

Organizzazione della fase 1 del progetto CASTEL
(Capodimonte Antarctic Solar TElescope)
Resoconto riunione del 6 febbraio 2003 e comunicazioni al 23 febbraio 2003

Premessa

Le osservazioni solari in Antartide sono nate dalla necessità di ottenere serie temporali ininterrotte di dati. Questa richiesta veniva formulata alla fine degli anni '70 nell'ambito della ricerca delle oscillazioni solari. Al fine di ottenere spettri di potenza dei segnali di velocità o intensità senza la contaminazione introdotta dalle interruzioni notte-giorno, le prime campagne di successo in questo campo sono state ottenute con osservazioni continuative al Polo Sud (Fossat, Grec e Pomerantz 1981, Harvey 1989).

Successivamente, l'eliosismologia si è avvalsa dell'installazione di reti di stazioni osservative distribuite a diverse longitudini sul globo terrestre in modo tale da poter osservare il sole ininterrottamente. A tutt'oggi, sono presenti i seguenti network per lo studio delle oscillazioni solari: GONG, IRIS, BISON, TON e ulteriori dati provengono dal satellite SOHO in orbita eliostazionaria. L'eliosismologia "classica" quindi non ha più senso di esistere in Antartide, dove per "classica" si intenda l'acquisizione dei segnali di intensità o velocità del sole a disco intero o a risoluzione spaziale massima di $2''/\text{pixel}$ (TON e GONG++).

Recentemente, proprio nell'ambito dell'eliosismologia, la ricerca della sorgente delle oscillazioni si avvale di osservazioni ad altissima risoluzione spaziale (dell'ordine del subarcosecondo e della durata di pochi minuti) per la rilevazione di eventi acustici che dovrebbero essere i responsabili dell'eccitazione delle onde risonanti (Goode et al. 1998). Tali eventi, di natura convettiva, avvengono stocasticamente sulla superficie solare con una frequenza di circa 5000 eventi al secondo sull'intero sole (Strous et al. 2000), ma il trasferimento di energia alle oscillazioni risonanti non è ancora stato dimostrato. Uno studio della traccia di tali eventi negli spettri dei modi globali è attualmente svolto dal gruppo solare dell'osservatorio di Capodimonte (Severino et al. 2001). In letteratura ulteriori ipotesi sulla sorgente sono state suggerite, basate sull'eccitazione da parte di eventi stocastici legati alla riconnessione magnetica in bassa cromosfera (Moretti et al. 2001), i cui effetti sulla superficie solare sono stati anch'essi osservati (Kosovichev e Zarchova 1998, Moretti et al. 2003). Questi eventi, anch'essi su scale spaziali del subarcosecondo, hanno una frequenza da pochi eventi al secondo fino a circa 40 eventi al secondo sull'intero sole, in funzione della loro energia (Berghmans, Clette e Moses 1998).

Per uno studio sistematico della relazione tra gli eventi impulsivi e l'eccitazione delle oscillazioni solari, occorrono quindi osservazioni continuative del sole ad altissima risoluzione spaziale e a disco intero, simultaneamente. A tale scopo, per il momento, non si possono utilizzare i telescopi solari che forniscono dati ad elevata risoluzione spaziale (come il DOT, Swedish Tower, Dunn) in quanto le loro caratteristiche eccezionali di risoluzione spaziale non sono soddisfatte per lunghi periodi. Infatti, anche i sistemi di ottica adattiva necessitano di condizioni ottimali di seeing per raggiungere i loro livelli di punta. Questi telescopi in media forniscono dati eccezionali solo per poche ore al giorno.

Il Dome C, dove recentemente è stata costruita la stazione Concordia per la ricerca scientifica in Antartide, a seguito di campagne di site testing preliminari, è il miglior candidato sulla terra per condizioni di seeing eccezionale e stabile. E proprio il Dome C, se le aspettative sul seeing verranno confermate, diventerebbe il miglior sito sulla terra per lo sviluppo di ricerche ad altissima risoluzione spaziale di lungo periodo.

Obiettivo scientifico

L'obiettivo scientifico del progetto consiste nello studio del **seeing solare** del sito del Dome C in Antartide.

Il Dome C, grazie all'assenza quasi totale di vento (Valenziano e Dall'Oglio 1999), dovrebbe garantire i parametri eccezionali di seeing tipici di siti ad elevata altitudine (3306 m s.l.m.), per lunghi periodi di tempo. Se confermate, le caratteristiche di stabilità e qualità del seeing farebbero del Dome C il luogo unico ed ottimale per svolgere osservazioni prolungate ad alta risoluzione spaziale. Si ricorda che le caratteristiche ottimali del Dome C suggerite dalle aspettative sono nei loro valori medi, e i risultati di una campagna devono quindi essere confrontati con la statistica della situazione meteo ed atmosferica.

Il seeing solare è diverso da quello notturno in quanto il riscaldamento locale delle superfici provoca una turbolenza aggiuntiva a quella che viene ricavata da misure di parametri atmosferici a larga scala. Inoltre, in Antartide, il sole viene sempre osservato basso sopra l'orizzonte, con una conseguente diminuzione della trasparenza atmosferica e spesso in corrispondenza di installazioni umane che possono introdurre turbolenza locale.

A tale scopo, si rende necessario uno studio del seeing nelle condizioni di osservazioni solari, ovvero con le installazioni e la strumentazione simile a quella che verrà poi utilizzata per gli obiettivi scientifici successivi.

Il progetto

Lo scopo del progetto è l'installazione di un telescopio da 40 cm di diametro con caratteristiche simili a quelle suggerite da obiettivi scientifici della ricerca solare. Per questo motivo, molte delle caratteristiche della strumentazione sono dettate dai requisiti dell'obiettivo di ricerca della sorgente delle oscillazioni solari.

Il diametro del telescopio è stato deciso da quello massimo per quella classe di telescopi compatibile con i costi (intorno ai 100 k€ per il telescopio con performances antartiche).

La stima del seeing solare viene ottenuta direttamente dall'analisi di immagini solari ad alta risoluzione ottenute nella riga del calcio a 393.4 nm ed in luce bianca. L'intervallo spettrale intorno ai 400 nm è stato scelto in quanto permette di raggiungere la massima risoluzione spaziale compatibile con la sensibilità dei sensori (che tipicamente crolla sotto i 400 nm, se non trattati con tecniche particolari). La riga del calcio è stata invece scelta per permettere il confronto con numerose altre osservazioni solari di lunga durata. Nell'ambito infatti dello studio delle oscillazioni solari e più in generale della variabilità, sono stati realizzati diversi esperimenti con questa riga (al Polo Sud, vedi Duvall et al. 1991) e attualmente una rete di stazioni osservative fornisce dati ma ad una risoluzione spaziale inferiore (2 arcsec/pix, progetto TON, vedi Chae et al. 1995). Altre osservazioni vengono condotte a lunghezze d'onda vicine, per obiettivi scientifici differenti (Berger e Title, 2001), che potrebbero eventualmente essere condotte usando la maggior parte della strumentazione usata per la Ca 393.4 nm.

Di seguito si elencano quelle caratteristiche principali delle osservazioni che limitano e indirizzano le scelte della strumentazione. Si precisa che:

la risoluzione spaziale su pixel è dettata dal soddisfare il criterio di Rayleigh,

il rapporto segnale rumore su singola immagine dipende dalle variazioni spaziali e temporali di intensità solare in luce bianca (che corrispondono all'1%, e che ad alta risoluzione spettrale possono essere maggiori),

i tempi di integrazione ed acquisizione sono suggeriti dal campionamento delle variazioni di seeing e dalla cadenza temporale tipica di obiettivi scientifici legati a ricerche di fisica solare.

Diametro telescopio	40 cm
Risoluzione spaziale (limite di diffrazione a 400 nm)	0.25''
Risoluzione spaziale su pix (criterio di Rayleigh)	0.15''/pix
Min FOV	60''
Tipo immagini	intensità
Lunghezza d'onda	393.4 nm, luce bianca
Rapporto segnale rumore su singola immagine	10 ³
Tempo di integrazione minimo	0.1 s
Tempo di acquisizione minimo	15 s

Fondi e personale

Dopo il parere positivo del comitato scientifico e dei referee internazionali del Progetto Antartide (PNRA), a tutt'oggi sono stati assegnati dal parte del PNRA. 31 K€ per il funzionamento, già investiti per il contratto del Dr. P.F. Moretti e per le spese di missione, e 103 k€ sono invece in sospenso. La richiesta complessiva per la realizzazione del progetto di installazione del telescopio al Dome C per effettuare una campagna osservativa di seeing ed una su ricerche di fisica solare, ammonta a circa 260 k€ (stima dei costi all' anno 2002). E' stata inoltrata una domanda di finanziamento all'INAF nell'anno 2002 per complessivi 75 k€ (per l'acquisto di sensori, filtri e del sistema di acquisizione), il cui esito non è ancora ufficialmente pubblicato. Su fondi pre-esistenti sono stati acquistati i filtri neutri e materiale per l'archiviazione dei dati. Simile richiesta è stata quindi inoltrata alla regione Campania.

E' prevista inoltre la partecipazione di 4 persone (due per due periodi) alla prossima campagna antartica 2003-2004, a suo tempo assegnate per la installazione del telescopio. Dal momento che i fondi per la realizzazione dello stesso non sono stati assegnati, si sta provvedendo in questi giorni a vagliare la possibilità di effettuare una campagna osservativa preliminare di seeing solare durante la quale verrebbe utilizzato uno strumento semplice e portatile prestato dall'NOAO di Tucson (Seykora 1993) o da personale del NSO.

Le persone coinvolte nel progetto provengono da diversi istituti di ricerca italiani e stranieri e sono elencati con i relativi settori di partecipazione nella tabella della sezione "sottoprogetti".

Organizzazione

Di seguito viene descritta la sequenza temporale degli eventi e dell'organizzazione del lavoro nel caso ottimale di finanziamento completo e tempestivo del progetto.

A seguito della programmazione temporale sopra descritta, il progetto è stato suddiviso in tre fasi principali. Una **prima fase** prevede la progettazione del disegno operativo con tutte le caratteristiche del sistema e dei suoi costi. Durante questa fase il lavoro viene diviso in sottogruppi dedicati allo studio di diverse parti della strumentazione le cui caratteristiche dovranno soddisfare quanto suggerito dagli obiettivi scientifici. Questa fase si conclude con la stesura di un documento con la descrizione delle caratteristiche, delle problematiche affrontate e delle soluzioni adottate con le motivazioni delle scelte, con in allegato l'aggiornamento sui costi complessivi e la selezione delle aziende fornitrici. Questo documento verrà inoltrato a referees internazionali per un giudizio ed l' approvazione. Durante questa fase inoltre verrà addestrata la squadra che parteciperà alla prima campagna preliminare nel 2003-2004 all'uso dello strumento dello NOAO.

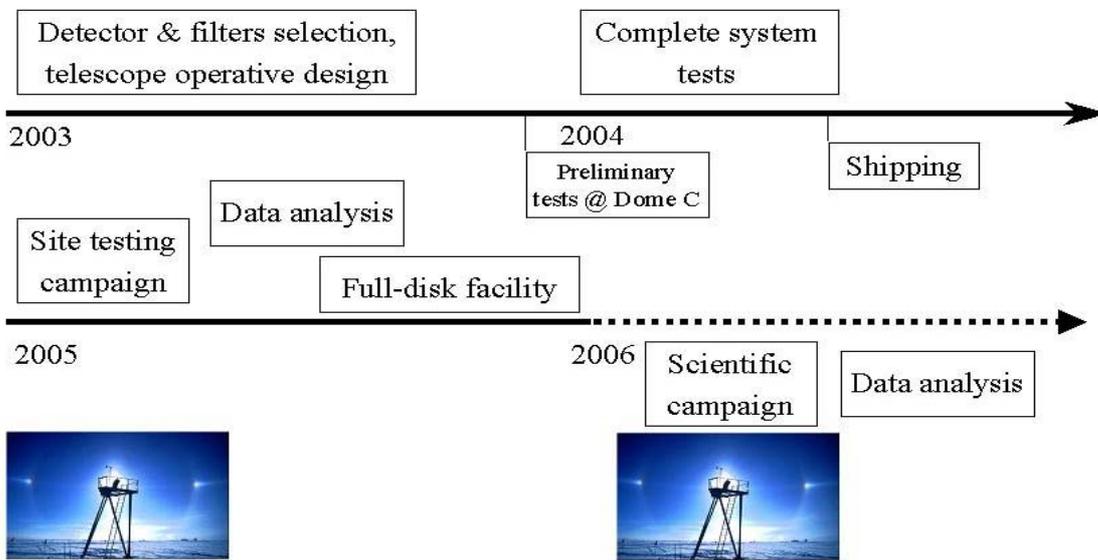


Figura 1: schema indicativo dell'organizzazione temporale degli eventi e del lavoro in caso di finanziamento completo e tempestivo del progetto. Si prevede una campagna preliminare al Dome C nell'estate australe 2003-2004 senza telescopio ed un tempo di consegna del telescopio di circa 8 mesi.

Una **seconda fase** consisterà nell'ordine del materiale e i test della strumentazione. Si prevede anche un eventuale test in camera a -80° C a Brest. durante questa fase si provverà all'addestramento della squadra che effettuerà la prima campagna antartica di installazione del telescopio, nonché allo sviluppo delle procedure di analisi dati. Questa fase si conclude con la spedizione della strumentazione.

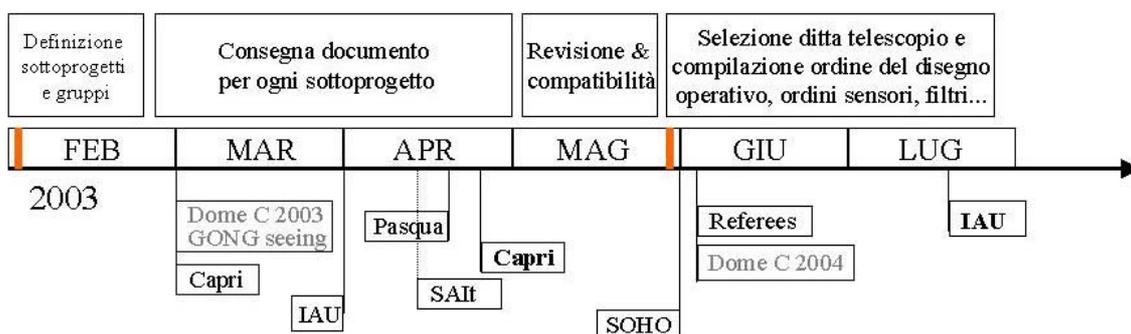
La **terza fase** consiste nella campagna antartica di installazione del telescopio, osservazioni ed analisi dati. A seguito dei risultati dell'analisi dati e in funzione della qualità del seeing ottenuto rispetto alle variazioni statistiche basate sulle informazioni meteo ed atmosferiche, si può prevedere una implementazione della strumentazione per ottenere immagini solari aggiuntive (a disco intero).

L'organizzazione del progetto in forma schematica è descritta in figura 2.

Il primo contatto ufficiale con i membri del progetto è avvenuto con una lettera del 12 dicembre 2002 con la richiesta di suggerimenti su logo e nomi del progetto.

E' stata effettuata una prima riunione con tutti i componenti del progetto in data 6 febbraio 2003.in OAC, durante la quale sono state presentate le linee guida del progetto e distribuiti dei moduli per l'organizzazione dei sottogruppi e delle partecipazione alle campagne antartiche.

Fase 1: progettazione del disegno operativo e stima dei costi



Fase 2: test e procedure

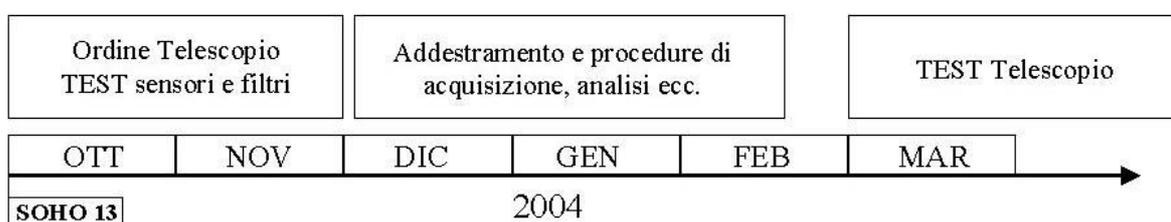


Figura 2: organizzazione del progetto : fasi 1 e 2.

Sottogruppi della fase 1

Sono stati individuati 4 sottogruppi di lavoro per la progettazione del sistema di test del seeing solare con un telescopio da 40 cm di diametro. Un eventuale sottogruppo viene formato dai partecipanti alla campagna antartica 2003-2004. Tutte le informazioni generali verranno inserite e pubblicate sulla pagina web relativa al progetto. Le persone coinvolte (i cui moduli con la descrizione dell'impegno personale dovevano essere presentati entro il 16 febbraio 2003) verranno autonomamente organizzate dal responsabile del sottogruppo. Ogni sottogruppo dovrà preparare un documento conclusivo specificando le caratteristiche della strumentazione, delle problematiche e delle soluzioni adottate, nonché le aziende selezionate e i relativi costi aggiornati.

Questi documenti verranno pubblicati sulla pagina web del progetto.

I sottogruppi sono: Telescopio, Filtri, Acquisizione, Caratteristiche Antartiche. Quest'ultimo dovrà comunicare tutte le caratteristiche e le problematiche relative alla strumentazione in condizioni limite come quelle antartiche e provvedere ad un controllo qualità del progetto.

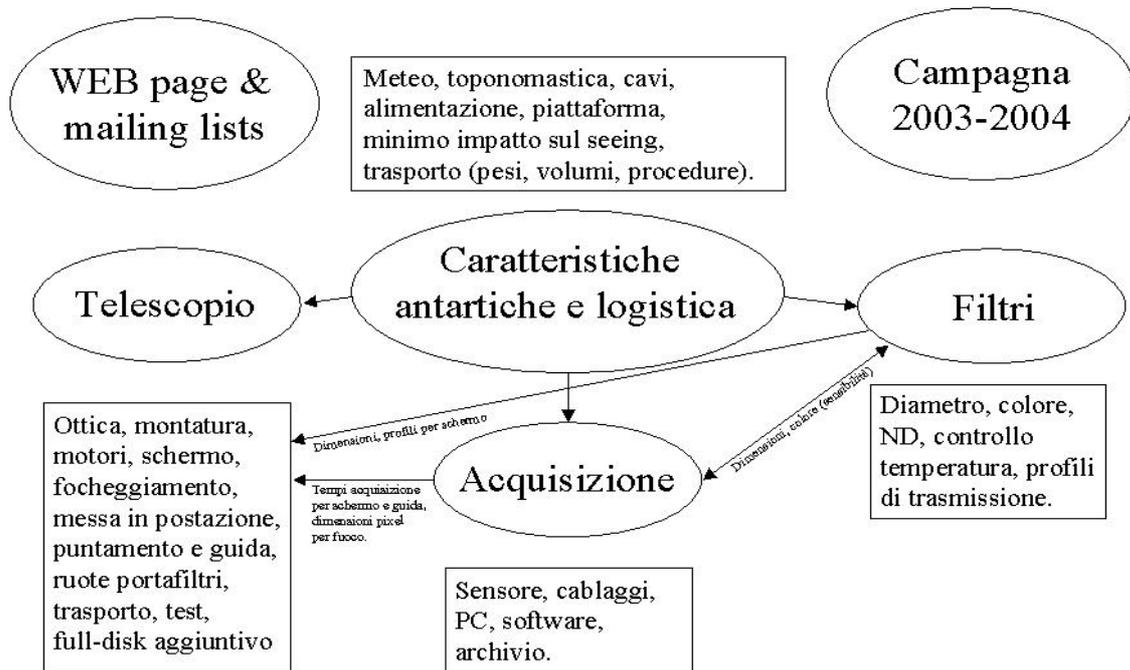


Figura 3: schema dei sottogruppi della fase 1.

Nome	Istituto	Telescopio	Acquisizione	Filtri	Caratteristiche antartiche	WEB page	Campagna antartica 2003-2004
V. Andretta	OAC	5 %	20 %	10 %			
F. Berrilli	UNI ROMA II		35%				Riserva
E. Cascone	OAC	si	si				
I. Ermolli	OAR	si		si			
P.F. Moretti [▲]	OAC	5 %	5%	30 %	25 %	5 %	
G. Severino (P.I.)	OAC						
L.A. Smaldone	UNI NA				5 %		Riserva
Th. Straus	OAC				10 %	5 %	SI
S. Giordano	UNI ROMA II						SI
S. Russo	UNI ROMA II						SI

Tabella 1: personale e relativa partecipazione alla fase 1, che si conclude indicativamente a luglio 2003. Sono indicate le percentuali di tempo dedicato, ricordando che questa percentuale si riferisce all'intero anno solare. In grassetto il responsabile del sottogruppo.

[▲] Project Manager della fase 1.

Nome	Istituto	Telescopio	Acquisizione	Filtri	Analisi dati	WEB page	Campagna antartica
V. Andretta	OAC				si	si	
F. Berrilli	UNI ROMA II		si				
E. Cascone	OAC						
M. Centrone	OAR				si		
S. Criscuoli	UNI ROMA II				si		
D. Del Moro	UNI ROMA II		si				
F. Giorgi	OAR				si		
S. Giordano	UNI ROMA II		(si)				
S. M. Jefferies	UNM				(si)		
P.F. Moretti	OAC			si	si	si	
M. Oliviero	OAC				si		
L. Parisi	OAC	si					
V. Porzio	OAC	si					
S. Russo	UNI ROMA II		(si)				
G. Severino (P.I.)	OAC						
L.A. Smaldone	UNI NA						
Th. Straus	OAC				si		

Tabella 2: personale e relativa partecipazione alla fase 2.

Logo e nome del progetto

Sono stati proposti i seguenti acronimi per il progetto:

ViASSA = Visible Analysis Solar Seeing in Antarctica

CA-ViST = Capodimonte Visible Solar Telescope

CASTEL = Capodimonte Solar TELEscope

OCCASS = OaC Concordia Solar Seeing Survey

PISSA DOC = Project for the Investigation of the Solar Seeing in Antarctica: DOme C

CAST = Capodimonte Solar Telescope (non compatibile con Cern Axion Solar Telescope).

E' stato scelto quindi, sulla base dell'entusiasmo suscitato ed anche della rappresentatività del progetto alla stazione Concordia, CASTel, il cui acronimo può anche essere successivamente interpretato come ConcordiA Solar TELEscope.

Bibliografia

- Berger, T.E., Title, A.M., 2001, ApJ, 553, 449
- Berghmans, D., Clette, F., Moses, D., 1998, A&A, 336, 1039
- Chou, D.Y., Sun, M.T., Huang, T.Y., Jimenez, A., Lai, S. P., Chi, P. J., Ou, K. T., Wang, C. C., Lu, J. Y., Chu, A. L, 1995, Solar Physics, 160, 237
- Duvall, T.L., Harvey, J.W., Jefferies, S.M., Pomerantz, M.A., 1991, ApJ, 373, 308
- Fossat, E., Grec, G., Pomerantz, M., 1981, Solar Physics, 74, 59
- Goode, P.R., Strous, L.H., Rimmele, Th.R., Stebbins, R.T., 1998, ApJ, 495, 27
- Harvey, J.W., 1989, in: Astrophysics in Antarctica (A92-22401 07-89). New York, American Institute of Physics, 227
- Kosovichev, A.G., Zarchova, V.V., Nature, 1998, 383, 317
- Moretti, P. F., Cacciani, A., Hanslmeier, A., Messerotti, M., Oliviero, M., Otruba, W., Severino, G., Warmuth, A., 2001, A&A, 372, 1038
- Moretti, P. F., Berrilli, F., Sebastianelli, A., Briand, C., Pietropaolo, E., 2003, ApJ Letters, spedito
- Seykora, E.J., 1993, Solar Physics, 145, 389
- Severino, G., Magrì, M., Oliviero, M., Straus, Th., Jefferies, S. M., 2001, ApJ Letters, 561, 444
- Strous, L.H., Goode, P.R., Rimmele, Th.R., 2000, ApJ, 535, 1000
- Valenziano, L., Dall'Oglio, G., 1999, PASA, 16, 167

Approvata

G. Severino

A cura di

Pier Francesco Moretti