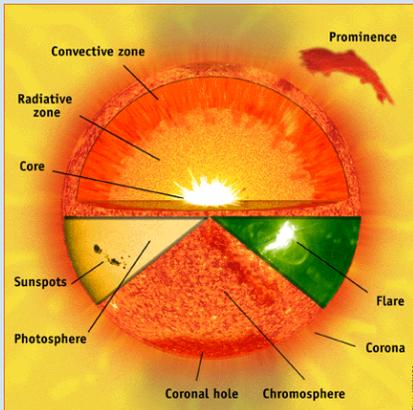


# Il Sole

Il Sole, alla distanza di 150 milioni di km, è la stella a noi più vicina e ha diametro e massa rispettivamente 110 volte e 330.000 volte quella della Terra. Il Sole si è acceso 4,5 miliardi di anni fa e si spegnerà tra circa 5 miliardi di anni (vedi pannello *Come vive una stella*). La sua densità media è di poco superiore a quella dell'acqua e può essere descritto come una sfera di gas a temperature elevatissime, tenue e diffusa vicino alla superficie, e via via più densa procedendo verso il nucleo.



Cortesia di NASA/ESA

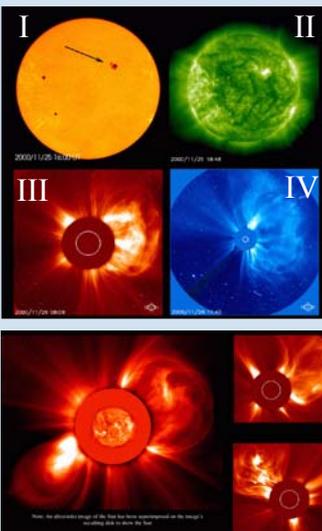
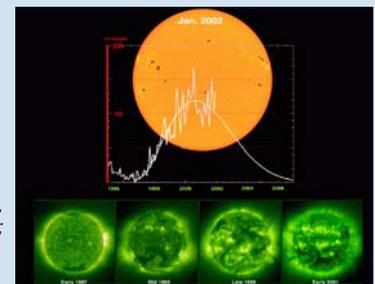
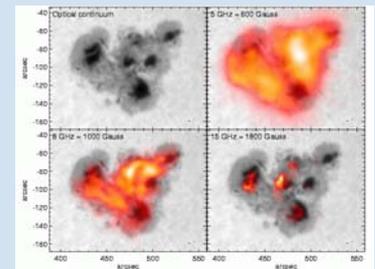
## L'interno del Sole

Il Sole è costituito per circa il 90 % da idrogeno. Il nucleo è formato da elettroni e protoni a una temperatura di circa 15 milioni di gradi. Nel **nucleo** del Sole, ogni secondo, migliaia di protoni collidono con altri protoni per formare nuclei di elio in una gigantesca reazione di fusione nucleare che produce energia. Partendo dal nucleo (*core* nella *figura a lato*), l'energia si propaga verso l'esterno per irraggiamento (*radiation zone*). In questa **zona radiativa** la densità del plasma è molto elevata e la radiazione impiega circa 170.000 anni ad attraversarla per intero. A questo punto la temperatura cala sotto i 2 milioni di gradi e il plasma diventa troppo "freddo" e opaco per lasciar passare la radiazione. In questa **regione, detta convettiva**, (*convection zone*) correnti di convezione trasportano bolle di plasma caldo verso la superficie dove si raffreddano e quindi ridiscendono di nuovo, proprio come in una pentola d'acqua messa a bollire sul gas. La superficie visibile del Sole è detta **fotosfera** (*photosphere*) e ha una temperatura di solo 5800 gradi. Al di sopra della fotosfera si trova uno strato sottile detto **cromosfera** (*cromosphere*), studiato alle lunghezze d'onda radio e ultraviolette. Infine troviamo la **corona**, uno strato di plasma rarefatto e caldo con una temperatura di circa 2 milioni di gradi.

## Campi magnetici nel Sole

Il campo magnetico del Sole è generato dai moti del plasma sotto la sua superficie, ed è responsabile dell'attività solare, la quale si manifesta sotto forma di **macchie solari** (*sunspots*), **brillamenti** (*flare*), **espulsioni di massa coronale** (*coronal mass ejection, CME*). Le macchie solari sono zone relativamente fredde (circa 4000 gradi contro i 6000 gradi della fotosfera circostante), spesso di dimensioni superiori a diversi diametri terrestri. Nella *figura a destra in alto*, all'immagine ottica di un gruppo di macchie solari (in toni di grigio) sono sovrapposte immagini radio (in colore) a diverse frequenze (5, 8 e 15 GHz), che permettono di evidenziare zone con campi magnetici più o meno intensi: le regioni più scure sono quelle con temperatura più bassa e campo magnetico più elevato.

Ogni 11 anni il Sole raggiunge un picco di attività chiamato *massimo solare*, che si manifesta con un elevato numero di macchie solari, brillamenti e CME. L'ultimo massimo è avvenuto nel 2001 e il prossimo sarà nel 2012. Nella *figura a destra in basso* sono riportati un grafico con il numero di macchie solari osservate negli anni 1996-2002, e quattro immagini che evidenziano l'aumento dell'attività della cromosfera all'avvicinarsi dell'epoca dell'ultimo massimo solare (2001).



Cortesia di SOHO Mission, NASA/ESA

Cortesia di Lee et al. (1998), *Astrophysical Journal* 501, 853; SOHO Mission NASA/ESA

## La corona solare e i CME

La corona solare è osservabile direttamente da Terra solo durante le eclissi. Gli strumenti su satellite possono però creare una eclissi artificiale tramite il *coronografo*, strumento che permette di bloccare la luce proveniente dal disco solare, evidenziando così le caratteristiche della corona. Il campo magnetico è responsabile delle strutture ad arco che si protendono verso la corona. Infatti, quando il campo magnetico diventa instabile, le linee di campo magnetico nelle macchie solari possono spezzarsi producendo brillamenti osservabili nella banda ultravioletta e quindi espulsioni di particelle e campo magnetico dalla corona, che vengono chiamate *CME*. Durante questi fenomeni una massa pari a circa un milione di tonnellate al secondo viene espulsa. La velocità del plasma espulso durante un CME può raggiungere i milioni di km all'ora. I quattro pannelli nella *figura a sinistra in alto* riportano l'evoluzione temporale di una macchia solare (I) che produce un brillamento (II) che successivamente dà luogo a un CME (III e IV). I diversi colori dei pannelli sono dovuti ai diversi filtri impiegati per l'osservazione, mentre il cerchio tratteggiato delimita la regione occupata dal disco solare oscurato, nelle immagini ottenute con il coronografo. La *figura a sinistra in basso* mostra un eccezionale doppio CME.

Per saperne di più:

• <http://sohowww.nascom.nasa.gov>