



Canon Rebel XT modificata permanentemente per foto IR. Stitched panorama, 260Mpixel

## Fotografia digitale all'infrarosso Seconda parte

**Marco Annaratone**

Email: [RLp3hoto@res3onantlink.com](mailto:RLp3hoto@res3onantlink.com)

**Claudio Ruscello**

Email: [IR3vision@li3bero.it](mailto:IR3vision@li3bero.it)

Per contattare uno degli autori via email togliete prima i due 'tre' presenti in entrambi gli indirizzi sopra.

### IL PROBLEMA DELLA MESSA A FUOCO

Come abbiamo già spiegato sopra hot-spots e problemi di messa a fuoco sono i due grandi problemi della fotografia digitale all'infrarosso. Senza voler rivisitare l'argomento della messa a fuoco, ricordiamo qui che in generale la macchina sarà ottimizzata per lavorare con una o due lenti, altre saranno soggette a 'back-focus' o 'front focus', cioè metteranno a fuoco davanti o di dietro il piano del sensore. Un'altra osservazione importante è che anche quelle lenti Canon della serie L che hanno il segno rosso sul barilotto per l'aggiustamento manuale della messa a fuoco in infrarosso lo fanno per una lunghezza d'onda (a detta della stessa Canon) attorno agli 800nm. Questo ha senso considerando che le *pellicole all'infrarosso* usate storicamente erano appunto sensibili nell'intorno di questa lunghezza d'onda. Il problema è che i moderni sensori sono sensibili a lunghezze d'onda di 1000nm e oltre!

Il risultato di quanto detto sopra è che la corretta messa fuoco è un misto di scienza, magia, e fortuna. Ma quando tutte e tre funzionano all'unisono una SLR digitale modificata per la foto in infrarosso è uno strumento assolutamente entusiasmante per il fotografo. Basti pensare che si può fotografare a f/8 o f/11 *a mano libera in condizioni di luce normale* (diciamo EV8 o di più per 200 ISO). Una volta che si lavora a questi diaframmi (sempre stando attenti a non esagerare per i problemi di diffrazione di cui abbiamo già discusso) lo spostamento del fuoco diventa un problema meno grave. Certo, se si desidera usare un teleobiettivo e usare l'autofocus, anche f/8 può non essere sufficiente a mascherare problemi di back- o front-focus.

Abbiamo analizzato il comportamento della nostra Rebel XT modificata per fotografia in infrarosso con i seguenti obiettivi Canon:

- 16-35mm f/2.8 L USM – Questo obiettivo ha un '16' segnato in rosso sul barilotto da usare per compensare lo spostamento di fuoco nella foto all'infrarosso. Non siamo stati in grado di scoprire se, scrivendo "16", la Canon vuole scoraggiare l'uso della lente per applicazioni IR in altre focali, se altre focali si compensano nello stesso punto, se altre

focali non richiedono nessuna compensazione, oppure...

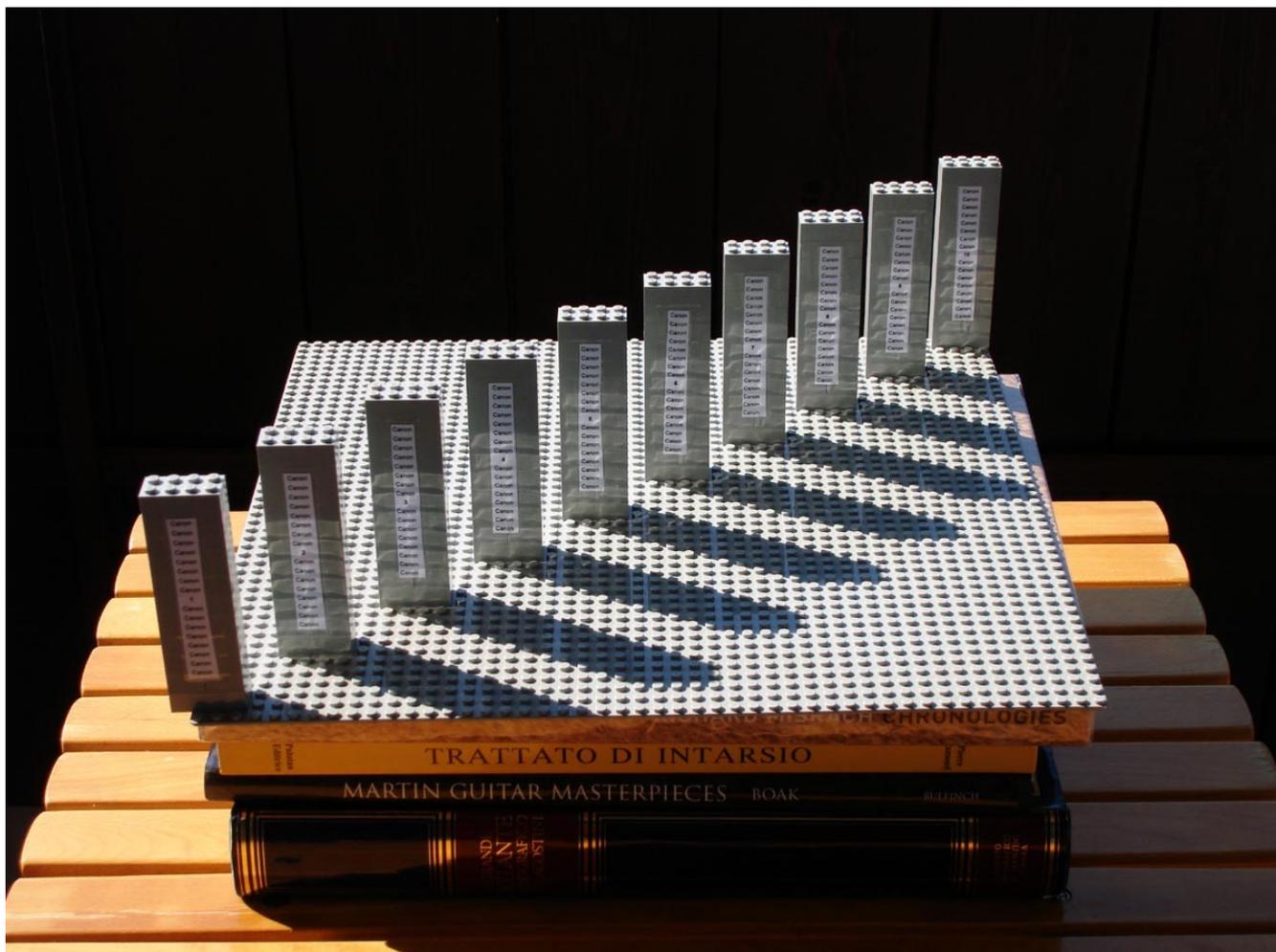
- 70-200mm f/2.8 L IS USM – Qui la situazione e' ancora piu' complicata perche' la lente ha due segni rossi, uno che legge "70", l'altro che legge "100". Che cosa fare ad altre focali non e' chiaro.
- 400mm f/5.6 L USM – Questo obiettivo ha un bollino rosso per la compensazione della messa a fuoco per fotografia IR.
- Macro 100mm f/2.8 USM – per vedere se l'architettura macro ha delle caratteristiche particolari
- 50mm f/1.4 USM - il classico schema ottico, la classica focale

Abbiamo anche analizzato il comportamento della nostra Rebel XT con le seguenti lenti Nikon a messa fuoco manuale tramite un adattatore che ci ha permesso di montare le lenti Nikon sul corpo della Rebel XT.

- Nikkor 85mm f/1.4 AIS – Come la maggior parte degli obiettivi AIS, anche questo ha un bollino rosso sul barilotto per la compensazione del fuoco. Questa e' una lente molto luminosa con una minima profondita' di campo a f/1.4 (poco piu' di due centimetri a due metri per il cerchio di confusione introdotto sopra).
- Nikkor 105mm f/2.5 AIS - Un obiettivo molto ben corretto e compatto.
- Nikkor 135mm f/2.8 AIS – Un tele classico della famiglia Nikon
- Nikkor 55mm f/1.2 AI – Un obiettivo 'difficile' ma storicamente interessante
- Nikkor 500mm f/8 catadiottrico – abbiamo dedicato a questo obiettivo un capitolo speciale

*Riporteremo solo i risultati in dettaglio delle prime due lenti Nikon e delle prime tre lenti Canon per non inondare il lettore di fotografie.* Le prime due lenti Canon della lista sopra sono segnalate in Internet come sconsigliate per fotografia in infrarosso in quanto generano hot-spots, e possiamo confermare questo. La cosa curiosa e' che questo non succede tutte le volte. Lo stesso si puo' dire del Nikon 85/1.4. Le altre due lenti non generano hot-spots.

Abbiamo usato una 'mira' fatta in casa (vedi sotto) ma nonostante questo particolarmente precisa per valutare fenomeni di back-focus e front-focus degli obiettivi montati sulla Rebel XT. La mira e' fatta di dieci colonne di mattoncini Lego. Ciascuna colonna ha una striscia di carta incollata sopra con la parola "Canon" e un numero da 1 a 10. Due differenti mire sono state usate: nella prima le colonne distano l'una dall'altra (in profondita') 40mm, come nella foto sotto; nell'altra 24mm.



Tutte le immagini sono state prese a ISO 100, la macchina (o l'obiettivo nel caso del 400m e del 70-200mm) era sul cavalletto, lo specchio alzato prima dello scatto e con il piano del sensore il piu' parallelo possibile ai piani delle facce delle colonnine di mattoncini di Lego. *In tutte le foto abbiamo messo a fuoco manualmente o tramite l'autofocus sulla colonna marcata '5'.*

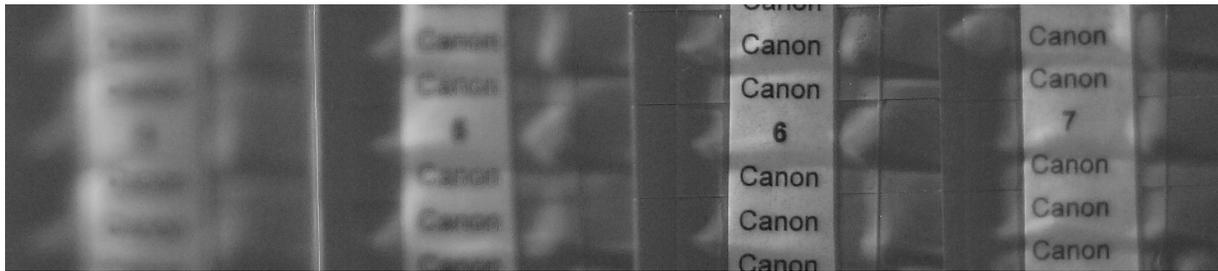
## **DUE NIKON**

Il Nikkor 105mm e' stato scelto perche' uno degli autori lo usa come lente principale per i suoi lavori di grandissimi panorami ed era cruciale che la Rebel XT modificata lavorasse bene con questa lente. L'obiettivo 85/1.4 e' stato semplicemente scelto per la sua ridottissima profondita' di campo, contando che in questo modo qualunque problema di messa a fuoco sarebbe stato messo in evidenza in modo eclatante.

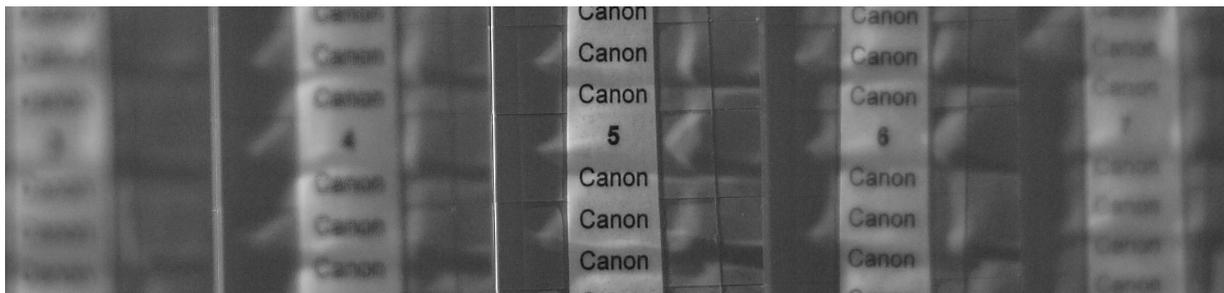
### **Nikkor 85/1.4**

Abbiamo preso due immagini della mira a 1m e 5m. Il diaframma era a 1.4. In entrambi i casi abbiamo focalizzato manualmente e poi compensato per l'infrarosso allineando la distanza con il bollino rosso sul barilotto. In entrambi i casi abbiamo controllato che la distanza segnata sul barilotto prima della compensazione corrispondeva perfettamente a quella effettiva (dal piano focale alla colonna 5 della mira)

Le due immagini da 1m sono mostrate sotto. Prima quella senza compensazione IR:

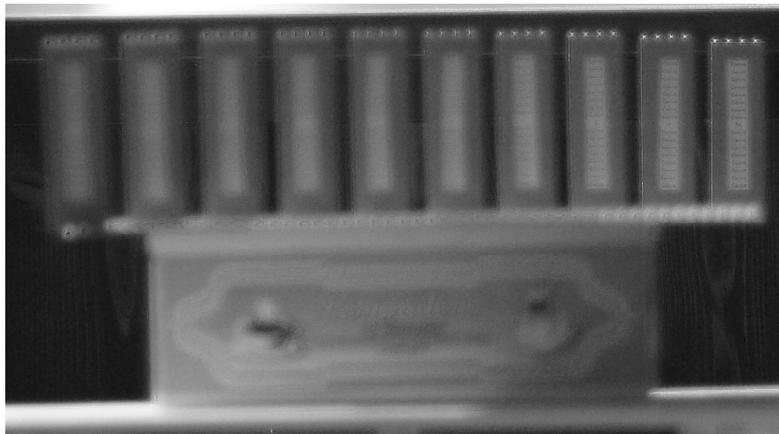


Poi quella con compensazione IR:



Come si puo' notare l'accuratezza di messa a fuoco e' ottima, considerando che la colonna 6 era 24mm dietro la colonna 5 e la colonna 4 era 24mm davanti alla 5. Un risultato da manuale. Con un cerchio di confusione di 0.019 la profondita' di campo di un obiettivo di 85mm a f/1.4 a una distanza di 1m e' meno di 10mm.

La profondita' di campo con gli stessi parametri ma a 5m e' di circa 180mm. Ecco le due immagini prese da 5m. Prima quella senza compensazione IR:



Poi quella con compensazione IR:



Non c'è bisogno di commentare le due immagini, i risultati parlano da soli.

*Conclusione: il Nikkor 85mm/1.4, o per lo meno l'esemplare in nostro possesso, e' perfettamente corretto con la combinazione Rebel XT + filtro IR davanti al sensore che abbiamo usato.*

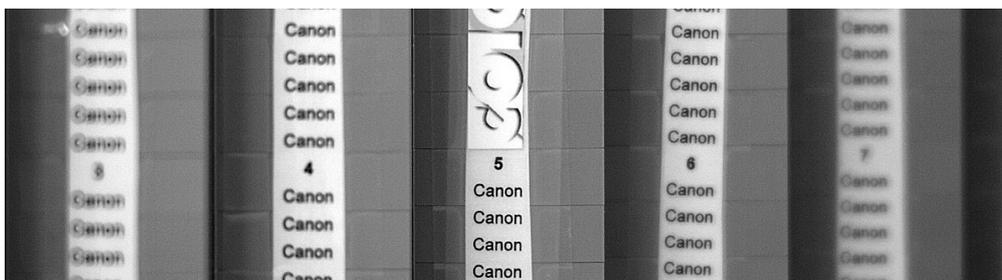
### **Nikkor 105/2.5**

Abbiamo preso due immagini a 1.5m e 5m. In entrambi i casi l'obiettivo era tutto aperto, cioè con f/2.5. Di nuovo abbiamo messo a fuoco manualmente, scattato una foto, poi compensato per IR allineando la distanza sul barilotto con il segno rosso. Così come avevamo fatto con l'85mm abbiamo misurato la distanza tra il piano focale e la colonna 5 e controllato che effettivamente la distanza segnata sul barilotto (1.5m e 5m) corrispondeva alla perfezione con quella effettiva. Anche in questo caso le colonne distano in profondità 24mm l'una dall'altra.

Mostriamo prima le due immagini prese da 1.5m. La profondità di campo a f/2.5 da 1.5m e' di circa 20mm per un cerchio di confusione di 0.019. Prima la foto senza compensazione IR:

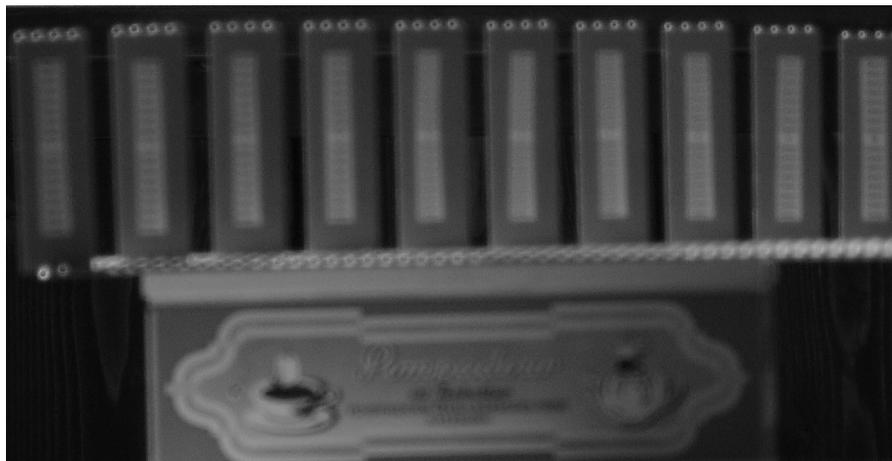


Poi quella con compensazione:



I risultati sono da manuale. Nel caso non c'è compensazione la colonna 6 (o nei suoi dintorni) e' messa a fuoco correttamente. Quando si applica la compensazione il fuoco si sposta, come ci si aspetterebbe, sulla colonna 5.

Mostriamo ora le due foto prese da 5m di distanza. La profondita' di campo in questo caso e' 220mm. Queste e' la foto senza compensazione IR:



E questa dopo la compensazione:



Il risultato qui e' sovrapponibile a quello ottenuto con l'85mm<sup>1</sup>.

*Conclusione: il Nikkor 105mm/2.5, o perlomeno il campione che abbiamo noi, sembra essere ottimamente corretto per la fotografia in infrarosso con la Rebel XT+il filtro IR montato davanti al sensore..*

## TRE OBIETTIVI CANON

Qui la situazione si complica perche' abbiamo tre e non due esperimenti per ogni obiettivo e distanza, cioe' messa a fuoco manuale, messa a fuoco manuale compensata per IR, autofocus. Quest'ultimo caso e' complesso perche' l'obiettivo potrebbe essere soggetto a front- o back-focus *in luce visibile* e quindi introdurre dei falsi negativi, o addirittura dei falsi positivi nel caso l'errore in luce visibile sia perfettamente compensato in radiazione infrarossa. Questo e' il motivo per cui non e' nostra intenzione fare alcun proclama della serie "nella lente XYZ l'autofocus funziona correttamente (o non funziona) nella fotografia all'infrarosso". L'unica cosa che possiamo affermare e' che il campione in nostro possesso si comporta piu' o meno bene. Sono invece i problemi generali che abbiamo dovuto affrontare che si spera possano essere

<sup>1</sup> Da notare che questo obiettivo e' stato successivamente usato per moltissime fotografie all'infrarosso dando sempre risultati, quanto a messa a fuoco, eccellenti.

utili al lettore interessato, che così sa con precisione cosa lo aspetta e cosa di cui si deve preoccupare.

### **Canon Zoom 16-35/2.8 USM L**

Abbiamo preso due immagini della mira, entrambe a  $f/2.8$ . La prima con una lunghezza focale di 16mm ad una distanza di 50cm, la seconda con una lunghezza focale di 35mm ad una distanza di 1m.

Nella prima immagine la profondità di campo per il solito cerchio di confusione è di circa 110mm. Le colonne sono spaziate in profondità 24mm l'una dall'altra. Questa sotto è la foto senza compensazione IR, seguita da quella con compensazione, seguita da quella in autofocus. In questo ultimo caso ci siamo preoccupati di avere il sensore dell'AF puntato sulla colonna 5.



Senza compensazione IR



Con compensazione IR

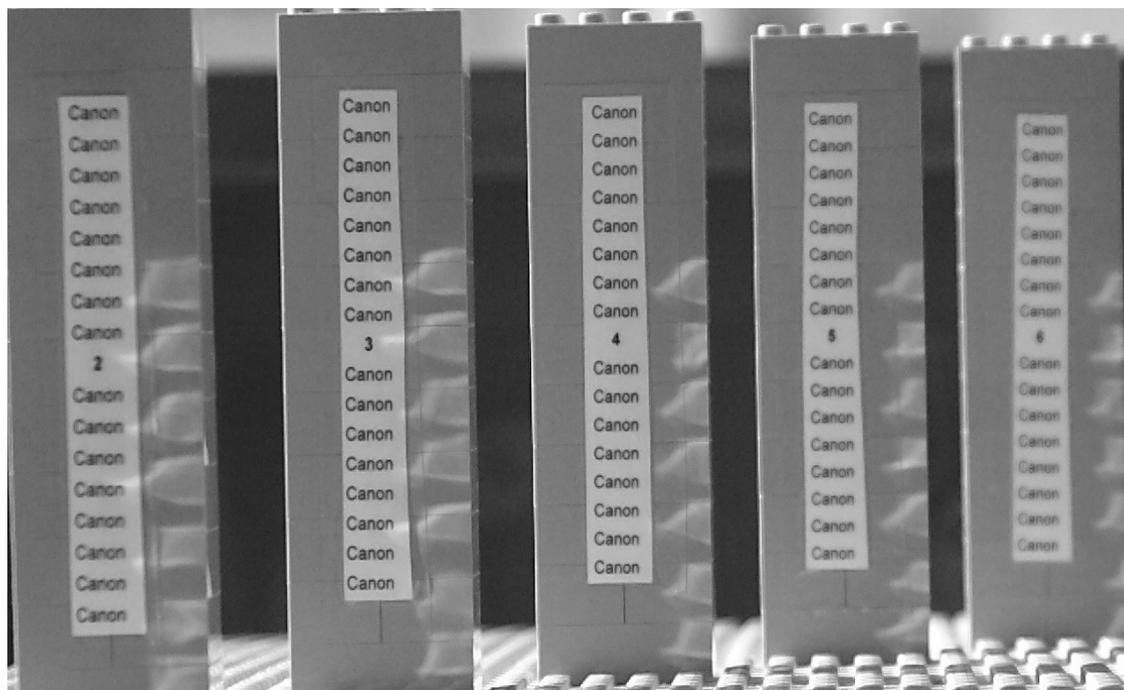


Autofocus 'ON'

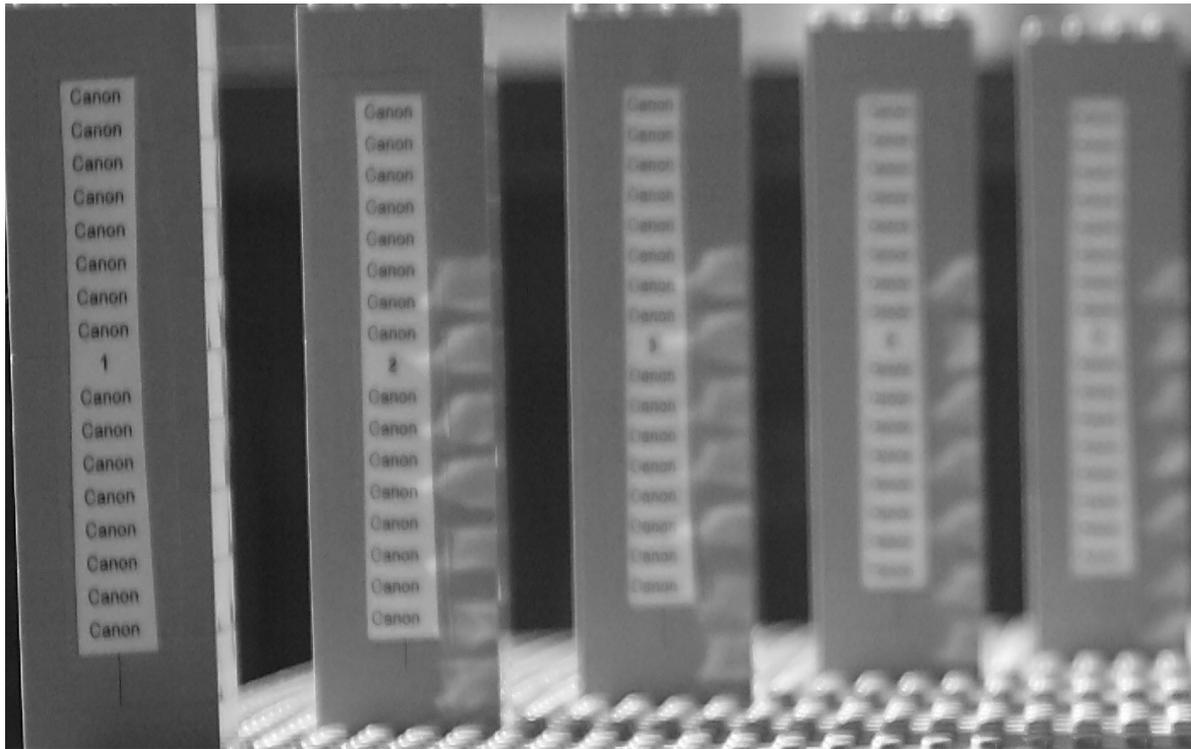
Una analisi qualitativa dei risultati sembra mostrare che in nessuna immagine la colonna 5 e' perfettamente a fuoco, sebbene l'AF faccia un buon lavoro, e che la compensazione IR

sicuramente peggiora e non migliora i risultati. L'obiettivo e' stato testato in luce visibile per vedere se c'erano dei problemi di messa fuoco ma il suo comportamento e' stato esemplare: niente front- o back-focus. Canon mette il segno dell'IR sul barilotto secondo il principio di ottimizzare il fuoco attorno agli 800nm e qui abbiamo certamente componenti sui 1000nm. Non e' chiaro se questo e' un problema o infatti un falso problema. Il risultato e' pero' accettabile: in situazioni fotografiche normali, specialmente in panorami, i parametri sono molto meno stressati di quanto siano in questo test.

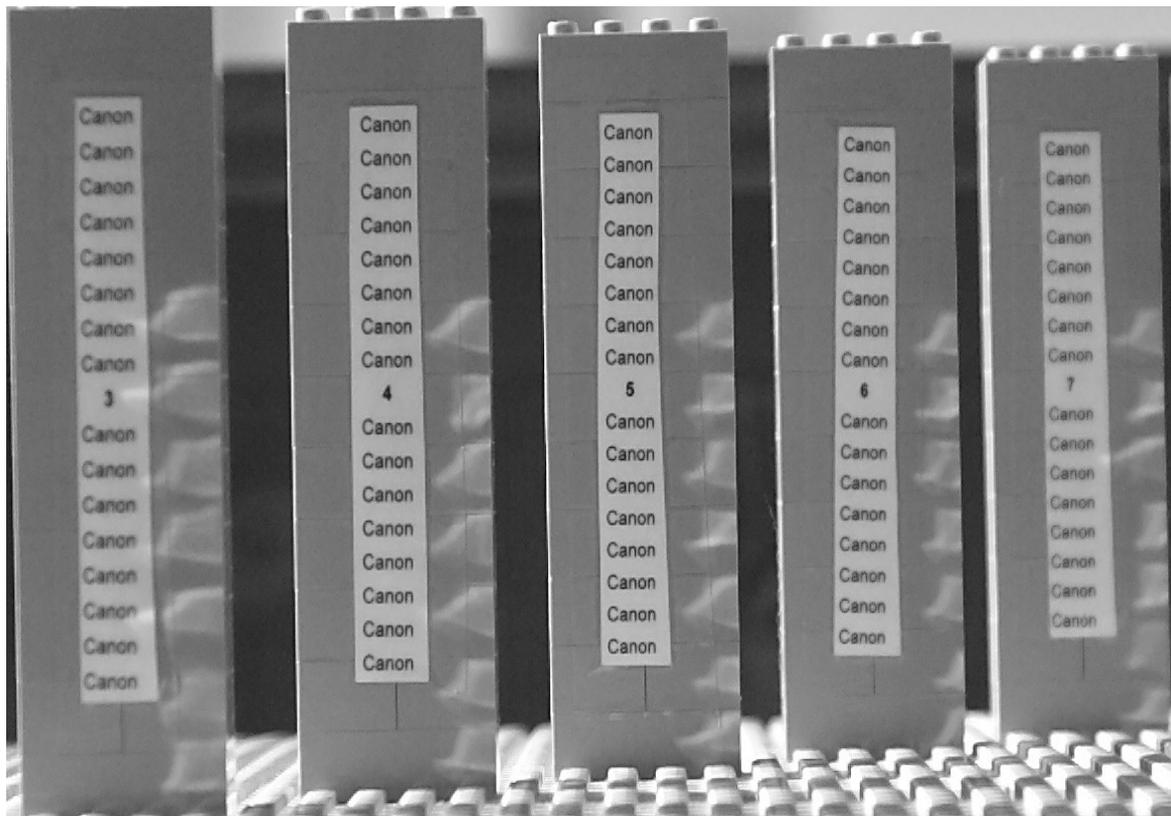
Consideriamo adesso l'immagine presa a 1m (con lunghezza focale di 35mm). Qui la profondita' di campo e' di circa 90mm. Dovremmo aspettarci qualche comportamento anomalo, in quanto la lente ha segnato in rosso sul barilotto quel "16" di cui si e' gia' detto e non esiste alcuna menzione sul cosa fare a 35mm. Quello che abbiamo fatto e' stato nella messa a fuoco manuale di ruotare il barilotto in modo da portare la distanza a coincidere con il segno rosso marcato "16". Vediamo cosa e' successo.



Senza compensazione IR



Con compensazione IR



Autofocus 'ON'

La conclusione alquanto ovvia e' che con questo obiettivo, o per lo meno con il campione in esame, la strategia migliore e' di lavorare in autofocus. Magari non fornisce una immagine ultra dettagliata ma fornisce la *migliore messa fuoco possibile*. Un terzo test non riportato qui di messa a fuoco all'infinito ha confermato questo fatto. E' in effetti un obiettivo usabile a

diaframmi leggermente chiusi. L'unico svantaggio (serio) e' la sua sensibilita' a problemi di hot-spots.

### **Canon Zoom 70-200mm/2.8 USM L IS**

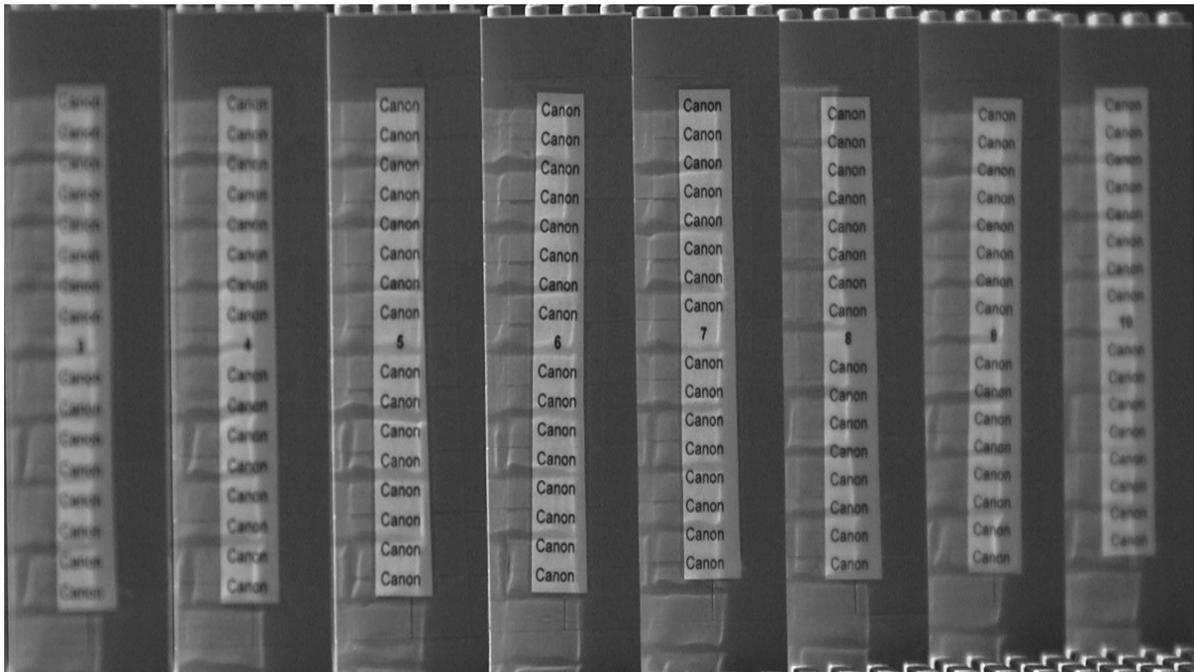
Tutte le immagini sono state prese con il cavalletto e quindi lo stabilizzatore di immagine e' stato eliminato. Tutte le immagini sono state prese a f/2.8.

Abbiamo preso quattro immagini. Due immagini alla focale di 70mm e due alla focale di 200mm. Due immagini a 1.5m di distanza dalla colonna 5 e due alla distanza di 5m. Ricordiamo che la profondita' di campo a f/2.8 e per un cerchio di confusione di 0.019 e' mostrata nella tavola sotto (in mm).

	70mm	200mm
1.5m	40	7
5m	550	60

Questa lente ha due segni sul barilotto per foto IR. Il primo legge '70' e l'altro '100'. Abbiamo usato il primo quando fotografavamo a 70mm di focale, il secondo quando fotografavamo a 200mm di focale. Come nel caso del 16-35mm sopra alla focale di 35mm, questa ultima compensazione e' molto dubbia.

Prima immagine: 70mm a 1.5m.



Senza compensazione IR

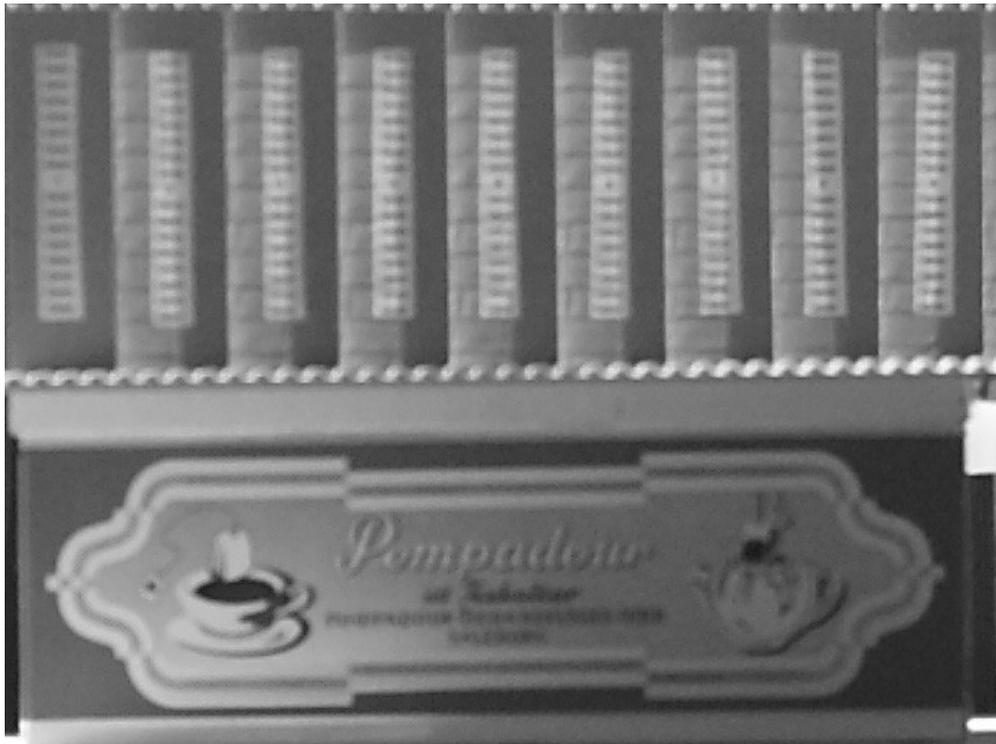


Con compensazione IR

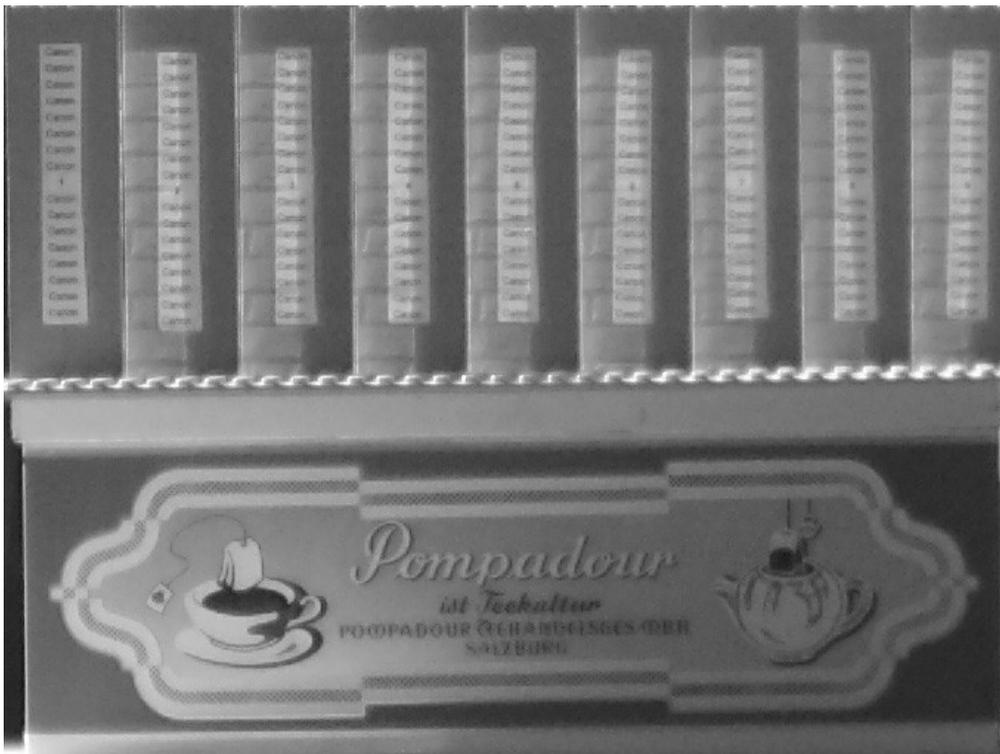


Autofocus 'ON'

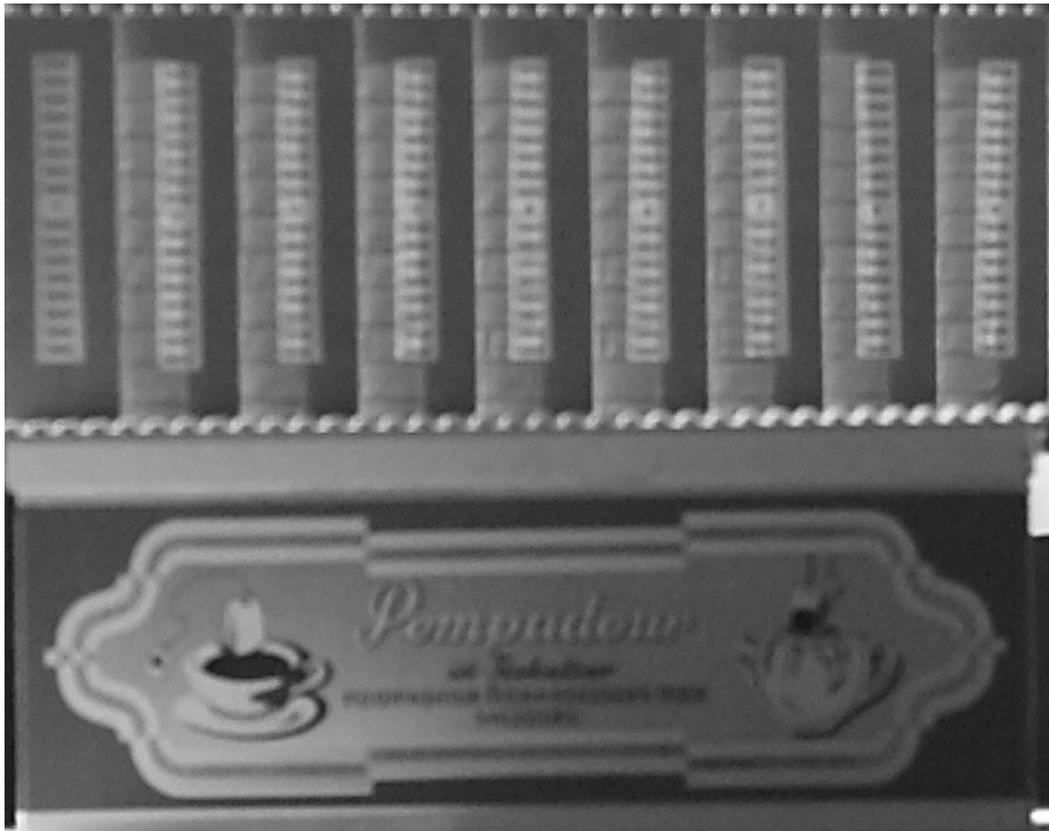
Seconda immagine: 70mm a 5m.



Senza compensazione IR

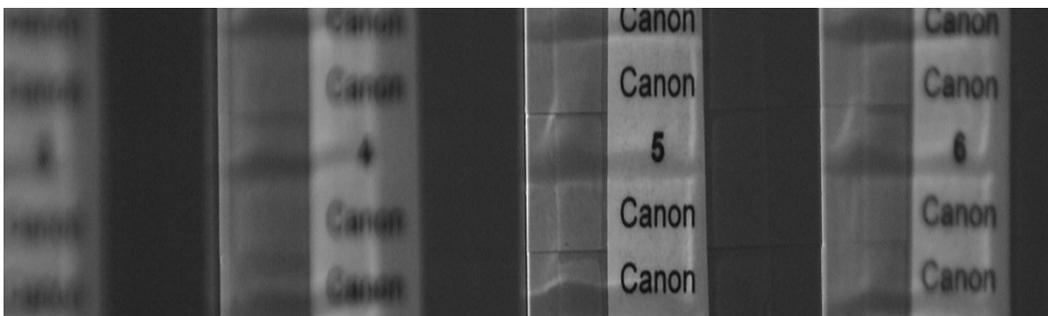


Con compensazione IR

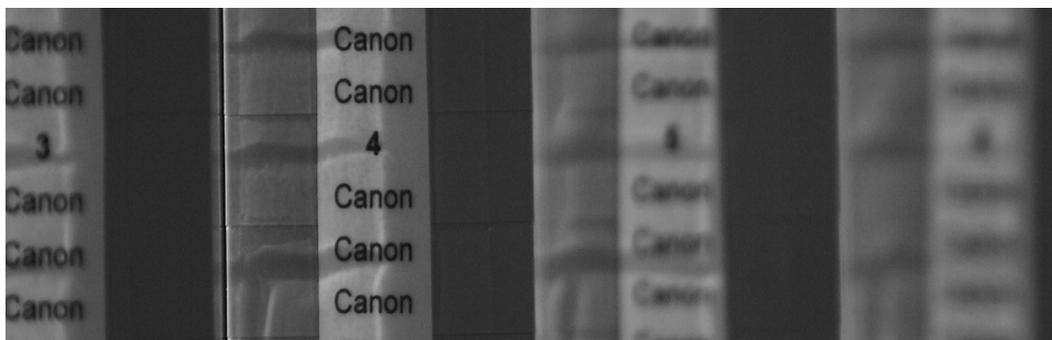


Autofocus 'ON'

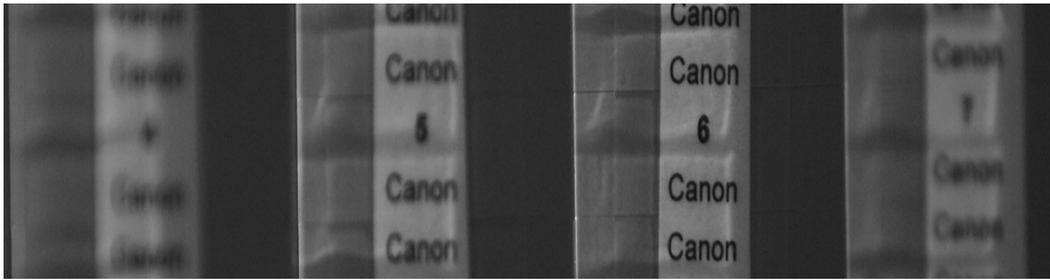
Terza immagine: 200mm a 1.5m.



Senza compensazione IR

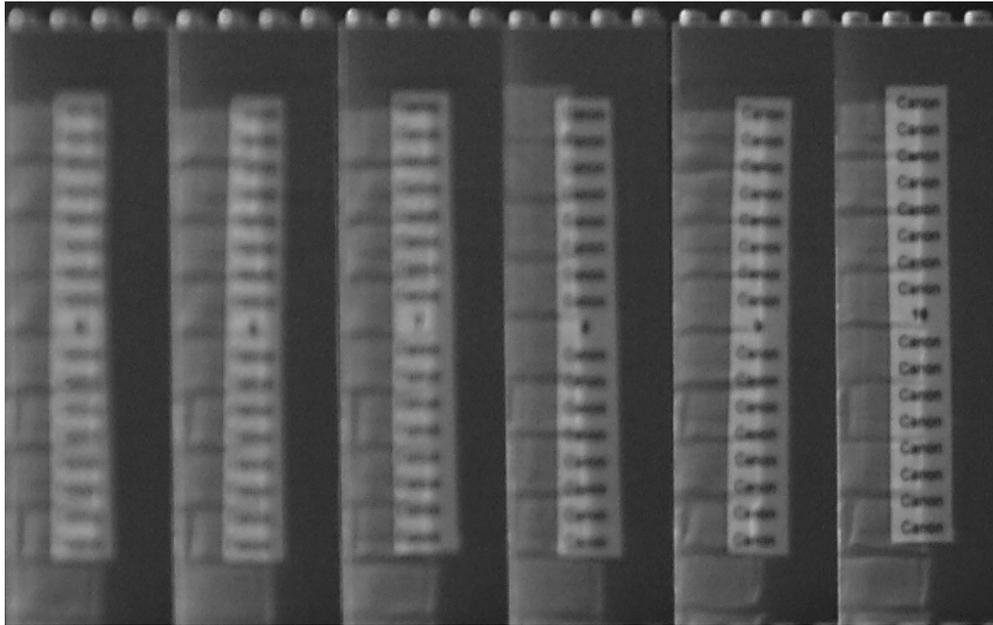


Con compensazione IR

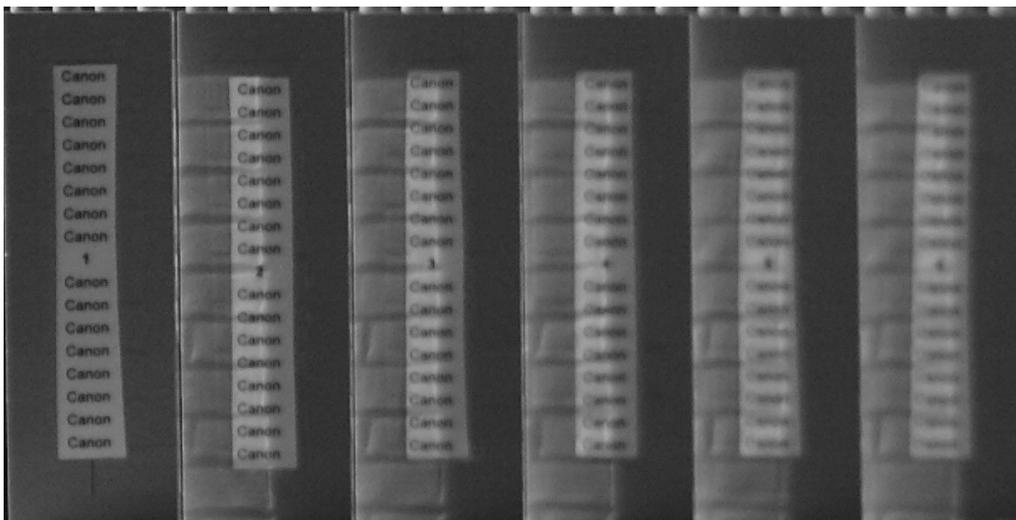


Autofocus 'ON'

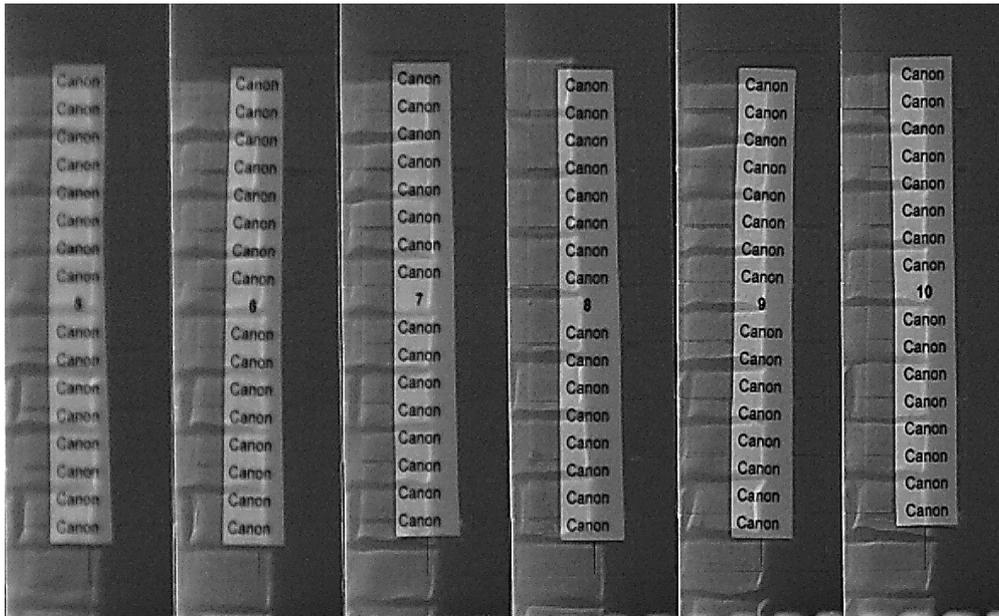
Quarta immagine: 200mm a 5m.



Senza compensazione IR



Con compensazione IR



Autofocus 'ON'

E' molto difficile trarre delle conclusioni perche' i risultati vanno in tutte le direzioni. Non possiamo escludere qualche errore nei test, specialmente quando puntavamo il sensore dell'autofocus sulla colonna 5, detto questo l'AF ha mostrato un comportamento accettabile, e la compensazione IR e' stata corretta a 70mm ed errata a 200mm, come pero' ci si aspettava.

Per questo motivo abbiamo proseguito nei test provando ad operare con messa a fuoco all'infinito. Questa e' l'immagine che abbiamo preso.



Le immagini sotto sono dettagli 1:1 di questa sopra.

Iniziamo a 70mm:



Senza compensazione IR

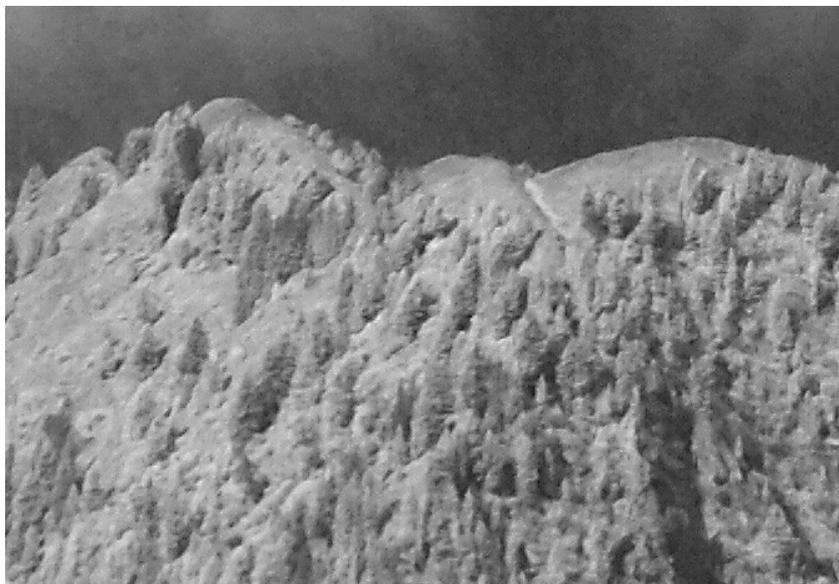


Con compensazione IR



Autofocus 'ON'

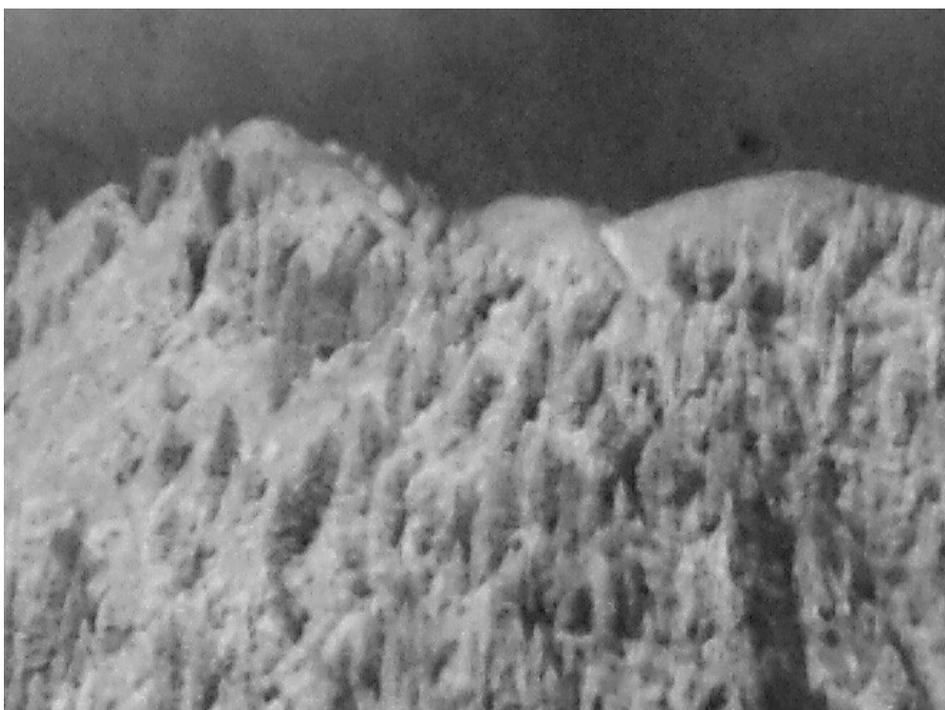
Ora le immagini a 200mm (cioe' una area piu' piccola dettagliata)



Senza compensazione IR



Con compensazione IR



Autofocus 'ON'

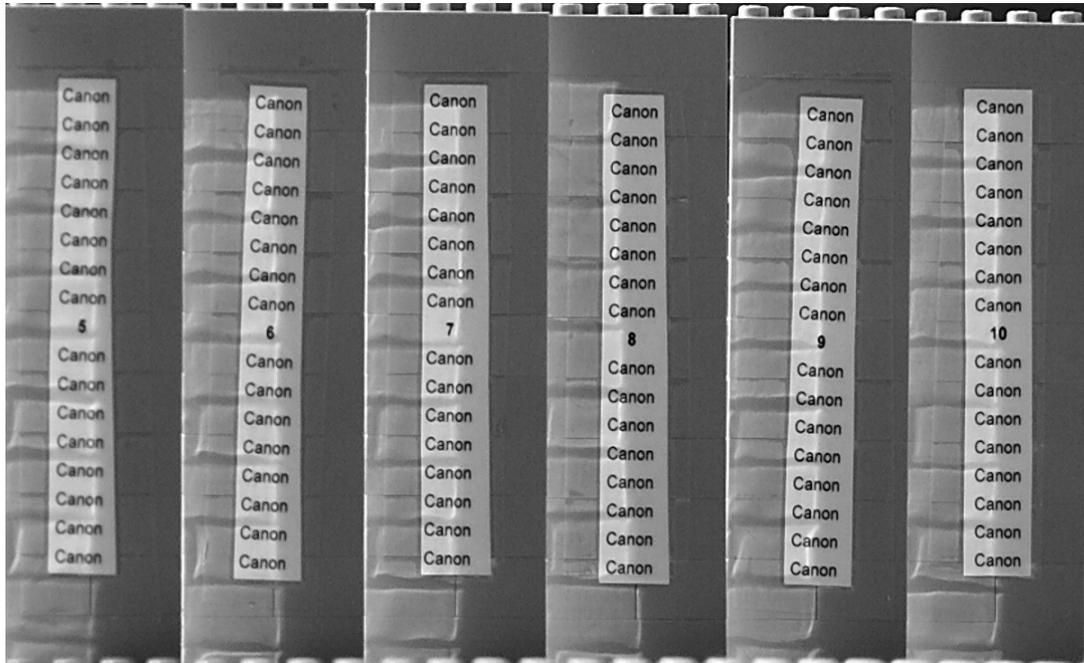
Qui i risultati lasciano pochi dubbi sulla compensazione IR che peggiora sensibilmente la situazione dovunque. Il fuoco manuale e' appena passabile, l'autofocus peggiora le cose.

*Conclusione. Il campione di 70-200mm/2.8 USM IS L testato qui e' da sconsigliare per l'uso in IR. C'e' una leggera preferenza per la messa a fuoco manuale. In ogni caso la compensazione IR non dovrebbe essere usata, cosa alquanto strana particolarmente a 70mm. Anche in questo caso l'ottimizzare la risposta a 800nm potrebbe avere qualche cosa a che fare con i risultati ottenuti, ma e' solo una congettura.*

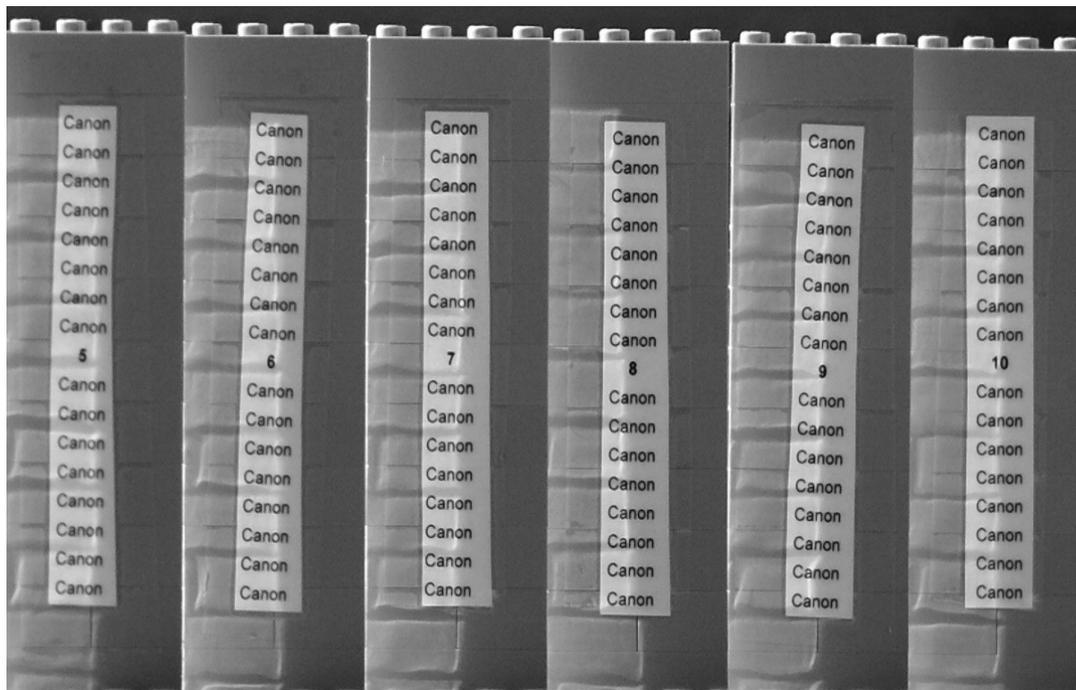
### **Canon 400mm/5.4 USM L**

Abbiamo fotografato la mira da 7m con l'obiettivo completamente aperto. Le colonne erano distanti 24mm l'una dall'altra. La profondita' di campo e' 60mm.

Ecco le tre immagini



Senza compensazione IR



Con compensazione IR



Autofocus 'ON'

L'autofocus in questo caso non funziona correttamente al punto da costringerci a controllare il comportamento dell'autofocus in luce visibile. Abbiamo fotografato la stessa mira e includiamo qui un dettaglio 1:1. Come si puo' notare in luce visibile la lente funziona perfettamente. Quindi il problema non e' con l'AF in se ma con l'AF che sta lavorando al di fuori dai suoi parametri progettuali.



*Conclusione. Qualunque sia il motivo, questo campione di 400mm/5.6 USM L non puo' essere usato nella fotografia IR con la nostra Rebel XT modificata.*

## IR E CATADIOTTRICI



Tra le tante ricerche che abbiamo effettuato, durante la lettura di un libro di ottica abbiamo trovato una frase curiosa: *"...i catadiottrici sono per la maggior parte intrinsecamente corretti per l'infrarosso..."*

Abbiamo subito effettuato un controllo sul Nikon 500mm f/8 a specchi ed in effetti sul barilotto non c'è nessuna tacca rossa correttiva per la correzione dell'IR.

La prova del nove è stata quella di montarlo sulla Canon 350D-IR, mettere a fuoco alla minima distanza di 4 metri (la profondità di campo a f/8 è due centimetri!), e verificare che fosse vero. Perfetto! Il catadiottrico funziona che è una meraviglia. Provando a ruotare leggermente il barilotto sia a destra che a sinistra l'immagine va fuori fuoco immediatamente, cosa normale visto i due centimetri di PDC.

La spiegazione di questo comportamento è la seguente: nei teleobiettivi i raggi di luce raggiungono, viaggiano dentro al gruppo ottico ed arrivano al sensore in modo molto più perpendicolare di quanto non lo siano nei grandangolari, per cui l'indice di rifrazione tipico del materiale usato per la costruzione delle lenti provoca una minore deflessione del raggio di luce che le attraversa.



Questo e' lo stesso motivo per cui non dobbiamo effettuare correzioni quando mettiamo un filtro davanti all'obbiettivo me dobbiamo prestare molta attenzione quando lo montiamo dietro (quando e' possibile). Una immagine ottenuta con il Nikon 500mm di due foglie a distanza di 4.5 metri e illuminate dal sole e' riportata qui sopra. Un ingrandimento dimostra la perfetta messa a fuoco del soggetto.

## RIASSUMENDO I RISULTATI

La tabella qui sotto riassume per comodita' tutti i risultati ottenuti. Nella tabella il segno meno indica il Front Focus mentre il segno positivo indica il Back Focus. La realta', confermata dai nostri esperimenti su cinque lenti Canon AF di ultima generazione e di classe elevata (serie L), e' che ogni tipo di lente ha un disegno ottico e quindi risponde in modo diverso alla radiazione infrarossa. E calibrare il percorso ottico in modo che l'AF con la lente X funzioni correttamente non garantisce assolutamente che la calibrazione sia corretta per l'AF quando la lente Y viene usata. Non dimentichiamoci oltretutto che alcune lenti creano il fenomeno degli hot-spots sul sensore e quindi, indipendentemente da considerazioni relative all'AF, sono comunque inutilizzabili per foto all'infrarosso in digitale. Sebbene non rappresenti una legge precisa, abbiamo notato che piu' una lente a focale fissa e' luminosa piu' e' alta la probabilita' che crei hot-spots

Lente	f	Dist. (mm)	PdC (mm)	MF No Comp.	MF IR Comp.	AF	OK ?
Nikon 55mm/1.2 AiS	1.2	1000	15	KO	40	-	NO
Nikon 55mm/1.2 AiS	1.2	3000	136	40	0	-	SI
Nikon 85mm f/1.4 AiS	1.4	1000	7	24	0	-	SI
Nikon 85mm f/1.4 AiS	1.4	5000	184	KO	0	-	SI
Nikon 105mm f/2.5 AiS	2.5	1000	9	24	0	-	SI

Nikon 105mm f/2.5 AiS	2.5	1200	12	24	0	-	SI
Nikon 105mm f/2.5 AiS	2.5	1500	19	12	-24	-	SI
Nikon 105mm f/2.5 AiS	2.5	2000	34	108	-24	-	SI
Nikon 105mm f/2.5 AiS	2.5	3000	78	KO	-24	-	SI
Nikon 105mm f/2.5 AiS	2.5	5000	216	KO	0	-	SI
Nikon 135mm f2.8 AiS	2.8	2000	23	80	20	-	SI
Nikon 500mm f/8.0 MF Catadiottrico	8	4000	19	0	0	-	SI
Canon EOS AF 100mm2.8 Macro	2.8	2000	43	80	-	80	NO
Canon Zoom 16-35/2.8 USM L @ 16mm	2.8	500	105	-24	-48	0	SI
Canon Zoom 16-35/2.8 USM L @ 35mm	2.8	1000	87	-32	-48	0	SI
Canon Zoom 70-200mm/2.8 USM L IS @ 70mm	2.8	1500	49	24	-36	36	SI
Canon Zoom 70-200mm/2.8 USM L IS @ 70mm	2.8	5000	544	KO	KO	KO	NO
Canon Zoom 70-200mm/2.8 USM L IS @ 200mm	2.8	1500	6	0	-24	24	SI
Canon Zoom 70-200mm/2.8 USM L IS @ 200mm	2.8	5000	67	KO	-120	72	SI/NO
Canon 400mm/5.4 USM L	5.6	7000	65	96	KO	60	SI
Canon 50mm/1.4	1.4	1470	46	KO	KO	24	SI

## CONCLUSIONI

Quando si parla di indeterminatezza del punto di messa a fuoco si parla di dati ottenuti sperimentalmente, comunque bisogna ricordare che l'AF non e' mai preciso neppure in luce visibile perche' e' influenzato da moltissimi fattori tra cui tolleranze dei corpi, delle ottiche e di taratura.

Il fatto che non sia preciso, pero', non significa che il risultato non sia piu' che buono nella stragrande maggioranza dei casi reali dove le persone normali fotografano scene reali e non cubetti di Lego!

I dati mostrati sopra devono quindi essere correttamente interpretati, nel senso che bisogna mettere in relazione l'errore di posizionamento dell'AF con la *profondita' di campo* a quella determinata apertura e che, proprio perche' cercavamo l'errore, tutte le prove sono state effettuate nelle condizioni peggiori: con il diaframma a tutta apertura.

A questo bisogna aggiungere che l'eventuale errore che si legge in realta' puo' essere corretto cambiando la posizione di messa a fuoco, ma questa era una prova volta a capire quanto fosse preciso l'AF dopo la modifica.

Il risultato che emerge e' che siamo *ampiamente* all'interno della *profondita' di campo* per focale, diaframma, distanza e cerchio di confusione per il formato utilizzato (CdC=0.019).

La foto all'infrarosso sta con il digitale vivendo un prepotente ritorno di interesse. Non sappiamo se questa e' una moda di breve durata o apre la porta ad interessanti sviluppi di ricerca artistica che, con le limitazioni imposte dalla pellicola sui tempi di esposizione, ne avevano limitato l'uso nel passato a soggetti statici. La stessa fotografia IR a 'falsi colori' come nella foto panoramica sotto puo' essere un interessante percorso per un fotografo se non si esagera con gli effetti quasi psichedelici che questa tecnica permette. Questi, come tutti gli artifici estremi, alla

lunga vengono a noia. Oppure ritornando agli stilemi dell'infrarosso di sempre, come la foto del Palace of Fine Arts a San Francisco sempre qui sotto.



*Canon Rebel XT modificata permanentemente per l'infrarosso. Foto 'a falsi colori'. Stitched panorama.*



*The Palace of Fine Arts, San Francisco. Canon 1DsMKII con filtro IR.*