

Come fotografare l'emissione termica di Venere

Daniele Gasparri

Nonostante una spessa e impenetrabile atmosfera, è possibile fotografare la superficie di Venere con strumentazione amatoriale e mostrare diversi dettagli superficiali. Il segreto è fotografare il lato non illuminato quando la fase è inferiore al 25%, con un filtro infrarosso da 1000 nm (1 micron). Questa è una piccola guida affinché molti astrofili possano provarci e ottenere risultati interessanti anche dal punto di vista scientifico, poiché manca un monitoraggio continuo delle caratteristiche superficiali. In linea teorica è persino possibile mettere in luce l'impronta termica di eruzioni vulcaniche a media/grande scala e capire se il pianeta è ancora geologicamente attivo o no.

Al momento non esiste una mappa superficiale ottenuta da Terra, attraverso la radiazione termica, che mostri tutto il pianeta, o almeno metà. Ci possiamo avvicinare molto a questo scopo riprendendo il lato notturno di Venere nelle settimane prima della congiunzione del 23 Marzo 2017 e nel mese successivo, quando sarà visibile la mattina.

L'emissione termica di Venere

La superficie di Venere è estremamente calda, circa 750 K; la circolazione atmosferica, molto efficiente, fa sì che il calore sia uniformemente distribuito, con la conseguenza che la temperatura risulta pressoché uniforme su tutto il globo. L'elevata temperatura fa sì che l'intero pianeta emetta radiazione elettromagnetica, di corpo nero, centrata nell'infrarosso, con un picco a 3,8 micron, ma con delle ali che si estendono fino alla regione del vicino infrarosso. Questa radiazione, definita termica, deve fare i conti con lo spesso strato atmosferico, che la blocca completamente in quasi ogni punto dello spettro, tranne in qualche ristretto intervallo di lunghezze d'onda.

In corrispondenza della lunghezza d'onda di 1,01 micron si trova una forte finestra di trasparenza nello spettro dell'anidride carbonica e nello spesso strato di nubi di acido solforico: la radiazione termica proveniente dalla superficie riesce ad uscire nello spazio e può essere osservata da Terra come una debole luminosità dell'emisfero non illuminato del pianeta.

Non vi sono speranze di osservarla direttamente, ma è possibile, con i nostri sensori digitali sensibili anche all'infrarosso, riprenderla in modo piuttosto semplice e scoprire l'impronta di alcuni importanti dettagli.

La prima osservazione da parte di un amatore risale al 2004, ad opera di Christophe Pellier. L'astrofilo francese, riprendendo con un filtro infrarosso centrato sulla lunghezza d'onda di 1 micron, attraverso un telescopio da 14", riuscì a mostrare la debole luminosità dell'emisfero non illuminato di Venere, che si mostrava come una specie di luce cinerea lunare, ma estremamente diversa quanto a proprietà ed intensità. Egli riuscì a mettere in evidenza anche alcune macchie, ma la loro identificazione non fu certa, a causa del poco segnale raccolto.

Da quel momento molti astrofili sono riusciti a riprendere la radiazione termica, ma pochi sono stati in grado di identificare con certezza le proprietà e l'evoluzione delle macchie scure visibili e condurre così uno studio valido anche dal punto di vista scientifico.

Poiché Venere possiede montagne ed altopiani, i quali, come sulla Terra, hanno temperature minori delle più basse zone pianeggianti, è teoricamente possibile, studiando l'emissione termica, mettere in mostra le principali formazioni geologiche del pianeta; in particolare, rilievi e montagne avranno temperature minori, quindi emetteranno minore radiazione, risultando più scure delle regioni pianeggianti a temperature maggiori. Il gradiente termico è di circa 8° ogni km e considerando che vi sono rilievi alti diversi km le differenze di temperatura sono importanti e relativamente semplici da rivelare. Se riusciamo ad ottenere immagini con un buon segnale ed una buona risoluzione, dell'emisfero non illuminato dal Sole, nella finestra di trasparenza, è teoricamente possibile mettere in mostra ed identificare direttamente i dettagli superficiali!

I grandi telescopi professionali hanno dimostrato che ciò è possibile, ma non hanno ottenuto grandi risultati quanto a risoluzione e contrasto.

Strumentazione

L'accessorio indispensabile per riprendere l'emissione termica con successo è un filtro infrarosso centrato sulla lunghezza d'onda di 1 micron (1000 nm). Nel panorama commerciale, lo Schott RG1000 sembra la migliore soluzione (attualmente venduto da Adriano Lolli). Questo filtro appare completamente opaco alla vista e può essere utilizzato con profitto, in digitale, solamente sui corpi del sistema solare più brillanti. Combinando la sua banda passante, che inizia a partire dai 900 nm, con la curva di sensibilità spettrale tipica di un sensore digitale (CCD o CMOS), si ottiene una trasmissione risultante centrata a circa 970 nm, con una larghezza a mezza altezza (FWHM) di circa 120 nm.

Non servono telescopi dal grande diametro per un lavoro di qualità; piuttosto grande attenzione deve essere messa nella scelta della camera di ripresa. Se vogliamo andare oltre al rivelazione della radiazione termica e sperare di mostrare dei dettagli superficiali, serve necessariamente una camera digitale monocromatica. Si possono utilizzare sia le camere CCD adibite al profondo cielo che le moderne camere planetarie basate su sensori CMOS, ormai con una sensibilità e una pulizia del segnale eccellenti.

Tecnica di ripresa

L'emissione termica di Venere ha una luminosità superficiale, nella regione attorno a 1 micron, pari a circa 12 magnitudini su secondo d'arco quadrato, un valore che in assoluto buono, soprattutto per chi di solito ha a che fare con gli oggetti del profondo cielo, che hanno magnitudini superficiali abbondantemente oltre la quindicesima. Per chi fa imaging planetario, invece, si tratta di un valore molto basso, reso ancora più insidioso dalla brillantissima falce illuminata dal Sole, circa 20 mila volte più luminosa. Per fortuna i moderni sensori digitali riescono a controllare piuttosto bene la grande differenza di luminosità e a limitare la quantità di luce diffusa.

La tecnica di ripresa, allora, è un ibrido tra quella tipica dell'imaging planetario e quella del profondo cielo. Ecco i punti salienti:

- 1) E' necessario che Venere abbia una falce inferiore al 25%. Questo si verifica da Febbraio ad almeno fine Aprile, quindi ora è il periodo migliore per tentare la ripresa;
- 2) È necessario iniziare la sessione quando il Sole è sotto l'orizzonte, con il cielo ormai scuro, altrimenti la luminosità del fondo cancellerà la radiazione termica o abbasserà moltissimo il contrasto;
- 3) Non occorrono focali elevatissime tipiche dell'imaging planetario, anzi. La risoluzione che possiamo sperare di raggiungere è limitata dalla turbolenza dell'atmosfera, per questo motivo la ripresa a fuoco diretto è sempre da preferire, a meno che la focale non sia sotto i 1500 mm, con campionamenti tipici non più spinti di 0.8-0.9"/pixel;
- 4) Il tempo di esposizione dei singoli fotogrammi deve essere lungo. Questo dipende dal rapporto focale e dal campionamento ma, come indicazione di massima, la radiazione termica è visibile con esposizioni non più brevi di mezzo secondo, meglio uno. In questo modo la falce illuminata sarà molto sovraesposta ma questo non ci interessa. Bisogna regolare quindi esposizione e guadagno (meglio tenerlo almeno verso la metà, un valore troppo basso può creare artefatti) in modo che la debole luminosità dell'emisfero buio di Venere sia visibile già a monitor. Con telescopi dell'ordine di 20 cm il tempo di esposizione migliore è tra 2 e 5 secondi. Anche se tempi più brevi ci potrebbero mostrare comunque la radiazione termica, per sperare di vedere qualche dettaglio è necessario aumentare il segnale, quindi allungare l'esposizione. Il consiglio, comunque, è di fare diverse prove, magari differenti sessioni di ripresa cambiando il tempo di esposizione;
- 5) Eseguire filmati, o scattare foto singole, e raccogliere almeno un migliaio di fotogrammi. Non limitarsi ad acquisire un filmato o una singola serie di fotogrammi, ma raccogliere almeno 2-3 sequenze indipendenti. Anche se il pianeta sarà basso sull'orizzonte, fino a 10-15° si può ancora fotografare con profitto. Per discriminare la presenza di eventuali artefatti,

è meglio se dopo ogni sequenza ruotiamo la camera di ripresa prima di acquisire la successiva. In questo modo in fase di elaborazione avremo la vita più facile per riconoscere artefatti o dettagli reali. Non ci dobbiamo preoccupare del tempo di acquisizione totale, visto che la superficie impiega 243 giorni a ruotare. Se si riprende con camere CCD per il profondo cielo è meglio eseguire anche qualche dark frame e magari qualche flat field, ma non è comunque fondamentale.



Singolo frame di 4 secondi di esposizione ottenuto con un C9.25 a f10, camera CCD ST-7XME e filtro IR da 1 micron. È ben visibile la radiazione termica e già qualche debole macchia scura associata a dettagli superficiali.

Tecnica di elaborazione

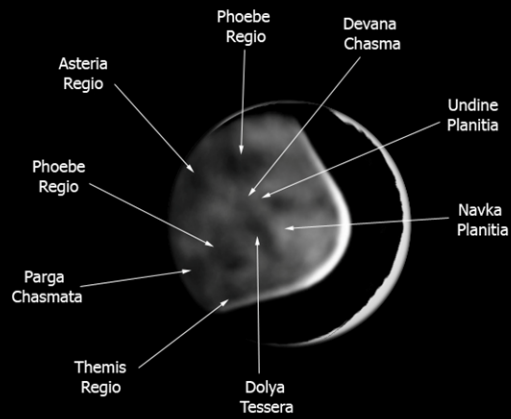
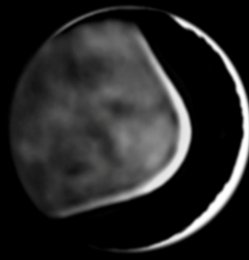
L'elaborazione è molto semplice. Dopo aver creato l'immagine raw allineando e sommando i frame migliori (che saranno quasi la totalità di quelli acquisiti; non dobbiamo fare gli schizzinosi, tanto il seeing non sarà mai perfetto!) con i programmi con cui trattiamo tutte le immagini planetarie, l'elaborazione è molto semplice: basta infatti una maschera sfocata o qualche filtro wavelet per mostrare le eventuali macchie superficiali. Non c'è bisogno di fare altro, se non divertirci a capire se i dettagli si ripetono per ogni sequenza che abbiamo acquisito e nel caso affermativo sommare le immagini elaborate per creare la versione finale.

Per avere un termine di paragone, è possibile scaricare due fit grezzi ottenuti con la mia strumentazione: SCT C9.25 al fuoco diretto e camera CCD ST-7XME:

- 1) www.danielegasparri.com/ven_19-02_4s_1_cal_167f.zip (167 frame da 4 secondi)
- 2) www.danielegasparri.com/ven_19-02_5s-1_cal_157f.zip (157 frame da 5 secondi)

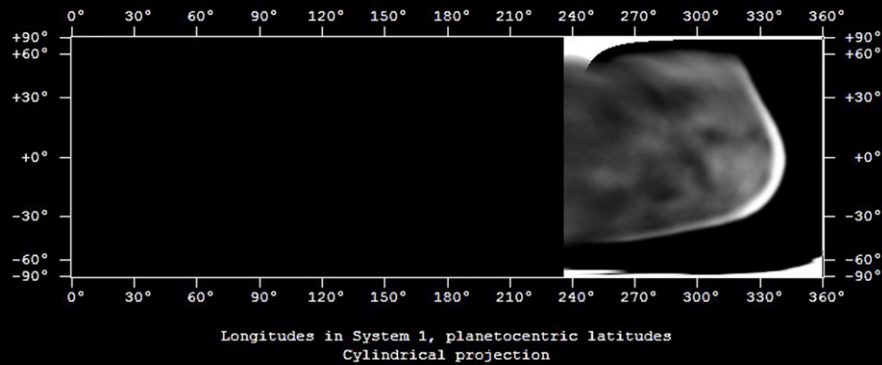
2009-2017 images combined

N

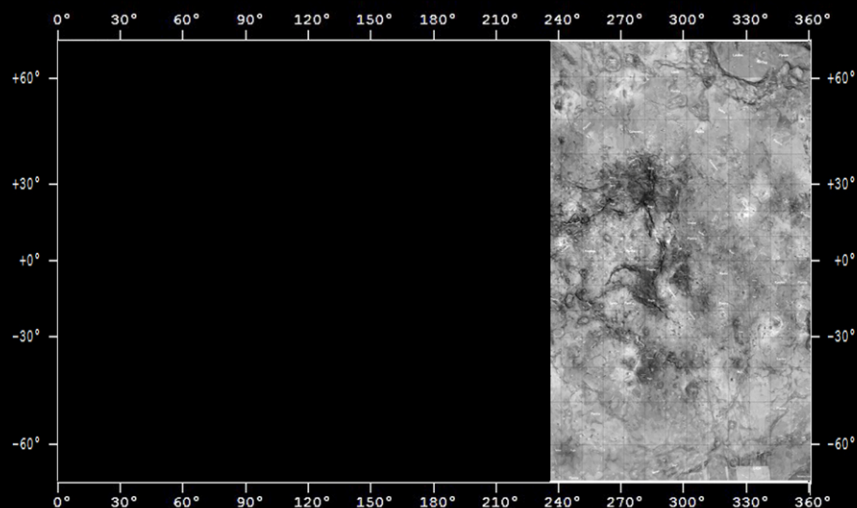


Venus thermal map assembled with 2009 and 2017 images
Daniele Gasparri
Perugia (Italy)
Schmidt-Cassegrain telescope, 235 mm f10
SBIG ST-7XME camera
IR 1 micron filter

Cylindrical projection (2009-2017 images)



Magellan spacecraft altimetric data



Mapa termica realizzata con le immagini del 2009 e del 2017 e confronto con i dettagli superficiali evidenziati dalla sonda Magellano attraverso misure radar. La corrispondenza è perfetta. Fino alla congiunzione con il Sole saranno visibili queste regioni. Nella successiva apparizione mattutina, a partire da Aprile, saranno visibili altre zone. Sarà interessante provare a realizzare la prima mappa al mondo della superficie di Venere ottenuta da Terra e senza tecniche radar.