

Progetto Giano

Analisi dei prototipi di fenditure per Giano

C.Baffa

Versione 1.0, Firenze 21 Luglio 2005

Sommario

Nel presente memo descriveremo l'analisi delle microfotografie eseguite sui prototipi delle fenditure eseguite da ElectroStencil, Barcellona, tramite taglio di lamine con il laser.

L'analisi corrente si basa su delle microfotografie eseguite al TNG sul primo batch di fenditure.

1 Introduzione

Nel seguito descriveremo l'analisi delle microfotografie, eseguite al TNG, delle fenditure tagliate con il laser prodotte da ElectroStencil, Barcellona, per Giano.

L'analisi è stata eseguita tramite un fit dei bordi della fenditura con il programma Octave (<http://www.octave.org/>), dopo aver convertito le immagini nell'opportuno formato.

2 La procedura di misura

Le microfotografie delle fenditure, ci sono state fornite sia in formato fits che in formato jpg. Il formato fits si è rivelato molto più adatto di quello originale (jpg) perchè sono monocromatici ed hanno un intervallo di valori fissato. A questo si aggiunge la disponibilità di un programma di conversione sviluppato da noi (`fits2mat`) che trasforma i fits nel formato nativo di Octave (mat).

Per quanto riguarda la fenditura più stretta (Image015, 40 μm), è stato necessario operare una rotazione dell'immagine originale (jpg) perchè, data la sottigliezza della fenditura e il valore della rotazione, vi sono stati problemi di convergenza numerica delle misure. La rotazione è stata eseguita tramite il programma `Gimp`. Abbiamo duplicato l'immagine (per ridurre i problemi di interpolazione) ed abbiamo eseguito la rotazione di 3.5 gradi necessaria per allineare i bordi della fenditura alle righe e colonne dell'immagine. Abbiamo quindi ricampionato l'immagine tramite interpolazione per riportarla alle dimensioni originali (640 \times 480). L'immagine è stata quindi convertita prima in fits e successivamente in mat. Ovviamente questa procedura ha reso un poco maggiori gli errori di misura.

Per ottenere una misura accurata delle dimensioni delle fenditure, abbiamo determinato la posizione precisa del bordo lungo linee perpendicolari ai bordi, tracciate in corrispondenza dei centri dei pixels. La funzione `gradino` che utilizziamo vale *buio* fino ad un pixel dalla transizione, $(buio+luce)/2$ alla transizione e *luce* a partire da un pixel dalla transizione. Il valore in un punto generico viene

calcolato con una funzione di interpolazione a 5 punti. Noi eseguiamo un fit sul minimo quadrato della differenza tra i valori dell'immagine e la funzione teorica con il metodo della *ricerca a partizione aurea*. Il fit è ad una sola incognita, in quanto i valori *buio* e *luce* sono ben determinati e costanti in tutte le immagini.

Il tempo di fit totale, per ogni immagine, è inferiore a 30 secondi su una workstation Linux con un Athlon 64 a 2Ghz.

La procedura di fit oltre ai valori tabulati più avanti, produce dei grafici, che riporteremo, a titolo di esempio, solo per una delle fenditure misurate.

Un problema che abbiamo incontrato è stata la difficoltà di ottenere una misura precisa della scala, cioè della corrispondenza $\text{pixel}/\mu\text{m}$. Abbiamo utilizzato le misure fatte al microscopio per ottenere un valore $2.07 \mu\text{m}/\text{pixel}$. L'errore *formale* è 0.02, ma certo vi sono effetti sistematici maggiori.

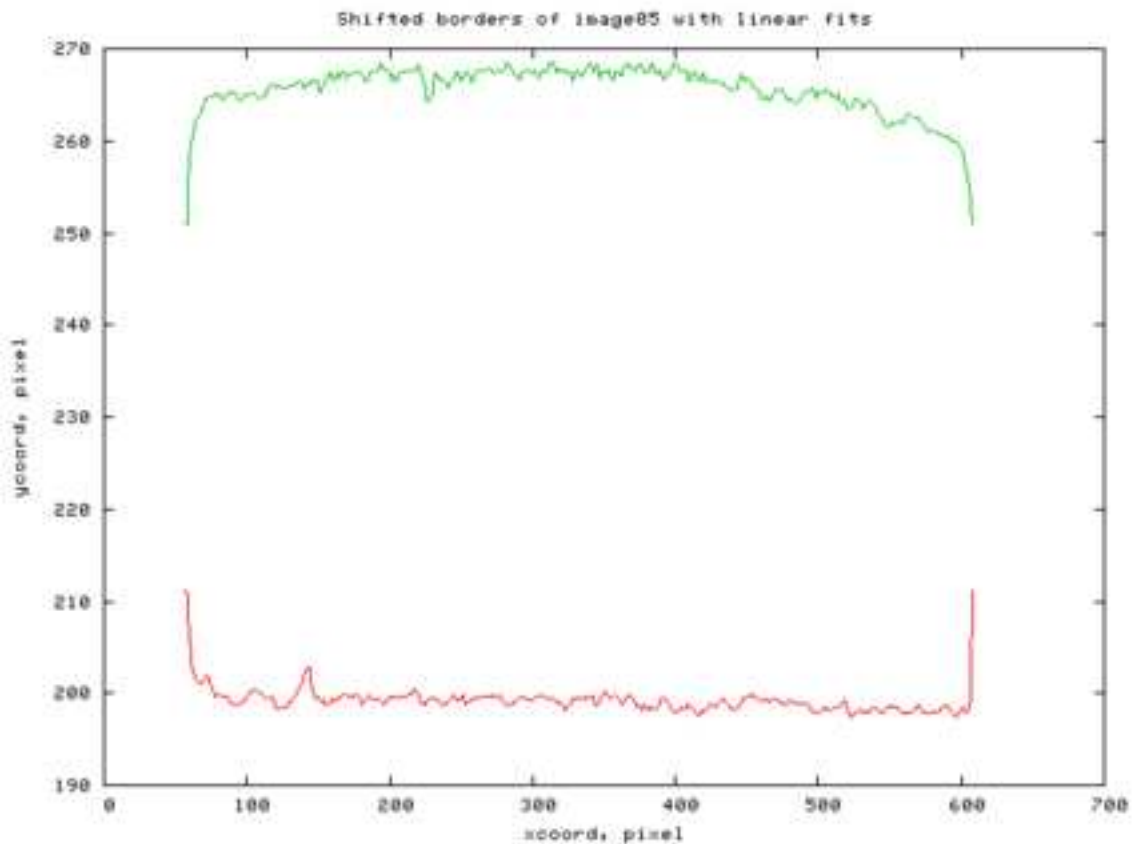


Fig.1 Profilo di entrambi i bordi della fenditura. Entrambe le coordinate sono in scala.

3 I risultati delle misure.

Una volta che la procedura è stata definita e collaudata, le immagini allineate e convertite nel giusto formato, siamo passati alle misure vere e proprie.

Nel seguito diamo i valori in pixel (senza indicazione delle unità di misura ed in micron. Gli errori formali sono piccoli e l'incertezza sulle misure è dominata dagli errori sistematici.

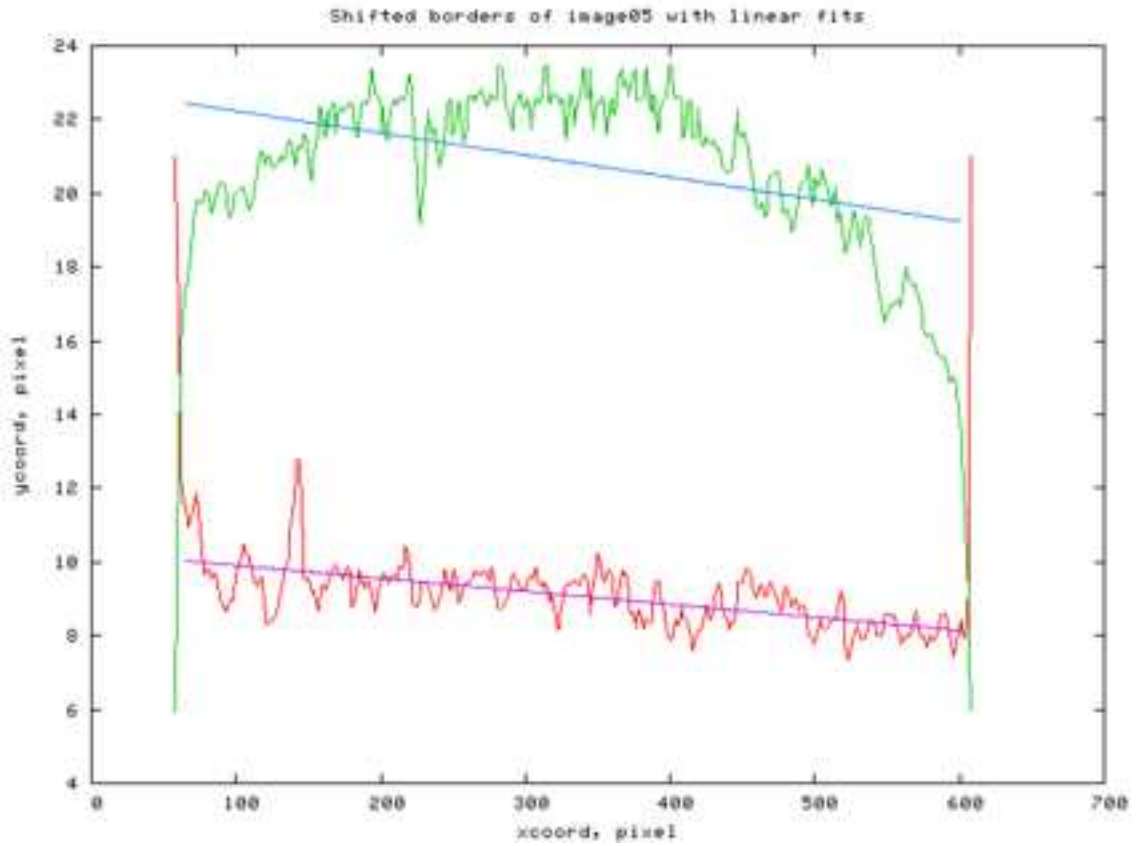


Fig.2 Profilo di entrambi i bordi della fenditura con fit lineari. Coordinata verticale non in scala.

Prima fenditura, *Image005*:

Misura	valore grezzo	zona di misura	valore finale
Altezza	66.8	tutta (10:540)	138 μm
Altezza	67.3	centro (80:500)	139 μm
Rugosità	1.8	tutta (10:540)	3.7 μm
Rugosità	1.4	centro (80:500)	2.9 μm
Parallelismo	30'	centro (80:500)	30'
Larghezza	548.2	tutta (9:60)	1135 μm
Larghezza	548.7	centro (15:50)	1136 μm
Parallelismo	2.7°	centro (15:50)	2.7°
Area totale	3667 pix ²	tutta	0.1526 μm^2

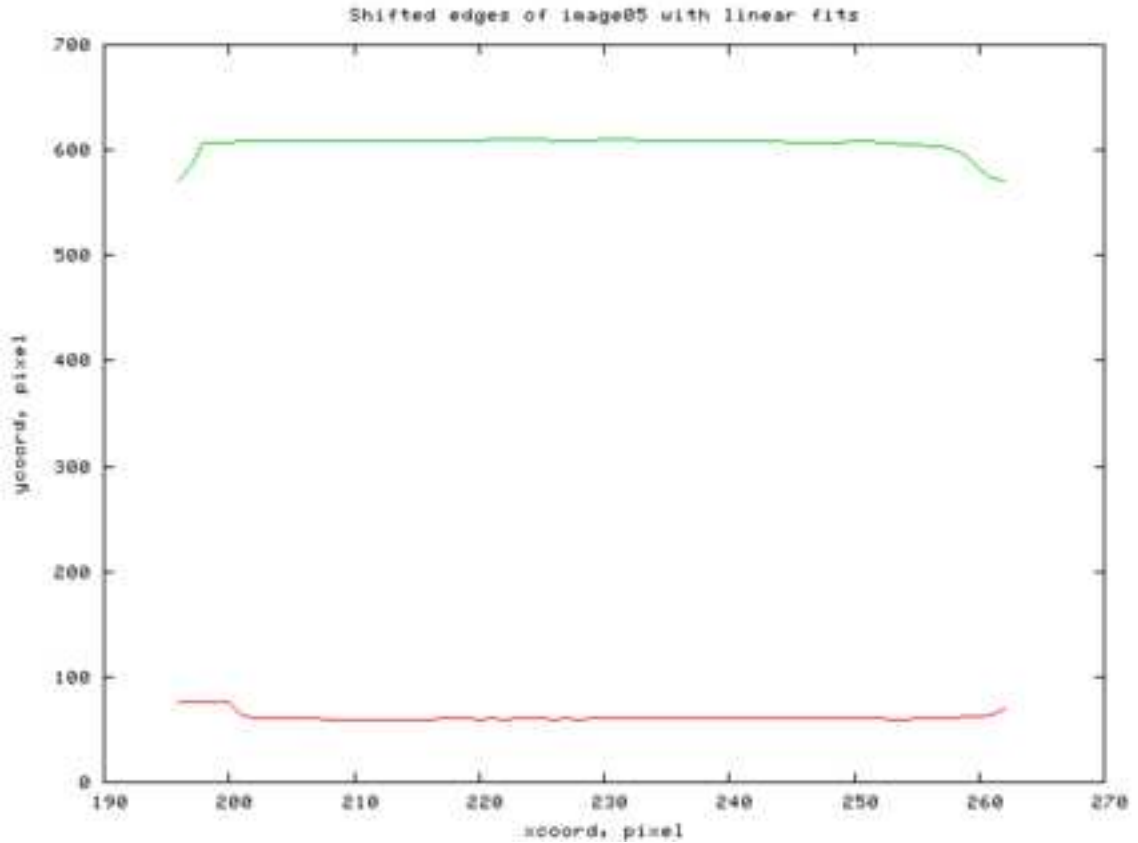


Fig.3 Profilo del bordo vertivcale della fenditura. Entrambe le coordinate sono in scala.

Seconda fenditura, *Image010*:

Misura	valore grezzo	zona di misura	valore finale
Altezza	133.9	tutta (7:545)	277 μm
Altezza	134.2	centro (25:500)	278 μm
Rugosità	1.7	tutta (7:545)	3.5 μm
Rugosità	1.4	centro (25:500)	2.9 μm
Parallelismo	6.2'	centro (25:500)	6.2'
Larghezza	543.7	tutta (7:128)	1125 μm
Larghezza	544.0	centro (25:100)	1126 μm
Parallelismo	30'	centro (25:100)	30'
Area totale	7297 pix ²	tutta	0.3127 μm^2

Terza fenditura, *Image015*, ricordiamo che l'immagine relativa a questa fenditura è stata ruotata di 3.5°, pertanto i valori hanno un rumore interno superiore:

Misura	valore grezzo	zona di misura	valore finale
Altezza	17.6	tutta (10:530)	36 μm
Altezza	17.7	centro (50:500)	37 μm
Rugosità	1.4	tutta (10:530)	2.9 μm
Rugosità	1.3	centro (50:500)	2.7 μm
Parallelismo	13'	centro (50:500)	13'
Larghezza	546	tutta (10:22)	1125 μm
Larghezza	548	centro (12:18)	1126 μm
Area totale	934 pix ²	tutta	0.1357 μm^2

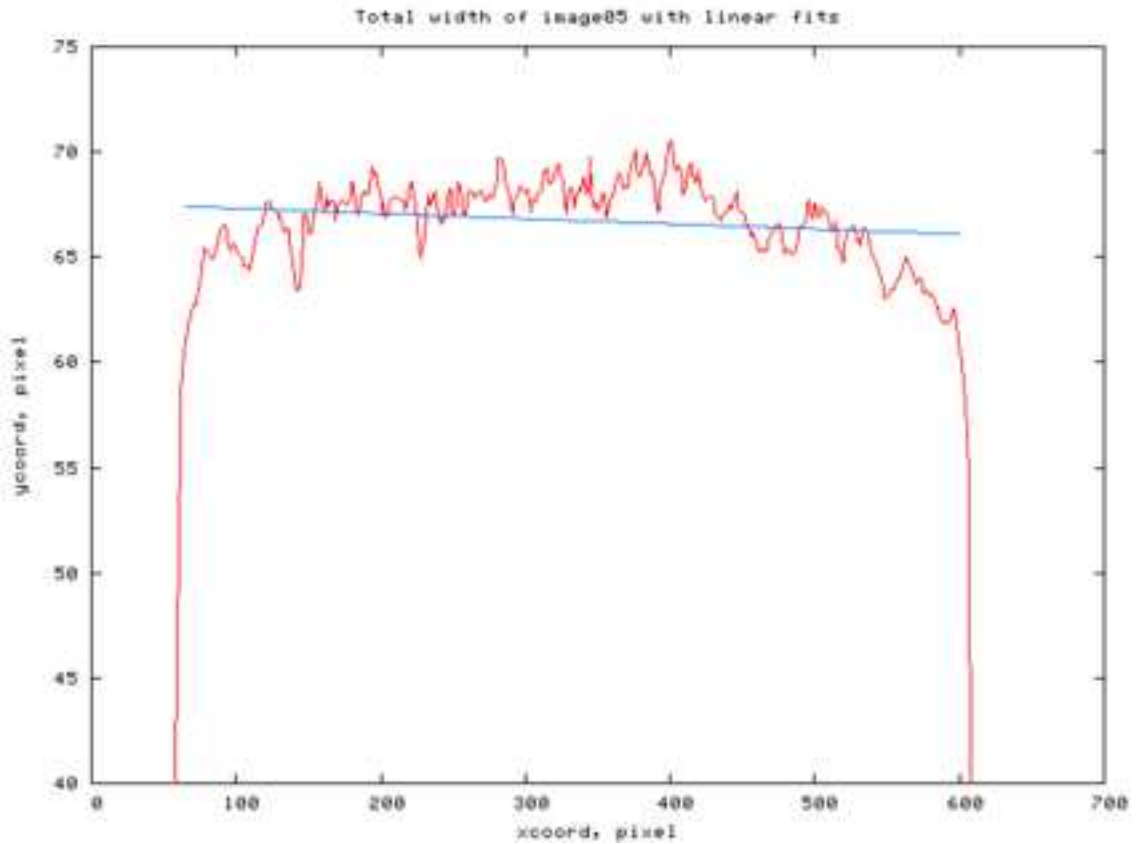


Fig.4 Profilo totale della fenditura con fit lineare. Entrambe le coordinate sono in scala.

Riferimenti bibliografici

- [1] “Numerical Recipes in C, II edition”, Press, W.H, Teukolsky, S.A, Vetterling, W.T., Flannery, B.P, Cambridge, NY, 1992.
- [2] “Octave Manual”, Eaton, J.W., Madison, WI, 1992, <http://www.Octave.org/docs.html>