

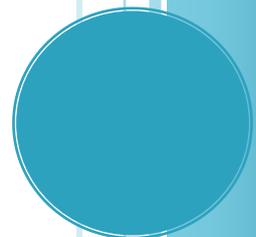
# SCANNER SPETTRALE:

## VERIFICA DELL'ATTENDIBILITÀ DELLE MISURE

In questa ricerca sono state valutate le differenze fra le misure di riflettenza ottenute con scanner spettrale in sviluppo e quelle di uno spettrofotometro professionale, l'SP62. I risultati ottenuti dimostrano che, allo stato dell'arte, le misure sono fortemente correlate in modo lineare, anche se lo scanner spettrale mediamente ha una differenza del 10% rispetto all'SP62..

Palumbo Tonino

25/5/2011





## SOMMARIO

---

Sommario .....	iii
Scopo dell'esperimento .....	0
Strumentazione .....	0
Misure .....	0
Parametri determinati.....	0
Differenze fra strumenti .....	0
✓ SP62 -> Scanner .....	0
✓ SP62- -> I1.....	0
✓ Ripetibilità delle misure su scanner spettrale .....	0
Funzioni di correzione .....	0
Ripetibilità delle misure.....	1
Differenze fra SP62 e scanner spettrale .....	2
Analisi delle differenze SP62 – Scanner in funzione della lunghezza d'onda .....	5
DIFFERENZE FRA SP62 e I1 .....	6
CONCLUSIONI PRELIMINARI .....	7
Difetti riscontrati sullo scanner spettrale .....	7
Minore ripetibilità delle misure nella zona del blue.....	7
Correlazione fra scanner spettrale e spettrofotometro SP62.....	7

## SCOPO DELL'ESPERIMENTO

---

Trattandosi di due strumenti di tecnologia differente, è evidente che uno spettrofotometro come l'SP62 e lo scanner spettrale in analisi non possano dare esattamente le stesse misure.

Scopo dell'esperimento è stato quello di dimostrare l'origine delle differenze riscontrate, la precisione e ripetibilità delle misure con lo scanner spettrale, la presenza di differenze sistematiche legate alla lunghezza d'onda fra gli strumenti utilizzati

### Strumentazione

- ✓ Scanner spettrale prodotto da DV
- ✓ Spettrofotometro XRITE SP-62
- ✓ Spettrofotometro XRITE I1
- ✓ Stampante laser Phaser XEROX

### Misure

E' stato misurato un foglio di calibrazione di 216 colori prodotti sulla stampante laser. Il campione prodotto è rappresentativo dello spazio colore della stampante usata. Le misure sono state fatte utilizzando SP-62, I1 e Scanner spettrale.

Le misure sullo scanner spettrale sono state effettuate utilizzando le procedure di acquisizione del software Euromeccanica.

### Parametri determinati

#### Differenze fra strumenti

- ✓ SP62 -> Scanner
- ✓ SP62- -> I1
- ✓ Ripetibilità delle misure su scanner spettrale

#### Funzioni di correzione

## RIPETIBILITÀ DELLE MISURE

Per determinare la ripetibilità delle misure effettuate con lo scanner spettrale, si è letto il campione in differenti posizioni sul piano di lettura ed in diverse condizioni di illuminazione esterna.

Con questo si intendeva verificare il postulato secondo il quale, fissati i parametri di funzionamento, le misure sono indipendenti dal posizionamento e dall'ambiente.

Sono stati misurati 4 diversi campioni per ciascuno dei 213 colori di riferimento

Il primo campione è stato usato come riferimento e, per ciascun valore di riflettanza misurata è stata calcolata la differenza rispetto agli altri tre campioni.

Lo scarto medio fra le riflettanze è risultato di  $2.95 \pm 2.118$ ; quindi è verosimile affermare che la precisione attesa sulle misure ripetute, nell'intervallo da 450 a 700 nm è ipotizzabile fra un minimo di 0.76 ed un massimo di 5 unità di riflettanza (scala da 0..100).

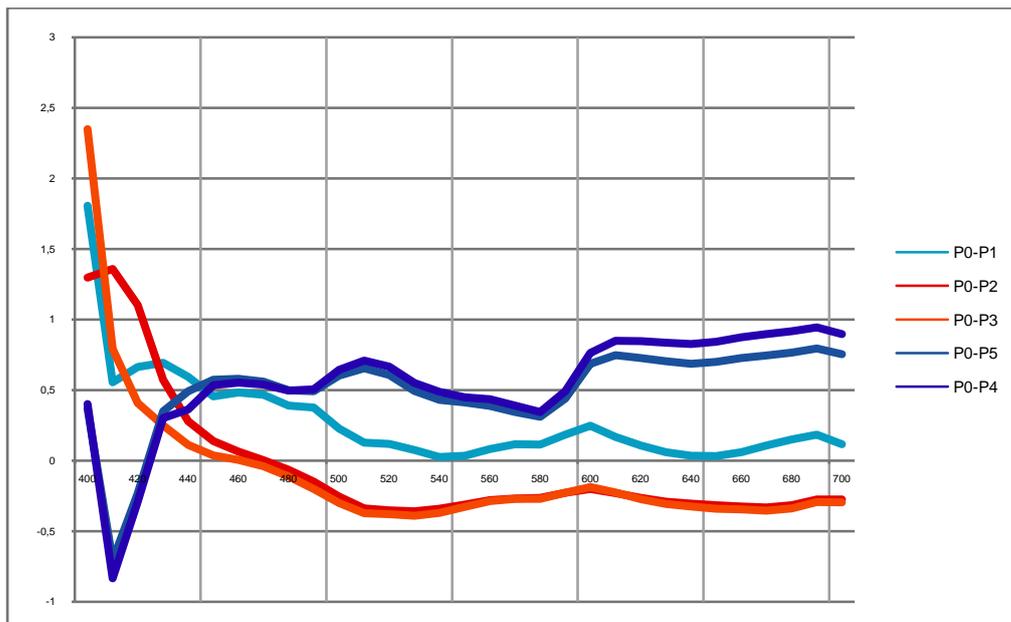


FIG.1 DIFFERENZA MISURE SULLO STESSO CAMPIONE.

Le curve riportate nel grafico sono relative alle variazioni medie fra il primo campione, usato come riferimento, e gli altri tre. Si può notare che l'escursione massima verificata è di circa 2,2 unità di riflettanza, e che la differenza decresce in funzione della lunghezza d'onda della misura; questo fatto ed i risultati in seguito descritti di altre misurazioni fanno pensare che lo scanner abbia una minore ripetibilità delle misure a lunghezze d'onda minori

Inoltre si è notata una differenza sistematica fra due dei campioni ed il terzo (P1) ottenuto spostando il campione da misurare in un'area diversa del piano: il dato è da verificare, ma potrebbe essere dovuto ad una precisione differente dovuta a differenti condizioni ambientali (illuminazione ambiente e geometria della misura?)

Occorre precisare che la ripetibilità delle misure non è legata solo a imprecisione strumentale: influisce sulla misura il fatto che per campionamenti successivi le aree misurate sono non esattamente uguali (i

*campioni non sono affatto omogenei, essendo stati riprodotti su stampante..); questa annotazione è da ricordare durante la lettura del capitolo successivo..*

## influenza delle condizioni ambientali

Nel grafico in fig.1 Sono riportate le differenze medie per lunghezza d'onda fra il campione di riferimento (P0, misurato qualche giorno prima) ed altri due, misurati in condizioni ambientali (illuminazione sterna e fondo differenti).

In teoria le condizioni ambientali non dovrebbero influenzare le misure, ma i risultati ottenuti indicano una situazione diversa:

La curva P0-P4 è relativa a misure effettuate ponendo sul piano, di fianco al campione un foglio di carta bianca otticata.

La curva P0-P5 è relativa a misure effettuate ponendo sul piano, di fianco al campione un foglio di carta bianca otticata ed illuminando il piano di misura con una lampada più intensa.

Si può notare che le due curve non sono diverse fra di loro, ma sono significativamente differenti rispetto a tutte le altre: questo potrebbe indicare la seguente ipotesi: Il fatto che le due curve non differiscano indica che l'illuminazione esterna non influisce sulla misura, ma il fatto che entrambe siano differenti dalle misure precedenti indica che una *sorgente di riflettanza* (definiamo così impropriamente foglio bianco) posta in prossimità del campione influenza significativamente la misura.

Su questa ipotesi è necessario fare delle verifiche in futuro..

## DIFFERENZE FRA SP62 E SCANNER SPETTRALE

Dalla determinazione di ripetibilità delle misure, sappiamo di poterci aspettare un'escursione massima di circa 5 unità di riflettanza.

E' ragionevole immaginare che le differenze fra le misure effettuate con i due strumenti possano differire per l'effetto combinato di

- ✓ Una differenza sistematica (percentuale e/o assoluta) dovuta alle caratteristiche strumentali
- ✓ Una differenza random dovuta all'errore di ripetibilità degli strumenti.

Sappiamo, da esperimenti precedenti, che la ripetibilità di misure con SP62 è in genere di  $\pm 2$  unità di riflettanza (nella scala 0..100).

Quindi dobbiamo aspettarci una differenza combinata di circa 6 unità di riflettanza, dovuta a puri errori di ripetibilità delle misure.

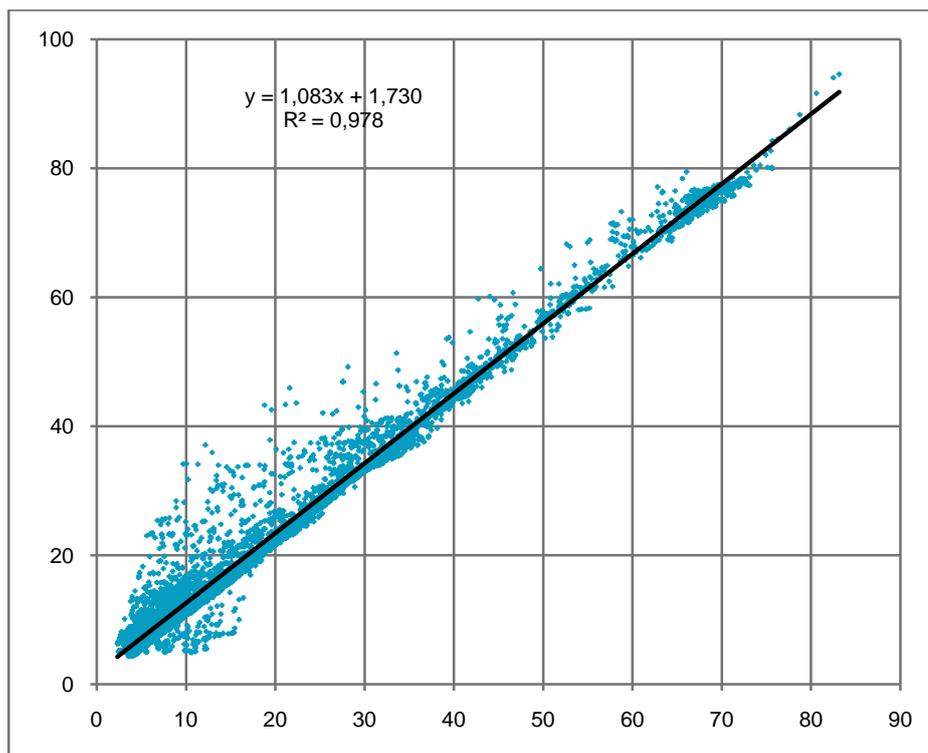


Fig.2 - Riflettanza misurata su Scanner spettrale rispetto a SP62

Il grafico riporta sull'asse x le riflettanze misurate con SP62, su y quelle misurate con Scanner spettrale. Mostra esserci una forte regressione lineare fra le misure dei due strumenti ( $r^2 = 0.978$ ). ad un'ispezione del grafico si nota una variabilità molto alta per le basse riflettanze, che diminuisce all'aumentare del valore misurato.

Si è notato che la riproducibilità delle misure sembra essere dipendente dalla lunghezza d'onda: Si è quindi calcolata la regressione eliminando le lunghezze

d'onda comprese fra 400÷440 nm, che sembrano avere un maggiore rumore (minore riproducibilità delle misure..)

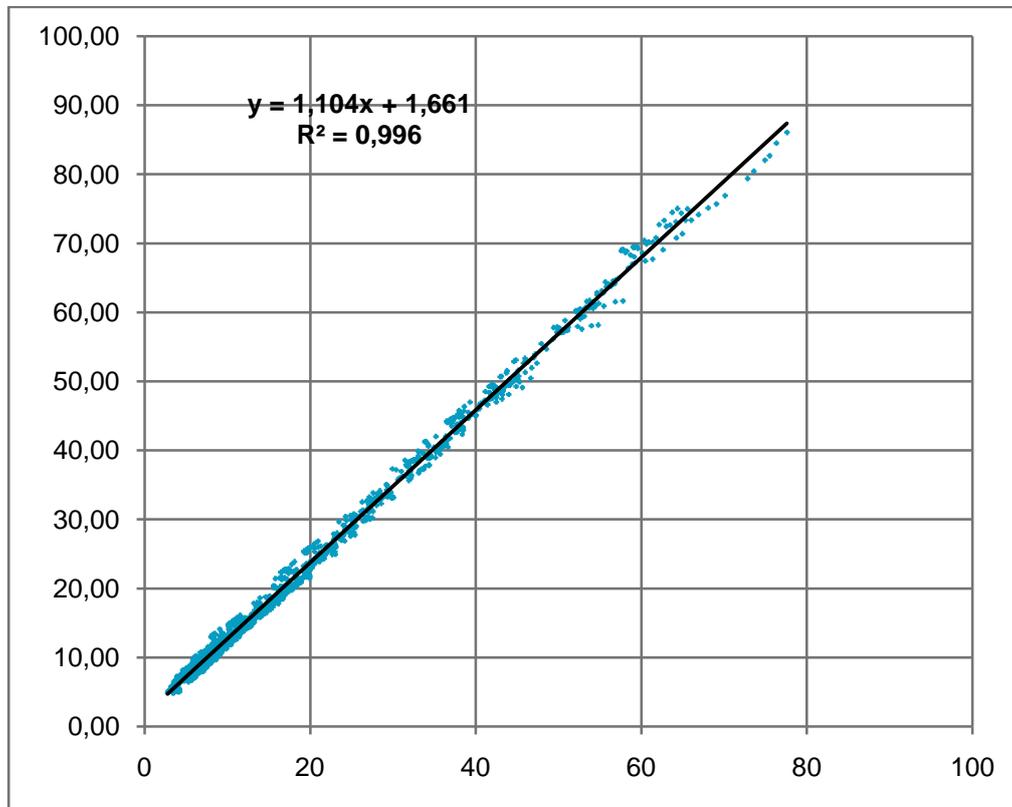


Fig. 3 –  $Ref_{SS}=F(Ref_{SP62})$  fra 450 e 700 nm

Come si osserva, eliminate le lunghezze d'onda 400±440 la regressione fra scanner spettrale e sp62 aumenta in modo estremamente significativo ( $R^2=0.996$ ).

In questo caso, dalla funzione di regressione si ricava che esiste una differenza sistematica del +10% fra le misure fatte con SP62 rispetto a quelle con scanner spettrale.

Questo fatto suggerisce che si possa effettuare una correzione numerica dei dati per normalizzare i due strumenti, fero restando il fatto che occorre ridurre i difetti riscontrati nella zona del blu fra 400 e 450 nm..

## Analisi delle differenze SP62 – Scanner in funzione della lunghezza d'onda

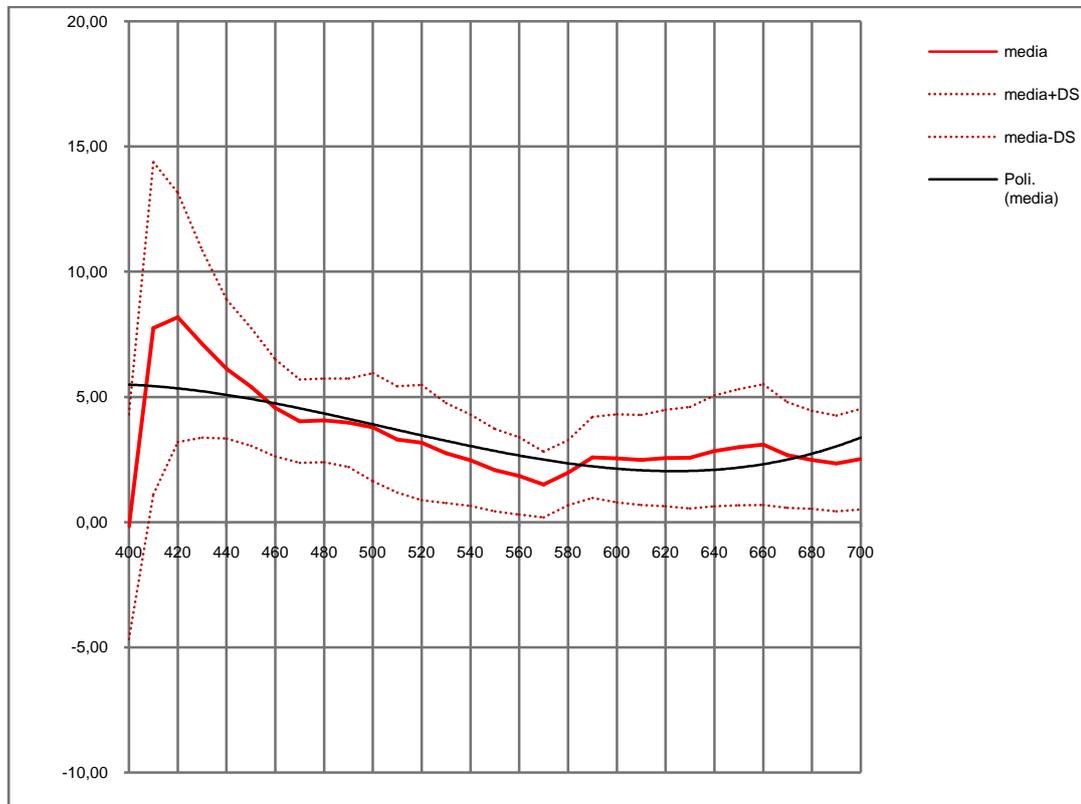


Fig. 4 Media delle differenze fra Scanner e SP62 e limiti di confidenza

Il grafico riporta la variazione media di riflettenza fra scanner spettrale e SP62 al variare della lunghezza d'onda. A conferma delle ipotesi fatte, si può notare che i limiti di confidenza rilevati sono decisamente più alti alle lunghezze d'onda minori di 450 nm: Poiché si è già osservata un'alta variabilità delle misure ripetute con scanner alle basse lunghezze d'onda, è plausibile l'ipotesi che la variabilità delle differenze fra scanner e SP62 fra 400÷700 nm sia dovuta, più che a differenze sistematiche fra gli strumenti, ad inattendibilità delle misure con scanner in questo intervallo di lunghezze d'onda.

## DIFFERENZE FRA SP62 E I1

Questo test è stato fatto per dimostrare le variazioni esistenti fra due differenti spettrofotometri, I1 e SP62, entrambi prodotti da XRite.

Infatti è interessante notare come anche fra due strumenti sicuramente ben progettati, la differenza di tecnologia comporta una differenza nei valori misurati.

In questo caso si può osservare che, a fronte di un alto coefficiente di regressione ( $R^2=0,997$ ) lo spettrofotometro I1 (asse x) da riflettanze del 94% più basse dell'SP62.

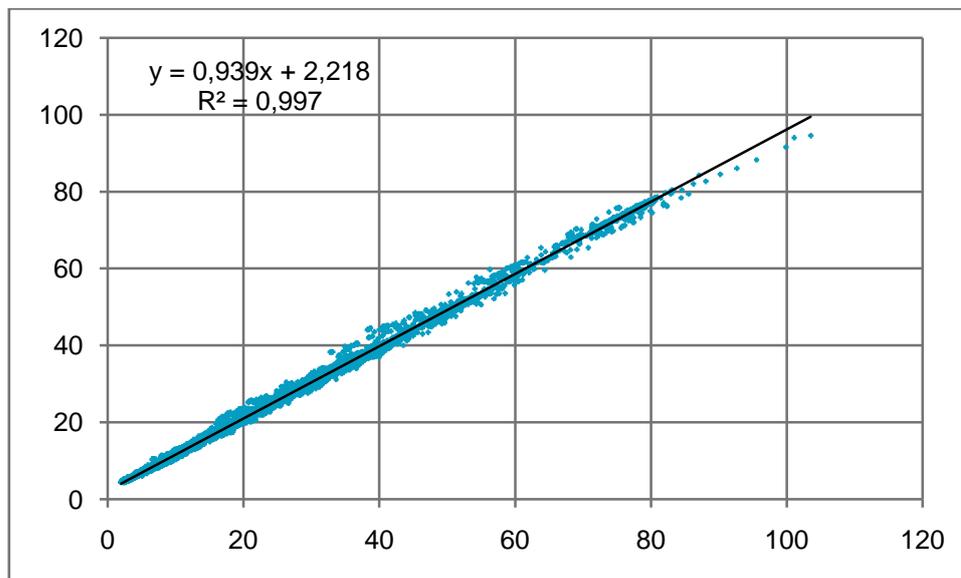


Fig 5 I1 -> SP62

## CONCLUSIONI PRELIMINARI

---

Sulla base della sperimentazione fatta, si possono trarre le seguenti ipotesi sul funzionamento dello scanner

### Difetti riscontrati sullo scanner spettrale

#### Minore ripetibilità delle misure nella zona del blue

Il problema deve essere individuato per migliorare l'attendibilità delle misure

#### Correlazione fra scanner spettrale e spettrofotometro SP62

Una volta risolto il problema riscontrato nella zona fra 400 e 440 nm, dalle analisi fatte si può dedurre che sia possibile calcolare una funzione di correzione (sembra lineare, ma potrebbe essere polinomiale di al più secondo grado..) per normalizzare i due strumenti.

La normalizzazione permetterà certamente di migliorare la corrispondenza fra i diversi metodi di misura, ma è opportuno osservare nuovamente che tutto questo potrà essere fatto sotto le seguenti condizioni al contorno:

- *Misure sempre nelle stesse condizioni strumentali*
- *Campioni misurati attendibili (ad esempio la rugosità della superficie influenza notevolmente le misure..)*
- *Calibrazione corretta degli strumenti, prima di effettuare le misure di riflettanza*