

Projecte – Treball final de carrera

Estudi: Enginyeria Industrial

Títol: Caracterització d'una impressora flexogràfica

Document: Memòria i annexos

Alumne: Joaquim Quintana Vilà

Tutor: Fernando Julian Pérez

Departament: Organització, gestió empresarial i disseny del producte.

Àrea: Expressió gràfica en l'enginyeria

Convocatòria (mes/any): Juny 2015

Índex

1. INTRODUCCIÓ.....	5
1.1. Antecedents	5
1.2. Objecte	7
1.3. Abast.....	8
1.4. Especificacions	9
2. DESCRIPCIÓ DEL SECOR.....	11
2.1. Sector de l'envàs flexible.....	11
2.2. Tecnologies d'impressió.....	16
2.2.1. Impressora flexogràfica	17
2.2.2. Impressió de rotograt	22
2.2.3. Impressió òfset.....	25
3. DESCRIPCIÓ DE LA SOLUCIÓ.....	28
3.1. Descripció del procés	28
3.2. Descripció del test.....	31
3.2.1. Selecció dels elements	31
3.2.2. Test benchmark.....	34
3.2.3. Test calibració	37
3.2.4. Test de color	40
3.3. Anàlisi de les cartes amb el software	42
3.3.1. Test de calibració	42
3.3.2. Criteri a la creació del perfil de color	44
3.4. Equip de mesura.....	47
3.4.1. Espectrodensitòmetre.....	47
3.4.2. Condicions de mesura	47
4. RESULTATS.....	53
4.1. Benchmark	53
4.1.1. Benchmark kodak.....	55
4.1.2. Benchmark Mac dermid itp.....	61
4.1.3. Benchmark flint.....	72
4.1.4. Benchmark Dupont DPR amb HD	79
4.2. Test de calibració.....	80
4.2.1. Test de calibració kodak.....	84
4.2.2. Test de calibració mc dermid	93
4.2.3. Test de calibració dupont dpr amb esko hd.....	102

4.3.Test colorimètric	109
4.3.1.Test colorimètric kodak.....	112
4.3.2.Test colorimètric Mac dermid.....	120
4.3.3.Test colorimètric Dupont DPR amb ESKO HD	129
5.ANÀLISIS DE RESULTATS.....	139
5.1. Avaluació del procés	139
5.1.1.Procés Kodak	139
5.1.2.Procés Mac Demird	144
5.1.3.Procés Dupont DPR amb ESKO HD.....	149
5.2.Valoració dels elements que afecten al resultat.....	154
5.2.1.Estudi afectació anilox.....	154
5.2.2.Estudi afectació adhesiu.....	161
5.2.3.Variació segons el color.....	164
5.2.4. Estudi segons el material	167
6.VALORACIÓ ECONÒMICA.....	173
6.1. Resultat	178
7.CONCLUSIONS	180
8. RELACIÓ DE DOCUMENTS	183
9.BIBLIOGRAFIA.....	185
Annex 1. MÀQUINA FLEXOGRÀFICA.....	188
A1.1. Anilox o cilindre gravat	188
A1.2. Materials	197
A1.3. Clixé.....	202
A1.4. Adhesiu	210
A1.5. Tintes.....	211
Annex 2. VALORACIÓ ECONÒMICA.....	217
A2.1. Estalvi del procés	217
A2.2. Cost del projecte	220

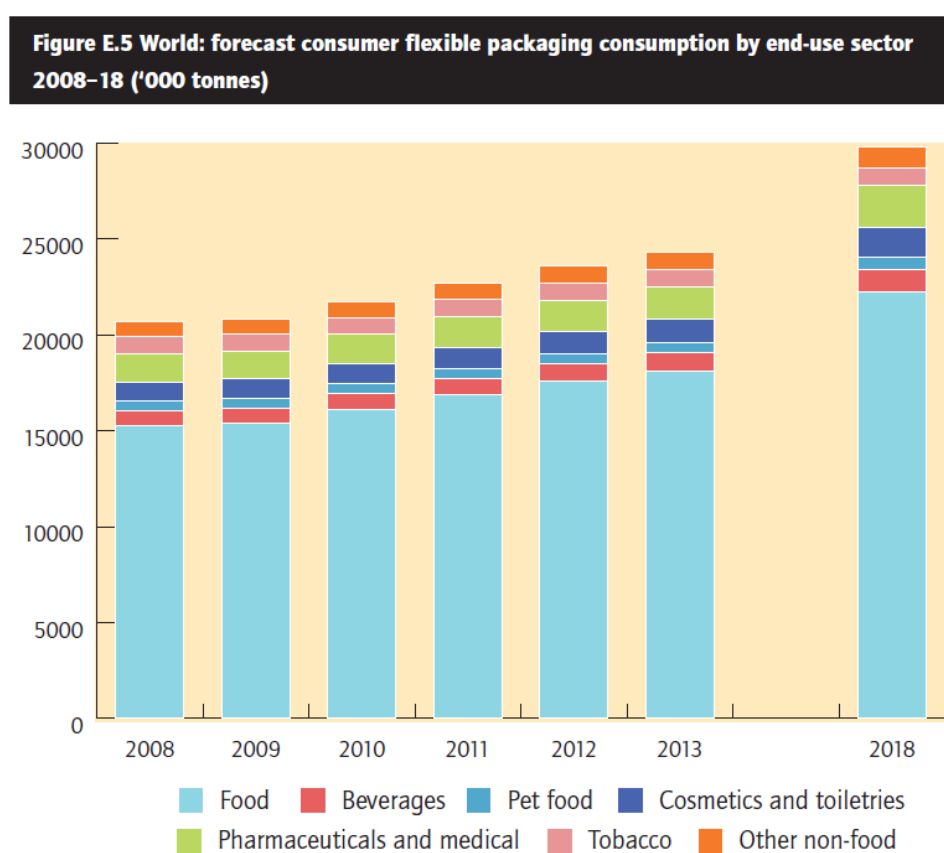
1. INTRODUCCIÓ

1. INTRODUCCIÓ

1.1. Antecedents

En un món cada dia més globalitzat i en un sector que està en continu creixement, és necessari augmentar la productivitat tot tenint una bona qualitat en el producte fabricat.

L'envàs flexible no és una excepció i el seu nivell de consum final està creixent. Tal i com es pot veure en el següent gràfic, en els darrers 6 anys el consum de l'envàs flexible ha augmentat de forma continuada.



Source: Smithers Pira

Fig. 1 Gràfica consum de l'envàs flexible. Font: Smithers Pira. 2014

Per exemplificar aquest augment del consum d'envàs flexible, a l'any 2008, la producció va ser de 21000 tones d'envàs flexible, en canvi, a l'any 2013 la producció va ser d'aproximadament 24500 tones; un increment del 16% respecte el 2008. A més a més, segons l'organisme Pira International, a l'any 2018 la producció en tones augmentarà aproximadament un 50 % respecte del 2008.

En aquest sector cada vegada hi ha més competència. Per a una empresa, augmentar la productivitat i reduir els costos de fabricació és una tasca obligatòria per a aconseguir sobreviure en el mercat.

Per aquest motiu, cal augmentar la qualitat del producte que s'ofereix, cal augmentar la capacitat de producció i cal reduir la merma i els seus costos de producció. Aquest últim objectiu s'ha convertit en una tasca necessària per a qualsevol empresa que vulgui sobreviure o ser cada cop més competitiva dins el sector.

Tot i això, actualment no totes les empreses donen la suficient importància a la optimització del procés d'impressió.

A continuació, s'exposaran dos casos reals de dues empreses diferents, la primera amb un bon temps de canvi i amb les diferents variables controlables, i la segona empresa sense tenir el procés controlat. Totes dues empreses produeixen durant les mateixes hores mensuals amb el mateix model de màquina.

Taula 1 Comparativa de productivitat entre 2 empreses. Font: Comexi Group

	Empresa 1	Empresa 2
Torns	3	2
Hores Setmanals	40	40
Longitud de tirades (m)	22000	22000
Velocitat mitjana (m/min)	275	275
Temps canvi mecànic (min)	60	40
Temps igualació color (min)	60	15
Metros setmanals (m)	792000	782222
Increment productivitat (considerant una fa un torn menys)	-	-1.25 %
Increment productivitat (per treballador)	-	+48.10 %

Les dades són de 2 clients diferents. En el primer cas es pot veure una empresa que setmanalment sense donar molta importància al temps de canvi, fent 3 torns aconsegueix produir 792000 metres. D'altra banda, una empresa amb els canvis optimitzats, amb una màquina ben caracteritzada pot reduir el temps de canvi i assolir els valors anterior. Dit això si es compara el resultat, l'empresa 2 amb un torn menys quasi aconsegueix fer la mateixa producció però amb un torn menys amb l'estalvi econòmic que això comporta.

1.2. Objecte

L'objectiu del projecte és aconseguir acotar i controlar les variables que apareixen en el procés d'impressió per tal que es pugui predir el resultat. En cas de poder assolir l'objectiu, es podrà reduir el temps de preparació del treball a màquina, augmentar l'índex de productivitat i la producció anual.

Per tal d'assolir els objectius, s'ha plantejat l'estudi d'alguns dels elements que afecten el procés d'impressió i tot seguit, s'ha valorat quin efecte té cadascun sobre el resultat final. Així doncs, és necessari estudiar els elements que intervenen en el procés i que actualment comporten incertesa en el procés d'impressió perquè la seva afectació sigui mínima o controlable. Per últim, es crearà un procés per aconseguir l'objectiu.

A més a més del control del procés, s'aconseguirà reduir la merma que es genera en el període de preparació fins a l'obtenció del treball amb la qualitat desitjada, reduir el temps de producció necessari i augmentar la productivitat. Cal tenir també present la reducció del temps d'entrega.

Finalment, es pot concloure que l'objectiu serà analitzar les diferents variables del procés d'impressió, la creació d'un procés per modelitzar la impressió i poder escollir un conjunt d'elements, i poder reproduir el model sense ser necessari realitzar moltes proves.

1.3. Abast

L'abast del projecte serà l'estudi de sis de les variables que tenen influència en el procés d'impressió per tal d'obtenir el resultat més proper possible al de referència.

Les 6 variables que s'estudiaran i s'avaluaran són les següents:

- Tintes
- Materials (films)
- Adhesius
- Anilox
- Clixés
- Màquina impressora
 - Conjunt tinter
 - Rasqueta
 - Tambor central

Inicialment s'avaluaran les tintes. Concretament, s'analitzaran les diferents propietats i com cada una d'elles afecta en una certa part del treball final.

Després, s'avaluaran diferents materials segons la colorimetria i també, segons l'efecte visual de cadascun dels materials. A continuació, s'avaluarà l'efecte dels anilox depenent de la marca que s'utilitzi i tot seguit, s'estudiaran els clixés segons la tecnologia de gravat i marca de la planxa. Es valorarà quina influència té la duresa de l'adhesiu i com aquesta afecta. També, s'estudiarà la influència del tipus de punt del clixé.

Per últim, un cop s'hagin valorat tots aquests elements, s'analitzaran els efectes que aporten les màquines. Per tant, s'estudiarà si amb els mateixos elements el resultat de la impressió serà el mateix.

Després d'estudiar tots aquests elements, es crearà un procediment a seguir partint d'un model per tal d'obtenir el resultat desitjat.

1.4. Especificacions

Les especificacions prèvies del projecte són les següents:

Impressora flexogràfica

L'impressora flexogràfica que s'estudiarà serà de la empresa COMEXI. Concretament, el model F2 MC, màquina de tambor central de vuit colors.

Materials

De tot l'ampli ventall de materials que s'utilitzen en la impressió flexogràfica, s'escolliran els materials que més freqüenten a la indústria de l'embalatge flexible (PET i BOPP).

Anilox

Tal i com es podrà veure més endavant, l'elecció de l'anilox és un factor determinant. Per això, per tot aquest procés es fixarà un anilox. Concretament, l'anilox que s'utilitzarà serà de 480 línies i de 3,6 de volum per tintes de procés, i de 120 línies i de 12 de volum per el fons blanc.

Clixés

Dels clixés s'estudiaran algunes de les tecnologies actuals que més s'utilitzen. Concretament seran les que es veuen a la següent taula:

Taula 2 Tecnologia de planxes, gravat i exposició per cadascun de planxes que s'utilitzaran

Planxa	CDI	Exposició
Dupont DPR	ESKO HD 4000 ppp	UV-A Lamps a 18mW/cm ²
Mac Dermid	ESKO HD 4000 ppp	UV-A Lamps a 18mW/cm ²
Kodak NXH	Kodak Digital Imager 2540ppp. Flexcell Hx	UV-A Lamps a 18 mW/cm ²

Tintes

Per últim, durant tot el procés s'utilitzaran dues marques de tintes: Sun Chemical i la Flint group.

Adhesiu

En el cas de l'adhesiu s'estudiarà com varia la impressió segons la utilització d'adhesius de diferent duresa.

S'utilitzarà l'adhesiu de la marca 3M, 1020, 1520 i 1720 (ordenats de menys a més dur).

2. DESCRIPCIÓ DEL SECTOR

2. DESCRIPCIÓ DEL SECOR

2.1. Sector de l'envàs flexible

Actualment, en una societat consumista i on la pressa de decisió de la compra d'un producte sovint és a través de la primera impressió de l'embalatge, es pot afirmar que per moltes empreses el *packaging* és un punt molt important del producte. A continuació, es mostren dues fotografies del mateix producte però en diferents envasos. La intenció d'aquest exercici és veure la importància que té l' envàs flexible.



Fig. 2 Comparativa de com el packaging afecta a la imatge. Font: elaboració pròpia.

Tal i com es pot apreciar, la presentació del producte és molt important. Havent introduït molt per sobre el sector del *packaging*, s'intentarà profunditzar en el sector de l'envàs flexible.

El sector de l'envàs flexible s'encarrega de la manufacturació de l'embalatge no rígid. Concretament, en aquest cas es concentrarà dins del sector del *converting*, considerat el sector que es dedica a fer la impressió del motiu de l'envàs, la laminació en cas que sigui necessari i finalment el tall, on a cada procés s'afegeix un valor al producte final.

El sector de l'envàs flexible en comptes d'estar en crisi com molts altres sectors, està en un moment de creixement molt important. A continuació, es poden observar les següents dades que ho demostren:

- Segons un estudi de PIRA SMITHER's s'ha fet una predicció que en totes les regions del món, el consum d'embalatge flexible (kg) tindrà un increment positiu.
- El valor de les vendes entre el 2006- 2016, segons PIRA SMITHER's, s'incrementarà també en totes les regions del món.

Tot seguit i ja amb més profunditat sobre el mercat del envàs flexible, es mostrarà a la següent taula les vendes globals de l'envàs flexible:

Taula 3 Taula del consum de l'envàs flexible. Font: Smithers Pira. 2014

	2006	2010	2011	2016 (f)
WESTERN EUROPE	35941	37524	41119	44767
CENTRAL & EAST EUROPE	5109	5149	5682	7165
NORTH AMERICA	32373	31099	33368	37381
SOUTH & CENTRAL AMERICA	4137	5106	5535	6876
ASIA	26099	38627	42697	56385
REST OF THE WORLD	9323	10716	11322	13115
WORLD	112982	128221	139723	165689

A continuació, en els següents gràfics de formatges es mostrarà el consum segons la situació geogràfica i es podrà comparar entre 2 anys diferents.

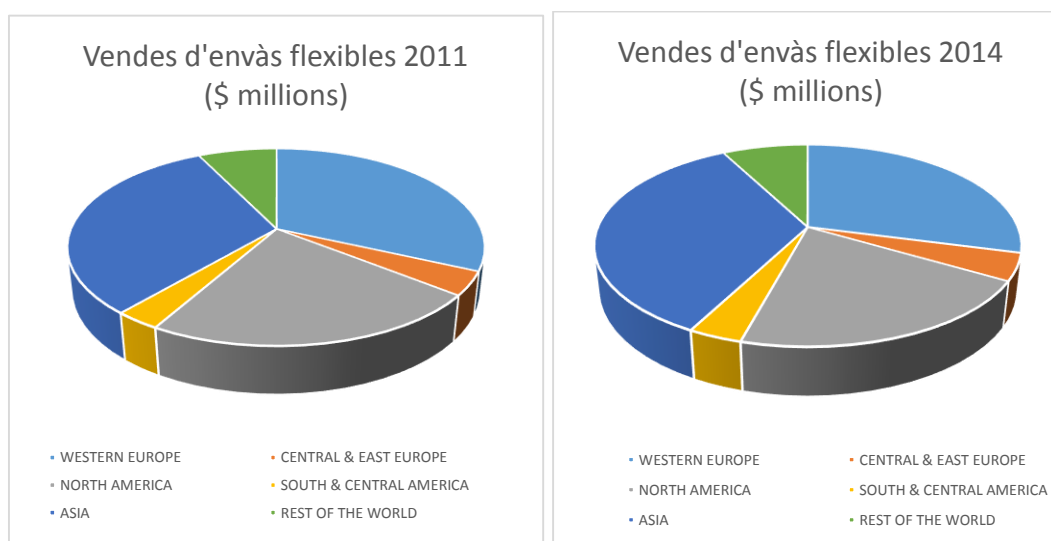


Fig. 3 % de utilització del material per zones. Font: Smithers Pira. 2014

Del gràfic es pot veure com percentualment sobre el total del consum, el continent d'Àsia tindrà un augment important (quota del mercat global). Tot i això, en valors absoluts es pot observar que hi haurà un augment mundial del consum de l'envàs flexible.

Especificant en el sector de l'envàs flexible, es vol mostrar quins són els materials que més s'utilitzen a la indústria. A la següent taula es pot observar quin és el consum en '000 de tones el material.

Taula 4 Consum de material per l'envàs flexible. Font: Smithers Pira. 2014

	2006	2010	2011	2016 (F)
BOPP	3999	4524	4678	5993
CPP	902	930	933	1027
PA	135	160	168	214
PET/BOPET	981	1298	1401	2057
PE	5784	6420	6641	8331
PVC	400	398	389	408
EVOH	80	99	105	140
RCF	234	217	210	221
Aluminium foil	1615	1739	1762	1997
Paper	1601	1748	1784	2100
Total	15733	17532	18070	22487

Per tal de poder mostrar la importància de cada material, aquests es poden observar en el següent gràfic de formatges (segons dades del 2010).

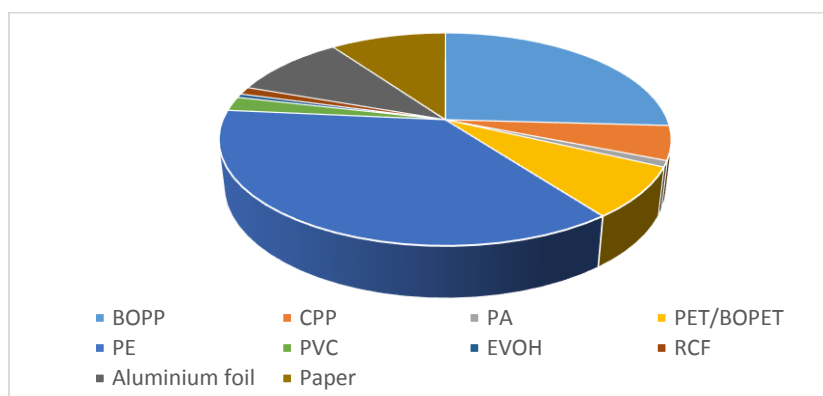


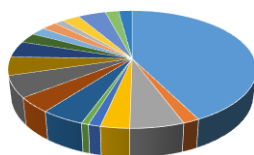
Fig. 4 Tipus de material utilitzats per l'envàs flexible. Font: Smithers Pira. 2014.

Finalment i ja per acabar de definir el sector de l'embalatge flexible, es mostra la següent taula sobre quin sector està destinat l'embalatge flexible. Igual com en els casos anteriors, es mostrarà la taula amb els valors i a continuació, es presentaran els valors en un diagrama de formatges (valors del 2010).

Taula 5 Aplicacions de l'embalatge flexible. Font: Smithers Pira. 2014

	2006	2010	2011 (p)	2016 (F)
Food	11581	12963	13365	16665
Fruit and vegetables	484	553	577	773
Meat, fish and poultry	1485	1810	1915	2805
Frozen food	819	967	999	1286
Chilled food	347	409	428	583
Ready meals	202	241	250	331
Dried food	1379	1464	1491	1702
Savoury snacks	1155	1269	1295	1564
Confectionery	1673	1793	1835	2171
Baked goods	1398	1543	1575	1836
Cheese/dairy	1253	1369	1402	1640
Tea/coffee	752	854	884	1099
Other food	635	691	714	874
Beverages	625	709	731	928
Pet food	412	450	461	549
Cosmetics and toiletries	751	818	850	1128
Pharmaceuticals and medical	1178	1314	1362	1776
Tobacco	593	635	636	664
Other non-food	592	643	664	797

Ús de l'envàs flexible



- Food
- Fruit and vegetables
- Meat, fish and poultry
- Frozen food
- Chilled food
- Ready meals
- Dried food
- Savoury snacks
- Confectionery
- Baked goods
- Cheese/dairy
- Tea/coffee
- Other food
- Beverages
- Pet food
- Cosmetics and toiletries
- Pharmaceuticals and medical
- Tobacco
- Other non-food

Fig. 5 Aplicació final del packaging. Font: Smithers Pira .2014

La dada que atreu més l'atenció és que gairebé la meitat de l'envàs flexible es dedica al sector alimentari.

Com a conclusió final, l'envàs flexible té 4 funcions molt importants:

- Conservar els aliments
- Captar l'atenció del consumidor.
- Transport
- Protegir el producte

2.2. Tecnologies d'impressió

Aquest projecte consisteix a caracteritzar una impressora flexogràfica. En el sector de l'embalatge flexible, les 4 tecnologies d'impressió més utilitzades són:

1. Impressió flexogràfica.
2. Impressió de rotogravat.
3. Impressió òfset.
4. Impressió digital.

Igual com en el cas anterior amb l'envàs flexible, inicialment es valorarà la importància que tenen cadascuna de les tecnologies. En el següent gràfic es pot veure l'ús de cada tecnologia d'impressió en el sector:

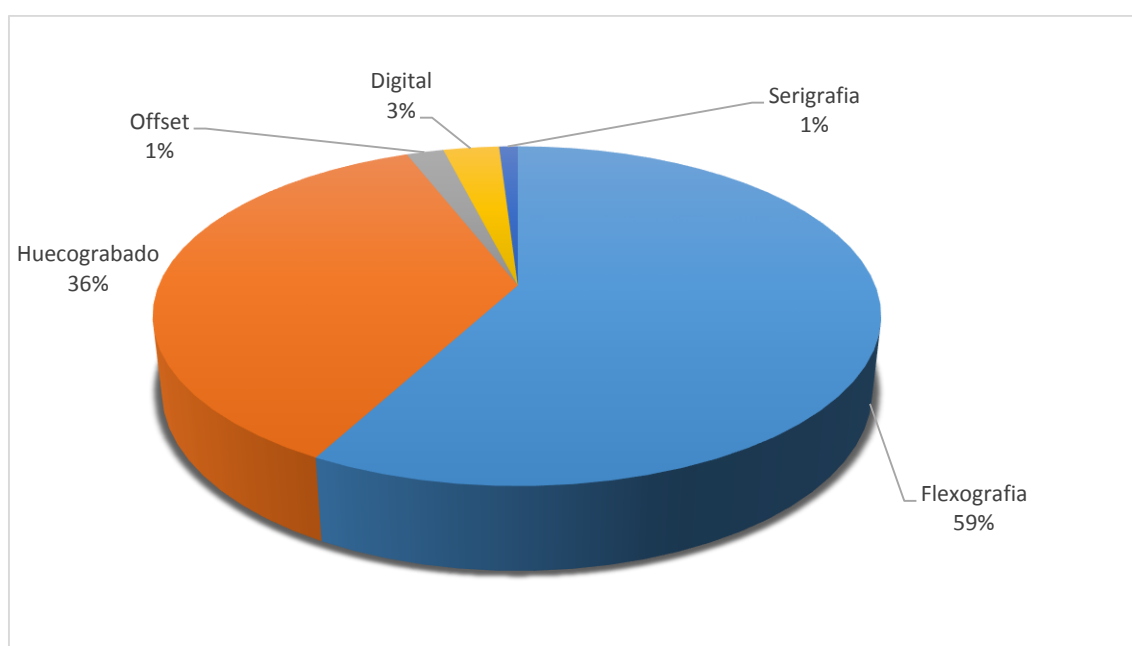


Fig. 6 Utilització de cada tecnologia a l'envàs flexible. Font: elaboració pròpia. 2015.

Tal i com es veu en el gràfic anterior, la tecnologia més utilitzada per la impressió de l'envàs flexible és la flexografia amb un 59 %, seguida per rotogravat (35%) i després, ja amb una petita part la tecnologia digital, offset i serigrafia.

Cada tecnologia té uns avantatges respecte les altres. Anteriorment, s'ha dit que és un sector que està en creixement i en constant canvi i, per tant, el % de de cada tecnologia variarà considerablement en el temps.

Després de mostrar tots els punts anteriors, s'han definit les principals tecnologies del sector de l'embalatge flexible i la importància de cadascuna. Cal remarcar que en el sector del *converting* és molt important tenir controlat els costos a causa de que cada vegada les tirades són més curtes i l'envàs cada cop és més personalitzat.

2.2.1. Impressora flexogràfica

La flexografia és una tècnica d'impressió en relleu positiu que es va iniciar a finals del segle XIX. El concepte d'impressió es basa en el contacte d'aquest relleu positiu amb la tinta i quan aquesta interacciona amb el film, el relleu transmet la tinta cap al film. Per tal de poder entendre millor el procés, en el següent apartat es mostraran i s'explicaran els elements que formen el cos impressor i el seu funcionament.

Elements del cos impressor

Primer de tot, abans d'explicar el funcionament, a la següent imatge es mostrarà i es nomenarà el conjunt dels elements que intervien en el cos impressor:

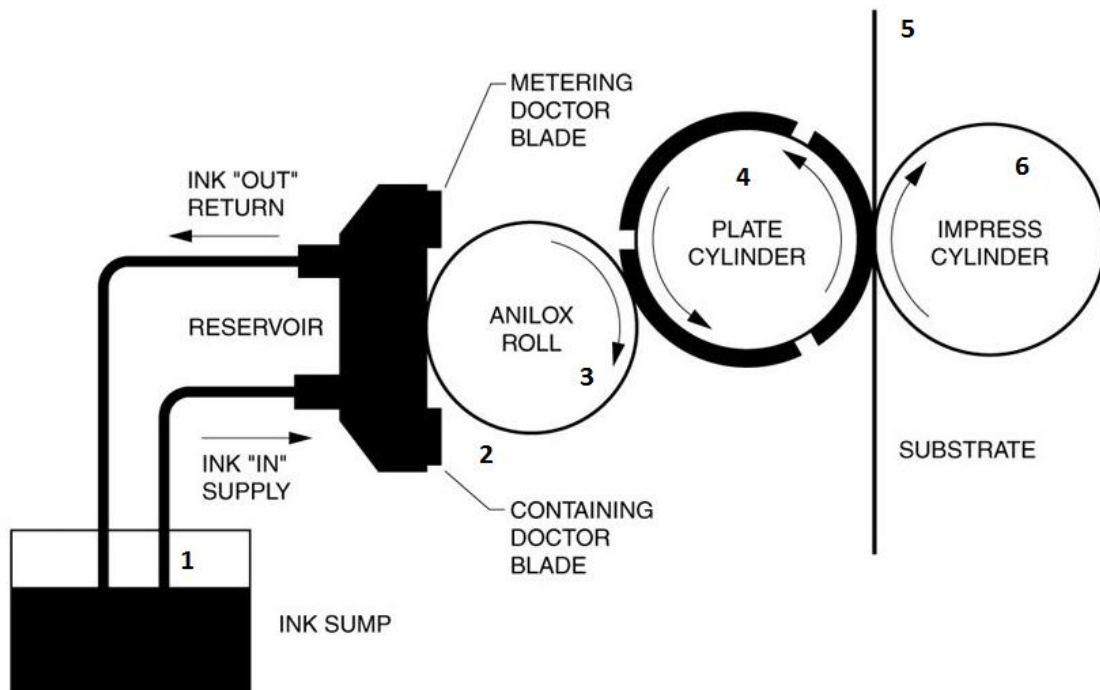


Fig. 7 sistema d'entintatge. Font: elaboració pròpia.

- 1- Parola
- 2- Cambra tancada i rasquetes
- 3- Anilox
- 4- Camisa portaclixés i clixés
- 5- Suport d'impressió
- 6- Tambor central

Per cada color a ser imprès és necessari un cos impressor com l'anterior i cadascun independent. L'únic element en comú és el tambor central el qual fa contrapressió a la camisa portaclixés.

Un cop identificats els elements anteriors, aquests es descriuran breument per tal d'entendre millor el procés.

El procés d'impressió es divideix en els següents passos:

1. Primer de tot, el desbobinador subministra material verge al cos impressor per tal de tenir el film a on imprimir.
2. La tinta surt de la parola (1), i per un circuit de bombes s'omple la cambra tancada (2) de tinta. Quan la tinta sobrepassa un cert nivell, la tinta retorna cap al tinter (1) per tal que la tinta no quedi mai parada i no s'assequi abans de ser impresa al film.
3. Tal i com es pot veure, la cambra tancada (2) està en contacte amb l'anilox (3). En aquest contacte entre la cambra tancada i l'anilox la tinta entra a dintre de les cavitats de l'anilox (3) i es transfereix la tinta a l'anilox.
4. L'anilox (3) que està girant, a dins de les seves cavitats hi ha la tinta. L'anilox entra en contacte amb la camisa portaclixés (4) i transmet la tinta que portava l'anilox (3) al relleu del clixé (4).
5. La camisa portaclixés (4) també gira. Al girar la camisa porta clixés amb el clixé, el clixé toca al film i transmet la tinta al film. En aquí s'obté el film imprès.
6. Entre cada tinter hi ha una petita pantalla d'assecatge. Els punts del 2 al 5 es repeteixen per cadascun dels colors que tingui el treball. Amb la superposició de diferents colors s'aconsegueixen els colors secundaris.
7. Un cop s'ha finalitzat tot el procés d'impressió, el film imprès passa per un túnel d'assecatge per tal de assecar totalment la tinta.
8. A la sortida del túnel d'assecatge el material surt calent. Per refredar el material es passa el film per uns corròns de refrigeració.
9. El rebobinador recull el material i s'obté una bobina perfectament alineada.



Fig. 8 Imatge d'una màquina flexo. Font: Comexi Group.

Elements del tinter

1. Cambra tancada i rasquetes (2)

L'element anomenat cambra tancada, tal i com es pot veure en la imatge anterior, conté tinta en el seu interior. En aquesta cambra, la tinta hi arriba per la part inferior la qual omple la cambra tancada. A la part superior hi ha una sortida per la tinta per tal evitar una sobrepressió. Per tant, quan s'arriba a una certa pressió, l'excés de tinta retorna cap al tinter. És molt important que la tinta estigui en constant moviment perquè aquesta estigui en unes condicions òptimes de treball i no quedi mai aturada i no s'assequi a dins la cambra.

Els "flejes" són els encarregats que durant la transmissió cambra tancada-anilox no es perdi tinta en punts de contacte de l'anilox. A més a més, s'encarrega d'eliminar l'excés de tinta i fa la neteja superficial de l'anilox.

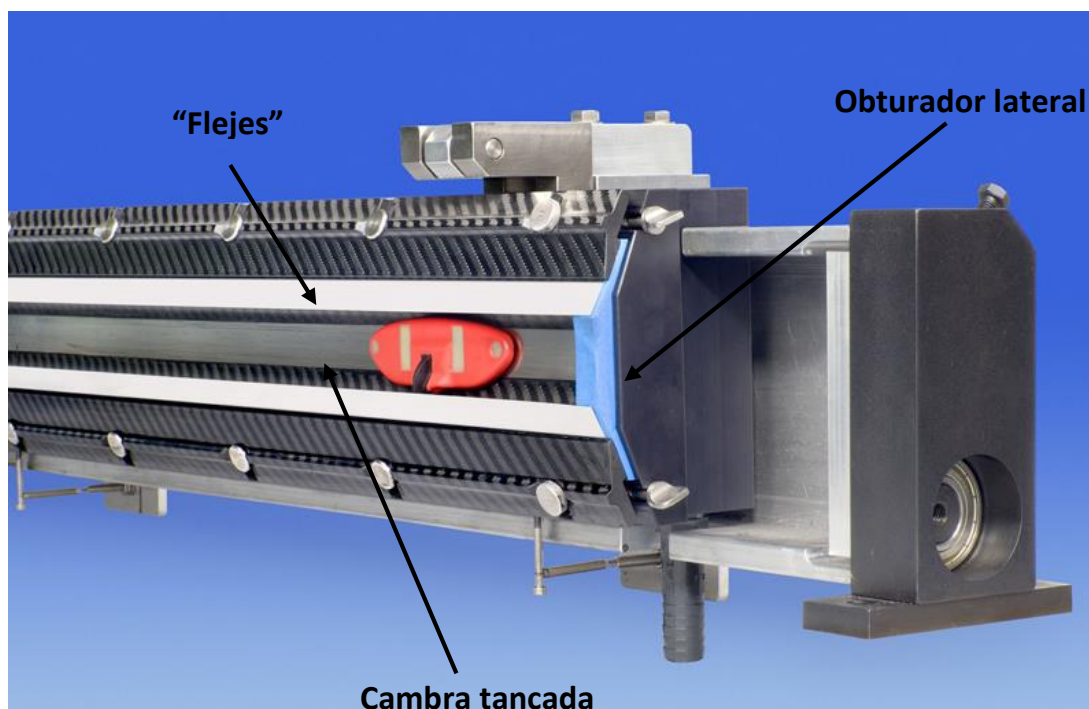


Fig. 9 Elements d'una rasqueta tancada. Font: elaboració pròpia.

2. Anilox o cilindre gravat

L'anilox és un cilindre ceràmic o d'acer cromat amb petits forats anomenats microcel·les en els quals la cambra tancada transmetrà la tinta procedent de la parola cap al clixé que s'utilitzarà per la impressió. La funció de l'anilox és la de dosificar la quantitat de tinta que es transmetrà cap als clixés.

L'elecció d'un bon l'anilox és molt important per tal d'assolir la millor qualitat possible de la impressió. Els paràmetres que s'han d'escollir en el moment de decidir quin anilox és millor són:



Fig. 10 Anilox o cilindre gravat. Font: elaboració pròpia.

- Lineatura
- Geometria de la cel·la
- Volum de tinta

3. Camisa portaclixés i clixés

Aquest punt és un dels més importants de la impressió ja que es defineix el conjunt camisa portaclixés i els clixés. Primer de tot, es definirà el clixé.

L'element clixé és una planxa polimèrica amb relleu positiu. Aquest relleu està fet per a un conjunt de punts en els quals posteriorment, se'ls hi col·loca la tinta que es transmetrà al film. Cal tenir en compte que per a cada color de tinta és necessari un clixé diferent.

La camisa portaclixés és la camisa on s'hi enganxa el clixé. Per tant, el perímetre d'aquesta camisa limita la longitud de repetició d'impressió.



Fig. 11 Conjunt portaclixé + clixé . Font: elaboració pròpia.

Així mateix, un punt important és saber com s'uneix el clixé amb la camisa portaclixés. Aquests dos elements s'uneixen a través de l'adhesiu. Aquest haurà de tenir unes propietats segons les necessitats (veure l'apartat de l'adhesiu).

4. Tambor central

El tambor central és l'element que s'encarrega de fer contrapressió a la camisa portaclixé. Per tal d'assegurar que hi ha suficient pressió en el moment de transmetre la tinta del clixé cap al material, hi ha el tambor central que s'encarrega d'aplicar la contrapressió. Entre el tambor central i el clixé hi ha el film d'impressió.

Una altra funció important que realitza el tambor és acompanyar el film per cadascun dels tinters, evitant d'aquesta manera que el film es mogui lateralment, i que tingui un allargament a causa de les tensions que es poden produir entre cada tinter. D'aquesta manera, s'obté una impressió de més qualitat i regular.

Tot i això, hi ha altres tipus d'impressores flexos en què cadascun dels cossos impressors és independent del següent igual com el seu cilindre contrapressor, com el funcionament de les impressores roto.

5. Funcionament del grup impressor.

La cambra tancada rep tinta mitjançant un conjunt de bombes, a través dels tubs, per transmetre la tinta cap a l'anilox. Fins aquest punt la tinta encara no ha estat dosificada.

El cilindre anilox entra parcialment a la cambra tancada i és quan s'omplen les microcel·les de tinta. Tal i com s'ha dit anteriorment, la tinta que rep no està dosificada però en aquest moment l'anilox la dosifica a causa del volum de les cel·les.

En el cilindre portaclixé hi ha enganxat el clixé, concretament un fotopolímer, amb la finalitat de ser imprès però només a un sol color de la imatge. Quan el clixé entra en contacte amb l'anilox, aquest li transfereix la tinta que té a dins de les seves cel·les.

Tot seguit, la superfície del relleu del clixé entra en contacte amb el suport que ha de ser imprès i és quan es transmet la tinta en el suport.

Finalment, es col·loca una pantalla d'aire calent entre cada tinter per tal d'assecar parcialment la tinta, i per poder aplicar el següent color, i així, poder sobreposar diferents colors i obtenir colors diversos.

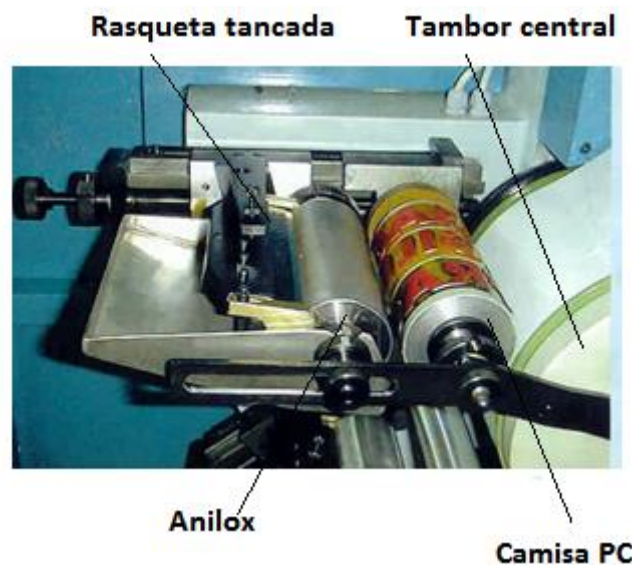


Fig. 12 Conjunt Rasqueta-anilox-PC i tambor central. font: elaboració pròpia.

Avantatges de la flexografia

Els principals avantatges de la tecnologia flexo són:

- **Rapidesa en fer el canvi mecànic.**
- Cost baix del clixés a causa de la personalització del *packaging*.
- **Costos inicials no molt elevats gràcies a l'ús de tirades curtes.**
- No es produeixen tensions entre cada tinter.
- Possibilitat d'utilitzar diferents tipus de tintes, base aigua, base solvent, etc.

2.2.2. Impressió de rotogravat

El rotogravat és una tècnica d'impressió de relleu negatiu. La tinta es transfereix gràcies a unes petites depressions que hi ha a la superfície del corró d'impressió que conté el disseny de la imatge a ser impresa. La tinta s'allotja en aquestes depressions fins que entra en contacte amb el suport que ha de ser imprès i que el transmet cap al material.

Elements del cos impressor

En el cas de la tecnologia de rotogravat, els elements que formen el cos impressor són menys que en la flexografia, tal i com es pot veure a la següent imatge:

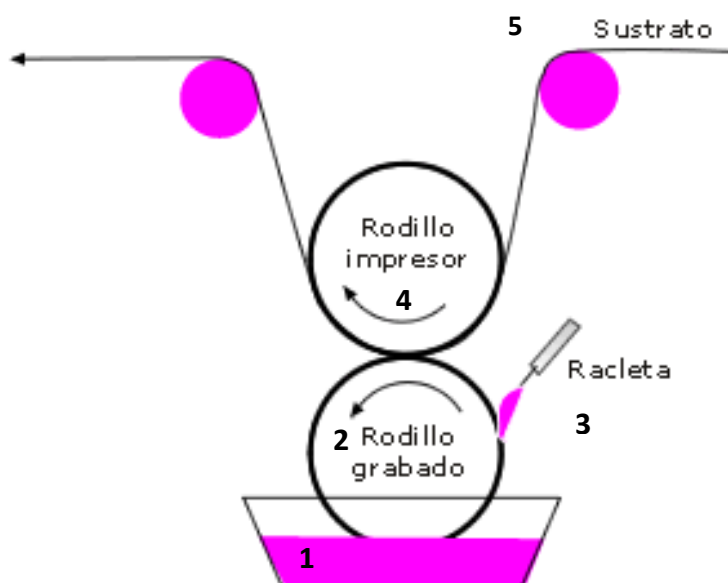


Fig. 13 Conjunt de transmissió tinta en rotogravat. Font: elaboració pròpia.

1. Cubeta
2. Cilindre gravat
3. Rasqueta
4. Cilindre contrapressor
5. Film

Tots aquests elements són necessaris per a cada color i cadascun dels elements és independent entre cada cos impressor.

Tot seguit, es descriurà el procés d'impressió.

Procés d'impressió

1. El primer pas igual com en el procés d'impressió flexogràfica, és subministrar material verge al circuit d'impressió.

2. El material passa per cada tinter i a cada un s'imprimeix un color diferent.
3. Un cop ja s'ha aplicat un color al suport, es passa el film per un túnel d'assecatge per assecar la tinta. Aquest procés s'aplica per cadascun dels color. En aquest cas, després de cada color hi ha un assecatge més intens que el de flexo.
4. A continuació, un cop ha passat el film per tots els cossos impressors, es fa passar el film per uns rodets refrigerats per tal de reduir la temperatura del suport.



Fig. 14 Màquina rotogravat. Font: Comexi Group

5. Finalment, es torna a bobinar de manera que quedi d'una manera perfecte per tal de facilitar els possibles processos que puguin venir a continuació.

Cilindre gravat

El cilindre gravat és un cilindre metàl·lic. A la superfície del cilindre hi ha petites depressions gravades on s'hi col·loca la tinta. El conjunt de les depressions d'un cilindre gravat s'encarreguen de la impressió del motiu del treball.

Aquestes depressions fan les funcions dels clixés i dels anilox, la impressió del disseny i la dosificació de la tinta. En aquest cas, per a cada disseny es necessita un cilindre massís per a cadascun dels dissenys, per tant, el cost fixe és molt més elevat per cada disseny nou que en flexografia.

Les depressions del cilindre tenen les següents característiques:

- Forma de la cel·la
- Mida de la cel·la
- Profunditat de la cel·la

La funció del cilindre és enfonsar-se dins de la cubeta i emplenar les cel·les de tinta per després entregar la tinta al suport d'impressió juntament amb la dosificació de la tinta.



Fig. 15 Cilindre gravat de rotogravat. Font: Comexi Group

Rasqueta

La rasqueta és una làmina que està situada entre el cilindre i el suport de la impressió.

La funció de la rasqueta és eliminar l'excés de tinta que hi pot haver al cilindre després que aquest s'hagi submergit parcialment a la cubeta i s'hagin omplert les cel·les. També neteja la tinta de la superfície.

Aquest element té una funció important ja que si s'hi aplica molta pressió o pel contrari, si s'hi aplica poca pressió, pot provocar un excés de tinta o que no hi hagi suficient tinta en el cilindre.

Funcionament del tinter

Els passos que es segueixen per la impressió en rotogravat són:

- El cilindre sempre té una part enfonsada al tinter i quan comença a girar fa que les depressions s'omplin de tinta.
- La rasqueta que està en contacte amb el cilindre (la part que conté la tinta) extreu l'excés de tinta que hi ha en el cilindre. És important una adequada pressió per tal de netejar suficientment el cilindre sense extreure'n en excés.
- El cilindre, ja havent-li extret la tinta sobrant, aplica la tinta sobre el film.
- Un cop ja s'ha aplicat un color al suport, es passa el film per un túnel d'assecatge per tal d'assecar la tinta. Aquest procés s'aplica per a cadascun dels colors. En aquest cas, després de cada color s'aseca. En canvi, en la flexografia fins que no s'han aplicat tots els colors no es passa pel túnel d'assecatge.
- A continuació, un cop ha passat el film per tots els cossos impressors, es fa passar el film per uns rodets refrigerats per tal de reduir la temperatura del suport.
- Finalment, es torna a bobinar de manera que quedi d'una manera perfecte per tal de facilitar els possibles processos que puguin venir després.

Veure la descripció completa de tots els elements en l'annex 1, on es pot trobar una aplicació molt detallada de cadascun dels elements amb els possibles canvis.

Avantatges de rotogravat

Els principals avantatges que presenta actualment la tecnologia de rotogravat són:

- **Més qualitat de impressió.**
- No hi ha limitació del punt mínim igual com hi ha a la flexo.
- **Llarga durabilitat dels cilindres gravats (per tirades de mínim 35000 metres).**
- **Cost per metre quadrat baix per tirades llargues.**
- Impressió molt estable.

2.2.3. Impressió òfset

A la impressió òfset, l'element que conté la imatge per tal de ser impresa no transfereix la tinta directament al suport, ja que primer ho fa sobre un cilindre de cautxú rotatiu i després, transfereix la tinta al suport.

La planxa que conté la imatge que s'ha d'imprimir té relleu i depressions. La transferència de la tinta té lloc perquè hi ha una zona de la planxa impressora que admet tinta. En canvi, l'altra part de la planxa la repel·leix perquè està coberta d'aigua.

Part de un tinter del cos impressor

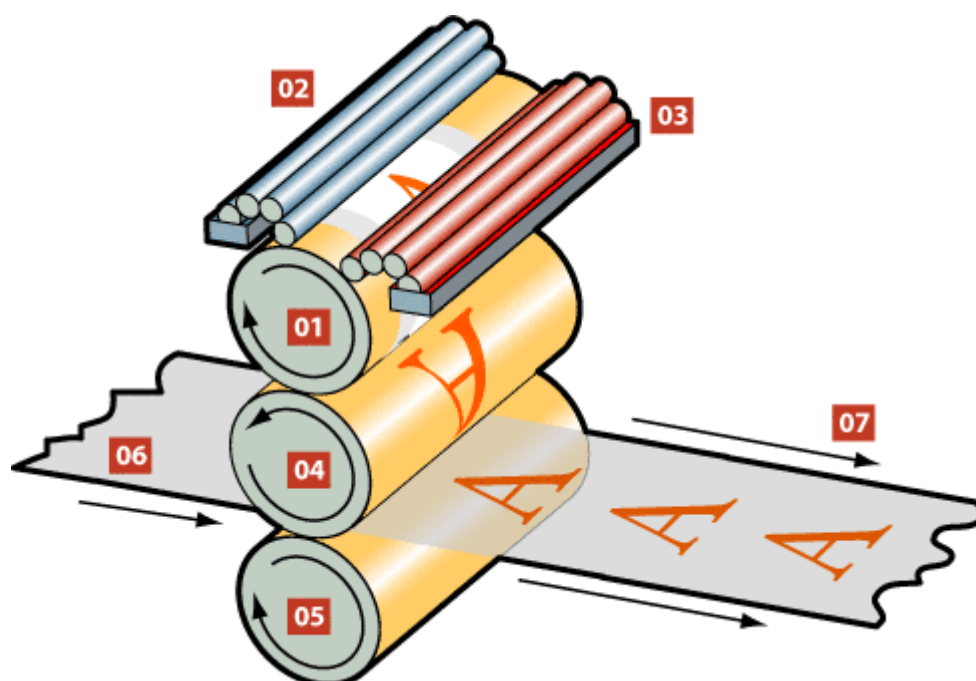


Fig. 16 Tinter de offset. Font: presentació Comexi Group.

1- Cilindre portaplanxes

Consisteix en un cilindre que s'envolta amb una planxa que conté el disseny a ser imprès. Les bateries d'aigua i tinta mullen i entinten la planxa que conté la imatge a ser impresa. La zona de no impressió de la planxa accepta l'aportació d'aigua, ara bé, les zones a ser impreses agafen la tinta. Per tant, el cilindre portaplanxes transporta per contacte amb el cilindre de cautxú, la tinta rebuda de les bateries.

2 i 3 - Bateries d'aigua i tinta

A la bateria d'aigua uns corròns s'encarreguen de mullar les zones de no impressió de la planxa. Per altra banda, a la bateria de tinta un nombre de corròns agafen la tinta en estat molt espès i la porten fins a la superfície de la planxa.

4- Cilindre de cautxú

La superfície d'aquest cilindre és de cautxú de manera que quan per rotació entra en contacte amb la planxa absorbeix la fina capa d'aigua de les zones de no impressió, i rep la tinta de les zones d'impressió per transportar-la i transmetre-la al suport.

5- Tecles de subministrament de tinta

Igual com en la impressió flexo, la regulació d'aportació de tinta es realitza a través de l'anilox. En el cas de la impressió òfset, hi ha un conjunt de "tecles" que s'encarreguen de deixar passar més o menys quantitat de tinta cap a la bateria de corrons de tinta.

Procés d'impressió

1. El primer pas, igual com en els cassos anteriors, és que el desbobinador va subministrant material verge al circuit d'impressió.
2. El material verge passa pel cos impressor format per varis tinters (un per cada color) i passa el material acompanyat pel tambor central.
3. Després, un equip s'encarrega de curar la tinta mitjançant un feix d'electrons anomenats ElectronBeam.
4. Seguidament, el film es mou des de la sortida de l'ElectronBeam. El rebobinador estira el material i crea un bobina perfectament alineada.

Gravat de les planxes.

Les màquines encarregades de grabar les planxes són un CTP i una procesadora. El CTP (computer top late) té un tambor que agafa la planxa i un làser tèrmic crema les zones que serán impreses. Un cop grabada la planxa es passa per una procesadora que te dins el revelador que s'encarrega de treure tota la part de la planxa que no ha estat marcada amb el làser.

3. DESCRIPCIÓ DE LA SOLUCIÓ

3. DESCRIPCIÓ DE LA SOLUCIÓ

3.1. Descripció del procés

El procés d'estandardització està compost per 3 tests diferents i ordenats de la següent forma:

- 1- Benchmark test.
- 2- Test de calibració
- 3- Test de color

Per tal d'aconseguir els objectius marcats, cal seguir els passos següents de forma molt acurada.

1. Benchmark

Abans de la impressió del test, primer cal definir les variables de impressió que s'utilitzaran. És molt important no variar al llarg de tot el procés aquests paràmetres.

- Anilox (volum i lineatura) en què es vol treballar i estudiar.
- Adhesiu
- Tinta
- Clixés (proveïdor, gruix, tecnologia, etc).
- Velocitat d'estudi (velocitat mitjana en que es fan els treballs)
- Material

Un cop s'han definit la parametrització del procés, es farà la impressió. Aquesta impressió consta de només un color, normalment cian o magenta.

El test, tal i com s'explicarà en el següent apartat, està format per un mateix disseny fet amb diferents trames i sòlids, en el qual es pot comprar com varia segons quin s'utilitzi.

Per tan, amb aquest test **s'escull la trama i la lineatura** per realitzar els següents jocs de clixés.

2. Test de calibració

L'objectiu d'aquest test consisteix en fer la calibració del balanç de grisos (CYMK), per tal d'obtenir un gris neutre. Així mateix, es fa la calibració del OGV, es seguirà l'estàndard de la normativa ISO 12647-2C.

El test està format per 7 planxes, CYMK+OGV. Els paràmetres d'impressió són els definits en el cas anterior. A més a més per fer les planxes s'ha utilitzat el tipus de trama i sòlid escollit en el cas anterior. També per tal de tenir una primera aproximació als resultats,

i assegurar que els resultats obtinguts siguin pròxims als resultats desitjats, inicialment al test se li aplicarà la corba de compensació H34.

Tota la informació necessària per la calibració s'extreu a través de les cartes que disposa el test (zona 1 i zona 4), explicat l'anàlisi de test del test

Inicialment la calibració estava pensada seguint les premisses de G7, pensat per CYMK, i per la OGV uns valors ΔE -SP. Finalment en el moment que s'obtenen els resultats es veu que per quadricromia els resultats són més coherents seguint la normativa ISO 12647-2C.

A partir de l'anàlisi s'obtindrà unes corbes de compensació per cadascun dels colors.

3. Fingerprint de perfil de color.

Els objectiu és obtenir el nostre perfil de color per tal de poder simular el millor possible la impressió de un treball a nivell colorimètric. També es podrà aconseguir una aproximació més exacte de un pantone, sense la necessitat de la tinta exacta.

Per la impressió de la planxa es tindrà que utilitzar els paràmetres definits en els apartats anterior. Apart del paràmetres del cas anterior, en aquest cas s'utilitzarà la corba de compensació obtinguda en el pas anterior. Igual com en l'anterior test s'imprimirà amb CYMK+OGV.

Del test, per tal d'obtenir uns resultat, s'haurà d'analitzar l'apartat 1, 2, 3 i 4 del test (explicat en el següent apartat). Analitzant les dades **s'obtindrà el perfil de color.**

A la següent pàgina es pot veure un esquema resum del procés d'estandarització.

Entrada	Acció	Sortida	
Paràmetres que es definiran per la impressió: • Anilox • Tinta • Tecnologia clixés • Velocitat d'impressió • Material • Adhesius	BENCHMARK	Paràmetres a definir: Lineatura • Trama • Sòlid • Corba inicial de compensació (inicialment H34)	
Paràmetres que es definiran per la impressió: • Anilox • Tinta • Tecnologia clixés • Velocitat d'impressió • Material • Adhesius • Corba de compensació (H34)	TEST CALIBRACIÓ	Paràmetres a definir: • Corba de compensació per cadascun dels colors	
Paràmetres que es definiran per la impressió: • Anilox • Tinta • Tecnologia clixés • Velocitat d'impressió • Material • Adhesius • Corba de compensació individual	TEST COLOR	Perfil de color i un balanç de grisos neutre.	

3.2. Descripció del test

En aquest apartat es parlarà del disseny de cadascun dels tests del apartat anterior, explicant una mica més detallat de cada treball, quina és la funció de cadascuna de les zones del test i com es mesuren.

Un cop mesurades, també s'explica com es valorarà i quins els objectius que es vol obtenir.

3.2.1. Selecció dels elements

En aquest apartat es mostraran els elements que formen els tests de calibratge i color.

Test de calibratge.

El primers dos elements que s'escullen són les cartes P2P 25v i la carta OGV. El motiu de la seva elecció són diferents. Per la carta P2P25v el principal motiu de la seva elecció és perquè es decideix fer la calibració CYMK amb l'objectiu d'un balanç de grisos. Tot i això, hi hauria la possibilitat de utilitzar unes cartes diferents però al tenir el software de ESKO implica haver de utilitzar la carta P2P25v. Per aquest motiu es descarten les possibles cartes de Fogra o GMG.

Seguint l'anterior raonament, el mateix passa amb el OGV, que al disposar dels software de ESKO és necessari utilitzar la carta que es mostra.

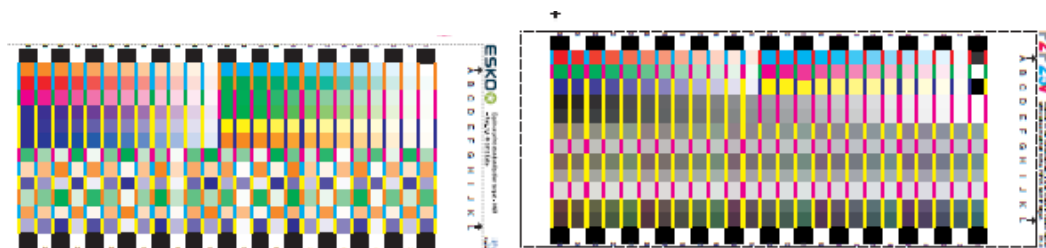


Fig. 17 Cartes P2P25v i ESKO OGV. Font: elaboració pròpia.

El següent element va referenciat al balanç de grisos. L'objectiu d'aquest element és poder valorar de manera simple el balanç de grisos. En aquest cas representa el gris a diferent % de punt del 25, 52 i 73% de punt del gris.

L'element consisteix en una rodona central a cada *parche* fet amb quadricromia i el contorn de la rodona amb només negre. D'aquesta forma és una manera fàcil i visual de valorar el gris. El motiu de l'elecció és per recomanació del llibre de la FTA.



Fig. 18 Parxes balanç de grisos. Font: elaboració pròpia.

Seguint amb el procés es decideixen posar les rodones de degradat perquè en treballs que clients envien és veu amb molta facilitat els possibles defectes del degradat.

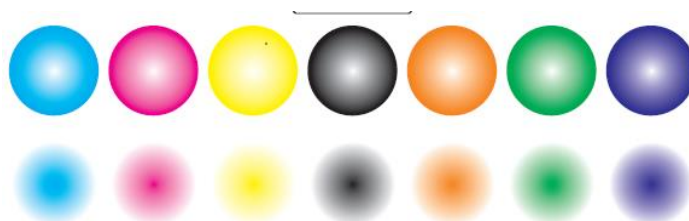


Fig. 19 Boles de degradat. Font: elaboració pròpia.

També per poder valorar el degradat s'han col·locat les típiques tires de degradat que poden estar en un benchmark.

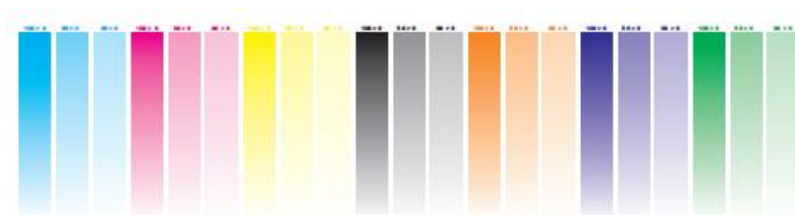


Fig. 20 Tires de degradat. Font: elaboració pròpia.

Un altre element són les rodones sobreposades. L'objectiu d'aquest element és poder valor el trapping entre els diferents colors. El disseny és personal i la forma de l'element no té importància.



Fig. 21 Sòlids per trapping. Font: elaboració pròpia.

Un dels últims elements per valorar és la tira on a cada requadre hi ha un % de punt diferent. Amb aquestes tires es pot valorar fàcilment el guany de punt, la densitat i els valors de $\Delta E-SP$ per cadascun dels colors fàcilment.

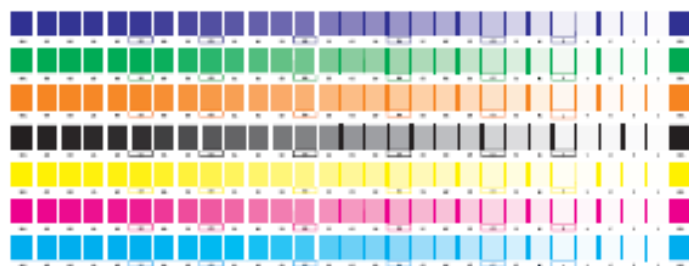


Fig. 22 Requadres de % de punt. Font: elaboració pròpia.

L'últim element és per poder valorar la pressió que hi ha aplicada a l'anilox-camisa-tambor central. Aquest element és efectiu per l'impressor en el moment de fer l'ajust de pressions.



Fig. 23 Anàlisi de pressió. Font: elaboració pròpia.

Test de colorimètric.

L'objectiu del test colorimètric és la generació d'un perfil de color. Tal i com s'ha dit anteriorment el software de mesura és ESKO i per aquest motiu les cartes que s'utilitzaran seran les cartes de color EQUINOX d'ESKO.

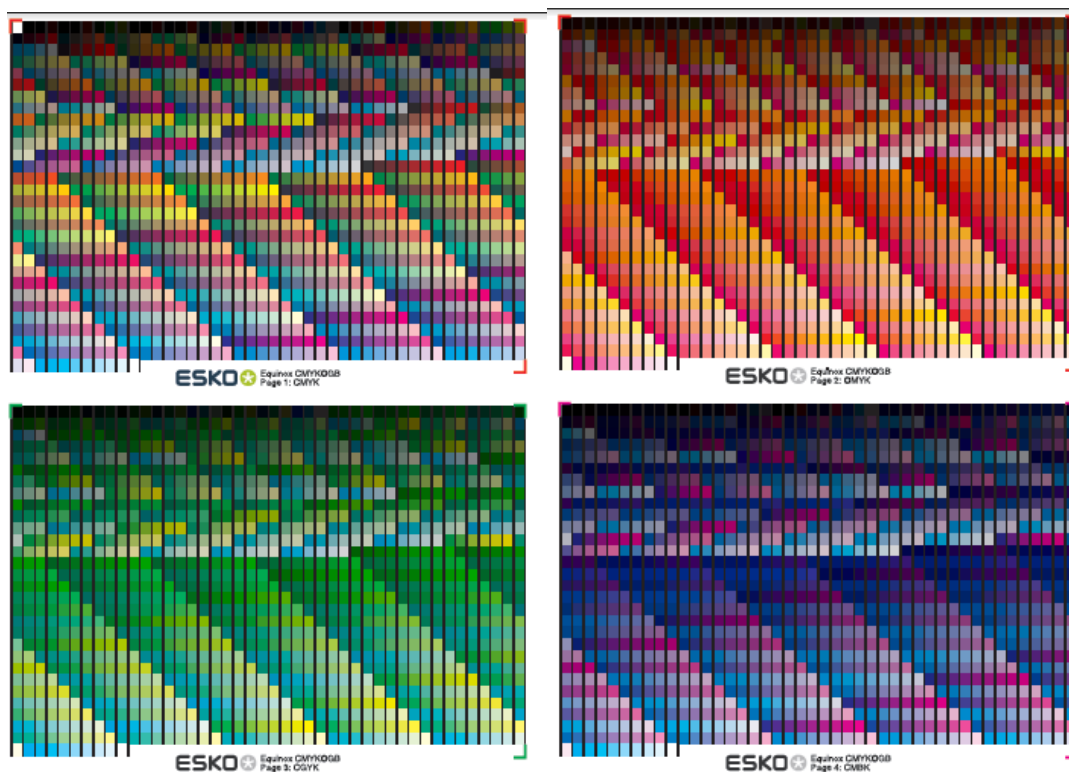


Fig. 24 Cartes Equinox. Font: elaboració pròpia.

En aquest test un dels objectius és veure com ha quedat la calibració del balanç de grisos. Per aquest motiu es posa el següent element. Aquest element consisteix en posar una mateixa imatge feta amb només negre, una altra feta amb CYM i la última de CYMK. D'aquesta forma d'una manera molt visual es pot valorar el balanç de grisos.



Fig. 25 Imatge per valoració de grisos. Font: elaboració pròpia.

La resta d'elements, requadres amb diferents % de punt i l'element amb *parches* de negre a l'exterior i CYM a l'interior, ja estan descrits en l'anterior apartat.

3.2.2. Test benchmark

En aquest apartat s'analitzarà el primer test de tot el procés. A la imatge de continuació es pot veure un exemple de com és un test benchmark. En l'apartat anterior s'ha comentat que l'objectiu és escollir la trama, per tan té que estar format per molts tipus de trames.

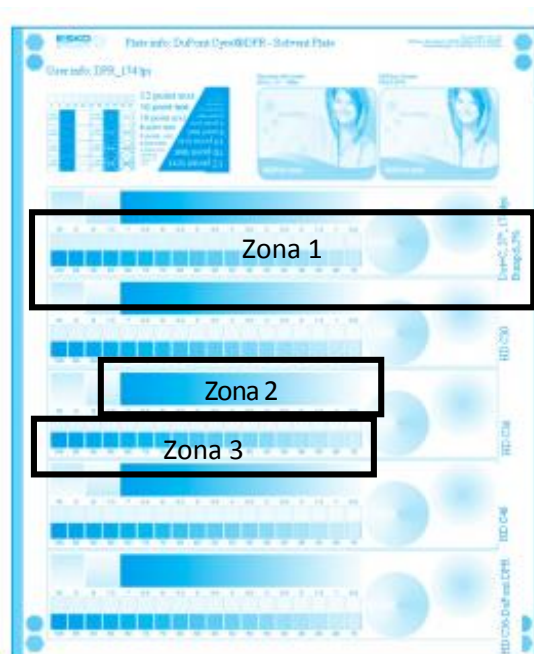


Fig. 26 Mostra d'un benchmark. Font: elaboració pròpia.

Com a descripció general, un benchmark consisteix en repetir en una mateixa planxa un mateix motiu, canviant d'especificacions entre cada motiu, ja sigui canviant lineatura,

tipus de trama o tipus de sòlid. D'aquesta manera es pot avaluar quin comportament té cada motiu (Zona 1), repetint les mateixes condicions. En el nostre cas, s'ha definit prèviament que la lineatura és de 150 lpi.

A continuació s'analitza cadascuna de les zones que hi ha al test.

Zona 1.: motiu

Es coneix com a motiu, el disseny que es repeteix al llarg de tot el clixé, però utilitzant diferents trames, sòlids, finalitzacions de degradats etc. Per tan cada, repetició del motiu que apareix, té una modificació respecte l'anterior però mai de disseny, només d'especificacions.

Zona 2: Degradat.

Aquesta part sempre apareix en tots els benchmarks, que consisteix en un degradat de 100 a 0, en la qual es valora com es fan les transicions, del sòlid a la trama, a la finalització del degradat on es pot veure si hi ha algun tall visual. Per l'anàlisi aquesta zona es fa visual i no es pot fer cap valoració numèrica d'aquesta zona.

Zona 3: requadres amb % de punt.

Tal i com es pot veure en la imatge, la zona està composta per diferents requadres de costat, on a cadascun s'hi posa un % de punt teòric diferent. A través d'aquesta zona es pot crear la corba de guany de punt.

Un altre valor que es pot mesurar és al 100%, s'obté la densitat del sòlid.

D'aquesta zona es poden extreure valors fàcilment amb el densitòmetre. En el nostre cas de cada requadre, s'extreu el valor $L^*a^*b^*$ i densitat.

Un cop extrets els valors $L^*a^*b^*$ i densitat, s'obtenen els valors de guany de punt (Dot gain) i $\Delta E-SP$. La manera d'obtenir el valor de guany de punt s'obté a través de la fórmula de Davis-Murray:

$$Dot\ gain = \frac{1 - 10^{Dn-Do}}{1 - 10^{Ds-Do}} - n$$

On:

- **Dn**: densitat que es mesura en el % de punt N.
- **D₁₀₀**: densitat del sòlid 100%.
- **Do**: densitat del fons blanc.
- **N**: valor del % de punt teòric en el requadre en què s'ha mesurat el punt.

Unes altres dades que es poden extreure és el ΔE -SP. El significat d'aquest valor és l'increment de tonalitat de cada requadre respecte respecte el blanc. La forma d'aconseguir aquest valor és a través de la següent fórmula:

$$\Delta E - SP = \frac{\sqrt{((Ln - Lo)^2 + (An - Ao)^2 + (Bn - Bo)^2)}}{\sqrt{((L_{100} - Lo)^2 + (A_{100} - Ao)^2 + (Bn - Bo)^2)}}$$

On:

- **L₁₀₀**: valor L del color en el requadre amb el % de punt al 100.
- **L_N**: valor L del color en el requadre amb el % de punt al N.
- **L₀**: valor L del color en el requadre amb el % de punt al 0.
- **A₁₀₀**: valor A del color en el requadre amb el % de punt al 100.
- **A_N**: valor A del color en el requadre amb el % de punt al N.
- **A₀**: valor A del color en el requadre amb el % de punt al 0.
- **B₁₀₀**: valor B del color en el requadre amb el % de punt al 100.
- **B_N**: valor B del color en el requadre amb el % de punt al N.
- **B₀**: valor B del color en el requadre amb el % de punt al 0.

3.2.3. Test calibració

A continuació es mostra el disseny del test de calibració. El test de calibració per totes les tecnologies disposarà de les mateixes zones d'anàlisi. A la imatge general del test es separa en diferents zones i de cadascuna s'explica com s'analitza el test. En aquest cas, la part més necessària és la zona 1 i 7 que són les zones que s'analitzaran amb el software. Els elements restants es podrien considerar com elements de control.

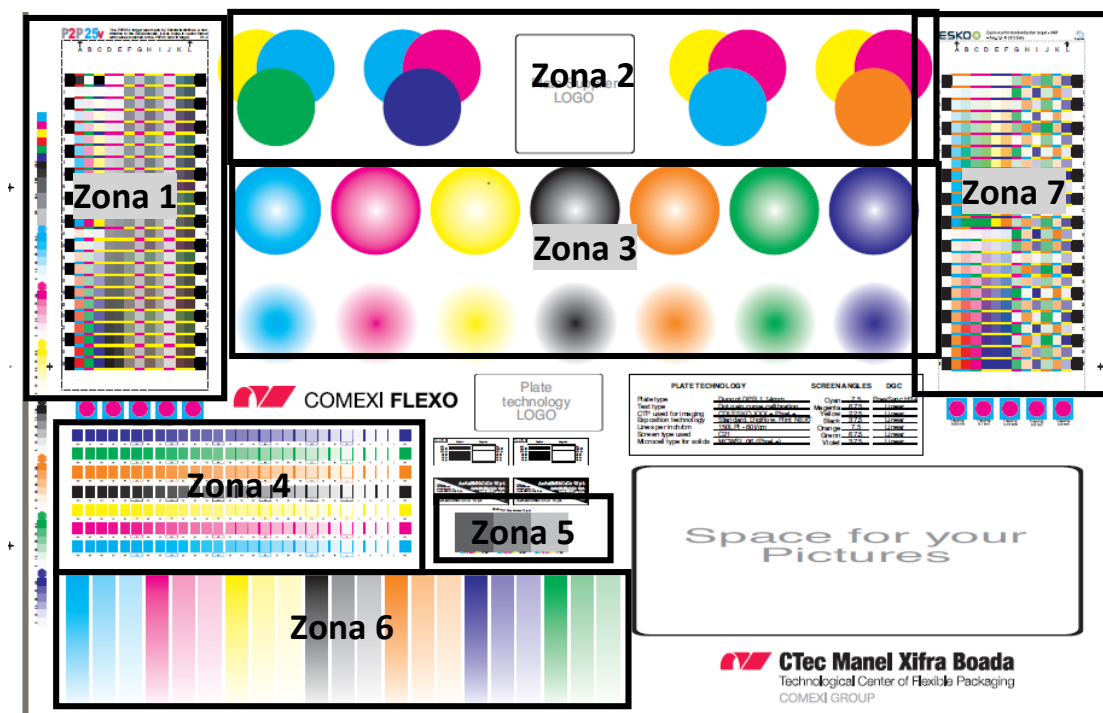


Fig. 27 Imatge del disseny del test de calibració. Font: elaboració pròpia

Zona 1.

La zona marcada com 1, concorda la carta P2P25v de ESKO. Per la seva impressió s'utilitzen 4 colors, CYMK. Aquesta carta està formada per diferents petits requadres, on a cadascun està imprès per una quantitat diferent dels colors CYMK. La finalitat d'aquesta carta, es poder fer una calibració del balanç de grisos per aconseguir uns valors neutres.

Aquesta carta es mesura a través de un espectrofotòmetre amb un braç articulat automatitzat, controlat per un software del propi espectrofotòmetre, que realitza per si sol les mesures. Un cop realitzades les mesures, amb el software d'ESKO s'aconsegueix mesurar i classificar els valors per poder tractar-los i aconseguir els resultats.

La forma de processar aquestes dades és a través del programa PressSync de la companyia ESKO, en la qual es pot escollir el mètode per la calibració. En el nostre cas per la CYMK és segueixen les premisses ISO-12647-2C.

En un següent apartat s'explicarà com s'analitzen les cartes.

Zona 2

La zona 2, consisteix en imprimir rodones dels sòlids de cadascun dels colors directes, CYM+OGV, en la qual en una zona es sobreposen dos colors. El motiu per el qual s'aplica aquest test és per poder valorar el "trapping".

Es mesura la densitat de cadascun dels colors (CYMK) i la densitat en la zona sobreposada a la longitud d'ona del color que tingui la tinta a la part superior

La manera per poder valorar el trapping es fa a través de la formula de Preucil:

$$Preucil = \frac{D3 - D1}{D2} * 100$$

On:

- **D3:** densitat de la zona on hi ha sobreposició de tinta aplicant el filtre de la tinta 2.
- **D1:** densitat en la zona de l'últim color aplicant el filtre de la tinta 2.
- **D2:** densitat de la primera tinta impresa aplicant el seu propi filtre.

A la següent imatge es mostra de forma més gràfica què s'entén per densitat 2, densitat 1 i densitat 3.

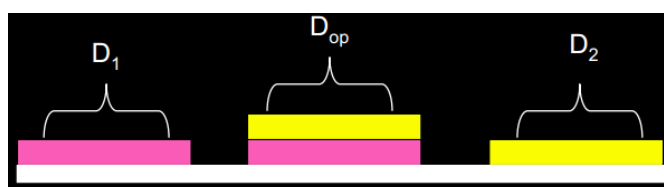


Fig. 28 Significat del concepte trapping. Font: presentació seminari color.

Zona 3

La zona 3, consisteix en un conjunt de rodones, on es pot veure com va evolucionant el degradat de 100 a 0. Aquesta zona només pot valorar de manera visual ja que no es poden agafar valors amb cap instrument.

Aquesta zona es podria dividir en dues parts, les boles superiors amb el degradat de 100% - 0 - 100% (exterior-interior-exterior), i la zona inferior de 0 % - 100%-0%. Les boles de la part superior, el degradat comença a l'exterior (100%) fins a l'interior que està al 0%. Amb aquestes boles es tendeix a veure quan es fa transició de sòlid a trama com queda el resultat.

Pel contrari, les boles de sota són al revés, del 0 al 100%. En aquest cas es pot veure com quedaria un degradat a 0 i es pot valorar els possibles defectes.

Zona 4.

Aquest apartat, igual com en el cas del benchmark, consisteix en un conjunt de requadres on a cadascun hi ha un % de punt diferent. Igual com en el cas anterior, la forma d'analitzar-ho és a través del espectrofotòmetre.

De cada requadre es mesurarà el valor $L^*a^*b^*$ i densitat de cada requadre. Un cop es tenen ja les dades igual com en el cas anterior s'analitzarà el guany de punt i $\Delta E-SP$ per les tires de CYMK, i per les tires OGV només s'analitzen els valors $\Delta E-SP$.

Zona 5

Aquest apartat es pot fer una comprovació dels balanç de grisos. Tal i com es pot veure a la imatge, hi ha 3 requadres on a cadascun hi ha un % de CMY diferent per obtenir un gris. L'objectiu seria que el cercle central tingués la mateixa tonalitat que el requadre exterior. En cas de no obtenir-lo ja que és molt complicat, obtenir que les densitats del cercle tendeixin a ser iguals i que els valors " a^*b^* " colorimètrics siguin molt propers a 0.

Aquest apartat no cal fer cap càlcul, els valors s'obtenen directament a través de l'espectrofotòmetre. La manera per valorar-ho són dos:

- Cada cercle té que tenir la mateixa densitat mirat en cada zona espectral.
- Els valor a^* i b^* del cercle central tendeixin a 0.

Zona 6

Aquest apartat es veuen 3 tires de degradats. La primera és una tira del 100 % al 0%, la segona tira del 50% al 0% i al tercera del 30% al 0%. Aquestes tires de degradat es fa cadascun dels colors.

L'anàlisi d'aquestes tires només és visual i no es pot prendre cap valor quantitatiu com es fa en la zona nº 4.

Zona 7

Igual com en el cas anterior, la zona 3 serveix per prendre valors per després obtenir resultats. Cada requadre conté un % de tinta de cada color diferent, però aquest cas només s'utilitza OGV. Imprimint aquesta carta estandarditzada, a posteriori permet prendre les mesures de forma automàtica.

En aquest cas, igual com en la targeta anterior es llegeix amb el braç articulat automatitzat i amb el programa PressSync s'analitzen les mostres. En aquest cas, la estandardització es fa seguint la normativa ISO d'OFFSET per $\Delta E-SP$ linial.

En un següent apartat s'explicarà com s'analitzen les cartes.

3.2.4. Test de color

Igual com en el test de calibració, per cada tecnologia s'utilitzarà el mateix disseny. En aquest apartat s'analitzarà cadascuna de les zones que té el test de color, marcada cada zona segona la imatge de continuació. En aquest test els elements indispensables són la zona 1,2,3 i 4 que són les cartes predefinides per el software de ESKO per la creació del perfil de color.

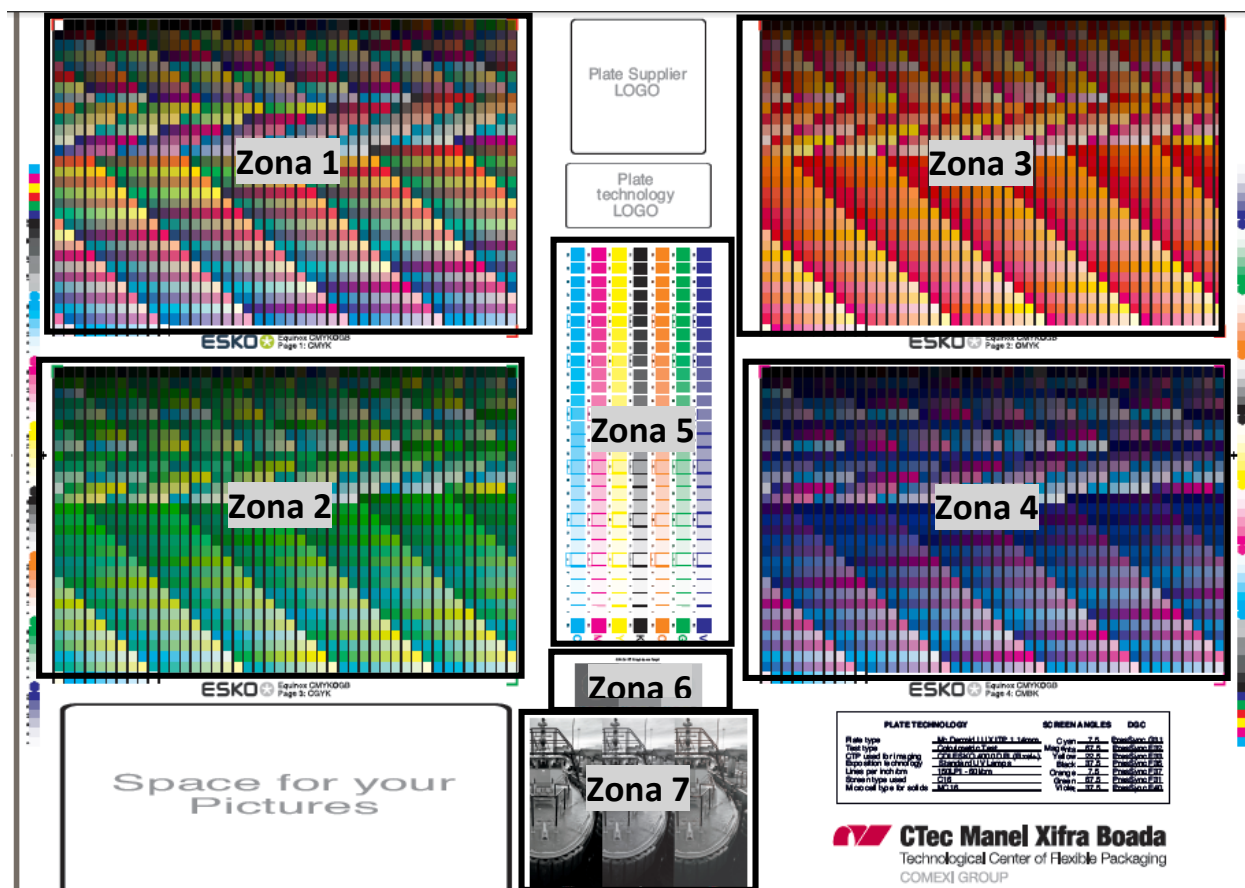


Fig. 29 Imatge del test de color. Font: elaboració pròpia.

Igual com en els casos anteriors s'analitzarà el disseny per cadascuna de les zones del disseny.

Zona 1, 2, 3 i 4.

Totes les cartes estan preparades i estandarditzades per la empresa ESKO. Cadascuna d'aquestes cartes estan pensades per aconseguir un perfil de color, que és l'objectiu del procés apart d'aconseguir un balanç de grisos neutre. Cadascuna de les cartes, formada per diferents percentatge de punt de diferents colors (4 colors diferents a cada carta).

Al ser una carta predefinida per ESKO, la forma d'analitzar i poder quantificar els resultats és a través del braç articulat, que pren les mostres automàticament. A continuació es mostra quins colors s'utilitzen per cada carta:

- Zona 1: està format per els color CYMK.
- Zona 2: està formada per els color CGYK
- Zona 3: està formada per els colors OMYK
- Zona 4: està formada per els colors CMBK.

En un següent apartat s'explicarà com s'analitzen les cartes.

Zona 5

Aquesta zona, igual com en els casos anterior, a cada requadre hi ha un % de punt diferent. A cada requadre es prenen els valors $L^*a^*b^*$ i la densitat absoluta.

Un cop es tenen els valors, s'analitzen i s'obté les gràfiques de guany de punt i $\Delta E-SP$.

Zona 6.

Aquest apartat tal i com s'ha explicat en els apartats anteriors serveix per valorar el balanç de grisos. Tal i com es pot veure a la imatge, hi ha 3 requadres on a cadascun hi ha un % de CMY diferent per obtenir un valor de K.

Aquest apartat no cal fer cap càlcul, els valors s'obtenen directament a través de l'espectrofotòmetre. Per tal de poder valorar els resultats, tal i com s'ha dit anteriorment el resultat ideal seria amb uns valors de a^* i b^* pròxims a 0.

Zona 7.

Aquesta zona consisteix en 3 imatges iguals, en la qual cadascuna es fa a través de diferents colors. La primera s'aconsegueix amb CYMK, el segon amb només K i el tercer amb CYM. L'objectiu seria que els grisos de la primera i de la tercera imatge, siguin neutres i molt similars al de la imatge del mig.

La forma de valorar aquesta zona és només visual. Tal i com s'ha dit l'objectiu és que les dues imatges de l'extrem siguin el més neutre possible.

3.3. Anàlisi de les cartes amb el software

Tal i com s'ha dit en l'apartat anterior, per tal de poder analitzar les cartes és necessari un software, en concret el software CurvePilot per l'anàlisi de les cartes del test de calibratge, i el ColorEngine per les cartes del test de color.

Els dos programes son creats per l'empresa ESKO, igual com també han creat les cartes que s'han utilitzat als dos testos.

3.3.1. Test de calibració

A continuació s'explicarà quins han estat el criteris utilitzats per l'obtenció dels resultats que es descriuran. Tal i com s'ha dit anteriorment el programa necessari per el test de calibratge és el *CurvePilot*.

Criteri de l'elecció de les corbes.

Primer de tot s'ha decidit que l'objectiu del cian, el magenta, el groc i el negre serà obtenir un balanç de grisos neutre. Per la resta de colors, l'objectiu consisteix en obtenir uns valors de ΔE -SP linial al % de punt.

Entrant més amb la calibració del cian, magenta, groc i negre, tot es farà a partir de la mesura del guany de punt. Aquest element és clau en l'obtenció dels resultats, per tal de poder definir bé el criteri. En cas d'escollir un altre element de mesura el resultat podria ser molt diferent de l'esperat.

Procés a seguir amb el programa.

Primer de tot cal definir quines són les cartes que s'han utilitzat en el treball i com es volen estudiar. En el cas s'escull fer la quadricromia per separat i obtenir un balanç de grisos neutre, i els valors de OGV per separat.

Seguidament es defineix per cada color quines son les corbes de compensació utilitzades per al test en qüestió. És important saber quines són per poder corregir els resultats (veure foto en el moment de l'elecció).

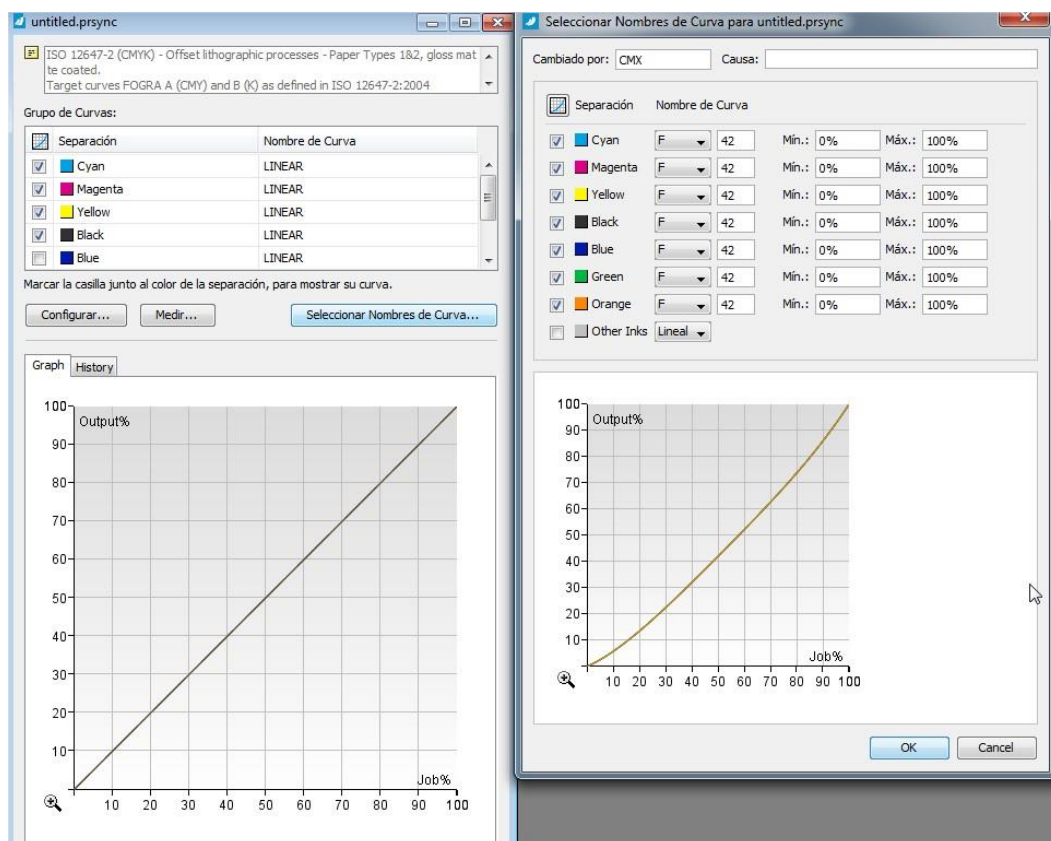


Fig. 30 Procés d'elecció de corbes del procés. Font: elaboració pròpia.

Seguidament és necessari definir quins són els criteris que es vol seguir. En aquest cas finalment el criteri a seguir és el de la normativa ISO 12647-2 C (veure a la següent foto com queda l'elecció) per els colors de la quadricromia.

Inicialment estava previst seguir les premisses del G7, però en el moment de comprovar el resultat es veu que les corbes que s'obtenen no són del tot coherents, i va ser necessari fer un canvi i es va decidir finalment optar per la normativa ISO.

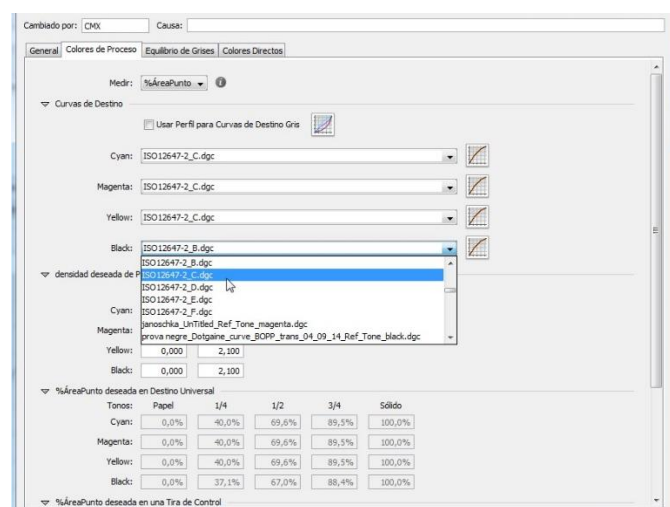


Fig. 31 Selecció de la normativa a utilitzar per quadricromia. Font: elaboració pròpia.

Tot seguit cal definir els criteris per la resta de colors de la heptacromia. Per la resta de colors tal i com s'ha dit es decideix prendre les mesures en el ΔE -SP. Com a objectiu final per la calibració de la heptacromia és aconseguir uns valors de ΔE -SP totalment linial.

Un cop definits els criteris d'elecció es procedeix a l'obtenció de resultats. En el moment de l'obtenció de resultats ens dona 3 opcions diferents.

La primera opció solament és basant-se seguint un criteri de balanç de grisos estrictament. El segon mètode és considerant l'increment de tonalitat linial, i finalment el tercer mètode és un intermig entre els dos anterior tenint present l'increment de tonalitat i el balanç de grisos. Finalment s'utilitza el criteri intermig, degut a què és la que dona millors resultats segons lo desitjat.

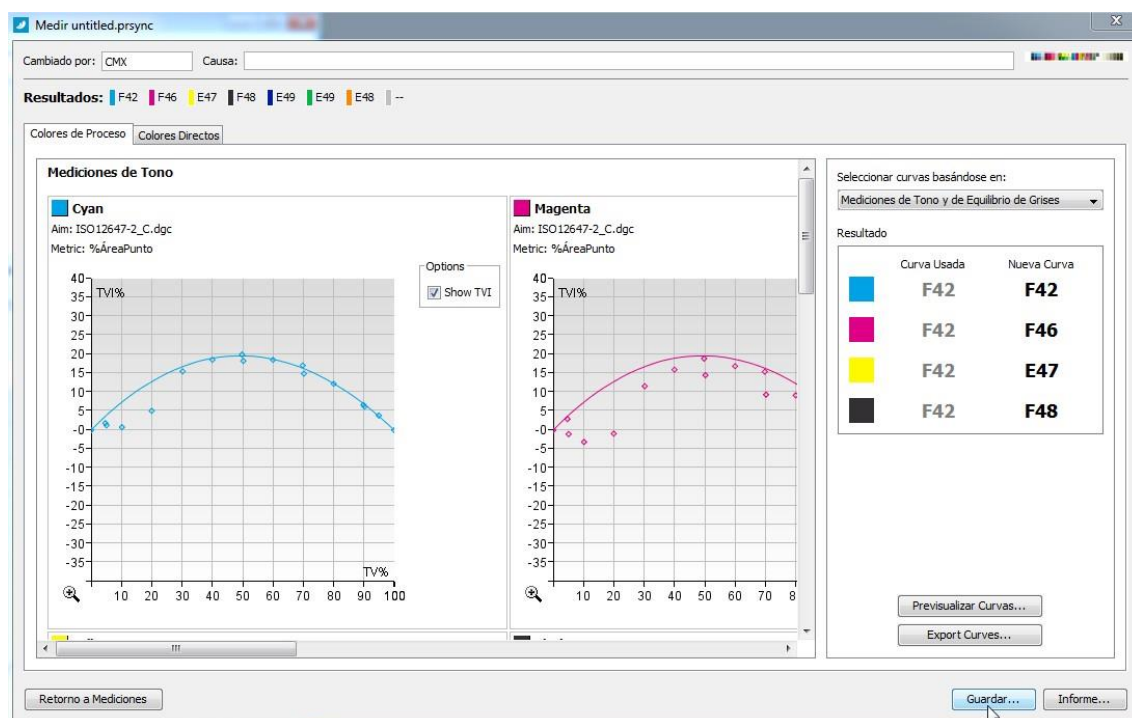


Fig. 32 Selecció criteri de les corbes i veure resultats. font: Elaboració pròpia.

Finalment havent definit els paràmetres anterior el programa recomana unes corbes de compensació. Un cop el programa dona els resultats és important comprovar que els resultats siguin coherents. Aquest raonament es pot trobar al final de l'anàlisi del test de calibració de cada tecnologia.

Val a dir que un canvi en el criteri implica un canvi molt important en el resultat.

3.3.2. Criteri a la creació del perfil de color

Per la creació del perfil de color tal i com s'ha dit són necessàries les 4 cartes equinox que hi ha al test de color. A cada carta s'utilitzen colors diferents. En aquest cas no hi ha criteri a seguir ja que l'únic que s'encarrega el programa és de recollir les dades a cada parche quins valors $L^*a^*b^*$ hi ha.

Procés a seguir al programa

Primer de tot cal definir quines són les cartes que s'utilitzen per al procés. En aquest cas tal i com s'ha dit s'utilitzen les cartes Equinox. Un cop definides les cartes es procedeix a la lectura de les 4 cartes per separat.

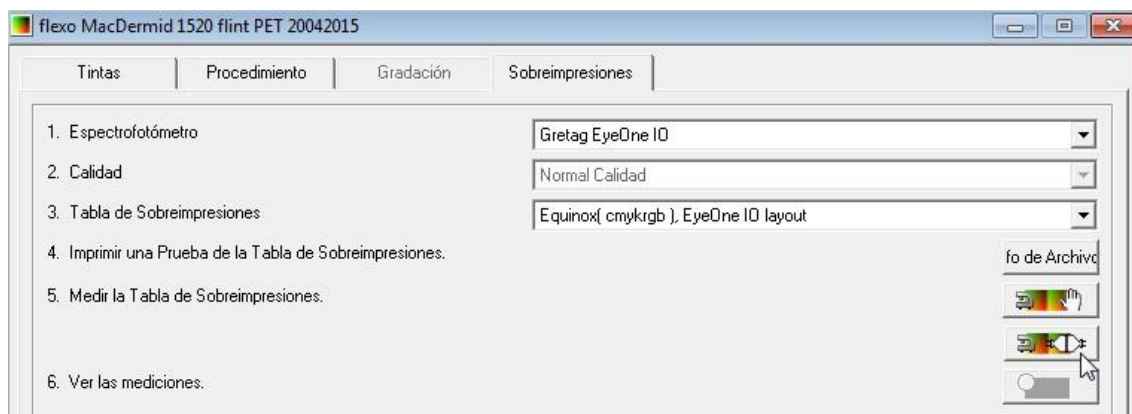


Fig. 33 Selecció de la carta a llegir amb el ColorEngine. Font: elaboració pròpia.

El programa un cop se li demana que comenci a mesura, el programa va demanar que canviem de carta per tal de poder mesurar tots els requadres.

Un cop mesurades totes les cartes, el programa mostra les cartes de la següent forma (veure imatge de sota). En aquest apartat es pot veure si s'ha creat algun error en la mesura ja que en cas mesurar un requadre de forma errònia es veurà un salt en el color.

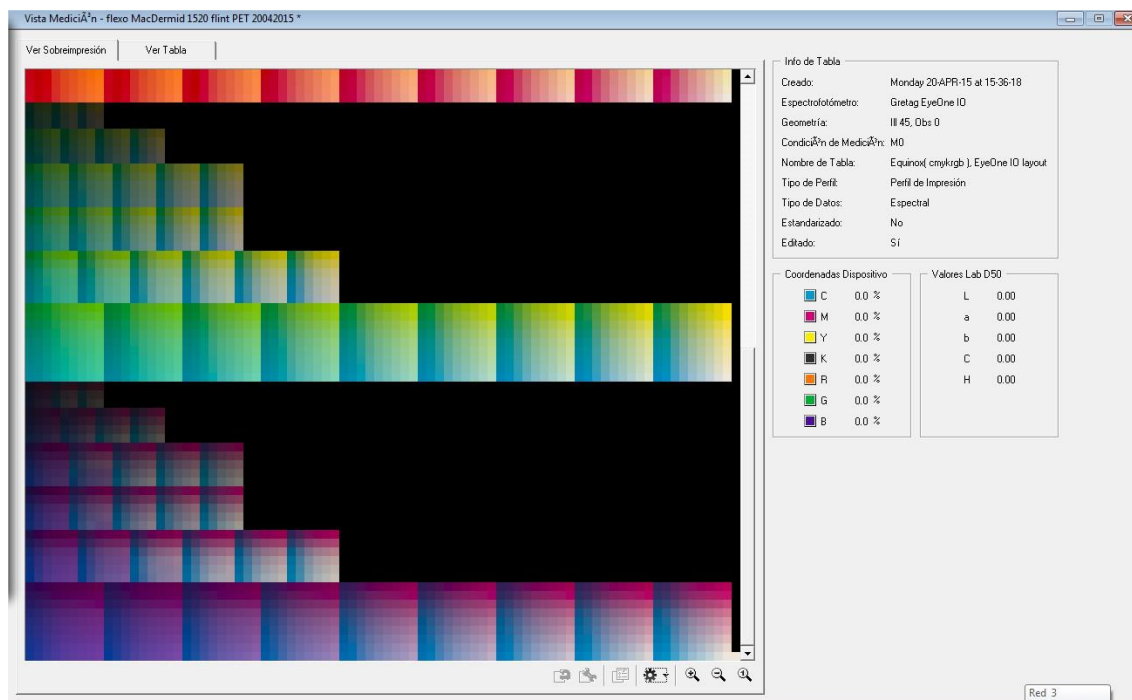


Fig. 34 Mostra de les lectures. Font: elaboració pròpia.

En cas que no s'aprecii cap salt important de color es procedeix a guardar les mesures i genera el perfil de color. La creació del perfil de color el programa el crea automàticament.

Les avantatges de tenir el perfil de color és la obtenció de colors pantones amb la heptacromia sense la necessitat de tenir una tinta i clixé en concret per la impressió d'un sol color. Amb aquesta millora s'aconsegueix un estalvi econòmic (veure apartat de valoració econòmica) i un estalvi d'espai.

3.4. Equip de mesura

En aquest apartat es tractarà l'equip de mesura que s'utilitzarà per prendre els valors de les mostres obtingudes durant la impressió, anomenat espectrodensitòmetre.

3.4.1. Espectrodensitòmetre

Es pot definir com un instrument per mesurar superfícies opaques o transparents, que aporta informació sobre la densitat òptica. Així mateix també pot donar informació colorimètrica

Funcionament

El funcionament del espectrodensitòmetre s'inicia amb una font de llum que envia un feix de llum blanca a l'objecte o superfície a mesurar. El feix de llum impacta contra la superfície, reflecta una certa part de la llum cap a la cambra i la llum és absorbida pel detector.

Un cop detectada la reflectància, el software processa la informació rebuda per poder donar un valor quantitatiu.

Explicat ja el funcionament, s'explicarà els paràmetres que s'han escollit per prendre una mesura. És molt important concretar quines són les condicions de mesures que s'utilitzen, ja que sinó els valors mesurats podrien distar molt.

Les condicions que s'analitzarà i es definirà són les següents:

- Observador
- Il·luminància
- Densitat absoluta vs Relativa
- Aplicant un filtre o sense filtre.
- Status.

3.4.2. Condicions de mesura

Tal i com s'ha explicat, unes de les parts més importants per interpretar correctament els resultats, és tenir ben definides les condicions. En el següent apartat s'explicarà el significat de cada condició i com es defineix.

Il·luminància.

Es podria definir la il·luminància com el color que transmet la font de llum que impactarà contra el material. A la imatge de continuació es pot veure com varia el color de temperatura segons el il·luminant o la temperatura del color.

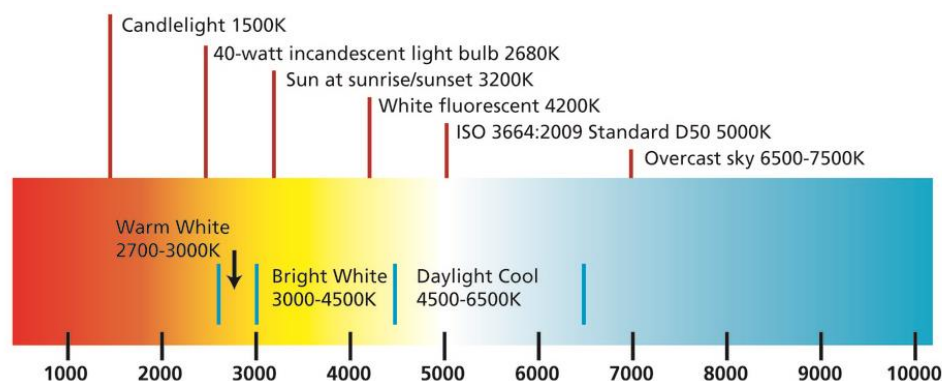


Fig. 35 Mostra del color de la llum segons color. Font: presentació XRite

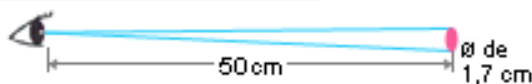
En el cas en concret que s'estudia, hi ha sobretot 2 tipus de il·luminants utilitzats, el primer el D50 o també el D65.

A Europa és més comú la utilització del **il·luminant de D50**.

Observador.

En el concepte de observador, hi hauria la opció escollir entre 2 valors diferent, observador de 2º i un observador de 10º. Com a concepte d'observador es podria entendre amb la següent imatge. Per tan l'angle marca el tamany de la mostra.

Àngulo de visualización de 2º



Àngulo de visualización de 10º

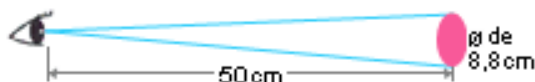


Fig. 36 Diferenciación entre angle del espectrofotòmetre. Font: Comexi Group

En el nostre cas s'utilitza l'**observador de 2º**. L'observador de 10º s'utilitza per l'observació de mostres d'un tamany més gran.

Densitat absoluta vs Relativa

La densitat es podria considerar com el logaritme de la inversa de la reflectància de un color a una certa longitud d'ona. Per tan, cadascun dels colors absorirà un cert rang de ones de l'espectre de llum.

Tenint definit el concepte densitat, cal diferenciar entre densitat relativa i absoluta. L'únic element que diferencia és com afecta el blanc a la mostra. En principi com a concepte de blanc idoni, el valor de densitat tindria que ser 0, per tan que no absorbeix llum. En canvi a la realitat el blanc no és perfecte i per tan absorbeix una quantitat de llum.

Per tan quan es pren una mesura, si es treballa amb densitat absoluta, el valor assolit és la quantitat de llum que absorbeix el blanc i la quantitat que absorbeix el color sobre el que es mesura.



Fig. 37 Diferència entre densitat absoluta i relativa. Font: Comexi Group.

Finalment podem afirmar que la densitat absoluta és la densitat del blanc més la densitat del color que estiguem mirant. Pel contrari la densitat relativa, és la densitat només del color que es vol mesurar, sense tenir present la densitat que pugui absorbir el substrat o el blanc de fons.

En el nostre cas **s'utilitza la densitat absoluta**.

Filtre

En aquest apartat s'explicarà quina és la funció de diferents filtres, M0, M1, M2 i M3.

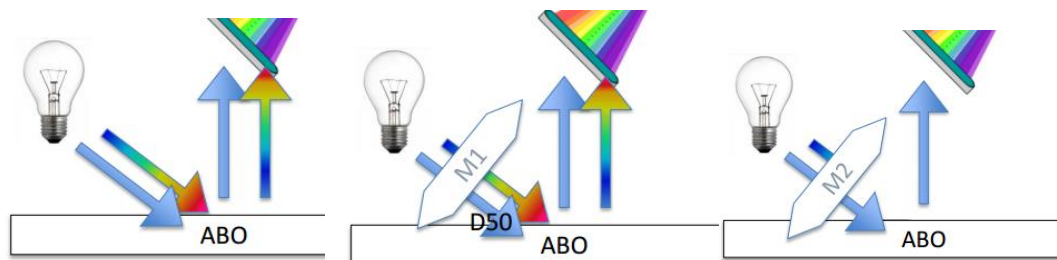


Fig. 38 Diferència entre diferent tipus de filtres. Font: presentació XRite

M0

El filtre M0 seria la llum a 5000K sense aplicar cap filtre. Es transmet tota la llum aplicada a la mostra.

M1

El filtre M1, s'encarrega de què aplicant una llum D50 o aplicant qualsevol altra llum, es pugui simular que s'hi introdueixi la mateixa llum ultraviolenta que hi pot haver a la llum

de dia. Aquest filtre s'aplica per tal de reduir les possibles divergència entre instruments, degut a la fluorescència que hi pugui haver als blancs.

M2

Amb aquest filtre es treu tota la llum ultraviolada que hi pugui haver a la llum. Amb aquest filtre el resultat colorimètrics poden no ser del tot correctes ja que no hi ha la llum ultraviolenta del dia.

M3

Aquest filtre s'aplica molt amb la tecnologia d'impressió d'offset. Aquest filtre s'encarrega de evitar la brillantor. Es sol aplicar per aconseguir els mateixos valors de tinta seca que la tinta molla.

En el nostre cas **no s'utilitza filtre (M0)**.

Status

L'elecció de l'estatus defineix en quin zona de l'espai espectral es mesura el valor de la densitat. Per tan l'estatus et defineix en quina longitud de ona s'agafa els valors. A la següent imatge es pot veure la diferents on es prenen els valors segons l'estatus.

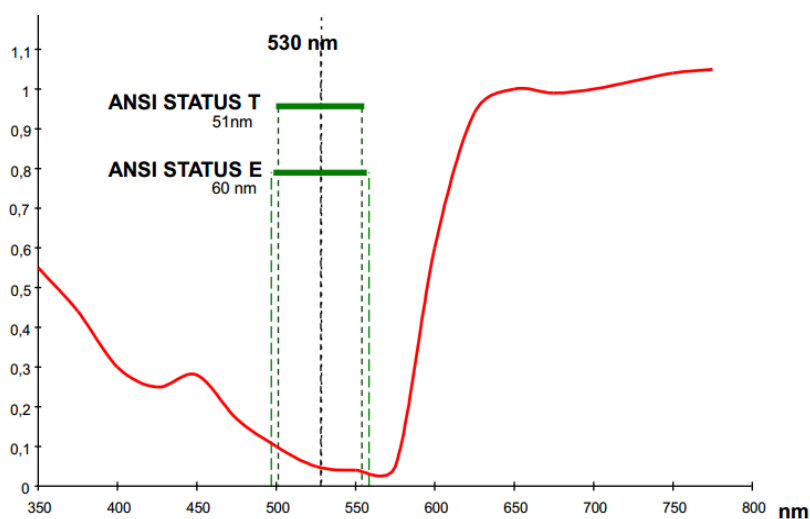


Fig. 39 Mostra la diferència entre l'elecció del status. Font: FTA

En el cas s'utilitzarà l'**ANSI E** que és la més habitual a Europa.

Resultats colorimètrics

Una de les mesures que serà molt important en el projecte serà les lectures colorimètriques. D'aquestes lectures s'obtenen el valors $L^*a^*b^*$ del color. El significat d'aquestes lectures l'única cosa que s'encarreguen és situar en l'espai de color un color a un punt en concret.

A la següent imatge es pot veure com és l'espai de color i com varien els valors.

A través del espai de color, per exemple en el moment de valorar els balanç de grisos ajudarà a saber quins colors cal pujar o quins colors cal baixar la corba de compensació.

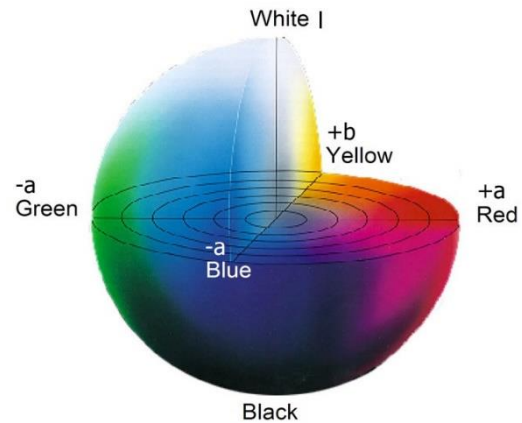


Fig. 40 Espai $L^*a^*b^*$. Font: wikipedia

4. RESULTATS

4. RESULTATS

En aquest apartat es mostraran els resultats obtinguts en la impressió de cadascun dels treballs. Abans de mostrar els resultats es dirà quines han estat les condicions d'impressió.

4.1. Benchmark

La prova consistirà a imprimir un test benchmark per a cadascuna de les tecnologies de planxa i de gravat. Concretament, les tecnologies que s'han utilitzat són les següents:

- Planxa KODAK gravat amb Kodak Digital Imager 2540 ppp flexcell NX.
- Planxa FlintAce amb gravat ESKO Full HD4000 ppp.
- Planxa McDermid ITP gravat ESKO HD 4000 ppp + Pixel +.
- Planxa dupont DPR amb gravat ESKO HD 4000ppp.

Aquestes tecnologies s'han escollit perquè són les més utilitzades en el sector de l'embalatge flexible.

Tot seguit, es definiran els paràmetres de la impressió:

Anilox

El test consisteix en la impressió de 2 clixés: el primer clixé de trama (magenta) i el segon d'un fons sòlid (blanc).

Magenta: Liniatura de 480 l/cm. Volum de 3.6 cm³/m². Apex

Blanc: Liniatura 120 l/cm. Volum de 12 cm³/m². Apex

Adhesiu

Els adhesius que s'utilitzen són els següents:

Magenta: 1520, adhesiu mig dur.

Blanc: 1720, adhesiu dur perquè s'aconsegueixi una bona transferència de tinta.

Tinta

La tinta escollida és la nitrocel·lulósica de la empresa Flint Group, concretament la **sèrie Flexiprint**.

Per tal de poder disposar de la tinta sempre amb les mateixes condicions, s'han mesurat els següents paràmetres de la tinta: la temperatura i la viscositat.

Blanc: Viscositat 18 segons. Temperatura 23°C.

Magenta: Viscositat 20 segons. Temperatura 23 °C.

Material

Tal i com s'ha dit anteriorment, la prova ideal seria fer-ho amb cadascun dels materials amb què es vol estandarditzar el procés. No obstant, finalment només s'ha fet amb un sol material per tal de no augmentar molt el cost del projecte.

Poliester de 870 mm d'amplada. Gruix de 12 micres. Tractament químic acrílic.

Condicions de la impressió

La velocitat escollida és de 300 m/min ja que es considera la velocitat mitjana amb què es fan els treballs.

La forma ideal de la impressió d'aquest treball seria imprimir un treball darrera l'altre, per tal d'assegurar que cadascuna de les planxes s'imprimeixin amb les mateixes condicions.

Un altre punt important és l'evolució de la trama en funció dels metres impressos. Per tan s'ha decidit agafar mostres només acabat el registre i a 500 metres havent acabat el registre.

Un cop impresos els tests Benchmark de cada tecnologia i abans de prendre els resultats, serà necessari definir correctament els paràmetres de mesura de les mostres. No tenir definits correctament els paràmetres del espectrofotòmetres, tal i com s'ha explicat en un apartat anterior, pot conduir a uns resultats i conclusions errònies.

Condicions de mesura

Tot seguit, només es nombraran les condicions de mesura:

- Observador. **2 °**
- Luminància. **D50.**
- **Densitat absoluta.**
- **Sense filtre.**
- Normativa. **ANSI E.**

Després de definir aquests paràmetres ja es pot procedir a analitzar les mostres.

4.1.1. Benchmark kodak

En aquest apartat es mostraran els resultats del benchmark utilitzant les planxes KODAK. Concretament, es mostrarà un conjunt de dades, només les necessàries per a poder escollir el tipus de trama/sòlid amb el que es voldrà seguir utilitzant en els següents testos.

Trama estàndard (AM)

Taula 6 Es mostra la densitat, guany de punt i l'increment de E-SP per cada % de punt. Font: elaboració pròpia.

% punt	Densitat	Guany de punt	DeltaE SP
100	1,71	0,00	100,00%
99	1,78	1,40	101,14%
95	1,74	5,21	100,68%
90	1,67	9,74	99,44%
80	1,28	15,66	90,03%
70	1,06	21,18	80,68%
60	0,94	27,36	74,11%
50	0,79	31,35	64,50%
40	0,66	33,99	54,98%
30	0,53	33,57	43,82%
20	0,40	30,59	32,22%
10	0,29	24,86	20,22%
5	0,23	19,03	15,03%
4	0,21	17,88	12,28%
3	0,20	16,83	10,85%
2	0,18	14,27	8,69%
1	0,17	11,68	7,00%
0,8	0,16	11,28	6,39%
0,6	0,15	8,62	7,53%

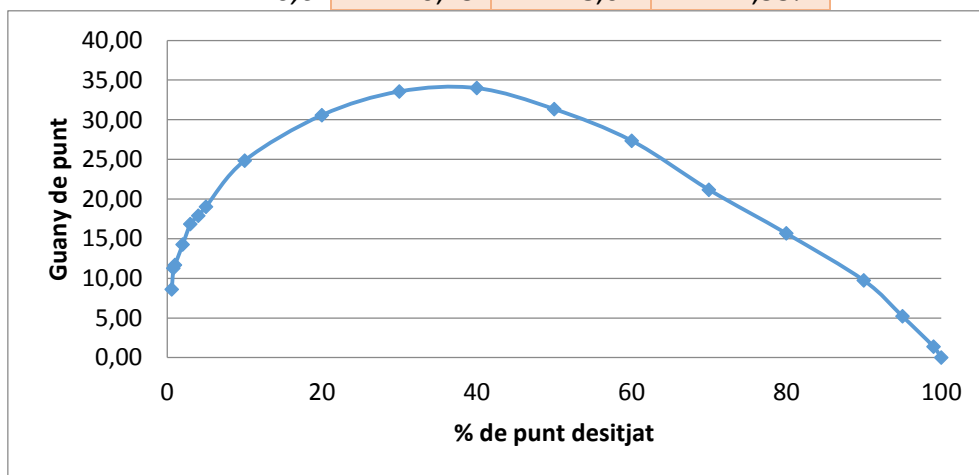


Fig. 41 Corba de guany de punt. Font: elaboració pròpia

Trama MT 21.

Taula 7 Es mostra la densitat, guany de punt i l'increment de E-SP per cada % de punt. Font: elaboració pròpia.

% punt	Densitat	Guany de punt	DeltaE SP
100	1,73	0,00	100,00%
99	1,77	1,21	100,74%
95	1,76	5,12	100,55%
90	1,67	9,63	99,22%
80	1,32	16,11	91,45%
70	1,08	21,46	81,70%
60	0,95	27,50	74,63%
50	0,80	31,33	64,62%
40	0,68	34,74	55,81%
30	0,57	36,76	46,80%
20	0,41	31,76	32,83%
10	0,30	25,77	20,78%
5	0,25	22,71	15,45%
4	0,22	19,94	13,30%
3	0,24	23,30	12,95%
2	0,18	13,77	8,48%
1	0,15	8,70	5,21%
0,8	0,14	7,30	3,80%
0,6	0,15	9,38	4,39%

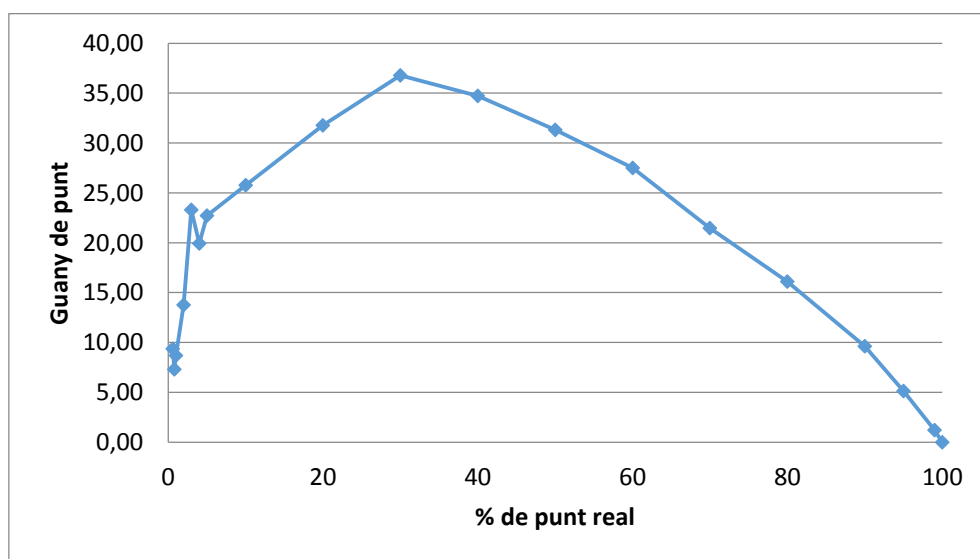


Fig. 42 Corba de guany de punt. Font: elaboració pròpia

Trama MT32

Taula 8 Es mostra la densitat, guany de punt i l'increment de E-SP per cada % de punt. Font: elaboració pròpia.

% punt	Densitat	Guany de punt	DeltaE SP
100	1,7339	0,00	100,00%
99	1,8188	1,43	99,50%
95	1,744	5,06	100,37%
90	1,6105	9,20	98,33%
80	1,3112	16,00	90,56%
70	1,097	21,90	81,92%
60	0,9561	27,86	74,67%
50	0,8183	32,42	65,82%
40	0,6807	34,96	55,93%
30	0,5722	37,17	47,36%
20	0,4333	33,88	34,79%
10	0,3117	28,19	22,37%
5	0,2456	22,63	15,46%
4	0,2238	19,77	12,93%
3	0,1999	16,33	10,15%
2	0,1648	10,33	6,30%
1	0,1442	6,95	3,82%
0,8	0,1315	4,35	2,45%
0,6	0,13	4,21	2,40%

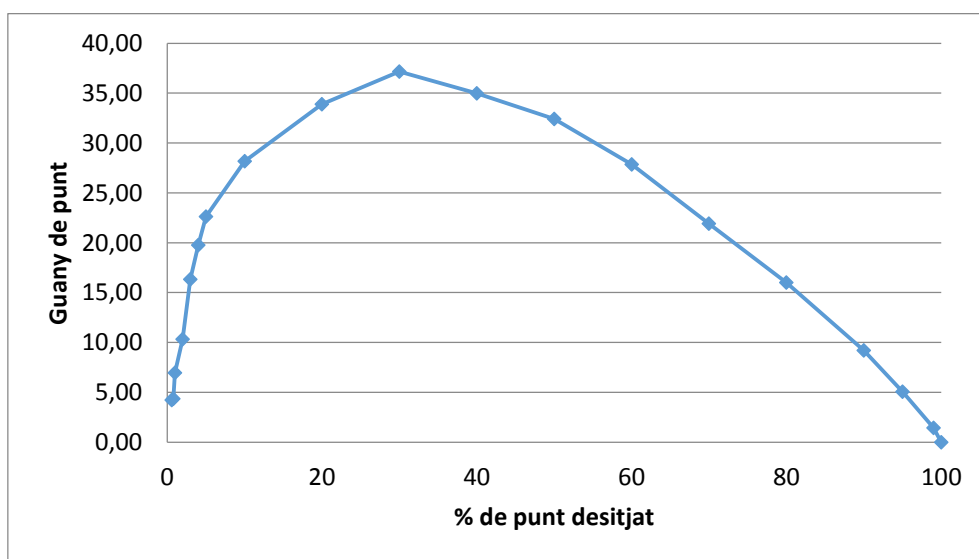


Fig. 43 Corba de guany de punt. Font: elaboració pròpia

MT21HFC1

Taula 9 Es mostra la densitat, guany de punt i l'increment de E-SP per cada % de punt. Font: elaboració pròpia.

% punt	Densitat	Guany de punt	DeltaE SP
100	1,728	0,00	100,00%
99	1,7987	1,37	100,22%
95	1,7236	4,97	99,67%
90	1,6574	9,57	98,98%
80	1,3036	15,92	90,43%
70	1,0886	21,72	81,73%
60	0,9667	28,24	75,31%
50	0,7999	31,58	64,81%
40	0,6915	35,66	56,74%
30	0,5335	33,90	43,76%
20	0,4386	34,48	33,98%
10	0,3259	30,27	22,02%
5	0,2348	20,75	14,52%
4	0,2219	19,44	12,83%
3	0,2035	17,02	10,73%
2	0,1824	13,91	8,33%
1	0,1688	12,16	7,00%
0,8	0,1645	11,47	6,46%
0,6	0,1655	11,88	6,33%

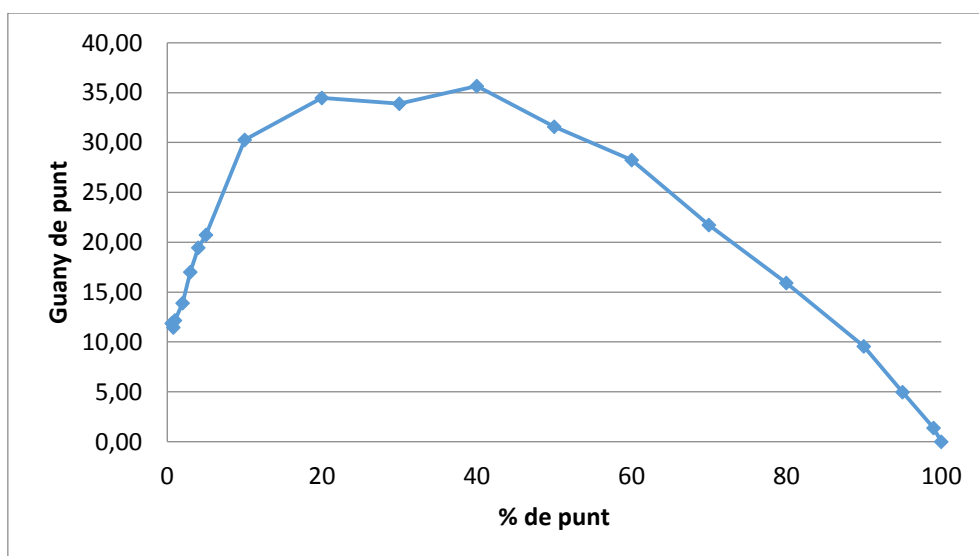


Fig. 44 Corba de guany de punt. Font: elaboració pròpia

HFC1

Taula 10 Es mostra la densitat, guany de punt i l'increment de E-SP per cada % de punt. Font: elaboració pròpia.

% punt	Densitat	Guany de punt	DeltaE SP
100	1,7138	0,00	100,00%
99	1,7399	1,15	100,32%
95	1,7542	5,23	100,63%
90	1,6677	9,71	99,44%
80	1,2767	15,58	89,87%
70	1,0828	21,65	81,59%
60	0,9402	27,42	74,11%
50	0,7942	31,37	64,56%
40	0,6872	35,46	56,66%
30	0,5408	34,60	44,41%
20	0,4185	32,25	33,41%
10	0,2941	25,57	20,71%
5	0,2419	22,02	15,06%
4	0,223	19,66	13,09%
3	0,2027	16,88	10,99%
2	0,1832	14,09	8,62%
1	0,1659	11,57	6,87%
0,8	0,1625	11,06	6,49%
0,6	0,1651	11,81	6,53%

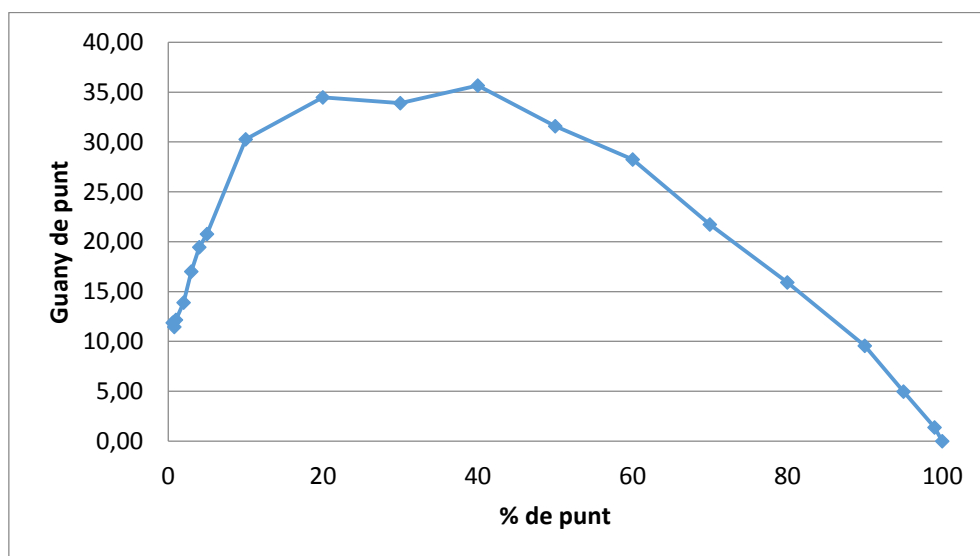


Fig. 45 Corba de guany de punt. Font: elaboració pròpia

Anàlisi de resultats

Per analitzar els resultats obtinguts es valoraran dues coses diferents.: en primer lloc, la densitat del sòlid (100% de punt) i en segon lloc, la transició del degradat.

La variació de les densitats entre els 5 tipus no és molt important. Per aquest motiu, es creu que no serà un factor molt rellevant en l'elecció de la trama/sòlid.

Analitzant visualment, per motius d'aparença, inicialment es descarta MT21, MT32, MT21HFC1. El principal motiu per el qual s'han descartat és que utilitza la trama estocàstica, és a dir, un punt aleatori a partir d'un % de punt mínim, i no s'obté un bon resultat òptic.

Per tant, dels 5 tipus de trama/sòlid que hi havia inicialment només queden dos tipus per a escollir. A la següent gràfica es mostra el guany de punt en funció del % de punt desitjat dels dos tipus restants.

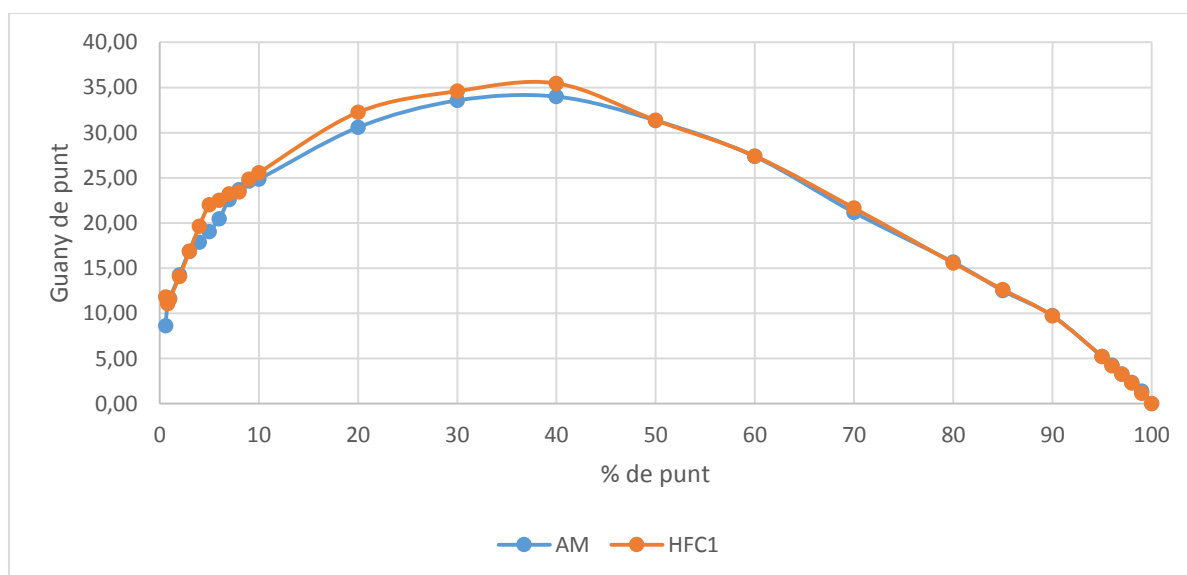


Fig. 46 Comparativa de la corba de guany de punt. Font: elaboració pròpia

Tal i com es pot veure en el gràfic superior, des de la primera part fins arribar aproximadament al 3% del percentatge de guany de punt, quasi no hi ha molta diferència. Per tant, el guany de punt no permet escollir entre les dues trames.

A partir d'aquest punt fins al 50 %, la trama HFC1 té més guany de punt, tot i no ser un guany de punt molt extrem. Finalment, veient que el resultat és molt igualat, s'ha optat per la trama AM ja que la trama HFC1 és el mateix que AM amb un punt de suport de 1. El motiu principal és que en tirades llargues el punt de suport de la HFC1 pot embrutir i distorsionar bastant el resultat.

Finalment, s'ha escollit la TRAMA/SÒLID estàndard (AM).

4.1.2. Benchmark Mac dermid itp

En aquest apartat s'analitzen els resultats obtinguts del Benchmark de Mac Dermid. En aquest cas, el sòlid i la trama s'estudien independentment. L'estudi s'inicia amb l'anàlisi dels resultats de les densitats independentment del degradat.

Taula 11 Taula comparativa de densitat pels sòlids. Font: elaboració pròpia.

	Densitat
<i>Punt Circular</i>	1.27
<i>MC 16P</i>	1.46
<i>MG 34 P+</i>	1.35
<i>MG 45 P+</i>	1.35
<i>MCWSI P+</i>	1.60
<i>MCWSI P06</i>	1.62
<i>P+</i>	
<i>MG 25</i>	1.20
<i>MG 34</i>	1.30

Seguidament es mostren els valors de guany de punt per als diferents valors de guany de punt. En la mostra, hi ha la combinació de diferents sòlids amb diferents trames. A continuació, es poden veure els resultats de cadascun.

PUNT CIRCULAR 75 °

Taula 12 Es mostra la densitat, guany de punt i l'increment de E-SP per cada % de punt. Font: elaboració pròpia.

% punt	Densitat	Guany de punt	Delta E-SP
100	1,27	0,00	100,00
95	1,27	4,94	100,02
90	1,22	9,13	98,60
80	1,12	17,02	94,27
75	0,98	18,30	87,19
70	0,91	20,73	82,75
60	0,68	19,44	65,96
50	0,57	21,36	56,05
40	0,46	20,61	45,38
30	0,36	19,15	35,19
20	0,25	12,45	22,43
10	0,16	4,34	10,92
9	0,14	1,63	8,79
8	0,14	2,01	8,50
7	0,14	2,79	8,40
6	0,14	3,31	8,01
5	0,13	3,18	7,53
4	0,13	3,79	7,31
3	0,13	4,79	7,24
2	0,13	5,68	7,26
1	0,14	8,49	8,04
0.5	0,13	7,00	7,02

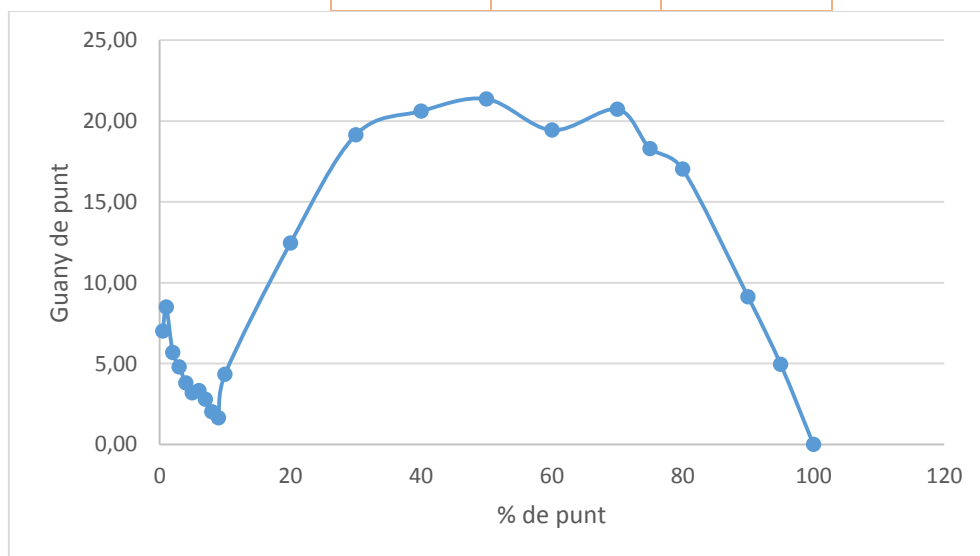


Fig. 47 Corba guany de punt. Font: elaboració pròpia.

C16 MC 16 P

Taula 13 Es mostra la densitat, guany de punt i l'increment de E-SP per cada % de punt. Font: elaboració pròpia.

% punt	Densitat	Guany de punt	Delta E-SP
100	1,46	0,00	100,00
95	1,34	3,58	96,85
90	1,22	6,57	92,71
80	1,08	13,67	86,70
75	0,97	15,57	80,84
70	0,85	16,06	73,67
60	0,63	14,24	58,00
50	0,53	16,30	48,91
40	0,44	17,55	40,80
30	0,36	17,42	32,47
20	0,26	13,26	22,22
10	0,16	4,11	10,24
9	0,14	0,85	7,96
8	0,13	-0,96	6,72
7	0,13	0,18	6,69
6	0,12	-1,04	5,73
5	0,11	-1,01	5,18
4	0,11	-0,15	5,06
3	0,11	-0,01	4,69
2	0,11	0,45	4,47
1	0,11	1,68	4,55
0.5	0,10	1,34	4,23

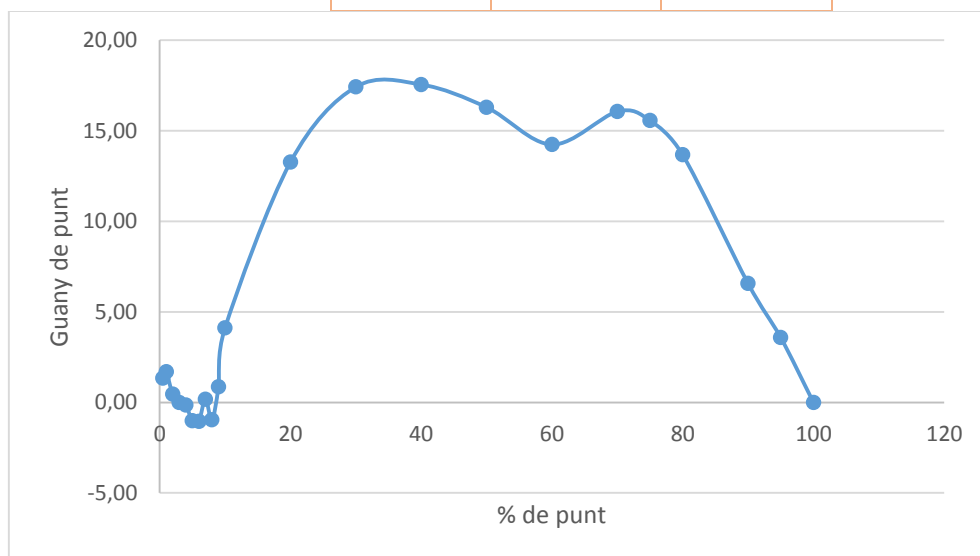


Fig. 48 Corba guany de punt. Font: elaboració pròpia.

C16 MG 34 P+

Taula 14 Es mostra la densitat, guany de punt i l'increment de E-SP per cada % de punt. Font: elaboració pròpia.

% punt	Densitat	Guany de punt	Delta E-SP
100	1,35	0,00	100,00
95	1,31	4,38	98,91
90	1,15	6,55	93,38
80	0,99	12,21	84,84
75	0,86	12,52	76,51
70	0,76	12,93	69,37
60	0,59	11,98	55,95
50	0,50	14,09	47,56
40	0,41	14,51	38,96
30	0,33	13,90	30,22
20	0,27	14,12	23,33
10	0,16	3,83	10,56
9	0,14	1,73	8,64
8	0,13	0,44	7,57
7	0,13	1,26	7,56
6	0,12	0,15	6,40
5	0,12	-0,10	5,82
4	0,11	-0,22	5,29
3	0,11	0,26	5,00
2	0,11	1,05	4,88
1	0,11	1,70	4,72
0.5	0,11	2,29	4,77

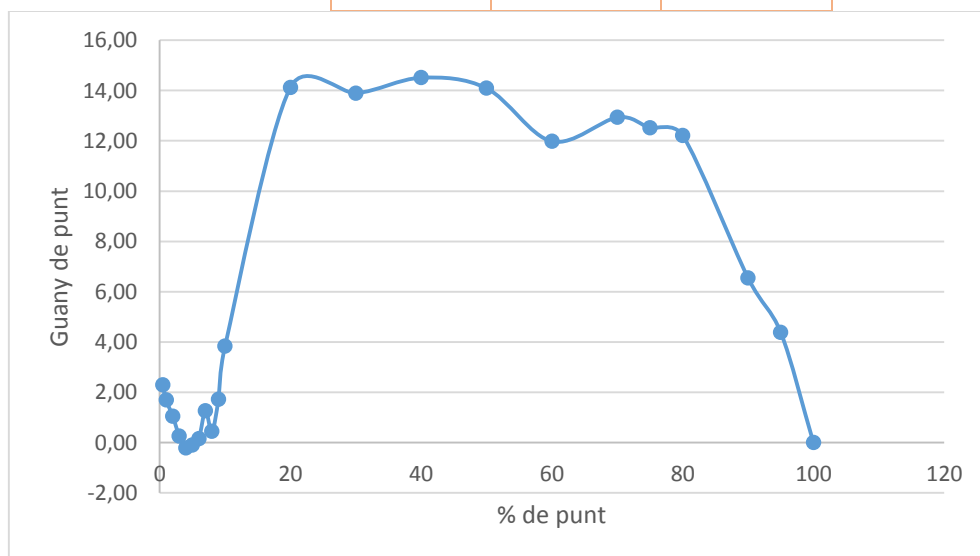


Fig. 49 Corba guany de punt. Font: elaboració pròpia.

C26 MG 45 P+

Taula 15 Es mostra la densitat, guany de punt i l'increment de E-SP per cada % de punt. Font: elaboració pròpia.

% punt	Densitat	Guany de punt	Delta E-SP
100	1,35	0,00	100,00
95	1,26	3,68	97,48
90	1,12	5,91	91,95
80	1,00	12,58	85,47
75	0,87	13,02	77,31
70	0,77	13,69	70,71
60	0,60	12,91	57,27
50	0,51	14,80	48,28
40	0,43	16,42	40,62
30	0,34	15,56	31,76
20	0,27	14,64	23,56
10	0,16	4,24	10,66
9	0,14	1,25	8,59
8	0,13	-0,48	7,24
7	0,13	0,61	7,38
6	0,12	-0,07	6,30
5	0,12	-0,40	5,72
4	0,11	-0,76	5,08
3	0,11	-0,73	4,58
2	0,11	0,17	4,55
1	0,11	1,39	4,62
0.5	0,10	0,86	4,20

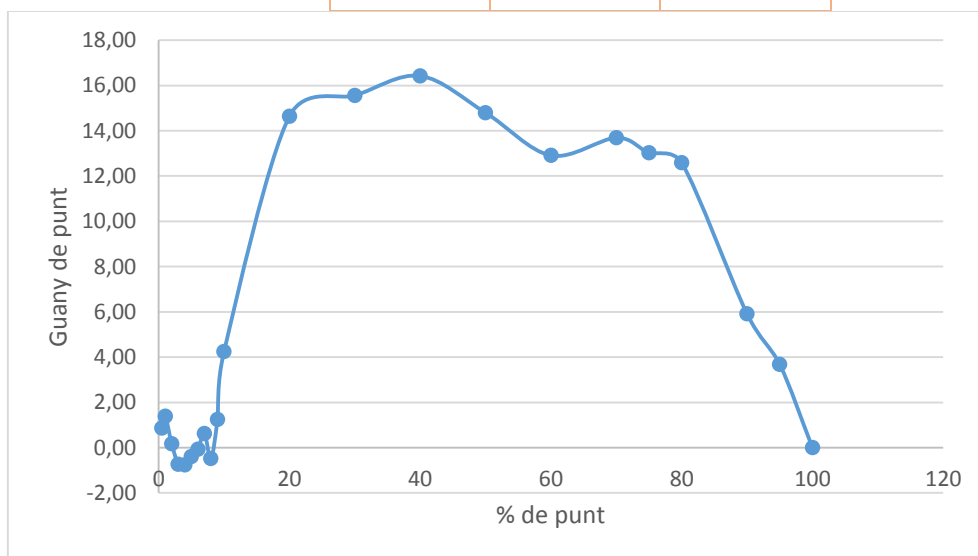


Fig. 50 Corba guany de punt. Font: elaboració pròpia.

C31 MCWSI P+

Taula 16 Es mostra la densitat, guany de punt i l'increment de E-SP per cada % de punt. Font: elaboració pròpia.

% punt	Densitat	Guany de punt	Delta E-SP
100	1,61	0,00	100,00
95	1,38	2,76	94,31
90	1,18	4,68	87,71
80	1,03	11,05	80,92
75	0,93	13,22	76,04
70	0,83	14,17	69,79
60	0,63	13,17	55,95
50	0,54	15,76	47,75
40	0,45	17,06	39,69
30	0,35	15,39	30,37
20	0,26	12,62	21,36
10	0,15	2,11	9,09
9	0,14	1,48	8,00
8	0,13	0,47	7,10
7	0,13	0,06	6,60
6	0,12	0,18	6,02
5	0,12	-0,27	5,45
4	0,12	0,51	5,22
3	0,11	0,09	4,65
2	0,10	-0,33	4,07
1	0,11	1,12	4,21
0.5	0,10	1,38	4,11

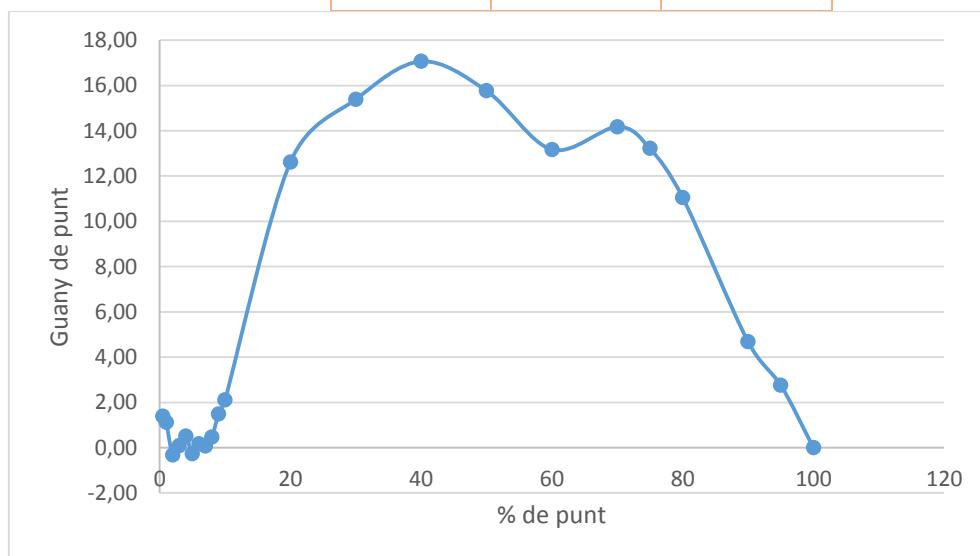


Fig. 51 Corba guany de punt. Font: elaboració pròpia.

C16 MCWSI P+

Taula 17 Es mostra la densitat, guany de punt i l'increment de E-SP per cada % de punt. Font: elaboració pròpia.

% punt	Densitat	Guany de punt	Delta E-SP
100	1,62	0,00	100,00
95	1,36	2,57	93,95
90	1,17	4,36	87,30
80	1,03	11,22	81,43
75	0,91	12,44	74,80
70	0,82	13,49	69,02
60	0,63	13,01	55,79
50	0,54	15,90	47,71
40	0,43	15,59	38,69
30	0,35	15,00	30,11
20	0,25	11,53	20,78
10	0,16	3,26	9,66
9	0,14	1,24	8,11
8	0,13	0,12	7,02
7	0,13	0,24	6,62
6	0,12	-0,30	5,89
5	0,12	-0,45	5,36
4	0,11	0,19	5,17
3	0,11	0,27	4,70
2	0,11	0,46	4,41
1	0,10	0,91	4,18
0.5	0,11	1,61	4,27

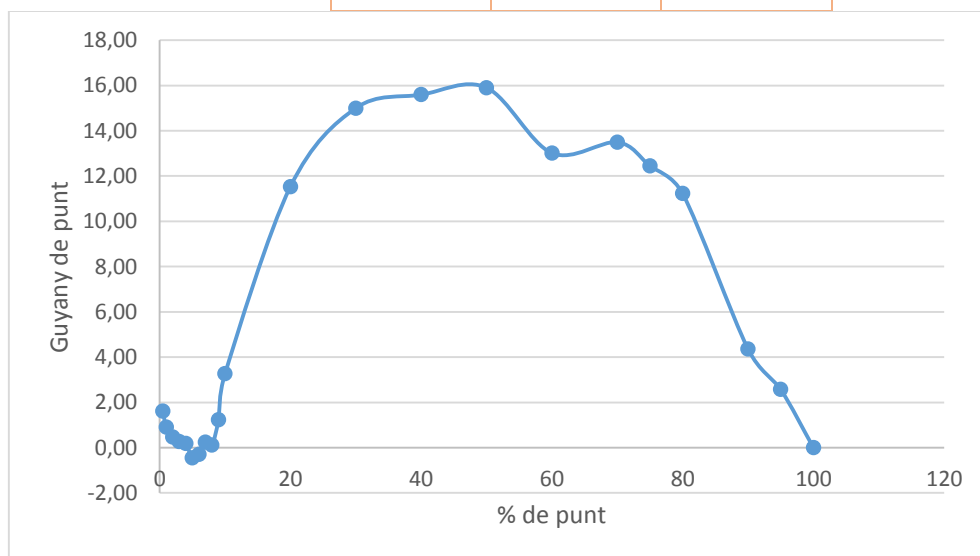


Fig. 52 Corba guany de punt. Font: elaboració pròpia.

C16 MCWSI P06 P+

Taula 18 Es mostra la densitat, guany de punt i l'increment de E-SP per cada % de punt. Font: elaboració pròpia.

% punt	Densitat	Guany de punt	Delta E-SP
100	1,62	0,00	100,00
95	1,30	1,63	91,69
90	1,08	2,36	83,12
80	1,03	11,10	80,99
75	0,94	13,19	75,59
70	0,82	13,71	69,18
60	0,62	12,55	55,18
50	0,50	12,13	44,23
40	0,43	15,38	38,25
30	0,35	15,78	30,74
20	0,26	12,62	20,90
10	0,15	2,05	9,08
9	0,14	1,02	7,92
8	0,13	-0,08	6,88
7	0,13	1,05	6,89
6	0,12	0,41	6,11
5	0,12	0,30	5,65
4	0,11	-0,48	4,90
3	0,11	-0,54	4,40
2	0,11	0,44	4,41
1	0,12	4,86	5,87
0.5	0,12	4,21	5,43

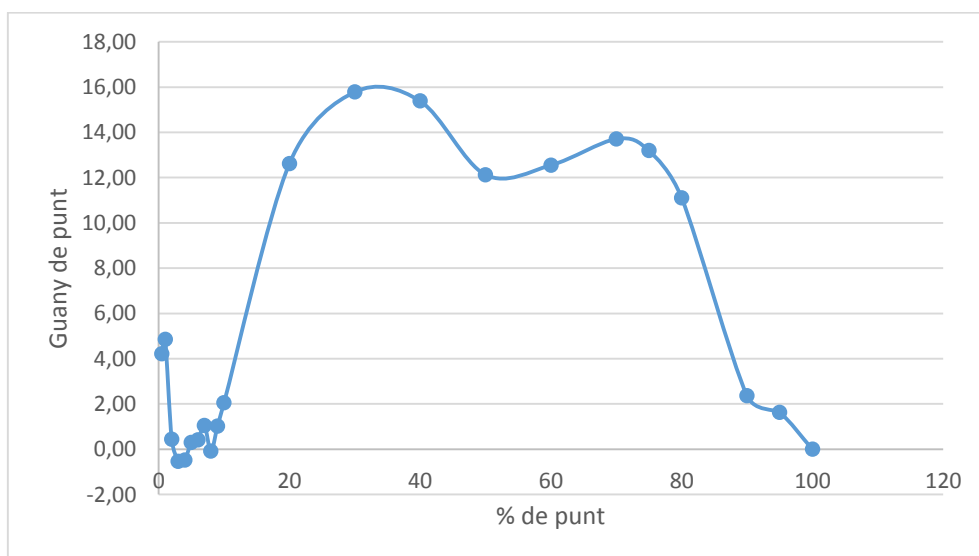


Fig. 53 Corba guany de punt. Font: elaboració pròpia.

C16 MG25

Taula 19 Es mostra la densitat, guany de punt i l'increment de E-SP per cada % de punt. Font: elaboració pròpia.

% punt	Densitat	Guany de punt	Delta E-SP
100	1,29	0,00	100,00
95	1,17	2,79	95,09
90	1,07	5,35	90,50
80	0,95	11,80	83,99
75	0,87	13,99	79,26
70	0,77	14,31	71,88
60	0,62	14,88	59,90
50	0,53	17,74	51,63
40	0,44	18,87	42,63
30	0,35	17,84	33,42
20	0,26	14,27	23,33
10	0,15	3,24	10,18
9	0,14	0,98	8,47
8	0,13	0,31	7,48
7	0,13	0,54	7,28
6	0,12	0,78	6,81
5	0,12	0,53	6,18
4	0,11	-0,18	5,45
3	0,11	1,05	5,54
2	0,11	1,53	5,34
1	0,11	2,39	5,22
0.5	0,11	3,05	5,23

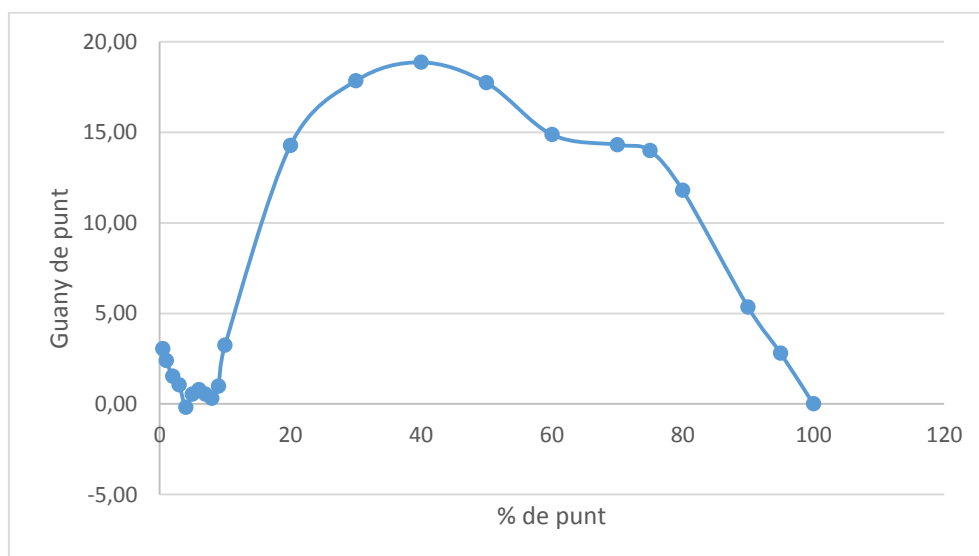


Fig. 54 Corba guany de punt. Font: elaboració pròpia.

C16 MG34 P+

Taula 20 Es mostra la densitat, guany de punt i l'increment de E-SP per cada % de punt. Font: elaboració pròpia.

% punt	Densitat	Guany de punt	Delta E-SP
100	1,30	0,00	100,00
95	1,32	5,24	101,17
90	1,16	7,50	95,60
80	0,98	12,65	85,77
75	0,89	14,32	79,76
70	0,76	13,42	70,94
60	0,60	13,23	58,09
50	0,50	14,80	48,42
40	0,41	14,71	39,62
30	0,33	14,62	30,44
20	0,27	14,74	23,63
10	0,15	2,69	9,95
9	0,14	0,52	8,34
8	0,13	0,53	7,73
7	0,13	-0,02	6,96
6	0,12	0,34	6,57
5	0,12	0,57	6,14
4	0,11	0,52	5,66
3	0,11	0,60	5,23
2	0,12	2,85	5,83
1	0,11	2,17	5,07
0.5	0,11	3,85	5,60

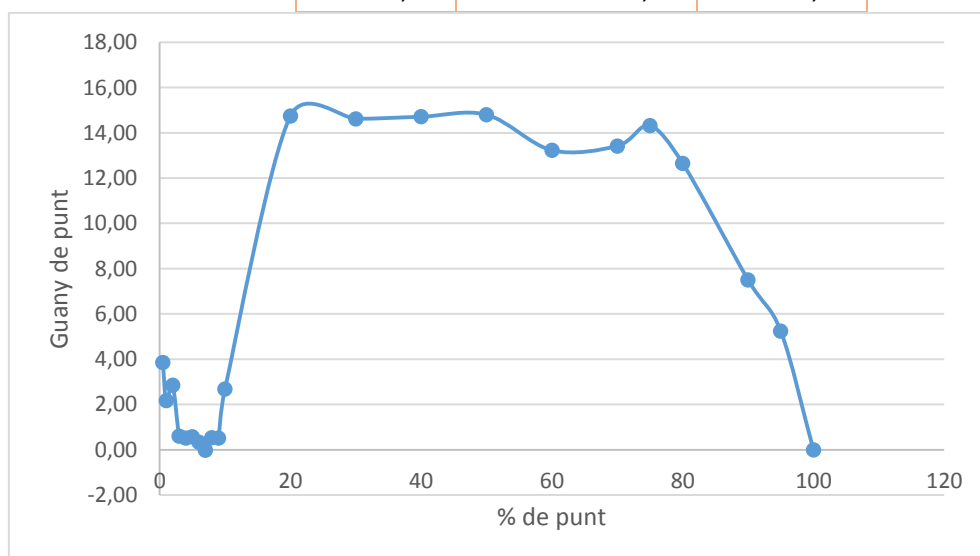


Fig. 55 Corba guany de punt. Font: elaboració pròpia.

Anàlisi de resultats

Per analitzar els resultats es valoren dues coses diferents. El resultat del sòlid (valor de la densitat al 100% de punt) i la transició del degradat, els dos per separat.

Els valors de densitat dels sòlids són molt diferents. Concretament, els valors més elevats de sòlids s'obtenen amb els sòlids MC 16P (1,46), MCWSI P+ (1.60) i MCWSI P06 P+ (1.62).

La resta de valors són baixos en comparació amb els anteriors , i per això, es decideix descartar la resta.

En el moment d'escollir la trama només hi ha 3 opcions diferents. Concretament, s'escull la trama C16 amb el sòlid MC 16 pel fet que a la transició de sòlid a trama s'obté un resultat visual molt bo i uniforme, i el valor de la densitat és més elevat que la resta, tot i ser una mica inferior als valors de la MCWSI.

4.1.3. Benchmark flint

En aquest apartat s'analitzaran els resultats obtinguts del benchmark de Flint. Els valors de la densitat i degradat s'analitzen per separat. Inicialment, es mostraran els valors de les densitats als sòlids.

Taula 21 Taula densitat. Elaboració pròpia

	Densitat
MCWSI P06 P+	1,6101
MG 25	1,4673
MG34P+	1,3137
MG54 P+	1,5074
MCWSI P+	1,5589
MC 2X2C	1,481
MC 16P	1,4039
No MC	1,3459

Seguidament, es mostraran els valors del guany de punt a cada % de punt i els valors del Delta E-SP per cadascun dels degradats, però només del 0-7 % ja que és el % de punt que canvia entre cada transició és només entre el 0 i el 7%.

C25SD4

Taula 22 Es mostra la densitat, guany de punt i l'increment de E-SP per cada % de punt. Font: elaboració pròpia.

% punt	Densitat	Guany de punt	$\Delta E-SP$
6,4	0,2753	26,6472827	19,0639689
6	0,2745	26,9180906	18,4670019
5,6	0,2597	24,8846067	17,2856559
5,2	0,2614	25,5683626	17,4531197
4,8	0,2438	22,9761797	15,408389
4,4	0,2373	22,2400886	14,7861586
4	0,2287	21,1105821	13,7462474
3,6	0,2219	20,2795792	13,1932472
3,2	0,2131	19,0576352	12,0118105
2,8	0,1958	16,1716124	10,0715645
2,4	0,1863	14,710691	9,131421
2	0,1728	12,3952085	7,38450113
1,6	0,161	10,3515466	6,12637943
1,2	0,1435	7,00299766	4,11750809
0,8	0,1367	5,90517946	3,14733506
0,4	0,1224	3,07778975	1,39513955

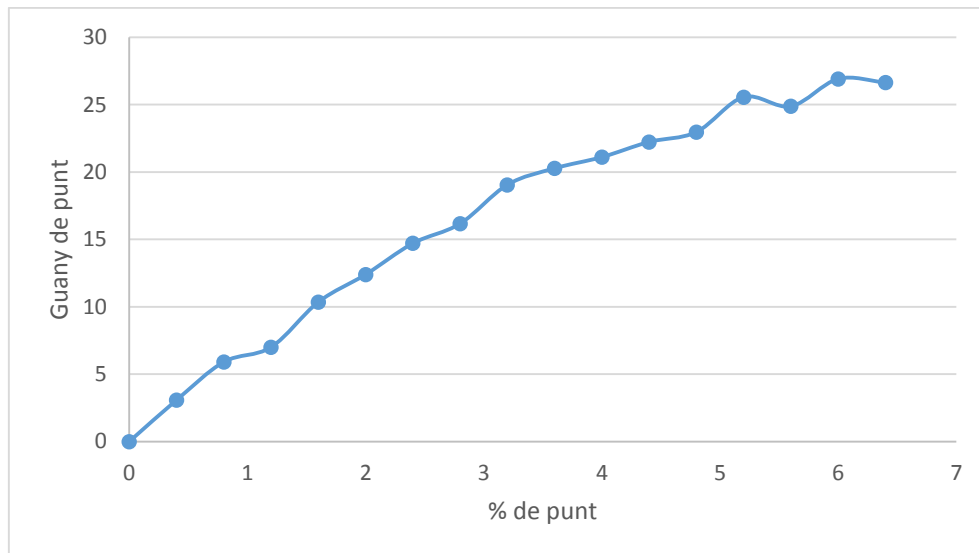


Fig. 56 Corba guany de punt. Font: elaboració pròpia.

C21SD4

Taula 23 Es mostra la densitat, guany de punt i l'increment de E-SP per cada % de punt. Font: elaboració pròpia.

% punt	Densitat	Guany de punt	$\Delta E-SP$
6,4	0,2588	24,4730808	18,268452
6	0,2611	25,2643497	18,0520623
5,6	0,2545	24,5359963	17,3569263
5,2	0,2488	23,947614	16,6919781
4,8	0,2421	23,1691234	15,8647242
4,4	0,236	22,4802424	15,1382659
4	0,2255	20,9697431	14,1401973
3,6	0,2182	20,0140076	13,2353695
3,2	0,2135	19,529	12,4570526
2,8	0,1955	16,4496302	10,551182
2,4	0,1894	15,6374131	9,83264975
2	0,1763	13,3758623	8,31249336
1,6	0,1664	11,710522	7,0321717
1,2	0,149	8,36445711	4,8956276
0,8	0,1417	7,14758757	3,83855296
0,4	0,1257	3,90725092	1,7284872

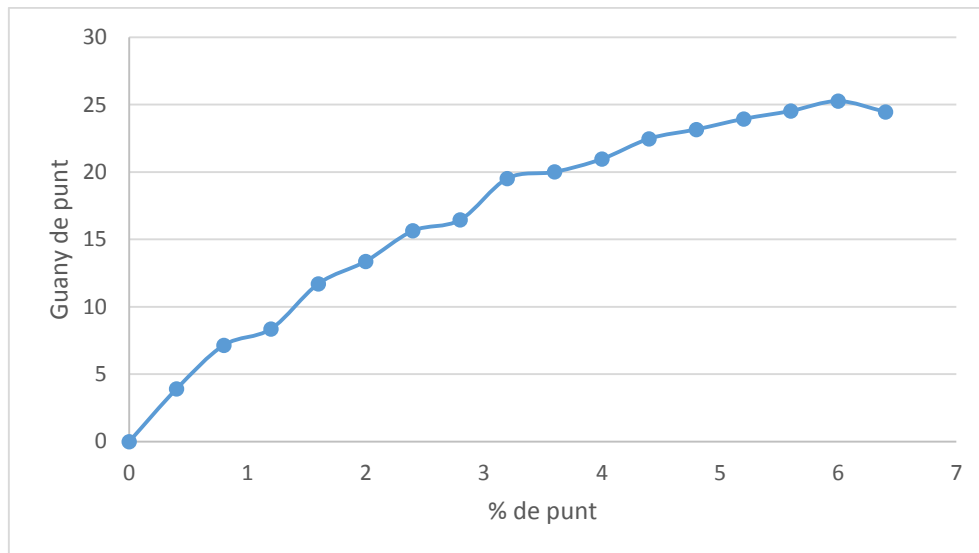


Fig. 57 Corba guany de punt. Font: elaboració pròpia.

C18SD4

Taula 24 Es mostra la densitat, guany de punt i l'increment de E-SP per cada % de punt. Font: elaboració pròpia.

% punt	Densitat	Guany de punt	$\Delta E-SP$
6,4	0,271	26,9462091	19,8514696
6	0,2623	25,8701847	18,8580737
5,6	0,2523	24,5366737	17,7402324
5,2	0,2509	24,6907812	17,6169957
4,8	0,2383	22,8417121	16,2440194
4,4	0,2347	22,5870447	15,5521251
4	0,2217	20,5772692	14,3311258
3,6	0,2161	19,9167756	13,6297831
3,2	0,2083	18,8166851	12,7279362
2,8	0,2018	17,945864	11,8526294
2,4	0,1948	16,9558481	10,9241751
2	0,181	14,5490294	9,07057364
1,6	0,1689	12,4135129	7,52985365
1,2	0,1504	8,79771754	5,2842508
0,8	0,1398	6,81850271	3,83375925
0,4	0,1253	3,86842263	1,88481065

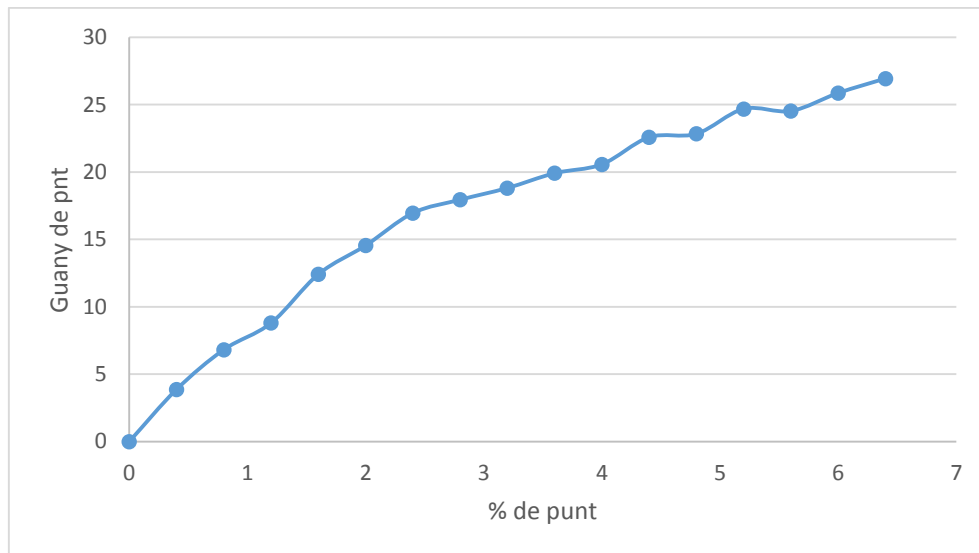


Fig. 58 Corba guany de punt. Font: elaboració pròpia.

C15SD4

Taula 25 Es mostra la densitat, guany de punt i l'increment de E-SP per cada % de punt. Font: elaboració pròpia.

% punt	Densitat	Guany de punt	ΔE-SP
6,4	0,2604	24,6008378	17,9367686
6	0,2645	25,6910948	18,1506533
5,6	0,2537	24,2587371	16,9956713
5,2	0,2508	24,158905	16,7568095
4,8	0,2388	22,4547857	15,4320656
4,4	0,2303	21,3287975	14,4038997
4	0,2233	20,4494808	13,7039447
3,6	0,2156	19,4182103	12,9268615
3,2	0,2074	18,265839	11,8338638
2,8	0,1992	17,0838786	10,8005699
2,4	0,1931	16,2875273	10,2868127
2	0,1791	13,8774249	8,53631411
1,6	0,1695	12,2974696	7,39023265
1,2	0,1544	9,4932363	5,38132733
0,8	0,145	7,84154678	4,25768674
0,4	0,1243	3,56379941	1,97763181

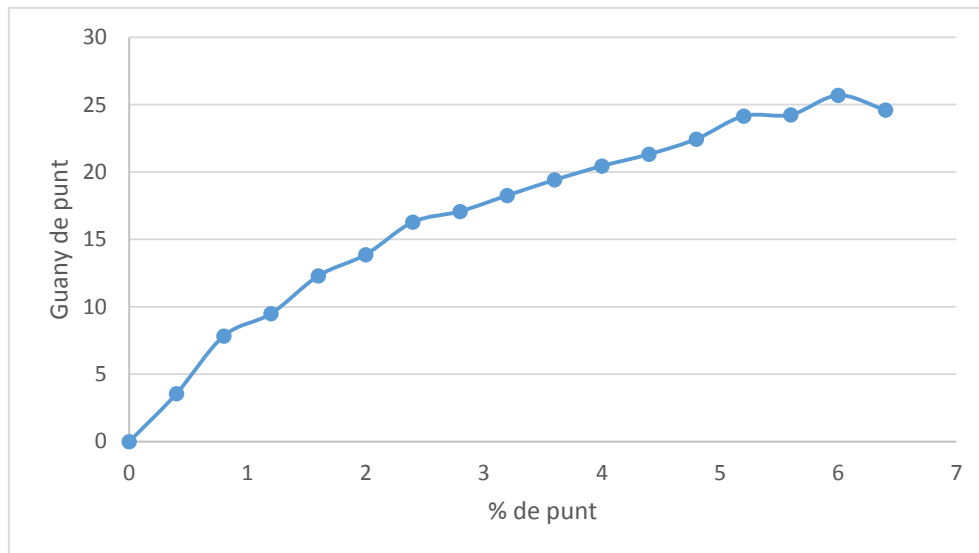


Fig. 59 Corba guany de punt. Font: elaboració pròpia.

AM

Taula 26 Es mostra la densitat, guany de punt i l'increment de E-SP per cada % de punt. Font: elaboració pròpia.

% punt	Densitat	Guany de punt	$\Delta E-SP$
6,4	0,2634	25,7304566	19,0423593
6	0,2621	25,9074155	18,7553184
5,6	0,2514	24,4460304	17,4993929
5,2	0,2472	24,1027676	17,4436004
4,8	0,2377	22,7948232	16,2042778
4,4	0,2292	21,6346698	15,2867666
4	0,2218	20,6513314	14,2147405
3,6	0,2149	19,7400524	13,4670842
3,2	0,2086	18,9244661	12,8994419
2,8	0,1982	17,278798	11,4582968
2,4	0,1942	16,8788662	10,993063
2	0,1843	15,2670604	9,55977613
1,6	0,1742	13,5668026	8,45961971
1,2	0,1637	11,7309594	7,20542652
0,8	0,1259	3,61918066	2,0360167
0,4	0,1099	0,18708806	0,28219826

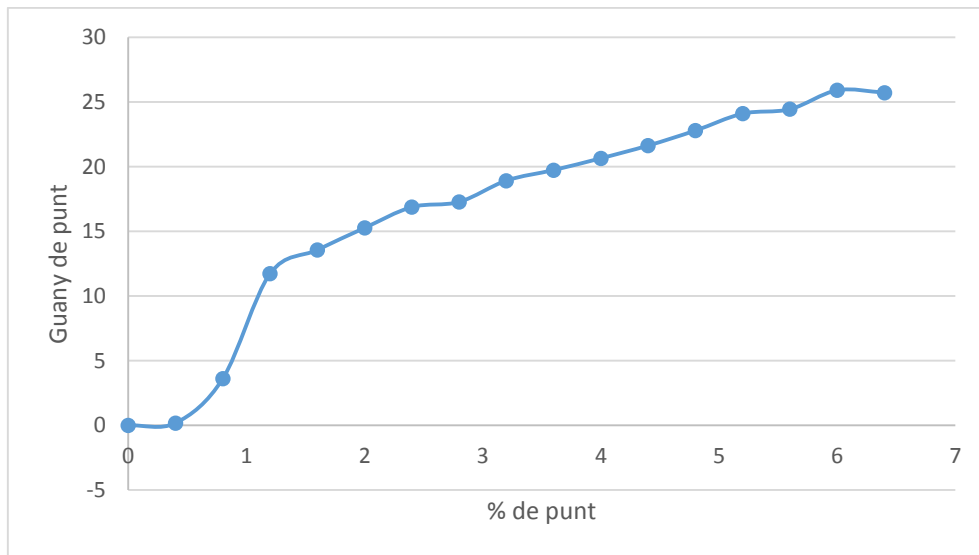


Fig. 60 Corba guany de punt. Font: elaboració pròpia.

Anàlisi de resultats

Un primer anàlisi molt ràpid, només fent una valoració òptica es podria afirmar que hi ha una gran variació entre els diferents tipus de sòlids. També com una visió general del degradats no tots són tan uniformes com en els casos anteriors.

Anàlisi de sòlids

Per tal d'escollir el sòlid s'utilitza el valor de densitat més elevat. Concretament, tal i com es pot veure a la primera taula de l'estudi del benchmark de flint és el MCWSI P06+.

Anàlisi de trames

Inicialment es descarta la trama C15 SD4 per tal d'evitar que en tiratges llargs la trama es pugui embrutir. Seguidament, es descarta la trama AM ja que tal i com es pot veure en les gràfiques anteriors, el guany de punt és més elevat.

Per tant, només queden 3 tipus de trames: la C18 SD4, la C21SD4 i la C25SD4. D'aquestes 3, la C25SD4, es descarta ja que el punt mínim és molt gros. Finalment, s'escull la opció més conservadora, la C21SD4, per tal d'assegurar que la trama no s'embruti en cas d'haver de fer tirades llargues.

En conclusió s'ha escollit el sòlid MCWSI P06+ i la trama C21SD4.

Aquesta caracterització no es seguirà per tal d'incrementar considerablement els costos del projecte.

4.1.4. Benchmark Dupont DPR amb HD

En aquest apartat s'explicaran quins han estat els passos per a seleccionar el sòlid i la trama.

En aquest cas no s'ha imprès el test benchmark per a reduir els costos. A més, amb l'experiència obtinguda en els casos anteriors ens permet treure conclusions i també, gràcies a l'experiència del proveïdor d'aquesta planxa.

Per a l'elecció del sòlid s'ha basat en l'experiència del cas MacDermid. Concretament, s'ha escollit el **sòlid MC16** ja que permet una transició de sòlid al degradat uniforme sense reduir considerablement el valor de la densitat. Per tant, en aquest cas s'utilitza el mateix sòlid del cas de MacDermid.

D'altra banda, l'elecció de la **trama C56** es basa en el coneixement i l'experiència del proveïdor.

4.2. Test de calibració

Igual com en el cas anterior del test Benchmark, primer cal definir primer quines són les condicions d'impressió, definint cadascun dels paràmetres que s'han escollit.

Tecnologies d'impressió

En aquest esglaó s'ha descartat una tecnologia de planxa, com són les planxes Flint. El principal motiu va ser per reduir el temps i el cost del projecte.

En tot cas, les planxes amb les que si que es segueix el test, són :

Taula 27 Tecnologies de planxa, CDI per grabar i exposició de planxes que serà utilitzades. Font: elaboració pròpia.

Planxa	CDI	Exposició
Dupont DPR	ESKO HD 4000 ppp	UV-A Lamps a 18mW/cm ²
Mac Dermid	ESKO HD 4000 ppp	UV-A Lamps a 18mW/cm ²
Kodak NXH	Kodak Digital Imager 2540ppp. Flexcell Hx	UV-A Lamps a 18 mW/cm ²

Corba de compensació

Aquest concepte anomenat corba de compensació, consisteix en aplicar una modificació en el punt teòric del clíx per tal de aconseguir el guany que s'adapti millor al resultat o que pugui ser més pròxim al resultat desitjat..

Inicialment, es decideix aplicar una corba H34, que significa que el guany de punt teòrica al 50%, s'hi apliqui un 34%. En referència a la lletra H, fa referència al pendent de la corba. També a la següent taula es poden veure alguns valors de la corba de compensació. A més a més també es pot veure la corba de compensació en un gràfic.

Taula 28 Valors de la corba de compensació F34. Font: elaboració pròpia.

Punt desitjat	Punt real	Punt desitjat	Punt real
0	0	60	44.73
10	2,55	70	56,67
20	6,95	80	69,64
30	14,69	90	83,8
40	23,9	100	100
50	33,97		

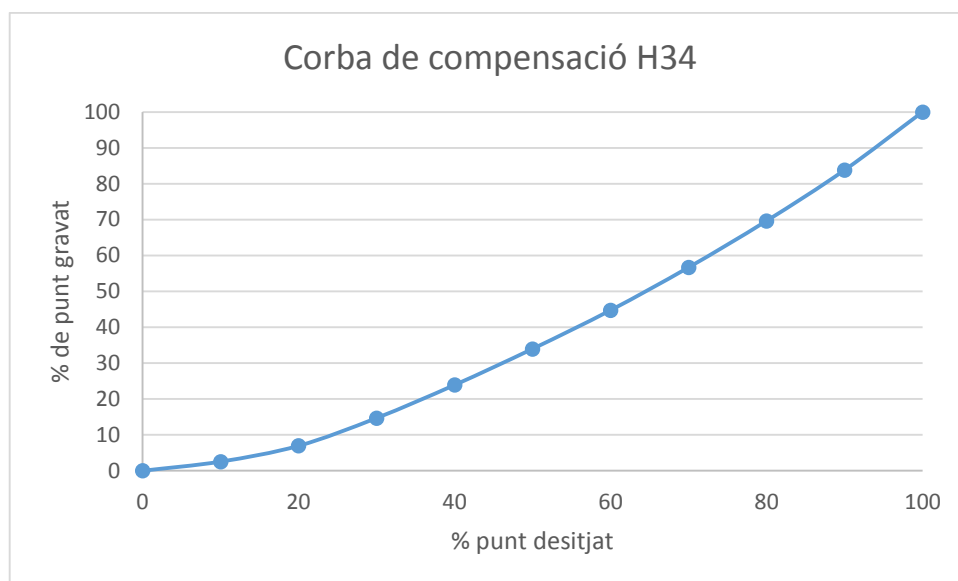


Fig. 61 Gràfica de la corba de compensació. Font: elaboració pròpia.

Aquesta corba de compensació s'aplicarà a cada planxa tan del test de calibració de Kodak com de Mac Dermid. Per l'últim cas, Dupont amb tecnologia HD es decideix aplicar la corba de compensació F42. A continuació igual com en el cas anterior es mostra la taula i la corba de compensació.

Taula 29 Taula de valors de la corba de compensació F42. Font: elaboració pròpia.

Punt desitjat	Punt real	Punt desitjat	Punt real
0	0	60	52.18
10	5.76	70	62.67
20	13.51	80	73.77
30	22.44	90	85.98
40	32.05	100	100
50	42		

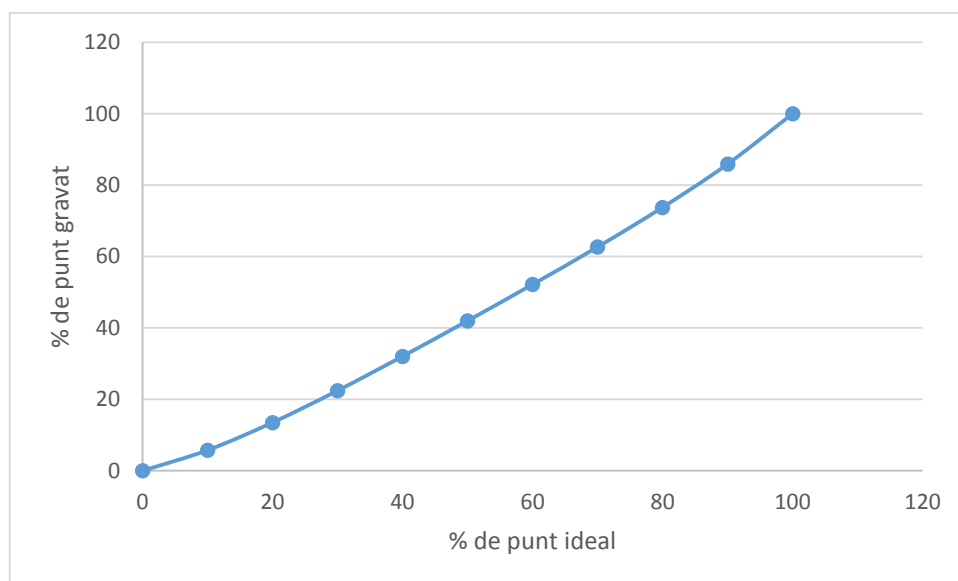


Fig. 62 Corba de compensació F42. Font: elaboració pròpia.

Condicions d'impressió

Definides les tecnologies, s'iniciarà a definir els paràmetres d'impressió. Els paràmetres establerts són els següents:

Ordre d'impressió

A la següent taula es pot veure l'ordre de color, i també a quin tinter de la màquina està posat cada color.

Tinter	Color
1	Negre
2	Violeta
3	Cian
4	Verd

Tinter	Color
8	Blanc
7	Groc
6	Taronja
5	Magenta

L'ordre en què s'ha col·locat els tinters, és per simular millor la posició de cada tinter a la màquina.

Anilox

El test, tal i com s'ha explicat en l'apartat de tot el procés, els colors d'aquest test consta de 7 colors, CYMK+OGV, i un blanc de fons. Per la impressió d'aquest treball s'utilitzen els següents anilox:

Cyan, magenta, groc, negre, taronja, verd i violeta. Liniatura de 480 l/cm. Volum de 3.6 cm³/m². Apex

Blanc. Liniatura 120 l/cm. Volum de 12 cm³/m². Apex

Adhesiu

Els adhesius que s'han utilitzat per els clixés són :

Cyan, magenta, groc, negre, taronja, verd i violeta. 1520, duresa mitja alta.

Blanc. 1720, adhesiu dur perquè s'aconsegueixi una bona transferència de tinta.

Tinta

La tinta pels dos casos és una tinta nitrocel·lulósica de la empresa Flint group, concretament la **sèrie Flexiprint**.

Així mateix, per tal de poder disposar de la tinta sempre amb les mateixes condicions, s'han mesurat els següents paràmetres de la tinta, temperatura i viscositat.

Blanc. Viscositat 18 segons. Temperatura 23°C.

Cyan, magenta, groc, negre, taronja, verd i violeta. Viscositat 20 segons. Temperatura 23 °C.

Material

Tal i com s'ha dit anteriorment, lo idea seria realitzar la prova per cadascun dels materials que es volgués estandarditzar el procés. Concretament s'ha utilitzat:

Poliester de 870 mm d'amplada. Gruix de 12 micres. Tractament acrílic.

Velocitat d'impressió.

La velocitat que s'ha escollit ha estat de 300 m/min ja que es pot considerar la velocitat mitjana amb la qual es fan els treballs de producció.

Un altre punt important és com evolució la trama en funció dels metres. Per tant, s'ha decidit agafar mostres només acabat el registre i als 500 metres acabat el registre.

Condicions de mesura.

Tal i com s'ha explicat en l'apartat de condicions de mesura el significat de les condicions, a continuació només es nombraran les condicions:

- Observador. **2 °**
- Il·luminància. **D50**.
- **Densitat absoluta.**
- **Sense filtre.**
- Normativa. **ANSI E.**

Després d'haver definit aquests paràmetres ja es podrà procedir a analitzar les mostres.

4.2.1. Test de calibració kodak

En aquest apartat es presentaran els resultats del test de calibració de KODAK tot utilitzant les corbes de compensació H34.

El primer punt que s'analitzarà serà el guany de punt.

Guany de punt

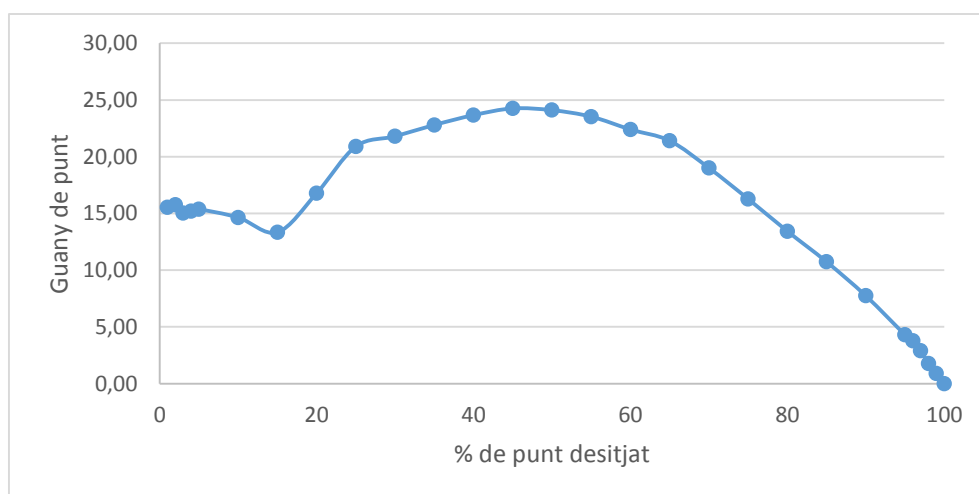
A la següent taula es pot veure el % de punt teòric que s'hauria d'obtenir, l'increment de punt, la densitat i finalment, el valor $\Delta E-SP$.

Taula 30 Densitat, guany de punt i $\Delta E-SP$. Font: elaboració pròpia.

% punt	NEGRE			MAGENTA		
	Densitat	Guany de punt	$\Delta E-SP$	Densitat	Guany de punt	$\Delta E-SP$
0	0,04			0,04		
100	1,87	0,00	100,00	1,86	0,00	100,00
90	1,47	7,74	88,36	1,44	7,47	93,75
80	1,14	13,43	75,30	1,09	12,43	82,74
70	0,95	19,01	66,32	0,91	17,88	74,52
60	0,77	22,40	56,30	0,74	21,44	64,93
50	0,61	24,10	46,64	0,66	27,25	58,95
40	0,47	23,66	36,97	0,51	27,42	47,57
30	0,35	21,79	27,94	0,40	27,11	37,83
20	0,24	16,77	18,41	0,27	21,95	25,78
10	0,16	14,64	11,73	0,15	13,26	13,93
5	0,14	15,35	9,55	0,13	13,74	11,11
1	0,12	15,53	7,63	0,11	14,31	9,07

% punt	GROC			CIAN		
	Densitat	Guany de punt	ΔE -SP	Densitat	Guany de punt	ΔE -SP
0	0,05			0,04		
100	1,70	0,00	100,00	1,87	0,00	100,00
90	1,46	8,37	121,02	1,50	7,95	94,54
80	1,32	16,82	116,13	1,23	14,90	88,20
70	1,02	21,43	100,08	1,03	20,95	80,70
60	0,89	27,45	91,78	0,86	25,95	73,36
50	0,74	31,41	80,13	0,66	27,25	61,91
40	0,56	30,44	63,00	0,50	26,45	49,72
30	0,44	30,41	50,37	0,37	23,37	37,46
20	0,31	25,54	35,48	0,25	18,29	25,32
10	0,20	19,29	21,52	0,17	16,53	16,75
5	0,17	20,61	17,75	0,14	16,02	13,15
1	0,14	18,21	13,20	0,14	18,90	12,27

A continuació, es pot observar la corba de guany de punt de cada color. Cal recordar que en aquest test s'hi va aplicar una primera corba de compensació estàndard a tots els colors.



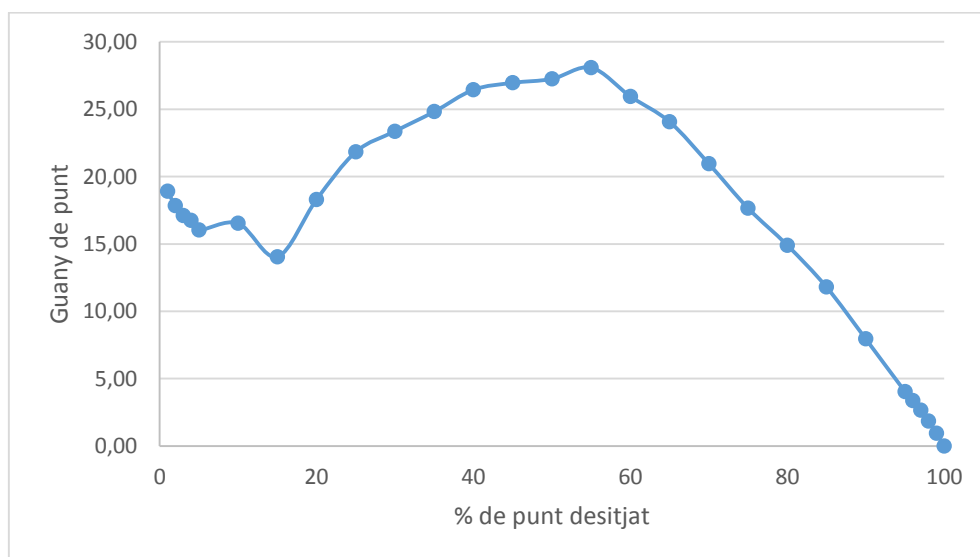
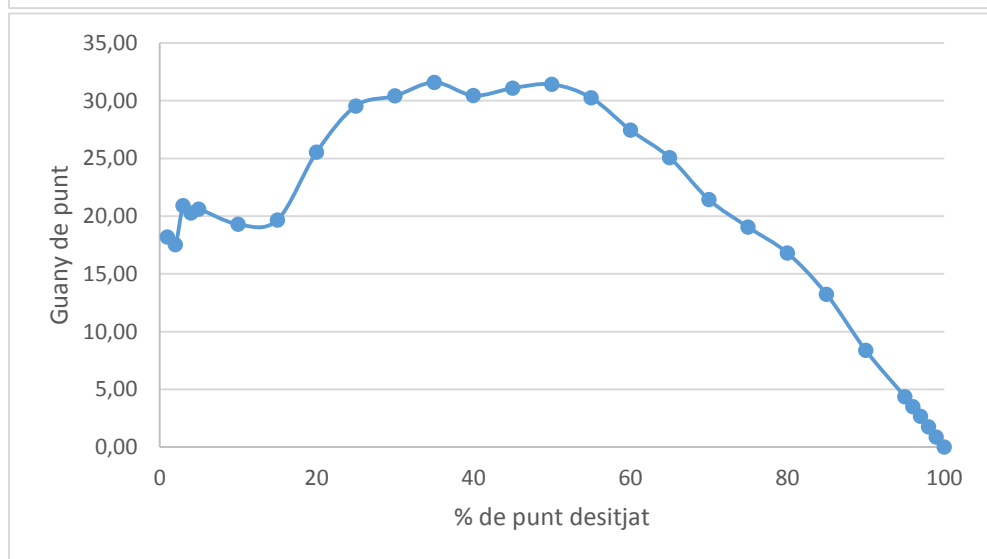
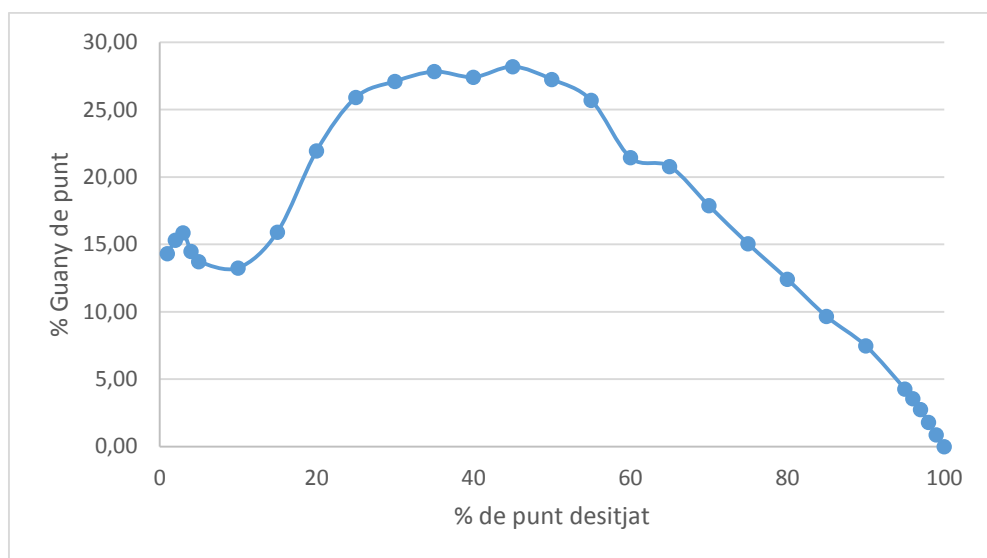


Fig. 63 Corba guany de punt. (a) Negre. (b) Magenta (c) Groc (d) Cian. Font: elaboració pròpia.

Es repeteixen les taules anteriors pels colors restants de la heptacromia: el violeta, el verd i el taronja.

Taula 31 Densitat, guany de punt i AE-SP pels colors de multicolor. Font: elaboració pròpia.

% punt	VIOLETA			VERD		
	Densitat	Δ punt	Δ E-SP	Densitat	Δ punt	Δ E-SP
0	0,05			0,04		
2	0.20	2,78	8.4	0,19	11,04	2,9
5,1	0,21	14,16	9	0,19	11,04	9,5
10,2	0,23	12,82	11,7	0,21	10,09	12,5
14,9	0,25	11,72	13,4	0,23	9,36	14,8
20	0,3	14,91	18	0,28	13,41	21,7
25,1	0,36	18,59	23,1	0,34	17,99	29,1
30,2	0,4	18,70	27,1	0,39	19,99	34,4
34,9	0,46	20,97	32,6	0,46	23,96	42,8
40	0,53	22,87	38	0,53	26,24	50,4
45,1	0,6	23,73	43,2	0,6	27,42	57,1
50,2	0,65	22,33	47,8	0,64	25,47	61,2
54,9	0,74	23,32	54,1	0,76	28,68	71,1
60	0,8	21,40	58,6	0,73	21,80	69
65,1	0,89	20,33	64,2	0,82	21,68	75,7
70,2	0,94	17,13	67,2	0,81	16,08	75,3
74,9	1,03	15,34	72,2	0,93	16,72	83,4
80	1,11	12,37	77,5	0,95	12,38	85,1
85,1	1,23	9,81	84,1	0,98	8,35	86,8
90,2	1,35	6,64	89,2	1	3,92	87,7
94,9	1.56	4.26	96,7	1,12	2,67	95,2
98	1,60	2.54	99	1,2	1,40	99,2
100	1,67	0,00	100	1,23	0	100

% punt	TARONJA		
	Densitat	Guany punt	$\Delta E-SP$
0	0,05		
2	0,18	4,13	3,7
5,1	0,19	5,51	4,8
10,2	0,22	7,45	9,5
14,9	0,26	10,43	14,5
20	0,3	12,33	19,5
25,1	0,35	15,12	23,6
30,2	0,4	17,06	27,2
34,9	0,45	18,63	31,1
40	0,5	19,11	35,7
45,1	0,56	19,92	40,2
50,2	0,62	19,97	45,1
54,9	0,67	19,05	49,7
60	0,74	18,56	52,9
65,1	0,82	17,89	61,9
70,2	0,89	16,05	69,3
74,9	0,97	14,49	77,2
80	1,06	12,29	83,4
85,1	1,16	9,79	89,1
90,2	1,26	6,75	92,7
94,9	1,36	3,69	97,3
100	1,47		100

En aquest cas, pels colors de la heptacromia és molt important veure la corba del valor $\Delta E-SP$ en comparativa amb la corba de guany de punt. El principal objectiu és aconseguir una línia recta en els valors del $\Delta E-SP$. A continuació, es poden veure les diferents corbes.

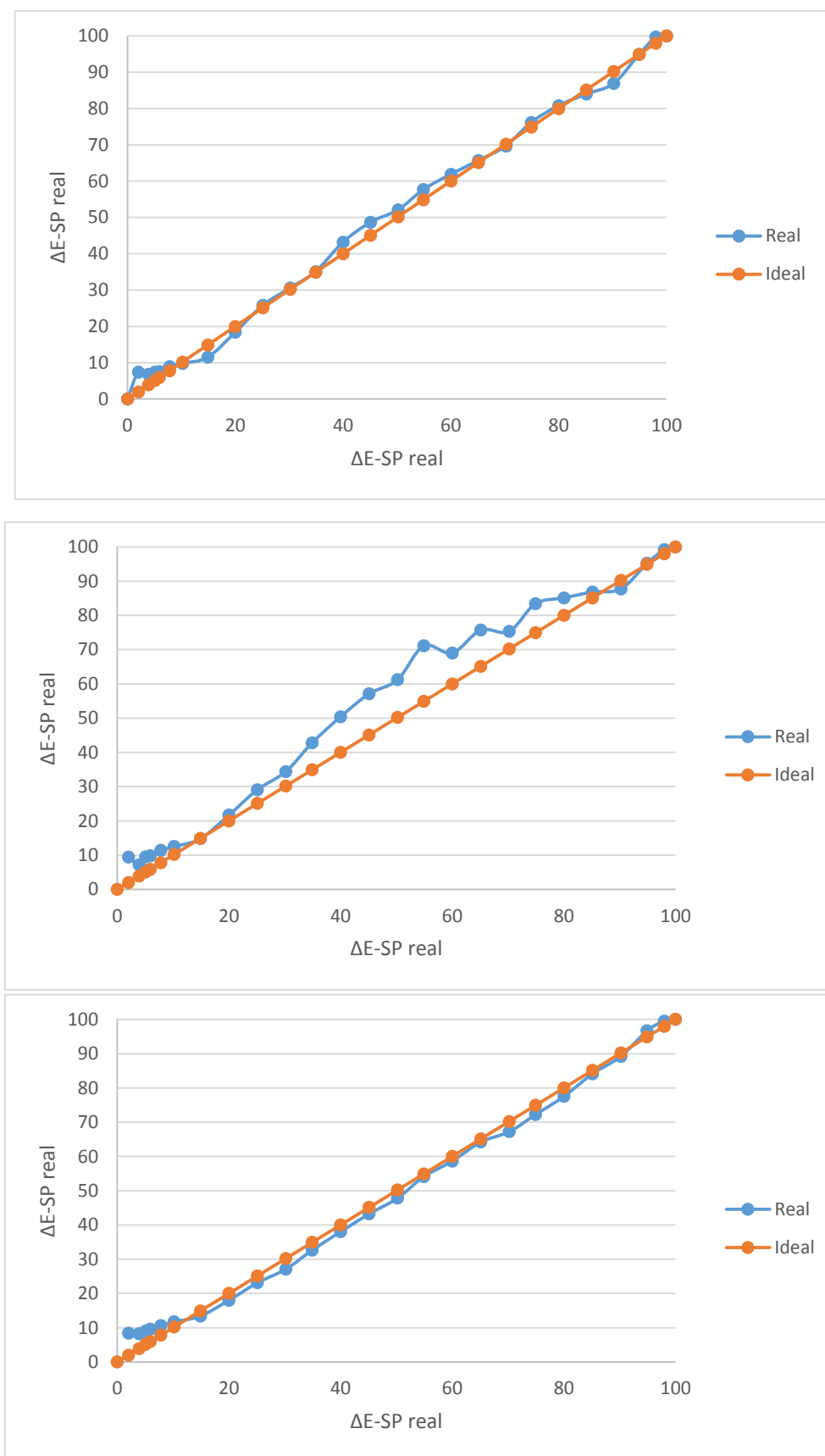


Fig. 64 Gràfica $\Delta E\text{-SP}$. (a) Taronja (b) Verd (c) Violeta. Font: elaboració pròpia.

Balanç de grisos

Tal i com s'ha explicat en l'apartat anterior, l'objectiu DEL PROCÉS consisteix a obtenir un balanç de grisos neutres. Per poder afirmar que el gris es considera neutre, els valors de les densitats haurien de ser aproximadament iguals.

A la següent taula es poden veure els resultats obtinguts per a cadascun dels models de balanç de grisos.

Taula 32 Densitat dels 3 parches de balanç de grisos. Font: elaboració pròpia.

	Mostra 1	Mostra 2	Mostra 3
Y	1,17	0,75	0,41
M	1,01	0,66	0,35
C	1,09	0,69	0,36
K	1,11	0,72	0,38

El resultat millor seria que els valors de la densitat del Cian, Magenta i Groc fossin els mateixos. En cas que es donés aquesta condició es podria dir que el gris és neutre.

A continuació, es mostren els resultats obtinguts de les taules del treball en terme de balanç de grisos. En aquest cas, es mostra a través diferents percentatges de grisos, el valor $L^*a^*b^*$ obtingut en la sobreposició del magenta, groc i cian.

*Taula 33 Valors $L^*a^*b^*$ del balanç de grisos. Font: elaboració pròpia.*

% gris	L	A	B
10	78.5	-1.2	3.3
20	73.0	-2.7	2.8
30	64	-3.8	1.4
40	57.1	-4.2	1.5
50	49.9	-6.6	0.1
60	42.4	-9.8	0.7
70	36	-7.1	1.4
80	28	-7.2	1.3
90	21	-5	2.9
95	14.5	-3.9	-0.6
100	8	-1.2	-3.4

A continuació, a partir de la següent gràfica es pot observar l'evolució dels valors A^* i B^* segons el % de punt de gris.

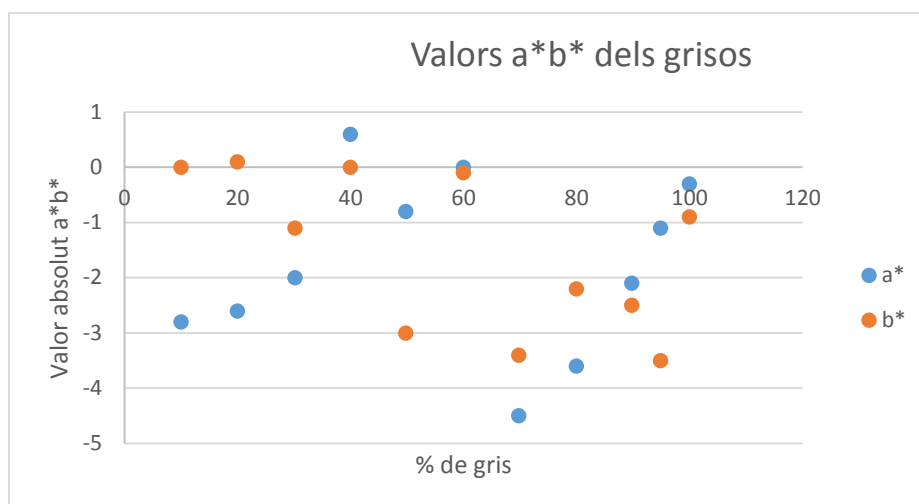


Fig. 65 Gràfica dels valors A*B*. Font: elaboració pròpia.

Trapping

A continuació, es valora el *trapping* a través de la fórmula de **Preucil**. Els valors de les densitats obtinguts per tal de mesurar el *trapping* són els següents:

Trapping Cian – Groc

Taula 34 Taula valoració del trapping cian-groc. Font: elaboració pròpia.

	Densitat	Preucil	Obj. Preucil
Y (D2)	1,73	76	>75
C (D1)	0,31		
D3	1,65		

Trapping Cian – Magenta

Taula 35 Taula valoració del trapping cian-magenta. Font: elaboració pròpia.

	Densitat	Preucil	Obj. Preucil
C (D1)	0,48	73	>75
M (D2)	1,80		
D3	1,80		

Trapping Cian - Groc

Taula 36 Taula de valoració del trapping. Font: elaboració pròpia.

	Densitat	Preucil	Obj. Preucil
Y (D2)	1,7161	76	>75
M (D1)	0,7015		
D3	2,0352		

Anàlisi de resultats

La finalitat d'aquest apartat consisteix a valorar els diferents resultats obtinguts en el procés, juntament amb els resultats obtinguts de les corbes. Tal i com s'ha dit, l'objectiu amb les tintes CYMK és obtenir uns valors de grisos neutres.

Primer de tot, per valorar el balanç de grisos s'ha de comprovar els valors A^* i B^* de la taula de balanç de grisos. Si es revisen els valors es pot observar que a partir del 30% de gris fins al 95% els valors de A^* i B^* es disparen. Si es situen en l'espai $L^*c^*h^*$, es podria dir que el valor de C ascendeix fins a 3 a partir del 20% fins al 95%. A la següent fotografia es pot veure com es situarien els valors en l'espai $L^*a^*b^*$ o $L^*c^*h^*$ (punt taronja).

Per tant, caldrà modificar les corbes. Observant els valors obtinguts A^* i B^* , es situen en l'espai $L^*a^*b^*$, es pot afirmar que el gris tendeix a un color verdós. Per tal de solucionar aquest problema, caldrà augmentar l'aportació de magenta, i reduir l'aportació de groc i cian. Finalment, en el moment d'escollir la corba de compensació, els valors del cian i el groc seran més baixos, en canvi, els del magenta més elevats.

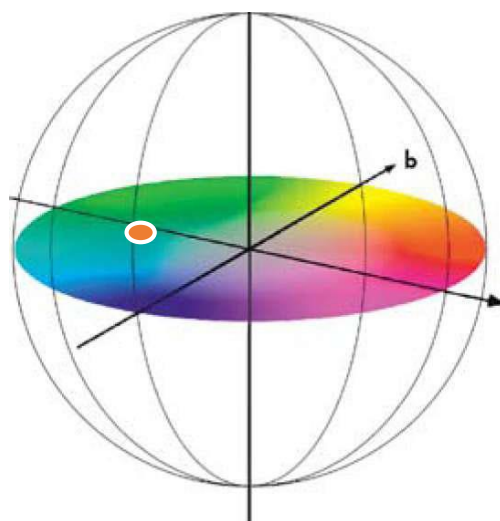


Fig. 66 situació del balanç de grisos a l'espai de color. Font: elaboració pròpia.

Els valors exactes de cada corba i la seva lletra la defineix el software utilitzat.

Respecte a la heptacromia, es decideix fer la calibració de cadascun per tal d'obtenir una recta en el ΔE -SP. Si s'observen els gràfics, es veu que el color que té una diferència més gran és el verd. Al tenir un valor de ΔE -SP més alt, l'objectiu seria obtenir una corba més petita. En el cas del taronja, també seria necessari baixar una mica la corba de compensació.

En el violeta, es decideix baixar el valor de la corba de compensació tot i que comparant els valors del ΔE -SP sembla ser que no faria falta. Tot i això, les recomanacions dels especialistes és que en heptacromia els valors de la corba de compensació no canvii de 1-2 punts. Per tant, s'ha decidit també baixar els valors del violeta.

Finalment, analitzant les taules PSP i OGV es decideix aplicar les següents corbes:

- Negre: G33
- Cyan: H28
- Green: H34
- Magenta: H36
- Taronja: H30
- Violeta: H31
- Groc: H29

4.2.2. Test de calibració mc dermid

En aquest apartat es presentaran els resultats del test de calibració de Mc Dermid tot utilitzant la corba de compensació H34.

El primer punt que s'analitzarà serà la corba de guanya de punt.

Guany de punt

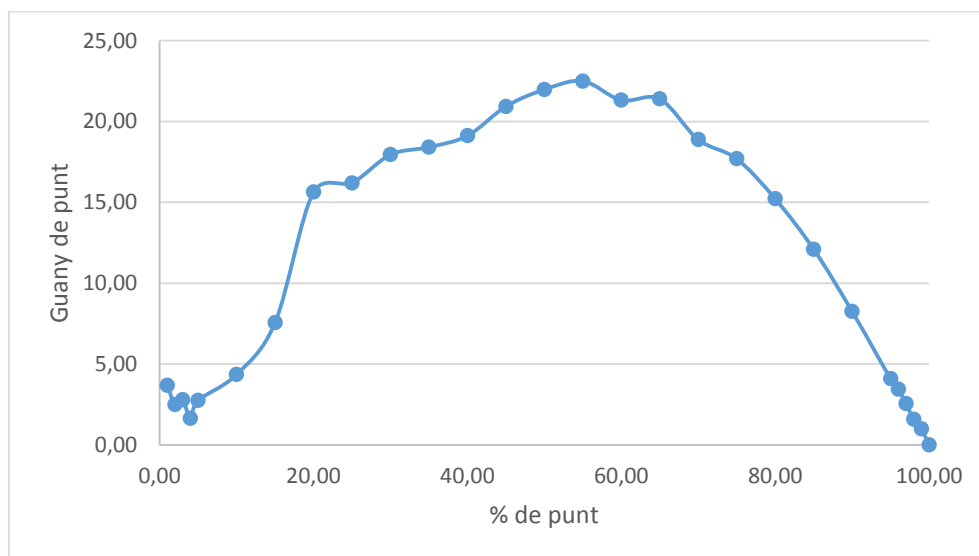
A la següent taula es pot veure el % de punt teòric que s'hauria d'obtenir, l'increment de punt, la densitat i finalment, el ΔE -SP, igual com en el cas de KODAK.

Taula 37 Densitat, guany de punt i ΔE -SP per quadricromia. Font: elaboració pròpia.

% punt	NEGRE			MAGENTA		
	Densitat	Guany de punt	ΔE -SP	Densitat	Guany de punt	ΔE -SP
0	0.08			0.08		
100	1,58	0,00	100,00	1,48	0,00	100,00
90	1,40	8,25	96,04	1,33	8,28	95,94
80	1,20	15,22	89,70	1,17	15,58	90,15
70	0,95	18,88	79,11	0,96	20,03	79,23
60	0,77	21,31	67,65	0,73	20,43	64,66
50	0,61	21,98	56,19	0,59	20,80	52,49
40	0,46	19,12	42,97	0,46	19,45	40,49
30	0,37	17,95	32,84	0,32	12,92	26,87
20	0,28	15,63	23,10	0,22	5,33	14,79
10	0,16	4,34	8,10	0,12	-3,22	3,59
5	0,13	2,74	3,94	0,11	-1,00	2,16
1	0,11	3,67	2,26	0,11	2,29	1,77

	GROC			CIAN		
	Densitat	Guany de punt	$\Delta E-SP$	Densitat	Guany de punt	$\Delta E-SP$
0	0.08			0.08		
100	1,34	0,00	100,00	1,50	0,00	100,00
90	1,22	8,01	94,64	1,30	7,63	91,41
80	1,07	14,84	87,63	1,14	14,68	83,35
70	0,87	18,20	75,48	0,94	19,38	72,35
60	0,69	18,83	62,07	0,74	20,69	59,09
50	0,54	17,99	49,14	0,57	19,30	46,06
40	0,43	17,08	38,27	0,44	17,07	34,97
30	0,34	15,60	28,51	0,34	15,11	25,87
20	0,26	14,21	20,15	0,25	11,35	16,82
10	0,17	6,13	8,23	0,16	4,06	6,94
5	0,14	4,59	3,83	0,12	1,41	2,99
1	0,12	6,12	2,40	0,11	1,91	1,25

A continuació es mostren les corbes de guany de punt per a cadascun dels colors anteriors.



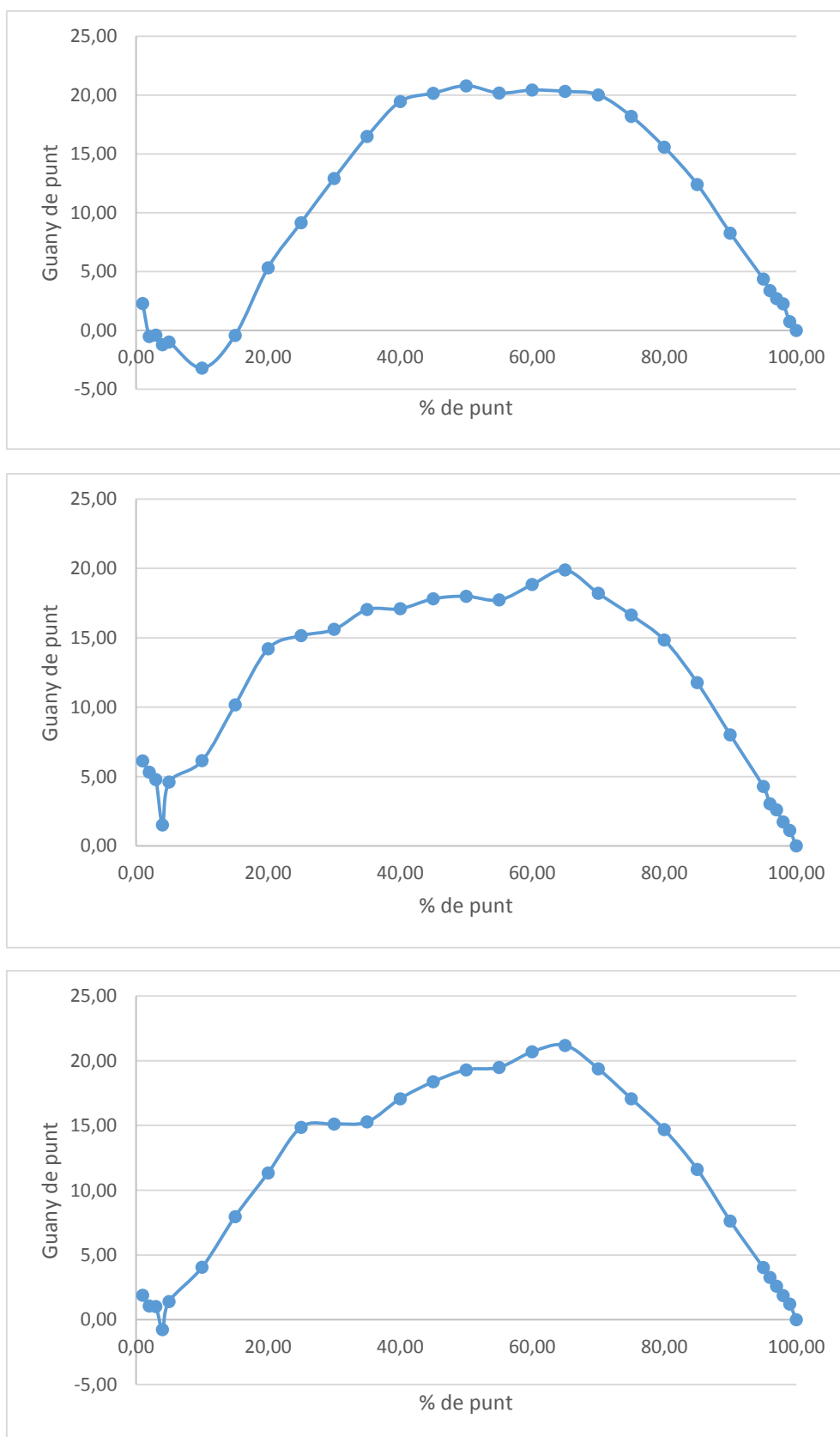


Fig. 67 Corba guany de punt (a) Cian (b) Magenta (c) Groc (d) Negre. Font: elaboració pròpia.

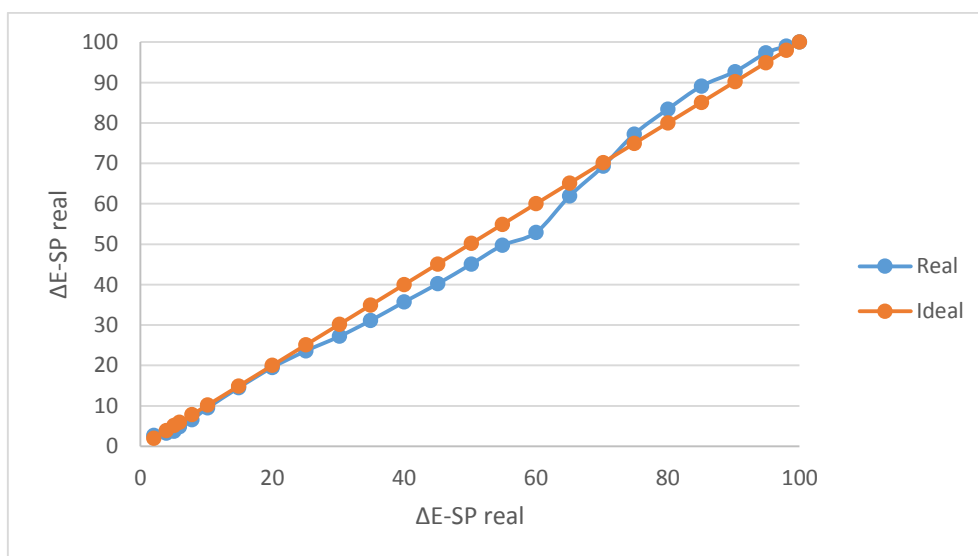
Es repeteix la taula anterior però pel violeta, el verd i el taronja.

Taula 38 Densitat, guany de punt i AE-SP pels colors de multicolor. Font: elaboració pròpia.

% punt	VIOLETA			VERD		
	Densitat	Δ punt	$\Delta E-SP$	Densitat	Δ punt	$\Delta E-SP$
0	0,05			0,04		
2	0,161	2,78	2,1	0,14	3,03	2,9
5,1	0,171	1,98	2,5	0,16	4,73	5,8
10,2	0,211	5,60	7,2	0,2	8,59	11,2
14,9	0,241	6,93	11,1	0,23	10,09	15,6
20	0,291	10,99	16,2	0,26	10,78	20,4
25,1	0,331	12,50	20,4	0,3	12,80	24,8
30,2	0,361	11,98	22,5	0,34	14,19	30,2
34,9	0,401	12,90	27,4	0,37	13,98	34,4
40	0,451	14,15	31,9	0,41	14,41	39,6
45,1	0,511	15,75	36,8	0,46	15,54	45,3
50,2	0,561	15,57	41,2	0,52	17,03	52,4
54,9	0,641	17,66	47,8	0,6	19,81	59,9
60	0,671	14,80	51	0,61	15,55	60,9
65,1	0,781	16,71	60,2	0,69	16,53	69
70,2	0,861	15,70	66,7	0,73	14,08	73,3
74,9	0,971	15,52	73,6	0,84	15,51	82,1
80	1,071	13,65	81,3	0,89	12,73	86,5
85,1	1,201	11,78	89,1	0,96	10,45	91,4
90,2	1,271	8,05	93	1	6,77	94,1
94,9	1,401	5,39	99,4	1,07	4,26	98,7
98	1,461	3,04	99,5	1,09	1,73	99,5
100	1,38	0,00	100	1,1		100

TARONJA			
	Densitat	Guany punt	$\Delta E-SP$
0	0,05		
2	0,16	3,00	2,7
5,1	0,17	2,32	3,7
10,2	0,21	6,34	9,5
14,9	0,25	9,96	14,5
20	0,28	10,62	19,5
25,1	0,32	12,60	23,6
30,2	0,35	12,40	27,2
34,9	0,38	12,27	31,1
40	0,42	12,80	35,7
45,1	0,46	12,83	40,2
50,2	0,5	12,41	45,1
54,9	0,54	11,98	49,7
60	0,58	10,77	52,9
65,1	0,67	13,22	61,9
70,2	0,74	13,00	69,3
74,9	0,84	14,04	77,2
80	0,91	12,24	83,4
85,1	0,99	10,32	89,1
90,2	1,03	6,60	92,7
94,9	1,1	4,03	97,3
100	1,14		100

A continuació, es pot observar les corbes de com varien els valors del $\Delta E-SP$ segons el % de punt.



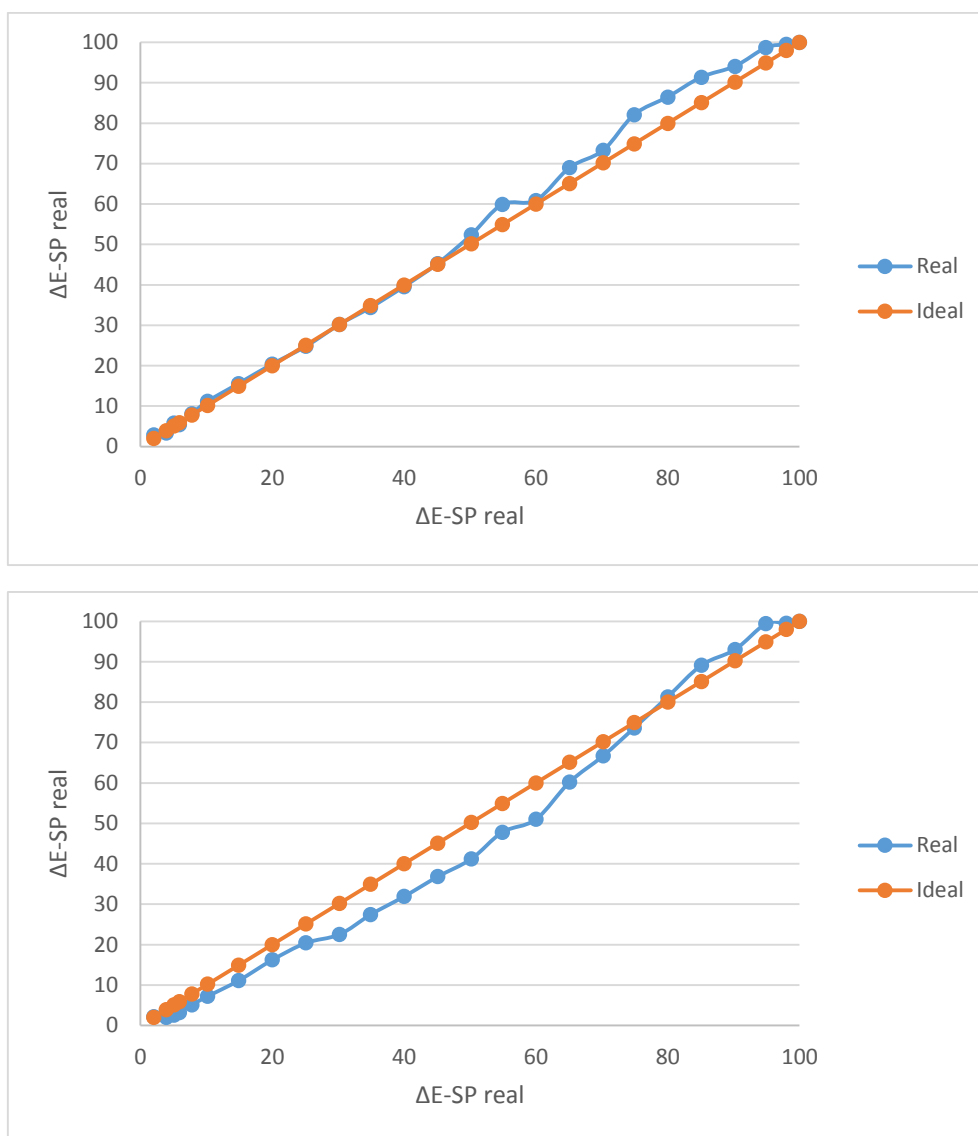


Fig. 68 Corba $\Delta E-SP$ (a) Taronja (b) Verd (c) Violeta. Font: elaboració pròpia.

Balanç de grisos

A la següent taula es poden veure els resultats obtinguts per cadascun dels models de balanç de grisos.

Taula 39 Valors de la densitat al parche de balanç de grisos. Font: elaboració pròpia.

Densitats	Mostra 1	Mostra 2	Mostra 3
Y	1,12	0,66	0,35
M	1,08	0,64	0,31
C	1,16	0,68	0,36
K	1,16	0,69	0,34

Si es compara per valor $L^*a^*b^*$ del gris obtinguts a la carta P2P es pot veure que els resultats coincideixen amb la descripció anterior. En aquest cas perquè el gris fos neutre faria falta que els valors a^* i b^* fossin 0 o molts propers. Tal i com es pot veure a la següent taula els valors A^* i B^* són pròxims a 0.

Taula 40 Valors $L^*a^*b^*$ del balanç de grisos. Font: elaboració pròpia.

% gris	L^*	A^*	B^*
10	83.6	-2.8	0
20	75.1	-2.6	0.1
30.2	66.3	-2.0	-1.1
40	60.5	0.6	0
49.8	52.5	-0.8	-3
60	45.1	0	-0.1
69.8	36.9	-4.5	-3.4
80	27.9	-3.6	-2.2
89.8	19.9	-2.1	-2.5
94.9	17.1	-1.1	-3.5
100	14.6	-0.3	-0.9

Com a conclusió final es mostra la següent gràfica on es situen els valors A^* i B^* dels grisos a diferents % de punt.

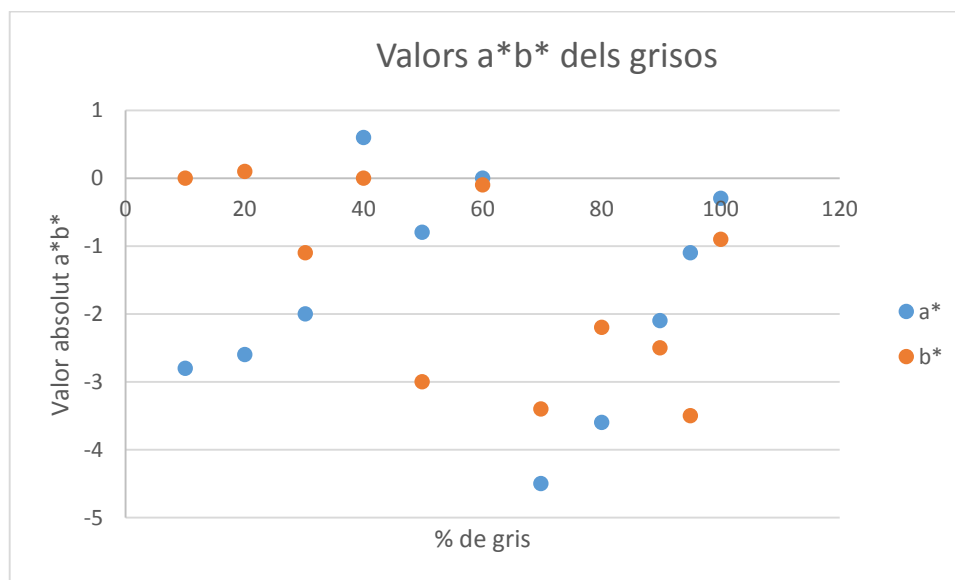


Fig. 69 Valors A^* i B^* del balanç de grisos. Font: elaboració pròpia.

Trapping

A continuació, es passarà a valorar el *trapping* a través de la fórmula de **Preucil**. Els valors de les densitats obtinguts per la mesura del *trapping* són:

Trapping Cian – Groc

Taula 41 Valoració del trapping. Font: elaboració pròpia.

	Densitat	Preucil	Obj. Preucil
Y (D2)	1,40	80	>75
C (D1)	0,21		
D3	1,34		

Trapping Cian – Magenta

Taula 42 Valoració del trapping. Font: elaboració pròpia.

	Densitat	Preucil	Obj. Preucil
C (D1)	0,27	80	>75
M (D2)	1,50		
D3	1,47		

Trapping Cian - Groc

Taula 43 Valoració del trapping. Font: elaboració pròpia.

	Densitat	Preucil	Obj. Preucil
Y (D2)	1,40	81	>75
M (D1)	0,715		
D3	1.85		

Els valors obtinguts són elevats i compleixen amb les expectatives desitjades.

Anàlisi de resultats

En la valoració dels valors obtinguts amb les tintes CYMK es comproven els valors A* i B* obtinguts en el balanç de grisos.

Concretament, els resultats que es desitgen són els més pròxims a 0. Tal i com es pot veure a la taula del balanç de grisos, els valors són molt pròxims a 0 però amb una tendència a verdós (A* i B* són els dos negatius). Aquesta tendència significa que la proporció del magenta haurà de ser més gran que la de groc i cian. Per tant, amb les noves corbes de compensació que s'hauran d'aplicar al pròxim test, en el cas del magenta caldrà pujar-la. D'altra banda, en el groc i el cian caldrà baixar la corba de compensació.

En l'anàlisi de la resta de colors de la heptacromia, es valoren els valors del ΔE -SP. En el cas del violeta, s'observa la necessitat de realitzar d'un increment important en el valor del ΔE -SP. Pel color taronja, també cal pujar el % de punt del taronja de forma considerable ja que la diferència entre el ΔE -SP és molt més baix respecte el desitjat.

D'altra banda, el color verd hauria de rebaixar la corba de compensació ja que els valors del ΔE -SP estan per sobre del desitjat.

A partir de l'anàlisi de les cartes, les corbes de compensació resultants han estat les següents:

- **Groc:** G31
- **Cian:** G31
- **Magenta:** G35
- **Negre:** G35
- **Taronja:** G35
- **Verd:** G35
- **Violeta:** G35

4.2.3. Test de calibració dupont dpr amb esko hd

En aquest apartat es presenten els resultats del test de calibració de Dupont DPR HD tot aplicant la corba de compensació F42. El primer punt que s'analitzarà serà la corba de guany de punt i el valor del ΔE -SP per la quadricromia.

Guany de punt

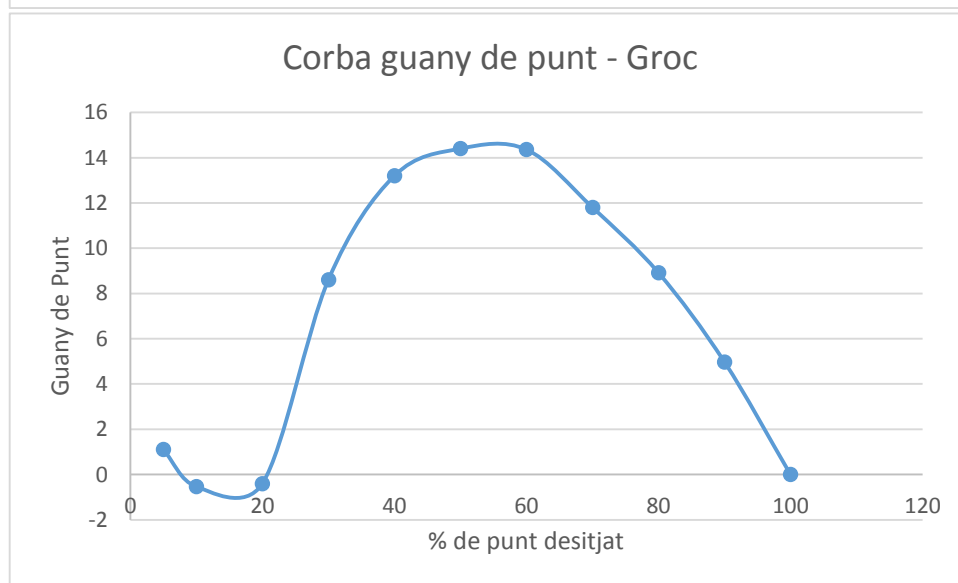
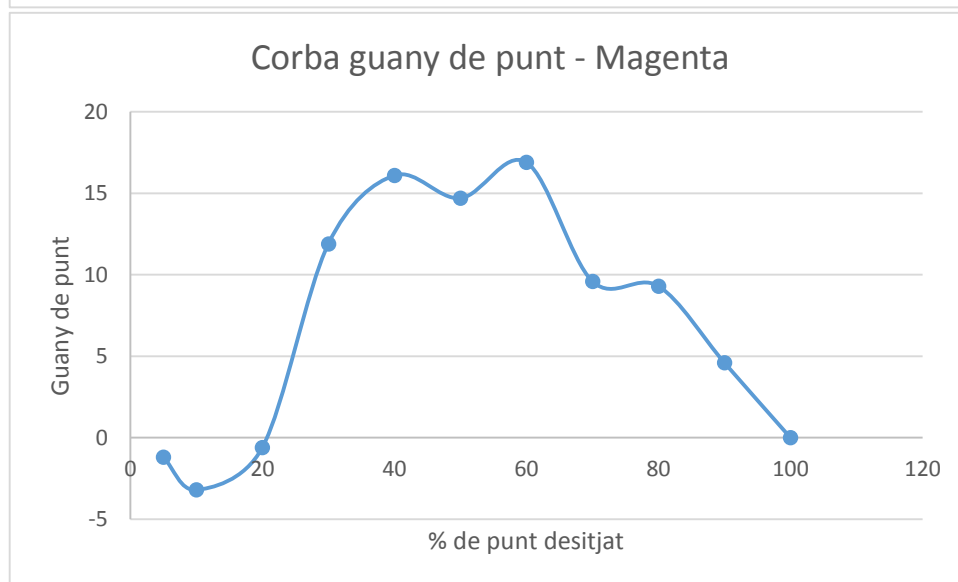
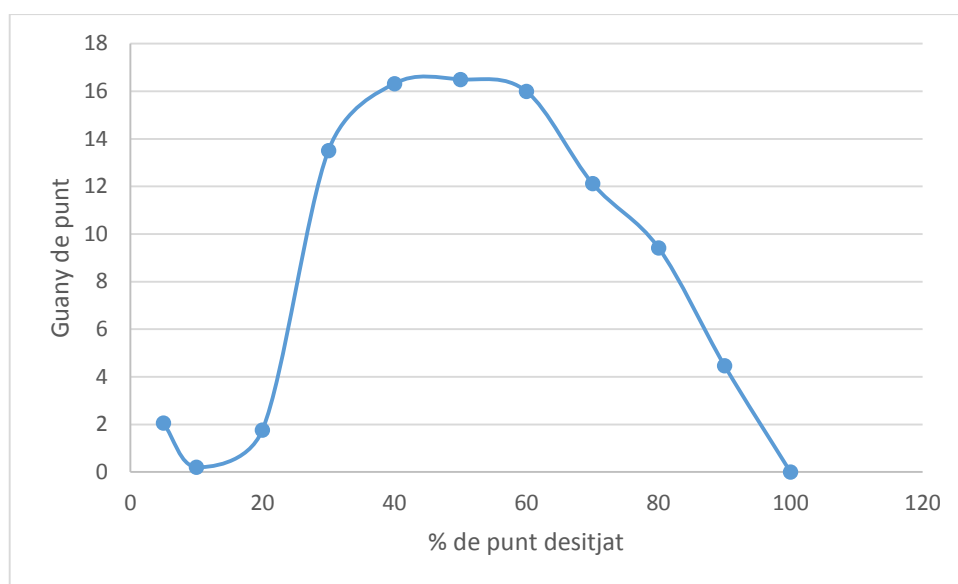
A la següent taula es poden veure els mateixos valors que en els casos anteriors però per Dupont DPR amb trames HD.

Taula 44 Densitat, guany de punt i ΔE -SP pels colors de la quadricromia. Font: elaboració pròpia

% punt	NEGRE			MAGENTA		
	Densitat	Guany punt	ΔE -SP	Densitat	Guany punt	ΔE -SP
0	0.09			0.09		
100	1,35	0	100	1,44	0	100
90	1,06	4,48	84,6	0,99	4,6	83,7
80	0,9	9,43	74,4	0,94	9,3	78,1
70	0,74	12,13	63,3	0,7	9,6	63,9
60	0,64	15,99	55,5	0,67	16,9	59,8
50	0,52	16,50	45,7	0,51	14,7	49,1
40	0,42	16,32	36,3	0,42	16,1	37,9
30	0,32	13,51	26,1	0,31	11,9	26,1
20	0,19	1,76	12	0,18	-0,6	10,8
10	0,13	0,21	5,5	0,12	-3,2	3,5
5	0,12	2,06	3,6	0,11	-1,2	2,1
1	1,35	0	100	1,44	0	100

% punt	GROC			CIAN		
	Densitat	Guany punt	ΔE -SP	Densitat	Guany punt	ΔE -SP
0	0.09			0.09		
100	1,24	0	100	1,47	0	100
90	1,02	4,97	87,3	1,16	6,3	92
80	0,85	8,92	78	1,01	11,8	83,8
70	0,71	11,80	69	0,8	14,5	73
60	0,6	14,36	58,8	0,68	17,8	63,6
50	0,5	14,40	48,2	0,54	18,5	52,2
40	0,39	13,20	36,9	0,44	18,02	42,3
30	0,28	8,60	25,3	0,34	15,3	31,3
20	0,18	-0,40	12,1	0,21	5,04	16
10	0,13	-0,53	5,6	0,14	0,8	6,8
5	0,12	1,1	3,5	0,11	0,4	3,5
1	1,24	0	100	1,47	0	100

A continuació es poden veure les corbes de guany de punt de cada color.



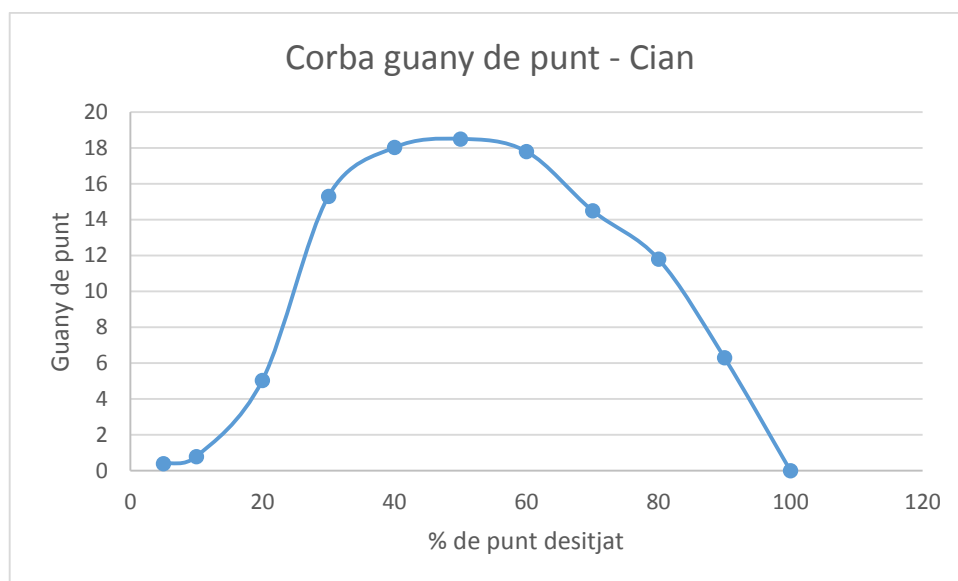


Fig. 70 Corba guany de punt (a) Negre (b) Magenta (c) Groc (d) Cian. Font: elaboració pròpia.

Es repeteix la taula anterior però pel violeta, el verd i el taronja.

Taula 45 Densitat, guany de punt i $\Delta E-SP$ pels colors del multicolor. Font: elaboració pròpia

% punt	VIOLETA			VERD		
	Densitat	Δ punt	$\Delta E-SP$	Densitat	Δ punt	$\Delta E-SP$
0	0,09			0,09		
5,1	0,11	-0,32	3,7	0,12	1,30	4
10,2	0,13	-1,40	9,5	0,13	-1,40	5,5
14,9	0,15	-1,52	14,5	0,15	-1,10	8,8
20	0,18	-0,14	19,5	0,17	-0,75	12,5
25,1	0,24	5,89	23,6	0,21	3,01	18,7
30,2	0,3	10,48	27,2	0,27	8,12	26,3
34,9	0,35	12,90	31,1	0,31	10,57	31,9
40	0,41	15,32	35,7	0,36	12,96	38,5
45,1	0,45	14,69	40,2	0,4	13,27	43,7
50,2	0,52	16,48	45,1	0,44	13,10	48,9
54,9	0,57	16,07	49,7	0,5	14,99	56,4
60	0,63	15,50	52,9	0,53	12,87	59,6
65,1	0,68	13,73	61,9	0,59	13,13	65,8
70,2	0,74	12,15	69,3	0,62	10,44	69,2
74,9	0,79	10,03	77,2	0,71	12,06	77,3
80	0,87	8,50	83,4	0,75	9,37	81
85,1	0,95	6,36	89,1	0,79	6,48	84,9
90,2	1,07	4,80	92,7	0,86	4,77	90,7
98	1,33	0,00	100	0,99	0,00	100
100	0,12	5,08	2,7	0,11	4,10	3

	TARONJA		
	Densitat	Guany punt	$\Delta E-SP$
0	0,09		
2	0,12	5,50	4,5
5,1	0,11	-0,70	3,3
10,2	0,12	-3,02	4,4
14,9	0,13	-5,02	5,9
20	0,16	-3,28	10,9
25,1	0,23	5,85	19,6
30,2	0,28	9,60	25,7
34,9	0,32	11,28	31,6
40	0,37	13,37	37,8
45,1	0,41	13,46	43,1
50,2	0,46	14,20	48,1
54,9	0,52	15,69	54,8
60	0,58	15,97	60,8
65,1	0,64	15,56	66,3
70,2	0,65	11,18	67,2
74,9	0,7	9,85	72,7
80	0,78	9,38	79,3
85,1	0,83	6,78	83,8
90,2	0,89	4,31	89,1
94,9	0,97	2,61	95,3
100	1,05	0,00	100

En aquest cas resulta important pels colors de la heptacromia veure la corba de valors de $\Delta E-SP$.

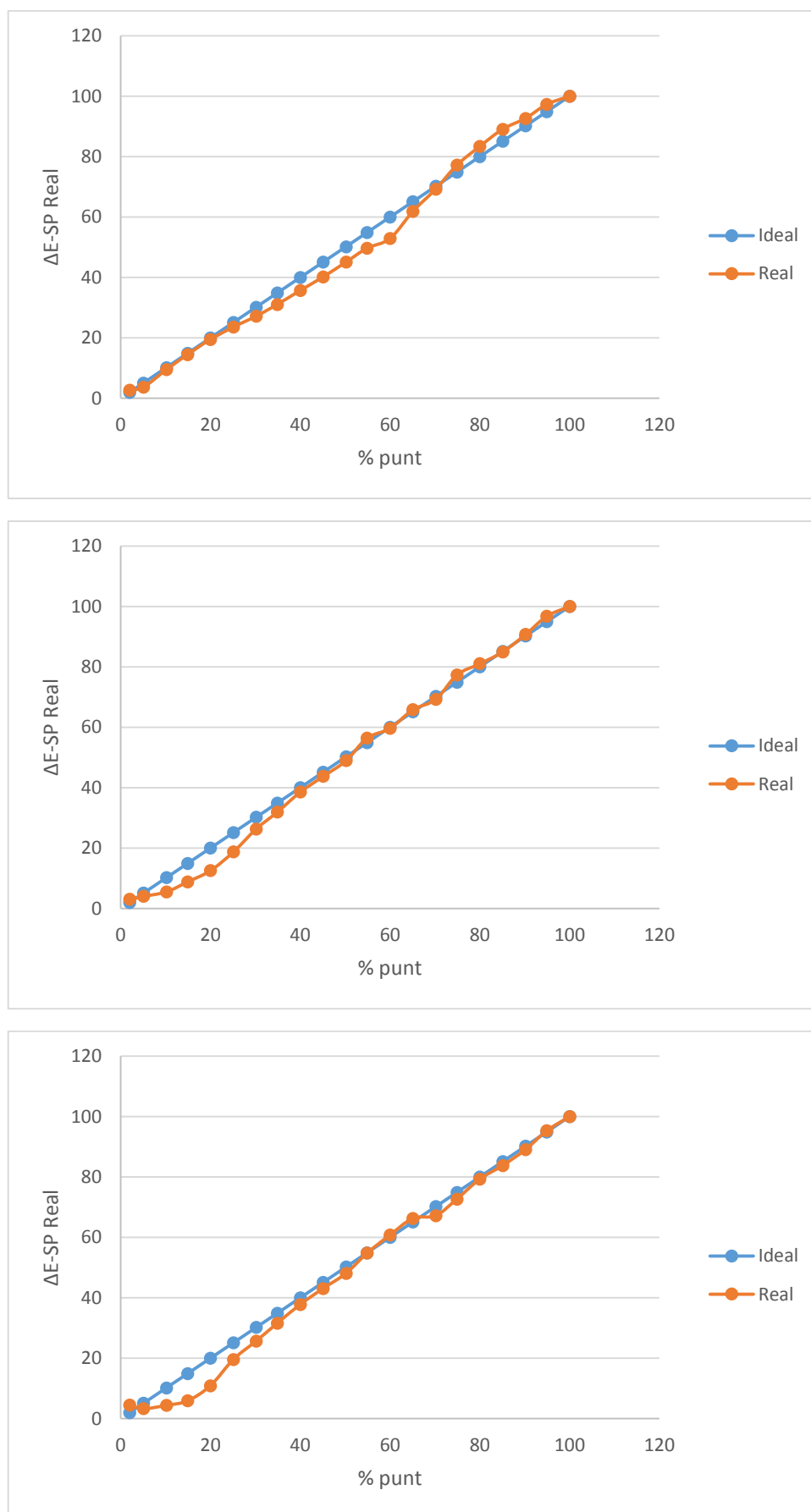


Fig. 71 Gràfica de $\Delta E-SP$ (a) Violeta (b) Verd (c) Taronja. Font: elaboració pròpia.

Balanç de grisos

Comparació per valor $L^*a^*b^*$ dels grisos obtinguts a la carta P2P. Tal i com es pot veure a la següent taula, els valors A^* i B^* són pròxims a 0 però no són exactament 0, per tant, el resultat seria aconseguir uns valors més pròxims a 0.

Taula 46 Valors $L^*A^*B^*$ del balanç de grisos. Font: elaboració pròpia.

% gris	L	A	B
10	87,8	-1,3	-1
20	82,7	-2,1	-2,3
30.2	71,4	-1,9	-4,8
40	62,5	-0,6	-2,7
49.8	54,2	-0,8	-4,1
60	46,8	-0,9	-2,3
69.8	40,6	0,8	-1,1
80	32,9	-1,4	-2,6
89.8	26,6	2,8	-0,8
94.9	21,8	1,4	-0,8
100	14,3	7,5	-4,3

Com a conclusió final es mostra la següent gràfica on es situen els valors A^* i B^* dels grisos a diferents % de punt.

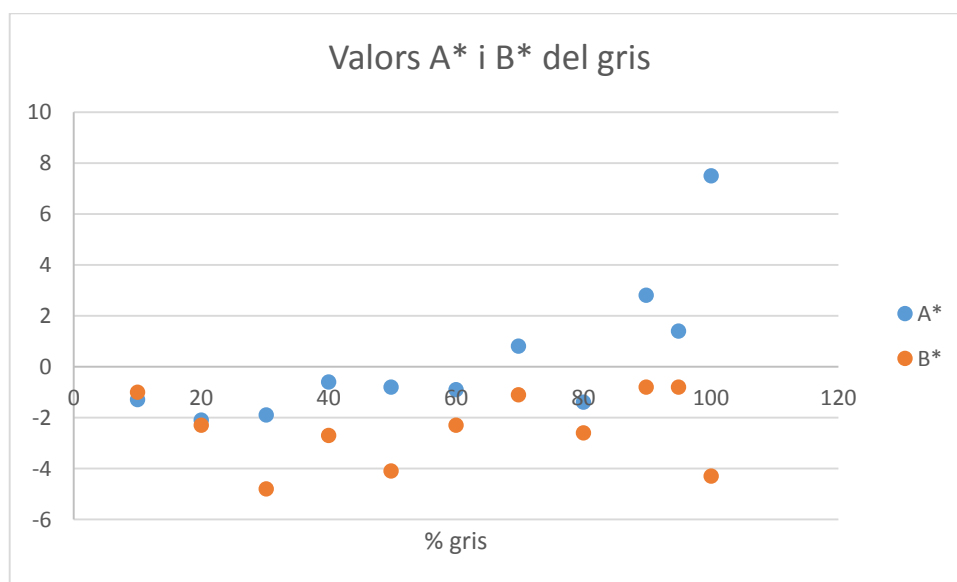


Fig. 72 Gràfica dels valors A^* i B^* . Font: elaboració pròpia.

Anàlisi de resultats

Primer de tot, s'analitza la quadricromia. Concretament, s'observa que els grisos tendeixen a una tonalitat pròxima a cian. Per tal de solucionar aquest problema, caldrà que la corba de compensació del magenta i el groc siguin més elevades respecte a la de cian.

Tot i això, també s'han valorat els valors del ΔE -SP d'aquests colors, i es veu que en el magenta i el groc el valor al 50% és inferior al desitjat. Per aquest motiu, es decideix augmentar el percentatge de punt del cian, magenta i groc, però mantenint la proporció anomenada anteriorment.

Respecte a la resta de colors de la heptacromia, es pot veure que el valor del ΔE -SP real està per sota del valor ideal. Això significa que cal augmentar el % de punt desitjat. Per tant, la corba de compensació tindrà un valor més gran. Si es comparen els valors del violeta amb el verd, es pot veure que els del violeta són més baixos, i per tant, caldrà pujar més el % de punt al violeta.

Després d'haver realitzat aquest anàlisi amb les dades, el software valora els resultats obtinguts i s'obtenen les següents corbes:

- **Yellow:** F48
- **Cyan:** F45
- **Magenta:** F47
- **Black:** E48
- **Orange:** E45
- **Green:** E45
- **Violet:** E49

4.3. Test colorimètric

Primer de tot, en el test colorimètric s'han de definir quines són les condicions d'impressió tot definint cadascun dels paràmetres escollits.

Tecnologies d'impressió

Per a la realització d'aquest test s'utilitzaran les mateixes tecnologies de planxa que en el test de calibració. Les planxes que s'utilitzaran són:

Taula 47 Tecnologies de planxa, CDI per grabar i exposició de planxes que serà utilitzades. Font: elaboració pròpia

Planxa	CDI	Exposició
Dupont DPR	ESKO HD 4000 ppp	UV-A Lamps a 18mW/cm ²
Mac Dermid	ESKO HD 4000 ppp	UV-A Lamps a 18mW/cm ²
Kodak NXH	Kodak Digital Imager 2540ppp. Flexcell Hx	UV-A Lamps a 18 mW/cm ²

Corba de compensació

El concepte de corba de compensació consisteix a aplicar una modificació en el punt teòric del clixé per tal d'obtenir un balanç de grisos compensat.

Tal i com s'ha vist en l'apartat anterior, les corbes de compensació són diferents per a cada tecnologia i color.

Condicions d'impressió

Després de definir les tecnologies i corbes de compensació, s'explicaran els paràmetres d'impressió.

A la següent taula es pot veure l'ordre de color, i també a quin tinter de la màquina estava posat cada color.

Tinter	Color
1	Negre
2	Violeta
3	Cian
4	Verd

Tinter	Color
8	Blanc
7	Groc
6	Taronja
5	Magenta

L'ordre en què s'han col·locat els tinters és per simular millor la posició de cada tinter a la màquina.

Anilox

El test, tal i com s'ha explicat en l'apartat de tot el procés, consta de 7 colors, CYMK+OGV, i un blanc de fons. Per a la impressió d'aquest treball s'utilitzen els següents anilox:

Cyan, magenta, groc, negre, taronja, verd i violeta. Liniatura de 480 l/cm. Volum de 3.6 cm³/m². Apex

Blanc. Liniatura 120 l/cm. Volum de 12 cm³/m². Apex

Adhesiu

Tal i com s'ha definit anteriorment, els adhesius que s'han utilitzat per els clixés són :

Cyan, magenta, groc, negre, taronja, verd i violeta. 1520, duresa mitjana -alta.

Blanc. 1720, adhesiu dur perquè s'aconsegueixi una bona transferència de tinta.

Tinta

La tinta pels dos casos és una tinta nitrocel·lulósica de la empresa Flint group, concretament la **sèrie Flexiprint**.

Així mateix, per tal de poder disposar de la tinta sempre amb les mateixes condicions, s'han mesurat els següents paràmetres de la tinta, temperatura i viscositat.

Blanc. Viscositat 18 segons. Temperatura 23°C.

Cyan, magenta, groc, negre, taronja, verd i violeta. Viscositat 20 segons. Temperatura 23 °C.

Material

Tal i com s'ha dit anteriorment, s'ha de realitzar la prova amb cadascun dels materials amb què es vulgui estandarditzar el procés. Finalment, per tal de poder valorar com ha afectat el material en el resultat, s'han fet les proves amb dos materials diferents:

Poliester de 870 mm d'amplada. Gruix de 12 micres. Tractament acrílic.

BOPP de 870 mm d'amplada. Gruix de 25 my. Tractament corona. Només s'utilitzarà per a la impressió del test KODAK per comparar com afecta en els resultats.

Velocitat d'impressió

La velocitat que s'ha escollit ha estat de 300 m/min ja que es pot considerar la velocitat mitjana amb la qual es fan els treballs.

Condicions de mesura

Les condicions de mesura són les següents:

- Observador. **2 °**
- Luminància. **D50.**
- **Densitat absoluta.**
- **Sense filtre.**
- Normativa. **ANSI E.**

Després de definir aquests paràmetres ja es podrà procedir a analitzar les mostres.

4.3.1. Test colorimètric kodak

En aquest apartat s'analitzaran els resultats obtinguts en el test colorimètric. No obstant, només es mostraran els resultats impresos sobre PET.

Tal i com s'ha dit en la breu descripció de les condicions de treball, les corbes de compensació es diran a l'inici de cada apartat. En aquest, les corbes que s'ha escollit són:

- Negre: G33
- Cyan: H28
- Green H34
- Magenta: H36
- Taronja: H30
- Violeta: H31
- Groc: H29

En el següent gràfic es poden veure com varien les corbes de compensació.

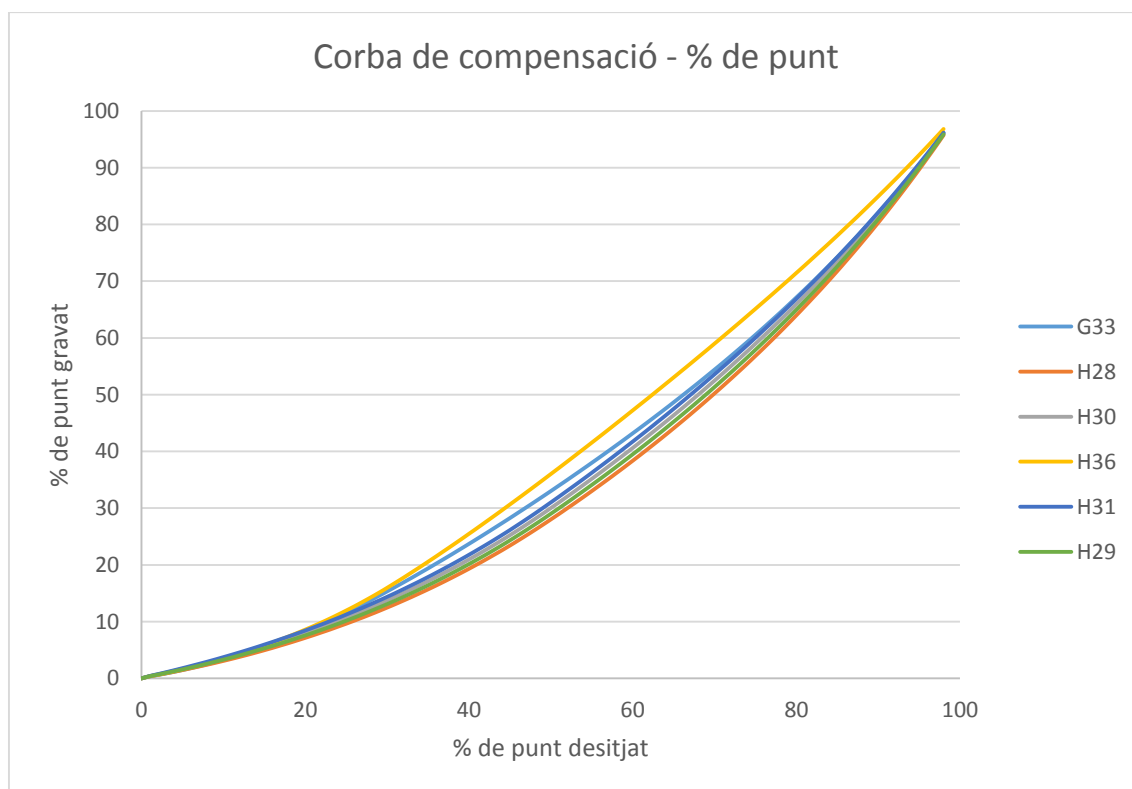


Fig. 73 Corbes de compensació per Kodak. font: elaboració pròpia.

Guany de punt i ΔE -SP

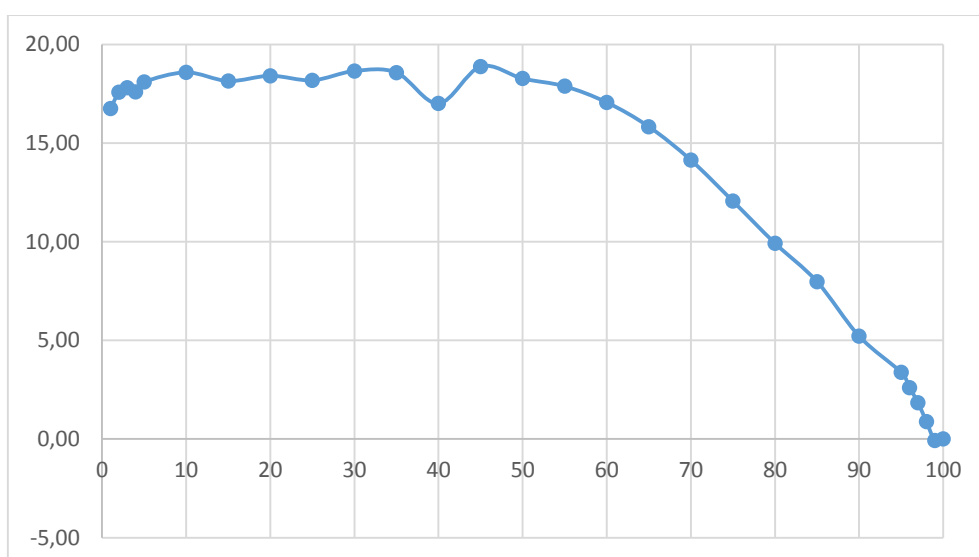
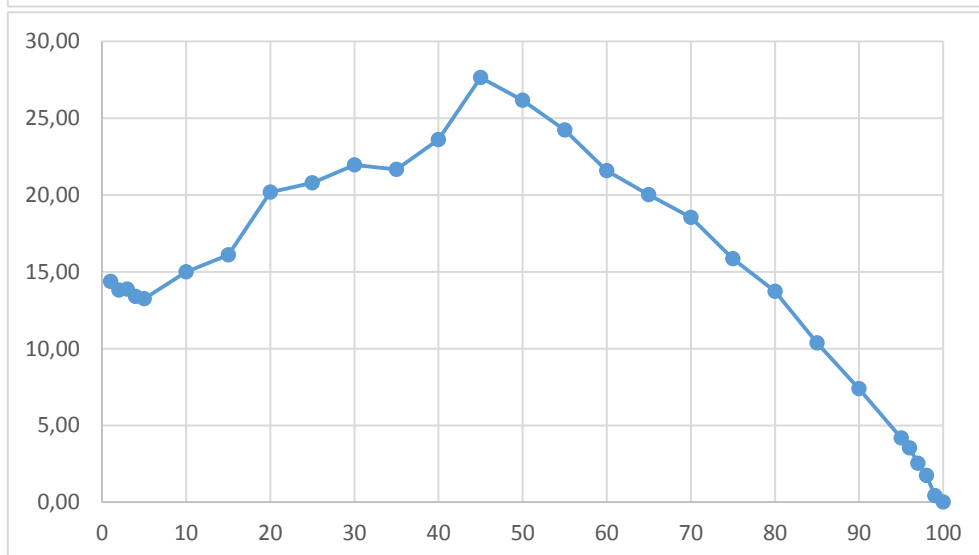
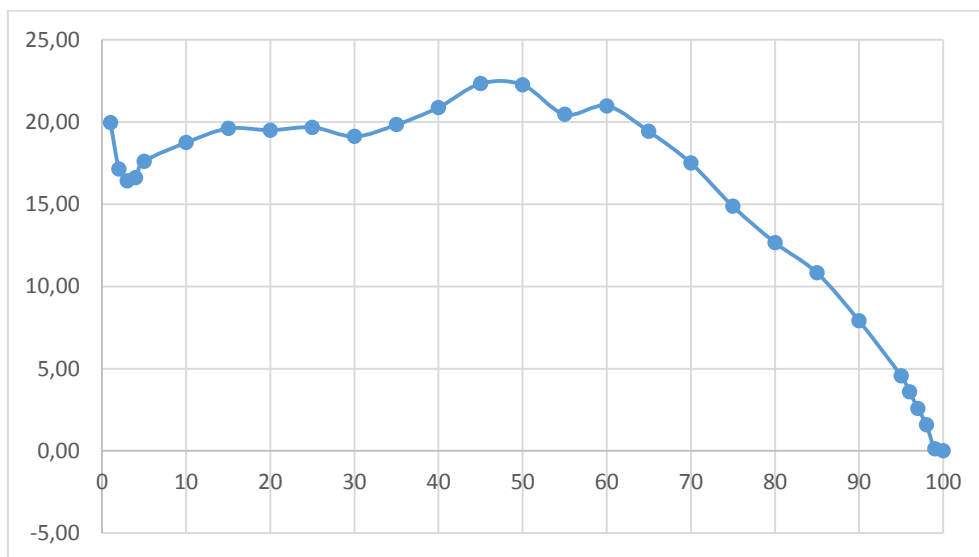
Primer de tot, s'inicia l'anàlisi de la quadricromia. A la següent taula es poden veure els valors de la densitat, del guany de punt i de la variació de tonalitat en els diferents percentatges de punt.

Taula 48 Densitat, guany de punt i ΔE -SP pels colors de la quadricromia. Font: elaboració pròpia.

	CIAN			MAGENTA		
	Densitat	Guany punt	Δ Tonalitat	Densitat	Guany Punt	Δ Tonalitat
100	1,94	0,00	100,00	1,76	0,00	100,00
95	1,81	4,56	98,41	1,61	4,17	98,08
90	1,52	7,91	93,72	1,39	7,38	93,27
80	1,11	12,67	82,54	1,13	13,72	84,69
70	0,91	17,51	73,30	0,92	18,54	74,26
60	0,74	20,98	63,84	0,74	21,57	63,26
50	0,58	22,26	53,09	0,64	26,16	55,52
40	0,44	20,89	41,31	0,47	23,61	41,45
30	0,33	19,12	31,10	0,35	21,95	30,68
20	0,26	19,51	23,18	0,26	20,18	21,84
10	0,19	18,75	15,27	0,16	15,00	11,76
5	0,15	17,61	11,11	0,13	13,24	7,89
1	0,14	19,96	10,06	0,11	14,38	6,46

	GROC			NEGRE		
	Densitat	Guany punt	Δ Tonalitat	Densitat	Guany punt	Δ Tonalitat
100	1,45	0,00	100,00	2,10	0,00	100,00
95	1,31	3,38	94,83	1,75	3,90	92,05
90	1,11	5,21	86,55	1,54	7,65	85,94
80	0,91	9,92	75,41	1,16	13,25	72,62
70	0,76	14,14	65,80	0,94	18,15	62,66
60	0,63	17,06	55,41	0,77	22,03	53,81
50	0,51	18,27	44,53	0,64	25,38	46,21
40	0,39	17,01	33,79	0,49	24,93	36,56
30	0,32	18,65	26,20	0,36	22,86	27,53
20	0,24	18,41	18,75	0,27	21,18	20,14
10	0,18	18,58	11,13	0,18	17,38	12,57
5	0,15	18,09	7,61	0,14	15,60	9,20
1	0,12	16,74	5,03	0,13	17,92	8,40

A continuació es poden veure les corbes de guany de punt per a cadascun dels colors.



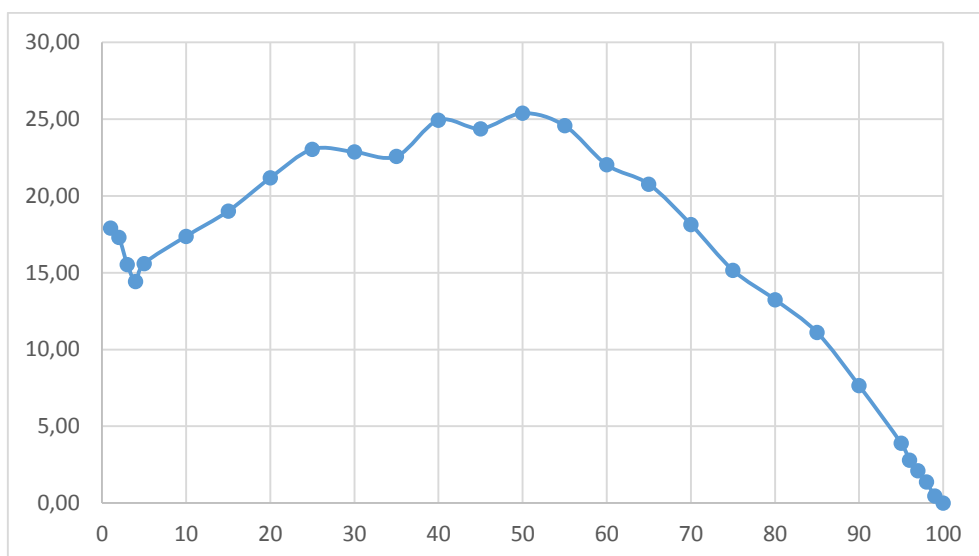


Fig. 74 Corbes de guany de punt (a) Cian (b) Magenta (c) Groc (d) Negre. Font: elaboració pròpia.

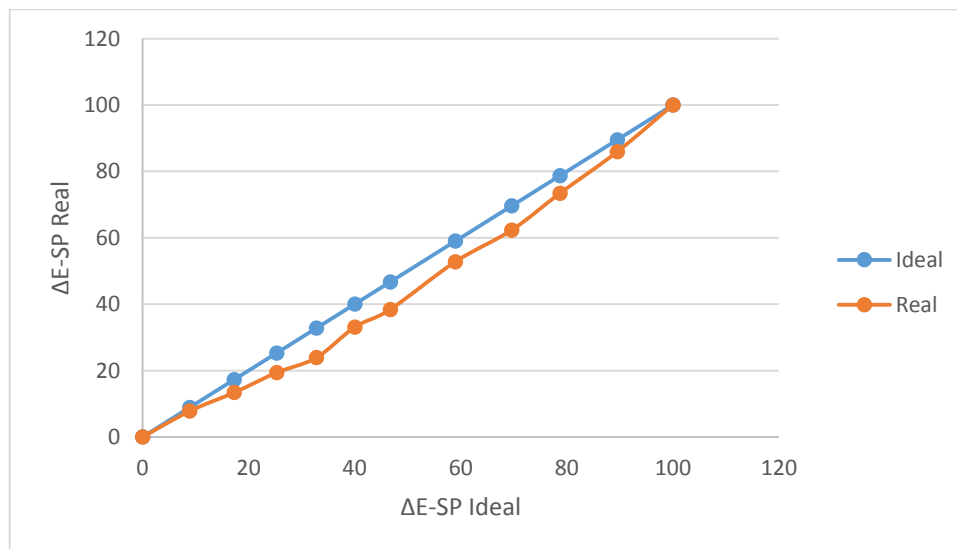
A continuació, es mostraran els valors del guany de punt, de la densitat i de l'increment de latonalitat ($\Delta E-SP$) de la resta de colors del test colorimètric.

Taula 49 Densitat, guany de punt i AE-SP pels colors de multicolor. Font: elaboració pròpia.

TARONJA				VERD		
	Densitat	Guany de punt	Δ Tonalitat	Densitat	guany de punt	Δ Tonalitat
100	1,39	0	100	1,25	0	100
89,5	0,82	-5,9	65.9	0,75	-6,2	88
78,7	0,62	-8,2	49.6	0,57	-8,3	76.5
69,6	0,50	-9,8	39.4	0,47	-9,2	64
59	0,40	-11,8	29.5	0,37	-10	57
46,7	0,32	-10,8	21.5	0,30	-9,3	44.2
40	0,29	-9,6	18	0,26	-8,3	34.6
32,8	0,25	-8,3	14.4	0,23	-7,1	28.7
25,3	0,22	-6,7	10.8	0,20	-5,2	22.4
17,3	0,19	-4,9	7.3	0,17	-3	13.5
8,9	0,17	-2,5	3.7	0,14	-1,6	9
0	1,39	0	0	1,25	0	0
100	1,39			0,11	14,38	100

VIOLETA			
	Densitat	Guany de punt	Δ Tonalitat
100	1,78	0,00	100
89,5	0,90	-3,70	85.9
78,7	0,67	-4,90	73.4
69,6	0,53	-6,00	62.3
59	0,41	-8,30	52.8
46,7	0,31	-8,40	38.4
40	0,27	-7,80	33.1
32,8	0,24	-7,20	23.9
25,3	0,20	-5,80	19.4
17,3	0,17	-4,30	13.4
8,9	0,14	-2,20	7.8
0	1,78	0,00	0
100	1,39		100

Tot seguit, es mostren les gràfiques de l'increment de tonalitat per a cadascun dels colors respecte la línia ideal.



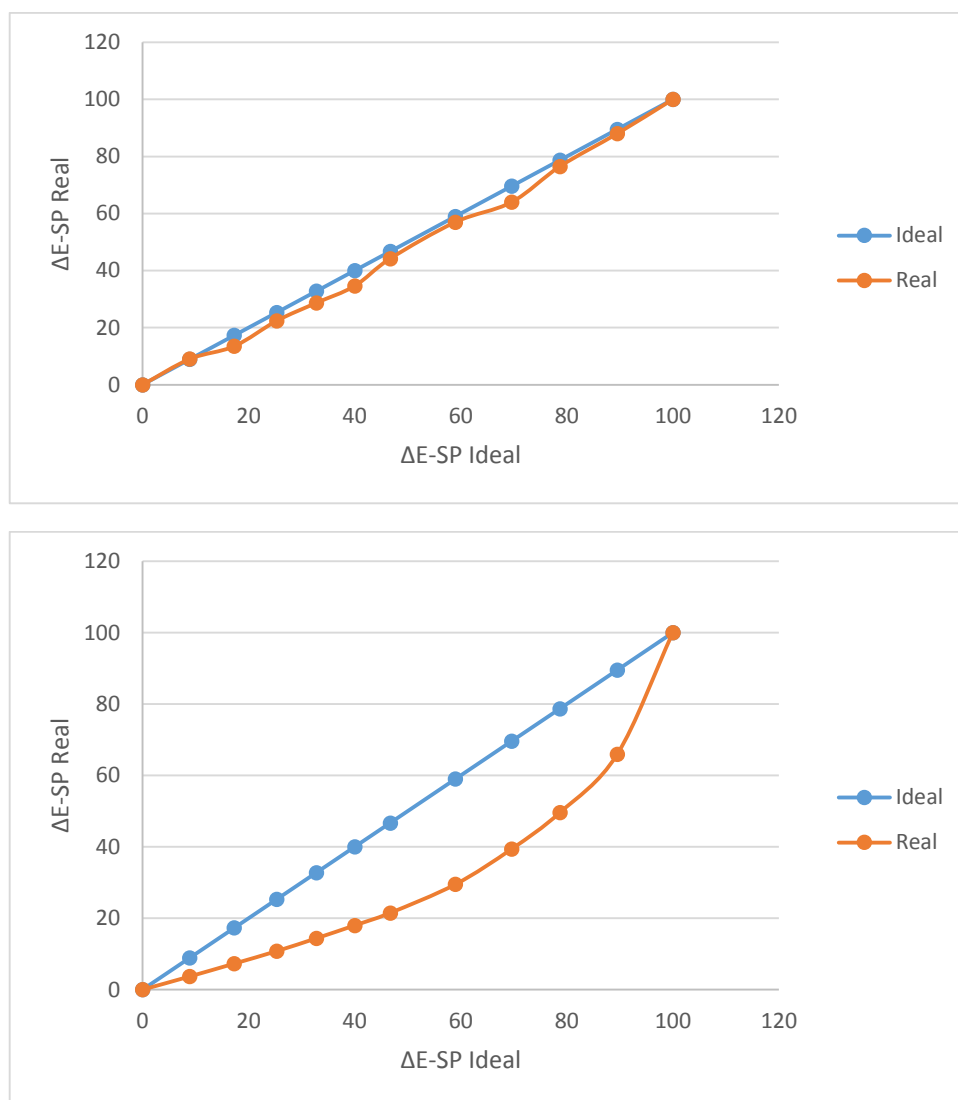


Fig. 75 Gràfica ΔE-SP (a) Violeta (b) Verd (c) Taronja. Font: elaboració pròpia.

Per últim, a l'apartat d'anàlisi de resultats es compararan els resultats obtinguts tot observant com varien els resultats a mesura que es segueix el procés.

Balanç de grisos

Igual com en el cas anterior, es mira l'estudi de balanç de grisos. El principal objectiu és aconseguir un balanç de grisos neutres, és a dir, que els valors de la densitat de CYM siguin pràcticament igual. A la següent taula es poden veure els valors:

Taula 50 Valors de la densitat en el parche de balanç de grisos. Font: elaboració pròpia.

	Mostra 1	Mostra 2	Mostra 3
Y	1,1	0,67	0,33
M	1,09	0,67	0,32
C	1,11	0,67	0,34
K	1,17	0,7	0,34

En aquest cas, es pot veure que els valors són molt pròxims.

A la següent taula es poden veure els valors obtinguts a les taules Equinox del treball en termes de balanç de grisos. Aquest cas es mostren els valors colorimètrics per cada % de punt del gris. En aquest cas els valors A^* i B^* tenen que ser pròxims a 0.

Taula 51 Valors $L^*a^*b^*$ del balanç de grisos. Font: elaboració pròpia.

% gris	L	A^*	B^*
10	83,4	-0,6	1,5
20	76,2		1
30	68,9	0,4	-0,2
40	61,6	0,6	-1,2
50	53,6	0,3	-2,1
60	46,2	0,9	-1,6
70	38,1	0,7	-1,5
80	29,2	-0,3	2,2
90	20,3	-1,6	-1,9
95	16,2	-3,4	-2,2
100	11,9	-4,2	-4,4

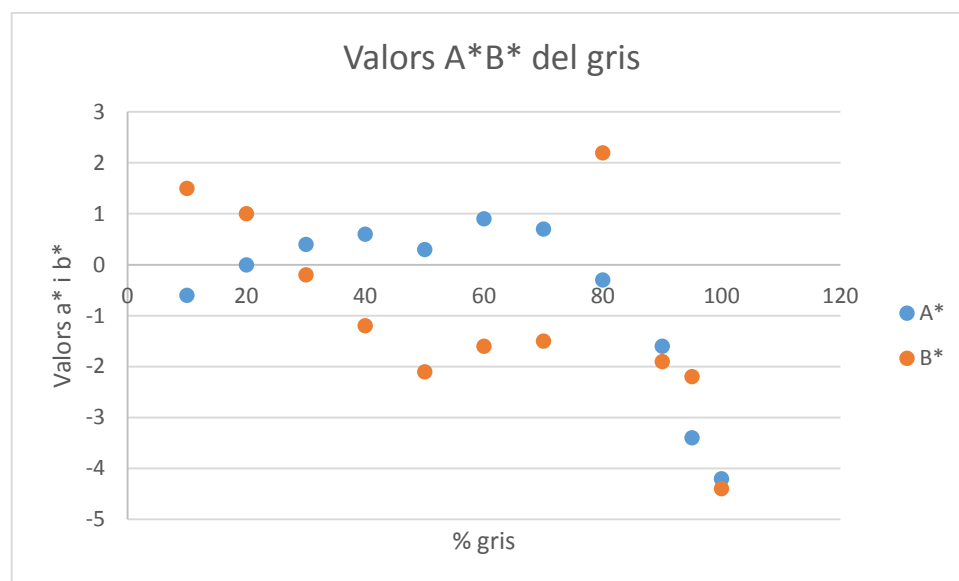


Fig. 76 Valors A^* i B^* del balanç de grisos. Font: elaboració pròpia.

Anàlisi de resultats

Igual com en el test de calibració, el resultat que es vol obtenir és d'uns valors A^* i B^* molt pròxims a 0 en el balanç de grisos. En aquest cas, els valors són molt pròxims a 0 i per tant, es pot considerar que el resultat del procés de calibratge és molt positiu pel que fa a la quadricromia.

Respecte a la valoració de la calibració del violeta, el taronja i el verd, tal i com es pot veure a les gràfiques, el valor del ΔE -SP a les corbes no és totalment lineal. En el cas del taronja i del verd, la diferència no resulta ser molt important. En canvi, en el cas del taronja, hi ha una gran divergència respecte l'objectiu.

Per tant, pels colors de la hectacromia fa falta canviar la corba de compensació del taronja i després, repetir el test. Ara bé, per no haver d'augmentar el cost i el temps invertits en el projecte, es decideix definir el perfil de color amb les corbes de compensació utilitzades.

Finalment, com a valoració general es pot afirmar que els resultats són bons.

4.3.2. Test colorimètric Mac dermid

Primer de tot, les corbes de compensació que s'han utilitzat per aquest test són les següents:

- Negre: G35
- Cyan: G31
- Green G35
- Magenta: G35
- Taronja: G35
- Violeta: G35
- Groc: G31

En el següent gràfic es poden veure les corbes de compensació.

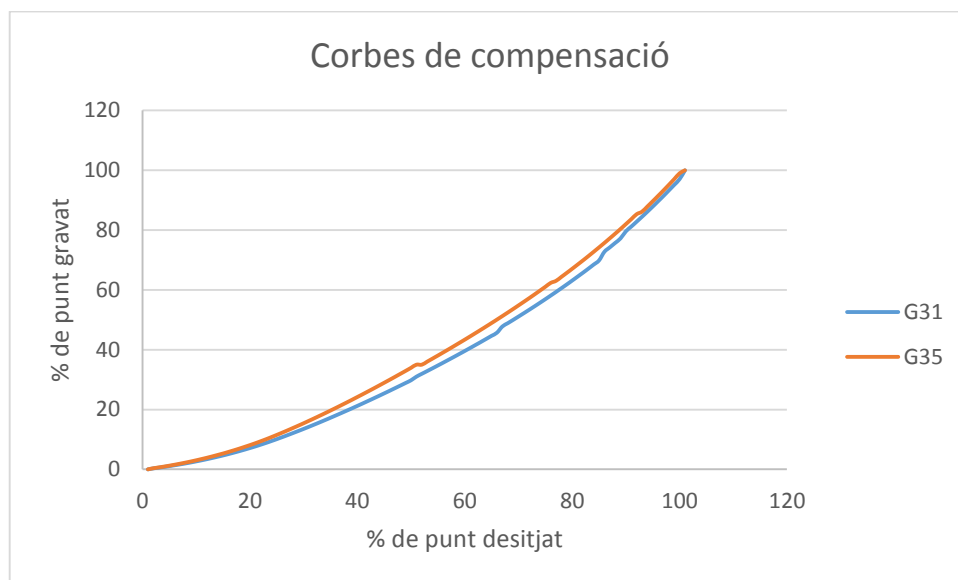


Fig. 77 Corbes de compensació. Font: elaboració pròpia.

Guany de punt i ΔE -SP

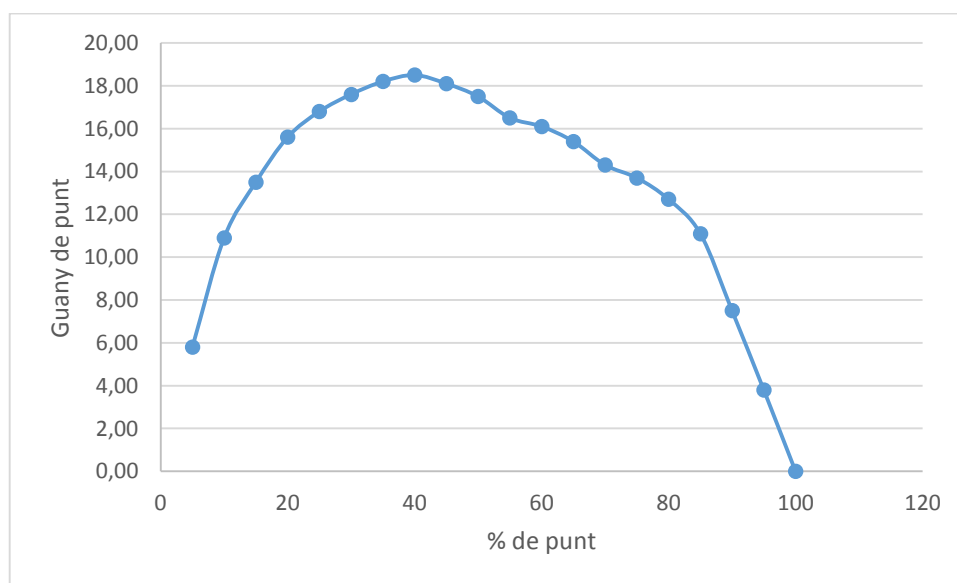
Tot seguit, es mostren els valors de guany de punt, de l'increment de tonalitat i de la densitat.

Taula 52 Densitat, guany de punt i ΔE -SP dels colors de la quadricromia. Font: elaboració pròpia.

	CYAN			MAGENTA		
	Densitat	Guany de punt	Δ Tonalitat	Densitat	guany de punt	Δ Tonalitat
5	0,14	5,80	5,1	0,12	2,70	4,5
10	0,19	10,90	10,3	0,16	5,00	9,1
15	0,23	13,50	16,1	0,21	10,60	15,3
20	0,27	15,60	22,0	0,27	15,10	21,5
25	0,31	16,80	27,6	0,30	16,00	27,3
30	0,35	17,60	33,1	0,34	16,60	33,2
35	0,40	18,20	38,5	0,38	16,90	38,2
40	0,44	18,50	43,8	0,43	16,90	43,2
45	0,49	18,10	49,1	0,47	16,40	48,4
50	0,54	17,50	54,5	0,51	15,60	53,7
55	0,58	16,50	59,9	0,56	14,50	58,9
60	0,65	16,10	65,9	0,60	13,10	65,4
65	0,72	15,40	72,0	0,65	11,50	71,9
70	0,79	14,30	78,1	0,70	9,70	78,4
75	0,89	13,70	83,2	0,82	10,70	83,2
80	1,01	12,70	88,2	0,95	10,90	87,9
85	1,15	11,10	93,3	1,11	10,30	92,7
90	1,22	7,50	95,5	1,19	7,00	95,1
95	1,30	3,80	97,8	1,29	3,60	97,6
100	1,39	0,00	100	1,39	0,00	100

	YELLOW			NEGRE		
	Densitat	Guany de punt	Δ Tonalitat	Densitat	guany de punt	Δ Tonalitat
5	0,14	6,30	6,2	0,13	4,90	4,8
10	0,19	11,70	12,4	0,18	9,20	9,5
15	0,23	15,20	17,1	0,22	12,90	14,3
20	0,28	18,10	21,8	0,27	15,90	19,0
25	0,32	20,20	26,5	0,32	17,30	23,9
30	0,37	21,80	31,2	0,36	18,40	28,7
35	0,42	23,30	35,9	0,41	19,00	33,6
40	0,48	24,40	40,6	0,45	19,30	38,4
45	0,51	22,40	45,9	0,50	18,70	43,8
50	0,54	20,40	51,2	0,55	17,90	49,3
55	0,58	18,20	56,5	0,59	16,80	54,7
60	0,63	17,00	63,3	0,64	15,30	60,2
65	0,68	15,50	70,1	0,73	15,80	65,4
70	0,73	13,80	77,0	0,83	15,50	70,7
75	0,81	13,10	82,4	0,93	14,50	76,0
80	0,91	12,00	87,8	1,05	12,90	81,3
85	1,01	10,50	93,3	1,14	10,20	86,0
90	1,06	7,10	95,5	1,24	7,10	90,6
95	1,12	3,60	97,8	1,35	3,70	95,3
100	1,19	0,00	100	1,46	0,00	100

A continuació, es poden veure les corbes de guany de punt de cadascun dels colors anteriors (Cian, magenta, groc i negre).



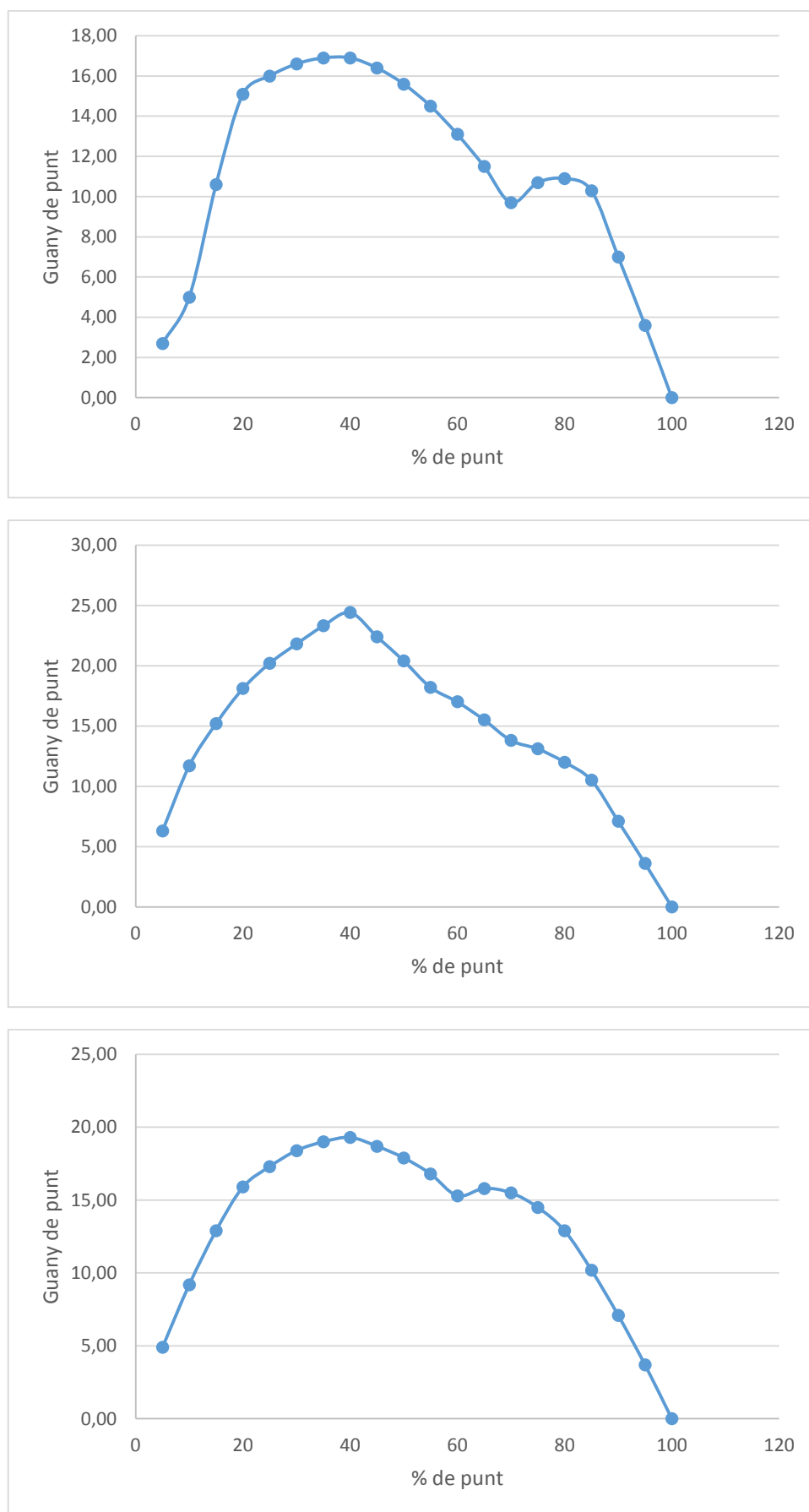


Fig. 78 Corbes guany de punt (a) Cian (b) Magenta (c) Groc (d) Negre. Font: elaboració pròpia.

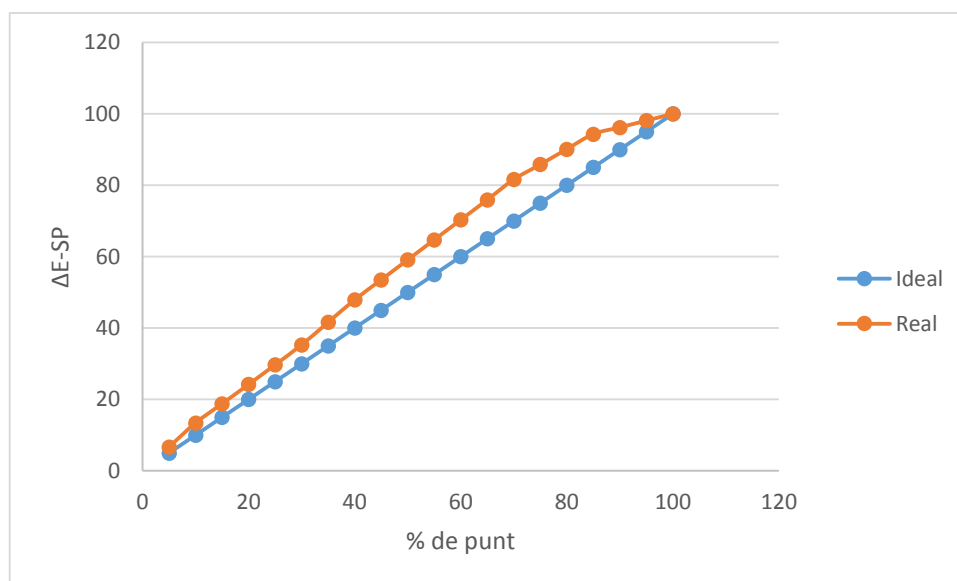
Es repeteix la mateixa taula anterior per a la resta de colors de la heptacromia.

Taula 53 Densitat, guany de punt i AE-SP dels colors de multicolor. Font: elaboració pròpia.

	VIOLETA			VERD		
	Densitat	Guany de punt	Δ Tonalitat	Densitat	guany de punt	Δ Tonalitat
5	0,16	11,00	4,8	0,13	4,00	7,4
10	0,23	20,10	9,5	0,17	7,60	14,9
15	0,27	22,60	14,5	0,20	10,40	20,2
20	0,31	24,40	19,5	0,24	12,70	25,5
25	0,36	26,60	24,7	0,28	13,80	29,9
30	0,41	28,20	29,8	0,31	14,50	36,3
35	0,46	28,40	35,1	0,35	15,30	42,9
40	0,51	28,10	40,5	0,40	15,80	49,6
45	0,54	26,40	46,0	0,44	15,70	55,2
50	0,58	24,40	51,6	0,48	15,40	60,9
55	0,61	22,20	57,2	0,52	14,80	66,5
60	0,67	21,60	63,5	0,57	13,60	71,1
65	0,73	20,40	69,7	0,61	12,20	75,6
70	0,80	18,80	76,0	0,66	10,70	80,2
75	0,84	15,90	81,3	0,74	10,70	83,7
80	0,88	12,70	86,7	0,83	10,30	87,1
85	0,93	9,40	92,0	0,93	9,60	90,6
90	0,99	6,60	94,7	0,99	6,50	93,7
95	1,05	3,40	97,3	1,05	3,30	96,9
100	1,11	0,00	100	1,11	0,00	100

TARONJA			
	Densitat	Guany de punt	Δ Tonalitat
5	0,13	5,30	6,7
10	0,18	9,80	13,4
15	0,22	13,00	18,8
20	0,26	15,70	24,2
25	0,30	16,90	29,7
30	0,34	17,70	35,3
35	0,39	19,50	41,6
40	0,44	20,70	47,9
45	0,47	19,20	53,5
50	0,51	17,60	59,1
55	0,54	15,80	64,7
60	0,61	16,50	70,3
65	0,68	16,50	75,9
70	0,76	16,00	81,6
75	0,83	14,80	85,8
80	0,91	13,10	90,1
85	1,00	11,00	94,3
90	1,05	7,40	96,2
95	1,10	3,80	98,1
100	1,15	0,00	100

A continuació es mostra com evoluciona el Δ E-SP del taronja, violeta i verd.



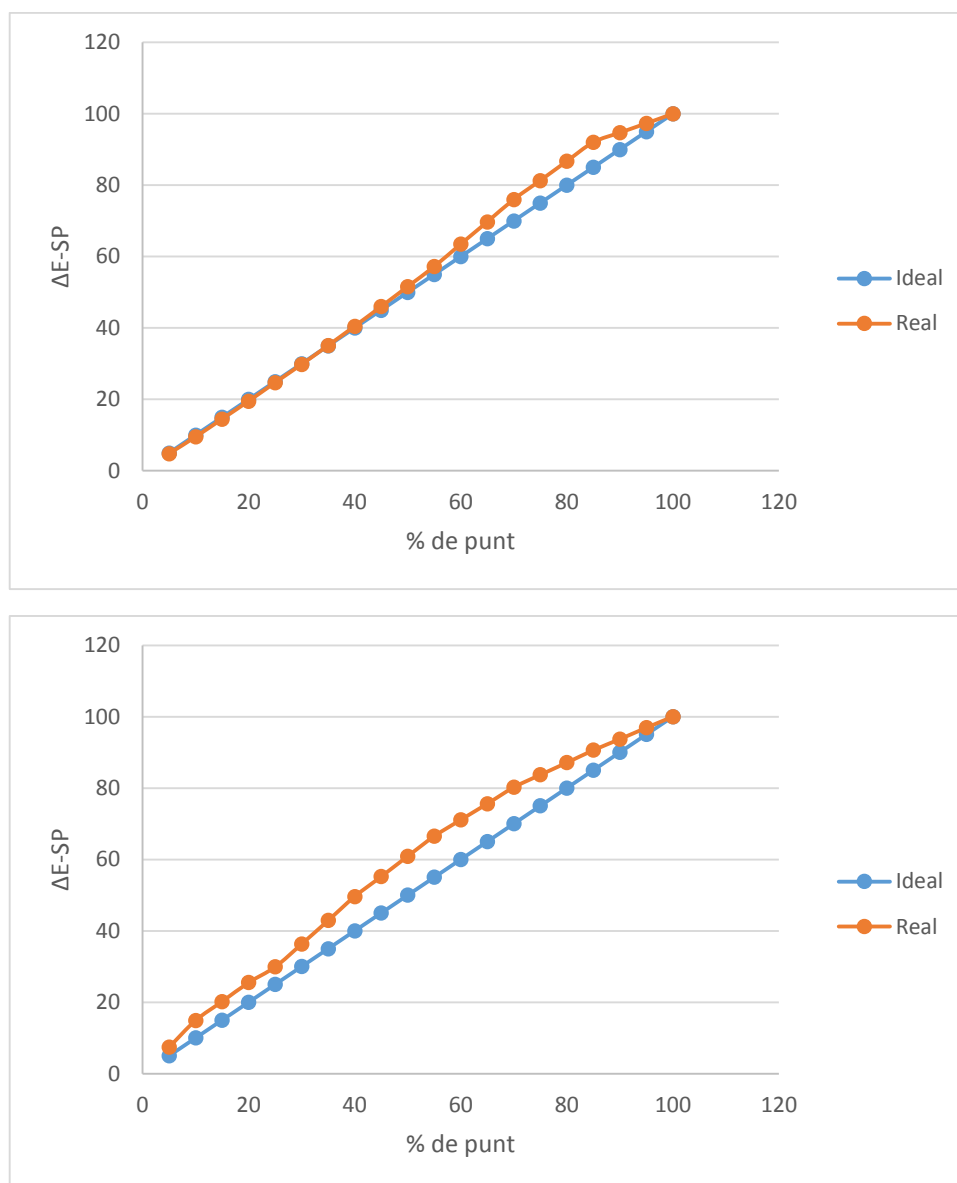


Fig. 79 Gràfica $\Delta E-SP$ (a) Taronja (b) Violeta (c) Verd. Font: elaboració pròpia.

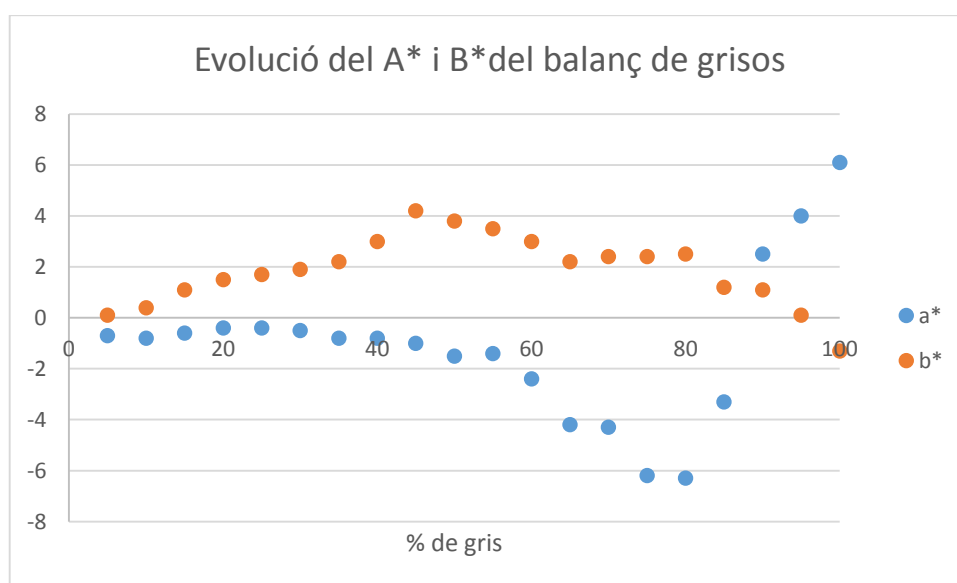
Balanç de grisos

Igual com en el cas anterior, es fa l'estudi de balanç de grisos. La finalitat és obtenir un gris neutre, és a dir, que tinguin uns valors $L^*a^*b^*$ molt pròxims a 0. A la següent taula es poden veure els valors a^*b^* obtinguts a través de les taules equinox que hi ha al test de color.

Taula 54 Valors L^* a^* b^* del balanç de grisos. Font: elaboració pròpia.

% punt	L^*	a^*	b^*
5	87,7	-0,7	0,1
10	83,2	-0,8	0,4
15	79,4	-0,6	1,1
20	75,4	-0,4	1,5
25	71,8	-0,4	1,7
30	68,2	-0,5	1,9
35	64,7	-0,8	2,2
40	61,6	-0,8	3
45	58,2	-1	4,2
50	54,2	-1,5	3,8
55	51,2	-1,4	3,5
60	48,1	-2,4	3
65	45	-4,2	2,2
70	41,7	-4,3	2,4
75	38,3	-6,2	2,4
80	34,1	-6,3	2,5
85	27,5	-3,3	1,2
90	22,3	2,5	1,1
95	18,9	4	0,1
100	14,5	6,1	-1,3

A la següent gràfica es pot veure com evolucionen els valors a^* b^* en funció del % de punt.

Fig. 80 Valors A^* i B^* dels balanç de grisos. Font: elaboració pròpia.

Anàlisi de resultats

El resultat és molt positiu si es valoren els balanç de grisos, sobretot en les zones on el percentatge de punt és més petit. Tal i com es pot veure en el percentatge de punt petit, els seus valors són petits, pròxims a 0.

D'altra banda, el balanç de grisos a partir del 60-70% de punt no és del tot satisfactori.

Tot i això, si es valora el balanç de grisos en general, es pot arribar a considerar el balanç de grisos com a satisfactori, i per tant, la calibració de la quadricromia.

Respecte a les corbes ΔE -SP del taronja, verd i violeta el resultat és positiu. Tot i que a la zona on el % de punt és més elevat el valor del ΔE -SP no correspon als valors de la recta lineal desitjada, sí que s'aconsegueixen uns valors molt similars al final de la línia. A més a més, es pot veure que a la línia del 50% fins a al 0% és gairebé en tots els casos una línia.

Com a resultat final es pot considerar que el procés de calibratge és bo.

4.3.3. Test colorimètric Dupont DPR amb ESKO HD

Seguint l'esquema del cas anterior, primer de tot es diran les corbes de compensació que s'han utilitzat. Aquestes són les següents:

- Negre: E48
- Cian: F45
- Verd E45
- Magenta: F47
- Taronja: E45
- Violeta: E49
- Groc: F48

En el següent gràfic es poden veure les corbes de compensació.

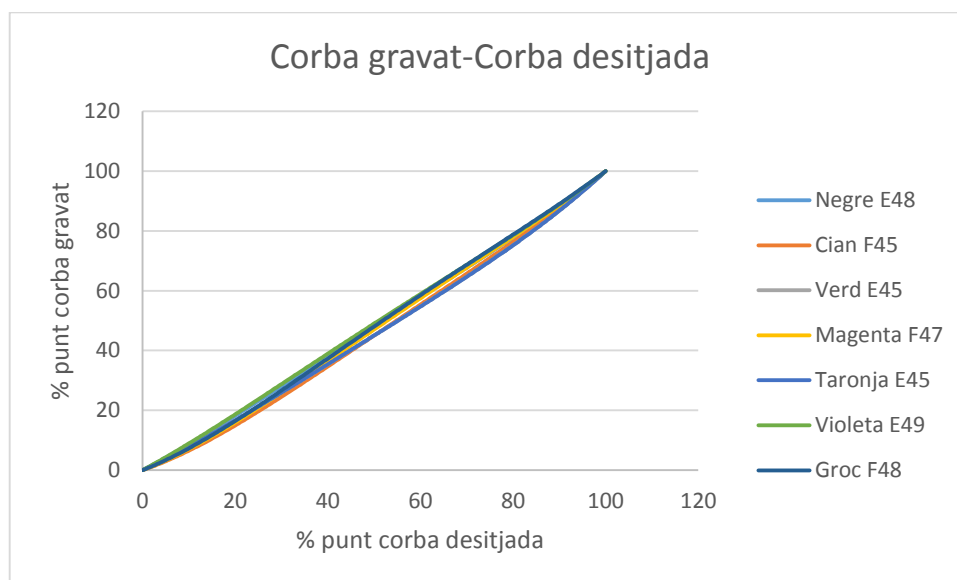


Fig. 81 Corbes de compensació. Font: elaboració pròpia.

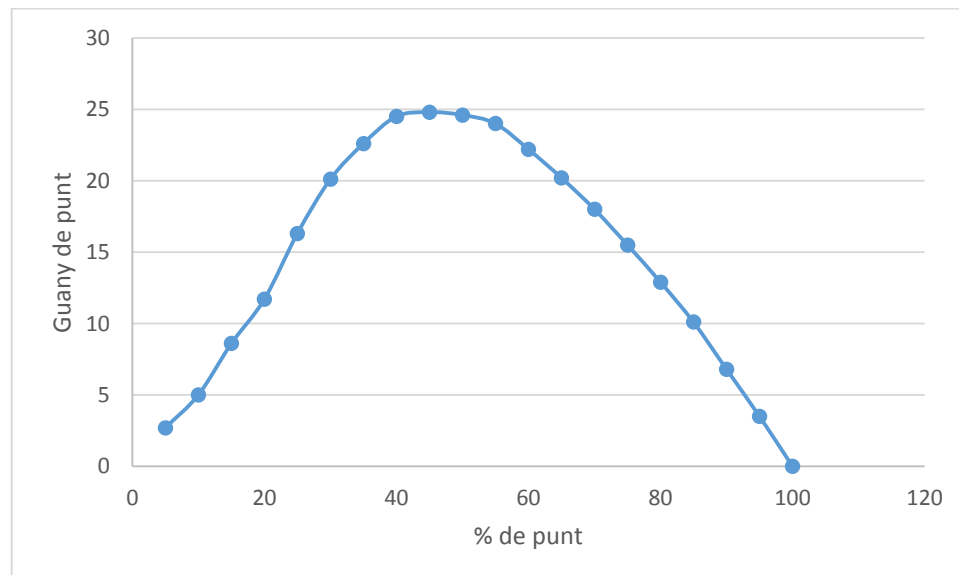
Guany de punt i balanç de grisos.

Igual com en els casos anteriors es mostra primer els valors de la densitat, guany de punt i increment de tonalitat de la quadricromia. Seguidament també es mostren les corbes de guany de punt de la quadricromia.

Taula 55 Densitat, guany de punt i AE-SP dels colors de la quadricromia. Font: elaboració pròpia.

	CYAN			MAGENTA		
	Densitat	Guany de punt	Δ Tonalitat	Densitat	guany de punt	Δ Tonalitat
5	0,11	2,7	4,5	0,1	0,5	2,8
10	0,15	5	9	0,13	0,8	5,6
15	0,19	8,6	14,7	0,16	3,2	9,9
20	0,24	11,7	20,4	0,2	5,1	14,2
25	0,3	16,3	27,7	0,26	10,4	21,2
30	0,37	20,1	35	0,32	14,6	28,2
35	0,43	22,6	41,7	0,38	17,9	35
40	0,5	24,5	48,5	0,45	20,4	41,8
45	0,56	24,8	54	0,5	21,3	47,6
50	0,63	24,6	59,5	0,57	21,6	53,4
55	0,7	24	65	0,63	21,5	59,2
60	0,76	22,2	69,1	0,69	20,2	64,1
65	0,82	20,2	73,3	0,75	18,6	69
70	0,89	18	77,4	0,82	16,7	73,9
75	0,97	15,5	81,5	0,88	14,5	78,5
80	1,05	12,9	85,5	0,95	12,1	83,1
85	1,15	10,1	89,6	1,03	9,4	87,7
90	1,24	6,8	93,1	1,11	6,4	91,8
95	1,35	3,5	96,5	1,2	3,3	95,9
100	1,49	0	100	1,3	0	100

	YELLOW			NEGRE		
	Densitat	Guany de punt	Δ Tonalitat	Densitat	guany de punt	Δ Tonalitat
5	0,11	1,7	3,8	0,12	3,6	4,4
10	0,14	3,1	7,5	0,15	6,7	8,9
15	0,18	7,1	13,3	0,19	9,3	13,3
20	0,22	10,5	19,1	0,23	11,5	17,8
25	0,28	14,8	25,9	0,29	16,2	24,2
30	0,34	18,2	32,7	0,36	19,9	30,7
35	0,39	20,7	39,1	0,43	22,9	37,1
40	0,45	22,5	45,4	0,5	25	43,5
45	0,51	23,3	51,4	0,55	24,6	48,1
50	0,57	23,6	57,4	0,6	23,9	52,7
55	0,64	23,5	63,4	0,66	22,8	57,3
60	0,69	21,8	67,7	0,72	21,4	61,8
65	0,74	19,8	72	0,79	19,8	66,7
70	0,8	17,7	76,3	0,86	17,9	71,6
75	0,85	15	80,1	0,93	15,6	76,4
80	0,91	12,2	83,9	1,01	13,1	81,3
85	0,97	9,2	87,7	1,09	10,2	86
90	1,03	6,3	91,8	1,17	7	90,6
95	1,11	3,2	95,9	1,26	3,6	95,3
100	1,2	0	100	1,36	0	100



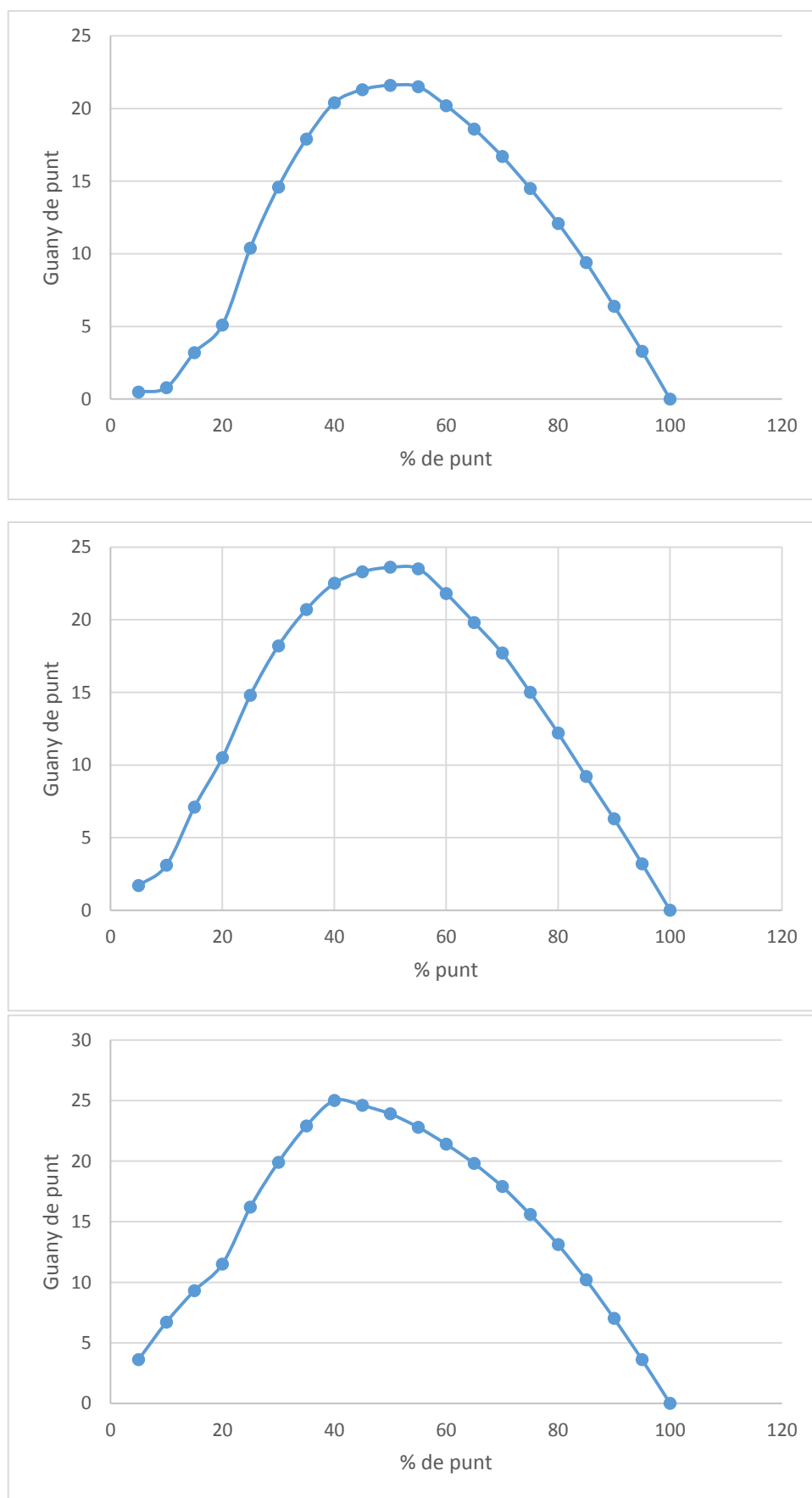


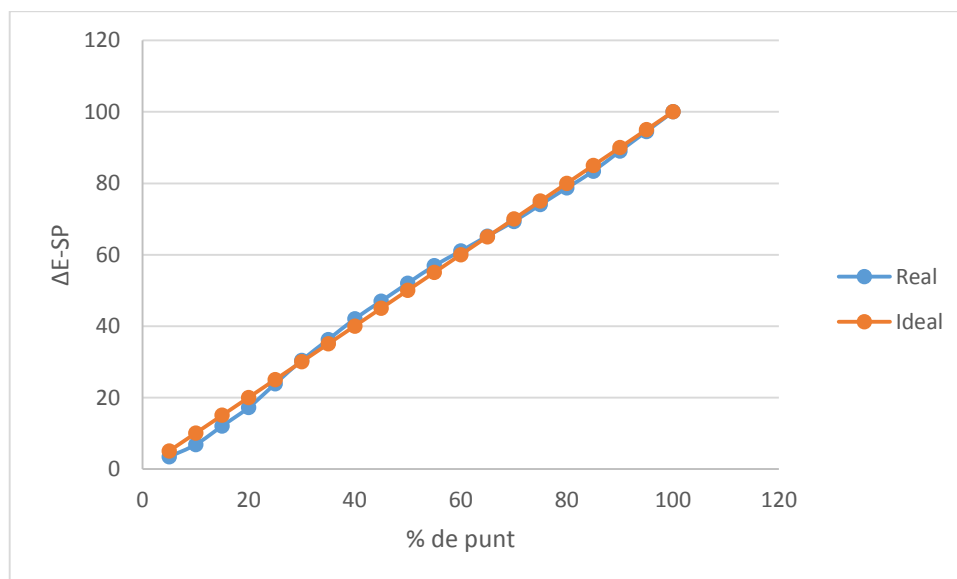
Fig. 82 Gràfica guany de punt. (a) cian (b) Magenta (c) Groc (d) Negre

Seguidament es repeteix la mateixa taula però per la resta de colors del multicolor. D'altra banda en aquest cas, es mostren les gràfiques dels valors de ΔE -SP.

Taula 56 Densitat, guany de punt i ΔE -SP dels colors del multicolor. Font: elaboració pròpia.

	VIOLETA			VERD		
	Densitat	Guany de punt	Δ Tonalitat	Densitat	guany de punt	Δ Tonalitat
5	0,11	2,4	3,4	0,1	0,4	3,1
10	0,14	4,4	6,8	0,12	0,7	6,3
15	0,19	8,6	12	0,15	3,5	11,6
20	0,24	12	17,2	0,19	6	17
25	0,3	16,8	23,8	0,23	9,5	23,6
30	0,36	20,6	30,4	0,27	12,6	30,3
35	0,42	23	36,2	0,32	15,1	36,9
40	0,48	24,6	42	0,36	17,2	43,6
45	0,54	24,8	47	0,41	17,6	48,9
50	0,6	24,5	52	0,45	17,7	54,3
55	0,66	23,7	56,9	0,49	17,6	59,6
60	0,72	22	61	0,53	21,4	64,4
65	0,77	20	65,2	0,57	19,8	69,1
70	0,83	17,6	69,3	0,62	17,9	73,8
75	0,89	15,1	74	0,66	5,6	79
80	0,96	12,3	78,7	0,71	13,1	84,1
85	1,02	9,3	83,4	0,77	10,2	89,3
90	1,11	6,5	89	0,8	7	92,8
95	1,2	3,4	94,5	0,84	3,6	96,4
100	1,29	0	100	0,88	0	100

TARONJA			
	Densitat	Guany de punt	Δ Tonalitat
5	0,11	2	3,8
10	0,14	3,6	7,5
15	0,17	6,5	12,5
20	0,21	8,9	17,4
25	0,26	12,9	23,8
30	0,31	16,1	30,1
35	0,37	18,6	36,1
40	0,42	20,3	42,2
45	0,48	21,2	47,9
50	0,53	21,6	53,7
55	0,59	21,6	59,4
60	0,63	19,5	63,2
65	0,67	17,3	66,9
70	0,71	14,8	70,7
75	0,76	12,6	74,9
80	0,8	10,2	79,1
85	0,86	7,5	83,3
90	0,93	5,3	88,8
95	1,01	2,8	94,4
100	1,1	0	100



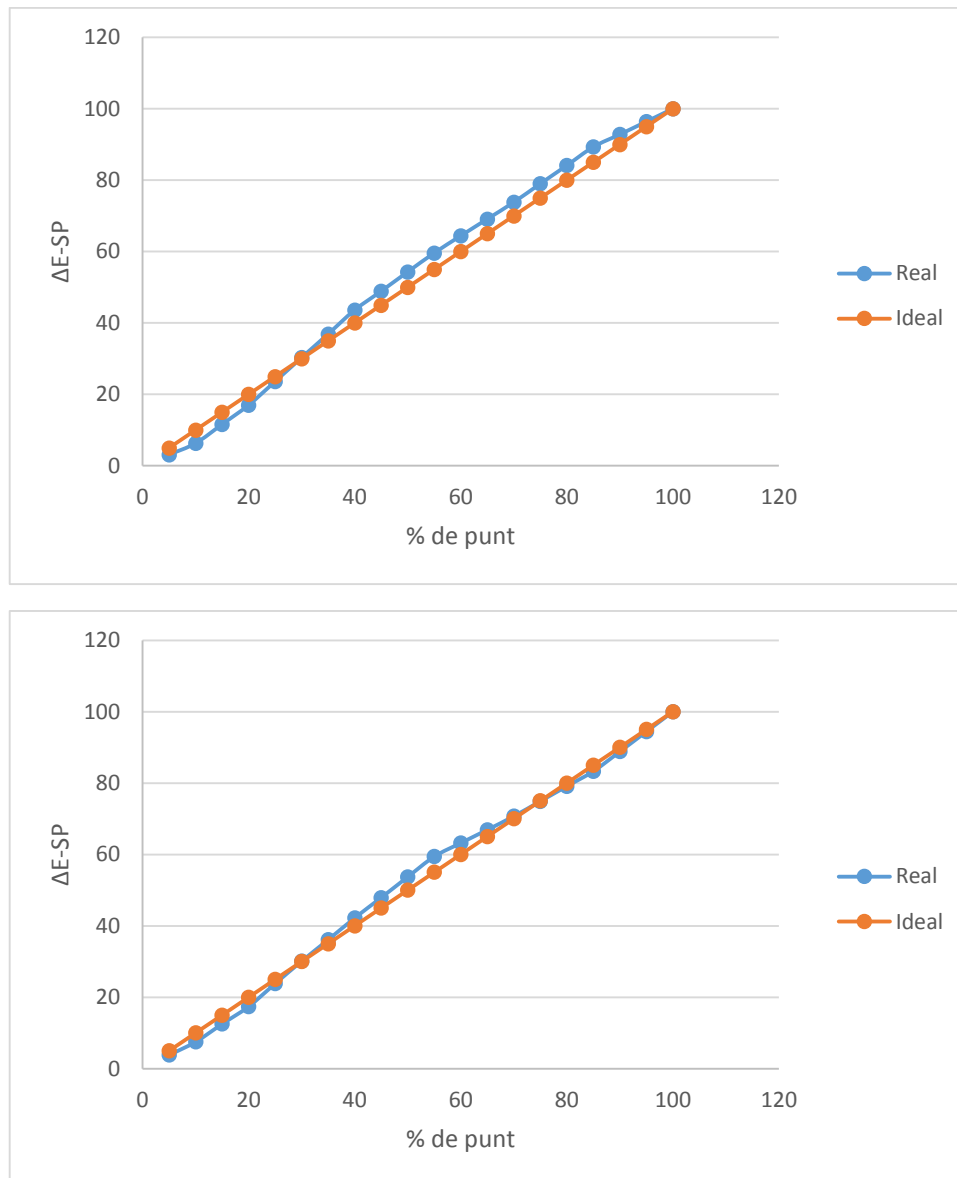


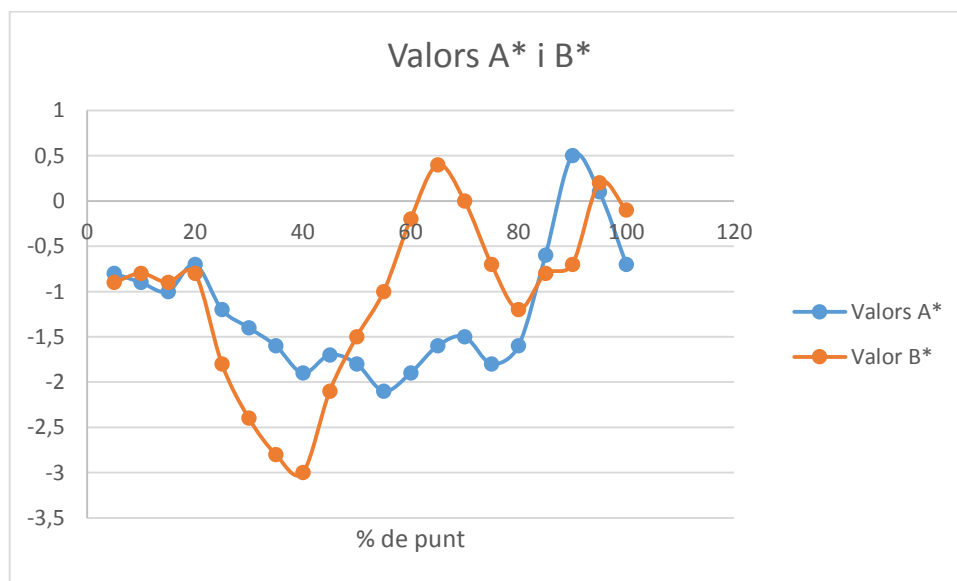
Fig. 83 Gràfiques $\Delta E-SP$ (a) violeta (b) Verd (c) Taronja.. Font: elaboració pròpia.

Balanç de grisos

Tal i com ja s'ha repetit en els casos és mostren els resultats colorimètrics del balanç de grisos. Com s'ha dit l'objectiu seria obtenir uns valors de A^* i B^* molt pròxims a 0. Després de la taula es pot veure com varien els valors de A^* i B^* segons el % de punt dels grisos.

Taula 57 Valors L^* a^* b^* del balanç de grisos. Font: elaboració pròpia.

% punt	L^*	a^*	b^*
5	90	-0,8	-0,9
10	87	-0,9	-0,8
15	83,4	-1	-0,9
20	79,4	-0,7	-0,8
25	74,8	-1,2	-1,8
30	70	-1,4	-2,4
35	65,3	-1,6	-2,8
40	60,8	-1,9	-3
45	56,9	-1,7	-2,1
50	53	-1,8	-1,5
55	49,2	-2,1	-1
60	45,7	-1,9	-0,2
65	42,2	-1,6	0,4
70	39,1	-1,5	0
75	36	-1,8	-0,7
80	32,9	-1,6	-1,2
85	29,5	-0,6	-0,8
90	26	0,5	-0,7
95	22,5	0,1	0,2
100	18,9	-0,7	-0,1

Fig. 84 Valors A^* i B^* del balanç de grisos.

Anàlisi de resultats

Si es valora el resultat obtingut en la quadricromia, és a dir obtenir un balanç de grisos molt pròxim a 0, es pot considerar que el resultat és molt bó. Per tan es podria dir que el procés de calibratge ha comportat un resultat bó en la quadricromia.

Respecte a la resta de colors del multicolor, es pot veure que els valors de ΔE -SP són molt pròxims a un resultat linial en tots 3 colors. Per tan en aquest cas també es pot valorar el resultat com a positiu.

5. ANÀLISIS DE RESULTATS

5. ANÀLISIS DE RESULTATS

L'objectiu d'aquest apartat és veure com han canviat els resultats al llarg del procés i com afecta cada element en els resultats.

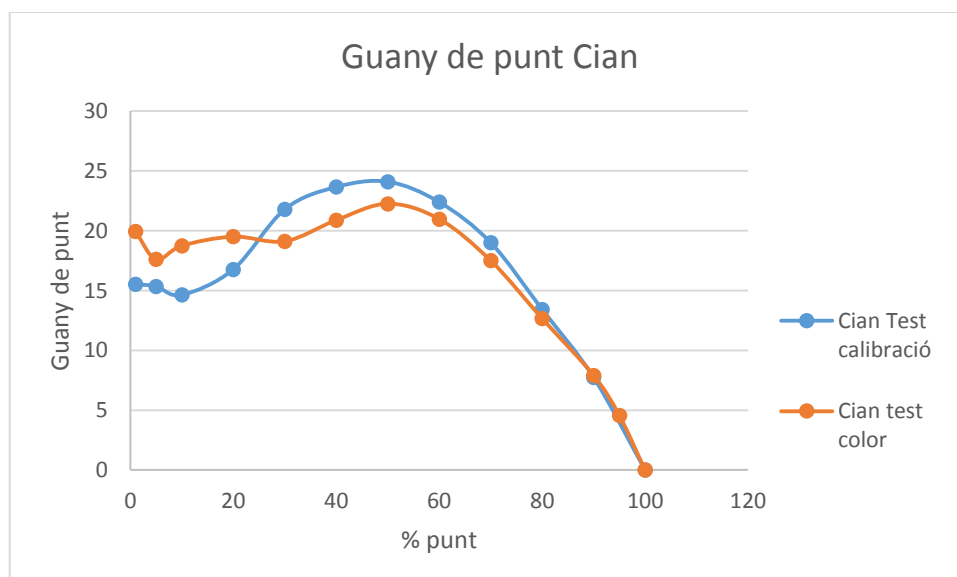
Concretament, l'anàlisi es dividirà en dues parts: a la primera, s'analitzaran els resultats obtinguts amb cada planxa. També, es mirarà com s'ha modificat el guany de punt, la densitat i els valors $L^*a^*b^*$ dels grisos per els CYM. S'ha de recordar que l'objectiu consisteix a tenir un gris neutre. En canvi, pel taronja, el verd i el violeta s'han de valorar els valors ΔE -SP ja que l'objectiu és tenir el màxim lineal possible. A la segona part, es valorarà la variació dels resultats segons el color de la tinta, l'anilox que s'utilitza i l'adhesiu. D'aquesta forma, s'intentarà trobar una relació entre cadascun dels canvis.

5.1. Avaluació del procés

5.1.1. Procés Kodak

En aquest cas ja no es mostren les taules amb els resultats ja que aquests estant en cada apartat de cada test a causa de la seva pròpia planxa. Per tant, només es mostraran les gràfiques comparatives.

Primer de tot, es comença per el guany de punt del groc, magenta, negre i cian. Tal i com es pot veure, el guany de punt ha variat a causa de la corba de compensació.



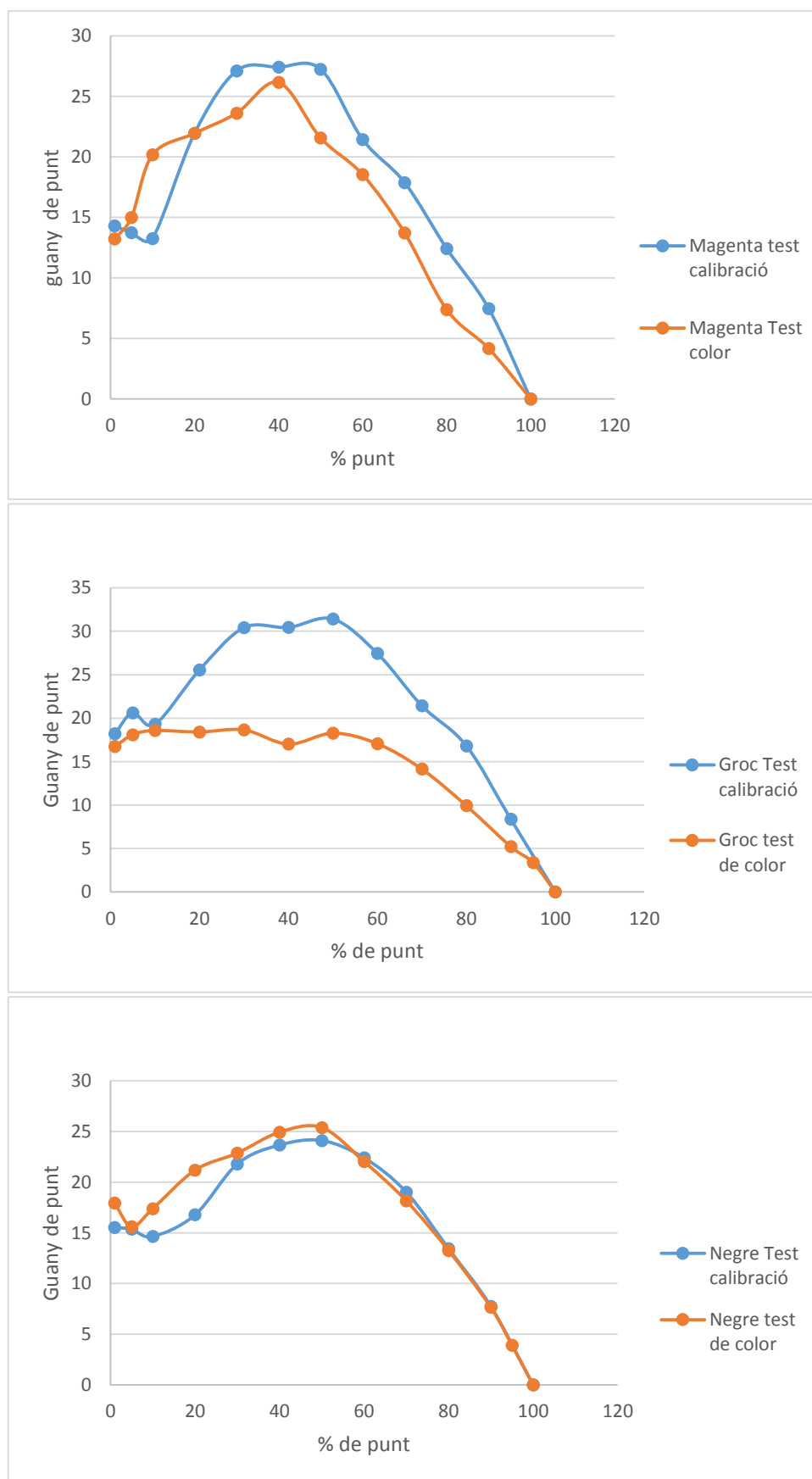


Fig. 85 Comparativa de guany de punt T. color - T. Calibració (a) Cian (b) Magenta (c) Groc (d) Negre.

Font: Elaboració pròpia

Tot i això, en el projecte aquests resultats no són del tot importants. El resultat que sí que és important és el balanç de grisos.

Tal i com s'ha dit, el principal objectiu és que el balanç de grisos sigui més neutre i que els valors A^* i B^* siguin els més pròxims a 0. A la següent gràfica es comparen els valors de A^* i B^* del test de calibració respecte al de color.

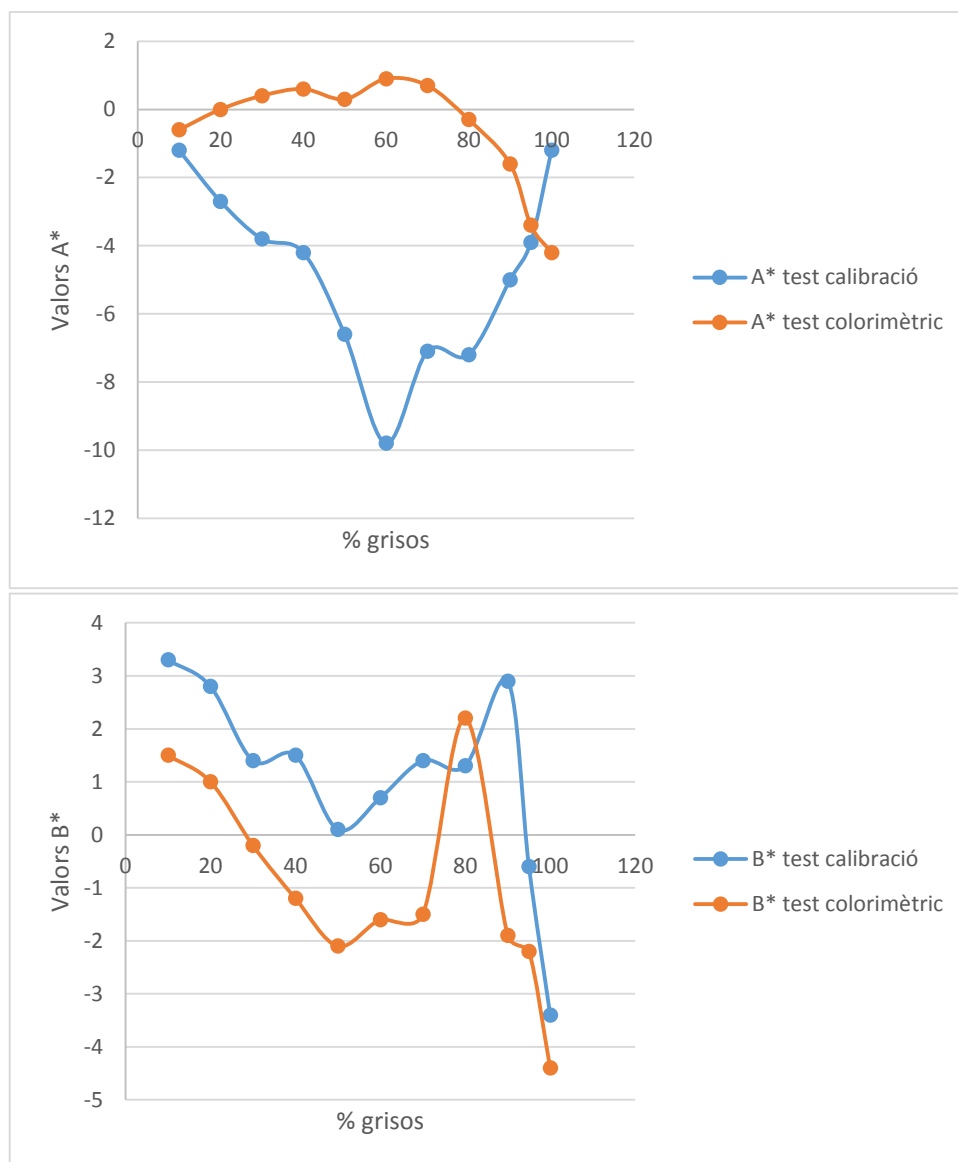


Fig. 86 Comparativa valors A^* i B^* entre T. color i T. Calibració (a) A^* (b) B^* . Font: elaboració pròpia.

Tal i com es pot veure a la gràfica, els valors de A^* i B^* són més pròxims a 0 pel test colorimètric. Per tant, es pot afirmar que el procés que s'ha seguit pel calibratge de les tintes CYMK ha estat positiu.

A continuació, es valorarà el resultat amb les tintes violeta, taronja i verd a partir de l'observació de la variació dels valors ΔE -SP entre els dos diferents testos. A les següents gràfiques es pot veure la comparació entre el ΔE -SP del test de calibració i el de color.

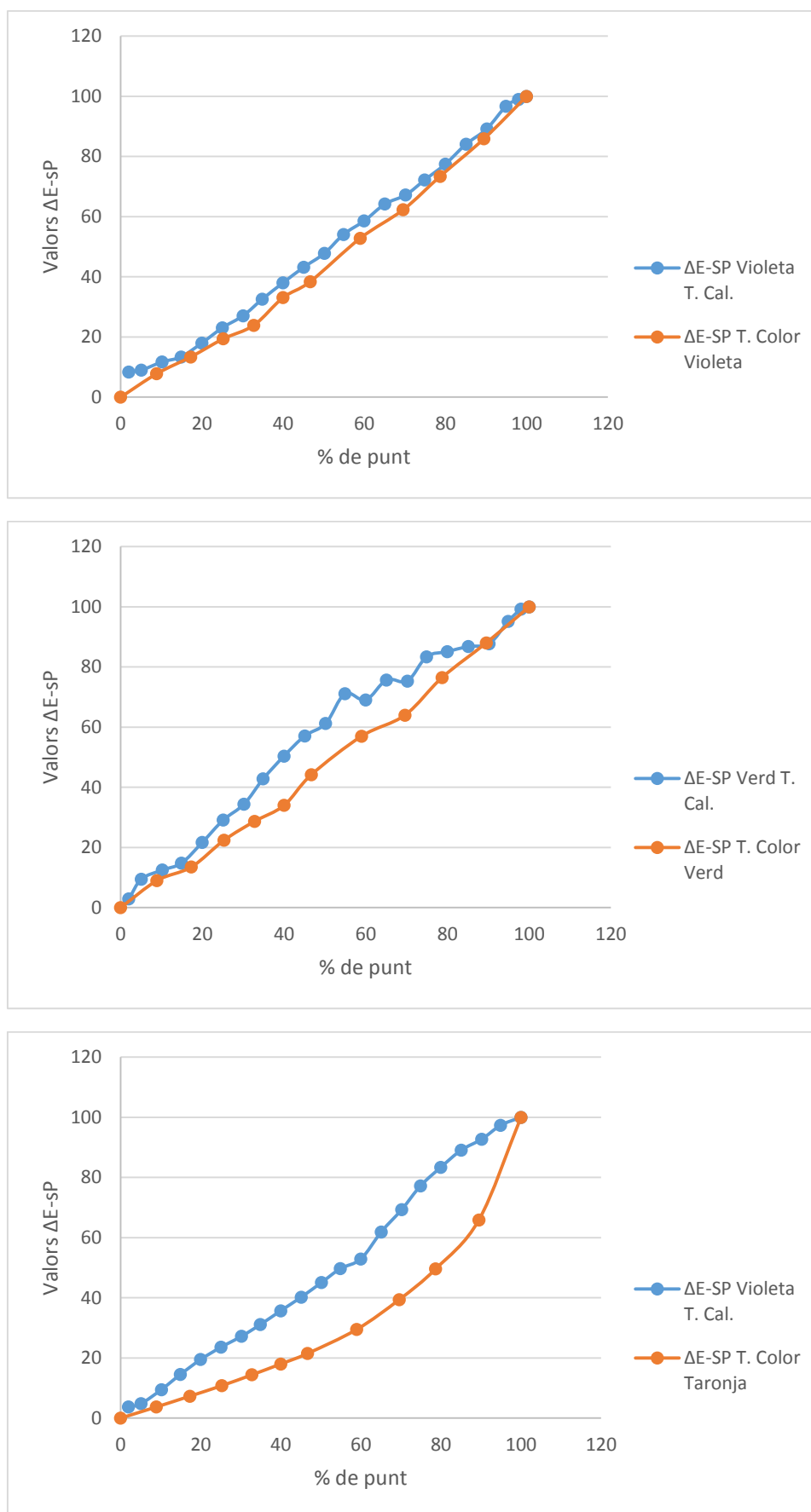


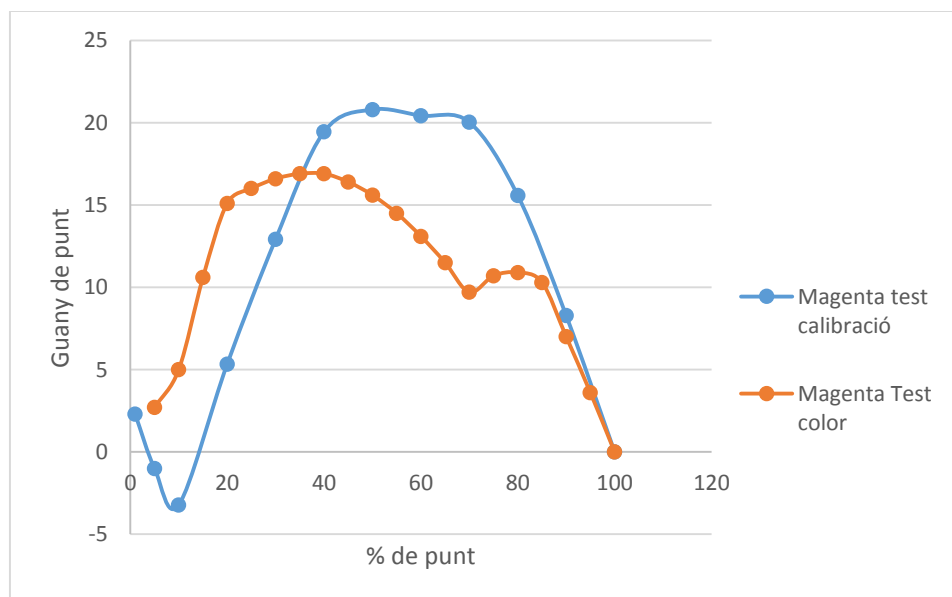
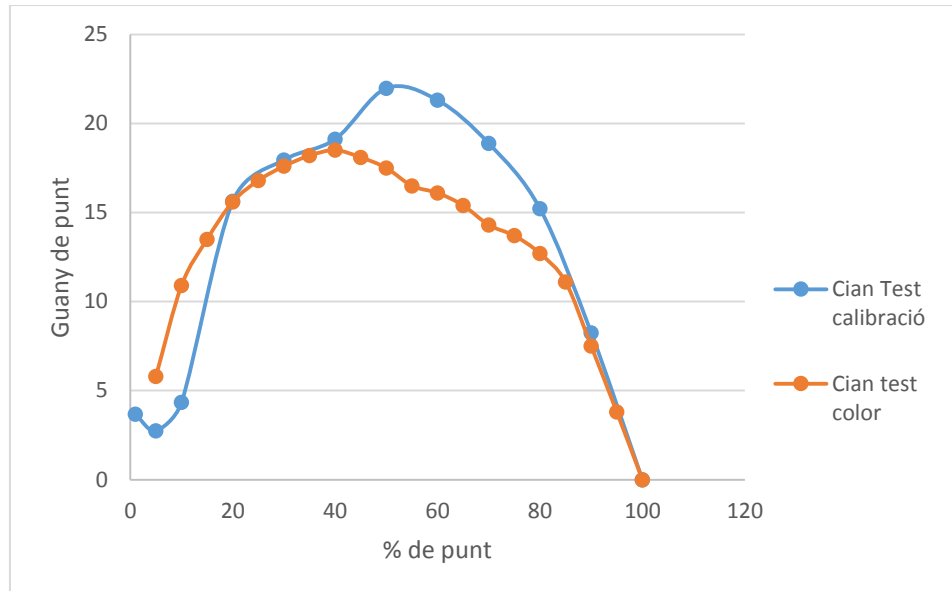
Fig. 87 Comparativa ΔE -SP del T. color i T. calibració (a) Violeta (b) Verd (c) Taronja. Font: elaboració pròpia.

Mirant el conjunt de les gràfiques es pot afirmar que la calibració ha estat bona pel violeta i el verd ja que la línia que es forma unint els seus punts és lineal.

D'altra banda, el resultat del color taronja no és positiu pel sol fet que no és lineal. No obstant, el resultat de la calibració ha estat molt bo.

5.1.2. Procés Mac Demird

Igual com en el cas anterior, primer es mostra el guany de punt per tal de demostrar que s'ha modificat el % de punt entre cada procés. Aquesta diferència de guany de punt es produeix gràcies a les corbes de compensació.



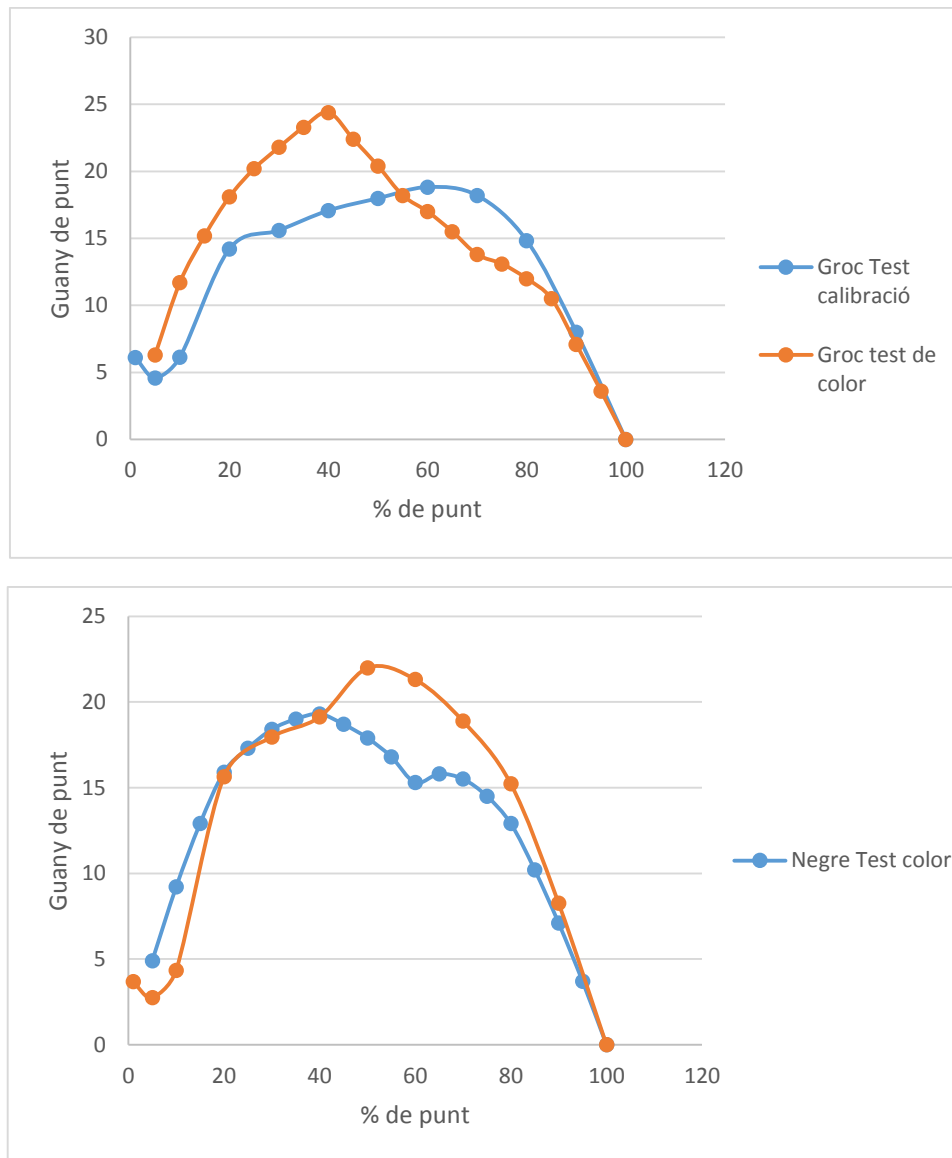


Fig. 88 Comparativa de guany de punt T. color - T. Calibració (a) Cian (b) Magenta (c) Groc (d) Negre. Font: elaboració pròpia.

A continuació, es mostra com ha evolucionat el balanç de grisos. També, es mostren les gràfiques de com han variat els valors A* i B* entre cada test.

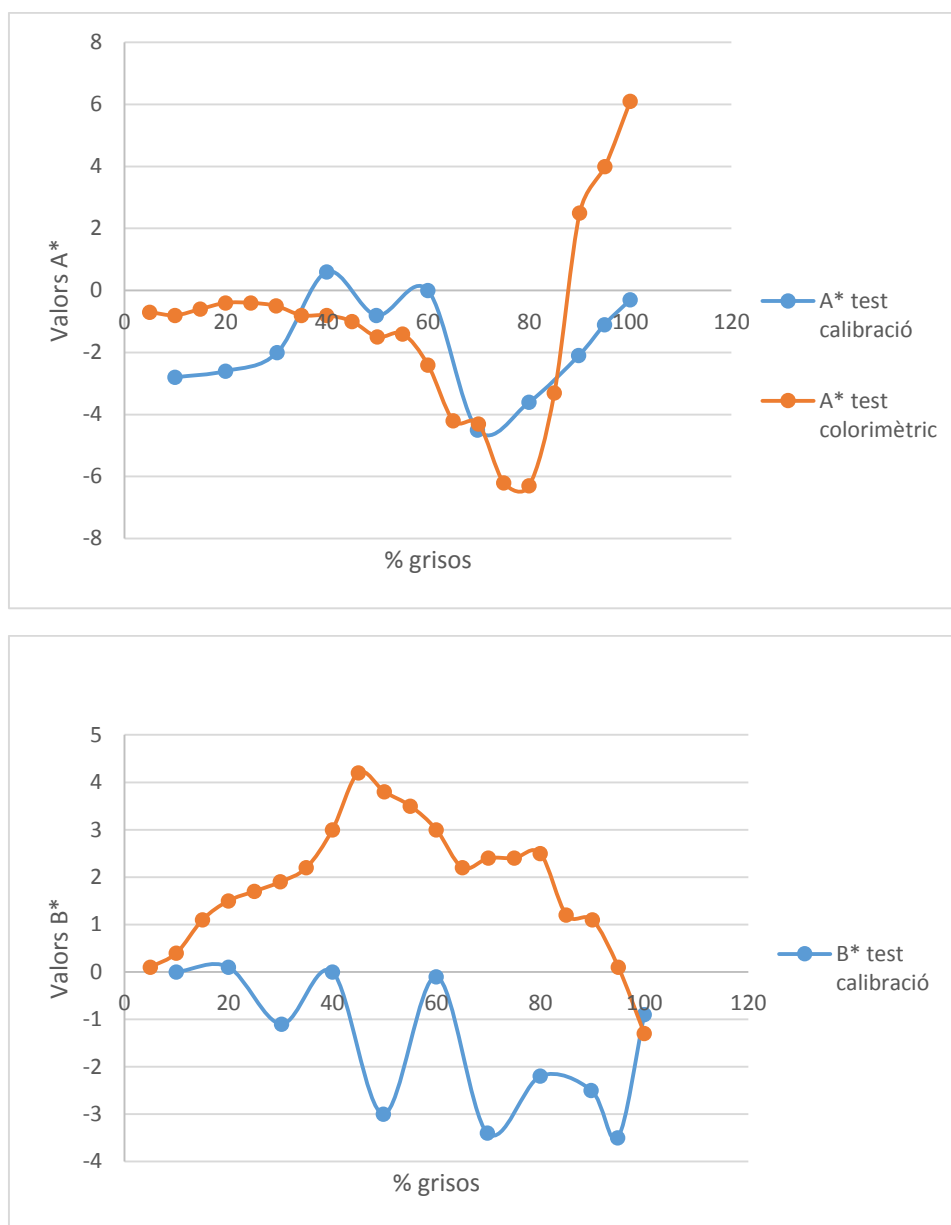


Fig. 89 Comparativa valors A* i B* entre T. color i T. Calibració (a) A* (b) B*. Font: elaboració pròpia

Veient la comparació es pot dir que fins al % de punt de grisos del 40, el resultat de la calibració és bo ja que els valors A* i B* són molt pròxims a 0. D'altra banda, entre el tram del 40% i el 60% el balanç de grisos no és del tot eficaç, però a partir del 60% s'aconsegueix un balanç de grisos no molt bo però sí millor que en el test de calibració.

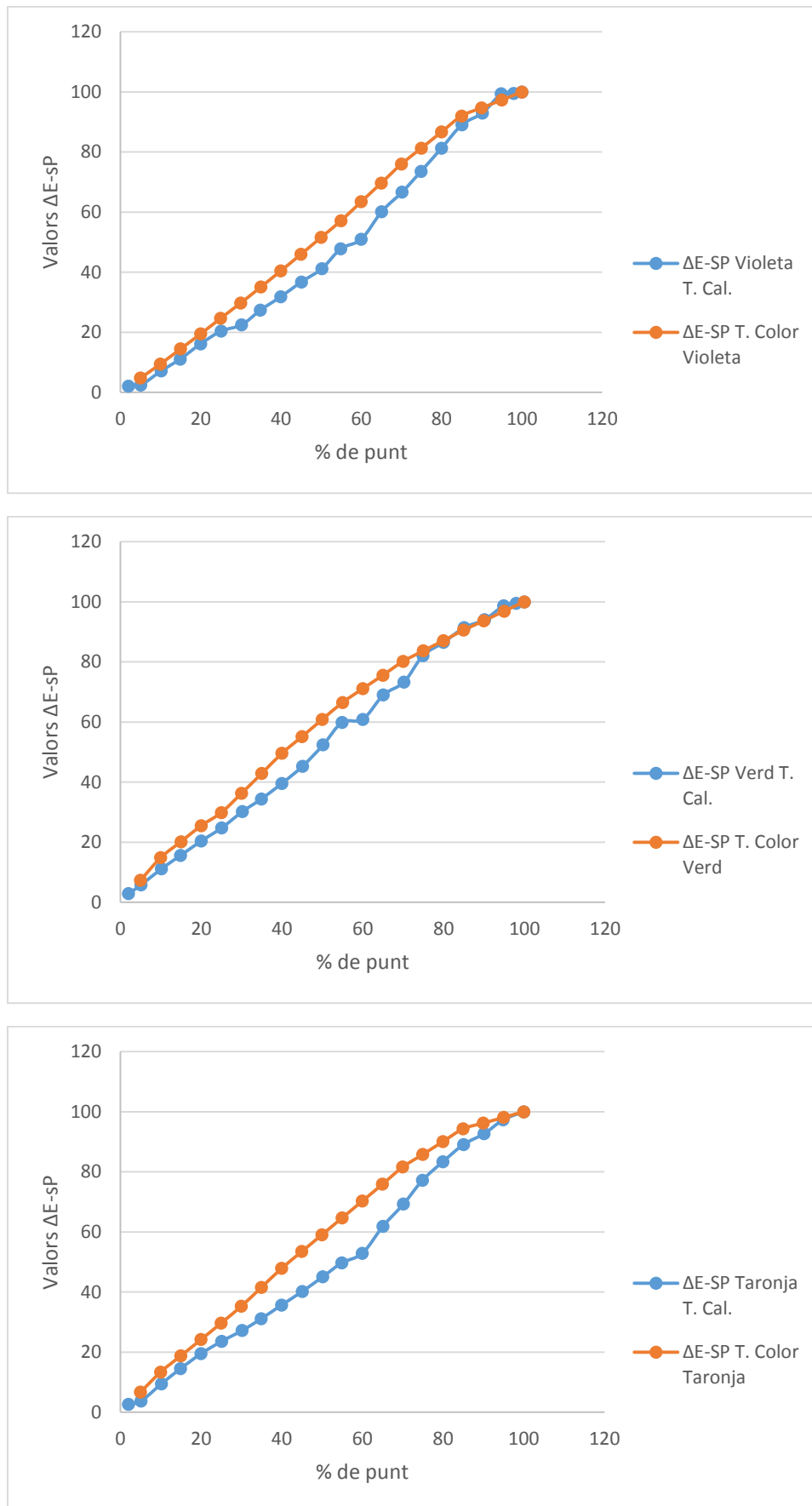
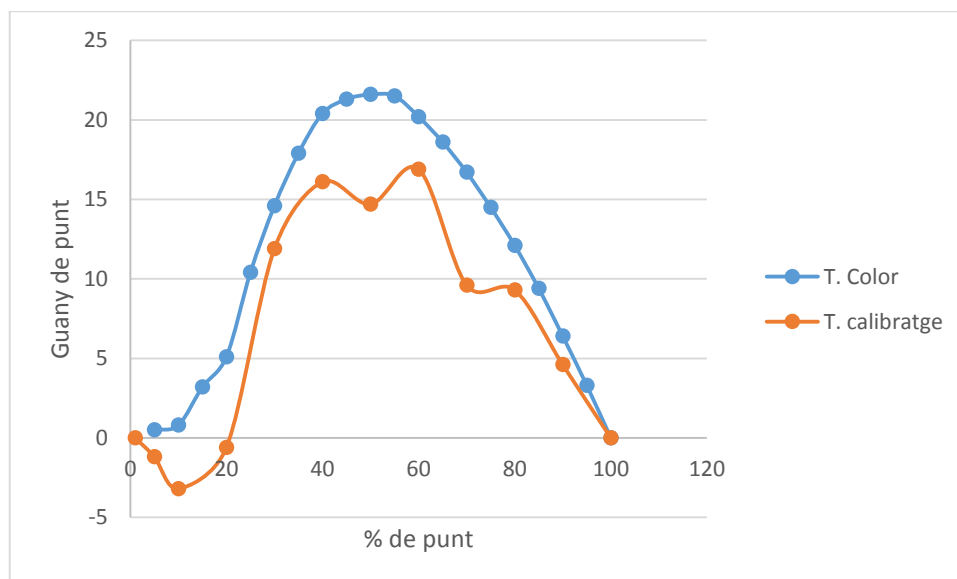
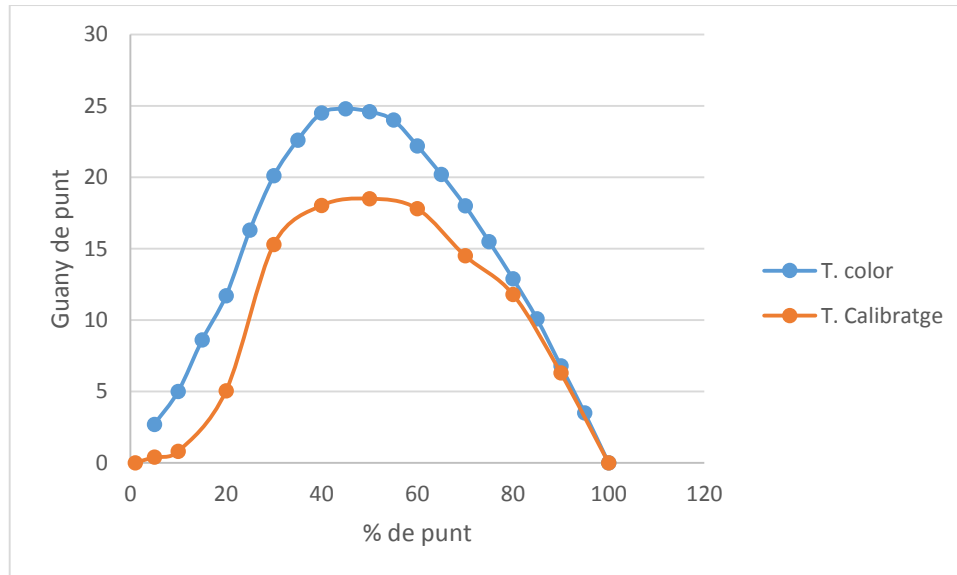


Fig. 90 Comparativa $\Delta E-SP$ del T. color i T. calibració (a) Violeta (b) Verd (c) Taronja. Font: elaboració pròpia.

A través de les gràfiques es pot observar que els resultats són més lineals i més uniformes. Per tant, es pot afirmar que el resultat de la calibració amb MacDermid es pot considerar un èxit.

5.1.3. Procés Dupont DPR amb ESKO HD.

Inicialment es mostrarà les 4 corbes de guany de punt de la quadricromia per veure com han variat els valors del guany de punt entre abans del procés de calibratge i després del procés de calibratge.



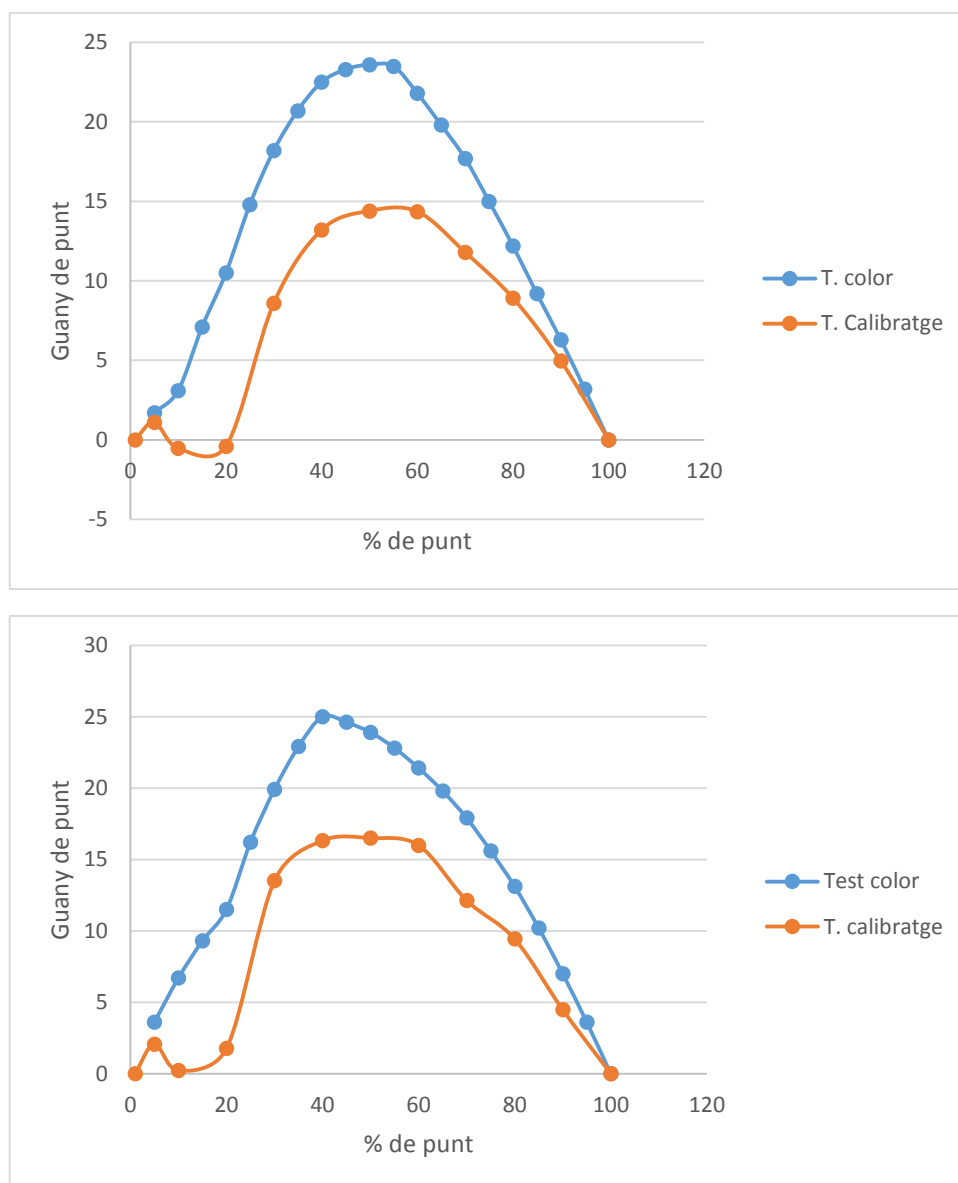


Fig. 91 Comparativa de guany de punt T. color - T. Calibració (a) Cian (b) Magenta (c) Groc (d) Negre. Font: elaboració pròpia.

A partir dels gràfics anteriors es pot veure que s'ha modificat les corbes de compensació veient que s'ha modificat el guany de punt. Però tal i com s'ha dit anteriorment l'objectiu de la quadricromia és l'obtenció d'un balanç de grisos neutre. A continuació es pot veure com varien els valors de A^* i B^* al llarg del procés (gràfica).

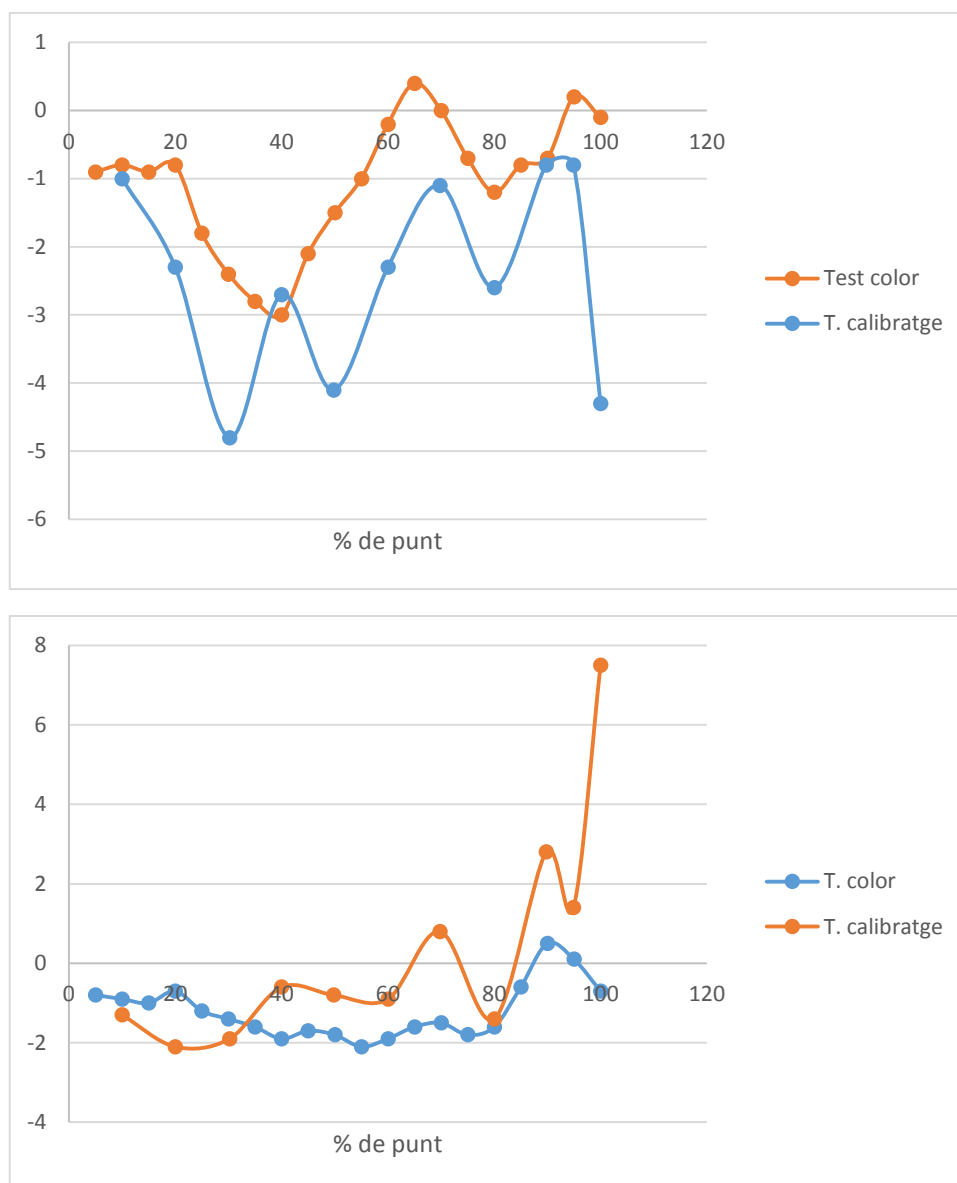


Fig. 92 Comparativa valors A* i B* entre T. color i T. Calibració (a) B* (b) A*. Font: elaboració pròpia

En els gràfics anteriors es pot veure que els valors de A* i B* en el cas del test de color, els valors són més pròxims que 0 que és l'objectiu per la quadricromia. Com a conclusió es pot considerar que el procés és satisfactori per la quadricromia.

En el cas de la resta de colors del multicolor s'analitza amb els valors del ΔE -SP que l'objectiu és que el resultat sigui linial.

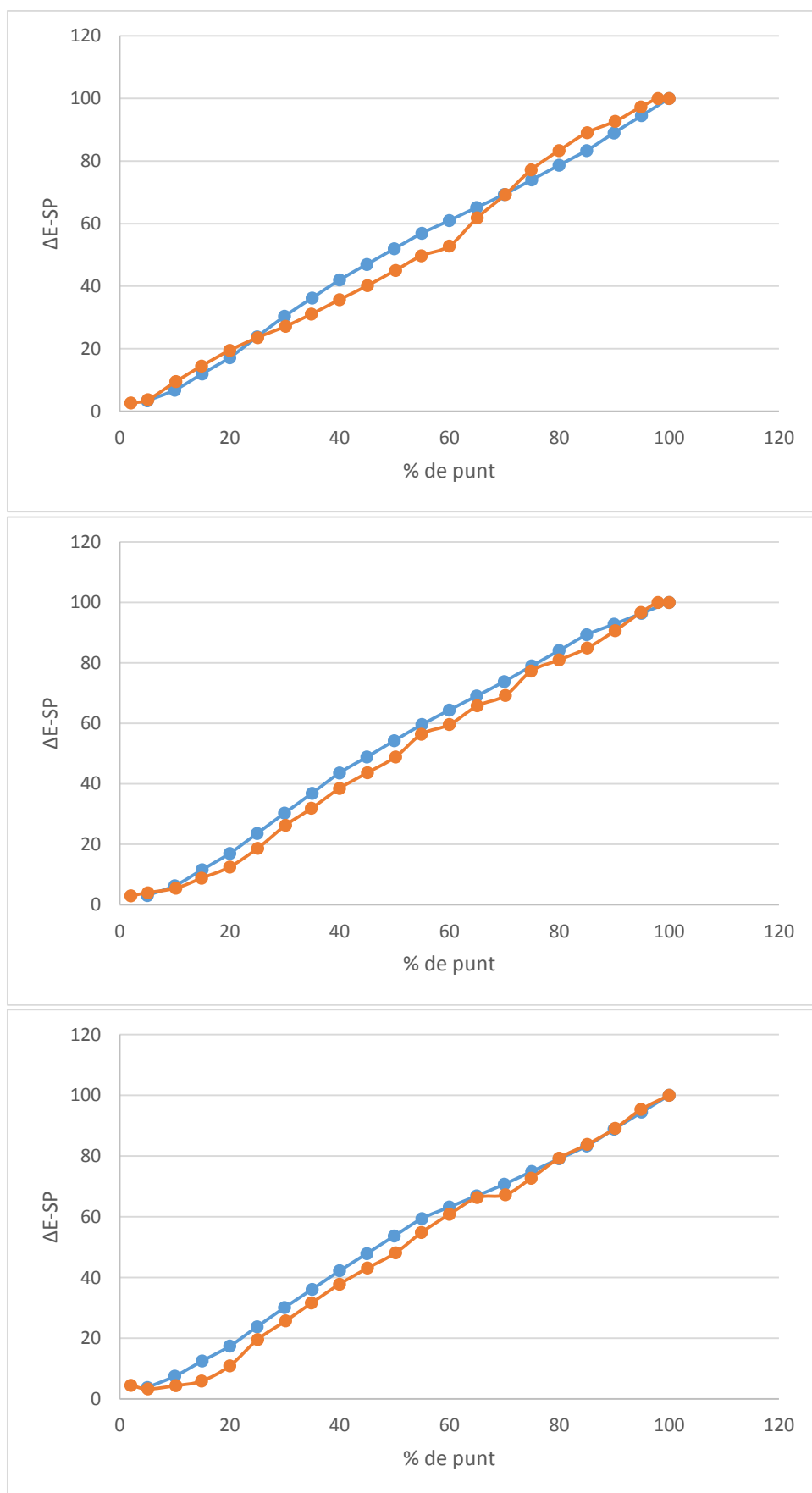


Fig. 93 Comparativa $\Delta E-SP$ del T. color i T. calibració (a) Violeta (b) Verd (c) Taronja. Font: elaboració pròpia.

A totes tres gràfiques es pot veure que els valors de ΔE -SP són linials. Si es compara el resultat del test de color amb els del test de calibratge es pot veure que els resultats han millorat substancialment.

Per tan en el cas dels colors de la heptacromia es pot considerar que el resultat és bó.

5.2. Valoració dels elements que afecten al resultat

5.2.1. Estudi afectació anilox

Per a fer aquest estudi s'ha utilitzat un benchmark. Per poder mesurar com afecta l'anilox, s'ha escollit una trama i s'han mesurat els valors $L^*a^*b^*$ i la densitat, i s'ha mirat a veure com afecta quan es canvia l'anilox. A continuació es poden veure les taules amb els resultats:

Anilox 1. Liniatura: 260 lpi. Volum: 7 cm³/m²

Taula 58 Valor de densitat i valors $L^*a^*b^*$ per cada requadre en magenta. Font: elaboració pròpia.

	L*	A*	B*	Densitat
5	80,5309	8,6208	-0,0445	0,2588
10	75,2396	14,2833	0,0048	0,3482
20	68,0759	23,7801	-0,475	0,488
30	61,2821	30,9803	0,8628	0,6345
40	56,3886	36,1748	1,9673	0,7544
50	50,2479	45,3118	3,3682	0,9482
60	44,3255	53,5067	5,5866	1,1858
70	39,9763	60,2204	9,506	1,4418
80	39,3103	61,6448	8,6247	1,4982
90	37,6428	63,9992	10,6688	1,6415
95	35,4402	67,5867	13,3271	1,9472
100	34,7903	67,651	15,3561	2,0161

Anilox 2. Liniatura: 280 lpi. Volum: 6 cm³/m²

Taula 59 Valor de densitat i valors $L^*a^*b^*$ per cada requadre en magenta. Font: elaboració pròpia.

	L	A	B	Densitat
5	84,2057	4,5936	0,0807	0,2001
10	80,306	8,5738	-0,6042	0,2614
20	72,8072	18,0974	-1,3769	0,3956
30	66,7566	24,3801	-0,9572	0,5131
40	61,5901	30,3762	-0,5344	0,6269
50	54,3702	38,0957	0,8406	0,808
60	48,3521	46,4236	1,4559	1,0044
70	44,4131	53,1126	2,8139	1,1795
80	44,5549	53,4076	1,3145	1,2232
90	41,7609	57,2832	3,3659	1,3216
95	37,7829	62,6026	6,1583	1,71
100	35,7183	65,7959	8,4853	1,8463

Anilox 3. Liniatura: 480 lpi. Volum: 3.6 cm³/m²

Taula 60 Valor de densitat i valors L*a*b* per cada requadre en magenta. Font: elaboració pròpia.

	L*	A*	B*	Densitat
5	85,3065	3,5004	0,0017	0,1835
10	81,5546	7,3999	-0,1496	0,242
20	75,9187	14,5552	-1,1788	0,3393
30	70,652	20,8016	-1,731	0,4377
40	66,2149	26,283	-1,7269	0,5292
50	59,1442	35,196	-1,7726	0,6948
60	52,8789	44,0691	-1,677	0,8764
70	47,0561	53,0393	-0,3835	1,0997
80	46,0343	55,7567	-1,7339	1,1582
90	44,8473	57,6875	-1,0886	1,2193
95	39,9264	66,121	0,9287	1,5843
100	38,2461	67,7338	2,6969	1,7445

Anàlisi de la densitat

Primer de tot, a la següent gràfica s'observa com evoluciona la densitat envers la trama en qüestió i imprès amb diferents anilox.

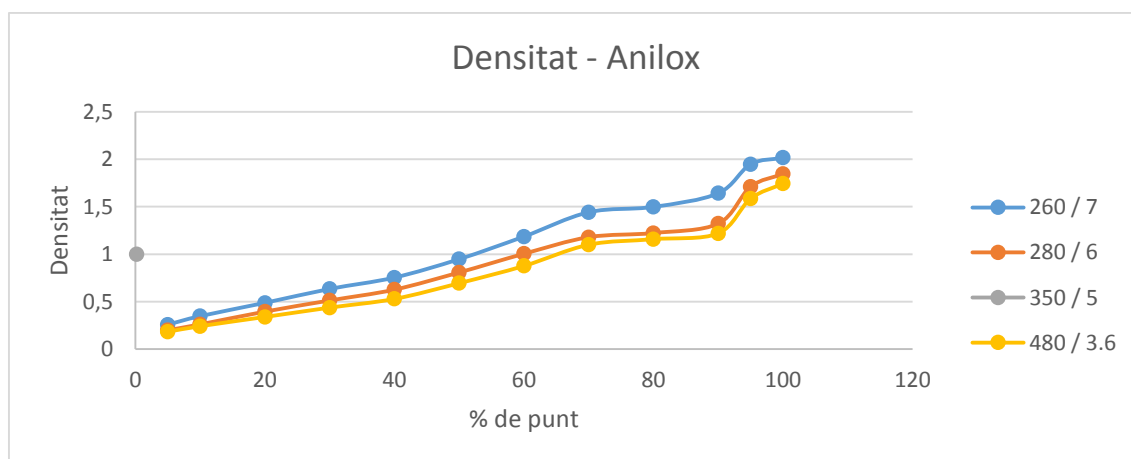


Fig. 94 Densitat en funció de diferents anilox. Font: elaboració pròpia.

A través d'aquest gràfic es pot veure que entre el 5% i el 60% la densitat és línia. En el següent gràfic, la densitat amb l'anilox és de 3,6. En el moment de fer l'estudi es decideix utilitzar l'anilox de volum 3.6. Concretament, del gràfic en qüestió es busca una línia de tendència, s'extreu la fórmula i el valor de R² (coeficient de determinació).

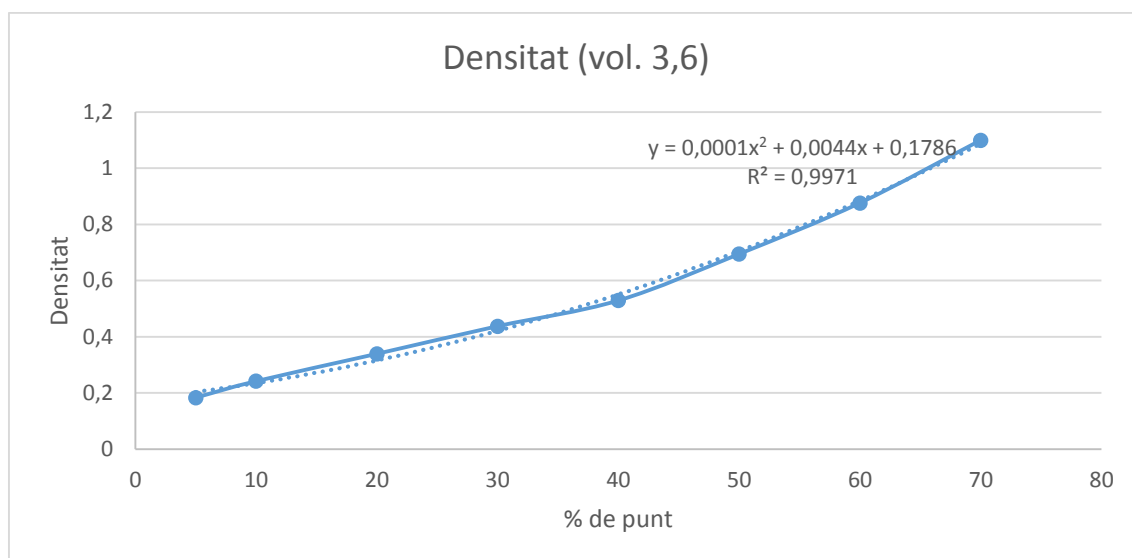


Fig. 95 Valor de la densitat amb anilox 3,6 cm³/m² de volum. Tram 5-70% punt. Font: elaboració pròpia.

Al tenir un coeficient de determinació de 0.9971 es considera un resultat bo. Per tany, la formula que determina la densitat del 5% fins al 60% és:

$$Densitat(3.6) = 1e^2 * \% punt + 0.0044 * \% punt + 0.1785$$

Per tant, la densitat estaria modelitzada per un volum de 3,6. A més, al veure que la densitat per volum 6 i volum 7 té una tendència similar, s'intenta trobar una relació. A partir d'aquí, es decideix veure quan creix la densitat respecte a la densitat del 3.6.

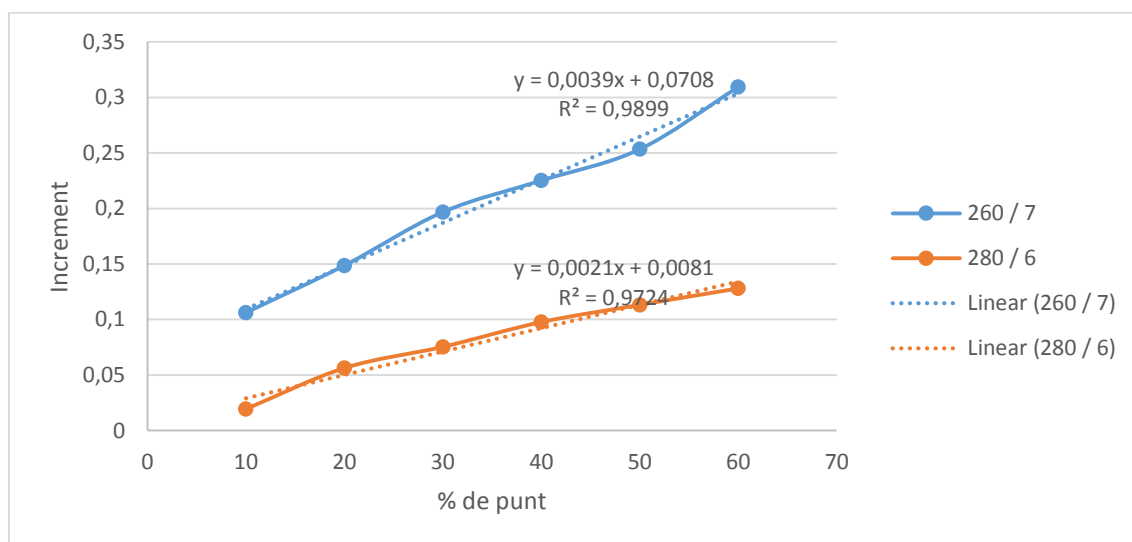


Fig. 96 Increment de la densitat respecte l'anilox de vol 3,6 cm³/m². Font: elaboració pròpia.

A continuació, es mostren les corbes que determinen cadascun dels factors segons el volum i el % de punt.

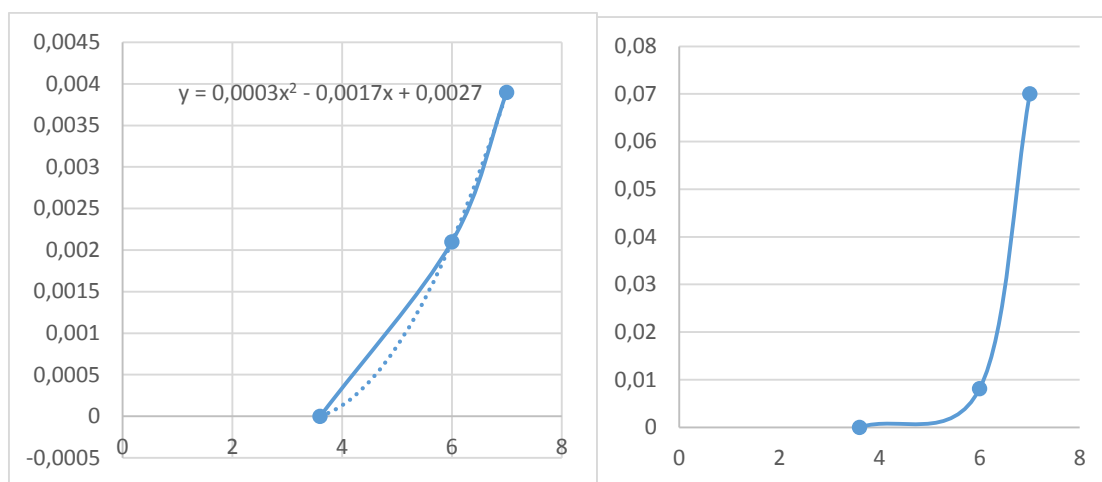


Fig. 97 Determinació dels coeficients per la variació de la densitat segons volum de l'anilox.

A partir d'aquests gràfics es pot modelitzar la densitat (interval de 5-70 % punt) com:

$$D(x, y) = 1E^{-4} \cdot x^2 + 0.044 \cdot x + 0.1786 + (0.0003 \cdot y^2 - 0.0017 \cdot y + 0.0027) \cdot x + 1.816 \cdot 10^{-8} \cdot 8.4707^y$$

On:

- **X:** % de punt
- **Y:** volum en cm^3/m^2

A partir del 70 % de punt, el diferencial entre volum es manté constant, però la densitat des del 70% fins al 90% augmenta seguint la següent formula:

$$Dx = D70 + 0.006 \cdot x + 0.6807$$

On:

- **Dx:** densitat a un percentatge de punt.
- **X:** percentatge de punt

Finalment, del 90% al 100%, es pot considerar que la densitat segueix la següent formula:

$$Dx = -0.0041 \cdot x^2 + 0.8308x - 40.371$$

On:

- **Dx:** Densitat a un % de punt,
- **X:** percentatge de punt.

Si es fa el mateix treball en tema colorimètric, es valora el valor del $\Delta E-P$. En aquest cas, es compara el valor $\Delta E-P$ i de la saturació i es veu que el resultat té el mateix perfil, i per tant, només s'estudiarà un. En aquest cas, es valora el $\Delta E-P$.

A la següent gràfica es poden veure els valors de ΔE amb els diferents anilox.

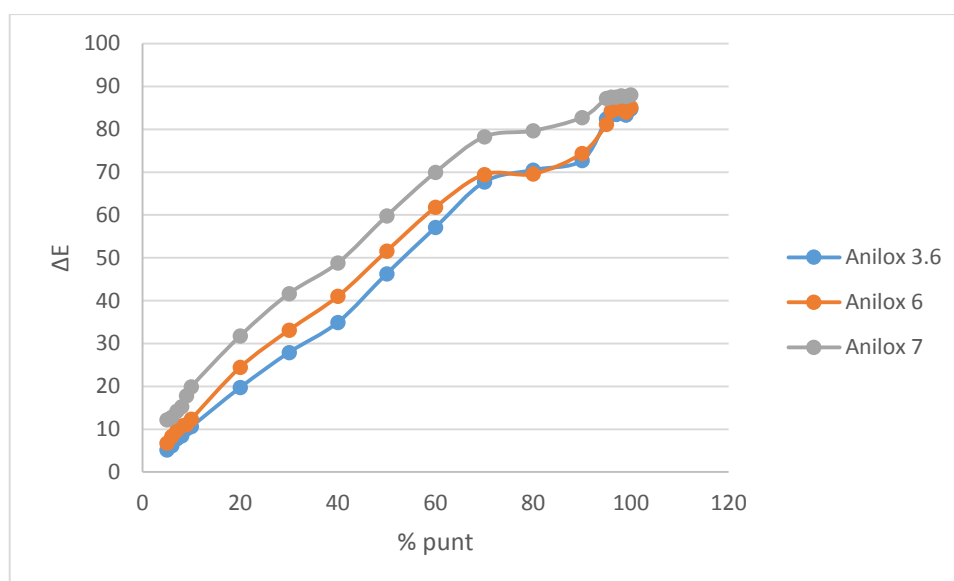


Fig. 98 Variació del ΔE -SP segons volum de l'anilox. Font: elaboració pròpia.

Vista la gràfica es decideix separar en 3 segments la línia. El primer segment del 5 % fins al 70%. El segon segment del 70% fins al 90% ,i finalment, del 90% fins al 100%.

Primer segment

Es treu la gràfica per valorar-lo i es veu que s'ajusta a un valor línia. Es modelitza amb una equació de primer grau.

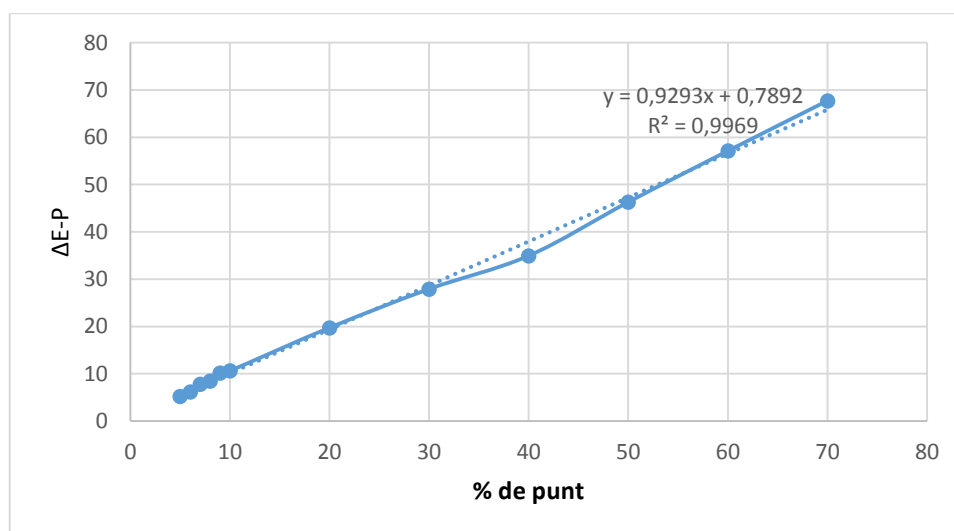


Fig. 99 Modelització del ΔE -P per anilox de 3,6 de volum. Font: elaboració pròpia.

A partir d'aquí s'analitza el guany que hi ha per a cada anilox i a veure si es pot adaptar l'increment de ΔE -P a un perfil.

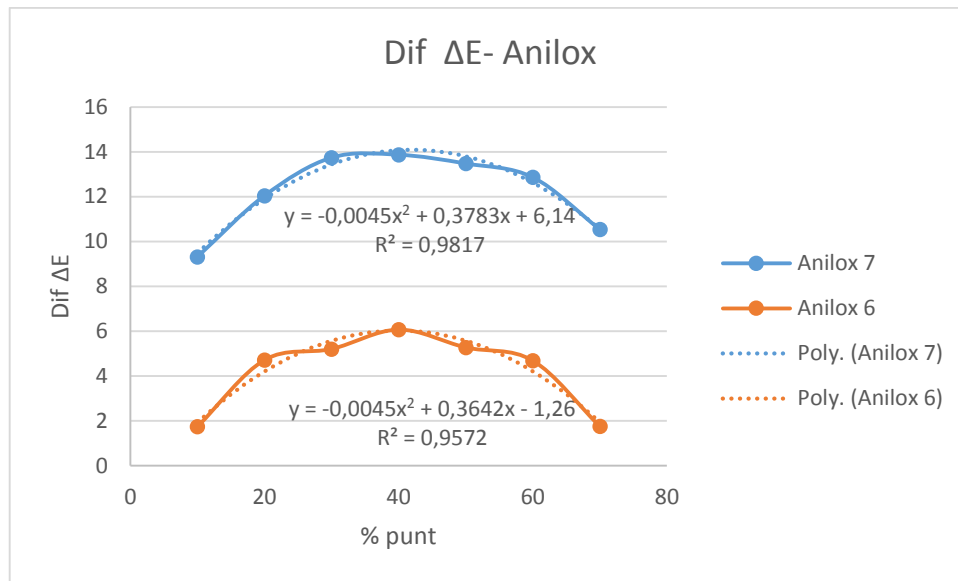


Fig. 100 Diferència entre els ΔE-P en diferents anilox respecte 3.6 de volum. Font: elaboració pròpia.

A partir d'aquest, el segon terme de l'equació i el tercer terme es busca una relació amb el volum igual tal i com s'ha fet en el cas anterior. Finalment, pel tram del 10 fins al 70 % de punt, l'equació és la següent:

$$\Delta Ex = 0.9293 * \%Punt + 0.7892 - 0.0045 \cdot (\%punt)^2 + (-0.0405 \cdot V^2 + 0.5404 \cdot V - 1.4208) + (2.3309 \cdot V^2 - 22.901 \cdot V + 52.237)$$

On:

- **V:** volum de l'anilox (cm³/m²)
- **% punt:** % de punt on es vol mirar.
- **ΔEx:** és el valor del ΔE a un % de punt en concret.

A partir del segon segment, del 70% al 90%, es considera com un tall lineal (veure el gràfic). En aquest cas es pot modelitzar com la diferència que hi ha al 70% i es manté constant fins al 90 % (veure gràfica).

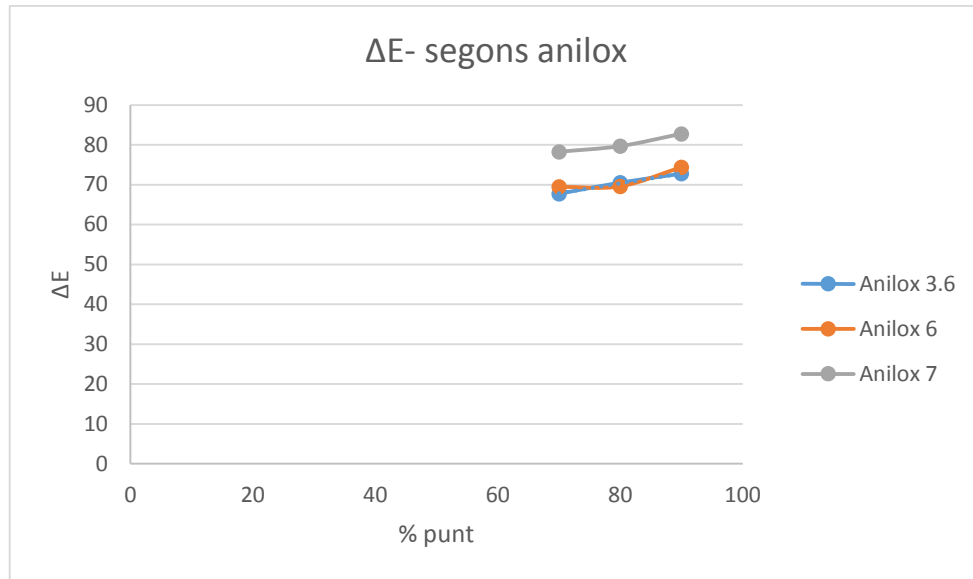


Fig. 101 Valors de ΔE -P segons diferents anilox. Font: elaboració pròpia.

Per tant, es pot modelitzar com a:

$$\Delta E_x = 0.2518x + 28.92 + (-0.0405 \cdot V^2 + 0.5404 \cdot V - 1.4208) + (2.3309 \cdot V^2 - 22.901 \cdot V + 52.237)$$

On:

- **X**: percentatge de punt.
- **V**: volum de l'anilox.
- **ΔE_x** : valor del ΔE en un % de punt.

A l'últim tram, observant els valors obtinguts del ΔE , es pot veure que cada cop la diferència es va reduint més, però no és pot quantificar de cap manera.

5.2.2. Estudi afectació adhesiu

Per tal de realitzar l'estudi de l'afectació de l'adhesiu s'ha imprès un benchmark amb la utilització de dos adhesius. D'aquesta forma podem valorar com afecta l'adhesiu al resultat de la impressió. A continuació, es poden veure els resultats de la impressió amb els dos adhesius.

Adhesiu 1520

Taula 61 Valors $L^*a^*b^*$, densitat, guany de punt i increment E-P. Font: elaboració pròpia.

	L*	A*	B*	Densitat	Guany de punt	ΔE
5	89,41	2,53	-0,26	0,13	3,40	3,81
10	85,56	4,44	-1,13	0,18	8,99	8,01
20	81,00	13,82	-1,52	0,27	13,68	17,92
30	76,82	19,56	-1,94	0,34	14,57	25,03
40	72,57	25,27	-1,47	0,42	14,53	32,11
50	67,07	34,49	-2,39	0,55	16,44	42,82
60	61,58	43,35	-2,07	0,69	16,52	53,20
70	56,35	52,27	-1,69	0,86	14,74	63,50
80	51,50	61,13	-0,97	1,06	11,33	73,55
90	47,57	69,36	-0,71	1,31	6,12	82,59
95	45,32	73,87	-0,43	1,51	3,48	87,60
100	43,53	76,61	2,02	1,73	0,00	90,91

Adhesiu 1020

Taula 62 Valors $L^*a^*b^*$, densitat, guany de punt i increment E-P. Font: elaboració pròpia.

	L*	A*	B*	Densitat	Guany de punt	ΔE
5	89,48	2,31	-0,18	0,13	3,15	3,60
10	87,93	3,94	-0,25	0,15	2,96	5,85
20	80,97	11,76	-0,93	0,26	12,98	16,32
30	77,01	17,98	-0,96	0,33	13,78	23,62
40	71,64	25,38	-1,01	0,44	16,35	32,75
50	65,18	33,64	-1,23	0,58	19,04	43,24
60	60,99	42,79	-0,94	0,70	17,31	53,06
70	55,39	52,20	-1,18	0,88	15,89	63,98
80	51,32	60,66	-0,45	1,06	11,62	73,25
90	47,20	69,33	-0,02	1,32	6,64	82,77
95	44,97	73,89	0,59	1,53	3,98	87,81
100	43,69	75,63	1,69	1,67	0,00	89,99

A la següent taula es pot veure com evoluciona la densitat segons l'adhesiu que hi ha aplicat. A la gràfica es pot veure que la variació no és molt gran, per no dir que pràcticament igual. En molts casos la diferència no és ni superior a un 2%.

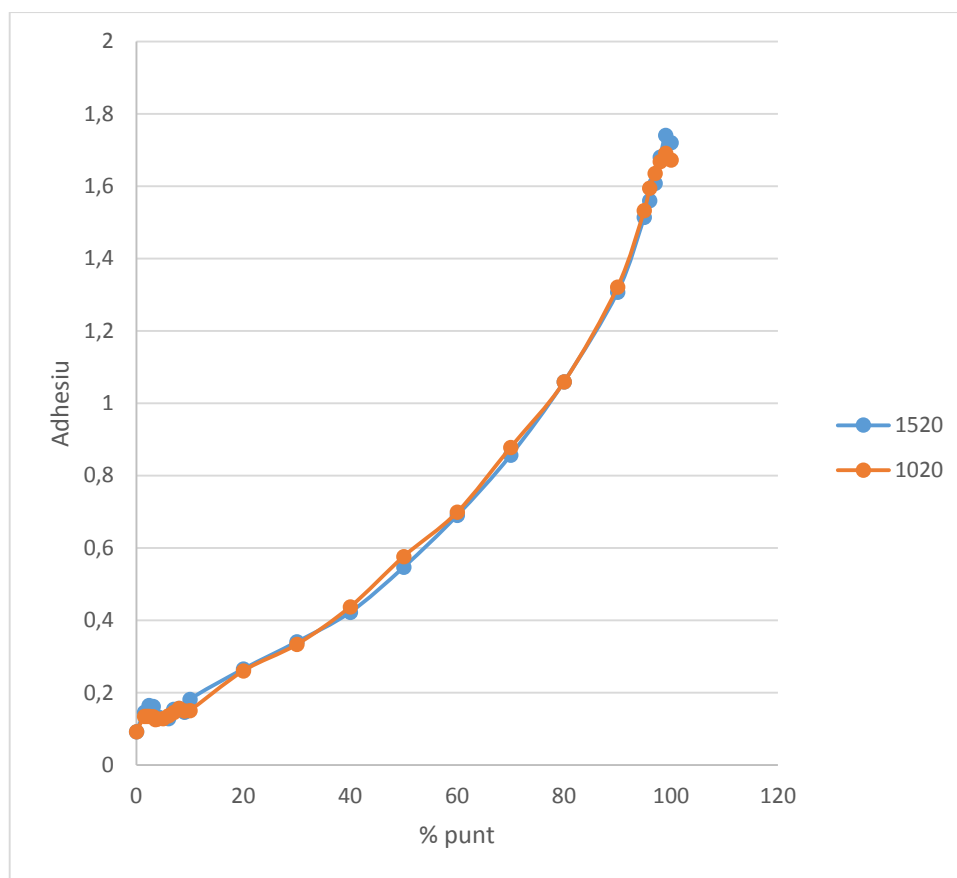


Fig. 102 Variació de la densitat segons l'adhesiu. Font: elaboració pròpia.

Aparentment no es veu la diferència però si es valora la diferència de densitat (veure la següent gràfica) es pot veure que no es pot modelitzar ja que l'increment de la densitat és tant petit que no es pot valorar que hi hagi diferència entre els valors.

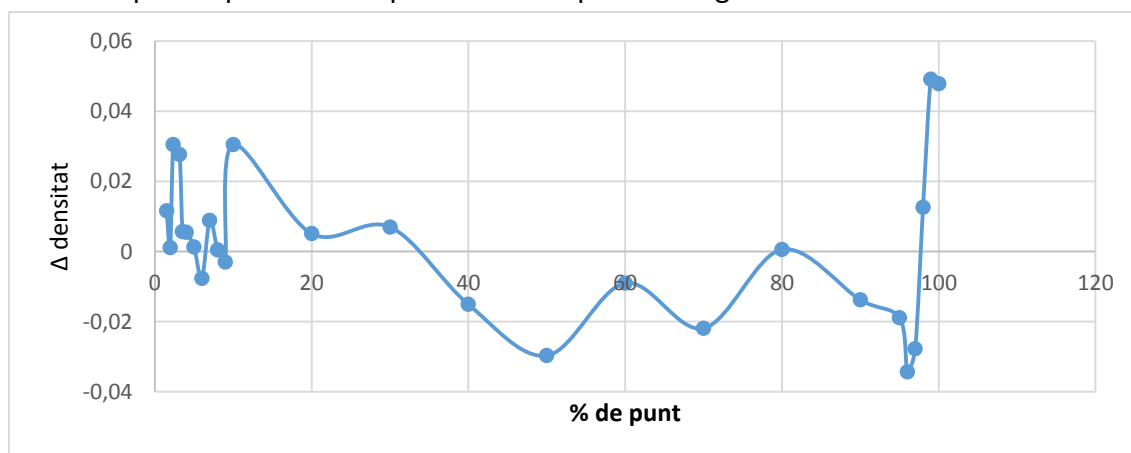


Fig. 103 Diferència de densitat entre adhesius 1520 i 1020. Font: elaboració pròpia.

Al mateix temps, es pot observar que des del 95% fins al 100% hi ha una diferència important. Per tant, es pot dir que l'afectació de l'adhesiu no és important entre el 0 i el 95 %. En canvi, del 95% fins al 100% hi ha un increment important de densitat respecte el que és el nivell per sota menys dur.

Si es mira de quantificar es podria concloure que l'increment final és d'entre un 3 i un 4% de diferència respecte el valor menys dur.

5.2.3. Variació segons el color

L'objectiu de l'apartat és veure com afecta al resultat cada color. En aquest cas, per poder valorar fins a quin punt es considera que afecta el color es fa a través del test de calibració de Kodak. A tots els colors hi ha aplicat el mateix tipus de trama, la mateixa corba de compensació i el mateix tipus de planxa. L'únic element que canvia és el tipus de planxa.

Després de decidir quines dades es realitzaran, es procedeix a analitzar els resultats. Primer s'analitza la densitat per a cadascun dels colors i com varia. A la següent gràfica es poden veure les densitats de tots els colors.

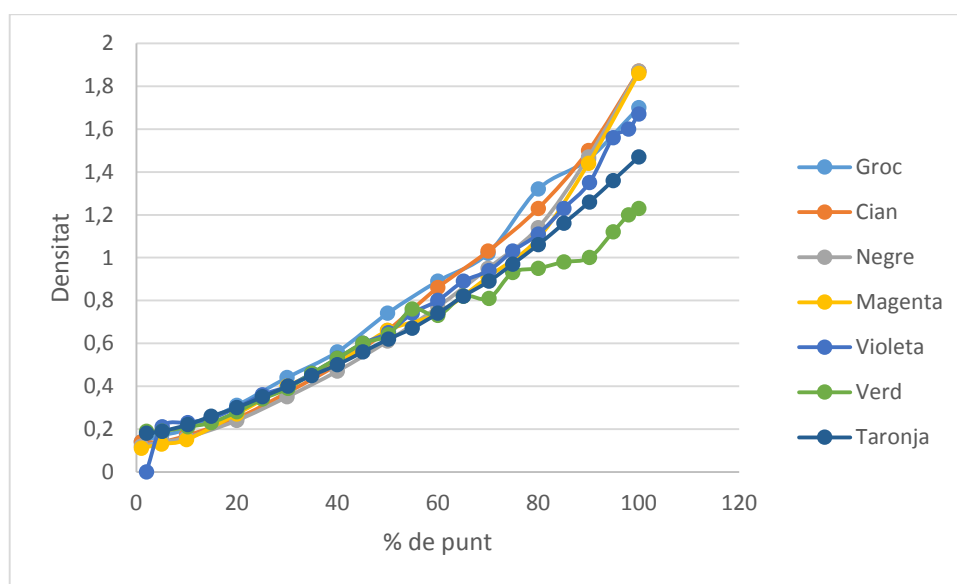


Fig. 104 Utilitzant una mateixa corba de compensació i planxa, variació de la densitat segons color. Font: elaboració pròpia.

Es pot veure que tots els colors tenen una forma similar. Els colors de la heptacromia (taronja, verd i violeta) són els que més disten de la tendència general. Per aquest motiu es farà primer la modelització per els 4 colors de la quadricromia. A la següent gràfica es pot veure el comportament dels colors en funció de la densitat.

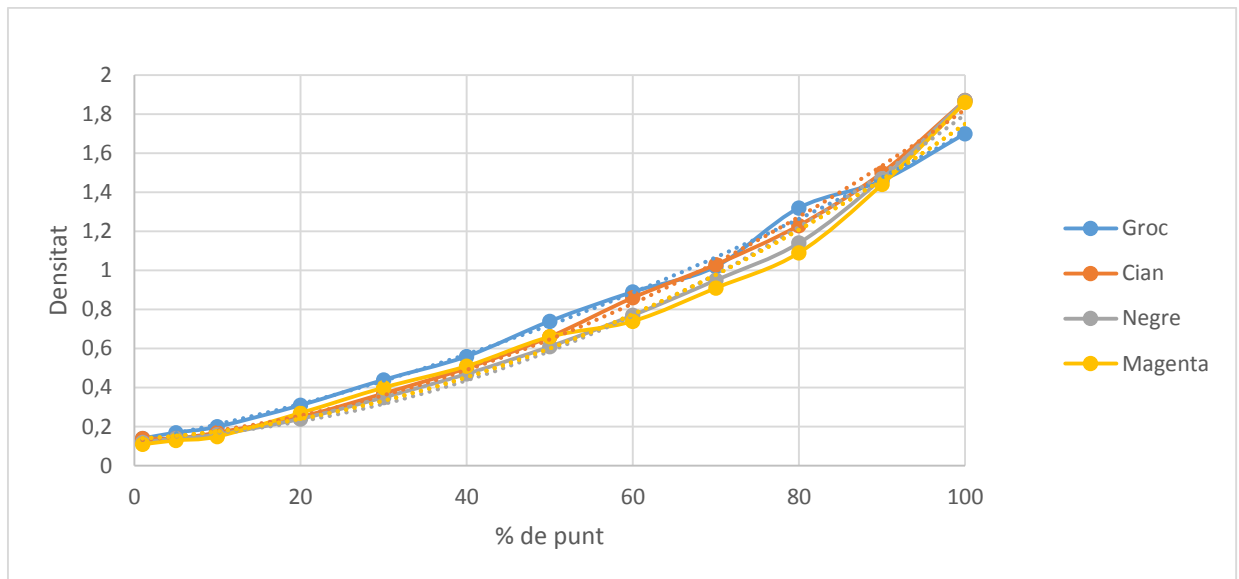


Fig. 105 Modelització de la densitat segons color. Font: elaboració pròpia.

Es veu que cap coeficient es manté constant, i per tant, es repeteix el mateix per a la resta de colors de la heptacromia.

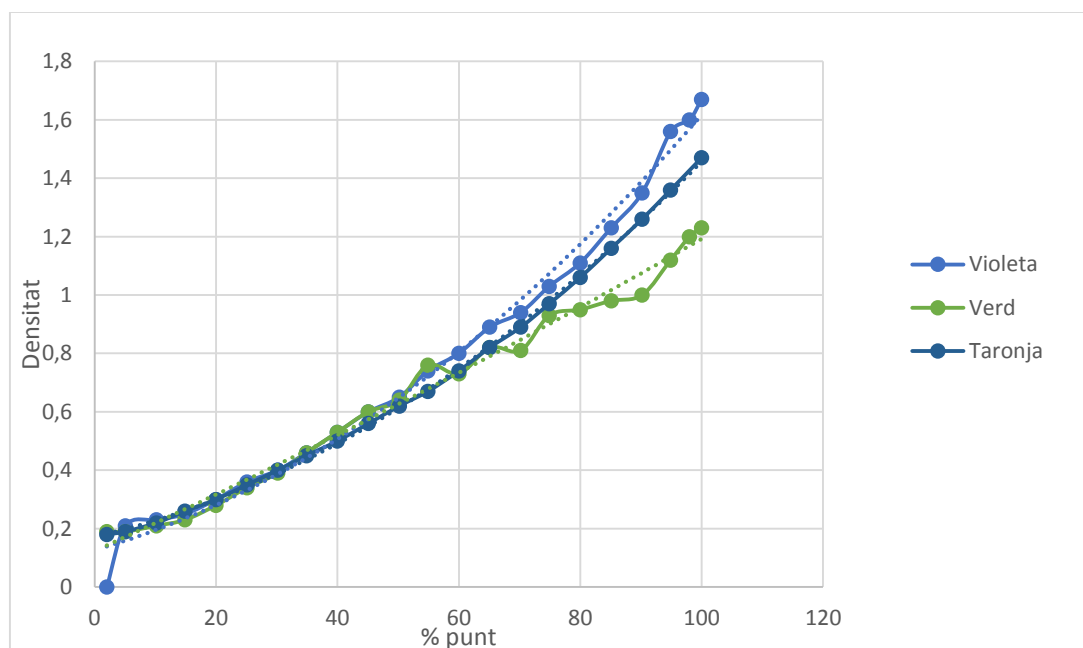


Fig. 106 Modelització de la densitat per la resta de color del multicolor. Font: elaboració pròpia.

En aquest cas, com que no hi ha cap valor numèric per definir, cada color defineix cada corba com:

$$Dx = C_1 \cdot x^2 + C_2 \cdot x + C_3$$

On:

- **X**: % de punt on es vol saber la densitat.
- **C1**: coeficient 1 per adaptar al color.
- **C2**: coeficient 2 per adaptar al color.
- **C3**: coeficient 3 per adaptar al color.

A la següent taula es poden veure els diferents valors del coeficient segons el color:

Taula 63 Valors dels coeficients C1, C2 i C3. Font: elaboració pròpia.

	C1	C2	C3
Groc	0.0008	0.0081	0.1236
Magenta	0.0001	0.0038	0.1279
Cian	0.0001	0.0024	0.1375
Negre	0.0002	0.0013	0.1395
Taronja	0.00008	0.0059	0.1268
Violeta	0.00009	0.0047	0.1722
Verd	0.00001	0.0094	0.1237

5.2.4. Estudi segons el material

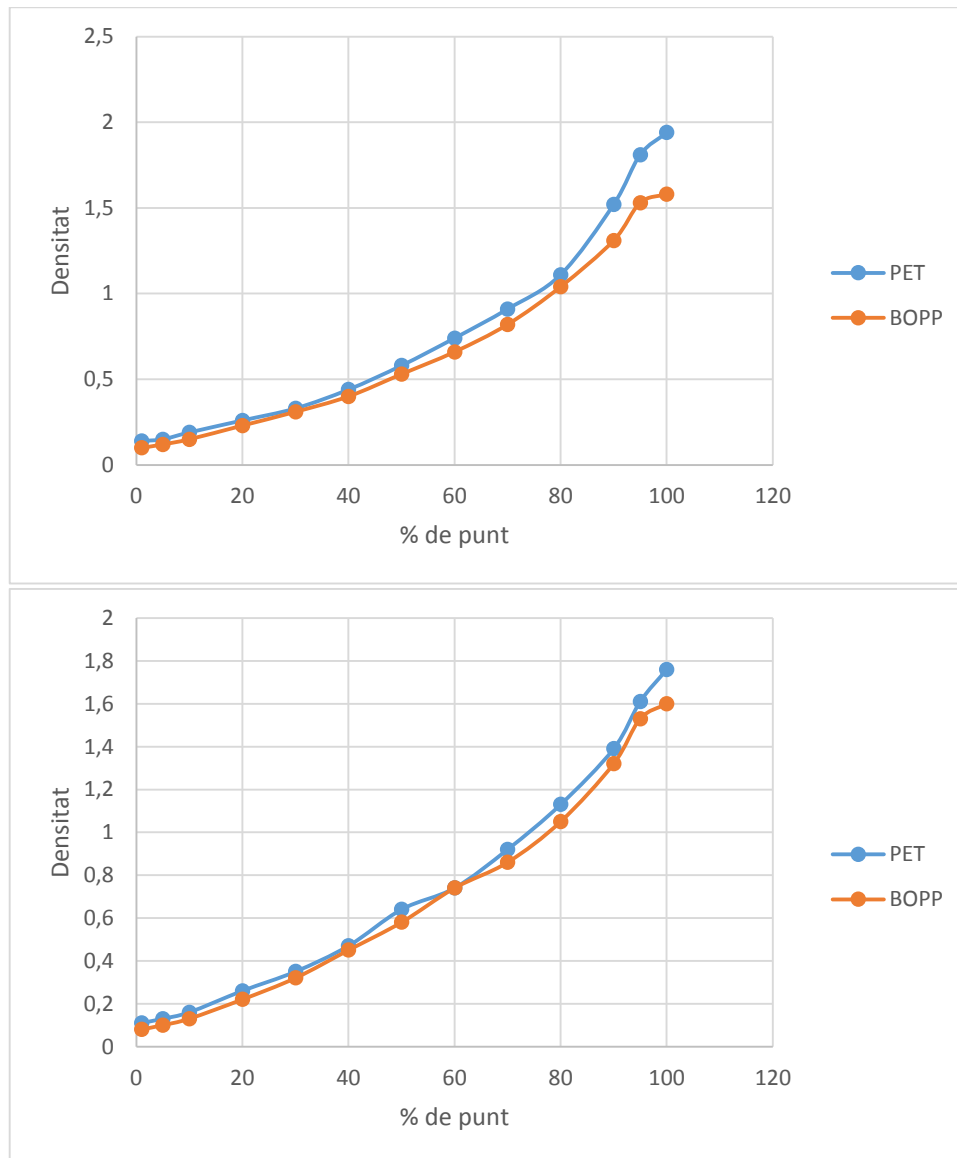
A continuació es mostren els valors obtinguts sobre BOPP utilitzant les mateixes planxes del Test de Color que s'han utilitzat per imprimir sobre el PET.

Taula 64 Valors de la densitat, guany de punt i increment de tonalitat per cada % de punt a la quadricromia. Font: elaboració pròpia.

	GROC			NEGRE		
	Densitat	Guany punt	Δ Tonalitat	Densitat	Guany punt	Δ Tonalitat
100	1,45	0,00	100,00	2,10	0,00	100,00
95	1,31	3,38	94,83	1,75	3,90	92,05
90	1,11	5,21	86,55	1,54	7,65	85,94
80	0,91	9,92	75,41	1,16	13,25	72,62
70	0,76	14,14	65,80	0,94	18,15	62,66
60	0,63	17,06	55,41	0,77	22,03	53,81
50	0,51	18,27	44,53	0,64	25,38	46,21
40	0,39	17,01	33,79	0,49	24,93	36,56
30	0,32	18,65	26,20	0,36	22,86	27,53
20	0,24	18,41	18,75	0,27	21,18	20,14
10	0,18	18,58	11,13	0,18	17,38	12,57
5	0,15	18,09	7,61	0,14	15,60	9,20
1	0,12	16,74	5,03	0,13	17,92	8,40

	CIAN			MAGENTA		
	Densitat	Guany punt	Δ Tonalitat	Densitat	Guany Punt	Δ Tonalitat
100	1,94	0,00	100,00	1,76	0,00	100,00
95	1,81	4,56	98,41	1,61	4,17	98,08
90	1,52	7,91	93,72	1,39	7,38	93,27
80	1,11	12,67	82,54	1,13	13,72	84,69
70	0,91	17,51	73,30	0,92	18,54	74,26
60	0,74	20,98	63,84	0,74	21,57	63,26
50	0,58	22,26	53,09	0,64	26,16	55,52
40	0,44	20,89	41,31	0,47	23,61	41,45
30	0,33	19,12	31,10	0,35	21,95	30,68
20	0,26	19,51	23,18	0,26	20,18	21,84
10	0,19	18,75	15,27	0,16	15,00	11,76
5	0,15	17,61	11,11	0,13	13,24	7,89
1	0,14	19,96	10,06	0,11	14,38	6,46

Seguidament es pot veure les gràfiques de com varia la densitat i ΔE -SP per els colors del multicolor.



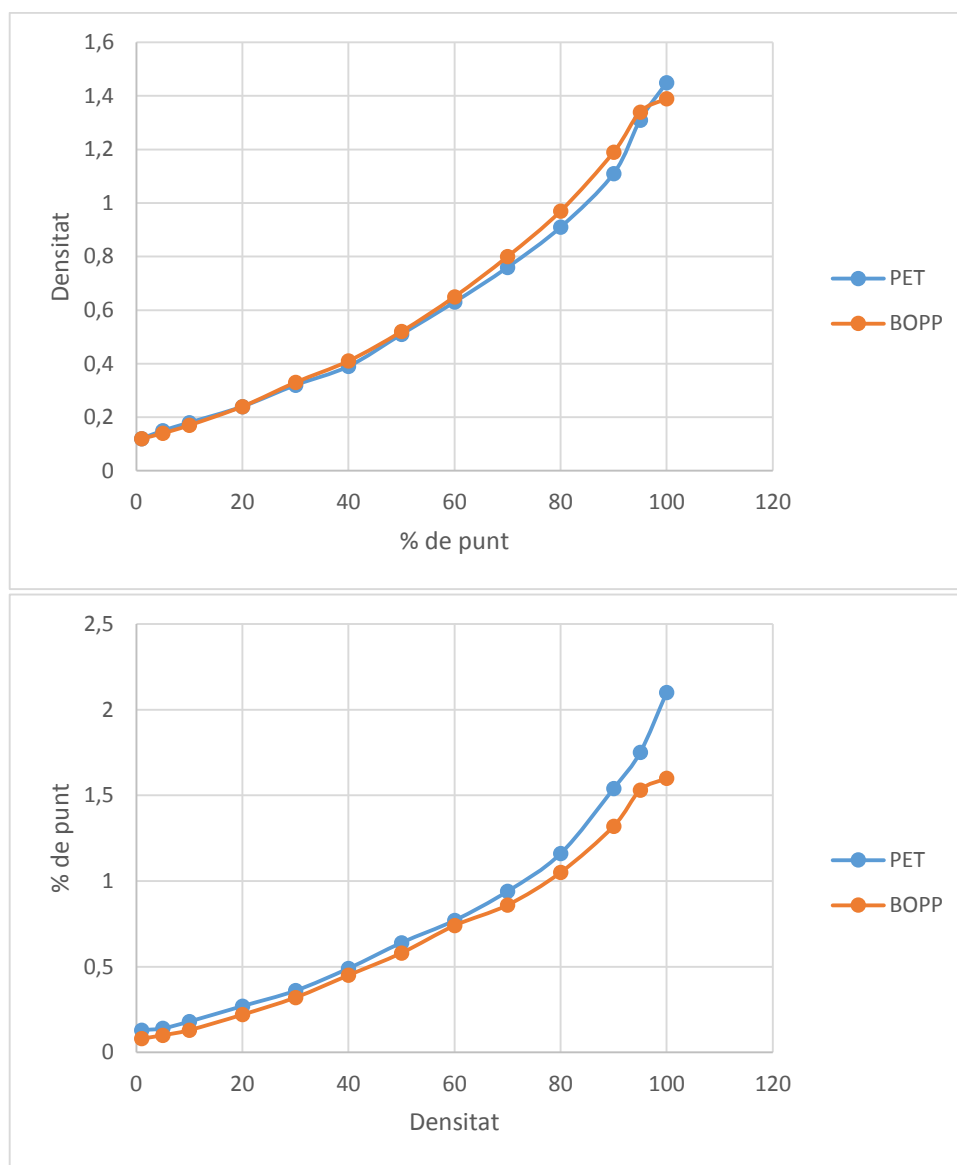


Fig. 107 Variació de la densitat segons el material per colors (a) Cian (b) Magenta (c) Groc (d) Negre. Font: elaboració pròpia.

En aquest cas la intenció no és modelitzar sinó demostrar que l'afectació del material és un factor molt important en el resultat final. Tal i com es pot veure a les gràfiques, la variació de la densitat no és molt elevada al llarg del % de punt però sí que al final es veu un increment molt elevat de la densitat.

Aquest increment és difícil de modelitzar ja que no segueix cap norma per als 4 colors. Per aquest motiu es pren la decisió de què l'estudi és percentual. Agafant només els valors del CYM que són els colors que no tenen una densitat tan alta es veu que per saber l'increment 5 de densitat segueix la següent fórmula:

$$\frac{D_{pet}}{(1 + 0.1326 \cdot D_{pet} - 0.2978)} = D_{bopp}$$

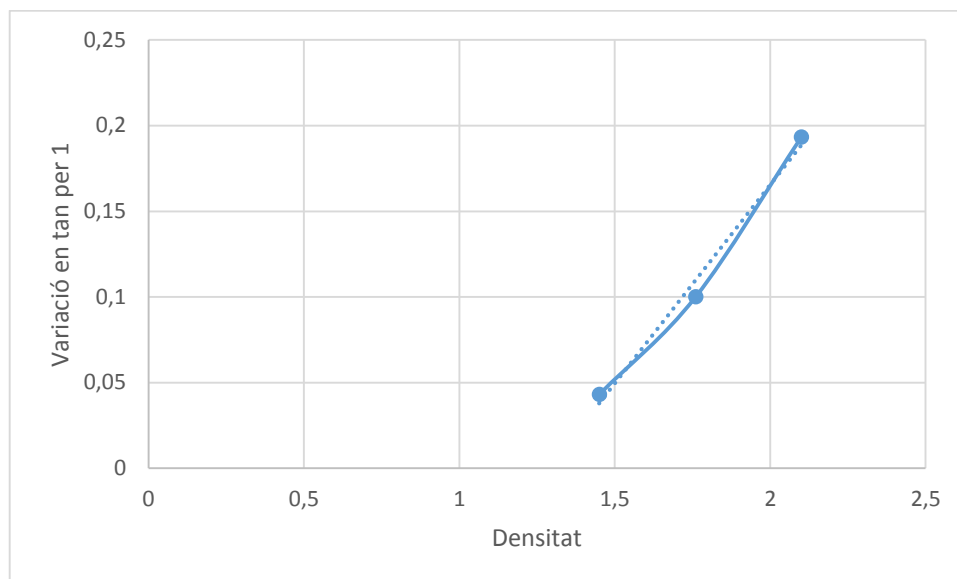
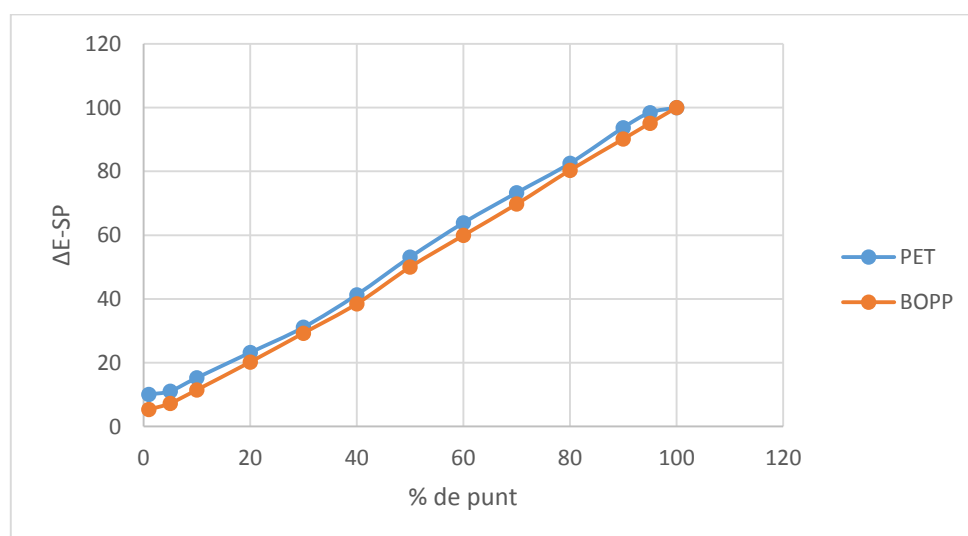


Fig. 108 Variació %/100 de la densitat segons la densitat al PET. Font: elaboració pròpia.

Si es valora el $\Delta E-SP$ es veu que és pràcticament la mateixa corba. Per tan en aquest cas es considera que pràcticament no hi ha afectació del material. Veure les següents gràfiques.

Així mateix si que es pot veure que la calibració del balanç de grisos al canviar de material i canviar les densitats els valors canvien de forma important. Per tan per CYMK caldrà fer la calibració de nou per cada material diferent a ser imprès.



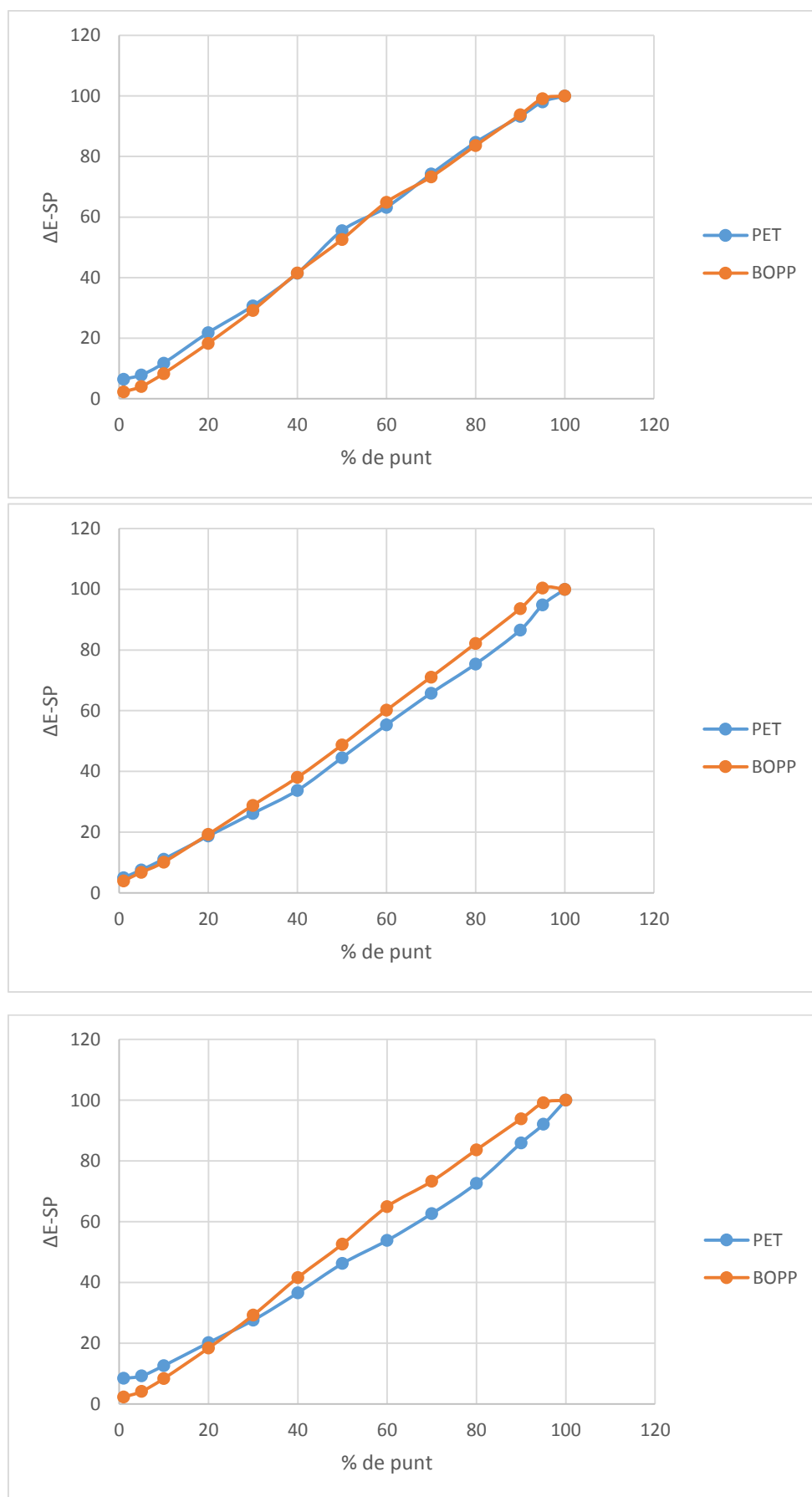


Fig. 109 Variació del $\Delta E-SP$ entre PET i BOPP (a) Cian (b) Magenta (c) Groc (d) Negre. Font: elaboració pròpia.

6. VALORACIÓ ECONÒMICA

6. VALORACIÓ ECONÒMICA.

En aquest apartat es realitzarà la valoració econòmica del procés d'estandarització. Concretament, l'objectiu final és la producció de 6 productes en un mateix dia i en una sola màquina.

A continuació, es mostren els diferents envasos amb la separació de colors que s'utilitza actualment.

Envàs 1

La separació de colors és la següent:

- Pantone vermell (molt probable que sigui específic de la marca comercial).
- Cian.
- Groc.
- Magenta.
- Negre.
- Or.
- Blanc.

Format del clixé: 460 mm (repetició) i 720 mm d'amplada.

Nº clixés: 7 colors.

Colors tints: 7 colors.

Tipus d'impressió: vers.



Fig. 110 Imatge de l'envàs 1. Font: orlando.

Envàs 2

La separació de colors és la següent:

- Vermell específic marca comercial.
- Violeta (fons de l'envàs).
- Groc.
- Magenta.
- Cian.
- Negre.
- Blanc.

Format del clixé: 600 mm (repetició) i 800 mm d'amplada.

Nº clixés: 7 colors.

Colors tints: 7 colors

Tipus d'impressió: vers



Fig. 111 Imatge dl segon envàs. Font: Lidl.

Envàs 3

La separació de colors és la següent:

- Taronja.
- Violeta (pantone).
- Negre.
- Blanc.

Format del clixé: 540 mm (repetició) i 880 mm d'amplada.

Nº clixés: 4 colors.

Colors tints: 4 colors.

Tipus d'impressió: vers



Fig. 112 Imatge de l'envàs 3. Font: elaboració pròpia.

Envàs 4

La separació de colors és la següent:

- Vermell específic marca comercial.
- Or.
- Groc.
- Negre.
- Blanc.

Format del clixé: 500 mm (repetició) i 780 mm d'amplada.

Nº clixés: 5 colors.

Colors tints: 5.

Tipus d'impressió: revers



Fig. 113 Foto de l'envàs 4. Font: gallo.es

Envàs 5

La separació de colors és la següent:

- Blau (pantone).
- Groc (pantone).
- Groc.
- Magenta.
- Cian.
- Negre.
- Blanc.



Fig. 114 Foto de l'envàs 5. font: Lild.es

Format del clixé: 600 mm (repetició) i 600 mm d'amplada.

Nº clixés: 7 colors.

Colors tintes: 7

Tipus d'impressió: vers

Envàs 6

La separació de colors és la següent:

- Verd.
- Groc.
- Magenta.
- Cian.
- Negre.
- Blanc.

Format del clixé: 640 mm (repetició) i 750 mm d'amplada.

Nº clixés: 6 colors.

Colors tintes: 6

Tipus d'impressió: revers.



Fig. 115 Foto de l'envàs 6. Font: auchan.fr

A la següent taula s'observa un possible ordre de colors i d'impressió en cas de voler-ho produir, tot intentant minimitzar els canvis (els colors en negreta mostren quan és necessari una neteja del sistema d'entintatge):

Taula 65 Ordre de colors a la impressió dels 6 treballs anterior sense l'utilització del multicolor. Font: elaboració pròpia.

Tinter	Treball 1	Treball 2	Treball 3	Treball 4	Treball 5	Treball 6
1	Blanc	Blanc	Blanc	Blanc	Negre	Negre
2	Groc	Groc	Groc	Taronja	Cian	
3	Magenta	Magenta	Magenta		Verd (p)	
4	Vermell(p)	Vermell (p)				Or (p)
5		Or (p)	Groc (p)			Vermell(p)
6	Violeta(p)		Blau fosc(p)	Violeta (p)	Magenta	
7	Cian	Cian	Cian		Groc	Groc
8	Negre	Negre	Negre	Negre	Blanc	Blanc

T. canvi (min)		45	53	42	67	49
Nº tintes	7	7	7	4	6	5
Canvi tintes	-	1	2	2	6	2
Nº pantones	2	2	2	1	1	2

Com a resum de la taula anterior, seria necessari un total de quasi 5 hores i 13 neteges.

A continuació, s'observa com podria quedar la taula si s'utilitzessin els colors de la heptacromia.

Taula 66 Ordre de colors a la impressió dels 6 treballs anterior amb l'utilització del multicolor. Font: elaboració pròpia.

Tinter	Treball 1	Treball 2	Treball 3	Treball 4	Treball 5	Treball 6
1	Blanc	Blanc	Blanc	Blanc	Negre	Negre
2	Groc	Groc	Groc		Cian	
3	Taronja	Taronja		Taronja	Verd	
4	Magenta	Magenta	Magenta			
5					Magenta	Magenta
6	Cian	Cian	Cian			Taronja
7	Violeta		Violeta	Violeta	Groc	Groc
8	Negre	Negre	Negre	Negre	Blanc	Blanc

T. canvi (min)		27	24	19	45	27
Nº tintes	7	6	6	4	6	5
Canvi tintes	-	0	0	0	6	1
Nº pantones	-	-	-	-	-	-

A la següent taula es pot veure la comparació entre una configuració actual i una configuració utilitzant heptacromia, en cas que aquesta s'hagués estandarditzat.

Taula 67 Diferències entre les dues configuracions. Font: elaboració pròpia.

	Pantones	Multicolor	Diferència
Temps de canvi (min)	256	152	-68.42%
Nº tintes (unitats)	15	8	-87.5%
Nº clixés (unitats)	36	32	-12.5%
Neteges necessàries	13	6	-116 %

Aquest números són només quantificant la merma directa. Si es volgués fer un estudi complet caldria quantificar també el cost d'emmagatzematge del material i quantificar la merma per cada pantone quan es fa la neteja que no es considera. També, s'haurien de tenir en compte la gran quantitat d'obsolets que es poden generar utilitzant els pantones.

6.1. Resultat

ESTALVI ANUAL TOTAL.....120.184,72 €*

COST TOTAL (material+software)21.391,74 €*

ESTALVI NET ANUAL98.784,98€

ROI.....2 MESOS

**Veure descomposició dels costos i estalvis a l'annex nº2 "valoració econòmica".*

7. CONCLUSIONS

7.CONCLUSIONS

Les conclusions d'aquest estudi són:

- El procés és considerat positiu ja que el resultat és més pròxim als objectius marcats. El principal objectiu per la quadricromia és per el CYM un balanç de grisos neutres. Pel OGV un ΔE -SP neutre. El criteri per l'elecció del balanç de grisos és seguint el criteri de la normativa 12647-2C. Es pot veure que els resultats són cada cop més pròxims als objectius.
- Tot i que s'utilitzin els mateixos paràmetres d'impressió i les mateixes corbes de compensació, la marca de planxes té una gran importància en els resultats finals. Per tant, en el moment d'aplicar aquest procés a una possible planta de producció, caldrà realitzar aquest procés per a cadascuna de les tecnologies de planxes.
- S'ha pogut comprovar que tot i utilitzar el mateix tipus de planxa i les mateixes condicions, el valor de guany de punt i el ΔE -SP ha estat diferent per cada color. Per tant, per a cada color cal una corba de compensació diferent a les altres. En definitiva, es pot afirmar que el color té una afectació important en els resultats.
- Al ser un procés de prova i error, pot ser que en alguns casos s'hagués de tornar a repetir algun pas del test de calibració, cal aplicar una primera corba de compensació al test de calibració. L'exemple pot ser en la calibració del color taronja en el procés de KODAK, en què la primera corba de compensació no ha complert amb els resultats esperats.
- Amb la creació del perfil de color obtingut per a cada tecnologia es pot comprovar que tot i tenir els mateixos colors i imprimir-se amb les mateixes condicions, el gamut de colors que es poden reproduir varia entre cadascuna de les tecnologies.
- Un dels avantatges d'obtenir un perfil de color és la facilitat d'aconseguir un color en concret sense haver de fabricar-lo sinó amb la sobreposició del cian, magenta i groc. Un exemple d'això podria ser el color P-485. Per aconseguir el color desitjat utilitzant el perfil de color de la Normativa ISO 12647-6C, s'obtindria un ΔE_{2000} de 7.2, és a dir un resultat dolent considerant que a nivell productiu sovint el límit es situa a 2. En canvi, amb el perfil Kodak s'obté un ΔE_{2000} de 2.1, amb el cas de macDermid 1.34, i finalment, amb el de Dupont HD un valor de 1.76.
- El perfil de color facilita l'obtenció dels pantones. Per tant, a nivell productiu no serà necessari la utilització de tinta específica per a cada pantone i provocarà un estalvi de tinta. Això últim es pot comprovar a l'apartat de valoració econòmica.

Per tant, després d'analitzar les conclusions caldrà veure quina importància tenen cadascun dels elements. En el següent apartat s'analitzaran com afecten els següents components:

- ✓ Anilox
- ✓ Adhesiu (1520 – 1020)
- ✓ Color aplicant la mateixa corba de compensació
- ✓ Material

A continuació es mostren les conclusions obtingudes a través de la variació d'algun d'aquests elements:

- Quan es vol obtenir un color sòlid saturat, és molt important l'elecció de un anilox amb un volum gran.
- Tot i que l'increment de % de punt és similar per cadascun dels anilox, es pot afirmar que fins a un anilox de volum 6 l'increment de guany de punt no hi ha diferència. A partir de un volum de 7 l'increment de guany de punt és important. Per tan en treballs en què hi hagi un degradat a 0 és molt important utilitzar un anilox de volum petit. En casos que per un color tingui sòlid i trama és important separar-los o utilitzar un anilox de volum 6 com a màxim.
- En cas que es vulgui aconseguir una densitat elevada és important utilitzar un anilox d'alt volum. Es pot veure que a partir de l'anilox de volum 7 hi ha un increment significatiu de la densitat.
- No hi ha diferència important entre l'ús dels dos adhesius. Per tan en producció el més recomanat és l'adhesiu 1520, ja que no implica un gran canvi en el guany de punt, en els sòlids s'obtidria una densitat més elevada i un resultat més vistós.
- A nivell colorimètric l'adhesiu no afecta al resultat.
- En el canvi de material es veu que la principal diferència de densitat està a les altes llums (90 – 100%).

8. RELACIÓ DE DOCUMENTS

8. RELACIÓ DE DOCUMENTS

Document 1: Memòria

Annex 1: Màquina flexogràfica

Annex 2: Valoració econòmica.

9. BIBLOGRAFIA

9.BIBLIOGRAFIA

ANGUITA, JESÚS, *La flexografía de alta calidad*, Tecnologic tapes, 2011,

FOUNDATION OF FLEXOGRAPHIC TECHNICAL ASSOCIATION, *Flexographic Image Reproduction Specifications and Tolerances 5.0*, 404 pàg, 2014

FOUNDATION OF FLEXOGRAPHIC TECHNICAL ASSOCIATION, *Flexography: Principles & Practices 5.0*, 867 pàg, 2014.

YAGO LULING, presentació en *power point* "teoria i valoració del color aplicat a la impressió flexogràfica", 2014.

KODAK, presentació en *power point* "preimpresión en Flexcel", 2015.

MAC. DERMID, presentació en *power point* "The value of the prepress", 2014.

HUBER, presentació en *power point* "Inks for packaging", 2014.

XRITE, presentació en *power point* "elementos de medición", 2014.

ANNEXOS

A1. MÀQUINA FLEXOGRÀFICA

Annex 1. MÀQUINA FLEXOGRÀFICA

En aquest apartat es definiran molt millor tots elements de l'apartat de l'impressió 2.2.1 per tal de poder entendre quins són els canvis que es realitzaran en l'estudi dels resultats.

A1.1. Anilox o cilindre gravat

L'anilox és un cilindre massís amb un recobriment ceràmic en el qual s'hi graven les cel·les que després transferiran la tinta. La funció de l'anilox és regular el volum de tinta que es transmetrà de la cambra tancada al clixé i també, aplicar de manera uniforme la tinta a tota planxa. Per subministrar la tinta a l'anilox, tal i com s'ha explicat anteriorment, es fa a través de la cambra tancada. Un cop s'han emplenat totes les cel·les de l'anilox, el fleix de la cambra tancada elimina l'excés de tinta que hi pot haver a la superfície de l'anilox fins al clixé.

La fabricació de l'anilox es divideix en 3 passos diferents:

1. A la camisa d'acer, que és l'ànima de l'anilox, s'hi aplica un revestiment d'òxid de crom, també anomenat revestiment ceràmic, a una temperatura molt alta. Aquest pas és molt important i ha d'estar ben controlat ja que s'ha d'obtenir un recobriment uniforme al llarg de l'ànima de l'anilox. Per tal de tenir-ho tot ben controlat, l'aplicació del recobriment es mou al llarg de la camisa, i aquesta va girant sobre el seu propi eix.
És molt important tenir un recobriment de qualitat perquè les seves propietats caracteritzen l'anilox, tant la seva vida; la qualitat del gravat i com la seva duresa.
2. Un cop s'ha aplicat el recobriment, es rectifica fins a obtenir les dimensions finals i donant-li les toleràncies sol·licitades.
3. Finalment, s'obté el cilindre amb el recobriment uniforme i amb les dimensions desitjades. A continuació, es procedeix a realitzar el gravat amb el làser de les microcel·les anomenats alvèols.

És important tenir present que actualment s'utilitzen varies tecnologies diferents de gravat amb làser com per exemple, el gravat amb làser CO₂ i el gravat amb làser YAG. Apart d'aquest, cadascuna de les companyies desenvolupen diferents processos per a la gravació.

Gravat amb làser CO₂

La gravació es realitza a partir d'un làser amb una combinació de gasos de CO₂, He i N. Aquesta combinació provoca que les molècules de CO₂ creïn unes vibracions molt elevades, generant una energia en forma de feix de llum invisible que impacta contra l'anilox.

Quan aquest feix de llum làser impacte sobre la superfície ceràmica, les partícules són evaporades parcialment. El principal problema és que no totes les partícules del recobriments s'evaporen. Quan passa aquest fenomen, les partícules s'acumulen a la superfície de l'anilox. Amb l'acumulació de partícules a l'exterior de l'anilox, hi ha un increment de la profunditat dels alvèols de l'anilox. Per tal de tenir un anilox d'alta qualitat, cal tenir controlat aquest increment de l'altura. Un cop s'ha finalitzat tot l'anilox, es poleix la superfície per eliminar tot increment d'altura que es pugui produir i obtenir una superfície bona i de qualitat.

Retornant a la fabricació, per tal de realitzar els alvèols, el làser es mou longitudinalment al llarg de l'anilox mentre aquest va girant. Per cada feix de llum es crea un alvèol. Amb aquest mètode s'aconsegueix que els alvèols siguin uniformes i el gruix de les parets sigui constant a tot el cilindre.

Gravat amb làser YAG

La font d'energia del làser està basada en la utilització d'un cristall metàl·lic que calenta les emissions de les làmpades formant un sol feix de llum.

L'avantatge d'utilitzar aquest mètode és que pot definir millor el diàmetre de la cel·la. En aquest cas, l'impacte és més concentrat que en el cas anterior. Per tant, s'evapora tot el material ceràmic i s'evita l'acumulació de material a la superfície, creant així, unes parets de cel·les més verticals.

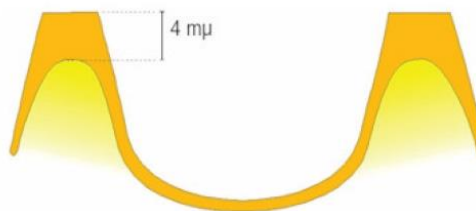
En aquest cas, l'alvèol es crea amb diferents impactes. Aplicant aquest mètode s'obtenen unes parets més fines que en el cas anterior. El fet de poder treballar amb un gruix més prim, permet treballar amb una lineatura més alta i uns volums més petits. En aquest cas es pot aconseguir un anilox més adequat per la trama, amb volum baix i una alta



Fig. 117 Diferència entre tecnologies d'anilox. Font: Apex

Tecnologia Ultra Melt™

Aquest mètode de gravat desenvolupat per la companyia Apex, té com a principal diferència que es pot controlar i variar el rang d'intensitat del raig làser. En aquest cas, el procés està format per dos feixos de llum. El primer feix de llum és de màxima potència i és el que dóna la forma principal a la cel·la. Tot seguit, s'hi aplica el segon feix de baixa potència, que tanca i endureix la superfície ceràmica convertint-la en una superfície més llisa i brillant.



Aquest cas, al tenir la superfície més llisa sense porositat, es tendeix a transmetre tota la tinta de la cel·la al clixé sense que se'n acumuli. Al final, després d'endurir la part exterior de cada cel·la, la duració de l'anilox és més elevada. Tal i com s'ha dit anteriorment, el gruix de les parets de les cel·les és superior i per tant, no és necessari aplicar tanta pressió en el feix.



Fig. 118 Formes de les cel·les de l'anilox. Font: Apex

Praxair Nova™ series

A continuació, es presentaran les sèries Nova™ de Praxair i s'explicaran els principals avantatges de cadascuna de les línies de la sèrie. A la següent taula es mostren les diferents línies d'aquesta sèrie i quin és l'ús ideal del producte.

	Flexible Packaging	Paper Packaging	Corrugated	Labels	Offset, Varnish
Multipurpose applications	Nova™ Silver Engraving			UV Gold™ Engraving	ART™ Gold Engraving
High-quality applications	Nova™ Gold Engraving			UV Gold™ Engraving	ART™ Gold Engraving

Fig. 119 Aplicacions per les diferents sèries d'anilox.

Nova™ silver engraving

Aquesta sèrie desenvolupada per la companyia Praxair, està pensada per la realització de sòlids, de quadritomies i d'un text amb una alta densitat. Els principals avantatges que es poden aconseguir amb aquesta sèrie són:

- Augment de volum per una mateixa liniatura en comparació amb els aniloxs tradicionals.
- Es pot aconseguir la mateixa densitat que utilitzant un anilox de menys volum.
- Altes densitats amb un guany de punt mínim.
- Més versatilitat.
- Es mantenen nets durant més temps i no és necessari parar la producció amb tanta freqüència.

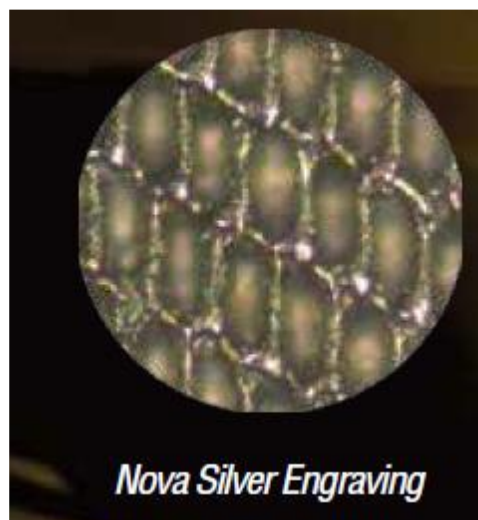


Fig. 120 Forma de la cel·la anilox Nova Silver.
Font: Praxair

S'ha desenvolupat pensant amb l'envàs flexible, l'envàs de paper i materials corrugats d'alta qualitat.

Nova™ Gold Engraving

Aquesta sèrie està pensada per aconseguir una qualitat a alta velocitat i una alta densitat. Els principals avantatges són:

- Millor transferència.
- Augment de volum per una mateixa liniatura que els aniloxs tradicionals.
- Es pot aconseguir la mateixa densitat amb un anilox de menys volum.
- Bona definició de punt i amb un mínim guany de punt.
- Millor contrast.
- Es mantenen nets durant més temps.

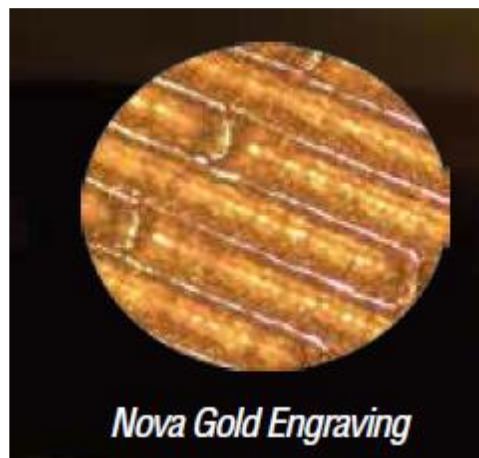


Fig. 121 Forma de l'anilox NovaGold. Font: Praxair

S'ha desenvolupat per a la indústria flexogràfica, per a l'embalatge flexible, pel paper i pels corrugats en alta definició.

UV Gold™ Engraving

Aquesta sèrie vol aconseguir una alta qualitat amb una alta resolució i una bona *spit-resistant*. Els principals avantatges són:

- Augment de volum per una mateixa liniatura que els aniloxs tradicionals.
- Es pot aconseguir la mateixa densitat amb un anilox de menys volum.
- Altes densitats amb el mínim guany de punt.
- Millors valors de contrast.
- Més versatilitat.
- Es mantenen nets durant més temps i no cal parar la producció per netejar-los.

S'ha desenvolupat per a la utilització en tintes UV sobre qualsevol material incloent l'alumini, els materials plàstics i el paper.



Fig. 122 Imatge de la forma de l'obertura anilox. Font: Praxair

ART™ Gold Engraving

Està pensat per aplicar vernís. Els principals avantatges són:

- Aconseguir millors sòlids, en millor brillantor i reduint el *pinholing*.
- Millor optimització de la tinta i dels *coatings*.
- Facilita la neteja.



Fig. 123 Forma de l'obertura de l'anilox. Font: Praxair

Formes de l'alvèol

En aquest cas es mostraran 3 tipus de formes de l'alvèol segons la forma de la cel·la:

- Piràmide aguda

En aquest cas, l'alvèol és una piràmide on la part final acaba amb punta. El problema d'aquesta forma és que a causa de la seva viscositat i tensió superficial de la tinta, quan aquesta es transmet no ho fa completament. En aquest cas, l'aplicació de la tinta podria no ser totalment regular.



Fig. 124 Formes de l'alveol de l'anilox. Font: Comexi Group

- Piràmide obtusa

En aquest cas, es talla la part final de la piràmide (part punxeguda) tal i com es veu a la imatge situada més avall. En aquest cas, s'obté una transferència millor de la tinta i més regular ja que aquesta no acumula tanta tinta a l'extrem de la piràmide.

- Piràmide obtusa amb angle pla més inclinat

En aquest cas, la transmissió de la tinta serà superior als altres dos cassos ja que es transmet més part de la tinta.

Un cop ja determinades les 3 formes diferents de l'alvèol, es poden distingir 3 tipus de fons d'alvèol.

El primer tipus seria amb **punta aguda**, és a dir, que es troba amb el tipus d'alvèol amb la forma aguda. En aquest cas, tal i com s'ha comentat anteriorment, la transmissió de la tinta no és total.

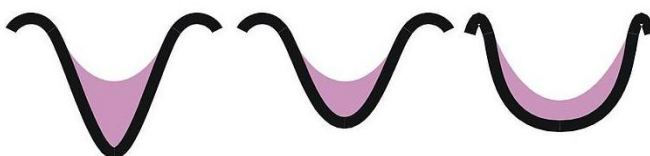
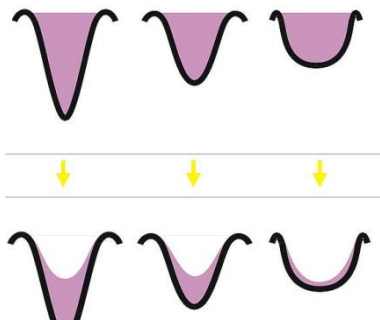


Fig. 125 Forma de la part inferior de una cel·la. Font: Comexi Group.

El segon, seria el de **forma normal**, inspirat amb la piràmide obtusa, amb les arestes del fons de la cel·la arrodonides però tot i això, no s'obté una millora important en la transferència.



Finalment, el tercer seria amb una **forma d'U** que s'aplica amb una piràmide obtusa amb un angle pla. L'acumulació de tinta al fons es minimitza. Per tant, és important considerar aquesta configuració ja que hi ha una transmissió més elevada.

Fig. 126 Imatge de la quantitat que es transmet segons la forma de la cel·la. font: Comexi Group.

Angles de gravat

Tal i com s'ha dit anteriorment, el làser es mou longitudinalment al llarg de l'anilox mentre aquest gira sobre el seu eix. Per tant, les cel·les es van formant amb una alineació tot creant angles.

Durant anys, s'ha gravat amb diferents angles, al principi a 45º, i a 30 o 60º per a fons.

Quan es parla d'angles de 45 i 90 graus, s'utilitzen cel·les quadrangulars per tal de poder ocupar més part de la superfície del cilindre. En aquest cas, s'utilitza majoritàriament l'angle de 45 º per uns avantatges mecànics. Aquesta composició s'ha utilitzat durant molt de temps.

En canvi, en angles de 30 o 60 graus, s'utilitzen cel·les de forma hexagonal. El principal avantatge és que les obertures de les cel·les són majors i s'obté una millor transferència entre l'anilox i el clixé. Quan es comparen aquests dos angles per raons mecàniques es recomana utilitzar el de 60 graus.

Finalment, es pot afirmar que els angles de gravat més utilitzats són els de 60º conjuntament amb els de 45º.

Lineatura

A l'apartat on s'ha desenvolupat la fabricació dels làsers, s'ha explicat que amb el sistema YAG es pot aconseguir una lineatura més fina i amb més línies per cm que poden variar des de 90 línies per cm fins a 500 línies.

Aquest concepte es pot definir com la quantitat d'alvèols per cm lineal a la superfície de l'anilox. Com es pot deduir, el valor de la lineatura pot prendre molt valors però el que es recomana és utilitzar poques lineatures per tal de poder acotar més el resultat.

Un altre motiu d'aquesta recomanació, apart de l'estalvi econòmic, és que simplifica més l'elecció i per l'espai que ocupen.

Volum

El volum de l'anilox és la quantitat de tinta que es transfereix per àrea. Fa uns anys, el volum es podia modificar molt depenent de la profunditat dels alvèols. Actualment, el volum tendeix a anar relacionat amb la lineatura de l'anilox. Per això, la lineatura de l'anilox va molt relacionada amb el volum.

Elecció de l'anilox: lineatura i volum

En aquest apartat es presentaran quins són els aniloxs que més s'utilitzen per a cadascun dels treballs.

- Treballs quadricromia. Per aquest tipus de clixé s'utilitzen anilox de baix volum. Per exemple, entre 3.2 i 4 cm³/m² i una lineatura alta de 420 o 480 l/cm.
- Treballs de línies i sòlids. En aquí s'utilitzen anilox amb un volum més elevat que el cas anterior, entre 5 i 8 cm³/m², i amb una lineatura més baixa, entre els 240 i 360 línies/cm
- Treball amb fons. En aquest clixé s'ha de seleccionar un anilox amb més volum, amb uns valors entre 9-12 cm³/m² i amb una lineatura de 120 a 200 l/cm.

Aquests valors són orientatius ja que per exemple, si es té un clixé amb una lineatura més baixa també es reduirà la lineatura de l'anilox i finalment, s'acabarà augmentant el volum.

En termes dels angles de gravat de l'anilox, normalment s'utilitzen els anilox amb uns angles de 60 graus i amb el recobriment de ceràmic d'òxid de crom.

A1.2. Materials

Actualment, a l'embalatge s'utilitzen diferents materials, des de polímers; paper; cartró fins a aluminis. Tot i això, segons les dades de l'informe de Pira international Ltd, els materials més utilitzats per a l'embalatge flexible són els que es poden observar a la següent imatge:

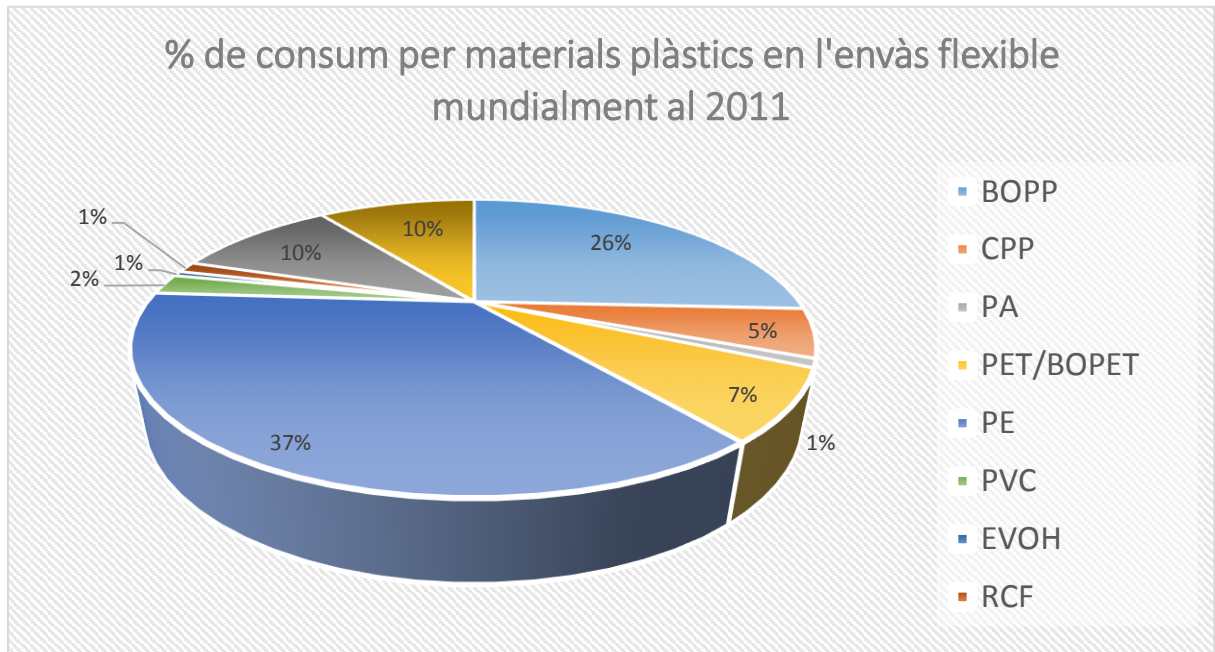


Fig. 127 Consum de material en l'envàs flexible segons tipus material. Font: Smithers Pira.2014

Per tant, segons aquesta gràfica, els materials més utilitzats són els provinents del polietilè, seguit del polipropilè biorientat, del paper i de l'alumini.

Polietilè (PE)

El polietilè s'obté per la polimerització de l'etilè en estat gas a diferents pressions. Depenent de les diferents pressions, s'obté un polietilè de diferents densitats en el material:

- LDPE: polietilè de baixa densitat o altra pressió (densitat 0.90 – 0.93)
- MDPE: polietilè de mitjana densitat (densitat 0.93 – 0.94)
- HDPE: polietilè d'alta densitat (densitat >0.94)

Polietilè baixa densitat (LDPE)

Després de saber com és la seva fabricació s'estudiaran les propietats del LDPE.

- Bona flexibilitat.
- Resistència als cops.
- Bona propietats barrera davant del vapor de l'aigua i les humitats.
- Material inert.
- Punt de fusió molt baix.

- Poca barrera a l'oxigen.
- Bona resistència química.
- Sella a temperatures relativament baixes (a 100°C).
- Mala barra a grasses i olis.

Polietilè densitat mitja (MDPE)**Propietats**

- Propietats similars al polietilè de baixa densitat però amb millors resistències mecàniques.
- Millora les propietats del de baixa densitat.
- Es més difícil de sellar però les soldures són més dures.

Polietilè alta densitat (HDPE)**Propietats:**

- Millors resistències químiques.
- És més dur i rígida que el de baixa densitat.
- Millors resistències mecàniques.
- La permeabilitat a l'aigua i als gasos és més baixa que els anteriors.
- Temperatura de fusió és a 130 °C.

Polipropilè biorientat (BOPP)

BOPP (Polipropilè biorientat) s'obté a través de la polimerització de gas polipropilè. El polipropilè es caracteritza per la seva resistència, brillantor i la seva resistència a les altes temperatures que li dona una utilitat als processos d'esterilització.

Per tal que el polipropilè millori en les seves propietats, en el film se li aplica un estirament a una o dues direccions amb l'objectiu de millorar-les. En molts casos, s'aplica un tractament de termoestabilització per augmentar la seva estabilitat dimensional.

D'altra banda, la tensió superficial del material és baixa, per tant, hi ha la necessitat d'un tractament. En molts casos, s'aplica un tractament corona a un costat per poder ser imprès.

Propietats

- Bones propietats mecàniques.
- Resistència a la calor (utilitzat per processos d'esterilització multicapa).
- Sellable per calor.
- Bona resistència als àcids i bases.

- Bones propietats al vapor d'aigua.
- Mala propietat barrera a gasos, O₂ CO₂.

Poliester(PET)

S'obté el PET a través de l'esterilització de l'àcid tereftàlic amb etilenglicol. El film utilitzat per a la fabricació de complexos s'obté per l'extrusió plana per després biorientar-lo.

Sovint es presenta amb un recobriments de clor de polivinilideno per donar unes millors propietats barrera.

Propietats:

- Alta transparència.
- Gran estabilitat dimensional.
- Molta rigidesa.
- Poca tendència a la deformació.
- Bona resistència a l'abració.
- Bones propietats a baixa temperatura.
- Bona resistència química, resistent a alcohol i a clorats. No es resistent a l'acetona ni al fenol
- Bona resistència a àcids dèbils i en àcids forts en baixes concentracions. No es resistent a algunes sals alcalines.
- Bona barrera a CO₂, barrera intermèdia al O₂ i a la humitat.

Poliamida (PA)

Són polímers que s'obtenen de la policondensació d'un àcid dicarboxílic i d'una diamina. Dins de la poliamida es distingeix la poliamida biorientada BOPA i la poliamida no orientada (CPA).

Propietats poliamida no orientada:

- Bones propietats mecàniques.
- Bon deslliçament.
- Tenacitat.
- Resistència al desgast.
- Elevada absorció de la humitat.
- Propietats barrera mitjana.
- Baixa resistència a àcids i bases, a acetones, hidrocarburs aromàtics i halògens.

Propietats de la poliamida biorientada (BOPA):

- Excel·lents propietats de resistència mecànica a punxonat.
- Excel·lents propietats òptiques de brillantor i transparència.
- Bones resistència química a grasses i olis.
- Excel·lent resistència tèrmica a altes temperatures.

Pluriclorur de vinil (PVC)

La resina de PVC obtinguda després de la polimerització té una baixa resistència tèrmica, i amb acció de l'oxigen i de la radiació UV, s'obté finalment un coeficient de fricció alt. Per aquest motiu, s'afegeixen diferents productes, com poden ser estabilitzants tèrmics o lubricants als fils per obtenir una ampla varietat de PVC.

Propietats

- Material rígid i dur.
- Molt transparent.
- Material inèrt i inòcua.
- Bones propietats barrera.
- Excel·lent resistència a grasses i olis.
- Resistent a bases, àcids dèbils i forts però no a àcids oxidants.

Paper

El paper està format per un conjunt de fibres vegetals. A través de la pasta de fusta i afegint-li paper reciclat a la mescla, s'aconsegueix una estructura molt porosa.

En aquest cas, tenir una estructura porosa dificulta la impressió, i per solucionar-ho s'hi afegeix un additiu per tal de reduir-la perquè sigui possible la impressió.

Cada cop la utilització del paper en el sector de l'embalatge flexible està disminuint.

Propietats:

- Bones propietats mecàniques.
- Bona tensió superficial.
- Facilitat per ser laminat.

Alumini

L'obtenció del film d'alumini s'obté a través de la bauxita en la qual se li separa la alumina. Posteriorment, a través d'un procés d'electrolisis de la alumina es separa l'alumini. Posteriorment, aquest es lamina a diferents gruixos.

Un cop se sap com es fabrica, els principals defectes que s'observen són la facilitat en què es creen les arrugues.

Propietats:

- Facilitat en el doblegat.
- Brillantor.
- Opacitat.
- Conductivitat tèrmica.
- Característiques de barrera.

A1.3. Clixé

El clixé és un fotopolímer de relleu positiu que s'encarrega de transmetre la tinta de l'anilox al film on ha de ser imprès. En el relleu d'aquest fotopolímer hi ha un conjunt de punts que quan entren en contacte amb l'anilox, a la punta del punt s'hi diposita la tinta i al moment d'entrar en contacte amb el film, es transmet la tinta cap al material.

Per tal que la tinta es transmeti, la tensió superficial de l'anilox ha de ser inferior a la tensió superficial del clixé. Paral·lelament, la tensió superficial del clixé ha de ser més baixa que la tensió del material. Si no es produeixen aquestes condicions sorgiran problemes a la transmissió de tinta i la impressió no serà de qualitat.



Fig. 128 Imatge de un clixé. Font: google

Després de definir què és un clixé i quin és el seu funcionament, cal explicar les diferents variables que poden intervenir en un clixé:

- Tecnologia de planxa.
- Trames.
- Gruix de la planxa.
- Liniatura.

Tecnologies de les planxes

A continuació, es desenvolupen cadascuna de les planxes explicant els seus punts forts i les seves característiques.

- **Planxa Kodak Flexcel SRM**

La planxa Kodak Flexcel SRH ofereix una impressió de qualitat. Està pensada per imprimir sobre una gran varietat de materials i per varies aplicacions. La planxa imprimeix amb tot tipus de tintes, des de solvent; base aigua; UV i fins i tot tintes catòniques.

Aquesta planxa té una duresa ideal per a una transferència de tinta uniforme, amb una bona resiliència a alta velocitat i amb una llarga durabilitat dels clixés. Al mateix temps, té una gran resistència a l'ozó cosa que facilita el seu emmagatzematge.

Gràcies a aquests clixés, s'obté una excel·lent transferència de tinta, i per tant, uns resultats molt vistosos. Concretament, s'obtenen unes densitats molt altes, una uniformitat a la transferència de tinta i altes llums netes. D'altra banda, en el sòlid apareix l'efecte *pinholing* al marc del sòlid anomenat, fins i tot, efecte KODAK.

A la següent taula es poden veure les especificacions tècniques de la planxa:

Kodak Flexcel SRH Flexographic Plates					
TECHNICAL SPECIFICATIONS					
Caliper, relief depth and durometer	Caliper		Relief depth		Durometer
	mm	inches	mm	inches	Shore A
	1.14	0.045	0.5 - 0.7	0.020 - 0.028	70-76
	1.70	0.067	0.6 - 1.0	0.024 - 0.039	61-67
	2.54	0.100	0.7 - 1.5	0.028 - 0.059	57-63
	2.72	0.107	0.7 - 1.5	0.028 - 0.059	57-63
	2.84	0.112	0.7 - 1.5	0.028 - 0.059	56-62
Resolution	1% to 95% @ 150 lpi				
Isolated dot reproduction	100 - 130 µm				
Fine line reproduction	70 - 100 µm				
Wash-out solution	Compatible with most wash-out solutions. Refer to manufacturer's recommendations.				
Dryer temperature	51° - 55°C / 123.8° - 132° F Final dry times will vary on the plate caliper, processing equipment and type of wash-out solution used.				
Ink compatibility	Aqueous, solvent-based, UV-cured and cationic inks				
Storage and handling	Unopened plate packs should be stored flat and away from excessive cold, heat and humidity. Use in a controlled environment of 10° - 25°C (50° - 77°F) and 40 - 60% RH.				

Fig. 129 Especificacions de la planxa Kodak. Font: Kodak

- **DuPont Cyrel DPR**

La planxa de Dupont està pensada per diferents aplicacions en el sector del *packaging*, del flexible *packaging*, d'etiquetes, de cartrons i de brics de begudes. La planxa utilitza tintes base solvent i tintes base aigua però no totes les tintes UV.

En aquest cas, la duresa és més elevada, i per tant, tenen més durabilitat a màquina. També, cal remarcar que té una alta resistència a l'ozó i a la llum blanca.

Les principals característiques són uns bons resultats a llargues tirades, un baix guany de punt i l'obtenció d'un gran rang de tons.

A continuació es pot veure la taula amb les característiques tècniques:

Technical Data		
	Cyrel® DPR 45 Thickness 0.045 inch/1.14 mm	Cyrel® DPR 67 Thickness 0.067 inch/1.70 mm
Durometer	76 Sh A	69 Sh A
Image Reproduction	1-98% 120 L/cm	1-98% 120 L/cm
Minimum positive line width	4 mil-0.10 mm	4 mil-0.10 mm
Minimum isolated dot size	4 mil-0.10 mm	4 mil-0.10 mm
Relief Depth	0.016-0.024 inch 0.4-0.6 mm	0.016-0.024 inch 0.4-0.6 mm

All technical information set out herein is provided free of charge and is based on technical data, which DuPont believes to be reliable. It is intended for use by persons having skill, at their own discretion and risk. The handling precaution information contained herein is given with the understanding that those using it will satisfy themselves that their particular conditions of use present no health or safety hazards. Since conditions of product use are outside of our control, we make no warranties express or implied in relation thereto and therefore cannot accept any liability in connection with any use of this information. Nothing herein is to be taken as a license to operate under, or a recommendation to infringe any patents.

Fig. 130 Especificacions de la planxa Dupont DPR. Font: Dupont

- **Lux ITP**

La planxa Lux ITP és de punt pla. Bàsicament s'utilitza en el sector de l'embalatge flexible, d'etiquetes, de cartró i de paper. La planxa està pensada per tirades llargues a causa de la seva durabilitat i la facilitat que té per netejar-se tota sola.

Els principals avantatges de les planxes Lux són els següents: el baix guany de punt, la bona consistència a la impressió i la baixa adhesivitat que facilita la neteja. Amb aquesta planxa s'obtenen uns degradats constants juntament amb una densitat alta. Com a contra partida, la sensibilitat a la llum fa que aquestes planxes es malmetin molt fàcilment.

Especificaciones Técnicas

LUX ITP 60 esta disponible en espesores de .045" (1.14mm) y 0.067" (1.70mm) y en tamaños de hasta 52" x 80" (1,320 x 2,032mm). Por favor contacte a su representante de MacDermid para mas detalles.

Capacidad de Reproducción

Puntos aislados: 0.004 in. (0.10 mm) de diámetro
 Líneas finas: 0.002 in. (0.05 mm) de ancho
 Medios tonos: 1 - 99% en 150 lpi (59 líneas/cm)

Procesamiento de la Placa *

LUX ITP 60 puede ser procesada tanto en solvente como en sistemas termales LAVA. Para procesamiento en solvente, se recomienda utilizar SOLVIT® M100 o SOLVIT® QD. Otros solventes ecológicos pueden ser utilizados.

Tiempos de procesamiento para un trabajo en particular son determinados por el equipo; consulte a su representante de MacDermid para que lo auxilie en la optimización del procesamiento de la placa.

Fig. 131 Especificacions de la planxa Lux ITP. Font: Mac Dermid

Trames – sòlid

En aquest apartat es profunditza sobre alguns conceptes de trames i sòlids que poden sortir posteriorment.

Primerament, per entendre millor el concepte de què és una trama, es definirà el concepte percentatge de punt. Concretament, percentatge de punt és el % total d'una superfície que estigui coberta per tinta. Havent definit el concepte, es distingeixen dos tipus de percentatge: el primer % de punt teòric i el segon % punt real.

El % de punt teòric és la quantitat de superfície coberta per punts que transmet la tinta respecte la superfície total. Per poder-ho simplificar una mica, es pot dir que és la quantitat de superfície que cobriria la tinta teòricament segons els punts aplicats a l'ordinador i en el moment de gravar.

En canvi, el % de punt real és la quantitat de superfície coberta per tinta respecte a la superfície total.

Com a tall d'exemple pràctic i per entendre els diferents conceptes, es suposa que s'utilitza la corba de compensació H34. S'entén que quan es desitja tenir el 50% de punt real imprès (5 de punt desitjat), en el software s'hi gravarà solament un 345 (punt teòric). Tot i això, un cop imprès resulta que el 50% de punt real és de 68 % (punt real). Per tant, s'ha produït un increment de punt.

Sòlids

S'entén com a sòlids la zona on el % de punt és del 100%. L'objectiu és que tota la superfície quedi coberta per tinta.

La primera reacció per tal d'assolir això és utilitzant una planxa tota llisa sense punts. Però com a contradicció, això no és així ja que si és tota plana el sòlid resultant és purós. Per tal de solucionar-ho, a la planxa hi apliquen petites perforacions.

Per tant, cadascun dels sòlids que s'estudien tenen una configuració diferent. A continuació, s'explicarà quina diferència hi ha entre un MCWSI i un MC16. El primer sòlid fa perforacions quadrades de 6my. Concretament, entre cada perforació es deixa 18 my, tant horitzontalment com verticalment. Per altra banda, el sòlid MC fa una perforació quadrada de 16 pixes.

Per tant, es pot afirmar que el resultat de cada sòlid es diferent i s'haurà d'escollir per cada planxa un sòlid amb una alta densitat i una transferència uniforme.

Trames

Es considera com a trama cadascun del % de punt que hi ha entre 0 fins a 99. A la següent imatge es pot veure com es distribueixen els punts. Es pren com a model l'imatge de l'extrem superior dret.

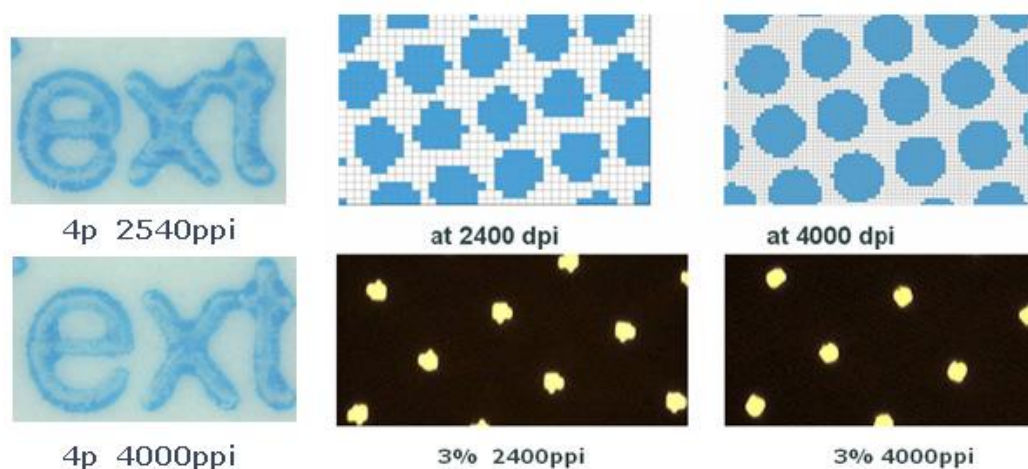


Fig. 132 Tipus de trames estandard. Font: presentació Dupont

Tal i com s'observa a la imatge, els punts estan distribuïts uniformement per la planxa.

L'objectiu del gravat és representar tot els percentatges de punts, des de 0 fins a 99, i que la variació de tonalitat sigui uniforme. Durant aquesta transició es pot dividir en dues zones diferents: del el 0-5% i del 5 fins al 99%. Concretament, la trama del 5 al 99% per totes les trames que s'escullin són iguals, en canvi, del 0 al 5% per cada tipus de trama pot ser diferent.

En el moment d'escollir la trama només es tria la transició final, que va del 0-5%, tot i que és molt difícil aconseguir una transició del 0-5% constant. La causa de la limitació està en el gravat. Tal i com es pot veure a la taula d'especificacions anterior, sovint el percentatge de gravat mínim és d'un 1%. En cas que es vulgui fer un % de punt més petit amb la mateixa densitat de punts, el punt hauria de ser molt petit. Quan s'aplica una pressió al clixé el punt es deforma i en cas que sigui molt petit, el punt es malmet molt fàcilment.

Per altra banda, també hi ha el guany de punt. Si ja per si sol només s'aconsegueix reproduir com a molt petit a l' 1 %, al sumar-hi el guany de punt s'obté un % de punt superior al 10 % a la realitat.

Per tal de solucionar-ho, s'aplica als degradats de 1-5% sovint una trama estocàstica. Aquesta trama té com a particularitat que entre el rang de % de punt del 1 al 5, el punt està distribuït aleatòriament. En el cas de la trama normal el punt és distribuït uniformement. A la següent imatge es pot observar la diferència entre una estocàstica i una trama normal.

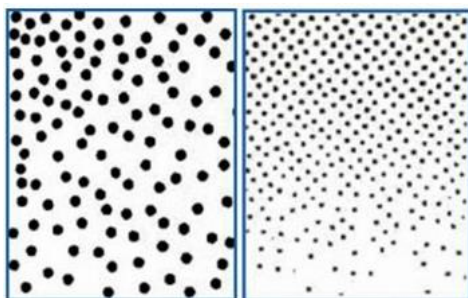


Fig. 133 Diferencia entre trama estocàstica i trama normal. Font: presentació preimpressió Curs FTA

Val a dir que aquest tipus de punt aleatori no s'utilitza per a tots els tipus de trames ja que depèn de quina aplicació el resultat visual no és bo.

Liniatura

En aquest apartat es definirà el concepte de liniatura i s'estudiaran els possibles avantatges que es poder produir si s'utilitza una liniatura diferent en el clixé.

La liniatura és la quantitat de punts que hi ha linealment en un clixé. En el moment d'escollir-la és molt important fer-ho amb un criteri correcte.

En el moment triar la liniatura correcte del clixé cal tenir clar quin és el % de punt mínim en què es pot gravar en aquella planxa. El motiu és que si es posa una quantitat superior de punts en una certa àrea i el % de punt mínim és el mateix que en una liniatura més baixa, amb més quantitat de punt s'aconseguirà un % de punt real més elevat.

Per tant, en cas de tenir una planxa amb una liniatura elevada pot comportar problemes a la impressió. Per exemple, que s'embruti amb més facilitat el punt o, que el resultat d'un degradat a 0 % pugui sortir a millor qualitat baixant la liniatura.

Per això, és important escollir una liniatura adequada segons les especificacions del treball i les especificacions d'una planxa.

Un altre punt a tenir en compte és el gruix de les planxes. Actualment, amb les millores que hi ha hagut en els clixés no hi ha cap guany significatiu en el gruix. Tot i això, és veritat que depenen de l'aplicació s'utilitza un gruix o un altre.

En la majoria dels casos que s'imprimeix sobre materials de plàstic, la superfície no presenta moltes irregularitats i per aconseguir una millor qualitat es recomana un clixés de gruix de 1.16 mm. En canvi, amb el paper que presenta irregularitats, és recomanable un gruix de planxa més gran perquè s'adapti millor a la textura del paper. En cas que sempre s'escollís les planxes de gruix més prim, quan s'imprimís sobre paper hi hauria la possibilitat que aparegués porositat.

Gravació de les planxes

En aquest apartat s'explicarà com es fa per a aconseguir el gravat de les planxes (el relleu positiu). El procés de gravació de les planxes es dividirà en 5 fases:

- Exposició dorsal.
- Exposició frontal.
- Gravat/Netejat.
- Assecatge.
- Exposició UV.

En el següent gràfic es pot veure el procés de gravació:

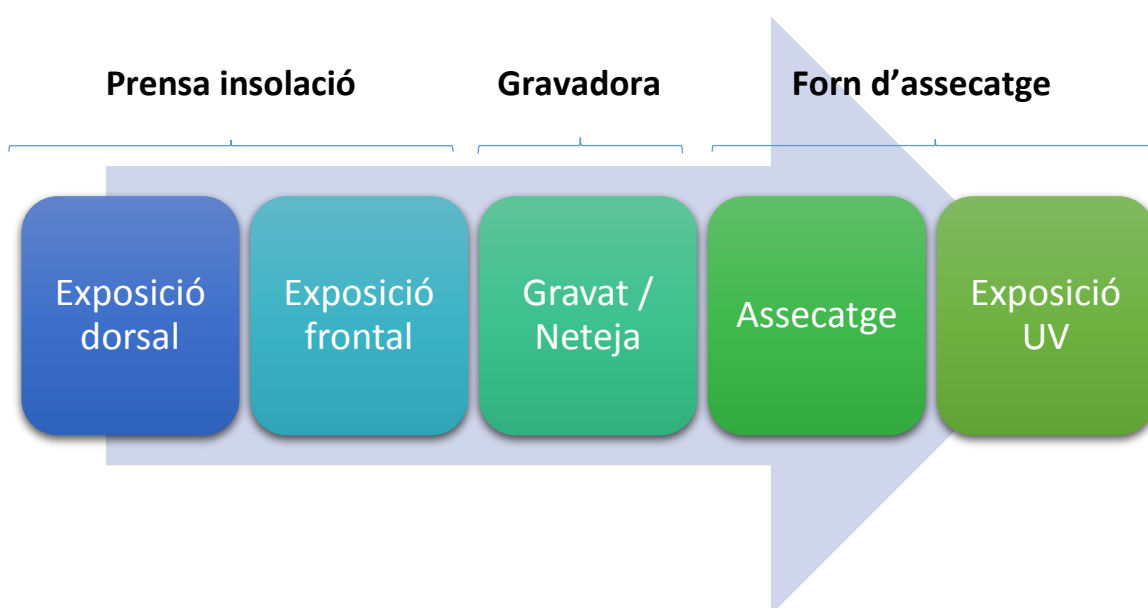


Fig. 134 Gràfic del procés de gravat. Font: elaboració pròpia.

- Exposició dorsal i exposició frontal

L'exposició dorsal consisteix a exposar la planxa per la part posterior a les làmpades de llum UV. Aplicant la llum, endureix la planxa donant-li la duresa necessària a la part inferior de la planxa. A mesura que va avançant el temps, el gruix de la planxa dura de la part dorsal va augmentant.

L'exposició frontal està formada per dos processos diferents, en canvi, l'exposició dorsal solament d'un. El primer procés de la exposició frontal consisteix en un conjunt de làsers que fan impactar un feix de llum contra la planxa. Aquest feix de llum s'encarrega de treure la capa negra que protegeix la cara del contacte amb la llum.

Un cop extreta aquesta capa negra, la planxa queda tal i com es veu a la imatge (estat 2). Un cop es té la planxa gravada, es procedeix a aplicar la llum UV per donar duresa a la zona sense la làmina negra de protecció i obtenint finalment, el relleu amb la duresa desitjada.

Per tant, la zona gravada quedaria dura i la zona negra no quedaria dura un cop aplicada la llum UV.

- Gravat / Neteja

Aquest procés consisteix a treure de la planxa la quantitat de fotopolímer que no ha quedat gravat (no dur). Tal i com s'ha dit anteriorment, el polímer gravat queda dur.

La manera de treure la part no endurida és aplicant un dissolvent sobre la planxa i amb el moviment d'uns raspalls, s'arrenca la part del clixé no gravada i es deixa només la part endurida.

Cal anar en compte amb aquest procés ja que una exposició prolongada de la planxa podria provocar que es comences a arrencar també la part endurida. Així mateix, una exposició curta podria comportar que no tota la part del polímer no gravada s'hagués extret. Un paràmetre important en aquest procés és el temps.

- Assecatge /Exposició UV

Aquesta última part consisteix a posar la planxa dins d'un forn per tal de fer evaporar el possible solvent que hi hagi quedat del pas anterior. Cal estar alerta ja que una exposició prolongada podria comportar una variació en la mida de la planxa.

Tot seguit, se li aplica una exposició UV per tal de donar-li una duresa definitiva que faci incrementar la vida de la planxa.

A1.4. Adhesiu

L'adhesiu és un polímer que té l'adhesiu per les dues cares. Aquest s'encarrega d'unir les camises portaclixés amb els clixés. Tot i que aparentment la seva única funció és unir les camises amb els clixés, també s'encarrega d'absorbir les vibracions que pugui rebre el clixé.

En el moment d'escollir l'adhesiu s'ha de tenir en compte la duresa ja que un adhesiu amb una duresa no prou elevada o massa elevada pot provar un resultat final diferent. En el cas d'utilitzar un adhesiu d'alta duresa, afavorirà la transmissió de la tinta del clixé al film d'impressió. D'altra banda, en cas d'utilitzar un adhesiu d'una duresa elevada el guany de punt s'accentuarà.

Si l'adhesiu és tou, disminueix el guany de punt i el possible increment de pressió que hi pugui haver serà absorbida per l'adhesiu. D'altra banda, cal tenir present que els sòlids seran menys uniformes i la densitat serà més baixa.

A la següent taula es pot veure quin és l'adhesiu que afavoreix més a cada tipus de impressió.

Taula 68 Utilització segons tipus de duresa de l'adhesiu.

Duresa	Tipus d'impressió
Alta	Sòlids continus.
Mitja-alta	Sòlids no continus
Mitja	Trames
Baixa	Degradats

A1.5. Tintes

La tinta és l'element responsable del color i que es pugui veure la imatge. Definida la seva funció, es considera com a tinta una barreja homogènia formada per pigments, resines, additius i dissolvents encarregats de la impressió de la imatge.

A la impressió flexogràfica es diferencien 3 tipus de tintes: la tinta base solvent (la més utilitzada), la tinta base aigua i finalment, la tinta UV. S'ha de tenir present que cadascuna de les tintes té una composició diferent (base aigua i base solvent molt similar) i després segons quina sigui l'aplicació de la impressió el % de cada component variarà.

Les principals propietats d'una tinta són:

- Propietats òptiques com la intensitat i el to, la brillantor, la opacitat i la transparència.
- Propietats reològiques com és la viscositat a la que s'imprimeix i la fluència.
- Propietat d'aplicació i d'assecatge. Un exemple d'això és la printabilitat, la transferència de la tinta i l'assecatge.
- Propietats físico-químiques. Propietats com la resistència a l'aigua, a la llum, a possibles processos post impressió i a la calor. Molt important segons quina sigui l'aplicació.

Tinta base solvent

Tal i com s'ha dit anteriorment, les tintes base solvent són les més utilitzades. La seva composició està formada pels següents elements:

- Pigments.
- Resines.
- Additius.
- Dissolvents.

Tot seguit, es definiran cada un d'aquests elements.

- Pigments

Els pigments són les partícules sòlides responsables del color. Tenen un aspecte de pols i formen aglomerats de partícules a causa dels processos soferts durant la fabricació. Una de les seves principals característiques és la dificultat de mesclar-se amb els altres components. Per aquesta raó, per a obtenir una dissolució homogènia és necessària la resina.

Les principals característiques a controlar d'un pigment són:

- El grau de dispersió. Aquest cas, la finura del pigment és molt important per les propietats finals com per exemple, el color, la brillantor, la intensitat i la cobertura entre d'altres. Concretament, la mida màxima del pigment és de 10 micres.
- To i intensitat. El color (valor $L^*a^*b^*$) un cop imprès i la intensitat és considerada com la força del color de la tinta.
- Opacitat. És la capacitat que té una tinta de cobrir un suport.
- Resistència. És la capacitat que té el pigment de resistir a la llum, calor i a la congelació o altres processos.

- Resines

Les resines són un dels components bàsics de les tintes. Les seves principals funcions són distribuir uniformement el pigment i contribuir a la creació de certes propietats com la duresa, l'adhesió, la flexibilitat, la brillantor, la printabilitat, etc.

Per les tintes flexogràfiques, les resines més utilitzades són:

- Resines poliamídiques.
- Resines nitrocelul·lósiques.
- Resines acríliques.
- Resines de PVC.
- Resines derivades del PVB.
- Resines Poliuretàniques.

- Additius.

Són un conjunt de productes que s'afegeixen a la tinta per tal d'aconseguir unes propietats concretes o per millorar-ne algunes. Els % d'aportació poden variar entre un 0.5 % i un 5 % de la composició de la tinta.

Els additius més utilitzats són:

- Els plastificants. La seva funció és augmentar considerablement la brillantor i la flexibilitat tot prevenint la ruptura de la tinta. També, faciliten una resistència a la congelació, una adherència als substrats i una menor descoloració a altes temperatures.
- Les ceras. Aquestes milloren la resistència a l'abrasió i al fregament així com, el desllisament. Millora també la resistència a l'aigua.
- Els promotors d'adhesió els quals faciliten l'adhesió de la tinta al film a ser imprès.
- Els dispersants s'encarreguen de la dispersió del pigment al llarg de la tinta.

- Dissolvents

Els dissolvents són les substàncies que permeten diluir dins d'elles mateixes una altra substància. Per tant, s'encarrega que el conjunt pigment-resina es dilueixi de forma uniforme i homogènia dins del propi dissolvent.

Sovint, cal diferenciar entre el dissolvent pur i el retardant -dissolvent. A vegades, el dissolvent també s'encarrega de retardar la tinta i així aconseguir que la tinta tardi més en assecar-se, i evitar que s'assequi abans d'arribar al film on serà imprès.

Les principals característiques dels dissolvents són les següents:

- Poder de dissolució, és a dir, diluir les resines.
- Velocitat d'evaporació. És important que la velocitat d'evaporació sigui controlada perquè la tinta no quedi seca en els elements d'impressió abans no s'hagi imprès.

Tintes base aigua

En aquest cas, els components que formen la tinta són els mateixos que en la tinta base solvent. Ara bé, la principal diferència és que el dissolvent de la tinta base aigua és principalment l'aigua. Tot i això, a vegades s'hi afegeix una certa quantitat d'alcohol per tal de controlar algunes propietats com ara, l'assecatge.

Per una banda, els seus principals avantatges són:

- Poca contaminació atmosfèrica (cada cop normatives més exigents).
- Eliminació dels riscos d'explosió.
- Poques limitacions en el transport.
- Disminució del cost dels dissolvents ja que en aquest cas és l'aigua.

Per altra banda, els seus desavantatges són els següents:

- Porositat al sòlid.
- Difícil neteja dels elements considerant que el seu ús és minoritari, al moment de fer el canvi de tintes base solvent a base d'aigua cal fer una neteja exhaustiva.
- Sempre cal preparar la màquina per tintes base aigua.
- Baixa velocitat d'assecatge.

Tintes UV

El concepte de les tintes UV parteix de convertir un líquid en sòlid utilitzant la llum UV. L'objectiu inicial de les tintes és aconseguir que s'assequi la tinta un cop impresa tot evitant que s'assequi abans de la impressió.

En els cassos anteriors (tinta base aigua-base solvent), la tinta tenia una composició molt similar. No obstant, en el cas de les tintes UV la composició és diferent. Es pot observar a la següent taula.

Taula 69 Comparació dels element entre tintes base solvent i tintes UV. Font: elaboració pròpia.

Tintes Solvent	Tintes UV
Pigments	Pigments
Resines	Oligómers
Additiu	Additiu
Disolvent	Monómers
	Fotoiniciadors

- Pigments

Els pigments proporcionen el color i es caracteritzen per la seva tonalitat, transparència, la seva resistència a la llum, la resistència química i a la calor. A més a més, són importants ja que influeixen en la capacitat de què els rajos de llum penetrin a la pel·lícula de tinta.

- Oligómers

Aquest element s'encarrega de formar la substància que aglutina la tinta. La seva funció és mullar la superfície dels pigments i assegurar una bona cohesió de la tinta.

Aquesta cohesió determinarà la capacitat de la tinta per transferir sobre el suport.

- Additiu

En aquest cas són els mateixos que en les tintes base aigua o tinta base solvent.

- Monómers

Són els components que tenen una viscositat més baixa a la tinta. La seva funció és comparable amb les tasques que han de realitzar els dissolvents a les tintes base solvent. Les seves principals funcions són controlar la reologia, la tensió superficial, la flexibilitat, la velocitat d'assecatge i les resistències químiques.

- Fotoiniciadors

Aquest producte és el més important d'aquestes tintes ja que s'encarrega d'iniciar la reacció que transforma el líquid en sòlid. Per tant, s'encarrega de determinar la velocitat d'assecatge de la superfície de la tinta i la penetració de l'assecatge.

En aquest cas, és molt important que els elements que formen la tinta tinguin una tendència de migració baixa, sobretot, quan l'ús és per a l'embalatge flexible.

Tal i com s'ha dit anteriorment, l'assecatge UV s'encarrega que un líquid, a l'entrar en contacte amb els rajos de llum UV es converteixi en sòlid i creï una pel·lícula de tinta.

Concretament, consisteix en un conjunt de làmpades construïdes per vapor de mercuri a pressió en una atmosfera inert dins d'un contenidor de quars d'alta qualitat, que assegura la transparència del 90 % a la radiació UV.

Els seus principals avantatges són:

- Millor a la consistència del color i la definició de la impressió.
- Assecatge instantani.
- Millor aplicació de la capa ja que no es perd cap component.
- Guany de punt més baix i viscositat constant.
- Estabilitat de les tintes.

Per altra banda, els seus principals desavantatges són:

- Cost de l'instal·lació.
- Preu de la tinta.
- Estabilitat de la tinta és més reduïda.

A2. VALORACIÓ ECONÒMICA

Annex 2. VALORACIÓ ECONÒMICA

A2.1. Estalvi del procés

Estalvi de materials.

La valoració econòmica de la impressió dels 6 treballs descrits en l'apartat 6 és la següent.

Com a premisses pel càlcul es considera que la producció mostrada (6 treballs) es repeteix 2 vegades per setmana considerant que hi ha 2 torns. Es considera que l'any disposa de 52 setmanes.

Primer de tot, es valorarà l'estalvi en el temps de canvi (sense considerar el temps d'ajust de color) per setmana. Es considera que a cada màquina hi ha 2 operaris i el temps de canvi és de 2 operaris per màquina, per tant, l'estalvi de temps en el cas del personal es multiplicarà per 2.

Taula 70 Temps d'operari i màquina amb les dues configuracions. Font: elaboració pròpia.

	CONFIGURACIÓ 1		CONFIGURACIÓ 2		
	Temps1 (min)	Cost 1 (€)	Temps2 (min)	Cost 2 (€)	Estalvi (€)
Personal	1.024	426 €	608	252,54 €	173,46 €
Temps màquina	512	852 €	304	506,66 €	345,34 €

- Preu hora operari: 25 €/hora
- Preu hora màquina: 100 €/hora

Estalvi en material

Taula 71 Estalvi en els consumibles. Font: elaboració pròpia.

	CONFIGURACIÓ 1		CONFIGURACIÓ 2		
	Quantitat (u)	Cost (€)	Quantitat (u)	Cost (€)	Estalvi (€)
Nº neteges (solvent)	26	780 €	12	360 €	420€
Nº pantones (tintes)	20	1.000 €	0	0 €	500 €

Considerant:

- 15 litres de solvent per cada neteja.
- Preu solvent: 2 €/ litres
- Per a cada canvi de color es considera que és per 1/ 4 de cada recipient (20 kg).
Cal recordar que la producció és de dos cops.
- Preu tinta 5€/ kg.

Estalvi clixés

Taula 72 Estalvi en planxes. Font: elaboració pròpia.

	CONFIGURACIÓ 1		CONFIGURACIÓ 2		
	Quantitat	Cost	Quantitat	Cost	Estalvi
Fab. Clixés	36 unitat	4.608 €	32 unitats	4.096 €	512 €
Estalvi munt.	720 min	300€	640 min	266,66€	33,34 €

- Es considera que la mida mitjana és de 0.5 m x 0.8 m.
- Preu per m² de clixé 320 €.
- Temps de muntatge clixé: 20 min.
- Preu hora operari: 25 €/hora.
- Es considera que la vida útil del clixé és de 3 mesos.

A la següent taula es pot veure l'estalvi total anual entre les dues configuracions.

Resum final

Taula 73 Resum econòmic de les dues configuracions. Font: elaboració pròpia.

CONFIGURACIÓ 1			CONFIGURACIÓ 2	
	Temps1 (min)	Cost 1 (€)	Temps2 (min)	Cost 2 (€)
Personal	1024	426€	608	252.54€
Temps màquina	512	852€	304	506,66 €
Cost setmanal	1.278 €		759,14 €	
Estalvi anual	26.980,72 €			
	Quantitat (u)	Cost (€)	Quantitat (u)	Cost 2 (€)
Nº neteges (solvent)	26	780 €	12	360€
Nº pantones (tintes)	20	1.000 €	0	0
Cost setmanal	1.780 €		360 €	
Estalvi anual	73.840 €			
	Quantitat	Cost	Quantitat	Cost
Clixés (amort. set)	36 unitat	384 €	32 unitats	341,33 €
Estalvi munt.	1.440 min	600 €	1.280 min	266,66€
Cost setmanal	984 €		607,66€	
Estalvi anual	19.364,80€			

ESTALVI ANUAL TOTAL.....120.184,72 €

A2.2. Cost del projecte

Les premisses per a la valoració del cost del projecte és la utilització de dos proveïdors de planxes per a la política del *dual-sourcing* de planxes.

Concretament, per a la impressió de cada test és necessari dedicar-hi almenys 12 hores d'impressió i de neteja i a càrrec de 2 operaris a 40€/hora. El preu per hora de la màquina és de 100€/hora. També, s'ha de tenir present que per a cada test, el pot de tinta és gastarà completament.

Per a l'anàlisi del test es considera que són necessàries 16 hores d'anàlisi d'un tècnic especialista per a cada test a un preu per hora de 70 €.

Respecte el material, es considera que per tot el procés hi ha un cost de 800 €. El cost de les planxes és de 320€/m².

Després de definir les premisses, es valorarà el cost del projecte per a cada tipus de planxa. A les següents taules es pot veure el cost de la caracterització per una sola tecnologia de planxes.

Taula 74 Costos del benchmark. Font: elaboració pròpia.

	Quantitat	Quantitat	Preu unitat	Preu total	
BENCHMARK	CLIXÉS				
	Muntatge	20 min/clixé	2	25 €/hora	16,66 €
	Cost clixé	143.36 €/clixé	2	320€/m²	286,72 €
	TOTAL				302,66 €
	IMPRESSIÓ				
		Temps		Preu/hora	Preu total
	Hora tècnic	10 hores		25 €/hora	250 €
	Hora màquina	12 hores		100 €/hora	1.200 €
	TOTAL				1.450 €
	CONSUMIBLES				
		Quantitat		Preu unitari	Preu total
	Tintes	8 litres		5 €/litres	40€
	Film				200€
	Material neteja (solvent)	40 litres		2 €/litres	80 €
	TOTAL				480
	ANÀLISI RESULTATS				
		Quantitat		Preu unitari	Preu total
	Hora especialista	16 hora		70 €/hora	1.120 €
	TOTAL				1.120 €
TOTAL TEST BENCHMARK				3.352,66 €	

Taula 75 Costos del test de calibració. Font: elaboració pròpia.

	Quantitat		Quantitat		Preu unitat	Preu total
TEST CALIBRACIÓ	CLIXÉS					
	Muntatge	20 min/clixé	8	25 €/hora		66.66 €
	Cost clixé	143.36 €/clixé	8			1146.88 €
	TOTAL					1213.76 €
	IMPRESSIÓ					
		Temps		Preu/hora		Preu total
	Hora tècnic	10 hores		25 €/hora		250 €
	Hora màquina	12 hores		100 €/hora		1.200 €
	TOTAL					1.450 €
	CONSUMIBLES					
		Quantitat		Preu unitari		Preu total
	Tintes	60 litres		5 €/litres		300€
	Film					200€
	Material neteja (solvent)	160 litres		2 €/litres		320 €
	TOTAL					820 €
	ANÀLISI RESULTATS					
		Quantitat		Preu unitari		Preu total
	Hora especialista	16 hores		70 €/hora		1.120 €
	TOTAL					1.120 €
	TOTAL TEST BENCHMARK					4.603,76 €

Taula 76 Valoració dels costos del test de color. Font: elaboració pròpia.

	Quantitat	Quantitat	Preu unitat	Preu total	
TEST COLOR	CLIXÉS				
	Muntatge	106.66 €	8	25 €/hora	66.66 €
	Cost clixé	143.36 €/clixé	8		1146.88 €
	TOTAL				1.213,54 €
	IMPRESSIÓ				
		Temps		Preu/hora	Preu total
	Hora tècnic	10 hores		25 €/hora	250 €
	Hora màquina	12 hores		100 €/hora	1.200 €
	TOTAL				1.450 €
	CONSUMIBLES				
		Quantitat		Preu unitari	Preu total
	Tintes	60 litres		5 €/litres	300€
	Film				200€
	Material neteja (solvent)	160 litres		2 €/litres	320 €
	TOTAL				820 €
	ANÀLISI RESULTATS				
		Quantitat		Preu unitari	Preu total
	Hora especialista	16 hora		70 €/hora	1.120 €
	TOTAL				1.120 €
	TOTAL TEST BENCHMARK				4603,54 €

Disseny del model

Taula 77 Costos de preparació del treball. Font: elaboració pròpia.

TEST	COST
Preparació test colorimètric	2.100 €
Preparació test calibració	2.100 €

Material necessari

Taula 78 Material necessari. Font: elaboració pròpia.

MATERIAL	COST
Amortitz. Espectofòmetre (70 €/hora)	2.240 €
Lloguer software (75 €/hora)	2400 €

COST TOTAL (material+software)21.399,74 €

Joaquim Quintana Vilà