

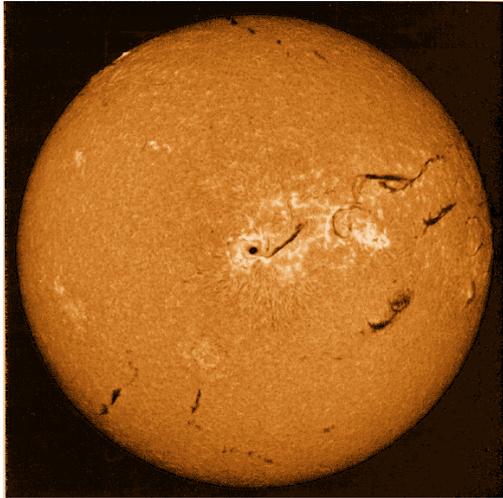
## Sezione

## Il Sole

## Testo Parte II

<b>Sommario</b>	<b>●L'atmosfera solare</b>	<b>●L'attività solare</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>● La cromosfera</li><li>● Le eruzioni</li><li>● La corona</li><li>● Le protuberanze</li><li>● Il vento solare</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>●Le relazioni Sole - Terra</li><li>●Indice analitico della sezione</li><li>●Test</li><li>●Bibliografia</li></ul>

## *Iperastro- Il Sole-Parte II*



### *L'Atmosfera solare*

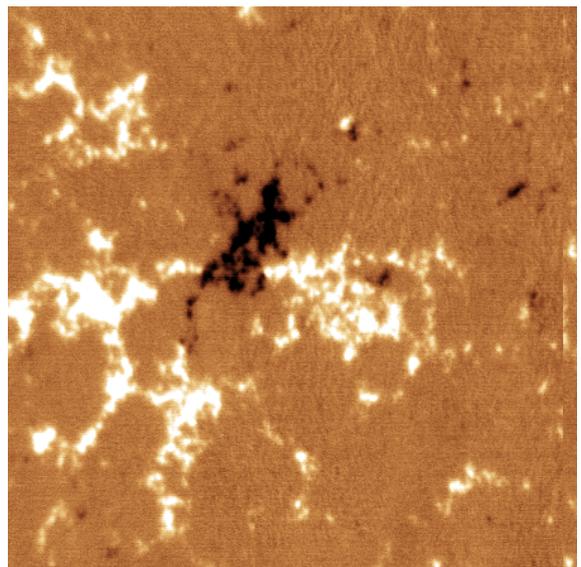
Al di sopra della fotosfera i gas solari si estendono nello spazio per distanze anche di migliaia di chilometri, formando l'atmosfera solare, che diviene sempre più rarefatta e quindi più trasparente mano a mano che si procede verso l'esterno.

L'atmosfera solare è distinta in due regioni:

- la cromosfera,
- la corona.

### *La Cromosfera*

La cromosfera, così chiamata per il suo colore rosso vivo dovuta alla composizione prevalentemente di Idrogeno è lo strato gassoso che sovrasta immediatamente la fotosfera fino ad un'altezza di circa 15.000 km, visibile nel corso di un'eclisse di Sole o con strumenti particolari (coronografi) anche non nel corso di un'eclissi. Osservata con forte ingrandimento al telescopio, la bassa cromosfera appare costituita da innumerevoli *lingue di fuoco*, dette *spicole*, ondegianti, al punto da suggerire l'immagine di una prateria in fiamme, che si estendono verso l'alto per circa 7000 km. La temperatura della cromosfera è, nella sua parte bassa, inferiore a quella della fotosfera; a partire da circa 500 km di quota comincia a salire, fino a raggiungere qualche milione di gradi nella parte più



## ***Iperastro- Il Sole-Parte II***

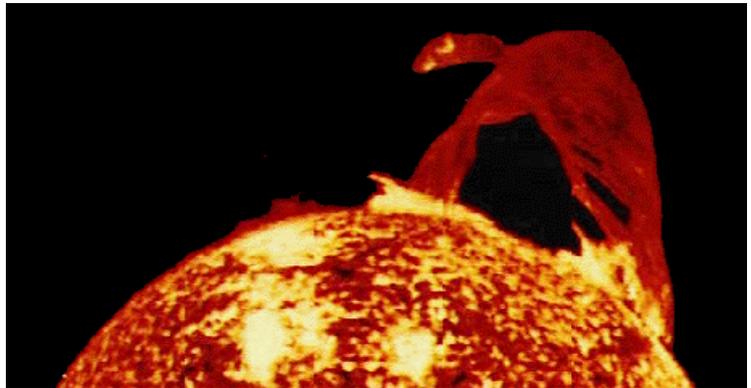
alta.

La cromosfera solare è sede di fenomeni di intensa attività: le eruzioni cromosferiche.

### ***Le eruzioni cromosferiche***

In corrispondenza alle zone fotosferiche dove appaiono macchie o gruppi di macchie, si verificano fenomeni che investono l'atmosfera solare. All'interno della cromosfera o più frequentemente nella ristretta regione fra le macchie in sviluppo e soprattutto in vicinanza della linea di separazione fra i forti campi magnetici di polarità opposta, vengono osservate le eruzioni cromosferiche, vere e proprie esplosioni di materia e di luce, accompagnate da emissione radio ed X.

All'improvviso e per qualche minuto o qualche ora, una parte di un'area attiva diventa luminosissima. Riprese cinematografiche mostrano che un'eruzione provoca l'innesco di processi simili in regioni anche distanti decine di migliaia di chilometri della fotosfera in modo fulmineo. Tutto il processo ha la caratteristica di un'esplosione accompagnata da una forte

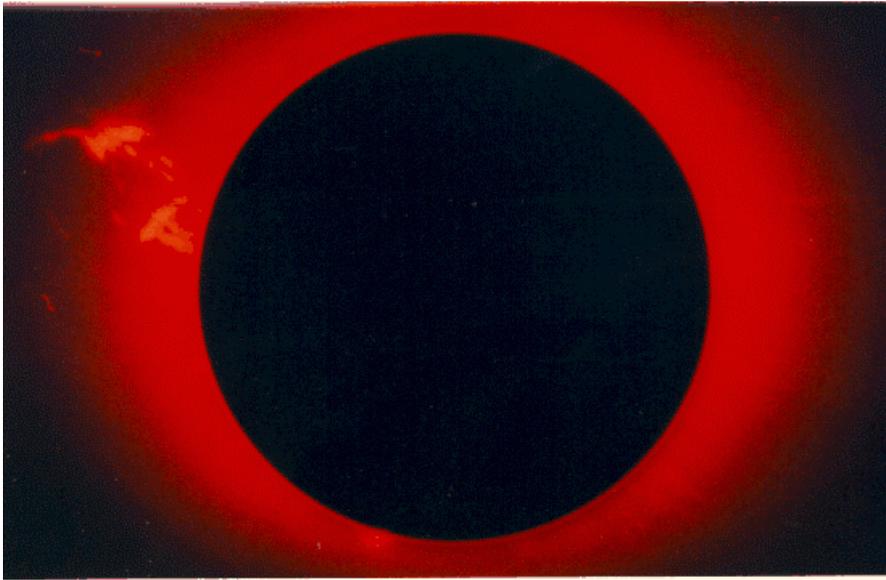


contrazione della materia in un certo volume di cromosfera. La quantità totale di energia, che si sprigiona sotto forma di radiazione ottica, ultravioletta, X e radio, supera i  $10^{21}$  joule, una quantità veramente enorme! Per avere un'idea dell'ordine di grandezza basti pensare che è quella necessaria per sollevare una massa di centomila miliardi di tonnellate fino ad un'altezza di mille metri sulla superficie della Terra.

### ***La corona solare***

La corona solare si estende, oltre la cromosfera, fino a distanze di milioni di chilometri ed è costituita da un gas estremamente rarefatto, qualche milionesimo di microgrammo per centimetro cubo. Questo spiega il fatto che essa non sia normalmente visibile, così come invece lo è la fotosfera, ma appare in tutto il suo splendore solo durante le eclissi totali di Sole, con una luminosità circa uguale a quella della Luna piena.

## ***Iperastro- Il Sole-Parte II***



La temperatura della corona solare è di qualche milione di gradi. Questo fatto comporta un elevatissimo grado di ionizzazione del gas che è quindi un plasma. I gas ionizzati della corona solare subiscono fortemente l'influsso dei campi magnetici solari, sia di quello globale, sia di quello molto intenso associato alle macchie solari.

La conseguenza è che la forma della corona e la sua

estensione possono cambiare fortemente in concomitanza con l'attività solare: *con il Sole attivo si presenta di forma circolare e simmetrica, mentre è fortemente asimmetrica nei periodi di Sole calmo.* Nei periodi di intensa attività solare la corona solare è sede di protuberanze.

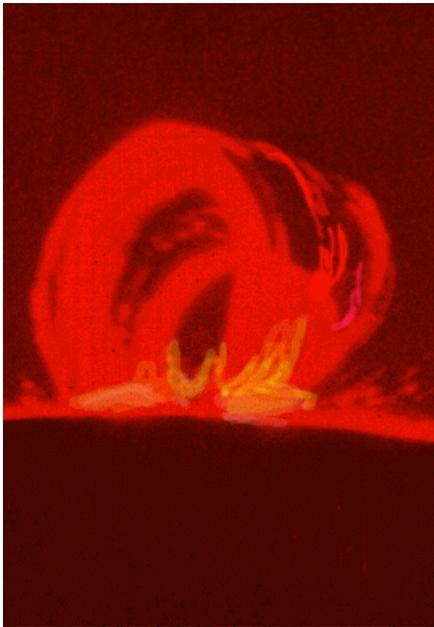
Conseguenza dell'alta temperatura è la straordinaria estensione della corona, che per questo motivo tende ad espandersi, anche se si mantiene in una sorta di equilibrio dinamico. Nonostante l'espansione sia continua, la densità è mantenuta costante nel suo insieme da un flusso continuo di particelle provenienti dal Sole, in prevalenza protoni ed elettroni, che danno luogo al vento solare.

La corona solare presenta molti enigmi non ancora del tutto risolti. Uno di questi è dato dalla sorgente di energia che causa il riscaldamento della corona ad una temperatura estremamente più elevata di quella fotosferica, che si trova al suo interno.

Molte teorie in proposito sono state formulate, alcune convincenti ed in accordo con i dati sperimentali, ma il problema è lungi dall'essere stato risolto.

## Iperastro- Il Sole-Parte II

### *Le protuberanze*



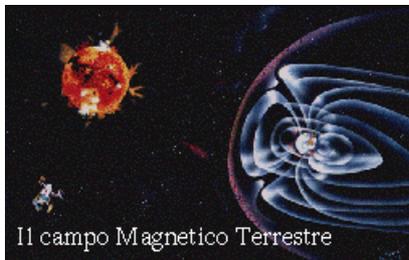
Le protuberanze sono formazioni attive osservabili nella corona solare, di colore rosso vivo per la predominanza di idrogeno, intimamente legate all'evoluzione dei gruppi di macchie solari. Le protuberanze sono le più grandi formazioni dell'atmosfera solare, estese per centinaia di migliaia di chilometri e con una larghezza dell'ordine di 10.000 km circa.

La loro parte inferiore si confonde con la cromosfera realizzando così uno scambio permanente di materia tra la cromosfera e la corona. Le protuberanze possono assumere forme e dimensioni molto varie; le più frequenti si elevano quasi perpendicolari alla superficie del Sole, per poi ricadere su di essa, formando struttura arcuate.

Ai primi stadi di sviluppo di una zona attiva di macchie, si formano delle protuberanze stabili, dette protuberanze quiescenti; successivamente si sviluppano nella protuberanza getti di materia, dette protuberanze eruttive, animate da rapido

movimento.

### *Il vento solare*



**La figura mostra l'interazione del vento solare con il campo magnetico terrestre.**

Il vento solare è costituito da un flusso continuo di particelle provenienti dal Sole, in prevalenza protoni ed elettroni, che, sfuggite alla gravitazione del sole, sono in grado di raggiungere le regioni più estreme del Sistema solare, fino all'orbita di Plutone, il pianeta più esterno del Sistema solare, ed anche oltre. Alla distanza della Terra il vento solare ha una velocità di circa 400 km/sec, con una densità di poche decine di particelle per centimetro cubo. Il vento solare, nel momento in cui raggiunge la Terra è causa di importanti fenomeni, che vanno sotto il nome di relazioni Sole Terra.

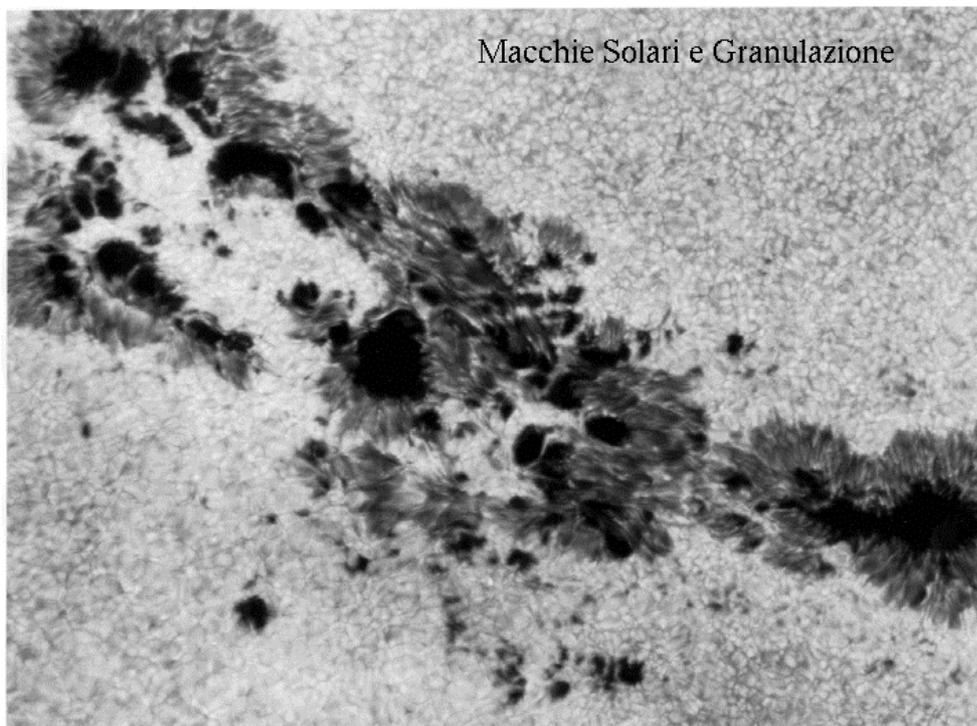
### *L'attività solare*

La comparsa delle macchie solari sulla fotosfera denota una certa condizione di *irrequietezza dinamica* del Sole. Altri fenomeni occasionali fortemente energetici, che si accompagnano alla comparsa delle macchie, coinvolgono anche l'atmosfera solare. L'insieme di tutti questi

## ***Iperastro- Il Sole-Parte II***

fenomeni, dei quali la comparsa delle macchie è il segno più facilmente evidente, costituiscono l'attività solare e le zone dove i fenomeni si presentano sono dette zone attive del Sole. *Nei momenti in cui tali fenomeni si manifestano si parla di Sole attivo; in assenza di questi si parla di Sole calmo.*

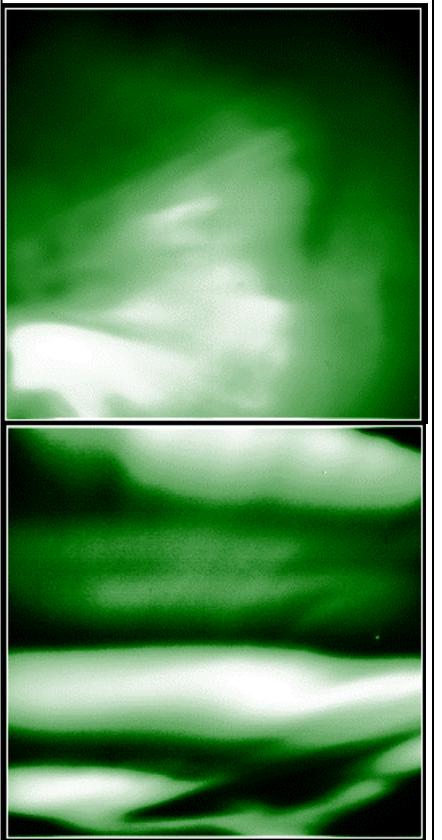
Uno dei fenomeni fotosferici collegato all'attività solare è quello costituito dalle facole, regioni più brillanti della fotosfera rispetto a quelle circostanti, che non vanno confuse con la granulazione. Nell'area della loro comparsa si generano solitamente le macchie solari. Nelle facole l'intensità del campo magnetico diviene centinaia di volte maggiore di quello globale. L'estensione dell'insieme delle facole può arrivare a coprire una frazione importante della superficie solare visibile.



Formazioni attive osservabili nelle corona sono le protuberanze. Infine, in corrispondenza a certe zone attive del Sole, come le macchie e le eruzioni cromosferiche, si riscontrano nella corona delle *aree calde*, dette condensazioni coronali, con temperature sui 4 milioni di gradi e densità sensibilmente superiori a quelle circostanti.

**Relazioni Sole-Terra**

La relazione più importante Sole-Terra è certamente quella in base alla quale la nostra stessa esistenza viene assicurata dal flusso continuo e costante di energia, che procura *temperature vivibili*, anche se con differenze da luogo a luogo e da stagione a stagione. Tuttavia altri fenomeni interessano la Terra, principalmente a causa del vento solare e dell'attività solare. Gli sciami di particelle del vento solare, interagendo col campo magnetico terrestre, si dirigono verso i suoi poli ed, entrando in collisione con gli ioni dell'alta atmosfera, la cosiddetta ionosfera, danno luogo ad una debole luminescenza del cielo.

<p><b>Le aurore polari</b></p>	<p><b>Due immagini di aurore boreali</b></p>
<p><i>In condizioni di Sole attivo, soprattutto in occasione di una grossa eruzione cromosferica o della comparsa di un grosso gruppo di macchie al meridiano centrale del Sole, si aggiungono sciami occasionali di particelle molto veloci espulse dai centri di attività solare, la cui velocità varia entro ampi limiti, fino a circa 40.000 km/s. Tali particelle raggiungono la Terra entro poche ore dalla comparsa di un fenomeno di attività, dando luogo ad una varietà di fenomeni. Giunge per prima, in circa otto minuti, l'ondata di radiazione ultravioletta ed X che viaggia alla velocità della luce nel vuoto. La conseguenza è una fortissima ionizzazione dell'alta atmosfera, con fortissimi disturbi nelle radiocomunicazioni. Poi, un'ora dopo, giungono i protoni più veloci, appena deviati dal campo magnetico terrestre. Infine arriva, tra le 20 e le 40 ore dopo, il grosso delle particelle più lente, che, deviate dal campo magnetico terrestre, si concentrano ai Poli terrestri producendo una intensa ionizzazione della ionosfera. Si scatena, allora, una vera e propria tempesta magnetica: le bussole impazziscono mentre le radiocomunicazioni, già disturbate, possono addirittura interrompersi. Nel cielo notturno, nelle regioni artiche ed antartiche in vicinanza dei poli magnetici del campo magnetico terrestre, avvampa una forte luminescenza caratteristica, una aurora polare. Il cielo appare tutto drappeggiato da coltri luminescenti che ondeggiando, che avvampano e si attenuano, mentre larghi fasci di luce si proiettano attraverso il cielo come il riverbero di un incendio lontano. Le aurore polari durano alcune ore; poi i fenomeni si attenuano e a poco a poco scompaiono, finché si ritorna alla normalità. Occasionalmente, in condizioni di particolare intensità dell'attività solare, le aurore polari possono spingersi anche a latitudini temperate.</i></p>	

## ***Iperastro- Il Sole-Parte II***

Al di là delle manifestazioni particolari, cui abbiamo accennato, non v'è dubbio che il ciclo di attività solare abbia i suoi riflessi sulla Terra, sulle sue vicende meteorologiche, sulle stagioni, forse sulla fisiologia stessa delle piante e degli animali, uomo compreso. Si è trovato infatti che lo spessore degli anelli di accrescimento delle piante è correlato al ciclo di attività solare, o almeno con la serie storica dei numeri di Wolf . Estrapolando verso il passato tale correlazione, sulla base degli spessori degli anelli di accrescimento di piante secolari o millenarie fossili, in modo da ricostruire i numeri di Wolf per le epoche in cui tali dati non sono disponibili, si sono trovate interessanti correlazioni tra il ciclo di attività solare e le glaciazioni terrestri.

## ***Bibliografia***

### **Bibliografia introduttiva e divulgativa**

#### **Il Sole**

- **P. Kennet**, *Guide to the Sun*, Ed. Cambridge University Press, (1992).
- **E. Nesme-Ribes, S.L. Baliunas e D. Sokoloff** , *La dinamo stellare* , Le Scienze, nr. **338**, (ottobre 1996).

#### **Le Stelle**

- **U. Borgeets**, *La polvere cosmica*, Le Scienze, nr. **336**, (agosto 1996).
- **F. D' Antona**, *Nane brune: le prime sicure*, L' Astronomia, nr. **172**, (gennaio 1997).
- **J.B. Kaler**, *Stelle*, Ed. Zanichelli , (1995).
- **J. Lacroux**, *Dalla Terra alle Stelle*, Ed. Zanichelli, (1989).
- **C.C. Petersen and J.C. Brandt** , *Hubble Vision (Astronomy with the Hubble Space Telescope)*, Ed. Univeristy Cambridge Press, (1995).

## Sezione

## Il Sole

 [All'Indice Generale](#)

---

• Il Sole	pag. 2
• I parametri fisici del Sole	pag. 3
• La costante solare	pag. 4
• L'interno del Sole	pag. 5
• La fusione nucleare	pag. 6
• La fotosfera	pag. 7
• Le macchie solari	pag. 8
• Il ciclo delle macchie solari (ciclo di Wolf)	pag. 9
• L'atmosfera solare	pag. 11
• La Cromosfera	pag. 11
• Le eruzioni cromosferiche	pag. 12
• La corona solare	pag. 12
• Le protuberanze	pag. 14
• Il vento solare	pag. 14
• L'attività solare	pag. 14
• Relazioni Terra-Sole	pag. 16
• Bibliografia	pag. 17
• Indice	pag. 18