

Paolo Tanga
 Direttore della Sezione Pianeti UAI
 Coordinatore del Programma Marte

Marte nel 2003

Introduzione

Nel corso del 2003 si presenteranno condizioni particolarmente favorevoli per l'osservazione di Marte, che si troverà protagonista di quella che, per la sua vicinanza alla Terra nella fase saliente dell'evento e per la durata del periodo di osservazione, merita il nome di "Grande Opposizione" (figura 1).

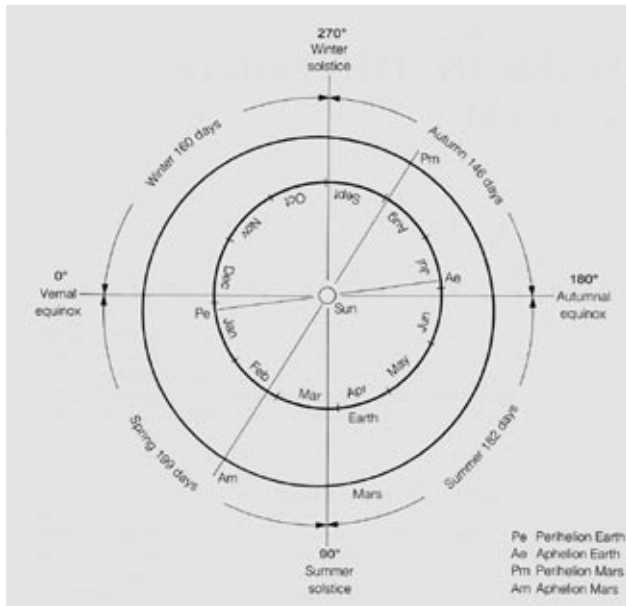


Figura 1. Uno schema delle orbite di Marte e Terra. L'orbita di Marte è rappresentata dall'ellisse esterna. Il segmento Am-Pm è la linea degli apsidi marziana, che fornisce la posizione del punto più lontano (afelio, in Am) e più vicino (perielio, Pm) dell'orbita al Sole. L'opposizione 2003 si verifica col pianeta in prossimità di Pm, quindi nel punto più prossimo all'orbita terrestre (il cerchio interno, con l'indicazione dei mesi). La linea Ae-Pe è la linea degli apsidi per la Terra.

Innanzitutto, notiamo il lungo periodo di osservabilità (figura 2). Il pianeta avrà un diametro apparente al di sopra dei 20" per due mesi e mezzo (dal 20 luglio al 4 ottobre) e al di sopra dei 12" per ben 5 mesi (dal 28 maggio al 23 novembre). Per un confronto, nel corso del 2001 il pianeta è rimasto al di sopra dei 20" per un mese appena. Questo importante arco di tempo, unitamente al valore massimo raggiunto dalle dimensioni apparenti (più di 25 secondi d'arco), costituisce l'eccezionalità di una grande opposizione. Al telescopio, la differenza sarà evidente: non si tratta della replica, un po' abbellita, delle apparizioni¹ passate, ma di un evento unico che si distingue nettamente da quelli avvenuti negli ultimi 14 anni, e che ancora resterà nella memoria per un tempo almeno altrettanto lungo. L'unicità dell'opportunità osservativa merita allora uno sforzo d'eccezione, come quello compiuto dall'allora

¹ Ricordiamo che col termine "apparizione" si intende comunemente il periodo di osservabilità di un pianeta, compreso tra due congiunzioni. All'interno di tale intervallo si verifica l'"opposizione".

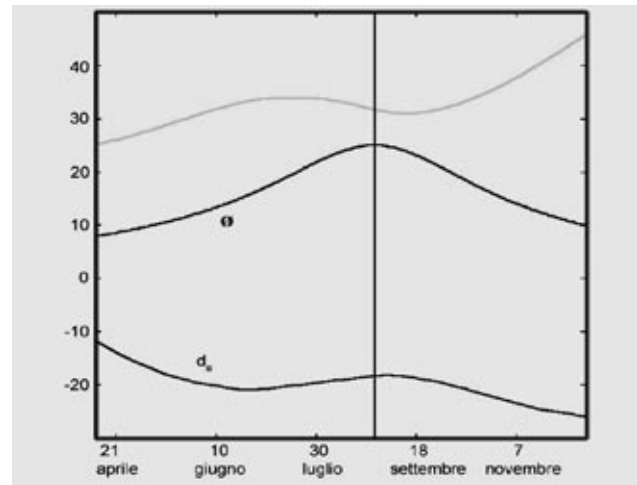


Figura 2. Il grafico rappresenta l'andamento nel periodo saliente dell'apparizione del diametro apparente di Marte (curva designata da Φ), della declinazione areocentrica della Terra (designata con d_s) e dell'altezza di Marte, al momento del passaggio in meridiano, sull'orizzonte di un osservatore posto a 42° di latitudine (senza simboli). Le tacche sulla scala orizzontale sono spaziate di 50 giorni. La linea verticale corrisponde all'opposizione.

nascente Sezione Pianeti, nel 1988, per documentare adeguatamente la grande opposizione di quell'anno, l'ultima verificatasi in ordine di tempo.

Nel seguito presenteremo quindi le caratteristiche salienti dell'opposizione 2003. Uno sguardo alle osservazioni eseguite dalla Sezione nel 1988 fornirà un utile paragone, oltre a illustrare, con dovizia di dettagli, la fenomenologia tipica di Marte presso il perielio.

Si noti che, sul finire degli anni '80, iniziava appena l'esperienza di ripresa ad alta risoluzione dei pianeti con strumentazione amatoriale. È naturale, quindi, che i disegni rivestissero un ruolo di primissimo piano nella documentazione dell'evento. Abbiamo volutamente selezionato sia disegni di grande qualità, eseguiti con strumenti di diametro superiore ai 30 cm, sia disegni eseguiti con strumenti più modesti. Lo scopo è quello di stimolare tutti a documentare al meglio l'opposizione in corso, cercando di affinare la tecnica di disegno e di approfittare al meglio della strumentazione disponibile. La raccolta di documenti osservativi che ognuno potrà accumulare col passare del tempo diverrà una testimonianza ricca e unica dell'evento.

Coloro che vorranno cimentarsi con tecniche di ripresa più sofisticate, oggi abordabili anche se tecnicamente più complesse, troveranno spunti e indirizzi tecnici nelle pagine di questo fascicolo.

Condizioni geometriche dell'apparizione 2003

Dopo aver passato la congiunzione col Sole il 12 agosto 2002, Marte si avvia all'appuntamento con un'opposizione perielica.



Tabella 1. Eventi fondamentali dell'apparizione di Marte nel 2003

Quadratura occidentale	1 maggio 2003
Equinozio di primavera emis. Sud	5 maggio 2003
Minima distanza dalla Terra	27 agosto 2003, 10 UT
longitudine areocentrica del Sole	$L_s = 249^\circ$
latitudine del punto sub-terrestre	$D_t = -19^\circ$
diametro apparente	25.11"
magnitudine	-2.9
distanza	0.3737 AU = 55.76 10^6 km
Opposizione	28 agosto 2003, 18 UT
Perielio	30 agosto 2003
Solstizio d'estate emisfero Sud	30 settembre 2003
Quadratura orientale	27 dicembre 2003

L'opposizione sarà raggiunta il 28 agosto, come si può leggere nella tabella 1, che riporta alcuni dati fondamentali relativi alla configurazione geometrica di Terra, Sole e Marte. Non si può evitare di sottolineare il record che sarà stabilito dal diametro apparente del pianeta: ben 25.11 secondi d'arco, equivalenti a una distanza dalla Terra di 55.76 milioni di chilometri. Nel corso del XX secolo, solo in un'occasione, nel 1924, il pianeta superò i 25 secondi d'arco; ciò avvenne, analogamente, in una occasione nel XIX secolo (1845), e avverrà altre due volte nel corso del XXI (2050, 2082). J. Beish (ALPO) e J. Young (US Naval Observatory) hanno simulato numericamente l'orbita del pianeta tenendo conto delle perturbazioni indotte dai pianeti maggiori (da Mercurio a Nettuno) e dalla Luna, trovando che la minima distanza nel corso del 2003 costituisce un record per un periodo di circa 50 mila anni [1]. Notiamo comunque che la differenza si gioca sul filo dei centesimi di secondo d'arco, ed è quindi irrilevante dal punto di vista dell'osservatore.

Al di là di questa curiosità, restano le altre caratteristiche essenziali di un'opposizione che avviene presso il perielio dell'orbita marziana.

Rispetto alla bassissima declinazione del 2001, quella del 2003 offrirà un'altezza sensibilmente maggiore sull'orizzonte (circa 10 gradi in più all'opposizione) regalando un indubbio vantaggio, anche se il pianeta resterà a declinazioni sfavorevolmente negative. Particolarmente penalizzato è l'inizio dell'apparizione (declinazione prossima a -23° , col pianeta nello Scorpione) mentre a partire da maggio la declinazione aumenta, fino a raggiungere i -15° . Le regioni meridionali della penisola resteranno quindi dei siti importanti per il monitoraggio del pianeta, mentre gli osservatori del Nord Italia potranno incontrare maggiori difficoltà.

Un'altra caratteristica saliente dell'apparizione in corso riguarda il ciclo stagionale del pianeta. L'orientazione dell'asse polare rispetto all'orbita fa sì che il pianeta si troverà presso il solstizio d'estate dell'emisfero meridionale, che cadrà appena un mese dopo la data dell'opposizione (tabella 1). Per analoghe ragioni geometriche, l'emisfero meridionale risulterà meglio osservabile, mentre le regioni settentrionali estreme saranno fuori portata. Solo gli osservatori attivi prima di maggio potranno osservare anche le estreme latitudini Nord, con un diametro apparente del pianeta già interessante, ma ancora piuttosto ridotto ($< 9.5''$).

Attività atmosferica

L'estate australe marziana è associata alle temperature più elevate che è possibile registrare sul pianeta. Esso infatti si trova del 25% più vicino al Sole e l'elevato irraggiamento si unisce all'inclinazione dell'asse polare creando forti variazioni di temperatura. Tali gradienti sono probabilmente responsabili delle tempeste di polvere, presentate con dovizia di dettagli in un'altra sezione di questo fascicolo [2]. Lo scatenarsi di tempeste più o meno estese è quindi uno dei principali motivi di interesse delle apparizioni perieliche. Tuttavia, l'entità e la presenza di tali fenomeni atmosferici non è né sistematica, né prevedibile.

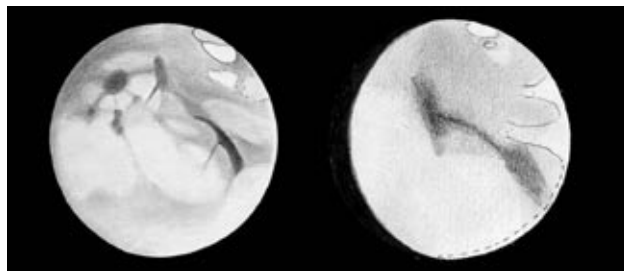


Figura 3. Immagine molto complessa, registrata da M. Falorni col rifrattore Amici di Arcetri, il 27 agosto 1988 alle 22:40 TU. Le aree chiare presso la calotta, verso ovest (destra) rappresentano una tempesta di polvere locale determinata dal forte gradiente termico presso le regioni polari. Il disco del pianeta è dominato dal complesso del Solis Lacus (a sinistra) e del Mare Cimmerium (a destra). Le stesse tempeste era stata vista al suo nascere pochi giorni prima (disegno a destra, del 23 agosto) vicinissima alla calotta, da P. Tanga (Newton 15 cm, seeing 2.5, filtro rosso W25).

Valga tra tutti l'esempio costituito da due opposti comportamenti: quello dell'apparizione 1988 che, tranne episodi minori, ha presentato nelle sue fasi centrali un'atmosfera eccezionalmente priva di polveri; e quello del 1971, con le polveri che hanno nascosto l'aspetto della superficie durante uno dei maggiori eventi globali registrati in epoca moderna. Il più recente evento a grande scala, quello avvenuto nel 2001, costituisce un'eccezione per il suo anticipo rispetto alla stagione.

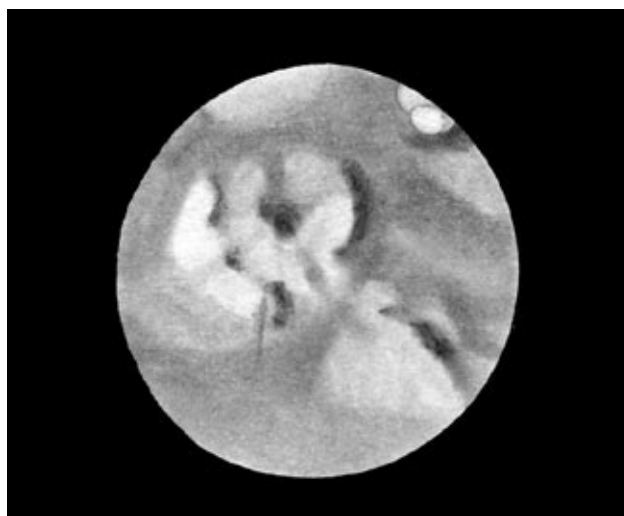


Figura 4. Disegno di D. Sarocchi, ottenuto il 1 settembre 1988 alle 23:30 TU. Si notino ancora la calotta e le stesse regioni rappresentate nel disegno precedente. Cassegrain 30 cm, seeing 3, filtro giallo W25.



Di conseguenza, se non è possibile fornire delle predizioni circa l'insorgenza delle tempeste, è certa la maggiore probabilità di osservarle in un'apparizione come quella del 2003. È essenziale, quindi, che gli osservatori prestino particolare attenzione all'attività atmosferica, registrando con cura ogni segno associato (lembo brillante del pianeta, nebbie a bassa quota, nubi presso le regioni polari, ecc.) e caratterizzandolo tramite l'uso dei filtri [3]. Abbastanza peculiare è, inoltre, l'attività atmosferica che può svilupparsi presso le regioni polari, dove piccole regioni cicloniche possono creare locali tempeste, osservate presso la calotta in piena regressione, per esempio nel 1988 (figura 3, 4).

Il sospetto insorgere di una tempesta deve destare massima attenzione e merita di essere segnalato rapidamente al coordinatore di programma. Si ricorda, in particolare, che anche una tempesta di grande estensione si genera a partire da uno o più eventi circoscritti, inizialmente visibili come nubi brillanti, ben distinguibili in luce arancione o rossa.

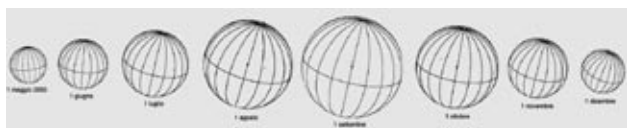


Figura 5. Sequenza di orientazioni del disco di Marte nel corso dell'apparizione, per le date indicate. Il Sud celeste è in alto come nella visione telescopica. Sono rappresentati: l'equatore; il punto sub-solare per il quale il Sole si trova allo zenit (crocetta); il punto sub-terrestre (cerchio). La linea tratteggiata rappresenta il terminatore. I dischi sono in proporzione al diametro del pianeta.

Macchie di albedo

Il sollevamento delle polveri in atmosfera è legato a cambiamenti nella distribuzione delle regioni di minore albedo sul pianeta. In seguito alla tempesta del 2001, potrebbero essersi prodotte delle mutazioni rispetto a una situazione che si è mostrata, invece, piuttosto statica nel corso degli anni '90. L'insorgere della tempesta presso Hellas e l'evento secondario presso Solis Lacus potrebbero aver creato delle modificazioni nella regione di Noachis-Fretum Pandora e di Claritas-Daedia, rispettivamente. Lo scurimento di queste regioni è stato ben visibile in passato in seguito all'attività dei siti suddetti.

Altre modificazioni potrebbero prodursi in seguito a tempeste locali o regionali, eventualmente osservabili nel corso dell'apparizione stessa. In ogni caso, la vicinanza del pianeta sarà un'ottima opportunità per analizzare in dettaglio la distribuzione delle regioni di differente albedo.

Regioni polari

Nessun segno dell'avanzare dell'estate marziana è tanto spettacolare ed evidente quanto la regressione della calotta. Essa si manifesta con una riduzione globale dell'area occupata dai ghiacci, che avviene attraverso un aumento progressivo della latitudine del bordo della calotta (figura 6). Ciò che rende di massimo interesse il fenomeno, è senza dubbio il fatto che tale regressione, progressiva, dai bordi verso l'interno della calotta stessa, non avviene in modo identico a tutte le longitudini: "frammenti di calotta", zone ghiacciate isolate, sono "lasciate indietro" dal progressivo ritirarsi dei ghiacci. Durante ogni fase, la calotta può quindi presentare disomogeneità, fratture, parti separate (figure 7-11).

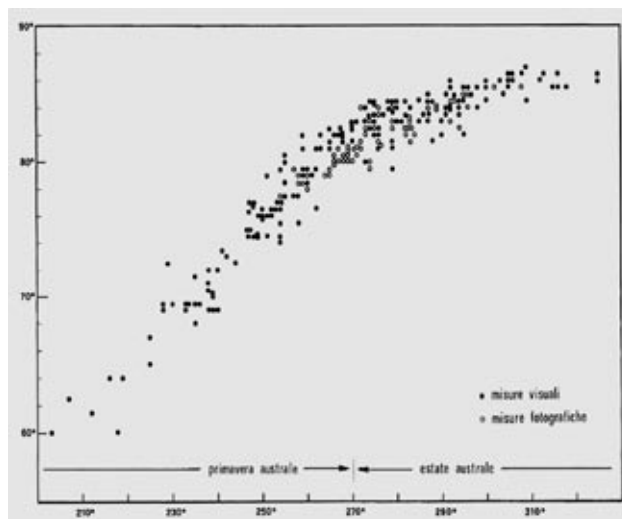


Figura 6. La curva di regressione della calotta polare sud derivata da fotografie e disegni nel 1988. L'estensione della calotta è stata misurata in direzione est-ovest, e ogni punto rappresenta la latitudine del bordo [4].

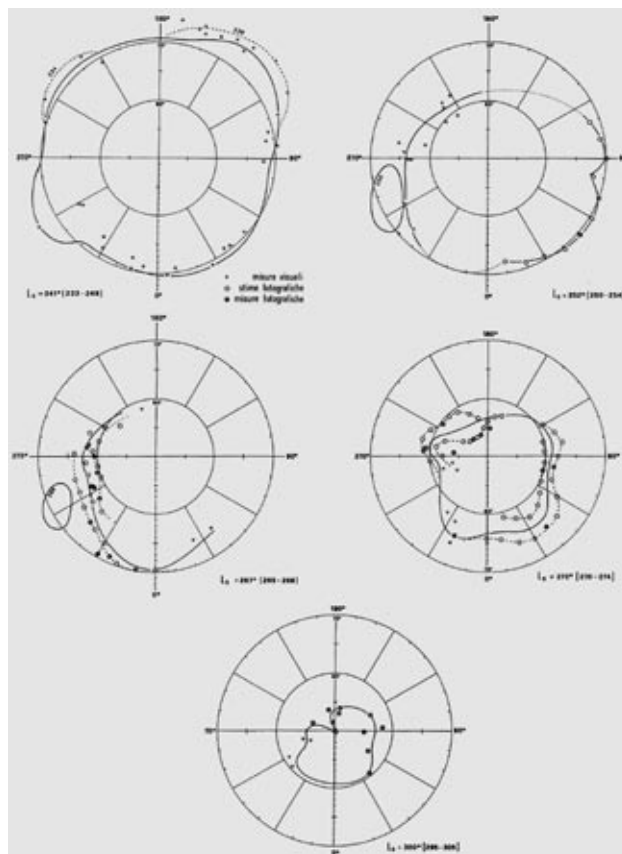


Figura 7. Misurando la latitudine del bordo della calotta lungo il Meridiano Centrale, è possibile ricavare informazioni sulla forma precisa della stessa. Le mappe rappresentano la situazione in vari momenti della regressione osservata nel 1988 (la serie commentata completa è visibile in [4]). In alto a sinistra si osserva, presso la longitudine 240°, il Novus Mons che poi (a destra e al centro a sinistra), si separa dalla calotta. L'estensione presso la longitudine 90° (a destra, sia in alto che al centro) è Argenteus Mons. L'indentazione osservabile presso la fine della regressione era ben visibile anche visualmente. Si noti che per quasi tutto il periodo la calotta è profondamente eccentrica rispetto al polo, e non può quindi essere utilizzata come riferimento per la posizione dello stesso.



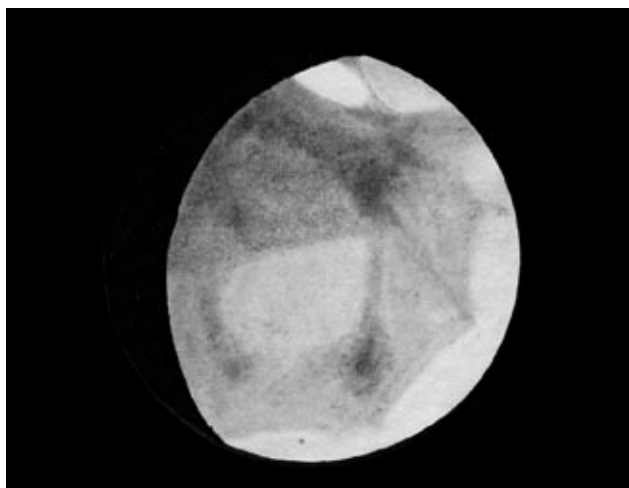


Figura 8. Marte osservato in ore mattutine da D. Sarocchi, il 20 giugno 1988 alle 3:30 TU. Il diametro del pianeta era ancora ridotto ma già si percepivano alcuni dettagli di superficie. Le irregolarità sulla brillantezza della calotta sono probabilmente dovute a una copertura nuvolosa parziale ancora presente all'inizio della primavera marziana. Rifrattore da 15 cm, filtro verde, seeing 3.5.

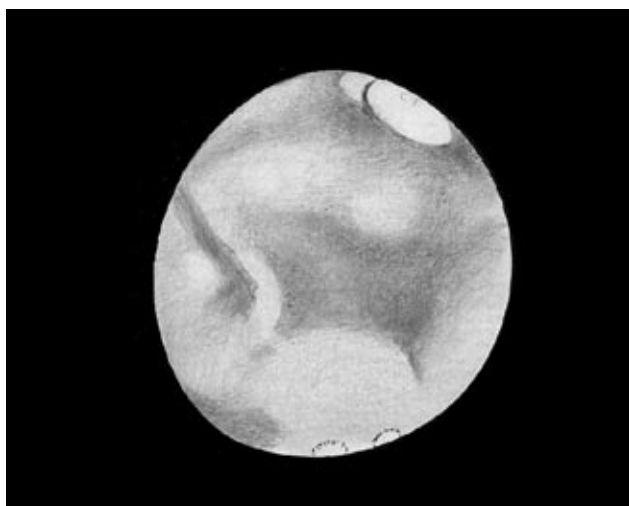


Figura 9. Novus Mons è rappresentato in questo disegno da una regione biancheggiante a fianco della calotta polare sud. Sono visibili le longitudini comprese tra il Sinus Meridiani e L'Aurorae S. L'osservazione è stata compiuta da M. Falorni l'8 agosto 1988 alle 2:50 TU ($\omega = 10^\circ$) tramite il rifrattore da 36 cm dell'osservatorio di Arcetri. Seeing 3, filtro rosso W25, $L_s = 247^\circ$.

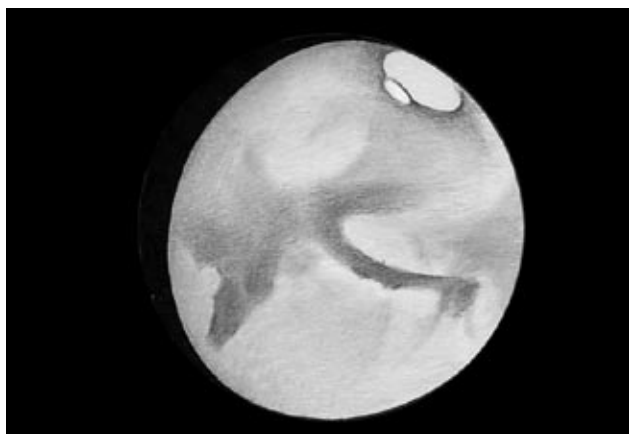


Figura 10. Delicati dettagli in Hellas, Sinus Sabaeus e Syrtis Major. Novus Mons è presso il meridiano centrale. M. Falorni, 9 agosto 1988, 23:25 UT, filtro giallo W15, seeing 2.5, rifrattore da 36 cm dell'osservatorio di Arcetri.

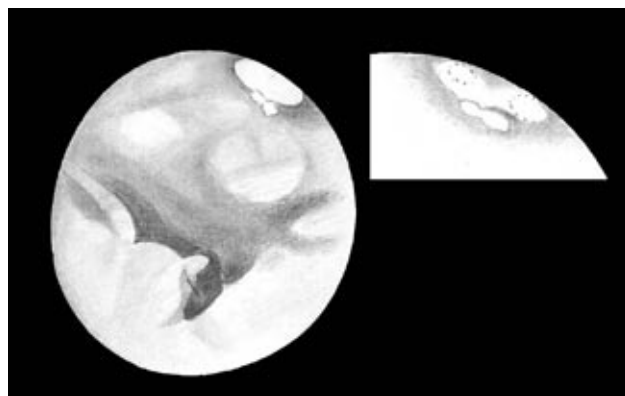


Figura 11. Ancora spettacolari dettagli vicini alla calotta polare, alle 23:50 TU del 13 agosto. Sulla destra, uno schizzo eseguito in condizioni di seeing quasi perfetto, con alcuni dettagli interni alla calotta stessa. Rispetto ai disegni precedenti, c'è sia un'evoluzione della situazione che un aumento di dettaglio dovuto alle migliori condizioni di osservazione. M. Falorni, 13 agosto 1988, 23:50 UT, filtro giallo W15, seeing 2, rifrattore da 36 cm dell'osservatorio di Arcetri.

Innanzitutto, occorre notare che all'inizio dell'apparizione è probabilmente visibile una spessa copertura nuvolosa, che nasconde del tutto la vista dei ghiacci. Col progredire della primavera australe, tale copertura si sfalda, lasciando intravedere il brillantissimo ghiaccio sottostante, per poi scomparire del tutto. A quel punto, il margine della calotta sarà nettamente delineato. Occorrerà prestare la massima cura nel disegnarne la forma e l'estensione, verificando le sue proporzioni rispetto agli altri dettagli presenti, e alle dimensioni del disco del pianeta. In tal modo, sarà possibile costruire la "curva di regressione" media, che fornisce notevoli indicazioni sulle condizioni climatiche, e che sarà eventualmente modificata dall'insorgere di una tempesta.

Nel corso delle settimane, il ritirarsi dei ghiacci risulterà assai evidente. Nel pieno della primavera² ($L_s = 200^\circ$) potranno mettersi in evidenza le regioni di Novissima Thyle e Argenteus Mons, così come potrebbe mostrarsi con chiarezza la divisione interna alla calotta nota come Rima Australis.

Successivamente, Novus Mons si protenderà dalla calotta fino a separarsi da essa. Riducendo la sua estensione, esso potrà dividersi in due parti (note complessivamente come "montagne di Mitchell") prima di scomparire definitivamente. Sarà interessante notare il momento in cui Novus Mons apparirà separato dalla calotta, dato da ritenere indicatore della velocità di regressione della stessa.

All'inizio dell'estate ($L_s = 270^\circ$) il residuo di calotta avrà un contorno profondamente irregolare. Intorno a $L_s = 310^\circ$ avrà raggiunto le sue minime dimensioni e sarà visibilmente decentrato rispetto al polo di rotazione.

² L_s indica la longitudine planetocentrica del Sole ed è un indicatore della posizione del pianeta sull'orbita, ovvero della stagione. Ricordiamo che questo parametro vale 0° in corrispondenza dell'equinozio di primavera dell'emisfero Nord, cosicché il solstizio estivo di questo emisfero Nord corrisponde a 90° e quello dell'emisfero Sud a 270° ; la longitudine eliocentrica η (misurata, come per ogni pianeta, a partire dal punto primo d'Ariete) è sfasata di 85° ($\eta = L_s + 85^\circ$). Col simbolo ω indicheremo invece la longitudine del Meridiano Centrale, come di consueto.

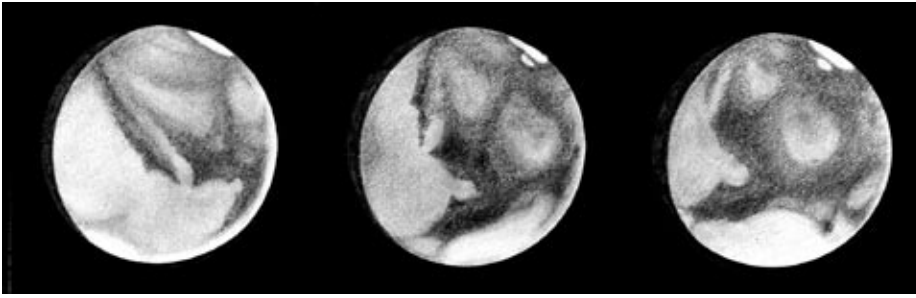


Figura 12. Sempre la stessa regione di calotta, notevolmente irregolare, e Syrtis Major nella parte inferiore del disco del pianeta. Disegni di G. Quarra Sacco, 19 agosto 1988, alle 00:30 TU (con filtro giallo W15, e rosso W29), 02:15 TU (rosso W25) e 03:40 TU (verde W58). I tre disegni si prestano a fare un confronto tra strumenti. Il primo e l'ultimo sono stati eseguiti con un riflettore apocromatico da 15 cm, quello centrale con un Cassegrain da 30 cm. Il divario nella quantità di dettagli è visibile ma modesto. Diametro apparente 19.8", seeing 2.

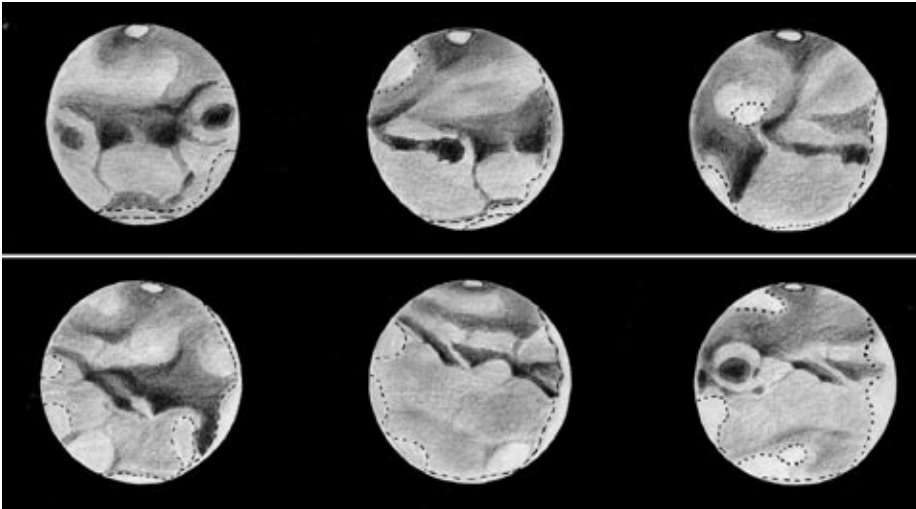
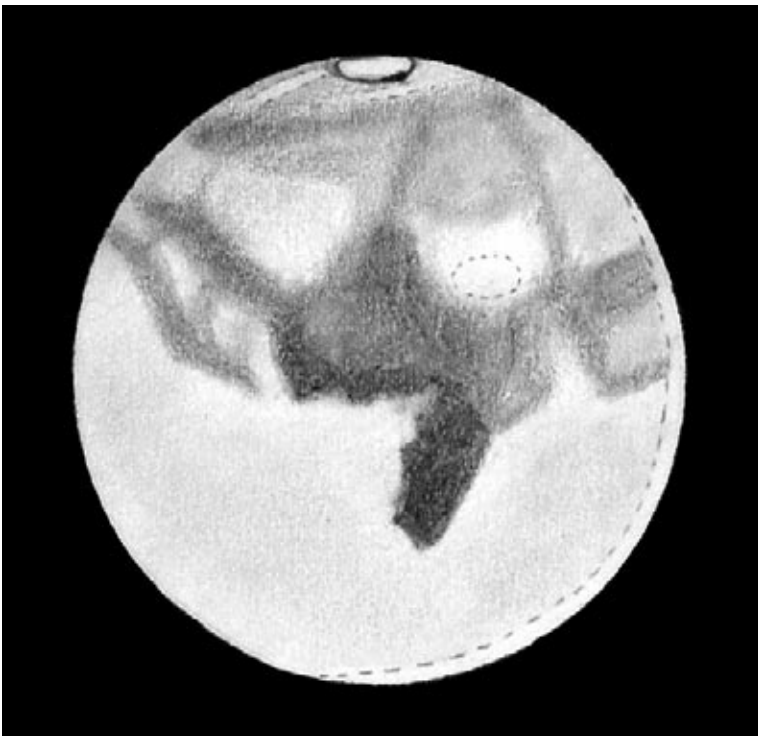


Figura 13. La sequenza di disegni di M. dal Santo, ottenuta tra il 4 settembre e il 2 ottobre 1988 osservando tra le 20:30 e le 22:30, mostra praticamente tutta la superficie del pianeta. Si noti che si sarebbe potuta ottenere la stessa copertura in longitudine più rapidamente osservando in ore maggiormente differenziate. Si nota una sensibile riduzione della calotta e la presenza di nebbie mattutine e serali al lembo. I disegni sono, nella normale sequenza di lettura, del 4, 9, 12, 21, 27 settembre e 2 ottobre. Telescopio Newton da 200 mm.



Giugno

La calotta polare appare brillante e si può sviluppare, intorno ai 300-330 gradi di longitudine, una proiezione del suo contorno (Novissima Thyle). Le fratture della calotta note come "Rima Augustae" e "Rima Australis" potrebbero rendersi visibili. Possibili manifestazioni di tempeste di polvere, almeno a livello locale.

Luglio

La "Rima Angusta" dovrebbe connettere il bordo della calotta tra $\omega = 60^\circ$ e $\omega = 270^\circ$. Proiezioni della calotta, in lento restringimento: Novissima Thyle, Argenteus Mons. La prima, col tempo, si distacca dal bordo della calotta e diviene "Novus Mons". I dettagli di superficie aumentano in contrasto, man mano

Figura 14. Tipico livello di dettaglio raggiungibile con un riflettore da 15 cm. P. Tanga, 18 settembre 1988, Newton 15 cm, seeing 1.5, $L_s = 276^\circ$ (poco dopo il solstizio d'estate), diametro apparente 23.7".

Breve cronologia dell'apparizione 2003-2004

Quanto segue non deve essere considerato come una "previsione" dell'apparizione, ma piuttosto come una guida indicativa per giudicare l'interesse dei fenomeni in atto. Essi, poi, rispetteranno la scaletta o saranno più o meno evidenti secondo quell'unicità che è tipica di ogni apparizione, e che rende l'osservazione di Marte sempre sorprendente e affascinante.

Maggio 2003

Marte è all'equinozio di primavera per l'emisfero sud il giorno 6. La calotta polare meridionale sarà presso la sua massima estensione (bordo intorno ai 65 gradi di latitudine), mentre la coltre nuvolosa che la nasconde poco alla volta si dissiperà. La rimozione della copertura potrebbe essere graduale e procedere aprendo squarci via via più importanti. Nel contempo aumenteranno le nubi brillanti nell'emisfero Sud.

Modificazioni sono possibili nella forma di Syrtis Major e nella luminosità di Hellas, che può ospitare nebbie brillanti. Possibili nubi orografiche su Tharsis.

che l'atmosfera guadagna in trasparenza. Alle estreme latitudini settentrionali dovrebbe essere percettibile il bordo delle nebbie polari. Attenzione al manifestarsi di focolai di tempeste di polvere.

Agosto

Marte alla massima vicinanza il 27 alle 10 UT, e in opposizione il giorno dopo. La calotta polare può mostrare irregolarità di brillantezza in superficie. L'atmosfera di Marte, polveri permettendo, è ora alla massima trasparenza, e con essa è ottimale la visibilità dei dettagli superficiali. Nebbie mattutine e serali si possono manifestare al lembo; brina o velature di nubi sono possibili presso i poli o nel bacino di Hellas. Attenzione alla forma di Syrtis Major (è cambiata rispetto ai mesi precedenti?) e, ancora, alle tempeste. Nubi bianche sui rilievi possibili.

Settembre

Il 29 il pianeta giunge al solstizio d'estate. La calotta polare Sud è ora notevolmente ridotta, mentre il pianeta entra nel periodo "a maggior rischio" per le tempeste. Novus Mons è prossimo alla sparizione. L'opacità dell'atmosfera resta bassa, tranne nelle aree dove i venti, ora sostenuti, possono sollevare tempeste di polvere. Possibili sistemi nuvolosi a grande scala (come la fascia di nubi equatoriali).

Ottobre

Nubi sui rilievi in riduzione. Ancora possibili le tempeste di polvere.

Novembre

Nubi orografiche possibili, calotta polare sud alla minima estensione. Ricercare aree nuvolose chiare con filtri blu e violetti.

Dicembre

Secondo picco di probabilità delle tempeste di polvere. È visibile un residuo della calotta polare?

Gennaio

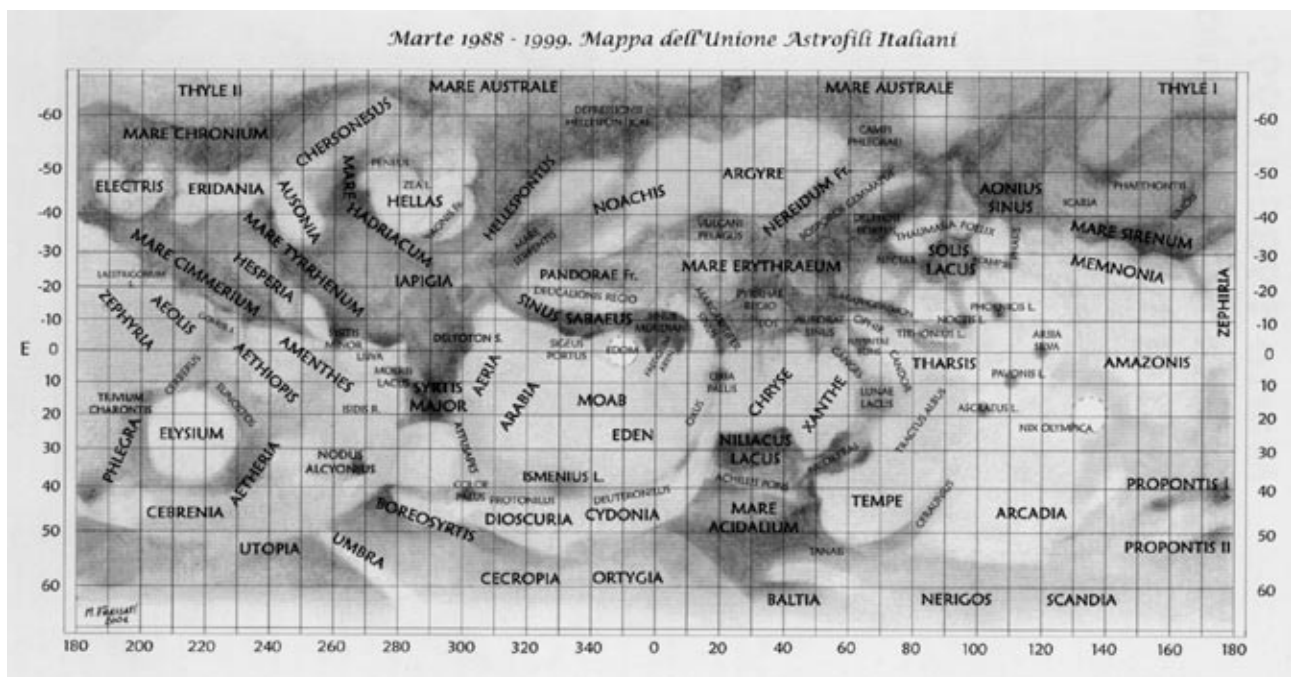
Possibili nebbie e nubi in Hellas. Calotta polare Nord nascosta da una spessa coltre nuvolosa.

Febbraio

Fine dell'apparizione. Il pianeta scende sotto i 6 secondi d'arco e i dettagli di superficie divengono indefiniti. Incremento dell'attività delle nubi discrete e calotta polare Nord sempre nascosta.

Bibliografia

- [1] Communications in Mars Observations, OAA Mars Section, 259, 3319
- [2] G. Adamoli, Le tempeste di polvere, questo fascicolo
- [3] P. Tanga, M. Frassati, Osservare Marte, questo fascicolo
- [4] M. Falorni, La calotta polare sud di Marte nel 1988, *Astronomia UAI* (1996), 4, 5



La mappa UAI di Marte

La mappa è stata preparata da M. Frassati (disegno) e P. Tanga (preparazione) sulla base delle osservazioni visuali raccolte dalla Sezione Pianeti a partire dal 1988 e fino al 1999 [1]. Essa non ritrae, come tale, l'aspetto del pianeta ad una data precisa, ma costituisce piuttosto il "sunto" di un decennio. Essa può essere usata come riferimento per l'osservazione visuale al telescopio, più di quanto possano fare le mappe basate sull'imaging CCD o sulle immagini riprese dallo spazio, che possono riportare considerevoli differenze dovute alla diversa risposta spettrale.

[1] Frassati, M., Tanga, P., *Marte 1988-1999: La mappa dell'Unione Astrofili Italiani*, *Astronomia UAI*, 4, 21

Errata: Mare Hadriacum; **corrigere:** Mare Hadriaticum.

