

ANEXO IV. EVALUACIÓN Y ELECCIÓN DE DATOS OPTIMALES PARA CREAR LA TABLA DE CALIBRACIÓN COLORIMÉTRICA

1. INTRODUCCIÓN

Este anexo hace referencia a lo escrito en los párrafos 2.4.3. y 3.1.6.2. sobre la necesidad de valorar cuál datos colorimétricos y digitales insertar en el tabla de calibración de la cámara fotográfica Nikon D50 utilizada en esta tesis de Máster. Las opciones principales son: valores colorimétricos conseguidos a través el empleo de espectrofotómetro o telecolorímetro; números digitales RGB conseguidos a través elaboraciones informáticas efectuadas con Photoshop CS4 o MATLAB.

2. LAS RELACIONE INDIVIDUADAS ENTRE DATOS DIFERENTES

A1 – VALORES COLORIMÉTRICOS ESPECTROFOTÓMETRO / NÚMEROS DIGITALES OBTENIDOS CON CS4 (PIXEL CENTRAL)

A2 - VALORES COLORIMÉTRICOS TELECOLORÍMETRO / NÚMEROS DIGITALES OBTENIDOS CON CS4 (PIXEL CENTRAL)

B1 - VALORES COLORIMÉTRICOS ESPECTROFOTÓMETRO / NÚMEROS DIGITALES OBTENIDOS CON MATLAB (PIXEL CENTRAL P₁)

B2 - VALORES COLORIMÉTRICOS TELECOLORÍMETRO / NÚMEROS DIGITALES OBTENIDOS CON MATLAB (PIXEL CENTRAL P₁)

Relaciones derivadas:

VALORES COLORIMÉTRICOS EVALUADOS POSITIVAMENTE / NÚMEROS DIGITALES EVALUADOS POSITIVAMENTE

3. LOS DATOS DISPONIBLES

Números digitales obtenidos con MATLAB pixel central (p ₁)			
parche	R	G	B
1	60,4	52	35,2
2	140	118,4	89,6
3	69,8	79	102,6
4	59	74	34,4
5	96,4	92,8	125,2
6	117,2	154	131,2
7	155,2	114	44,2
8	55,6	54	119,4
9	123,2	72,8	58,2
10	44,2	36	59,6
11	140,2	169,4	61,8
12	169,2	154,6	50,4
13	37,8	35	99,8
14	85,2	123,8	55
15	100,6	58,2	34
16	190,2	189,8	55,8

17	127,4	79,6	113
18	71,2	99,8	132
19	217	221,6	205,4
20	181,4	186,2	171,8
21	138,4	141,6	129,6
22	90,8	92,4	82,4
23	58,8	60,6	55,8
24	26,6	27,4	23,6

Números digitales obtenidos con MATLAB serie pixeles centrales (ps)			
parche	R	G	B
1	60,6	52	35,35556
2	140,2	119,0222	90,91111
3	70,08889	79,57778	103,0444
4	58,84444	73,55556	33,68889
5	95,2	92,71111	125,1333
6	117,5111	153,9778	131,3556
7	155,2889	114,2222	44,71111
8	56,91111	54	120,4889
9	125	74,31111	59,24444
10	44,4	35,95556	59,42222
11	140,2	169,5333	61,93333
12	169,9778	155,1111	51,06667
13	37,77778	35,06667	99,86667
14	85,57778	123,8222	56,44444
15	101,2444	58,37778	34,51111
16	190,1111	189,7778	56,4
17	128,1778	80,48889	113,4667
18	72,06667	100	132,1556
19	218,2	221,5556	206
20	181,1556	185,6222	171,6
21	138,2667	141,8	129,3778
22	90,55556	92,44444	82,68889
23	58,44444	60,66667	54,13333
24	26,53333	27,31111	24,64444

Números digitales con PHOTOSHOP CS4 Pixel central			
parche	R	G	B
1	60,8	52,4	35,6
2	140,4	118,8	91,2
3	69,6	78,8	102,4
4	59,2	73,8	34

5	95	93,2	125,2
6	118	154,6	131,8
7	154,4	113,4	43
8	56,6	54,8	121,6
9	126	75,2	60,4
10	44,6	36	59,6
11	139,8	169,2	61,6
12	170,8	156	52,2
13	38,2	35,2	100,2
14	86,8	125	58,8
15	101	58,4	34,4
16	189,8	189,4	55
17	129,6	81,6	114,2
18	71,8	100	132
19	218,4	221,4	206,2
20	179,2	184	169,4
21	137,8	141	129,4
22	91	92,8	83,2
23	58,8	60,6	53,8
24	26,6	27,2	23,6

Valores colorimétricos con espectrofotómetro			
parche	X	Y	Z
1	11,7152	10,6829	7,4084
2	36,2651	34,2059	24,5461
3	17,7886	19,5292	33,9533
4	11,2069	13,5016	7,237
5	24,7014	24,3659	43,5424
6	31,569	42,8437	43,8136
7	36,6779	28,8746	6,5398
8	13,9817	13,2446	40,3855
9	26,318	18,2963	13,3469
10	8,6336	7,0637	14,9031
11	33,9175	42,3028	10,9112
12	43,4505	39,2771	7,5863
13	8,0596	7,2313	28,426
14	15,1619	22,9678	9,6895
15	18,7019	11,9468	5,4129
16	55,7719	57,0004	8,6793
17	28,832	20,1834	32,0035
18	15,0924	21,2958	39,2796
19	83,7923	88,703	92,4279
20	55,358	58,5759	62,7621
21	34,6176	36,6322	39,6884

22	18,3055	19,2952	20,6005
23	8,8433	9,3961	10,292
24	3,1775	3,3539	3,6878

Valores colorimétricos con telecolorímetro			
parche	X	Y	Z
1	10,9907	11,40703518	5,3566
2	35,6608	35,92964824	18,0096
3	15,5969	19,67336683	23,8089
4	10,9020	16,58291457	5,3525
5	21,9473	24,49748744	30,8344
6	29,0550	46,98492462	31,9714
7	36,7846	31,90954774	5,1705
8	11,5255	11,7839196	28,3744
9	27,8427	20,1758794	9,6268
10	7,3080	7,060301508	10,4047
11	33,5075	51,75879397	8,3301
12	44,4327	48,99497487	5,7524
13	6,6509	6,281407035	20,6581
14	15,2485	28,3919598	7,7013
15	19,5855	13,5678392	4,2236
16	56,8944	69,84924623	6,8113
17	27,4233	20,60301508	23,0185
18	13,8106	21,00502513	29,4199
19	81,6121	100	70,2771
20	53,8299	65,82914573	46,9970
21	33,4896	40,95477387	29,2386
22	17,5483	21,38190955	15,0645
23	8,9046	10,92964824	7,9060
24	3,1816	3,91959799	2,8724

4. OBTENCIÓN DE COEFICIENTE DE CORRELACIÓN ENTRE DATOS DISPONIBLES

RELACION ENTRE DATOS 'A1'						
Parche	VALORES COLORIMÉTRICOS ESPECTROFOTÓMETRO			NÚMEROS DIGITALES OBTENIDOS CON CS4 (PIXEL CENTRAL)		
	X	Y	Z	R	G	B
1	11,7152	10,6829	7,4084	60,8	52,4	35,6
2	36,2651	34,2059	24,5461	140,4	118,8	91,2
3	17,7886	19,5292	33,9533	69,6	78,8	102,4
4	11,2069	13,5016	7,237	59,2	73,8	34
5	24,7014	24,3659	43,5424	95	93,2	125,2
6	31,569	42,8437	43,8136	118	154,6	131,8

7	36,6779	28,8746	6,5398	154,4	113,4	43
8	13,9817	13,2446	40,3855	56,6	54,8	121,6
9	26,318	18,2963	13,3469	126	75,2	60,4
10	8,6336	7,0637	14,9031	44,6	36	59,6
11	33,9175	42,3028	10,9112	139,8	169,2	61,6
12	43,4505	39,2771	7,5863	170,8	156	52,2
13	8,0596	7,2313	28,426	38,2	35,2	100,2
14	15,1619	22,9678	9,6895	86,8	125	58,8
15	18,7019	11,9468	5,4129	101	58,4	34,4
16	55,7719	57,0004	8,6793	189,8	189,4	55
17	28,832	20,1834	32,0035	129,6	81,6	114,2
18	15,0924	21,2958	39,2796	71,8	100	132
19	83,7923	88,703	92,4279	218,4	221,4	206,2
20	55,358	58,5759	62,7621	179,2	184	169,4
21	34,6176	36,6322	39,6884	137,8	141	129,4
22	18,3055	19,2952	20,6005	91	92,8	83,2
23	8,8433	9,3961	10,292	58,8	60,6	53,8
24	3,1775	3,3539	3,6878	26,6	27,2	23,6
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN				0,949368		

RELACIÓN ENTRE DATOS 'A2'						
Parche	VALORES COLORIMÉTRICOS TELECOLORÍMETRO			NÚMEROS DIGITALES OBTENIDOS CON CS4 (PIXEL CENTRAL)		
	X	Y	Z	R	G	B
1	10,9907	11,40703518	5,3566	60,8	52,4	35,6
2	35,6608	35,92964824	18,0096	140,4	118,8	91,2
3	15,5969	19,67336683	23,8089	69,6	78,8	102,4
4	10,9020	16,58291457	5,3525	59,2	73,8	34
5	21,9473	24,49748744	30,8344	95	93,2	125,2
6	29,0550	46,98492462	31,9714	118	154,6	131,8
7	36,7846	31,90954774	5,1705	154,4	113,4	43
8	11,5255	11,7839196	28,3744	56,6	54,8	121,6
9	27,8427	20,1758794	9,6268	126	75,2	60,4
10	7,3080	7,060301508	10,4047	44,6	36	59,6
11	33,5075	51,75879397	8,3301	139,8	169,2	61,6
12	44,4327	48,99497487	5,7524	170,8	156	52,2
13	6,6509	6,281407035	20,6581	38,2	35,2	100,2
14	15,2485	28,3919598	7,7013	86,8	125	58,8
15	19,5855	13,5678392	4,2236	101	58,4	34,4
16	56,8944	69,84924623	6,8113	189,8	189,4	55
17	27,4233	20,60301508	23,0185	129,6	81,6	114,2
18	13,8106	21,00502513	29,4199	71,8	100	132
19	81,6121	100	70,2771	218,4	221,4	206,2

20	53,8299	65,82914573	46,9970	179,2	184	169,4
21	33,4896	40,95477387	29,2386	137,8	141	129,4
22	17,5483	21,38190955	15,0645	91	92,8	83,2
23	8,9046	10,92964824	7,9060	58,8	60,6	53,8
24	3,1816	3,91959799	2,8724	26,6	27,2	23,6
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN						
0,956413						

RELACIÓN ENTRE DATOS 'B1'						
Parche	VALORES COLORIMÉTRICOS ESPECTROFOTÓMETRO			NÚMEROS DIGITALES MATLAB (PIXEL CENTRAL P ₁)		
	X	Y	Z	R	G	B
1	11,7152	10,6829	7,4084	60,4	52	35,2
2	36,2651	34,2059	24,5461	140	118,4	89,6
3	17,7886	19,5292	33,9533	69,8	79	102,6
4	11,2069	13,5016	7,237	59	74	34,4
5	24,7014	24,3659	43,5424	96,4	92,8	125,2
6	31,569	42,8437	43,8136	117,2	154	131,2
7	36,6779	28,8746	6,5398	155,2	114	44,2
8	13,9817	13,2446	40,3855	55,6	54	119,4
9	26,318	18,2963	13,3469	123,2	72,8	58,2
10	8,6336	7,0637	14,9031	44,2	36	59,6
11	33,9175	42,3028	10,9112	140,2	169,4	61,8
12	43,4505	39,2771	7,5863	169,2	154,6	50,4
13	8,0596	7,2313	28,426	37,8	35	99,8
14	15,1619	22,9678	9,6895	85,2	123,8	55
15	18,7019	11,9468	5,4129	100,6	58,2	34
16	55,7719	57,0004	8,6793	190,2	189,8	55,8
17	28,832	20,1834	32,0035	127,4	79,6	113
18	15,0924	21,2958	39,2796	71,2	99,8	132
19	83,7923	88,703	92,4279	217	221,6	205,4
20	55,358	58,5759	62,7621	181,4	186,2	171,8
21	34,6176	36,6322	39,6884	138,4	141,6	129,6
22	18,3055	19,2952	20,6005	90,8	92,4	82,4
23	8,8433	9,3961	10,292	58,8	60,6	55,8
24	3,1775	3,3539	3,6878	26,6	27,4	23,6
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN						
0,949921						

RELACIÓN ENTRE DATOS 'B2'						
Parche	VALORES COLORIMÉTRICOS TELECOLORÍMETRO			NÚMEROS DIGITALES MATLAB (PIXEL CENTRAL P ₁)		
	X	Y	Z	R	G	B
1	10,9907	11,40703518	5,3566	60,4	52	35,2

2	35,6608	35,92964824	18,0096	140	118,4	89,6
3	15,5969	19,67336683	23,8089	69,8	79	102,6
4	10,9020	16,58291457	5,3525	59	74	34,4
5	21,9473	24,49748744	30,8344	96,4	92,8	125,2
6	29,0550	46,98492462	31,9714	117,2	154	131,2
7	36,7846	31,90954774	5,1705	155,2	114	44,2
8	11,5255	11,7839196	28,3744	55,6	54	119,4
9	27,8427	20,1758794	9,6268	123,2	72,8	58,2
10	7,3080	7,060301508	10,4047	44,2	36	59,6
11	33,5075	51,75879397	8,3301	140,2	169,4	61,8
12	44,4327	48,99497487	5,7524	169,2	154,6	50,4
13	6,6509	6,281407035	20,6581	37,8	35	99,8
14	15,2485	28,3919598	7,7013	85,2	123,8	55
15	19,5855	13,5678392	4,2236	100,6	58,2	34
16	56,8944	69,84924623	6,8113	190,2	189,8	55,8
17	27,4233	20,60301508	23,0185	127,4	79,6	113
18	13,8106	21,00502513	29,4199	71,2	99,8	132
19	81,6121	100	70,2771	217	221,6	205,4
20	53,8299	65,82914573	46,9970	181,4	186,2	171,8
21	33,4896	40,95477387	29,2386	138,4	141,6	129,6
22	17,5483	21,38190955	15,0645	90,8	92,4	82,4
23	8,9046	10,92964824	7,9060	58,8	60,6	55,8
24	3,1816	3,91959799	2,8724	26,6	27,4	23,6
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN				0,957175		

4.1 Resumen coeficientes de correlación obtenidos y observaciones

1) Relaciones entre datos 'A1'

Coeficiente de correlación **0,949368**

2) Relaciones entre datos 'A2'

Coeficiente de correlación **0,956413**

3) Relaciones entre datos 'B1'

Coeficiente de correlación **0,949921**

4) Relaciones entre datos 'B2'

Coeficiente de correlación **0,957175**

El más alto coeficiente de correlación entre los elementos integrados en los grupos relacionables A2 y B2 confirma la hipótesis expresa en el subpárrafo 2.4.3. según que los valores colorimétricos conseguidos con telecolorímetro presentarían una relación más estrecha (o mejor, más idónea) con las ternas de números digitales RGB derivados por la elaboración de las imágenes de los parches coloreados, prescindiendo de como estas últimas se hayan conseguido (Photoshop CS4 o MATLAB).

El coeficiente de correlación más alto obtenido en la relación B1 confirma que las ternas RGB obtenidas a través la elaboración con MATLAB parecen mas precisas que las obtenidas con Photoshop CS4.

En fin ha sido necesario establecer otras relaciones para averiguar cuales números digitales obtenidos en MATLAB pueden ser más idóneos entre los obtenidos desde un pixel central (p_1) y los desde una serie de pixeles centrales (p_s). Por lo tanto, las relaciones individuadas y divididas en dos grupos son:

B2 - VALORES TELECOLORÍMETRO / NÚMEROS DIGITALES OBTENIDOS CON MATLAB (PIXEL CENTRAL P_1)

C - VALORES TELECOLORÍMETRO / NÚMEROS DIGITALES OBTENIDOS CON MATLAB (SERIE PÍXELES CENTRALES P_s)

y

B1 - VALORES ESPECTROFOTÓMETRO / NÚMEROS DIGITALES OBTENIDOS CON MATLAB (PIXEL CENTRAL P_1)

D - VALORES ESPECTROFOTÓMETRO / NÚMEROS DIGITALES OBTENIDOS CON MATLAB (SERIE PÍXELES CENTRALES P_s)

Estas relaciones se han averiguado comparando los resultados de B2 y B1 con los resultados de dos nuevas tablas C y D en que se ha relacionado los valores espectrofotométricos y telecolorimétricos con los números RGB derivados desde una serie dei pixeles centrales p_s :

El coeficiente de correlación entre RGB derivados desde p_1 y RGB derivados desde p_s es:

0,999935643

RELACIÓN ENTRE DATOS 'C'						
Parche	VALORES TELECOLORÍMETRO			NÚMEROS DIGITALES MATLAB (SERIE PÍXELES CENTRALES P_s)		
	X	Y	Z	R	G	B
1	10,9907	11,40703518	5,3566	60,6	52	35,35556
2	35,6608	35,92964824	18,0096	140,2	119,0222	90,91111
3	15,5969	19,67336683	23,8089	70,08889	79,57778	103,0444
4	10,9020	16,58291457	5,3525	58,84444	73,55556	33,68889
5	21,9473	24,49748744	30,8344	95,2	92,71111	125,1333
6	29,0550	46,98492462	31,9714	117,5111	153,9778	131,3556
7	36,7846	31,90954774	5,1705	155,2889	114,2222	44,71111
8	11,5255	11,7839196	28,3744	56,91111	54	120,4889
9	27,8427	20,1758794	9,6268	125	74,31111	59,24444
10	7,3080	7,060301508	10,4047	44,4	35,95556	59,42222
11	33,5075	51,75879397	8,3301	140,2	169,5333	61,93333
12	44,4327	48,99497487	5,7524	169,9778	155,1111	51,06667
13	6,6509	6,281407035	20,6581	37,77778	35,06667	99,86667
14	15,2485	28,3919598	7,7013	85,57778	123,8222	56,44444
15	19,5855	13,5678392	4,2236	101,2444	58,37778	34,51111
16	56,8944	69,84924623	6,8113	190,1111	189,7778	56,4
17	27,4233	20,60301508	23,0185	128,1778	80,48889	113,4667

18	13,8106	21,00502513	29,4199	72,06667	100	132,1556
>19	81,6121	100	70,2771	218,2	221,5556	206
20	53,8299	65,82914573	46,9970	181,1556	185,6222	171,6
21	33,4896	40,95477387	29,2386	138,2667	141,8	129,3778
22	17,5483	21,38190955	15,0645	90,55556	92,44444	82,68889
23	8,9046	10,92964824	7,9060	58,44444	60,66667	54,13333
24	3,1816	3,91959799	2,8724	26,53333	27,31111	24,64444
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN				0,957006		

Relación entre datos B2 y C:

Coeficiente de correlación B2 = **0,957175**

Coeficiente de correlación C = **0,957006**

Diferencia entre coeficientes de correlación = **0,000169**

RELACIÓN ENTRE DATOS 'D'						
Parche	VALORES ESPECTROFOTÓMETRO			NÚMEROS DIGITALES MATLAB (SERIE PÍXELES CENTRALES P _s)		
	X	Y	Z	R	G	B
1	11,7152	10,6829	7,4084	60,6	52	35,35556
2	36,2651	34,2059	24,5461	140,2	119,0222	90,91111
3	17,7886	19,5292	33,9533	70,08889	79,57778	103,0444
4	11,2069	13,5016	7,237	58,84444	73,55556	33,68889
5	24,7014	24,3659	43,5424	95,2	92,71111	125,1333
6	31,569	42,8437	43,8136	117,5111	153,9778	131,3556
7	36,6779	28,8746	6,5398	155,2889	114,2222	44,71111
8	13,9817	13,2446	40,3855	56,91111	54	120,4889
9	26,318	18,2963	13,3469	125	74,31111	59,24444
10	8,6336	7,0637	14,9031	44,4	35,95556	59,42222
11	33,9175	42,3028	10,9112	140,2	169,5333	61,93333
12	43,4505	39,2771	7,5863	169,9778	155,1111	51,06667
13	8,0596	7,2313	28,426	37,77778	35,06667	99,86667
14	15,1619	22,9678	9,6895	85,57778	123,8222	56,44444
15	18,7019	11,9468	5,4129	101,2444	58,37778	34,51111
16	55,7719	57,0004	8,6793	190,1111	189,7778	56,4
17	28,832	20,1834	32,0035	128,1778	80,48889	113,4667

18	15,0924	21,2958	39,2796	72,06667	100	132,1556
19	83,7923	88,703	92,4279	218,2	221,5556	206
20	55,358	58,5759	62,7621	181,1556	185,6222	171,6
21	34,6176	36,6322	39,6884	138,2667	141,8	129,3778
22	18,3055	19,2952	20,6005	90,55556	92,44444	82,68889
23	8,8433	9,3961	10,292	58,44444	60,66667	54,13333
24	3,1775	3,3539	3,6878	26,53333	27,31111	24,64444
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN				0,950017949		

Relación entre datos B1 y D:

Coeficiente de correlación B1 = **0,949921**

Coeficiente de correlación D = **0,950017949**

Diferencia entre coeficientes de correlación = 0,000096525

Relación entre datos C y D:

Coeficiente de correlación C = **0,957006**

Coeficiente de correlación D = **0,950017949**

Diferencia entre coeficientes de correlación = 0,006988264