

# Considerazioni sul sistema fotografico dell'osservatorio di Piaderna:

Con questo breve intervento voglio fare una piccola analisi qualitativa del sistema fotografico attualmente (maggio 2012) in uso nell'osservatorio di Piaderna.

## Strumenti:

Gli strumenti più utilizzati dal punto di vista fotografico sono: telescopio **Newton da 24"** e CCD **SBIG ST-4000XCM**.

Le caratteristiche tecniche del telescopio, prese direttamente dal produttore Reginato, sono:

SPECIFICHE TECNICHE RNT EM					
	18" f/4.4	24" f/4.6	24" f/3.6	32" f/4.2	32" f/3.4
SCHEMA OTTICO	Newton				
APERTURA	Æ utile 455 mm	Æ utile 605 mm	Æ utile 605 mm	Æ utile 810 mm	Æ utile 810 mm
LUNGHEZZA FOCALE	2000 mm	2800 mm	2200 mm	3400 mm	2750 mm
RAPPORTO FOCALE	f / 4.4	f / 4.6	f / 3.6	f / 4.2	f / 3.4
OTTICHE STANDARD	In Pyrex stabilizzato alluminato e quarzate			In vetroceramico alluminato e quarzate	
SPECCHIO PRIMARIO	Correzione std lambda/8 P.V.				
CELLA PRIMARIO	9 punti flottanti	18 punti flottanti		27 punti flottanti	
SUPPORTO SECONDARIO	8 lamine in tensione				
OSTRUZIONE LINEARE (*)	20%	19%	23%	23%	23%
FOCHEGGIATORI PER VISUALE	2 manuali da 2" con riduttore			2 manuali da 60 mm con riduttori	
FOCHEGGIATORE FOTOGRAFICO	1 da 2" e 1 da 3" manuali o elettrici			2 da 2" e 2 da 3" elettrici	
PESO	720 Kg	1090 Kg	1060 Kg	2200 Kg	2300 Kg
DIAM. RUOTA DENTATA A.R.	360 mm	485 mm	485 mm	640 mm	640 mm
DIAM. RUOTA DENTATA DEC.	360 mm	485 mm	485 mm	640 mm	640 mm
PREZZI	Richiedere	Richiedere	Richiedere	Richiedere	Richiedere

Il modello presente in Piaderna è il 24" f/4.6, ci focalizzeremo quindi sui parametri inerenti la sua colonna.

Le caratteristiche tecniche del CCD, prese dal sito [www.optcorp.com](http://www.optcorp.com), sono:

### Specifications for ST-4000XCM Color CCD Camera

CCD Sensor (Model)	Kodak KAI-4020CM
Pixel Array (640X480)	2048 x 2048
Pixel Dimensions	15.2mm x 15.2mm active area
Total Pixels	4.2 million active pixels
Pixel Size	7.4 x 7.4 microns square
Full Well Capacity	~35,000 e- unbinned, ~70,000 e- binned
Dark Current	<0.1e-/pixel/second @ 0° C
Autoguide Chip	TC-237 built-in
Exposure Range	0.001 to 3600 seconds
Computer Interface	USB 1.1
CCD Head Weight	2 lbs approx.
Dimensions	5" x 3"
Anti-Blooming	standard
A/D Conversion	16 bits

### Discussione:

E' importante associare alla lunghezza focale del telescopio un CCD dai pixel di giusta grandezza. Senza un sistema di ottica adattiva in grado di compensare la turbolenza atmosferica dobbiamo tener conto anche seeing. In condizioni di seeing ottimo, un telescopio può produrre un'immagine stellare con un diametro di 0.6"; per raccogliere tutta l'informazione presente in quest'immagine, è necessario che la stella sia registrata da due pixel del CCD: i pixel devo sottendere al massimo 0.3". Questo prende il nome di *criterio di Nyquist*. Se i pixel sono più grandi di 0.3" il criterio di Nyquist non è soddisfatto e l'immagine è sottocampionata, con conseguente perdita di informazione.

Detto ciò, passiamo alla pratica riferendoci al nostro caso.

Ci dobbiamo calcolare la *plate scale* del nostro telescopio, cioè il numero di secondi d'arco corrispondenti al numero di millimetri sul piano focale.

Nota la lunghezza focale  $f$  ( $=2800\text{mm}$ ) del telescopio, possiamo usare l'espressione

$$Plate\ scale(''/mm) = \frac{206265}{f}, \text{ dove } 206265 \text{ sono il numero di secondi d'arco presenti in un}$$

radiante, per trovare la plate scale del Newton, ottenendo  $PS_1 = 73.67''/mm$ .

Se ora riferiamo la PS al nostro sensore CCD dai pixel di  $7.4\mu\text{m}$  ( $=0.0074\text{mm}$ ) otteniamo

$$PS_2 = PS_1 \times 0.0074 = 0.55''/mm.$$

Supponendo un seeing eccellente di 1", mai raggiungibile dall'osservatorio di Piaderna per limite di

altitudine, otterremo un'immagine stellare raccolta da 1.82 pixel ( $N\ pixel = \frac{seeing}{PS_2}$ ), valore poco

al di sotto del criterio di Nyquist che prevederebbe almeno 2 pixel.

Supponendo un seeing di 3" otteniamo, sempre mediante la stessa formula, 5.45 pixel, con seeing di 5" otteniamo 9.09 pixel...e così via.

Negli ultimi due casi avremmo un'immagine sovracampionata; sarebbe dunque più efficiente sostituire il CCD con uno dai pixel più grandi da cui risulterebbe un file finale più piccolo e più

veloce da leggere.

Fortunatamente, esiste una funzione di lettura del CCD che permette di incrementare l'effettiva dimensione dei pixel, il *binning*. Con il binning si può incrementare la dimensione dei pixel arbitrariamente. Inoltre, un'importante vantaggio di questa tecnica è che è priva di rumore elettronico.

Il sensore SBIG a disposizione può essere utilizzato in binning 2x2 o 3x3, il che significa che la carica di ogni quadrato di 2x2 o 3x3 pixel adiacenti è sommata.

Binning Options	Combined pixels on the CCD Chip															
None	[1x1 grid]															
2 x 2 (4 pixels = 1)	[2x2 grid]															
3 x 3 (9 pixels = 1)	[3x3 grid]															
4 x 4 (16 pixels = 1)	[4x4 grid]															

## Conclusion:

Si è visto come la scelta del CCD sia influenzata dalla lunghezza focale del telescopio. Questo parametro, però, non è sufficiente alla determinazione della dimensione ideale dei pixel a causa della turbolenza atmosferica che comporta l'allargamento delle stelle, e quindi un maggior sparpagliamento della luce che incide sul sensore.

Tutt'ora, con i pixel di dimensione  $7.4\mu\text{m}$ , per una maggior efficienza del CCD dobbiamo tener presente i seguenti valori di seeing:

- $seeing \leq 1.1''$  immagine sottocampionata  $\rightarrow$  criterio di Nyquist non soddisfatto
- $1.1'' < seeing \leq 2.2''$  condizione ideale  $\rightarrow$  i pixel da  $7.4\mu\text{m}$  soddisfano il criterio di Nyquist
- $2.2'' < seeing \leq 4.95''$  immagine sovracampionata  $\rightarrow$  binning 2x2
- $seeing > 4.95''$  immagine sovracampionata  $\rightarrow$  binning 3x3

C'è inoltre da tener conto che utilizzando la funzione di binning la risoluzione cambia, passando a metà dell'originale nel caso del bin 2x2 e a un terzo dell'originale nel caso del bin 3x3. Il campo inquadrato dal CCD si riduce notevolmente.