Evaluar la precisión del perfil ICC de un dispositivo de impresión

Mauro Boscarol

(Enero de 2007)

Esta técnica se puede aplicar a un dispositivo de impresión RGB o CMYK. Aquí hablaré de una máquina CMYK, pero lo dicho se aplica también a una RGB.

Un perfil de salida para un dispositivo CMYK contiene cuatro tablas que van de CMYK a Lab y otras cuatro inversas, que van de Lab a CMYK:

- **Tablas directas (de CMYK a Lab)**
  - A2B0: Perceptual.
  - A2B1: Colorimétrico relativo.
  - A2B2: Saturación.
  - A2B3: Colorimétrico absoluto.
- **Tablas inversas (de Lab a CMYK)**
  - B2A0: Perceptual.
  - B2A1: Colorimétrico relativo.
  - B2A2: Saturación.
  - B2A3: Colorimétrico absoluto.

Benetton Indigo.icc

#	Tag	Data	Size	Description
	Header		128	
1	'cprt'	'text'	42	Copyright ASCII Text String
2	'desc'	'desc'	106	Localized description strings
3	'DevD'	'text'	37100	ASCII Text String
4	'CIED'	'text'	293643	ASCII Text String
5	'Pmtr'	'text'	849	ASCII Text String
6	'chad'	'sf32'	44	Chromatic adaptation matrix
7	'wtpt'	'XYZ '	20	Media white-point tristimulus
8	'kTRC'	'curv'	1034	Tone response curve
9	'A2B1'	'mft2'	95052	Intent-1, 16-bit, device to PCS conve
10	'B2A1'	'mft2'	132248	Intent-1, 16-bit, PCS to device conve
11	'A2B0'	'mft2'	95052	Intent-0, 16-bit, device to PCS conve
12	'B2A0'	'mft2'	132248	Intent-0, 16-bit, PCS to device conve
13	'A2B2'	'mft2'	95052	Intent-2, 16-bit, device to PCS conve
14	'B2A2'	'mft2'	132248	Intent-2, 16-bit, PCS to device conve
15	'gamt'	'mft2'	35414	16-bit, PCS to gamut check table
16	'gmps'	'data'	196	

Size: 955,632 bytes
Preferred CMM: Apple
Specification Version: 2.4.0
Class: Output
Space: CMYK
PCS: Lab
Created: 06 01 07 2:01:20 AM
Platform: Microsoft
Flags: Normal Quality
Device Manufacturer:
Device Model:
Device Attributes: 00000000 00000000
Rendering Intent: Perceptual
PCS Illuminant: 0.96420, 1.00000, 0.82491
Creator: 'LOGO'
MD5 Signature:

Vamos a controlar, por ejemplo, la tabla del perfil de una Indigo UltraStream 2000 (de Hewlett Packard). Arriba podemos ver un resumen hecho con ColorSync Utility. Se pueden ver las etiquetas (tags) de seis tablas (entradas 9 a 14). No se encuentran las tablas directa o inversa del propósito de conversión colorimétrico absoluto. Es normal. El motor de color se encargará de calcular las tablas del propósito de conversión colorimétrico absoluto cada vez que haga falta. Pero no importa, en nuestro caso es como si existieran.

¿Qué significa evaluar la precisión de un perfil de color? Pues quiere decir, obviamente, evaluar la precisión de estas ocho (4 + 4) tablas arriba mencionadas.

En realidad, las tablas con propósito de conversión perfeptual y saturación no se pueden evaluar. La finalidad de estas tablas es producir una conversión "agradable", algo que no es posible evaliuar de forma objetiva.

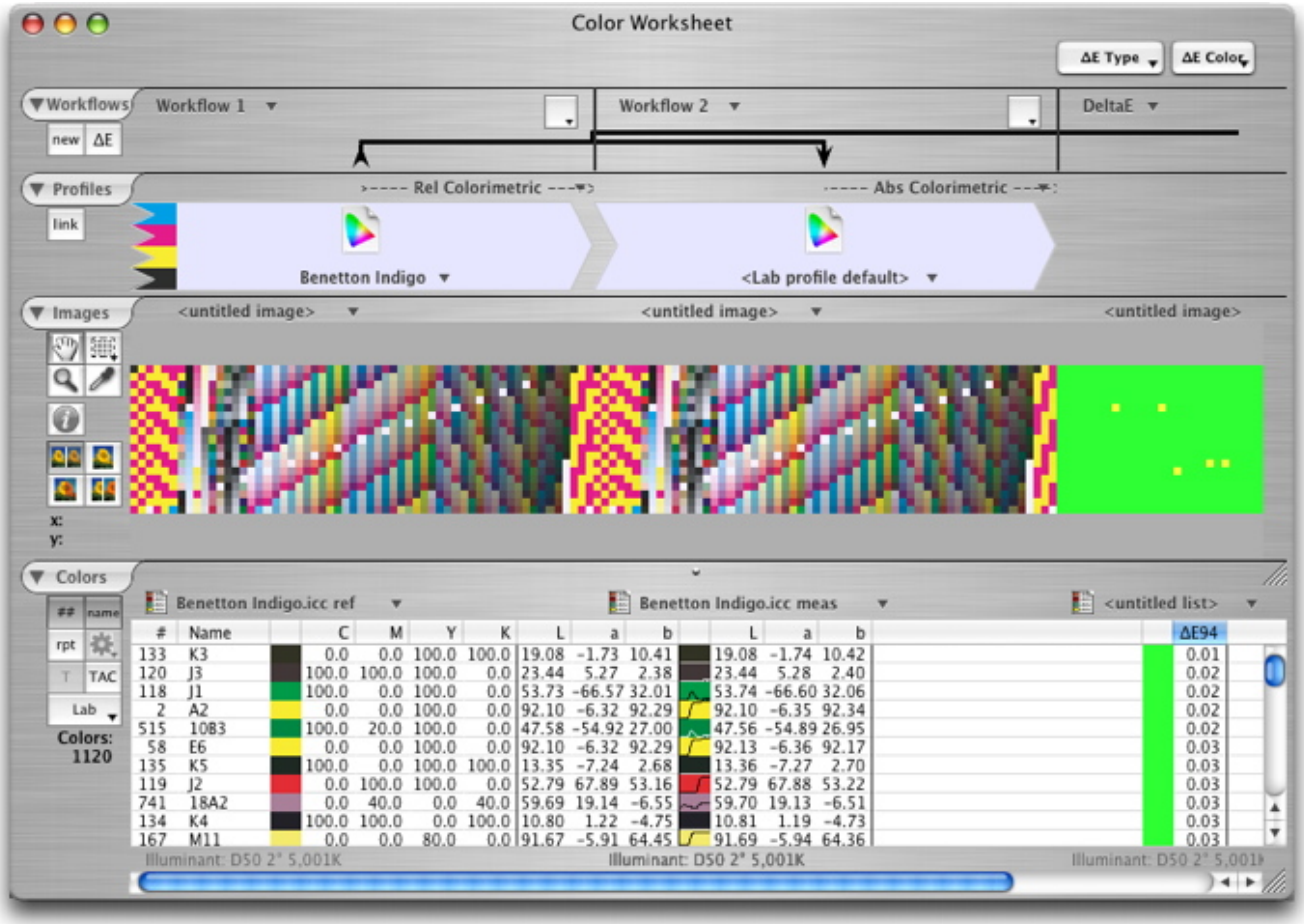
Quedán, pues, las cuatro (2+2) tablas colorimétricas: 1+1 colorimétrica asboluta y 1+1 colorimétrica relativa. Como las tablas colorimétricas absolutas y relativas

están ligadas por una relación matemática (la tabla colorimétrica relativa se obtiene de la colorimétrica relativa mediante una fórmula matemática), basta con evaluar una sóla tabla: La tabla del propósito de conversión colorimétrico absoluto.

Evidentemente, eso hay que hacerlo en sus dos versiones: Directa (de CMYK a Lab, que sirve para hacer un "`Ajuste de prueba`" *(soft proof)*) e inversa (de Lab a CMYK, que es la que se usa para imprimir).

Evaluación de la tabla A2B3

Esta es la tabla que traduce de CMYK a Lab con un propósito de conversión (rendering intent) colorimétrico absoluto.

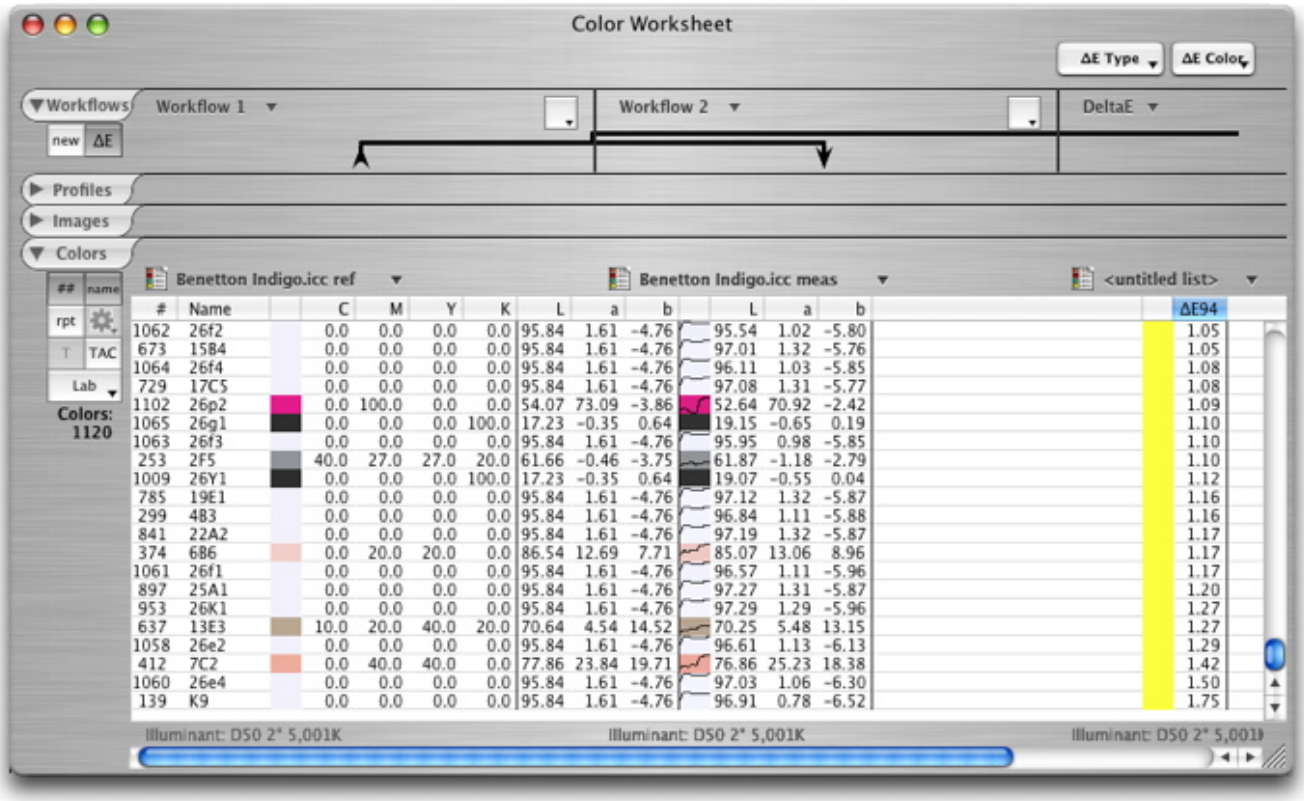


#	Name	C	M	Y	K	L	a	b	L	a	b	ΔE94
133	K3	0.0	0.0	100.0	100.0	19.08	-1.73	10.41	19.08	-1.74	10.42	0.01
120	J3	100.0	100.0	100.0	0.0	23.44	5.27	2.38	23.44	5.28	2.40	0.02
118	J1	100.0	0.0	100.0	0.0	53.73	-66.57	32.01	53.74	-66.60	32.06	0.02
2	A2	0.0	0.0	100.0	0.0	92.10	-6.32	92.29	92.10	-6.35	92.34	0.02
515	10B3	100.0	20.0	100.0	0.0	47.58	-54.92	27.00	47.56	-54.89	26.95	0.02
58	E6	0.0	0.0	100.0	0.0	92.10	-6.32	92.29	92.13	-6.36	92.17	0.03
135	K5	100.0	0.0	100.0	100.0	13.35	-7.24	2.68	13.36	-7.27	2.70	0.03
119	J2	0.0	100.0	100.0	0.0	52.79	67.89	53.16	52.79	67.88	53.22	0.03
741	18A2	0.0	40.0	0.0	40.0	59.69	19.14	-6.55	59.70	19.13	-6.51	0.03
134	K4	100.0	100.0	0.0	100.0	10.80	1.22	-4.75	10.81	1.19	-4.73	0.03
167	M11	0.0	0.0	80.0	0.0	91.67	-5.91	64.45	91.69	-5.94	64.36	0.03

¿Cómo se puede evaluar si esta tabla es fidedigna y precisa? El único procedimiento es confrontarla con la tabla de medidas que se han tomado para crear el perfil (una tabla que no va incluida en el perfil). Esta tabla lleva también desde CMYK a Lab. Veamos cuáles son las medidas allí y qué prevé el perfil (en colorimétrico absoluto para una combinación de CMYK concreta. Se trata de dos valores Lab para los que es posible calcular el valor ΔE (con la fórmula CIE 94, por ejemplo). para esta evaluación he usado una orden de trabajo de color *(color*

worksheet de ColorThink, de Chromix).

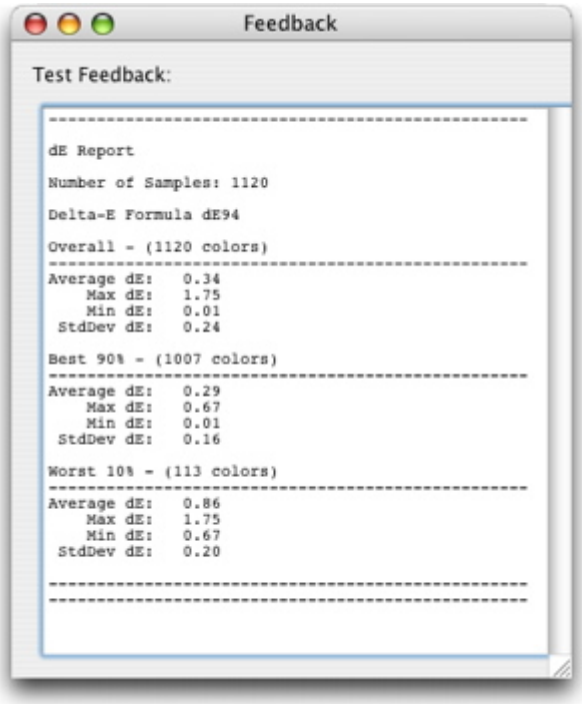
Lo primero es cargar los valores CMYK de referencia y los valores Lab previstos por el perfil. A continuación, se cargan los valores Lab medidos. Por último, he calculado el valor ΔE94. Como se puede ver, algunos colores tienen un valor ΔE bajísimo (a partir de "`0,01`"). Eso quiere decir que los valores previstos por el perfil (realmente en la tabla A2B3 del perfil) son excelentes.



#	Name	C	M	Y	K	L	a	b	L	a	b	ΔE94
1062	26f2	0.0	0.0	0.0	0.0	95.84	1.61	-4.76	95.54	1.02	-5.80	1.05
673	15B4	0.0	0.0	0.0	0.0	95.84	1.61	-4.76	97.01	1.32	-5.76	1.05
1064	26f4	0.0	0.0	0.0	0.0	95.84	1.61	-4.76	96.11	1.03	-5.85	1.08
729	17C5	0.0	0.0	0.0	0.0	95.84	1.61	-4.76	97.08	1.31	-5.77	1.08
1102	26p2	0.0	100.0	0.0	0.0	54.07	73.09	-3.86	52.64	70.92	-2.42	1.09
1065	26g1	0.0	0.0	0.0	100.0	17.23	-0.35	0.64	19.15	-0.65	0.19	1.10
1063	26f3	0.0	0.0	0.0	0.0	95.84	1.61	-4.76	95.95	0.98	-5.85	1.10
253	2F5	40.0	27.0	27.0	20.0	61.66	-0.46	-3.75	61.87	-1.18	-2.79	1.10
1009	26Y1	0.0	0.0	0.0	100.0	17.23	-0.35	0.64	19.07	-0.55	0.04	1.12
785	19E1	0.0	0.0	0.0	0.0	95.84	1.61	-4.76	97.12	1.32	-5.87	1.16
299	4B3	0.0	0.0	0.0	0.0	95.84	1.61	-4.76	96.84	1.11	-5.88	1.16
841	22A2	0.0	0.0	0.0	0.0	95.84	1.61	-4.76	97.19	1.32	-5.87	1.17
374	6B6	0.0	20.0	20.0	0.0	86.54	12.69	7.71	85.07	13.06	8.96	1.17
1061	26f1	0.0	0.0	0.0	0.0	95.84	1.61	-4.76	96.57	1.11	-5.96	1.17
897	25A1	0.0	0.0	0.0	0.0	95.84	1.61	-4.76	97.27	1.31	-5.87	1.20
953	26K1	0.0	0.0	0.0	0.0	95.84	1.61	-4.76	97.29	1.29	-5.96	1.27
637	13E3	10.0	20.0	40.0	20.0	70.64	4.54	14.52	70.25	5.48	13.15	1.27
1058	26e2	0.0	0.0	0.0	0.0	95.84	1.61	-4.76	96.61	1.13	-6.13	1.29
412	7C2	0.0	40.0	40.0	0.0	77.86	23.84	19.71	76.86	25.23	18.38	1.42
1060	26e4	0.0	0.0	0.0	0.0	95.84	1.61	-4.76	97.03	1.06	-6.30	1.50
139	K9	0.0	0.0	0.0	0.0	95.84	1.61	-4.76	96.91	0.78	-6.52	1.75

Pero, según bajamos, los valores ΔE aumentan hasta llegar a un máximo de "`1,75`".

¿Es precisa la tabla A2B3 del perfil que estamos examinando? A ojo podríamos decir que sí, pero es mejor sintetizar los valores ΔE obtenidos calculando la media y otros valores estadísticos. Le pido a ColorThink que lo haga y estos son los resultados:



Este resumen se lee así:

- El ΔE94 menor es de "`0,01`" (o sea, un error prácticamente nulo).
- El ΔE94 máximo es de "`1,75`" (bueno, pero si fuera menor, sería mejor).
- El ΔE94 medio es de "`0,34`" (muy bueno).
- La desviación estándar (es decir lo scarto quadratico medio) es de "`0,24`" (bueno).

Cuanto más cercanos a cero estén todos estos valores, mejor. Los primeros tres, si son inferiores a 1 se suelen omitir.

El 90% mejor (es decir, 1.007 de 1.120 colores) tienen obviamente valores mejores, mientras que el 10% restante (es decir: los 113 peores) tienen en cualquier caso valores bastante bajos.

Por tanto, la tabla A2B3 (es decir de CMYK a Lab con propósito de conversión colorimétrico absoluto) de este perfil se corresponde muy bien con las medidas realizadas. O sea: Es muy buena.

Una regla de andar por casa y valorar rápidamente la bondad de una tabla es: El valor ΔE medio *(Overall > Average dE)* de todos los parches debe ser igual o menor a 1 (en este caso es "`0,34`") y el ΔE máximo del 90% mejor (los valores agrupados por su bondad hasta llegar al 90% de las mediciones hechas: *Best 90% > Max dE)* debe ser menor a 2 (en este caso es "`0,67`").

Evaluación de la tabla B2A3

Ya hemos evaluado la precisión de una tabla del perfil de color de una impresora de CMYK a Lab con propósito de conversión colorimétrico absoluto . Ahora veremos como evaluar la precisión de la misma tabla pero invertida: La tabla B2A3. Es decir: La tabla de Lab a CMYK con propósito de conversión colorimétrico absoluto.

Aquí, el problema es un poco más complicado (o así lo veo yo). ¿Cómo se lee la tabla que va de Lab a CMYK? Por ejemplo, esta línea:

Una línea de la tabla B2A3

L	**a**	**b**	**C**	**M**	**Y**	**K**
19	-1	10	3	2	100	99

¿Se puede leer así?: "Qué porcentaje de CMYK hay que imprimir con este aparato y propósito de conversión colorimétrico absoluto para conseguir el color Lab '19/-1/10'? La respuesta está en la columna de la derecha, o sea: CMYK 3/2/100/99".

¿Y cómo se puede verificar la tabla B2A3? Hará falta hacer un listado de valores lab, ver qué prevé el perfil (o sea: Convertirlos en CMYK con propósito de conversión colorimétrico absoluto), imprimir los valores CMYK subsiguientes y medirlos (con lo que obtendremos otros valores Lab). Así podremos completar la línea superior, que se convertirá en:

Primera ampliación de la línea de la tabla B2A3

Valores Lab			**Conversión a CMYK con colorimétrico absoluto**				**Valores Lab obtenidos al medir el impreso hecho en CMYK**		
L	**a**	**b**	**C**	**M**	**Y**	**K**	**L**	**a**	**b**
19	-1	10	3	2	100	99	18	0	11

Ahora calcularemos los valores ΔE entre la primera columna y la última. Así podemos seguir con el resto de los valores Lab.

Pero se ha deslizado un gazapo. Si en la primera columna ponemos un valor Lab cualquiera, inventado sobre la marcha, eso no quiere decir que los colores representados por estos valores Lab estén dentro del gamut del dispositivo, y por consiguiente los valores ΔE con los Lab medidos serán necesariamente altos.

Para estar seguros de hacer el examen con valores Lab que estén dentro del gamut, podemos tomar la carta de prueba CMYK con la que se ha hecho el perfil (u otra cualquiera), convertirla en Lab (con propósito de conversión colorimétrico absoluto) y partir de estos valores Lab (que de seguro estarán dentro del gamut del dispositivo de impresión).

Así, la línea definitiva es esta:

Ampliación definitiva de la línea de la tabla B2A3

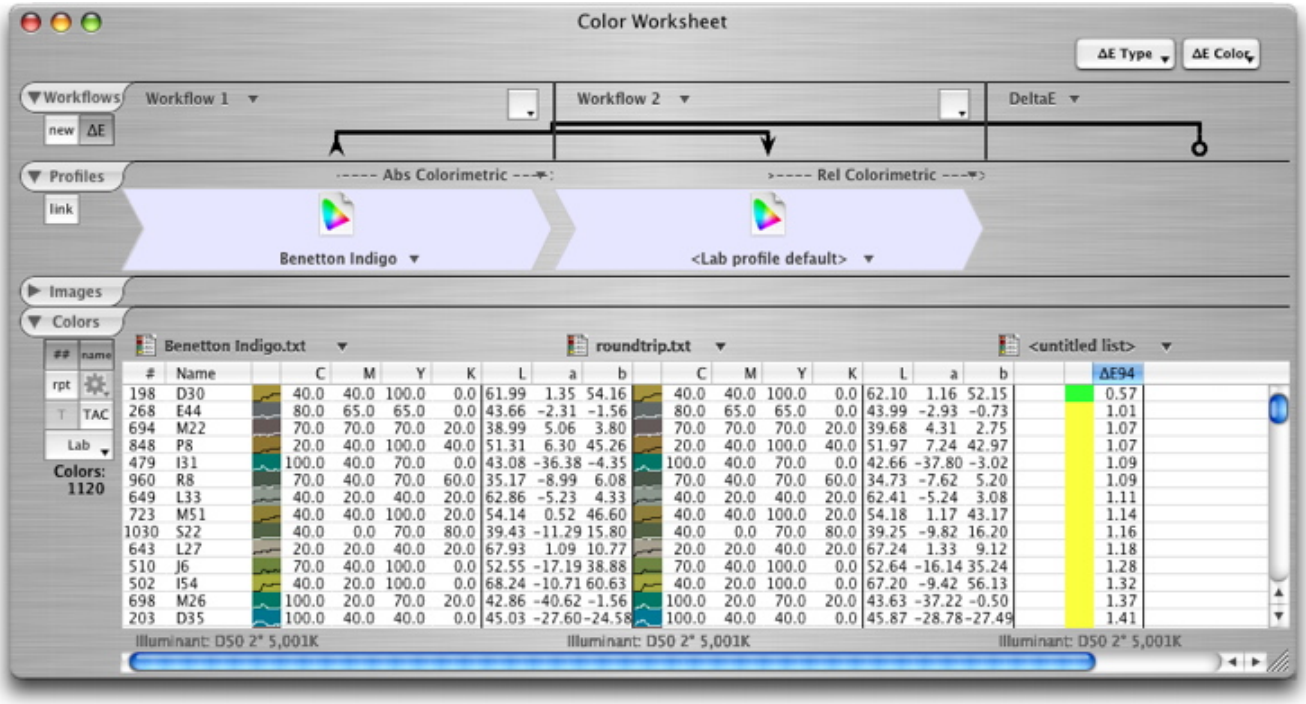
Un valor CMYK cualquiera				**Conversión a Lab (colorimétrico absoluto) con el perfil a examen**			**Conversión a CMYK (colorimétrico absoluto) con el perfil a examen**				**Valores Lab obtenidos al medir el impreso hecho en CMYK**		
C	**M**	**Y**	**K**	**L**	**a**	**b**	**C**	**M**	**Y**	**K**	**L**	**a**	**b**
2	2	98	99	19	-1	10	3	2	100	99	18	0	11

Lo que en la práctica se traduce así:

1. Abrimos una carta de prueba digital *(target)* cualquiera; pongamos que aquella con la que hemos creado el perfil.
2. La convertimos del perfil que estamos examinando a Lab con propósito de conversión colorimétrico absoluto.
3. La convertimos de nuevo a CMYK con el perfil que estamos examinando y con propósito de conversión colorimétrico absoluto.
4. La imprimimos tal cual, sin aplicar gestión del color.
5. Medimos el impreso.
6. Comparamos los primeros valores Lab (segunda columna de la tabla superior) con los valores Lab obtenidos midiendo el impreso (los valores de

la cuarta columna de esa tabla) y así calculamos los valores ΔE.

También en este caso he trabajado con una orden de trabajo de color *(color worksheet)* de ColorThink de Chromix.



#	Name	C	M	Y	K	L	a	b	C	M	Y	K	L	a	b	ΔE94
198	D30	40.0	40.0	100.0	0.0	61.99	1.35	54.16	40.0	40.0	100.0	0.0	62.10	1.16	52.15	0.57
268	E44	80.0	65.0	65.0	0.0	43.66	-2.31	-1.56	80.0	65.0	65.0	0.0	43.99	-2.93	-0.73	1.01
694	M22	70.0	70.0	70.0	20.0	38.99	5.06	3.80	70.0	70.0	70.0	20.0	39.68	4.31	2.75	1.07
848	P8	20.0	40.0	100.0	40.0	51.31	6.30	45.26	20.0	40.0	100.0	40.0	51.97	7.24	42.97	1.07
479	I31	100.0	40.0	70.0	0.0	43.08	-36.38	-4.35	100.0	40.0	70.0	0.0	42.66	-37.80	-3.02	1.09
960	R8	70.0	40.0	70.0	60.0	35.17	-8.99	6.08	70.0	40.0	70.0	60.0	34.73	-7.62	5.20	1.09
649	L33	40.0	20.0	40.0	20.0	62.86	-5.23	4.33	40.0	20.0	40.0	20.0	62.41	-5.24	3.08	1.11
723	M51	40.0	40.0	100.0	20.0	54.14	0.52	46.60	40.0	40.0	100.0	20.0	54.18	1.17	43.17	1.14
1030	S22	40.0	0.0	70.0	80.0	39.43	-11.29	15.80	40.0	0.0	70.0	80.0	39.25	-9.82	16.20	1.16
643	L27	20.0	20.0	40.0	20.0	67.93	1.09	10.77	20.0	20.0	40.0	20.0	67.24	1.33	9.12	1.18
510	J6	70.0	40.0	100.0	0.0	52.55	-17.19	38.88	70.0	40.0	100.0	0.0	52.64	-16.14	35.24	1.28
502	I54	40.0	20.0	100.0	0.0	68.24	-10.71	60.63	40.0	20.0	100.0	0.0	67.20	-9.42	56.13	1.32
698	M26	100.0	20.0	70.0	20.0	42.86	-40.62	-1.56	100.0	20.0	70.0	20.0	43.63	-37.22	-0.50	1.37
203	D35	100.0	40.0	40.0	0.0	45.03	-27.60	-24.58	100.0	40.0	40.0	0.0	45.87	-28.78	-27.49	1.41

Comienzo cargando los valores de referencia CMYK y los convierto (colorimétrico absoluto) a los valores Lab previstos en el perfil. Son valores lab que seguramente se hallan dentro del gamut del perfil que estamos examinando y son los valores de partida de este examen (los valores CMYK no nos interesan).

A continuación, imprimo la carta de prueba de referencia, convirtiendo antes a Lab con colorimétrico absoluto y después (en el momento de la impresión) a CMYK con colorimétrico absoluto. Imprimo y mido los parches del impreso.

Después, cargo los valores Lab obtenidos de la medición. Para terminar, pido a ColorThink que calcule los valores ΔE94.

Se puede ver que estos valores ΔE son más elevados que los del examen anterior. Eso es natural ya que la tabla B2A3 es una tabla calculada, mientras que la A2B3 se deriva de una tabla medida.

También en este caso se pueden sacar promedios estadísticos de los valores ΔE para evaluar la precisión de la tabla B2A3.