficiale e profondo.





MODULO I - LE ACQUE SUPERFICIALI

I.1 - I LAGHI

I.1.1 - GENERALITÀ

I laghi possono essere definiti come masse d'acqua che hanno riempito depressioni naturali di origine diversa. Dal punto di vista geologico si tratta di strutture effimere, destinate a essere colmate in tempi che variano in base alle loro dimensioni e all'apporto di detriti inorganici e organici che si depositano sui fondali.

In genere sono alimentati dagli immissari, dalle precipitazioni, dalle sorgenti e dalle acque sotterranee. A valle, può anche formarsi un emissario, che emunge le acque del lago stesso. Un buon esempio è il fiume Adda, che,

come immissario, si immette a Nord nel Lario, presso Colico; fuoriesce a Sud come emissario, presso Lecco.

I laghi sono importanti per il clima, su cui agiscono, mitigandolo (sono grandi serbatoi di calore), per la purificazione delle acque degli immissari, che depositano i propri sedimenti sui loro fondali, per l'economia della regione in cui si trovano, essendo ricchi di pesce ed essendo fonte di turismo.

Il lago più grande del pianeta è sicuramente il Caspio con i suoi 371.000 Km² di superficie; in Europa, il più vasto è il Ládoga con 18.400 Km², mentre in Italia è il lago di Garda (370 Km²). Nel loro complesso, i laghi



Figura 1 - Il Lago di Como, di origine mista: la zona di centro-lago.

coprono una superficie di circa 1.700.000 Km².

Il lago più profondo del mondo è il Baikal con 1741 m; in Italia il più profondo è il Lario che raggiunge i 410 m, di cui 212 m sono al di sotto del livello del mare.

I bacini lacustri vengono classificati in base alle loro diverse origini.



Figura 2 - Il lago del Segrino (CO), un lago di sbarramento morenico.

I.1.2 - TIPI DI LAGHI

Laghi di escavazione glaciale

Nel passato, i ghiacciai hanno occupato e scavato profonde valli ora libere. Nonostante la loro primitiva origine sia da collegarsi all'iperescavazione fluviale durante la crisi di salinità del Mediterraneo, è possibile affermare che i laghi prealpini come il Lario, il lago Maggiore, il Lago di Garda e il Lago d'Iseo debbano **parte della loro origine** alle enormi masse di ghiaccio che hanno percorso le loro valli durante i periodi glaciali; per questo è possibile considerare mista la loro origine (Figura 1).

In particolare, sono chiamati **laghi di circo** quei bacini di forma approssimativamente circolare che si formano nelle zone di alimentazione di antichi ghiacciai, dette appunto di circo.

Con i loro depositi morenici, i ghiacciai formano talora dei massicci sbarramenti a valle che consentono l'accumulo di masse idriche definite **laghi morenici** (Figura 2 e 3).

Laghi carsici

Si formano nelle regioni calcaree soggette a fenomeni carsici che generano bacini in genere non particolarmente grandi, il cui fondo risulta impermeabilizzato da depositi argillosi, prodotti dalla degradazione chimica dei calcari stessi.

Hanno spesso durata breve, poiché il fondo di questi bacini potrebbe liberarsi dalle argille impermeabilizzanti, permettendo all'acqua di infiltrarsi e scomparire completamente nel profondo delle masse rocciose carsificate.

Laghi di origine marina

Si tratta di bacini contenenti acqua salata o salmastra che si originano quando porzioni di mare costiero vengono separate dal mare aperto dalla deposizione di barre o cordoni di

Figura 3 - Il laghetto di sbarramento morenico del ghiacciaio del Miage (AO)

sedimenti sabbiosi. In questo caso sono definiti costieri o relitti.

Quelli di più grandi dimensioni, come il Caspio, si originano invece per sollevamento dei terreni circostanti.

Laghi tettonici

Quando grandi fratture interessano vaste aree di un territorio continentale, si possono formare depressioni facilmente riempite dalle acque dolci. I laghi Vittoria, Tanganica, Malawi o il Bajkal ne sono un esempio perfetto (Figure 4 e 5).

Laghi craterici o vulcanici

Hanno spesso forma rotondeggiante in quanto si formano all'interno di crateri o caldere di vulcani per lo più spenti (Figura 6). In Italia, sono famosi i laghi di Albano, Bolsena, Bracciano e Nemi.

Laghi di sbarramento

Quando una frana ostruisce il corso di un fiume vallivo, si forma una diga naturale che permette la formazione di un lago di dimensioni variabili in funzione delle dimensioni della valle e del volume del detrito di frana che si è accumulato. Il lago di Alleghe, nell'alto agordino, in provincia di Belluno, si è



Figura 4 - Il lago Tanganika ripreso dallo spazio. Si trova nell'Africa orientale ed è il secondo lago africano per estensione. Si tratta di un lago di origine tettonica. Fonte: Wikipedia.

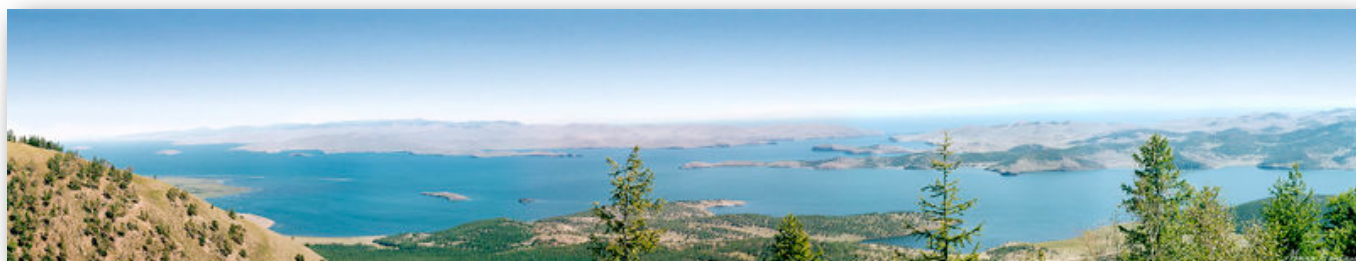


Figura 5 - Il lago Bajkal, nella Siberia meridionale, è stato dichiarato dall'UNESCO patrimonio dell'umanità dal 1996. Anche questo lago è di origine tettonica. Fonte <http://it.wikipedia.org/wiki/File:Panoramicaibikal.jpg>

AGLI STUDENTI CHE STUDIANO SU QUESTO BOOK

Il presente lavoro, nello spirito del book in progress, è in continuo aggiornamento, approfondimento, completamento, ampliamento.

La revisione dei testi e delle immagini è gradita, gli eventuali errori riscontrati in questo book possono essere segnalati al vostro insegnante, che provvederà a comunicarli agli autori.

AI DOCENTI CHE UTILIZZANO QUESTO BOOK

Si invitano i docenti a dare ogni indicazione possibile per costruire un manuale scientificamente e didatticamente adeguato, segnalando eventuali errori, come pure possibili, ma certo non volute, omissioni di fonti.

Si prega di segnalare quanto sopra o qualsiasi altra osservazione ai coordinatori utilizzando i seguenti indirizzi di posta elettronica:

- elirusconi@hotmail.com

- giovals@hotmail.com

Foto, disegni schemi utilizzati nel manuale sono stati realizzati dai docenti autori o sono di pubblico dominio e libero utilizzo (no copyright e royalty free).

Si precisa che i responsabili del lavoro realizzato sono i docenti firmatari del modulo specifico del book.

Per i dati riportati, si fa presente che i siti istituzionali consultati riportano talvolta cifre discordanti: si è proceduto a riferire quelli ritenuti più attendibili perché condivisi dalla maggior parte degli studiosi.

È permesso ogni utilizzo didattico del testo da parte delle istituzioni scolastiche appartenenti alla rete del book in progress.

Grazie a tutti quanto vorranno contribuire per migliorare il book ☺