

# Tecnologia de la projecció de vídeo

UOC

Universitat Oberta  
de Catalunya

Autoria: Omar Álvarez Calzada

## Índex

1. Breu cronologia de la projecció d'imatges
2. El canó de projecció
3. Consideracions pràctiques a l'hora de la projecció de vídeo
4. Càlcul dels factors de projecció
5. Tècniques de multiprojecció



L'encàrrec i la creació d'aquest recurs d'aprenentatge UOC han estat coordinats per la professora: Irma Vilà i Òdena

Primera edició: setembre 2023  
© d'aquesta edició, Fundació Universitat Oberta de Catalunya (FUOC)  
Av. Tibidabo, 39-43, 08035 Barcelona  
Autoria: Omar Álvarez Calzada  
Producció: FUOC



*Els textos i imatges publicats en aquesta obra estan subjectes –excepte que s'indiqui el contrari– a una llicència Creative Commons de tipus Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada (BY-NC-ND) v.3.0. Podeu copiar-los, distribuir-los i transmetre'ls públicament sempre que en citeu l'autor i la font (Fundació per a la Universitat Oberta de Catalunya), no en feu un ús comercial i no en feu obra derivada. La llicència completa es pot consultar a: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/legalcode.es>*

# 1. Breu cronologia de la projecció d'imatges

Segle VII	Ombres xineses
Segle XVII	Càmera fosca
Segle XVII	Llanterna màgica
Segle XIX	Cinematògraf
Segle XX	Tub de raigs catòdics
1940	Projector de tubs de raigs catòdics creat per la companyia RCA 1948 – Eidophor (Light-valve projectors)
1952	Decca 1000 projector de TV domèstic 1958 – Talaria (Light-valve projectors)
1970	Advent VideoBeam 1000
1975	Advent VideoBeam 750
1977	Terry Schmidt dissenya el primer projector comercial Electrohome EDP-56 1983 – ECP 1000 Primer projector de CRT amb una sola lent
1983	GE Talaria 3LV
1987	ECP 3000 Primer projector CRT amb tres lents 1992 – Marquee (Light-valve projectors)
1998	Hughes/JVC ILA-12K
2000	LCD & DLP projectors

## 2. El canó de projecció

Un canó de projecció és una font emissora de llum, per la qual cosa qualsevol objecte que es trobi entre el feix de llum de la làmpada del canó de projecció i una superfície donada generarà ombra.

Es tracta d'un dispositiu capaç de processar un senyal electrònic i convertir-lo en impulsos lumínics que són projectats a través de la llum d'una làmpada dirigida cap a l'exterior per un joc de lents que projecten una imatge rectangular.

Existeixen diferents tipus de projectors de vídeo al mercat, de diferents mides i aplicacions, però bàsicament tots tenen funcionaments similars diferenciats pel tipus de tecnologia de sensor utilitzada, la potència de les làmpades, així com opcions físiques com el canvi de lents.

Podem trobar projectors que usin diferents tipus de tecnologies de sensor:

- **LCD**: Liquid Crystal Display
- **LCoS**: Liquid Crystal on Silicon
- **DMD**: Digital Micromirror Device

### 2.1. Característiques tècniques d'un canó de projecció

#### 2.1.1. Potència lumínica

Expressada en lúmens ANSI representa la potència lumínica d'un projector. Com més grans siguin els lúmens d'un projector més gran serà la potència i millor es veurà la imatge.

Els lúmens ANSI indiquen una mitjana dels lúmens que produeix un projector, ja que a la part central o *spot* de la làmpada podem trobar una potència diferent a la de les parts perifèriques de la imatge.

La quantitat de lúmens que té un projector els manté sota unes condicions òptimes de projecció: projectar en un espai fosc o amb poca llum incident i sobre una superfície amb propietats de reflexió de la llum.

La potència en lúmens d'un projector baixa a mesura que es van gastant hores de vida de la làmpada.

En els projectors que tenen més d'una làmpada, els lúmens màxims es donen amb totes les làmpades enceses.

Al mercat podem trobar des de picoprojectors LED amb una potència de 40 o 100 lúmens fins a projectors amb potències de 75.000 lúmens.

## 2.1.2. Resolució nativa

La resolució nativa ve definida per les característiques físiques del sensor. Si parlem de sensors DMD, la resolució nativa equival a la quantitat de micromiralls que conformen la matriu de sensors DMD. La resolució nativa és important perquè qualsevol resolució diferent que entri en el projector serà enviada a un procés de *RESIZE* per ajustar els píxels horitzontals i verticals del senyal d'entrada a la quantitat de píxels nadius del sensor.

## 2.1.3. Resolucions acceptades

En les especificacions d'un projector s'hi acostuma a incloure la llista de resolucions diferents a la resolució nativa del projector que poden ser acceptades.

## 2.1.4. Connexions d'entrada i sortida

La quantitat d'entrades de senyal i els diferents tipus de connectors pels quals pot entrar senyal de vídeo en un projector.

## 2.1.5. Diferents opcions de modificació electrònica del senyal

Com *keystone* o correcció de geometries.

## 2.1.6. Ports de comunicació

Són els diferents ports i protocols de control que pot acceptar un projector. Normalment, els projectors professionals accepten un protocol LAN per obtenir el control remot del projector i de les seves opcions de menú, a més del port RS232, protocol ArtNet o TCP/UDP, des dels quals podem obtenir el control de certs paràmetres del projector com el *shutter* o el *lens shift*.

## 2.2. Tipus de sensors

Hi ha diferents tipus de tecnologies de sensors aplicats a la videoprojecció; al mercat trobem projectors de tres tipus: **LCD**, **LCoS** i **DLP**.

### 2.2.1. LCD

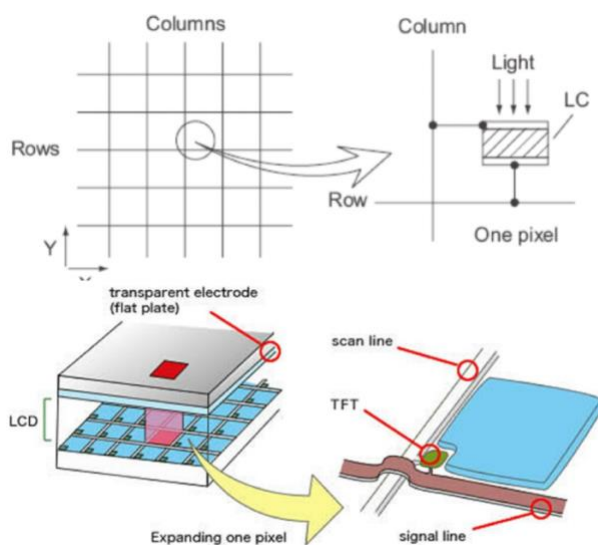
Un cristall líquid és un líquid que a temperatura ambient es pot comportar com un cristall. Les molècules de cristall líquid s'alineen amb un camp elèctric. Si al material de cristall líquid entre dos elèctrodes se li aplica un voltatge, la molècula de cristall líquid té una alineació en espiral que canvia la direcció de polarització, i deixa passar tota la llum. Quan es canvia aquest voltatge, les molècules s'alineen, i deixen passar molt poca llum.

Els sensors **LCD** són de tipus transmissiu: la llum entra d'una banda, passa a través del cristall líquid i surt per l'altra banda, viatjant sempre en la mateixa direcció.

Un **LCD** és una matriu X-Y de cristalls líquids. Es pot seleccionar elèctricament un píxel determinat per files i columnes. Hi ha dos tipus de matrius X-Y: Passive Matrix Addressing (sense transistor) i Active Matrix Addressing, que fa servir un transistor anomenat Thin-film transistor (TFT) imprès al cristall de cada píxel.

Els avantatges dels xips LCD és que són més barats que els LCoS o els DLP. La mida pot ser inferior a la dels LCoS o els DLP i construir projectors més petits. No obstant això, la seva relació de contrast és més petita que en la resta dels sensors.

Pot produir artefactes en la imatge sobre imatges molt ràpides si el temps de resposta del material de l'LCD no és prou ràpid.



Degradació dels sensors.

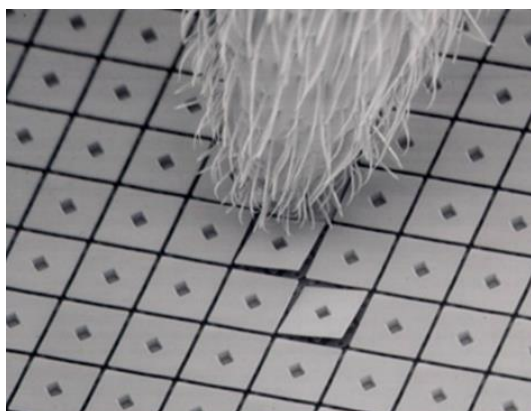
## 2.2.2. LCoS

Els LCoS com els LCD són sensors de cristall líquid, amb la diferència que els LCoS són de tipus reflectiu, és a dir, la llum que colpeja el panell passa a través del cristall líquid, rebota en una superfície de mirall i passa de nou a través del cristall líquid a mesura que surt en la direcció oposada a la que va entrar.

## 2.2.3. DLP

La tecnologia **DLP** fa servir un tipus de xip anomenat **DMD**. Els xips **DMD** són totalment digitals i cadascun conté entre **400.000 i nou milions de cristalls quadrats (un per píxel)**. L'espai entre cristalls es diu **pixel pitch** i té un rang de mida més petit que el diàmetre d'un cabell humà. Aquests cristalls estan perpendiculars a la font de llum i funcionen en estats d'encesa i apagada girant +/- 12° des de la perpendicular.

La informació digital de la imatge s'envia contínuament al DMD durant cada fotograma de vídeo en seqüències de bits, a una velocitat de milers d'actualitzacions per segon. En sistemes de tres **DLP**, la seqüenciació de bits es fa en plaques dedicades, una per cada **DMD**.

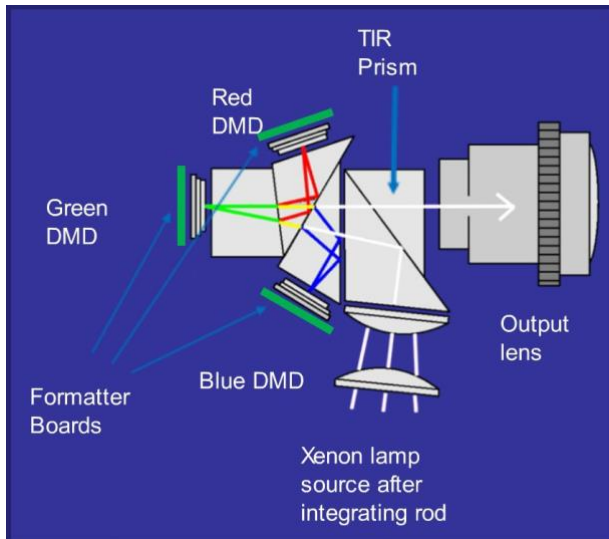


## 2.3. Nombre i mida dels sensors

### 2.3.1. Three chip DLP

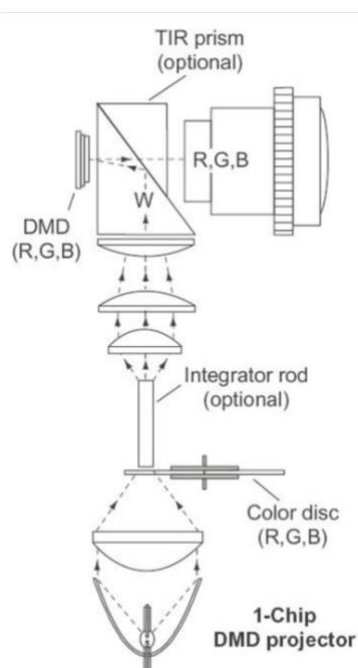
Els sistemes de tres xips **DLP** també funcionen amb filtres dicròics, però els **24°** de diferència que hi ha entre l'estat **ON** i **OFF** dels micromiralls implica tenir un **Total Internal Reflection (TIR) prism assembly**.

La llum blanca de la làmpada entra al **TIR prism assembly**, la divideix en tres feixos de cadascun dels colors corresponents i són enviats a cadascun dels **DMD** que corresponen a cada color, per reflectir aquests feixos de nou al **TIR prism assembly** que, un cop units, els dirigeix a través de l'òptica del projecteur.



### 2.3.2. Single chip DLP

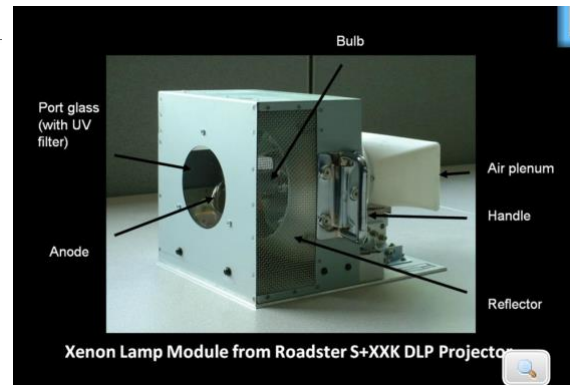
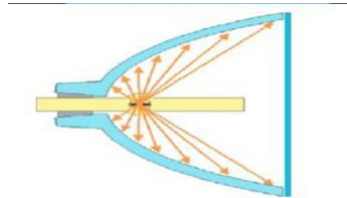
Com que els sistemes **d'un xip DLP** fan servir la **roda de color**, no són necessaris filtres dicroics al **TIR prism assembly**. Fins i tot en molts casos no cal el mateix **TIR prism assembly**.





## 2.3.3. Làmpada

El que comunament anomenem làmpada en realitat és un mòdul compost per una bombeta i un reflector amb connexions elèctriques per rebre corrent. La llum de la bombeta és recollida pel reflector amb forma el·líptica o parabòlica.



Hi ha dos tipus de bombetes al mercat: de vapor de mercuri (Phillips, UHP, etc.) i de xenó, i diferents tipus d'emissió de llum com el làser o LED.

### Làmpada de vapor de mercuri

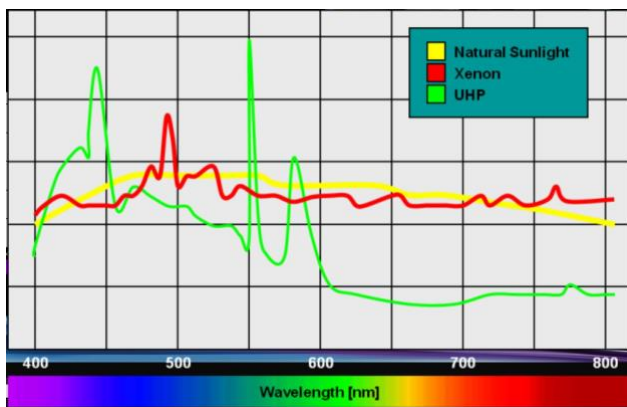
La potència típica de les làmpades de mercuri va dels **100** als **450 W**.

El seu espectre és pobre en vermell, per la qual cosa la qualitat dels colors és pobre i implica molta pèrdua de llum per aconseguir bons colors, però és una tecnologia eficient, barata i dura molt de temps (**de 4.000 a 10.000 h**).

### Làmpada de xenó

La potència típica d'una làmpada de xenó va dels 500 als 6.000 W.

Ofereix un ampli espectre que resulta una bona reproducció dels colors i sense pèrdua apreciable en el temps, però és una tecnologia cara i amb una vida útil força curta (**< 2.000 h**).



## Llum LED

En molts projectors d'un sol xip, per aconseguir la barreja de color es fa servir tecnologia LED a les làmpades. Aquest ofereix els avantatges següents:

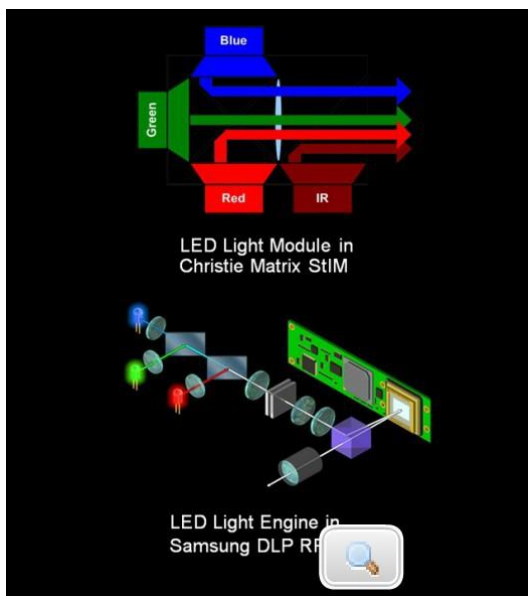
- Pura RGB de colors primaris.
- Hi pot haver més de tres colors primaris.
- Llarga vida de les làmpades.
- Emissió de llum instantània.
- Menys caiguda de llum en el temps.
- Menys necessitat de ventilació, ja que en calen menys.
- Menys consum d'energia.

Se solen fer servir com a mínim tres **leds**, un R, un G i un B.

En alguns projectors es fa servir un de groc, un de magenta o un infraroig.

La llum dels tres leds es combina usant filtres dicroics.

En un projector d'un sol xip DLP, els leds s'encenen i s'apaguen de manera seqüencial i sincronitzada, així no cal la roda de color i, en ser un procés molt més ràpid i immediat, es redueixen els artefactes en fer el *switching* de color.



## 3. Consideracions pràctiques a l'hora de la projecció de vídeo

### 3.1. Perpendicularitat

Si l'eix del cos òptic del projector es troba perpendicular al pla de projecció, es projectarà un rectangle perfecte. Qualsevol angulació horitzontal o vertical de l'eix del cos òptic sobre el pla de projecció donarà com a resultat un trapezi en lloc d'un rectangle perfecte i afegirà una deformació no desitjada a la imatge projectada. Si per les condicions físiques del projecte el projector no pot estar perpendicular, podríem arribar a corregir la deformació trapezoidal de la imatge a través de l'opció *keystone* del projector.

### 3.2. Keystone

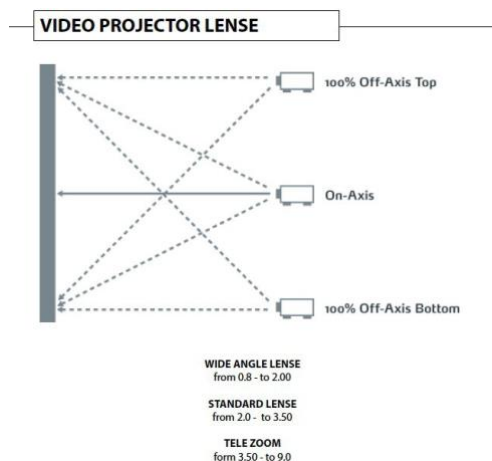
És una correcció electrònica de la imatge que permet resoldre la deformació trapezoidal d'una projecció generada per la no-perpendicularitat del cos òptic respecte al plànol de projecció.

Podem trobar *keystone* vertical i *keystone* horitzontal.

### 3.3. Tipus de lents

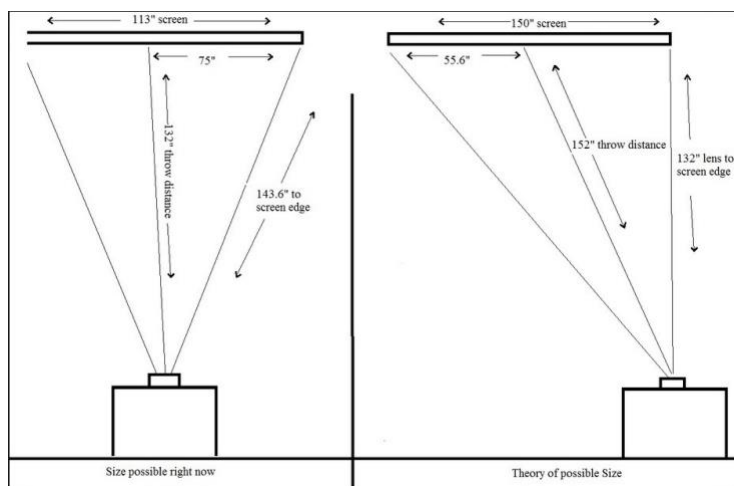
Podem categoritzar les diferents lents disponibles per al canó de projecció segons dos criteris: angle del feix de llum projectat i focal de la lent.

Segons l'angle de llum projectat, hi ha dos tipus de lents: **on axis** i **off axis**.



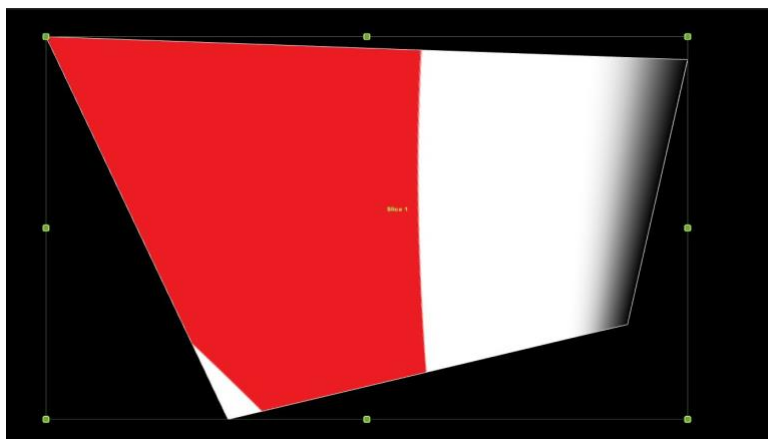
## 3.4. *Lens shift*

És una opció que no tots els projectors tenen i que permet desplaçar en horitzontal i vertical el cos òptic d'un canó de projecció, per corregir la posició de la projecció sense haver de desplaçar físicament el projector.



## 3.5. Correcció de geometries (*quad warping*)

És un tipus de correcció que permet modificar qualsevol tipus de deformació trapezoidal de la imatge que no es pugui modificar amb *keystone*, a través del desplaçament individual de les quatre cantonades de la imatge projectada.



# 4. Càlcul dels factors de projecció

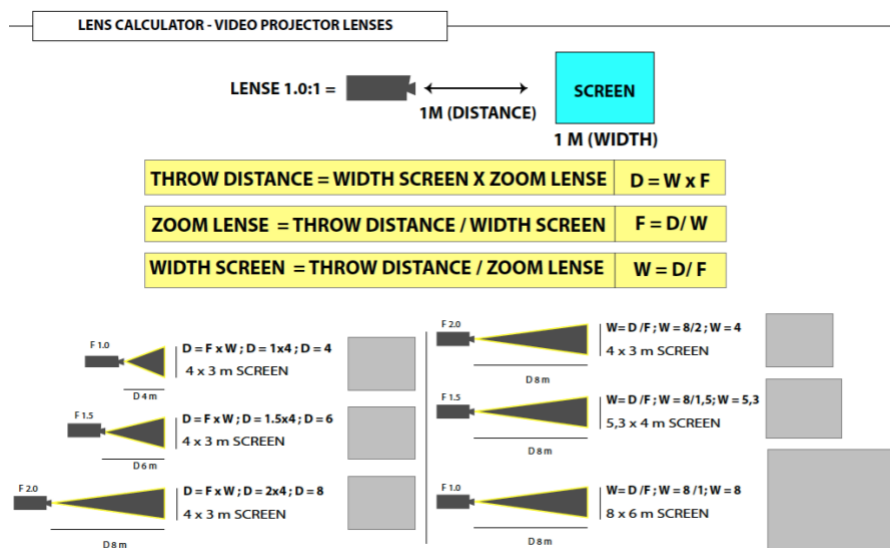
## 4.1. Base de pantalla / Focal / Distància projecció

Existeixen tres factors o variables que cal tenir en compte en una projecció de vídeo: la mida horitzontal o base de la pantalla, la focal de l'òptica i la distància de projecció.

Amb una lent de focal fixa, en augmentar la distància de projecció, augmentarem la mida de la pantalla, per la qual cosa hi ha una relació directa entre la distància de projecció, la mida de la pantalla i la focal de la lent utilitzada.

La focal d'una lent per a la projecció de vídeo s'expressa amb una numeració que indica la relació que amb aquesta focal manté la distància amb la base de la pantalla. Per exemple, podem trobar una lent amb una numeració 1.0:1; això vol dir que, amb aquesta focal a 1 m de distància, obtindrem una pantalla d'1 m de base. Si trobem una lent que marca una numeració 2.0:1 ens està expressant que, per fer 1 m de base de pantalla, necessitarem 2 m de distància de projecció. El mateix amb una òptica 0.36:1 que ens indica que, cada 0,36 m, obtindrem una pantalla d'1 m de base.

Per aquest motiu, a partir d'aquesta relació, podem establir una regla de tres que ens permeti calcular cadascun dels factors determinats en funció de la relació dels altres dos.



## 4.2. Càlcul de la potència lumínica

Per saber la potència lumínica òptima per a una projecció hem de calcular la relació que hi ha entre els lúmens del projector i els metres quadrats del total de l'àrea de projecció. Aquesta relació s'expressa en una unitat de mesura anomenada lux. El lux = lúmens/àrea de projecció.

Tenint la potència lumínica d'un projector en lúmens i l'àrea total en metres quadrats de la superfície de projecció, podem calcular els lux d'una projecció.

Una potència lumínica de 75 lux seria la mínima per a una projecció acceptable en termes de contrast d'imatge i de 150 fins a +400 es considera una òptima relació.

En el cas de fer un càlcul de potència lumínica i que el resultat quedi per sota de 75 lux, és recomanable afegir més projectors fins a aconseguir una bona relació lúmens/m<sup>2</sup>.

## 5. Tècniques de multiprojecció

En moltes ocasions, per la mida de la pantalla, la proporció o per un resultat baix en lux d'un projecte, cal recórrer a més d'un canó de projecció, per cobrir òptimament la superfície de projecció. En aquests casos, s'utilitzen les dues tècniques de multiprojecció que coneixem: ***edge blending*** i ***stacking***.

## 5.1. *Stacking*

Aquesta tècnica es basa a superposar la imatge d'un projector sobre la imatge d'un altre canó de projecció, per així afegir les seves potències lumíniques. El resultat d'aquesta suma, que no és aritmètica, no és exactament la suma de les potències de cada projector; en tractar-se d'una suma logarítmica, el valor resultant pot variar.

La tècnica de *stacking* té un límit de tres projectors superposats, ja que la suma de més projectors generaria, a les zones més il·luminades de la imatge, una suma de luminàncies que arribarien a cremar la imatge.

