

# Escola Universitària Politécnica de Mataró

Centre adscrit a:



UNIVERSITAT POLITÈCNICA  
DE CATALUNYA

**Grado en Medios Audiovisuales**



## **GENERACIÓN DE CONTENIDOS PARA LA PROYECCIÓN VIDEOMAPPING SOBRE LA GOLETA SOSTENIBLE ALANIA**

**Memoria**

**LUIS PORTILLO**

**PONENTE: MARCO ANTONIO RODRÍGUEZ**

**OTOÑO 2016**



**TecnoCampus  
Mataró-Maresme**



## **Dedicatoria**

A mi familia, amigos y compañeros de profesión.



## **Agradecimientos**

A Gabi, por brindarme la oportunidad y ayudarme a emprender este proyecto, a Albert por su buena mano e ideas, y a David y Tatiana, por compartir su experiencia conmigo.



## **Resum**

Aquest TFG s'inspira en els grans descobridors de la llum com a forma d'art i d'observació, i té com a objectiu demostrar que es pot tenir exactament el mateix punt de vista que una altre persona, i tot i així la percepció i la interpretació d'allò visualitzat pot ser totalment diferent. A més, es basa en què aporta la il·luminació a les arts escèniques, analitzant els pioners en l'ús de la llum, per poder generar un nou tipus d'espectacle amb pocs recursos però molta il·lusió.

## **Resumen**

Este TFG se inspira en los grandes descubridores de la luz como forma de arte y de observación, y tiene como objetivo demostrar que se puede tener exactamente el mismo punto de vista que otra persona y sin embargo la percepción y la interpretación de lo visualizado ser totalmente diferente. Además, se basa en qué aporta la iluminación en las artes escénicas, analizando pioneros en el uso de la luz, para poder generar un nuevo tipo de espectáculo con pocos medios pero mucha ilusión.

## **Abstract**

This TFG is inspired by the main discoverers of the light as a form of art and observation, and it has the goal of demonstrating that you can have exactly the same point of view than another person, but however the perception and interpretation of what you had seen is totally different. In addition, it's based on what the illumination gives to the scenic arts, analysing the pioneers in the use of light, to be able to create a new kind of show, with not so much resources but lots of illusion.



# Índice

Índice de figuras.....	III
Índice de tablas .....	VII
Glosario de términos .....	IX
1. Introducción.....	1
1.1. Motivaciones .....	3
2. Marco teórico.....	5
2.1. La creación y utilización de la luz.....	5
2.1.1. Conceptos básicos .....	5
2.1.2. Origen de la iluminación artificial.....	9
2.2. La captura de la luz.....	11
2.2.1. La cámara oscura.....	11
2.2.2. El nacimiento de la fotografía.....	14
2.3. La proyección de la luz.....	21
2.3.1. Imagen en movimiento .....	21
2.3.2. Los orígenes del cine .....	22
2.3.3. El término videomapping .....	26
2.3.3.1. Antecedentes.....	27
2.3.3.2. Definición del concepto.....	31
2.4. Panorama actual.....	32
2.4.1. Conceptos útiles sobre video-proyectores .....	33
2.4.2. Funcionamiento de lámparas y focos modernos .....	37
2.4.2.1. Según la tipología de la lámpara.....	37
2.4.2.2. Según la tipología del foco .....	38
<u>Focos convencionales</u> .....	38
<u>Focos robotizados</u> .....	43
2.5. Conclusiones del marco teórico.....	46
3. Objetivos y abasto.....	49
3.1. Objetivos principales .....	49

3.2. Objetivos secundarios .....	50
3.3. Objetivos personales .....	50
3.4. Abasto.....	51
4. Análisis de referentes .....	53
4.1. Atmósfera.....	53
4.2. Visibilidad .....	54
4.3. Ficción.....	55
4.4. Realidad aumentada .....	56
5. Desarrollo y procesos.....	61
5.1. Preproducción.....	61
5.1.1. Guión y diseño.....	62
5.1.2. Creando el modelo de la superficie en Cinema4D.....	64
5.1.3. Fabricación de la maqueta del barco.....	66
5.1.4. Prueba y error .....	67
5.2. Producción.....	73
5.2.1. Simulación virtual.....	73
5.2.1.1. Capture Argo .....	73
5.2.1.2. Simulador LT-WoleHydraII .....	77
5.2.2. Generación de contenidos adaptados a la maqueta .....	83
5.3. Postproducción .....	84
5.3.1. Cálculos y planos.....	84
5.3.1.1. Cálculo de la distancia de proyección.....	85
5.3.1.2. AutoCad.....	86
5.3.1.3. Listado de material.....	88
5.3.2. Resolume Arena.....	91
5.3.3. eBox.....	93
6. Conclusiones .....	95
7. Bibliografía .....	97

## Índice de figuras

Fig 1.1 Goleta sostenible Alania, propiedad de Daniel Méndez.....	2
Fig 2.1 Representación del espectro visible de la radiación electromagnética.....	5
Fig 2.2 Representación de los efectos de reflexión/refracción.....	7
Fig 2.3 Lámpara de Argand o quinqué.....	9
Fig 2.4 Alumbrado de gas manual en la vía pública.....	10
Fig 2.5 Recreación del mito de la caverna.....	12
Fig 2.6 Esquema del funcionamiento de la cámara oscura y del ojo humano.....	13
Fig 2.7 Grabado en madera de la cámara oscura portátil, Robert Hooke.....	13
Fig 2.8 Martha y María Magdalena, Caravaggio, 1598.....	14
Fig 2.9 Primera fotografía permanente de la historia, Niépce, 1826.....	15
Fig 2.10 Fotografía estereoscópica del siglo XIX.....	17
Fig 2.11 Primera fotografía en color, Maxwell, 1861.....	17
Fig 2.12 Fotografía tomada con Kodachrome, Portada de National Geographic de junio de 1985, Steve McCurry.....	18
Fig 2.13 Descripción gráfica del error de paralaje.....	20
Fig 2.14 Cronofotografía de caballo galopando, de Eadweard Muybridge.....	24
Fig 2.15 Cinematógrafo de los hermanos Lumière.....	25
Fig 2.16 The Ambassadors, Hans Holbein.....	28
Fig 2.17 Bruno Munari, Direct Projection.....	29
Fig 2.18 The Wolfsburg Project, James Turrell.....	29
Fig 2.19 Anamorfosis en un dibujo callejero de Julian Beever.....	30
Fig 2.20 Anamorfosis Eight Rectangles, Felice Varini.....	30
Fig 2.21 Esquema conexionado de focos convencionales.....	39

Fig 2.22 Partes de un panorama .....	39
Fig 2.23 Partes de un PAR .....	40
Fig 2.24 Partes de un PC .....	41
Fig 2.25 Partes de un recorte .....	42
Fig 2.26 El alumno operando un cañón de seguimiento Robert Juliat Lancelot, durante la final TOP14 en el Camp Nou .....	43
Fig 2.27 Esquema de conexionado de focos robotizados .....	44
Fig 2.28 Partes de una cabeza móvil .....	45
Fig 4.1 Fotografía aérea, Nadar .....	54
Fig 4.2 Fotografías con iluminación artificial, Nadar .....	55
Fig 4.3 Fotograma de Viaje a la luna, de Georges Méliès, 1902 .....	56
Fig 4.4 Ganzfelds, pérdida de la percepción de profundidad, James Turrell .....	59
Fig 4.5 Corner shallow spaces, ilusión de tridimensionalidad con luz sobre una esquina, James Turrell .....	60
Fig 4.6 Wedgeworks, la luz proyectada crea la ilusión de barreras, James Turrell .....	60
Fig 5.1 Ejemplo posición de diseño de luces mediante Capture .....	63
Fig 5.2 Goleta Alania en puerto .....	64
Fig 5.3 Modelo de las velas con Cinema4D .....	65
Fig 5.4 Efecto de luces en movimiento con Cinema4D .....	66
Fig 5.5 Maqueta con estructura fija, primera versión .....	67
Fig 5.6. Modelo de las velas con Cinema4D .....	68
Fig 5.7 Maqueta con sistema plegable, versión definitiva .....	69
Fig 5.8 Cálculo Throw Distance Sanyo PLV-Z5, Projectorcentral .....	70
Fig 5.9 Advanced Output, Configuración con 3 slices .....	71
Fig 5.10 Advanced Output, Configuración con una malla .....	71
Fig 5.11 Salida real del video-proyector durante el proceso de warping .....	72

Fig 5.12 Generación de formas geométricas en Capture Argo .....	74
Fig 5.13 Modelado del barco en Capture Argo.....	74
Fig 5.14 Recreación del espacio escénico en Capture Argo.....	75
Fig 5.15 Menú de propiedades del material en Capture Argo.....	75
Fig 5.16 Librería de focos en Capture Argo.....	76
Fig 5.17 Pestaña Fixtures, donde se asignan direcciones Dmx en Capture Argo.....	76
Fig 5.18 Asignación de vídeo como material en Capture Argo.....	77
Fig 5.19 Propiedades de conexión de red inalámbrica, Windows.....	78
Fig 5.20 Menu Ethernet, Current Session, dirección IP HydraII .....	78
Fig 5.21 Menu Ethernet, Dmx on Ethernet, ArtNet & Status activados.....	79
Fig 5.22 Menu Ethernet, Exam Net, dirección IP Capture .....	79
Fig 5.23 Menu Fixtures Patch, inserción de focos robotizados PW250 y direcciones Dmx .....	80
Fig 5.24 Menu Effect, creación de chase por canales de dimmer.....	81
Fig 5.25 Menu Shape, creación de efectos para focos robotizados.....	81
Fig 5.26 Menu principal WoleHydra II, parámetros seleccionados por submaster.....	82
Fig 5.27 Representación de los focos seleccionados por el submaster de WoleHydraII en Capture Argo .....	82
Fig 5.28 Exportación de efecto de vídeo generado en Adobe Premiere.....	83
Fig 5.29 Creación del efecto de seguimiento del contorno en Cinema4D .....	84
Fig 5.30 Cálculo de Throw Distance, Christie Boxer 30 .....	85
Fig 5.31 Vista en alzado, Autocad.....	86
Fig 5.32 Vista en perfil, Autocad.....	87
Fig 5.33 Vista en planta, Autocad.....	87
Fig 5.34 Esquema disposición luces y sonido.....	88
Fig 5.35 Presupuesto iluminación y sonido de la empresa Quesoni.....	90
Fig 5.36 Preparación de capas, Resolume Arena.....	91

Fig 5.37 Asignación de controlador MIDI, Resolume Arena .....	92
Fig 5.38 Composition MIDI Map, asignando parámetros al controlador, Resolume Arena .....	93
Fig 5.39 Menú eBox, WoleHydraII.....	94

## Índice de tablas

Tabla 5.1 Sumario de programas .....	73
Tabla 5.2 Listado de material enviado a empresa de alquiler de material Quesoni.....	89



## Glosario de términos

CBR	Constant bit-rate
CMYK	Cyan, magenta, yellow, black
DMX	Digital MultipleX
FPS	Frames per second
LCD	Liquid cristal display
LED	Light-emitting diode
LM	Lumen
MFL	Medium flood
MIDI	Musical instrument digital interface
NM	Nanometer
NSP	Narrow spot
PAR	Parabolic aluminium reflector
RAM	Random access memory
RGB	Red, green, blue
VBR	Variable bit-rate
VJ	Video-jockey
VNSP	Very narrow spot
W	Watt
WFL	Wide flood



# 1. Introducción

El objeto de este proyecto es la creación de un modelo de espectáculo audiovisual, compuesto de proyecciones de vídeo, efectos lumínicos y sonoros. La superficie a proyectar en el espectáculo son las velas de un barco. Su propietario es Daniel, miembro activista de Greenpeace; Daniel ha transformado su barco en una goleta sostenible: funciona con energía solar y eólica, y tiene implementaciones que reducen la contaminación que genera al mínimo.

A Daniel le gustaría organizar un espectáculo audiovisual en su embarcación, que tenga un mensaje de concienciación acerca de el cuidado del planeta a la vez que promocioe de alguna forma su goleta. El simple hecho de iluminar la escena y proyectar sobre las velas resalta la figura del barco, así que la creación del guión audiovisual es libre, teniendo en cuenta las proporciones y dimensiones de la escena y el concepto a transmitir.

Aunque se cree un primer guión del espectáculo, en el presente proyecto solo queda reflejada una pequeña parte de éste a modo de teaser. La parte central del proyecto se centra en cómo ejecutar el espectáculo desde la perspectiva técnica.

La idea principal está compuesta de dos apartados:

- Realizar una simulación virtual del show, extraer un archivo de vídeo para mostrar al cliente. El objetivo de este vídeo es servir como modo de presentación del espectáculo. Este vídeo se obtendrá grabando el fruto de la conexión entre dos simuladores de iluminación.
- Ajustar un proyector de pequeñas dimensiones sobre una maqueta de la superficie a proyectar en el espectáculo, y realizar una breve demostración de los efectos que pueden conseguirse con la técnica del videomapping.

Para realizar ambos apartados es necesario primero generar unos contenidos que sirvan de base para la demostración. En la primera fase se ha generado un primer guión del

espectáculo, del cual se extraen las ideas más representativas, para mezclarlas junto con imágenes creadas en base a la forma de las velas y efectos lumínicos.

Sin embargo, para la generación de los contenidos del guión completo sería necesaria la participación de un grupo de personas, de un largo período de tiempo y de una gran inversión de capital. Y para su posterior ejecución en el velero se requeriría un material de iluminación y de vídeo de elevado coste. Por tanto, para que el cliente esté seguro de realizar esa inversión, será necesario demostrar lo que puede llegar a lograrse con el tiempo y el dinero necesario. Y esa tarea puede hacerse bajo un coste mínimo, con proyectores de gama baja y una maqueta, al mismo tiempo que con una simulación virtual.

El valor añadido que posee el presente proyecto es el abanico de posibilidades que presenta. Cada vez más frecuentemente surgen eventos que incluyen video-proyecciones e iluminaciones cada vez más sofisticadas. Estos espectáculos visuales suelen verse en las fachadas de algunos edificios emblemáticos, aunque también cada vez más en publicidad y eventos corporativos. La creación de un modelo de espectáculo sobre las velas de un barco, pudiéndose extrapolar a diferentes embarcaciones, e incluso a otro soporte donde proyectar e iluminar, como podría ser el agua, es el punto diferencial de este trabajo de fin de grado.



Fig 1.1 Goleta sostenible Alania, propiedad de Daniel Méndez

## **1.1. Motivaciones**

La intención de realizar este proyecto no es otra que la de conocer las técnicas para llevar a cabo un espectáculo de tal envergadura. Desde el momento en el que el alumno obtiene conocimiento acerca de las proyecciones de vídeo, desde la perspectiva de que no son más que una fuente de luz muy versátil con la que iluminar una escena, brota dentro suyo un interés incontrolable que lo empuja a profundizar en los orígenes de la iluminación escénica y la vídeo-proyección.

Se persigue recopilar las motivaciones de los siglos anteriores, al descubrir la iluminación artificial, la fotografía y el cine, y reinventarlas durante años, hasta llegar a ser tal y como las conocemos hoy en día.

Se pretende explorar las sensaciones que provoca el videomapping, y transmitir nuevas emociones a través de un medio todavía por explotar. Se busca un beneficio personal mediante el aprendizaje de las técnicas y la experiencia de aprender de referentes del pasado, para en el presente, desarrollar un futuro sorprendente y renovado.

Se aspira a conseguir el respaldo económico necesario para desarrollar el proyecto en su versión extendida, principalmente por parte de Daniel, aunque también por otros potenciales clientes que puedan estar interesados.



## 2. Marco teórico

La luz es sin duda alguna una necesidad básica. Desde tiempos muy lejanos el ser humano se ha desvivido por comprender el fenómeno de la luz. El primer logro fue generar nuevas fuentes de luz y controlarlas para proyectar esa luz, el segundo capturar la luz en forma de imágenes y el tercero proyectar esas imágenes para reproducirlas después.

A continuación se muestra la historia de la iluminación artificial, pasando por los orígenes de la fotografía y de las primeras proyecciones visuales, hasta llegar al término videomapping; se analiza en profundidad las características de esta particular forma de realidad aumentada y su estado del arte.

### 2.1. La creación y utilización de la luz

#### 2.1.1. Conceptos básicos

Para estudiar el origen de la iluminación artificial, primero debe entenderse el fenómeno de la luz. La luz puede definirse como radiación electromagnética o energía en movimiento. La luz es de una naturaleza ambigua, ya que se presenta en forma de ondas en algunas situaciones y en otras en forma de partículas. Esta partícula elemental, portadora de todas las formas de radiación electromagnética, es conocida como fotón.

La parte de energía de estos fotones que puede percibir el ojo humano es conocida como espectro visible o luz blanca, y su longitud de onda oscila entre los 380 y los 780 nanómetros(nm).

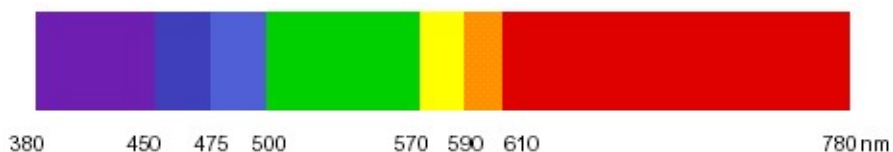


Fig 2.1 Representación del espectro visible de la radiación electromagnética

La luz tiene una velocidad de propagación en el vacío es de 300.000 km/s, y se caracteriza por una serie de propiedades:

- Reflexión / Absorción: al incidir un rayo lumínico en una superficie, ésta refleja ciertas longitudes de onda y absorbe otras. Al absorberse la luz, se genera en el cuerpo algún tipo de reacción química o se convierte en calor. Al absorber ciertas longitudes de onda y reflejar una en particular, las ondas reflejadas dotarán del color que no haya sido absorbido al objeto tal y como el ser humano lo percibe. Al reflejarse, la onda puede hacerlo de forma especular, semi-especular o difusa, variando en función del ángulo de incidencia y el de reflexión respecto a la normal.
- Transmisión / Difracción: la luz se propaga en línea recta, y al incidir la luz en un cuerpo opaco, la luz no se transmite, sino que se generan sombras a continuación; si el cuerpo es transparente, la luz se transmite sin verse afectada, y si el cuerpo es translúcido la luz se ve difuminada. Si el cuerpo es de cierto color, es decir, retiene ciertas longitudes de onda, las que deja pasar colorearán la luz. Este fenómeno se conoce como transmisión. Sin embargo, al hacer pasar la luz a través de una rendija o de un obstáculo fino, el rayo de luz se deforma ligeramente, dándose el efecto de difracción.
- Difusión: tanto en la transmisión como en la reflexión se produce el efecto de difusión, al pasar por un medio translúcido o al rebotar en una superficie rugosa o mate, respectivamente.
- Refracción / Dispersión: al pasar un haz de luz de un medio a otro la dirección de la luz cambia. Esto sucede porque la luz viaja a diferente velocidad en función del medio en el que se encuentre. Cuando un rayo de luz blanca incide sobre un prisma de cristal, éste refracta las menores longitudes de onda del espectro más que las mayores, por lo que la luz se descompone en los diferentes colores del espectro visible. Al atravesar el aire, si éste contiene gotas de agua, la luz se dispersa creando el arco iris.

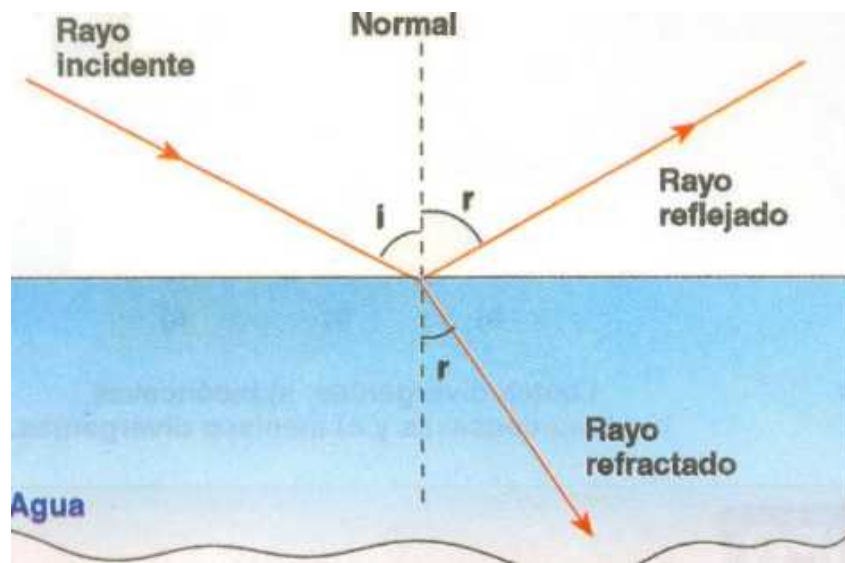


Fig 2.2 Representación de los efectos de reflexión/refracción

Existen diversas magnitudes que permiten dotar de unidades a la luz. La energía se mide en Joules (J), pero el ser humano solo percibe la parte visible de esta energía, conocida como flujo luminoso, y cuya unidad es el lumen (lm). La potencia se mide en watios (W), y cuanto más potencia tenga una fuente lumínica más sensación de luz percibirá un ojo humano. La sensación de luz que percibe un ojo humano en relación a la potencia se llama equivalente luminoso de la energía, y equivale a: 1W de luz a 555 nm es igual a 683 lm. Pero este flujo luminoso se considera teniendo en cuenta una fuente de luz que irradia en todas direcciones. Cuando se quiere medir el flujo luminoso en una sola dirección se utiliza la magnitud conocida como intensidad luminosa, y cuya unidad es la candela (cd).

Cuando la magnitud a estudiar es la cantidad de flujo luminoso que recibe una superficie se utiliza la iluminancia, que equivale a un lumen por metro cuadrado ( $\text{lm}/\text{m}^2$ ), y cuya unidad es el lux (lx). Existe también otra unidad de medida de iluminancia, conocida como foot-candle (fc), y su proporcionalidad es: diez lux equivalen a un foot-candle. La iluminancia depende de la distancia entre el foco y la superficie iluminada y de la dirección de la luz.

No obstante, existe otra magnitud que se refiere a la cantidad de flujo luminoso que recibe un ojo humano proveniente de un reflejo lumínico. La luminancia mide la relación entre la intensidad luminosa y la superficie aparente vista por un ojo humano en una dirección en

particular. Esta magnitud tiene las candelas por metro cuadrado ( $\text{cd}/\text{m}^2$ ) como unidad de medida.

Cuando se busca saber la eficiencia de una fuente de luz, se utiliza el término rendimiento luminoso. El rendimiento equivale al flujo luminoso dividido por la potencia consumida ( $\text{lm}/\text{W}$ ), y mide la cantidad de energía que se transforma en luz visible, dejando de lado la energía transformada en calor y la luz no visible.

Estas unidades de medida son interesantes para escoger un modelo de lámpara o de bombilla. Si uno de los objetivos de este proyecto es crear un diseño de iluminación, también es importante tener en cuenta cuales son las propiedades controlables de la luz, y qué se puede aportar trabajándolas.

Controlando la intensidad, la forma, el color, la dirección y la distribución, se puede dotar un espacio escénico de visibilidad, volumen, atmósfera, foco, ritmo visual y ritmo temporal, considerando todos estos atributos como los que definen el estilo del iluminador. Todo diseño conlleva un proceso. Al comenzar un diseño es de vital importancia recabar toda la información posible, con referencias visuales, equipos disponibles y objetivos. Eso ocasiona una respuesta personal, que debe transformarse en una propuesta creativa, para finalizar ejecutando el diseño y documentándolo.

Para llegar a comprender las teorías sobre la iluminación escénica, de grandes estudiosos de la luz como Stanley McCandles o Francis Reid, primero hay que hacer un pequeño recorrido por la historia de el gran descubrimiento que resultó ser la luz artificial.

*“Stage lighting is not an exact science. Rules are few, if indeed there are any. Provided that the lighting works with the other elements in the production to enable autor and actors to communicate with their audience, virtually anything goes. Bute even when that going is done by a particularly extreme anything, the resultant lighting will usually be a specific combination of certain possible roles that light can play in a production”* (Reid, 2001).

### 2.1.2. Origen de la iluminación artificial

Si bien en los inicios de la humanidad el Sol era la fuente de luz por excelencia, el primer descubrimiento predecesor de la iluminación tal y como se conoce hoy en día es el fuego. Al comenzar a controlar el fuego, se empezó a utilizar a modo de antorcha, portátil o fija en las paredes, para el alumbrado de algunas calles o plazas. Se utilizaban diferentes aceites o sustancias para mantener encendida la llama. Las primeras lámparas conocidas hasta la fecha son aproximadamente del año 7000 a.C., y reciben el nombre de lámparas de Terracota. Posteriormente se fueron perfeccionando los recipientes y añadiendo mejoras durante diversos siglos, creando diferentes modelos de candiles y utilizando diversos líquidos inflamables para generar luz.

Unos siglos después empezaron a fabricarse las primeras velas; al principio eran palos de madera bañados con cera de abeja, y aproximadamente hasta el 400 d.C. los fenicios no fabricaron las primeras velas de cera. Éstas se utilizaron durante siglos de forma común para iluminar los interiores de los edificios.

La industria ballenera implantó un nuevo combustible durante el siglo XVIII, conocido como esperma de ballena, que sirvió para las para la fabricación de nuevas velas y como combustible para sustituir a los modelos antiguos de las lámparas de aceite; la lámpara de Argand o quinqué fue patentada en 1780, y utilizando este nuevo combustible mejoraba notablemente las propiedades lumínicas disponibles anteriormente.



Fig 2.3 Lámpara de Argand o quinqué

Sin embargo, la revolución de las lámparas de aceite no fue hasta la primera perforación de un pozo petrolífero, en 1859, a manos del estadounidense Edwin Drake, quién a pesar de no ser el descubridor del petróleo, ya que se conocía de su existencia previamente, generó una nueva fuente de combustible para la iluminación, que desencadenó en las lámparas de queroseno o de parafina.

Por otro lado, durante el siglo anterior también se estaban utilizando gases combustibles a modo de iluminación. A finales del siglo XVIII William Murdock iluminó su casa en Inglaterra con gas mineral, y a principios del siglo XIX Frederick Albert Winsor instaló por primera vez luces de gas en una calle de Londres, siendo el precursor de los alumbrados de gas en muchas ciudades que adoptaron este sistema.



Fig 2.4 Alumbrado de gas manual en la vía pública

Durante el siglo XIX se generalizó el uso del gas como combustible para las fuentes de luz, conviviendo con el petróleo. Pero ninguno de estos tipos de luminarias puede compararse con el gran cambio que supuso la llegada de las lámparas eléctricas, gracias a Thomas Alva Edison, entre otros, a principios del siglo XX. Pese a que previamente se habían logrado descubrimientos en el campo de la electricidad, Edison fue el primero en lograr una lámpara que aguantara encendida lo suficiente como para comercializarla, en 1879.

Sin embargo, el inventor de la bombilla incandescente fue el británico Humphry Davy en 1801, haciendo pasar corriente eléctrica por un filamento para transformarlo en emisor de calor, suficiente como para ser también emisor de luz. El inconveniente era que la vida útil del filamento era muy reducida, ya que se rompía al poco rato de calentarse.

Siguieron ingeniándose nuevas bombillas por parte de diversos inventores, pero ninguna conseguía ser eficaz para el uso prolongado. En 1850, el británico Joseph Wilson Swan empezaba a hacer diseños de bombillas parcialmente al vacío con filamentos de papel carbonizado. En 1874 el ruso Alexander Lodygin consiguió una patente con su bombilla incandescente con filamento de carbono. En 1878, cuando Swan mostró una bombilla en una conferencia y captó la atención de los presentes, Thomas Edison se sumó a perfeccionar su propia bombilla, consiguiendo la más duradera hasta aquel momento, logrando crear el vacío total en el bulbo de la bombilla. Así consiguió la patente en 1880, aunque fue demandado por Swan, con quién se afilió en 1883 para crear Edison & Swan Electric Light Company.

A principios del siglo XX se continuó perfeccionando la bombilla hasta llegar a la gran variedad de la que se dispone en la actualidad. Cabe destacar la implementación del tungsteno o wolframio como material para la fabricación del filamento, en 1907, y la sustitución del vacío en el interior del bulbo por un gas inerte, en 1913.

## **2.2. La captura de la luz.**

Antes del descubrimiento de la luz eléctrica, se experimentaba por otro lado con la posibilidad de capturar la luz en lugar de crearla. Previamente a la llegada de los primeros soportes de película donde registrar imágenes, que no son más que luz blanca capturada en un momento preciso sobre un soporte, se estudiaba el fenómeno en el que se basa la fotografía y el cine, conocido como la cámara oscura.

### **2.2.1. La cámara oscura**

El principio de funcionamiento de la cámara oscura se basa en el efecto que produce la luz en un recinto cerrado y oscuro, entrando por un punto en concreto de una de las paredes. Este efecto consiste en la generación de una imagen en la pared opuesta a la del agujero del interior del recinto, ya que la luz que entra por el agujero de la pared se dispersa en ese

punto mostrando la realidad exterior, aunque invertida horizontal y verticalmente. Cuanto menor es el tamaño del orificio, mayor es la nitidez de la imagen resultante.

Aunque este principio ya se estudiaba previamente al perfeccionamiento del invento. Desde el siglo V a.C. los griegos se planteaban la relación de los seres humanos con su entorno y la percepción de la realidad mediante la visión. Un claro ejemplo es la alegoría de la caverna del filósofo Platón.



Fig 2.5 Recreación del mito de la caverna

A finales del siglo X, el físico y matemático musulmán Alhacén fue un paso más allá, planteando el principio de formación de la imagen óptica. Desmontando la teoría griega que afirmaba que los rayos luminosos se emitían desde los ojos hacia la realidad observada, en su libro “Tratado Óptico” explica que el funcionamiento es totalmente el contrario, siendo los objetos los que emiten luz hacia los ojos.

En el siglo XIII, el filósofo y científico inglés Roger Bacon continuó experimentando con el fenómeno de reflexión y refracción de la luz, pero fue Leonardo da Vinci a mediados del siglo XV quién le dio una utilidad práctica, utilizando la cámara oscura como instrumento para perfeccionar sus dibujos. Esta cámara oscura tenía el tamaño de una habitación, para poder estar dentro dibujando la proyección resultante.

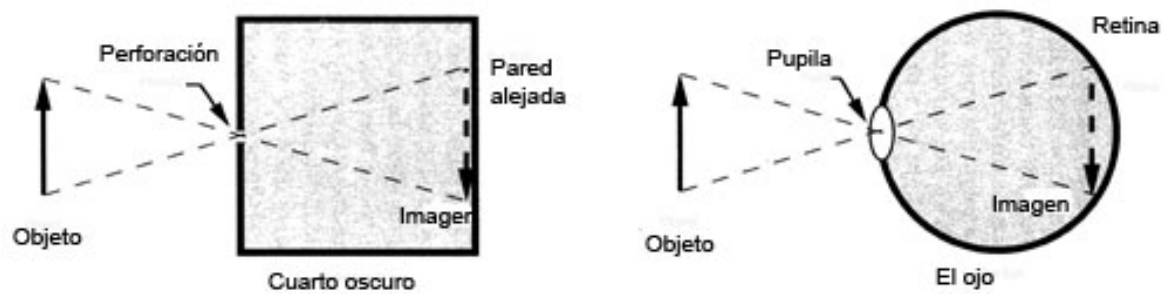


Fig 2.6 Esquema del funcionamiento de la cámara oscura y del ojo humano

La primera referencia sobre la utilización de una lente en el orificio fue del científico y alquimista italiano Giovanni Battista della Porta. Cuando el astrónomo alemán Johannes Kepler tuvo conocimiento sobre las lentes, las utilizó construyendo su propia cámara oscura para observar la luna. Kepler es considerado el padre del término “cámara oscura”, el cuál lo introduce en 1604 en su escrito *Ad Vitellionem paralipomena, quibus astronomiae pars optica traditur*, que servirá también para el descubrimiento del telescopio. En el siglo XVII, científico alemán Athanasius Kircher, en su obra *Ars Magna Licis el Umbrae*, trata sobre diferentes aspectos de la luz, el color o la óptica. Posteriormente, el científico inglés Robert Hooke construyó una cámara oscura portátil, además de cámaras oscuras que intentaban reproducir la forma curva de la retina con pantallas curvadas.



Fig 2.7 Grabado en madera de la cámara oscura portátil, Robert Hooke

Así pues, la cámara oscura es por naturaleza el alma de la fotografía. Se convirtió, además de en un instrumento para captar la realidad, en una diversión para los príncipes y la clase alta de la época. Hasta la aparición de la fotografía en el siglo XIX, la cámara oscura siguió evolucionando e inspirando a grandes pintores, como relata el artista David Hockney en su libro de 2006, *Secret Knowledge: Rediscovering the lost techniques of the Old Masters*, donde explica que artistas como Vermeer o Velázquez utilizaban instrumentos ópticos para sus pinturas, o cómo Caravaggio habría utilizado un agujero en la pared de un sótano, visible en el reflejo del espejo, para iluminar su retrato *Martha y María Magdalena*.



Fig 2.8 Martha y María Magdalena, Caravaggio, 1598

### 2.2.2. El nacimiento de la fotografía

La fotografía nació junto a un gran cambio político y social proveniente de la revolución francesa, a principios del siglo XIX, en medio del asentamiento del capitalismo y el consumismo. Su aparición genera, por un lado, una nueva herramienta para mostrar la realidad, y por otro, una nueva forma de expresión artística. Estas dos vertientes pueden estar unidas, o simplemente responder a los intereses del negocio en el que rápidamente se convirtió. Comenzó siendo para unos pocos burgueses, aunque fue aceptada por todas las clases sociales. En aquella época, quién disponía de un retrato disponía de un signo de reconocimiento, poder adquisitivo y estatus social. La llegada de la fotografía acaba

poniendo los retratos al alcance de todas las clases sociales, debido a un menor coste económico y temporal.

Aunque ya existían inventos y técnicas previas que democratizaban el retrato, como la *silhouette*, popular a mediados del siglo XVIII, que consistía recortar en papel una silueta de perfil, o el fisionotrazo, inventado por Gilles-Louis Chrétien en 1786, una máquina que permitía dibujar los perfiles de los rostros sobre láminas de cobre, el verdadero predecesor fue la litografía. Esta técnica de estampación consistía en dibujar de forma invertida con una materia grasienta sobre una piedra, colocar un papel y aplicar tinta, que contiene agua que rechaza la grasa, para que quedara impreso el dibujo original.

Basándose en el funcionamiento de la cámara oscura y en los avances en el campo de la química, el francés Joseph Nicéphore Niépce creó el primer procedimiento fotográfico, conocido como heliografía. Consiguió lo que denominaba heliogramas, que eran reproducciones de grabados ya existentes, y también puntos de vista, el nombre con el que llamaba a las imágenes capturadas directamente por la cámara oscura. El primer heliograma conocido data en 1825, una reproducción de un grabado del siglo XVII mostrando un hombre llevando un caballo, y la primera fotografía de la historia en 1826, *Punto de vista desde la ventana de Gras*.



Fig 2.9 Primera fotografía permanente de la historia, Niépce, 1826

El procedimiento consistía en utilizar la cámara oscura con un material sensible a la luz en su interior. Utilizaba diferentes materiales como soporte fotosensible, como la piedra, el papel o el cristal, y posteriormente metales como el estaño o el peltre. Esas planchas necesitaban un tiempo de exposición de unas ocho horas, y estaban untadas con un barniz fabricado con betún de Judea. Una vez expuestas, se bañaban en un disolvente compuesto de petróleo blanco y aceite de lavanda, y después con agua templada, para poder contemplar la imagen resultante.

Niépce perfeccionó esta técnica asociándose con el pintor francés Louis Daguerre, quién fue el máximo divulgador de la fotografía, cuando en 1839 presentó el daguerrotipo, una vez Niépce ya había muerto. Aunque el invento fue por parte de los dos, Daguerre aportó la introducción de placas de cobre, que bañaba con vapores de yodo justo antes de utilizarlas; después las revelaba en una cámara con vapores de mercurio. Debido a que las imágenes que producía el daguerrotipo no podían copiarse, hacia 1865 dejó de utilizarse para pasar a usar nuevas alternativas como el calotipo, del británico William Fox Talbot, que utilizaba papel sensibilizado en lugar de metal. Los resultados eran menos nítidos que el daguerrotipo, pero podían copiarse al proceder de un negativo, y la técnica era más fácil de utilizar y más económica, a la vez que requería menor tiempo de exposición.

A partir de este punto la cámara oscura empezó a conocerse como cámara fotográfica, fue reduciendo su peso, su tamaño y su coste, acercándose así cada vez más a una mayor parte de la población. Posteriores modelos trataban de conseguir mayor nitidez en la imagen resultante, utilizando diferentes materiales fotosensibles.

Se experimentó también con cámaras especiales de dos objetivos, o con el objetivo desplazable, lo que dio lugar a un predecesor del 3D, conocido como la fotografía estereoscópica. Se basa en el principio de estereoscopia, inventado en 1840 por el británico Charles Wheatstone. Es un principio biológico que afirma que cada ojo capta una imagen distinta, y que el cerebro es quién se encarga de procesar estas dos imágenes para transformarla en una única, que asociamos con la realidad. La fotografía estereoscópica consiste en la sensación de tridimensionalidad a partir de dos fotografías en dos dimensiones, del mismo motivo pero con una perspectiva ligeramente desviada, similar a la perspectiva de la visión humana.

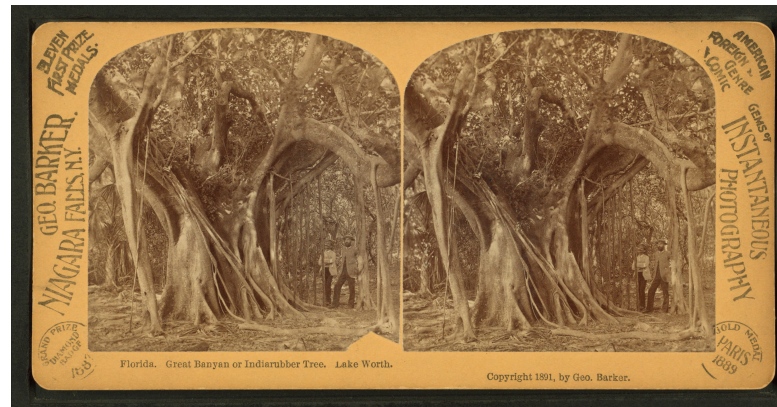


Fig 2.10 Fotografía estereoscópica del siglo XIX

También se investigaba para conseguir dotar de color a las fotografías. La primera alternativa fue colorear a mano. En 1861, el físico escocés James Clerk Maxwell consiguió fijar la primera fotografía en color. Hizo fotografiar un estampado escocés tres veces, con un filtro diferente en cada una. Las tres imágenes fueron proyectadas con sus respectivos filtros en una pantalla dando como resultado una única imagen en color. El método que utilizó se conoce como tricromía, que consiste en un procedimiento de reproducción de los colores mediante la estampación del rojo, verde y azul (RGB), en el que tiene su base en la síntesis aditiva. Ésta contempla como al sumar fuentes de luz con los tres colores primarios por igual se consigue el blanco, y entre ellos se consiguen los colores complementarios y toda la gama de colores. Ésta síntesis de color se emplea actualmente en cámaras, pantallas y proyectores.

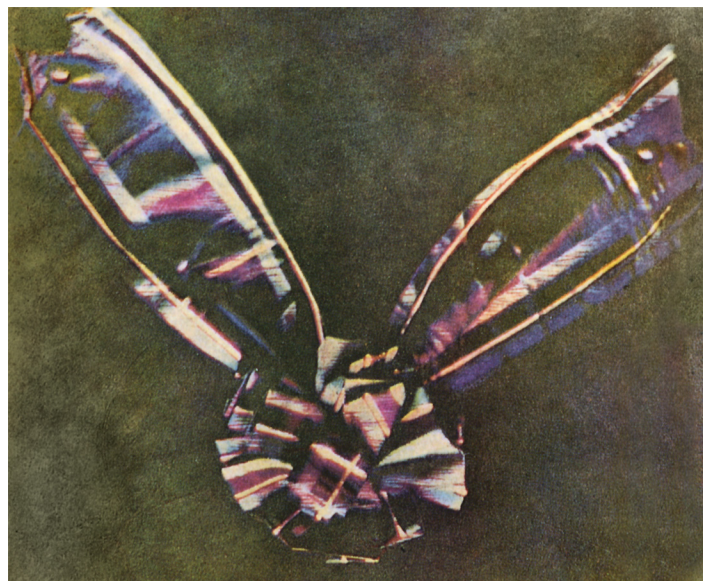


Fig 2.11 Primera fotografía en color, Maxwell, 1861

No fue por eso hasta 1907, cuando los hermanos Lumière comercializaron el primer sistema de fotografía a color; las placas de vidrio Autochrome funcionaban con un sistema de rejilla cubierta de pequeños granos de almidón teñidos de los colores primarios RGB sobre la película expuesta, de forma que actuaban como un filtro selectivo. En el procesado aparecían los colores complementarios, y al revelar y positivar, se conseguía una única placa, transparente y a color, e imposible de copiar.

Después de esto, llegaron varios avances tecnológicos en la década de 1930. Por un lado, en 1935 Eastman Kodak comercializa un tipo de película a color conocido como Kodachrome. Requiere un proceso de revelado muy complejo en un laboratorio, pero los resultados eran muy apreciados por su precisión hasta su sustitución por la actual fotografía digital. Era el primero que usaba un método de revelado sustractivo, basado en la síntesis sustractiva. Ésta contempla como al mezclar tintas o pinturas pueden crearse colores que absorben cierta parte del espectro de la luz y dejan pasar otra. El color con el que percibimos los objetos es la parte del espectro visible que no es absorbida por los mismos. Los colores primarios son el cian, el magenta y el amarillo, opuestos al rojo, verde y azul respectivamente; esto quiere decir que absorben la parte del espectro de luz de su color opuesto. La síntesis sustractiva se utiliza actualmente en las artes plásticas y en la impresión a color (CMYK), añadiendo el color negro para conseguir un color negro puro.



Fig 2.12 Fotografía tomada con Kodachrome, Portada de National Geographic de junio de 1985, Steve McCurry

Por otro lado, a partir de 1930 se perfeccionó el sistema réflex y se empezó a incorporar la sincronización con el flash y los objetivos con zoom.

El sistema réflex se caracteriza por conseguir que la cámara fotográfica muestre la imagen que el fotógrafo va a capturar a través de un visor. La luz entra en la cámara y es reflejada por un espejo a 45° del objetivo. Este sistema introdujo dos conceptos:

-TLR, o *twin lens reflex*, es un sistema en el que la cámara incorpora dos objetivos. El superior está a disposición del visor, y el inferior tiene el espejo. La ventaja de éstas es que no se interrumpe la visión del sujeto en el momento de disparar la fotografía.

-SLR, o *single lens reflex*, es un sistema con un único objetivo y un espejo móvil que se levanta cuando se dispara la fotografía, interrumpiendo por un momento la imagen en el visor de la cámara.

En la década de los 40 empezaron a aparecer conexiones para sincronizar los disparos con flash, y en 1947, Edwin Herbert Land inventó la Polaroid Land Camera 95, la primera cámara que revelaba las fotografías positivadas en un minuto desde la propia cámara. No fue sin embargo hasta 1963 que pudo llevarse a cabo el revelado en color. Posteriormente comenzaron a incorporarse los primeros elementos electrónicos en el cuerpo de la cámara, como sistemas de auto-foco y de exposición automática.

A partir de la década de 1980 empezaron a aparecer las primeras cámaras que no utilizaban película. En 1981 Sony presentó la Mavica, que almacenaba las fotografías en un minidisco magnético que podía visualizarse al ser conectado a un ordenador. Empezaron a desarrollarse modelos de cámaras digitales en los años venideros, y este avance revolucionó el mundo de la fotografía. Las cámaras digitales funcionan con el mismo principio que las analógicas, es decir, con la cámara oscura. La diferencia es que las imágenes, en lugar de quedar grabadas en una película fotosensible y posteriormente reveladas con un proceso químico, pasan por un sensor electrónico compuesto de múltiples unidades fotosensibles, que genera una señal eléctrica en función de la luz que entra en la cámara. Esta señal es digitalizada y almacenada en una memoria, para visualizarla después a través de una pantalla.

Con la aparición de la fotografía digital empiezan a aparecer diferentes tipologías de cámaras digitales. Cabe destacar dos, aunque existen subcategorías que comparten algunas características de ambas.

-DSLR, o *digital single lens reflex*, son cámaras que funcionan igual que las SLR, con un visor réflex, aunque su sistema de fijación de la imagen es digital. Tienen la posibilidad de intercambiar objetivos, y su precisión depende de diferentes factores técnicos.

-Compactas o ultracompactas, son cámaras normalmente con un visor directo, que puede ocasionar un error de paralaje en el momento de encuadrar la fotografía, que sucede sobretodo cuando el motivo está cerca de la cámara, y consiste en que la imagen del visor no coincide con la del objetivo; normalmente se utiliza la pantalla de cristal líquido (LCD) con la que están equipadas para delimitar la imagen.

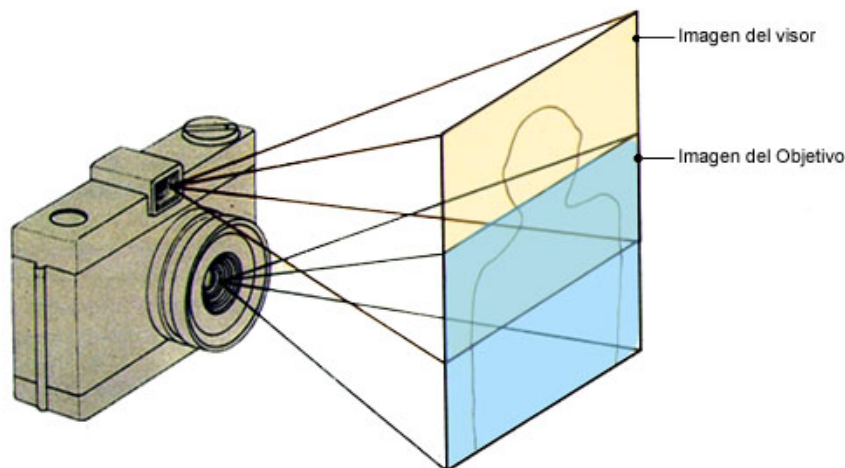


Fig 2.13 Descripción gráfica del error de paralaje

Para entender la evolución de las cámaras fotográficas, es necesario analizar otro gran descubrimiento que se fue gestando en paralelo con la fotografía. A continuación se muestra un breve recorrido por la historia del cine.

## 2.3. La proyección de la luz

Para llegar a comprender todo lo que abarca percibir imágenes en movimiento, es necesario remontarse a los orígenes del cine, así como estudiar su evolución técnica y sus impulsores.

Antes de estudiar a fondo los conceptos del séptimo arte, es necesario conocer las teorías de percepción en las que se basa.

### 2.3.1. Imagen en movimiento

En 1824, Peter Mark Roget teorizaba acerca de que las imágenes que capta el ser humano mediante sus ojos persisten durante una décima parte de segundo en la retina, creando la ilusión óptica del movimiento. Aunque esta aproximación no es del todo correcta, ya que no solo depende de la captación mediante el sistema óptico, sino que también entra en juego la intervención del cerebro, que procesa los estímulos de la retina transformados en impulsos eléctricos, transmitidos por el nervio óptico, fue la predecesora del cine ya que se inventó el cinematógrafo basándose en este principio.

En realidad, existen diferentes fenómenos que el cerebro humano asocia con movimiento, y están vinculados tanto con los procesos neurológicos como con la experiencia del individuo. Cabe destacar el movimiento Beta, que consiste en la percepción de movimiento continuado a través de una ráfaga de impulsos luminosos adyacentes, y el efecto Phi, analizado por Max Wertheimer a principios del siglo XX, cuando los primeros aparatos cinematográficos ya existían. Wertheimer, psicólogo alemán fundador de la psicología de Gestalt, define este efecto como una ilusión óptica, una percepción de movimiento aparente debido a una secuencia continua de imágenes estáticas.

La verdad absoluta acerca de cómo funciona percepción no existe. El cerebro no es como una cámara fotográfica, es decir, no captura imágenes, sino que detecta cambios. El proceso que se sigue con esta información en el interior de la cabeza se investiga desde hace tiempo, aunque está claro que la visión y la consciencia están estrechamente ligadas.

Dependerá de cada sujeto la interpretación de la información que el sistema óptico envía al cerebro, influenciada por su memoria y su atención, hasta llegar a la consciencia o perderse por el camino. De esta forma puede comprenderse como lo que para algunos queda grabado en su memoria para otros queda en el olvido.

### **2.3.2. Los orígenes del cine**

La primera aproximación a la representación de la percepción de movimiento son las pinturas de las cuevas de Altamira, dibujadas dos veces superpuestas de tal forma que al pasar una antorcha por delante los animales dibujados parecían cobrar vida. Las sombras chinas representaban formas en movimiento suscitando a la percepción mediante el recuerdo. La primera referencia acerca de un aparato capaz de proyectar imágenes nace a mediados del siglo XVII con la linterna mágica. Consistía en una cámara oscura con un juego de lentes y un espacio donde colocar placas de vidrio coloreadas. Las placas se iluminaban con lámparas de aceite durante la primera fase de este invento, que fue perfeccionándose con la llegada de nuevas lámparas. Con la aparición de la fotografía pasó a ser el método para proyectar y ampliar las imágenes capturadas por las cámaras de fotos, a solo unos años de convertirse en un proyector cinematográfico con la llegada del cinematógrafo.

Basándose con los fenómenos de percepción mentados, durante el siglo XIX se crearon diferentes aparatos para experimentar con la percepción de movimiento casi simultáneamente. En 1824, John Ayrton Paris inventó el taumatropo, que consiste en un disco con un dibujo en cada cara, que al girar a cierta velocidad produce el efecto de movimiento. En 1829, Joseph-Antoine Ferdinand Plateau inventó el fenaquistiscopio, que consiste en una placa circular con varios dibujos de un mismo sujeto en posiciones ligeramente distintas, que al girar delante de un espejo permiten imaginar movimiento donde no lo hay a través de una ranura. En 1852, Franz von Uchatius perfeccionó este invento añadiendo una linterna a modo de proyector, basándose en el estroboscopio, y consiguiendo la ilusión de movimiento en una pantalla.

El estroboscopio nació de la mano de Simon von Stampfer, en 1832. Consistía en un disco mitad transparente mitad opaco, capaz de girar a velocidad regulable y constante delante de una fuente de luz. Esto permitía básicamente encender y apagar una luz, emitiendo destellos a un ritmo regulable. Este proceso genera un efecto estroboscópico en la visión. La visión es la capacidad de interpretar el entorno mediante los rayos de luz que alcanzan los ojos y envían al cerebro. El efecto estroboscópico consiste en dar y privar de luz a la visión, haciendo que la información que recibe e interpreta el cerebro se altere. Como resultado se consigue, por ejemplo, que un objeto que gire exactamente a la misma velocidad que los destellos se perciba como quieto. Si la velocidad de los destellos es inferior a la del giro, este será percibido como un movimiento lento hacia delante, mientras que si es superior a la del giro el movimiento se percibirá en la dirección opuesta. A raíz del estroboscopio se investigó también acerca de la velocidad o tasa de parpadeo, que permitió averiguar cuantas imágenes por segundo hacen falta para que el cerebro perciba movimiento.

Durante la misma década, William Horner creó el zoótropo en 1834, basándose en el invento de Plateau. Funciona bajo el mismo concepto, pero en lugar de en un disco los dibujos están en una tira de papel introducida en un cilindro con ranuras, por donde se observa para percibir la ilusión de movimiento.

En 1877, Charles-Émile Reynaud perfeccionó un aparato similar al zoótropo añadiéndole un visor con un juego de espejos que reflejaban la secuencia de imágenes más nítida, llamado praxinoscopio. Dos años después, el británico y fotógrafo Eadweard Muybridge creó el zoopraxiscopio, que proyectaba imágenes colocadas en discos de cristal giratorios. También hizo aportaciones a la cronofotografía, que es la fotografía que busca la conquista del movimiento, utilizando el fusil fotográfico de Marey, un invento capaz de disparar doce fotografías sucesivas sobre la misma placa redonda apretando un gatillo, para capturar el movimiento de un caballo.

En 1888, Reynaud retocó su praxinoscopio, añadiendo un sistema de luz y lentes basado en la linterna mágica, permitiendo proyectar las imágenes sobre una pantalla. El artefacto era conocido como teatro óptico, y las imágenes que utilizaba eran dibujos hechos a mano.

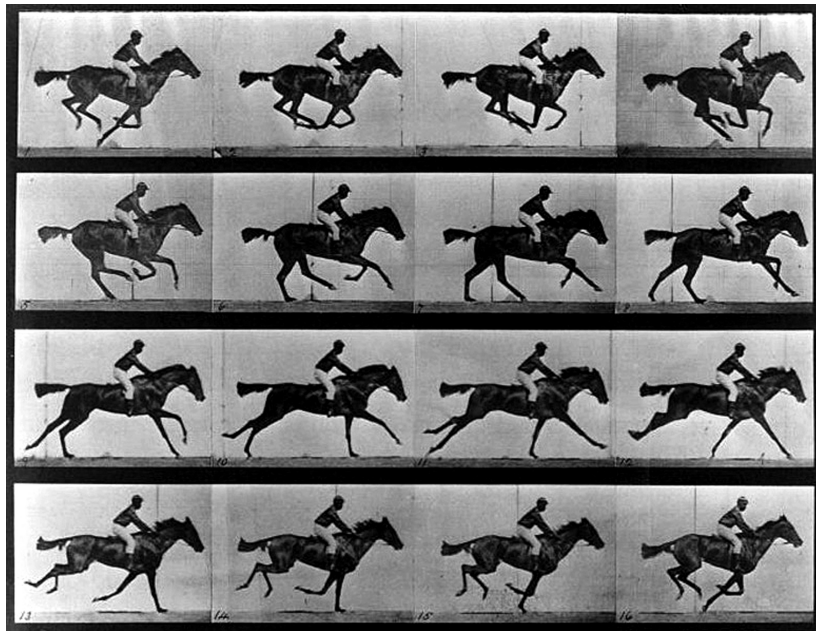


Fig 2.14 Cronofotografía de caballo galopando, de Eadweard Muybridge

Ese mismo año, se consiguió filmar la primera película en movimiento, de apenas dos segundos, sobre un film de papel. Se logró mediante una lente creada por Louis le Prince, y se proyectó en Leeds bajo el nombre de *La escena del jardín de Roundhay*.

Poco después, Thomas Edison patentó en 1891 un aparato que estuvo cerca de ser la primera cámara de cine. Conocido como quinetoscopio, era una caja con un sistema que hacía correr una película más larga de lo habitual mediante una serie de engranajes. Realmente no fue Edison quien diseñó este sistema, sino su ayudante William Kennedy Laurie Dickson. La película pasaba por delante de una lámpara eléctrica, y entre medio había un obturador de disco rotatorio, que iluminaba cada imagen a modo estroboscópico, dotando de sensación de movimiento a las imágenes, que se veían a través de un cristal de aumento. Cuatro años más tarde Edison presentaba el quinetófono, que fue uno de los primeros intentos en sincronizar el audio con una película, concetando el quinetoscopio al fonógrafo, invento también firmado por Edison. Sin embargo no era demasiado preciso, y ese mismo año otro artefacto eclipsaría el cine sonoro durante unos años más.

En 1895, los hermanos Lumière fabricaron la primera cámara cinematográfica, inspirados por el quinetoscopio de Edison. El cinematógrafo de los Lumière era a su vez cámara y proyector, es decir, capturaba imágenes en movimiento en una película y las proyectaba, registraba cambios de luz y era capaz de reproducirlos después.



Fig 2.15 Cinematógrafo de los hermanos Lumière

A partir de este momento se fueron perfeccionando las cámaras cinematográficas al mismo tiempo que las fotográficas. Surgieron los primeros cineastas, los movimientos y corrientes más representativas y diferentes maneras de entender y de hacer cine. Después del intento fallido de Edison de sincronizar imagen y sonido, hubieron otros intentos sin éxito, como el chromophone o el sychroscope. Diferentes factores durante las primeras décadas del siglo XX, como la invención de la radio en 1920 o los primeros micrófonos de condensador de Western Electric en 1924, desembocaron en el sistema Vitaphone, impulsado por los hermanos Warner. Fue el primer sistema funcional que sincronizaba audio y vídeo, aunque complicó mucho los rodajes, con lo que acabó siendo sustituido por nuevos sistemas cada vez más óptimos.

En cuanto al color, se intentó incorporarlo desde el nacimiento del cine. El sistema fotográfico a color Autochrome, de Louis Lumière en 1907, se adaptó al cine con el nombre de Lumicolor en los años treinta; sin embargo la reproducción cromática no era demasiado fiel. Hubieron muchos otros intentos previamente, incluso coloreando fotograma a fotograma. En 1928, Technicolor apareció con una cámara cinematográfica que podía captar el color mediante la síntesis sustractiva. Posteriormente, en 1935 Kodak llegó con Kodachrome al cine, en el mismo momento que en la fotografía, aunque con las mismas dificultades de revelado. En el año 1939 se crea el Agfacolor, que permite negativos y positivos en color y con posibilidad de copiarse.

El cine siguió avanzando a un ritmo trepidante, tanto a nivel técnico, hasta hoy en día con la tecnología digital, como a nivel de contenidos y géneros narrativos, hasta tener un lenguaje propio. Sin embargo, durante su evolución surgió una corriente que se independizó del cine como tal, proyectado sobre una pantalla plana, para buscar otros soportes donde ser contemplado.

### **2.3.3. El término videomapping**

También conocido como video projection mapping, o simplemente mapping, se trata de una nueva forma de arte visual que combina luz proyectada sobre una superficie no convencional con efectos de vídeo normalmente generados por ordenador.

La aproximación más cercana reside en las visuales de los veejay (VJ) que acompañan normalmente las sesiones de música electrónica, aunque algunas de estas proyecciones pueden considerarse mapping a su vez; lo que define al mapping es deformar la imagen mediante módulos de warping, de tal manera que se adapte a una superficie irregular.

### 2.3.3.1. Antecedentes

La primera aproximación al videomapping la encontramos a raíz de la linterna mágica. Durante finales del siglo XVIII y principios del XIX, surgió una nueva vertiente de teatro de terror, conocido como phantasmagoria. Ésta utilizaba una o varias linternas mágicas sobre ruedas para poder jugar con el tamaño y la posición de la imagen proyectada. Las imágenes solían ser esqueletos, fantasmas o demonios, proyectadas sobre paredes, humo o pantallas semi-transparentes, donde se usaba retroproyección.

En este tipo de espectáculos el público salía conmocionado, ya que se jugaba con la percepción, que condicionada por la época, carecía de la experiencia para conocer el tipo de efectos que pueden lograrse mediante la luz. Uno de los grandes autores de phantasmagoria fue el mago Étienne-Gaspard Robert, conocido como Robertson.

Sin embargo, la oportunidad del videomapping de convertirse en una nueva disciplina artística se la debe sin duda a la aparición del cine. Existieron diferentes formas de entender el cine, aunque la que se puede considerar similar al videomapping es aquella que buscaba, además de contar una historia, introducir al espectador en ella, envolverlo con su magia y transportarlo a otro estado de la percepción. Uno de los primeros autores fue Georges Méliès, también mago e ilusionista, que entendía este concepto y lo aplicaban en sus películas respectivamente.

Desde unos siglos antes de la primera película ya se jugaba con las ilusiones ópticas en algunas pinturas, como es el caso de *Los embajadores*, en 1533, pintado por Hans Holbein the Younger. En este cuadro se observa una forma difícil de interpretar si se mira el cuadro de frente; sin embargo, al mirarlo de costado, o a través del reflejo de una cuchara, se puede percibir una calavera. Este fenómeno se llama anamorfosis, y es un pilar fundamental sobre el que se apoya el videomapping. Este fenómeno de deformar las imágenes mediante ópticas se utilizó también durante la evolución del cine con el sistema Cinemascope.



Fig 2.16 The Ambassadors, Hans Holbein

Durante mediados del siglo XX, surgieron pioneros en el arte de dibujar con la luz. Bruno Munari diseñó lo que él mismo definió como “frescos de luz”, que consistió en introducir diferentes tipos de materiales entre dos cristales y proyectarlos sobre las superficies de una instalación. Esta técnica permitió experimentar con diferentes efectos, buscando la forma de cambiar la percepción dependiendo del punto de vista.



Fig 2.17 Bruno Munari, Direct Projection

No obstante, quien consiguió crear volumen con luz fue el californiano James Turrell, con su obra Afrum en 1967. Es sin duda uno de los máximos exponentes de la iluminación, utilizando la perspectiva para generar ilusiones ópticas.

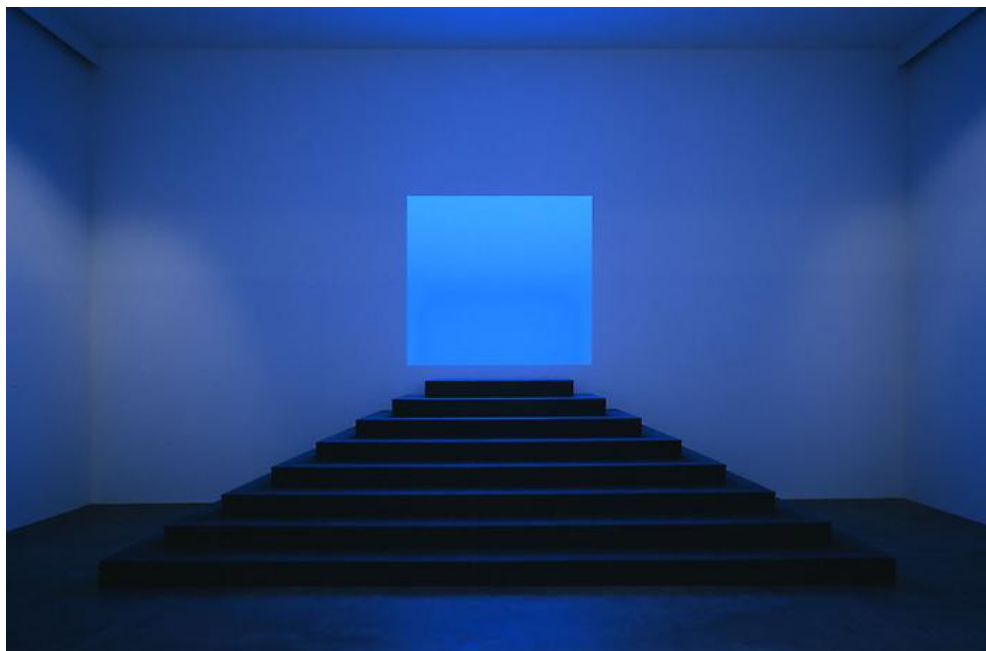


Fig 2.18 The Wolfsburg Project, James Turrell

Diferentes artistas utilizan actualmente esta técnica en sus obras, desde dibujos con tiza en el suelo, como es el caso del británico Julian Beever, hasta ilusiones fijas en paredes de edificios como las de Felice Varini.



Fig 2.19 Anamorfosis en un dibujo callejero de Julian Beever



Fig 2.20 Anamorfosis Eight Rectangles, Felice Varini

### 2.3.3.2. Definición del concepto

El término videomapping se refiere a la adaptación de una proyección de vídeo sobre una superficie no convencional, adaptando el contenido y deformándolo para que se adapte. Dicho de otra forma, consiste en proyectar luz desde una perspectiva capaz de deformar la percepción, posibilitando visualizar cosas donde no las hay y creando la ilusión de desvanecer otras que sí están ahí. Entendido de esta forma, el videomapping puede definirse como una forma particular de realidad aumentada, siendo ésta la visión y percepción de un mundo físico real combinado con uno virtual creado mediante tecnología digital.

Se suele hacer asociaciones entre el VJing y el videomapping. Se dice que la diferencia entre estos dos conceptos reside en la elaboración del contenido, siendo el video-jockey un selector de vídeos que mezcla en directo imágenes de temática variada, como sería un dj con pistas de audio, mientras que el videomapping requiere una elaboración más trabajada de los contenidos, especialmente para una superficie no plana, y que no tienen porque ser mezclados en directo. Sin embargo, no debe generalizarse con estos conceptos ya que existen espectáculos de VJing que integran todos los elementos escénicos de forma muy elaborada, sin limitarse a una pantalla, y videomappings que se mezclan en directo e incluso son interactivos.

A través de software de edición de imagen, modelado 3D, VJ y mapping, el arte de adaptar y proyectar vídeos en superficies irregulares trabaja básicamente con tres transformaciones geométricas:

- Anamorfosis: ilusión óptica que transforma la percepción de la forma variando la posición del espectador.
- Homografía: es la relación entre dos puntos de dos espacios distintos, de tal manera que cada punto de un espacio se corresponde únicamente con su homógrafo del otro espacio.
- Homotecia: transformación del plano o espacio que expande o contrae la forma geométrica manteniendo sus esquinas intactas.

## 2.4. Panorama actual

Se suele poner etiquetas a los trabajos de videomapping: en función de su finalidad suelen diferenciarse los corporativos o los artísticos; aunque cualquier espectáculo videomapping tiene una parte artística durante el proceso de creación, algunos sirven para promocionar un producto o una marca, mientras que otros son simplemente arte visual. También se suele diferenciar dependiendo del objeto a proyectar, existiendo etiquetas como mapping arquitectónico o stage mapping. El arquitectónico se centra normalmente en edificios históricos con formas sugerentes, mientras que el stage mapping son construcciones hechas con cubos, triángulos o diferentes figuras geométricas. Realmente, el concepto es el mismo en una superficie diferente. Otra forma de diferenciar el videomapping es en función de la generación de los contenidos. De esta forma encontramos tres categorías:

- Generación de contenidos sobre una fotografía: se crea el vídeo sobre una foto tomada desde el mismo lugar donde se coloca el proyector.
- Generación de contenidos sobre un dibujo 2D: se crea el vídeo sobre una imagen vectorial que representa la superficie.
- Generación de contenidos sobre un modelo 3D: se crea el vídeo sobre una representación en tres dimensiones del espacio.

En función de esto se trabaja con unos programas o con otros para lograr los efectos visuales deseados. En los últimos años, gracias a los avances tecnológicos, se dispone de ordenadores muy potentes capaces de procesar a gran velocidad archivos de vídeo, al mismo tiempo que controlar otros aparatos de iluminación; sin embargo es muy importante tener en cuenta los formatos y códecs de los contenidos de vídeo al exportarlos, al lanzarlos desde el software y al pasarlos por el video-proyector, así como también las ópticas y las lámparas de proyectores y focos.

### 2.4.1. Conceptos útiles sobre video-proyectores

Para producir un videomapping hay que entender una serie de términos, saber qué es lo que determina cada uno de ellos y de que factores dependen. Es necesario dominar software de edición de fotografía y vídeo, como Photoshop o Premiere, además de programas que permitan lanzar vídeo mediante uno o más proyectores, como Resolume, Modul8, Vdmx o Arkaos. Estos software traen consigo unos módulos de warping, que consiste en un mallado virtual sobre el vídeo que permite modificar la entrada y la salida del mismo, permitiendo así mapearlo. Existen programas exclusivamente dedicados a esto en el sector más profesional, como Mad mapper, Coolux o Christie Spyder.

Para comenzar, es básico conocer que existen diferentes tecnologías de video-proyectores, de las cuales se nombran las tres más comunes en el ámbito profesional:

- Digital Light Processing (DLP): procesan la imagen mediante un microchip cubierto de diminutos espejos, cuyo número determina la resolución del proyector. Entre el chip, llamado DMD, y la lámpara, se encuentra una rueda de color RGB, que está sincronizada con el DMD de tal manera que muestra el mismo componente del color que la rueda deja pasar en ese preciso instante, con una velocidad suficiente como para que el ojo humano perciba todo el espectro visible. Existen también proyectores con tres chips, y un prisma que divide la luz a cada uno de los DMD en lugar de la rueda de color, siendo capaces de mostrar el doble de colores. Tienen un buen contraste, aunque su ventilador hace ruido y no tienen demasiado brillo.
- Liquid Crystal Diode (LCD): separan la imagen en RGB mediante filtros dicróicos, que van a parar a unos paneles con una serie de píxeles que determinan la resolución del proyector. Los píxeles de estos paneles dejan pasar la luz necesaria para recomponer de nuevo la imagen mediante un prisma para proyectarla. Tienen poco contraste, aunque son baratos y brillantes.

- Laser video projectors: son proyectores que no utilizan una lámpara convencional, sino que mediante la tecnología laser emiten luz blanca hacia 3 paneles LCD, logrando un brillo, color, contraste y resolución extraordinarios. La única pega es el precio al ser un producto relativamente nuevo.

Los proyectores ofrecen una serie de características de vital importancia para escoger el modelo adecuado, la cual se detalla a continuación:

- Brightness: el brillo de un proyector viene determinado por los lumens que es capaz de emitir, y proporciona información acerca de lo vívidas y luminosas que serán las imágenes proyectadas.
- Contrast ratio: determina la relación que existe entre el brillo de los colores blanco puro y negro puro. Este ratio es el que determina el término black depth, que si no es demasiado bueno conlleva un degradado de grises en lugar del color negro. Cuanto más alto sea el ratio, mejor contraste.
- Aspect ratio: indica la proporción que existe entre el ancho y el alto de un vídeo. Cada formato de vídeo lleva consigo una relación de aspecto, existiendo formatos más cuadrados y otros más rectangulares.
- Resolution: corresponde a la cantidad de píxeles que contiene una imagen, e influencia a la calidad de la imagen junto con otros factores.
- Throw ratio: permite calcular a que distancia hay que colocar el proyector para conseguir el ancho de proyección deseado.

Una vez se ha analizado la superficie a proyectar, determinando si se parece más a un formato cuadrado tipo 4:3, o más bien a uno apaisado tipo 16:9, y se ha calculado la distancia a la que colocar el proyector escogido, es necesario realizar algunos pasos. Lo primero que debe hacerse es un buen ajuste manual del proyector. Haciendo esto se

consigue una mínima deformación de los contenidos. Los ajustes que suelen ofrecer los proyectores para cuadrar la imagen son estos:

- Keystone: se utiliza cuando el proyector no está en una posición perpendicular al plano, ya que la imagen sufre una distorsión y este parámetro sirve para corregirla.
- Lens shift: permite el desplazamiento del centro óptico en horizontal y en vertical. Esto puede funcionar para salvar algún obstáculo entre el proyector y la superficie, aunque es mejor no abusar al desplazarlo y buscar una posición natural.
- Focus: se regula mediante una anilla permitiendo enfocar el motivo.
- Zoom: conjunto de lentes que se mueven permitiendo variar la distancia focal, que determina el ángulo de cobertura y la distancia desde el centro óptico del objetivo hasta el plano focal.

Entre estos parámetros, variando la distancia del proyector y lo más centrado posible con el motivo, hay que ser capaz de abarcar toda la superficie, para después acotarla con el software de ajuste que se desee utilizar. Otro factor del proyector a tener en cuenta es sin duda el objetivo, el cual nos proporcionará unas condiciones en función de su focal. Al igual que las cámaras fotográficas, algunos proyectores ofrecen la posibilidad de intercambiar las ópticas en función de las necesidades. Como los objetivos fotográficos y cinematográficos, los objetivos de los video-proyectores pueden ser de focal fija o variable, y ésta puede ser corta (angular), normal o larga (teleobjetivo). Esto significa tener la posibilidad de hacer zoom, solamente si es de focal variable, y la oportunidad de proyectar desde cerca con los objetivos más angulares y desde lejos con los teleobjetivos.

Otro factor importante que no se debe pasar por alto son los formatos de compresión y los códecs de los archivos de vídeo, ya que los programas de vídeo trabajan mejor con algunos que con otros. Los parámetros que se pueden modificar al exportar los vídeos son los siguientes:

- Interlacing/Progressive: al renderizar un vídeo aparece esta opción, que es importante escoger con sabiduría. En el modo entrelazado se divide el video en líneas pares e impares, y se realizan dos barridos de imagen. Debido a esto, pueden percibirse las líneas de los dos campos en imágenes con movimiento, y este efecto es conocido como diente de sierra. El modo progresivo utiliza un único campo, y aunque puede reproducir tasas menores de cuadros por segundo, suele ofrecer mejor calidad.
- Frame Rate: es la cantidad de cuadros por segundo, medido en fotogramas por segundo (FPS). Cuantas más imágenes por segundo se muestren, más fluido será el movimiento.
- Bit-Rate: consiste en la cantidad de bits que se utilizan por segundo para crear una imagen. A mayor tasa de bits mejor calidad, aunque mayor peso del archivo. Existen dos tipos: VBR y CBR, siendo el primero de valor variable dentro de una franja, y el segundo de valor constante. El VBR tiene un mejor rendimiento ya que utiliza solamente los bits que necesita.
- Compression Codecs: existen muchos formatos de compresión, aunque escogiendo el óptimo se aplicará un algoritmo de codificación y decodificación en el archivo de video, permitiendo reducir su peso en bytes y reproducirlo sin inconvenientes. Hay dos tipos de compresión: intra-frame y inter-frame. La primera se caracteriza por comprimir frame por frame de manera independiente, mientras que la segunda compara entre frames para comprimir todavía más, eliminando la información repetida en los frames y detectando solo los cambios. Algunos de los más conocidos son el JPEG o el MPEG-4, de gran calidad aunque no demasiada compresión. El códec H.264 es famoso por su excelente relación entre compresión y calidad. La mayoría de fabricantes del mercado de videomapping utilizan su propio códec. El software Resolume Arena utiliza un códec llamado DVX, que trabaja solamente con la tarjeta gráfica de vídeo del ordenador, permitiendo mejor procesamiento que con la memoria RAM.

Por último, no hay que olvidar que los video-proyectores llevan una lámpara en su interior. Lo más común es que utilicen una lámpara de descarga, ya que estas ofrecen mucha luminosidad, aunque empiezan a existir modelos que incorporan la tecnología LED. Es importante conocer los tipos de luz que se consigue con un modelo de lámpara u otro.

## **2.4.2. Funcionamiento de lámparas y focos modernos**

Actualmente se dispone de un gran abanico de sistemas de iluminación artificial, que se adapta perfectamente a las tareas más cotidianas, y en el sector de las artes escénicas, a las necesidades que requiere un tipo de show u otro. A continuación se pueden observar los modelos de lámparas y focos más utilizados en cualquier espectáculo audiovisual, clasificadas en función de su fuente de luz y sus usos y características.

### **2.4.2.1. Según la tipología de la lámpara**

- Lámparas halógenas: están compuestas por el casquillo de cerámica, el filamento de tungsteno y el bulbo de cristal de cuarzo. Se encuentran en diferentes tamaños, formas y potencias, dependiendo del foco. Algunas incorporan un reflector, como las dicroicas o los panoramas, e incluso una lente, como las PAR.
- Lámparas de descarga: basan su comportamiento en el fenómeno de la luminiscencia, que es un proceso de emisión de luz que no está sujeto a las altas temperaturas. Están compuestas básicamente por dos electrodos, que generan descargas eléctricas que alteran un gas en particular, normalmente mercurio o sodio, que se encuentra almacenado en el bulbo o en el tubo. Dependiendo de la presión a la que se encuentra el gas y del propio gas, la luz que emite la lámpara es de unas características concretas. Las encontramos tanto en alumbrados públicos, neones o fluorescentes como en cañones de seguimiento o video-proyectores.
- Lámparas de LED: están compuestas por múltiples diodos emisores de luz. Un diodo es un componente electrónico que permite la circulación de corriente eléctrica entre sus dos terminales, que están conectados a una pieza de material

semiconductor. Los dos terminales de un LED se conocen como ánodo y cátodo, y al circular pequeños voltajes entre ellos, a través de un contacto metálico conductor y una cavidad reflectora con la terminación del semiconductor, se genera una energía que se transforma en luz; esta luz será de un color o de otro en función del material con el que esté fabricado el diodo y del voltaje suministrado, y no del aspecto físico del LED, que es puramente estético.

#### **2.4.2.2. Según la tipología del foco**

Hoy en día existe una gran diversidad de focos con los que iluminar un espectáculo, y todos ofrecen unas propiedades a tener en cuenta y diferentes accesorios con los que trabajar las propiedades de la luz. Es necesario familiarizarse con su lenguaje técnico y conocer sus características para elegir el modelo más adecuado a las necesidades artísticas y técnicas.

##### Focos convencionales

Se caracterizan por trabajar mediante un conexionado específico, en el cual la corriente viene suministrada por una acometida trifásica a 380 voltios entre cada fase, un neutro con 220 voltios entre cada una de las fases, y una tierra. Son por tanto conexionados de 5 pines, normalmente CETAG o CAMLOCK, que pueden ser de diversos amperajes, siendo los más comunes 16, 32 y 64 amperios, y que abastecen de energía eléctrica tanto a los reguladores o dimmers como a los cuadros donde se conectan los focos y la mesa de iluminación.

Los dimmers se encargan de regular la tensión o diferencia de voltaje, controlando así la intensidad lumínica de cada foco. Esta regulación se lleva a cabo mediante unas órdenes enviadas desde la mesa de iluminación hacia el dimmer, mediante un protocolo de comunicación específico conocido como Dmx. En la pantalla LCD del dimmer es necesario ajustar la dirección Dmx, ocupando cada canal de dimmer un canal Dmx, de los 512 canales que ofrece cada salida o universo del control de iluminación. Las mesas de luces permiten ser programadas de manera que se pueden crear escenas, con diferentes

órdenes para cada luminaria, y guardarlas en una memoria o en un fader para su posterior ejecución en vivo, entre muchas otras funciones.

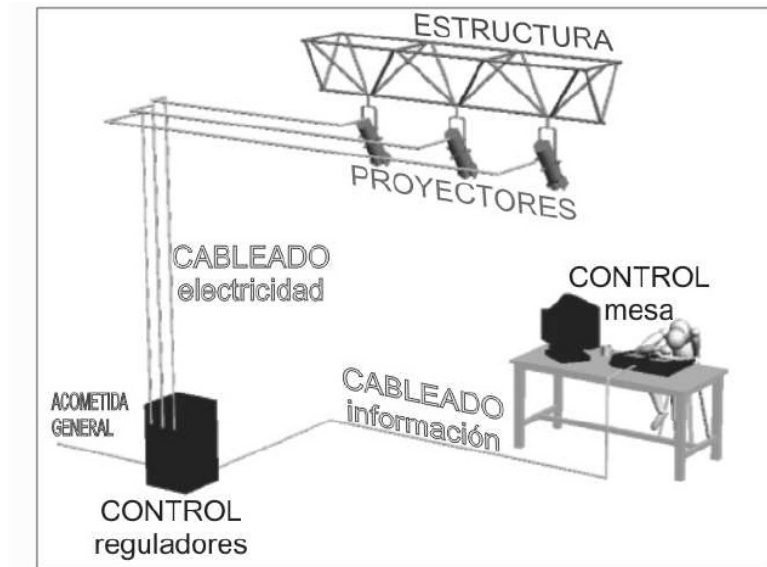


Fig 2.21 Esquema conexionado de focos convencionales

- Cuarzo o panorama: son focos que utilizan una lámpara halógena lineal, y ofrecen una luz difusa y poco manejable. Poseen un reflector para rebotar la luz solamente hacia la abertura del foco, lugar en el que albergan un porta-filtros donde pueden colocarse filtros, ya sean de color, temperatura, difusores, neutros o polarizadores. Son conocidos también como simétricos o asimétricos, dependiendo de la posición del reflector en el foco.

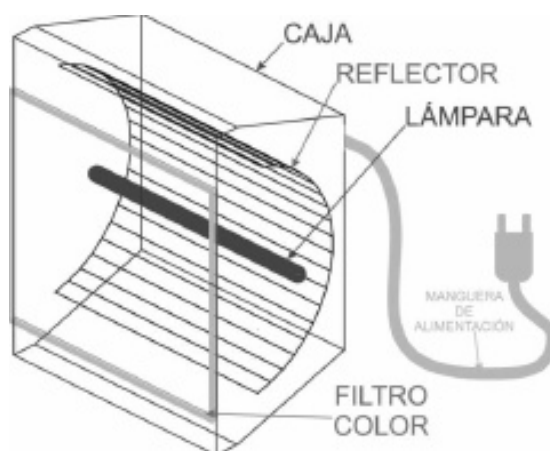


Fig 2.22 Partes de un panorama

- Portable Aluminium Reflector: los PAR son focos que utilizan diferentes modelos de lámpara con reflector parabólico y lente incorporados. Existen también diferentes modelos en función del tamaño del reflector; los más comunes son el PAR 36, el PAR 56 o el PAR 64. Existen diferentes lentes para cada tamaño, de las cuales pueden destacarse las más utilizadas, siendo el modelo CP60 o VNSP conocido como PAR del n°1, de haz muy estrecho, el modelo CP61 o NSP conocido como PAR del n°2, de haz estrecho, y el modelo CP62 o MFL conocido como PAR del n°5, de haz medio. La lámpara puede girarse en el interior del foco de tal manera que el haz abra en horizontal, en vertical u oblicuo, y pueden llevar porta-filtros.

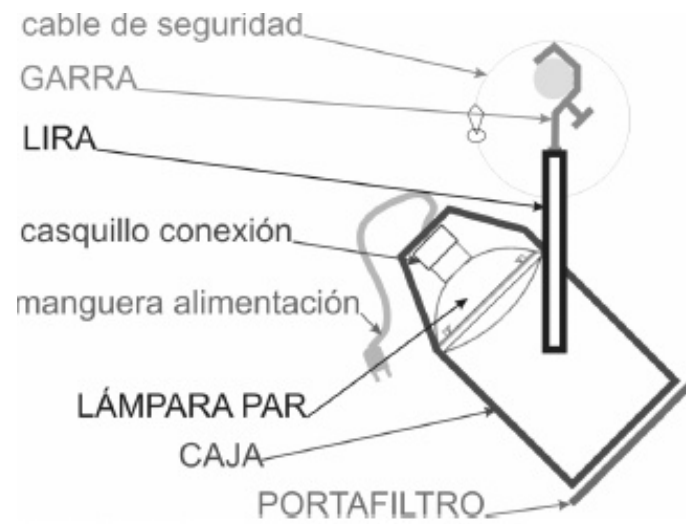


Fig 2.23 Partes de un PAR

- PC: es la abreviación de plano-convexa, que es la lente que incorporan estos focos en la abertura delantera. Utilizan una lámpara halógena estándar, montada sobre un carro que permite desplazarla por el interior del foco junto con un reflector parabólico, permitiendo así modificar la abertura del haz de luz. Casi todos estos focos permiten también la colocación de dos accesorios en la parte delantera: el porta-filtros y las viseras. Las viseras son palas abatibles situadas en los 4 lados de la abertura, ajustables para delimitar las zonas a iluminar.

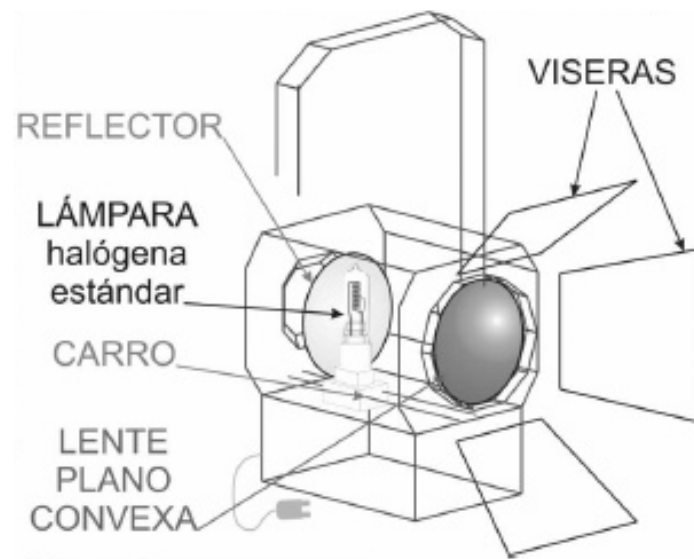


Fig 2.24 Partes de un PC

- Fresnel: es exactamente el mismo foco que un pc, a excepción de la lente, que en lugar de ser plano-convexa, que distribuyen la luz con un haz más marcado, es una lente llamada fresnel cuya propiedad principal es la difusión de la luz y los bordes del haz más difuminados.
- Recorte: son focos que utilizan una lámpara halógena estándar y un sistema de carro móvil similar al de un PC o fresnel, con la diferencia de que en lugar de moverse la lámpara se mueven las dos lentes que incorpora en su interior, permitiendo abrir o cerrar el haz de luz a la par que enfocararlo. Este foco es conocido como recorte de ángulo variable. Existen recortes con una de las dos lentes fijas, que permiten solamente enfocar pero no variar la abertura, y se conocen como recorte de ángulo fijo. Ambos los fabrican con diferentes aberturas, ya sean de ángulo fijo o variable. Otra característica imprescindible de estos focos es la capacidad que otorgan para delimitar la zona iluminada. A diferencia de las viseras de los PC, estos focos tienen cuatro cuchillas incorporadas en el chasis del foco, que giran y se interponen entre la lámpara y la abertura recortando así el haz de luz. Permiten también la colocación de dos accesorios: el iris, que consiste en

unas cuchillas que se cierran estrechando el haz de forma circular hasta taparlo por completo, y el porta-gobos, que permite colocar diferentes gobos para crear dibujos con el haz lumínico. Los gobos son placas metálicas con dibujos perforados que dejan pasar la luz, creando formas que representan normalmente formas de la naturaleza o ventanales. Estos dos accesorios se colocan entre la lámpara y la primera lente, permitiendo así variar el enfoque y el tamaño del dibujo.

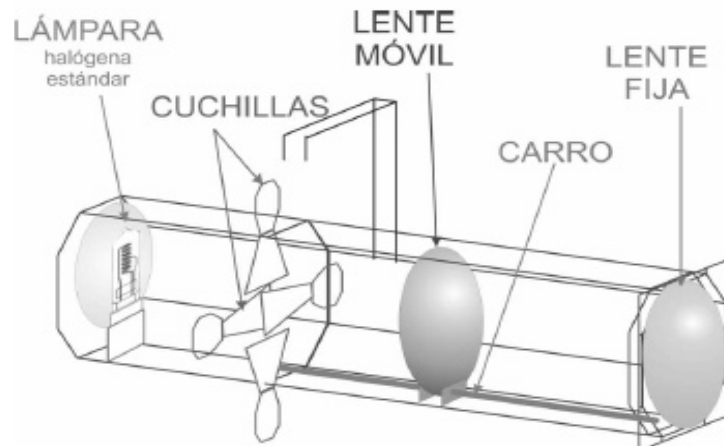


Fig 2.25 Partes de un recorte

- Cegadoras o blinders: son focos que utilizan lámparas PAR 36 WFL, de haz ancho, conectadas en serie entre ellas de dos en dos. Producen una luz general deslumbradora, de gran abertura, utilizada normalmente para cegar a los espectadores puntualmente.
- Cañón de seguimiento: estos focos utilizan lámparas de descarga que se encienden mediante un balasto, que es un equipo que sirve para arrancar y mantener estable la intensidad de corriente que recibe la lámpara. Este foco permite variar las propiedades controlables de color, movimiento y forma del haz mientras se lleva a cabo el espectáculo. Requiere de un operador capacitado, pues ha de manejar el movimiento horizontal (PAN) y el vertical (TILT), a la vez que las palancas del obturador, que son unas cuchillas que simulan el efecto de regulación del dimmer, de cambio de color, con diferentes porta-filtros, y el control del iris para ajustar la abertura.



Fig 2.26 El alumno operando un cañón de seguimiento Robert Juliat Lancelot, durante la final TOP14 en el Camp Nou

### Focos robotizados

Este tipo de focos funcionan con lámparas de tipo LED o con lámparas de descarga incorporando un balasto en su chasis. Funcionan conectados a una tensión estándar de 220 voltios, por lo que bajo ningún concepto se deben conectar a través de un dimmer. Cada uno de estos focos lleva incorporadas una entrada y una salida de Dmx, de tal forma que la información enviada desde la mesa va directamente al foco sin pasar por ningún regulador de voltaje, y puede salir del foco para linkarse con el siguiente de este tipo. A cada foco se le asigna también una dirección Dmx, dejando los huecos libres necesarios teniendo en cuenta que cada modelo de foco ocupa un número determinado de canales Dmx, en función de los parámetros con los que deja interactuar. Existen modelos que pueden funcionar sin el protocolo Dmx, simplemente al escoger entre alguna de las funciones automáticas en la pantalla LCD.

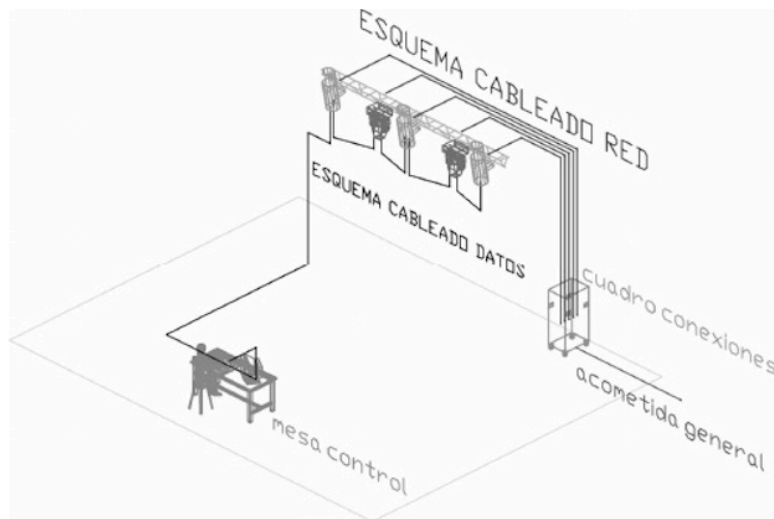


Fig 2.27 Esquema de conexionado de focos robotizados

A continuación se enumeran las propiedades más habituales en los focos robotizados:

- DIMMER: regula la intensidad de la luz.
- RGB/CMY/RUEDA DE COLOR: permite conseguir diferentes colores en función de si los fabrica mediante mezcla aditiva (RGB), a través de tecnología LED, sustractiva (CMY), a través de mecanismos internos que combinan filtros que seleccionan la parte del espectro visible, o si vienen predefinidos por una rueda de color. Normalmente, los focos de LED que fabrican el color mediante los colores básicos, incorporan también el color blanco y el ámbar (RGBAW), ya que con solo la mezcla de los tres básicos no se consigue un blanco puro sino más bien azulado. En cuanto a la rueda de color, siempre es preferible que utilice el sistema CMY, ya que la rueda predefinida está muy limitada en cuanto a color, y al seguir los colores un orden en círculo en la paleta, puede ocasionar saltos de color hasta llegar al deseado.
- STROBO: efecto de velocidad regulable de parpadeo en el haz.

Existen focos robotizados de muchos tipos, algunos son simplemente para realizar un tipo en concreto de efectos de luz y no tienen todas estas opciones, como los dispositivos láser, basados en la tecnología de amplificación de luz por emisión estimulada de radiación.

Emiten luz monocromática, es decir de una única longitud de onda, y con un haz de luz coherente, que significa que todos los fotones son emitidos en una única dirección.

Otros focos, sin embargo, poseen todavía mas propiedades controlables. Son conocidos como cabezas móviles. Se suele hacer diferenciación entre los focos móviles spot, con un haz de luz variable pero más puntual, y los focos móviles wash, que generan un haz de luz más abierto y difuso, parecido al de un fresnel convencional, para como su propio nombre indica dar un baño de color. Estas son las propiedades que suelen implementar los focos móviles de este tipo:

- PAN / TILT: Movimiento horizontal y vertical, con posibilidad de memorizar posiciones y movimientos continuados.
- ZOOM/FOCUS: permite abrir y cerrar el haz de luz así como enfocar lo.
- PRISM: lente de tres o cuatro lados que divide el haz en tres o cuatro haces respectivamente.
- GOBO/GOBO ROT: ruedas de gobos y de gobos rotatorios

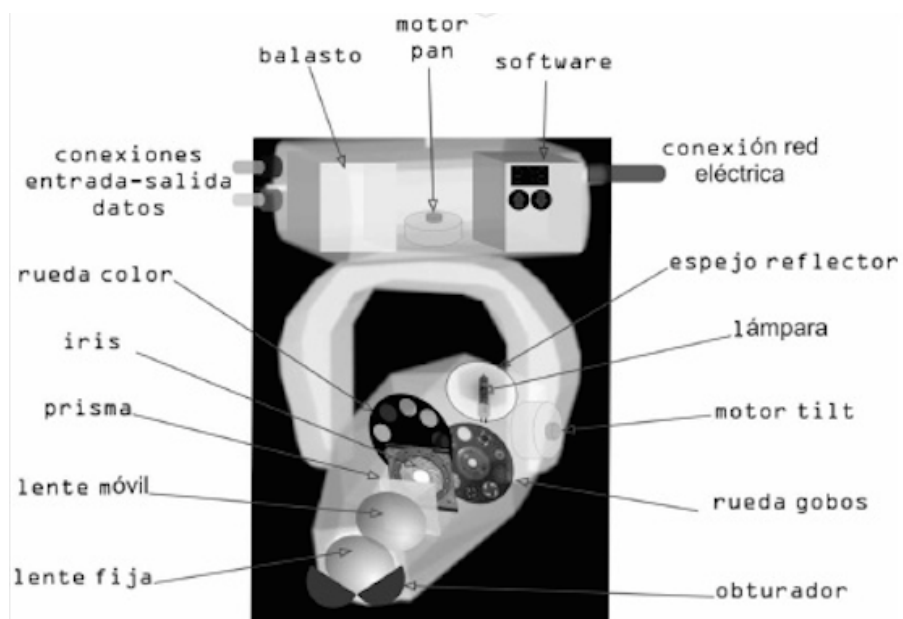


Fig 2.28 Partes de una cabeza móvil

Existe otro modelo de foco móvil que permite todas estas opciones llamado scanner. La diferencia reside en la propiedad del movimiento, ya que éste lo realiza mediante un espejo móvil que se encuentra situado delante del haz de luz, consiguiendo así desplazamientos

más rápidos, aunque perdiendo ángulo de movimiento. Los scanner trabajan a 180°, mientras que las cabezas móviles a 360°, gracias a los motores que permiten girar el cuerpo del foco entero.

## 2.5. Conclusiones del marco teórico

El propósito de analizar la iluminación artificial, las cámaras fotográficas y las cinematográficas es el de llegar al concepto de que la luz permite la percepción de todo ello; sin luz no hay espectáculo, no puede verse. Gracias a las primeras luminarias el ser humano pudo ver con claridad, gracias a las primeras cámaras fotográficas pudo capturar esa claridad, y gracias a las primeras cámaras cinematográficas pudo transmitirla. Esta claridad se entiende como la percepción de realidad que tenga cada uno en función de sus creencias y experiencias.

Este proyecto trata sobre el videomapping, entendido como la herramienta para representar tanto la realidad subjetiva como la fantasía y la imaginación mediante la luz. En ocasiones se considera limitado, en el aspecto de que la forma acaba definiendo el contenido. Sin embargo, por esa regla de tres también es limitada una pantalla rectangular. El mapping permite convertir formas tangibles en ilusión óptica, sombras en un abanico de colores, lo absurdo en una nueva perspectiva.

A pesar que es una forma de arte cada vez más aclamada para diferentes propósitos, todavía no existe demasiada información al respecto, ya que está en plena evolución y es relativamente nueva. Por ese motivo, para complementar la documentación de pioneros del pasado con la actualidad, se han realizado entrevistas a dos profesionales del sector. Por un lado, sobre la parte más técnica, a David Gálvez, técnico superior en desarrollo de productos electrónicos, diseñador de iluminación y visuales para espectáculos y especialista en interactividad audiovisual y videomapping. Por el otro lado, más en referencia a la generación de contenidos y el proceso creativo, a Tatiana Halbach, que forma parte del dúo de artistas visuales Desilence junto a Søren Christensen. Esta pareja multidisciplinar ha llevado sus obras a multitud de festivales y eventos de todo tipo, colaborando con los más grandes. Sus respuestas y reflexiones han reforzado las teorías estudiadas acerca de la luz, aportando nuevos puntos de vista más actuales. (Ver Anexo I)

Después de ver cada disciplina artística por separado, se llega a la conclusión de que la iluminación, la fotografía y el cine están dentro del mismo saco. La forma que tienen de relacionarse es la luz. Mediante la luz se pueden generar sensaciones nuevas, alterar la percepción de manera única para cada persona que reciba la radiación electromagnética, dependiendo de sus vivencias pasadas, sus creencias y su consciencia.

Para lo que sirve analizar cada uno por separado es para darse cuenta de que con pocos medios y conocimientos, se han ido descubriendo pequeños escalones que se han convertido en la gran escalera mecánica que existe hoy en día y no deja de avanzar. El anhelo por descubrir del ser humano no conoce límites, y es toda una incógnita cual es el siguiente avance que revolucionará las teorías de la luz hasta el momento.

Repasando la historia, se puede afirmar con certeza que actualmente existen multitud de personas inquietas investigando acerca de un nuevo aparato que perfeccione los existentes, creando uno totalmente diferente que cambie la percepción acerca de lo establecido.

Los seres humanos somos energía, y la luz también lo es. Cuando dos energías se acercan, una es capaz de cambiar el estado de la otra y viceversa, igual que pasa entre las personas; cuando alguien emite vibraciones positivas o negativas se nota, y claramente influencia a quien esté cerca y expuesto a esas ondas. Otra vibración en forma de onda que claramente altera el estado emocional, y que podría incluirse dentro del paquete de disciplinas artísticas, es el sonido. Es subjetivo para cada persona, igual que con la luz. Habrá alguien a quien cierta canción le haga reír y habrá alguien a quien le haga llorar, llevando el caso al extremo. Aunque en este trabajo se incluye una pieza musical, no se ha estudiado a fondo los precursores del sonido ni sus primeros descubrimientos. Igualmente cabe destacar que los logros en la grabación y amplificación de las ondas sonoras posibilitaron la gran expansión del sector cinematográfico y posteriormente la llegada de los VJ sincronizándose con la música, y por lo tanto del videomapping.



### 3. Objetivos y abasto

La finalidad de este proyecto se subdivide en una serie de objetivos de diferente rango, en función del propósito del producto final, de la producción técnica o de los propios objetivos particulares del alumno. Los objetivos secundarios quedan fuera del proyecto en el ámbito académico, ya que se han de estudiar a largo plazo una vez los objetivos principales ofrezcan resultados satisfactorios.

#### 3.1. Objetivos principales

- Comprender los principios básicos de la luz para aplicarlos en la creación del diseño de luces del espectáculo.
- Diseñar el espacio escénico mediante el software Capture Argo.
- Adaptar el plano de luces original al software Capture Argo.
- Configurar el simulador WoleHydraII para establecer conexión con el software Capture Argo mediante conexión vía ethernet.
- Realizar el patch de dimmer y el patch de fixtures en WoleHydraII para controlar los focos convencionales y los móviles colocados en Capture Argo.
- Generar un vídeo a modo de tráiler para incorporar en la simulación de Capture.
- Secuenciar escenas de luz en WoleHydraII acordes con el vídeo de demostración.
- Mapear el teaser del vídeo de demo en el material que representa las velas del barco en Capture Argo, y ajustar las memorias de iluminación desde WoleHydraII para crear un tráiler del espectáculo en simulación virtual.
- Construir una maqueta física del barco para realizar pruebas de proyección.
- Crear archivos de vídeo con Cinema4D y Premiere para integrar en la maqueta.
- Utilizar el software Resolume Arena para lanzar vídeo a través de un proyector adaptando la imagen del vídeo de demo solamente sobre la superficie.

### **3.2. Objetivos secundarios**

- Conseguir financiación para llevar a cabo la generación de contenidos del espectáculo completo mediante la simulación virtual y la proyección sobre la maqueta.
- Utilizar las técnicas asimiladas durante la creación del proyecto para llevar a cabo el espectáculo en una embarcación real.
- Crear un modelo de espectáculo innovador que impulse un nuevo concepto para los audiovisuales.
- Despertar el interés de otros potenciales clientes o sponsors al realizar el primer show.

### **3.3. Objetivos personales**

- Llegar a dominar la programación de las mesas de luces y simuladores de la marca LT-Light.
- Empezar a trabajar en diferentes proyectos previamente con Capture Argo para facilitar la programación y trabajar más cómodo.
- Explorar a fondo el software Resolume Arena para descubrir todas las posibilidades visuales que ofrece.
- Demostrar que una sola persona puede crear un espectáculo valiéndose por sí misma, controlando todos los procesos desde el principio hasta el final, solamente con la información adecuada y con pensamiento crítico.
- Formar un equipo con gente de confianza, con la que se trabaja profesionalmente y a gusto, para llevar a cabo éste y otros proyectos venideros.
- Generar un producto de calidad que sirva de inspiración para cualquier persona que quiera adentrarse en el mundo del videomapping.
- Haber crecido como persona en la realización de este proyecto, ampliado mis conocimientos y reforzado los que ya había adquirido.
- Seguir trabajando en el sector como hasta ahora, pero con proyección artística además de técnica.

### **3.4. Abasto**

Se aspira a crear un modelo de espectáculo único, con características propias del videomapping, pero con toques añadidos a nivel de iluminación del entorno y ambientación acústica. Se pretende estimular a los sentidos con la sincronización del vídeo, los efectos sonoros y la percepción lumínica, provocando la sensación de estar rodeados por la historia audiovisual.

El primordial objetivo es acabar el proyecto con respaldo económico para realizar el primer show. A partir de ese momento, dependiendo de la repercusión y aceptación recibida, puede ser factible de cara al próximo verano acompañar a Daniel en su ruta con la goleta por los puertos del mediterráneo, e incluso a las Baleares en los meses más turísticos.

En referencia al modelo de espectáculo, se contempla que haya otras opciones. Se pretende llegar a ser un referente en el servicio, al buscar un mercado que todavía no ha sido demasiado explotado. Embarcaciones de todo tipo, recintos portuarios, piscinas, fuentes o playas son posibles lugares donde realizar el show. Se anhela crear efectos visuales combinados con agua. Se trata de adaptar el espectáculo al soporte.



## **4. Análisis de referentes**

En este proyecto, como se ha ido reflejando previamente, se quiere crear una conexión entre los diferentes avances tecnológicos que han ido surgiendo en el ámbito de la luz y sus primeros experimentadores. Existen muchas formas de utilizar la iluminación y de entenderla, así como diferentes teorías y movimientos artísticos, aunque este proyecto se centra más en la forma de utilizar los nuevos descubrimientos para generar cambios en la percepción del espectador.

Las corrientes que se estudian se basan el uso de la luz en la atmósfera, la visibilidad, la ficción y la realidad aumentada.

A continuación se detallan las obras de algunos de los autores de antaño y contemporáneos que han sido pioneros en interpretar la luz desde diferente perspectiva, posibilitando la existencia de las técnicas actuales y de las que están por venir.

### **4.1. Atmósfera**

Es obvio que la luz es la responsable de que exista la percepción. Si la luz aporta visibilidad y foco hacia donde se dirija el haz, el siguiente aporte de la iluminación es capaz de generar algo más que eso, creando alteraciones en la percepción y sensaciones desconocidas. Si bien la atmósfera terrestre puede entenderse como una especie de filtro de temperatura de color, que deja pasar una parte de la radiación electromagnética que emite el sol, permitiendo percibir el mundo con luz a 5600°K en un día soleado, la creación de atmósferas nuevas mediante otras fuentes de luz se convierte en factible.

De esta forma, mediante los parámetros controlables de la luz, puede llegar a crearse una vibración que suscite a la percepción de otros estados del ánimo. Quién se dedicó a la creación de atmósferas de forma única fue Étienne-Gaspard Robert, quien solo estaba satisfecho si conseguía que su público saliera aterrorizado de sus espectáculos. Robertson fue pionero en la utilización de humo, que al fusionarlo con los haces de las fuentes de luz creaba un efecto nuevo para la mayoría de la gente de su época. Como buen mago e ilusionista, trabajaba la percepción creando misterio y modulando la perspectiva.

## 4.2. Visibilidad

Hace ya tiempo que el ser humano tiene la inquietud de iluminar aquello que está oscuro, de conocer lo desconocido. Cuando se consiguió alumbrar la oscuridad, se considera un gran paso para la humanidad. Sin embargo ese cambio de luz era efímero, percibido por la retina para viajar hasta el cerebro, que tarde o temprano termina borrando memoria. Sin embargo, la posibilidad de capturar un instante de luz posibilita que ese momento quede grabado para la eternidad.

Así fue como entendía la fotografía Gaspard-Félix Tournachon, más conocido como Nadar. Valiéndose solamente de la luz, sin retoques ni atrezzo, Nadar comenzó haciendo retratos con un ideal estético que se alejaba de lo típico, como si estuviera pintando pero con un nuevo utensilio. Fue pionero también al realizar la primera fotografía aérea de la historia, regalando una perspectiva desconocida para la mayoría.



Fig 4.1 Fotografía aérea, Nadar

Además, fue el primero en utilizar iluminación artificial para fotografiar un motivo que se encontraba en plena oscuridad, como las catacumbas de París. Colocando y controlando una fuente de luz, fue capaz de capturar después el reflejo de esa luz en los objetos posibilitando que quedara grabado en un soporte, para que pase a la historia después de su muerte.

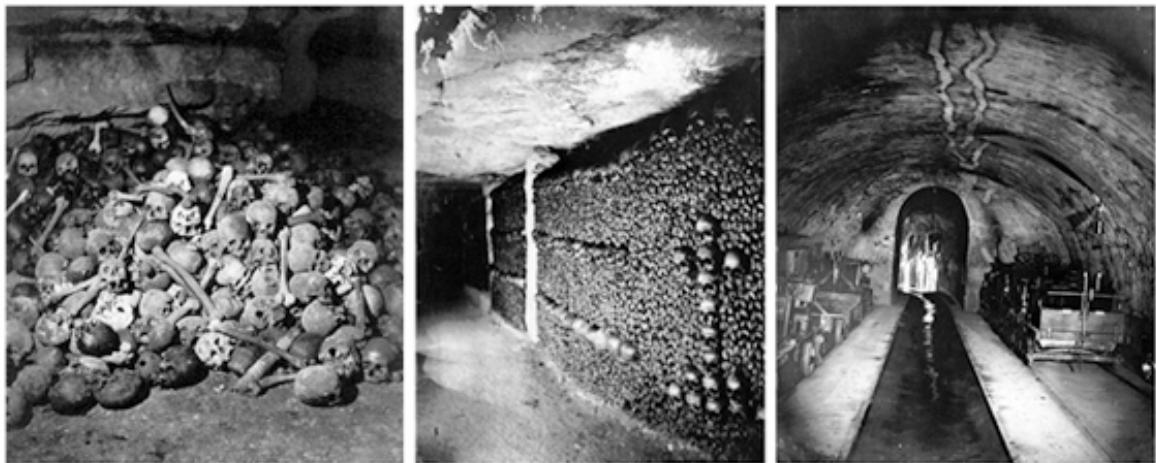


Fig 4.2 Fotografías con iluminación artificial, Nadar

### 4.3. Ficción

La luz es capaz de generar atmósferas y sensaciones, visibilidad y perspectiva. Sin embargo no se limita a eso. Controlando qué mostrar mediante luz se pueden contar historias, generar un ritmo visual y temporal. En este caso, Georges Méliès utilizaba un discurso narrativo nunca visto antes. Mediante fundidos de imágenes, algunas coloreadas a mano, múltiples exposiciones y trucajes varios, mostró de qué forma se puede crear ilusiones mediante imágenes proyectadas. Pionero en los efectos especiales, desarrolló la técnica de sustitución de elementos parando la cámara, creó escuela en cuanto a la continuidad y los saltos temporales, y podría considerarse el padre del género de ciencia-ficción, debido a sus surrealistas historias fantásticas. La más conocida se titula *Viaje a la luna*, y en ella muestra la historia de un grupo de astrónomos que deciden construir un cohete para ir a la luna. Cuando los astrónomos regresan, se recrea una caída del cohete

desde el espacio hasta el océano, que acaba sumergiéndose, muy similar al principio del primer guión de espectáculo, solo que en tercera persona.

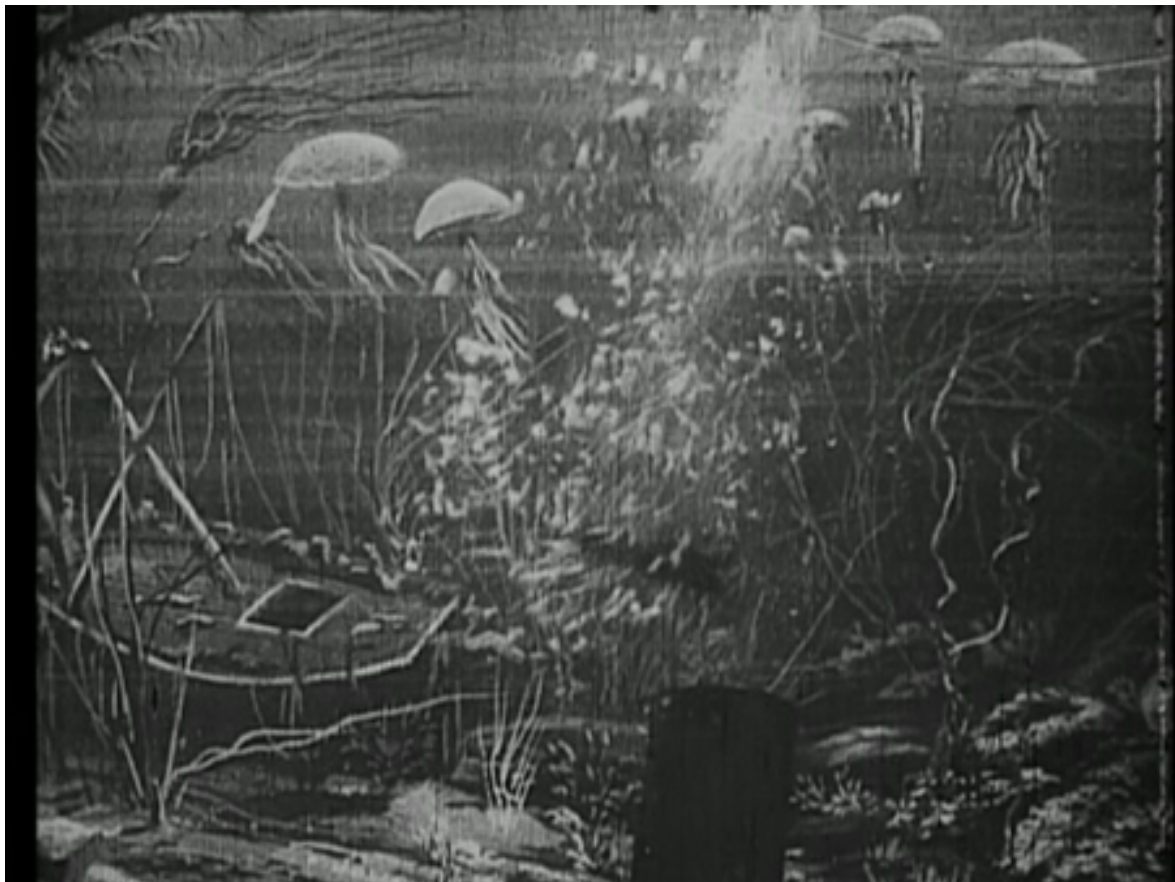


Fig 4.3 Fotograma de Viaje a la luna, de Georges Méliès, 1902

Otro detalle curioso es que en la escena submarina, las medusas dibujadas a mano son quizás la primera referencia para la técnica del matte painting, utilizada actualmente para recrear lugares imposibles de encontrar fuera de la imaginación.

#### **4.4. Realidad aumentada**

La evolución de la luz ha permitido a la percepción viajar a lugares de fantasía. Sin embargo, todavía puede irse un paso más allá: cuando la luz complementa la realidad convirtiéndola en fantástica. Para James Turrell la luz lo es todo; valiéndose únicamente de ella, es capaz de generar una relación entre la iluminación y el espacio que envuelve a quien se encuentre por en medio. Turrell comenzó experimentando con la luz que entraba

por la ventana de un antiguo hotel, que alquiló para sus experimentos. Se interesó por la psicología de la percepción y las ilusiones ópticas, intentando estimular la conciencia del espectador. Su proyecto más ambicioso es sin duda Roden Crater, consistente en transformar el cráter de un volcán en Arizona para convertirlo en un observatorio. Otro de sus trabajos más destacados es el proyecto Wolfsburg, donde se exponen varias de sus obras. Su director, Markus Bröderlin, relata:

*“La luz probablemente es la cosa más básica, más elemental de la existencia. Sin luz no sólo todo estaría en la oscuridad sino que tampoco existiría vida en el universo. Ha siempre fuente de inspiración para los artistas el acercarse a la auténtica naturaleza de la luz, a los confines de la luz. Empezó con el Impresionismo en el s. XIX, cuando los artistas intentaron liberar la luz del lienzo y transferirla a una tercera dimensión. En los (años) 60, los artistas actuales empezaron a fijarse en la luz coloreada, en los efectos que la luz tendría dentro de un espacio dado. Y el clímax de este proceso de liberar a la luz de su fuente y dejarla difundirse libremente a través de una habitación es la esencia de James Turrell.*

*En Wolfsburg hemos montado la más extensa instalación de Turrell que jamás haya sido expuesta en un Museo. En el “Proyecto Wolfsburg”, en el primer espacio, llamado Ganzfeld, en este paseo por una escultura de luz ocurre un extraño fenómeno. En el “reconociendo el espacio” donde estoy ahora y en el “sintiendo el espacio” al cual uno se acerca, pero que no es accesible y tampoco comprensible en sus dimensiones porque los límites del espacio son borrosos, uno tiene el sentido de infinito.*

*En la segunda sala percibimos un cuadro en la pared de dos dimensiones, pero en realidad no es un cuadro como creíamos, sino una habitación cuya luz no se proyecta al exterior y de pronto la superficie se convierte en una habitación. La misma imagen se convierte en algo por lo que puedes pasear. Animar la imagen, representa un momento crucial en la historia del arte moderno. Y nadie lo ha conseguido de un modo tan imprevisible como James Turrell.*

*Turrell, por supuesto, tiene raíces, raíces en la historia del arte. Él representa la cumbre de un proceso que empezó con la abstracción del recuadro pintado, que continúa con las*

*pinturas de Mark Rothko, con sus grandes campos de color, o en el Minimalismo con Barnett Newman o Ad Reinhardt y finalmente con el Land Art.*

*El cráter Roden es probablemente la mayor obra de arte hecha por un artista contemporáneo en este planeta. Turrell es un apasionado piloto y a principios de los setenta, cuando estaba buscando un nuevo estudio, con su avioneta exploró durante varios cientos de horas de vuelo el área comprendida entre Canadá y Nuevo Méjico. Finalmente encontró cerca de Flagstaff, justo en el centro de Arizona, en la meseta del Colorado, este cráter volcánico. Desde entonces ha estado volviendo a este volcán, un observatorio de la luz que puede compararse a Stonehenge o a las pirámides de Giza.*

*Sin embargo, las influencias de Turrell no se encuentran necesariamente en la historia del arte, sino más bien en la arquitectura celeste de varias civilizaciones adelantadas. Un objeto que siempre fascinó a Turrell es el cenotaño (o sepulcro honorario) de Étienne Boullée que imaginó una esfera inmensa de 525 pies de diámetro completamente oscura, con un cielo nocturno recreado en su interior.*

*La exposición “Proyecto Wolfsburg” no sólo consiste en las grandes instalaciones luminosas que hemos visto sino también en otros trabajos sobre la luz de James Turrell. El “Espacio Wedgework”, la otra gran instalación de Turrell creada especialmente para Wolfsburg, es una obra que opera con un mínimo de luz. Uno entra en una habitación oscura y los ojos lentamente se habitúan al entorno y en este proceso de adaptación ocurrirá un fenómeno, se verán cosas que realmente no están allí. Cosas que los ojos, es decir, la mente produce.*

*En la era de las webs puede pensarse que todo puede conseguirse, que todo puede ser experimentado vía Internet. Las cosas que se experimentan aquí, conectando con uno mismo, con la infinitud de un espacio dado, son totalmente únicas y requieren que uno venga y experimente por sí mismo.” (KunstmuseumWolfsburg, 2009)*

Visionario y talentoso, Turrell es pionero en crear volumen con luz, y distorsiones de la percepción mediante ilusiones ópticas generadas entre la luz y el espacio. Ha sido galardonado numerosas ocasiones, y sus obras no dejan indiferente a nadie que las vea.

Su forma de entender la luz provoca la introspección en el espectador, conmoviendo la conciencia después de moldear la percepción.

Turrell describe así su obra en una entrevista de InterviewMagazine en 2011:

*“Mi obra es acerca de la percepción, es usar la luz como material para influenciar o afectar el médium de la percepción. Yo siento que necesito usar la luz como si fuera un mágico elixir que absorbemos, como la vitamina D a través de la piel -quiero decir, somos literalmente comedores de luz- para entonces afectar el modo en que vemos. Vivimos dentro de la realidad que creamos, y no nos damos cuenta aún de cómo creamos esta realidad. Por eso mi trabajo es frecuentemente un koan acerca de cómo vamos formando este mundo en que vivimos, particularmente con la visión.”* (Govan, 2011)

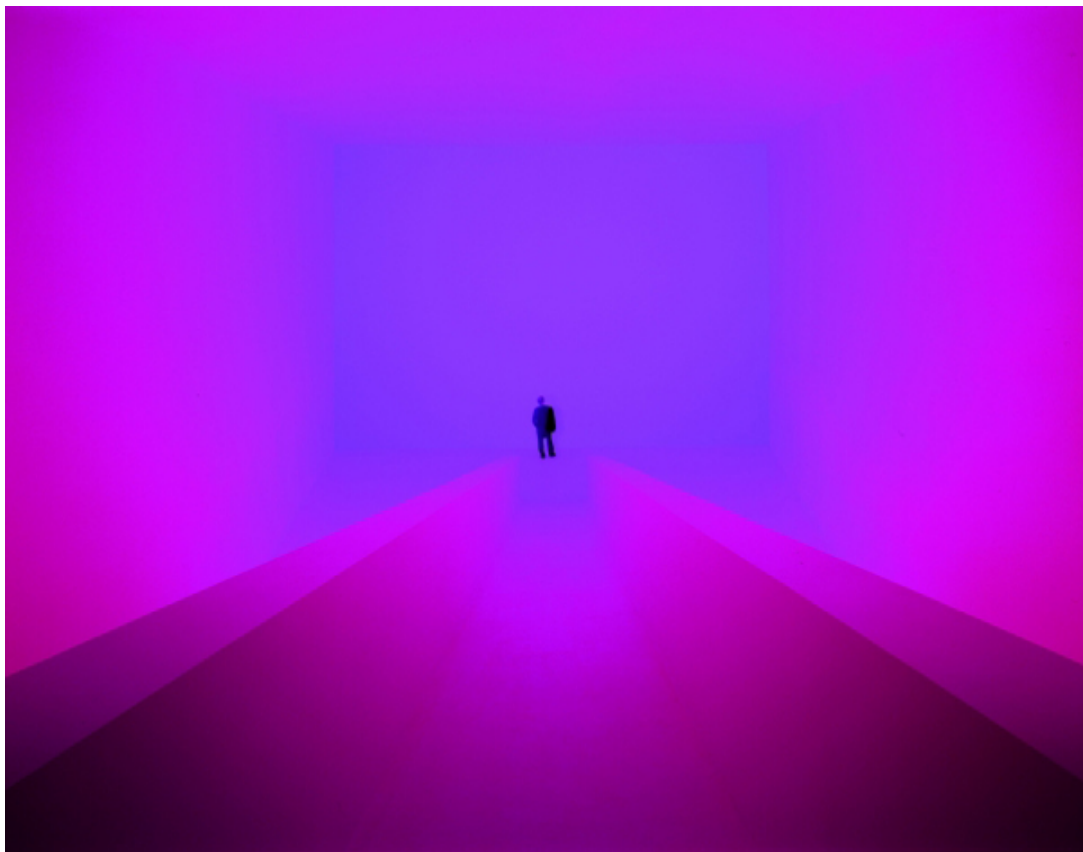


Fig 4.4 Ganzfelds, pérdida de la percepción de profundidad, James Turrell



Fig 4.5 Corner shallow spaces, ilusión de tridimensionalidad con luz sobre una esquina, James Turrell

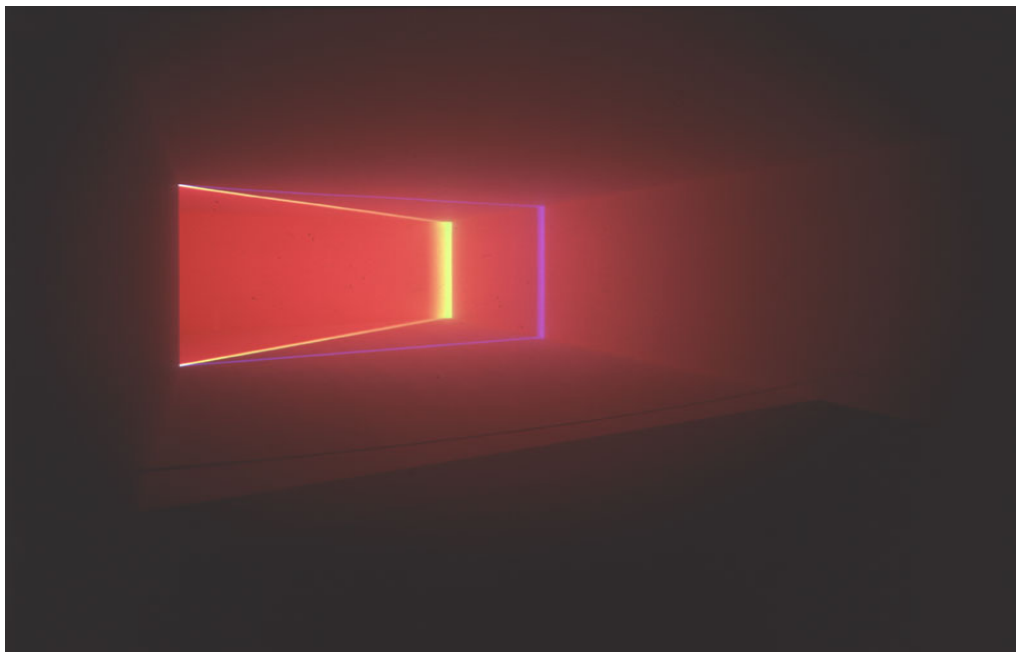


Fig 4.6 Wedgeworks, la luz proyectada crea la ilusión de barreras, James Turrell

## **5. Desarrollo y procesos**

La metodología seguida en este proyecto consta de cuatro partes. La primera reside en una amplia documentación escrita con las bases teóricas, el análisis de referentes, la realización de entrevistas y la investigación por parte del alumno y su aprendizaje técnico. La segunda consiste en el diseño de los planos de la superficie a proyectar, en la construcción de una maqueta y en la creación de un archivo de vídeo a modo de storyboard, sencillo y explicativo acerca de la idea de guión de vídeo que puede ofrecerse. Además se generan también diferentes vídeos para mostrar los efectos visuales que pueden lograrse en las velas. La tercera parte se basa en los vídeos creados, ya que se trata de utilizarlos para adaptar un guión técnico de luces, con escenas lumínicas acordes con la proyección de vídeo. Se realiza un conexionado entre un simulador de mesa de luces y un simulador de diseño de iluminación y espacios escénicos, y se genera un nuevo archivo de vídeo, en el cuál se aprecie como las imágenes proyectadas casan con las escenas de luz. Por último, en la cuarta parte se adaptan los vídeos generados sobre la superficie de la maqueta construida, realizando las pruebas y ajustes necesarios, y se analiza la viabilidad de realizar el espectáculo sobre el barco. Para llevar a buen puerto este proyecto, se realiza un estudio previo de cada fase con el objetivo de prever posibles imprevistos, y se planifica mediante un diagrama de Gantt. A continuación se descomponen las etapas seguidas para su análisis.

### **5.1. Preproducción**

En esta fase se realiza toda la documentación necesaria para comenzar la producción de la simulación y la demostración sobre la maqueta. Desde el nacimiento de la idea del proyecto se redactó un primer guión con un storyboard dibujado a mano para representar los conceptos que quieren introducirse en la historia y de qué forma. En esta fase se representa el primer guión adaptado en forma de video-montaje mediante Premiere, para que sirva de referencia en el momento en el que se generen los contenidos finales para el espectáculo en el barco, y se crea un modelo de la superficie de las velas con Cinema4D.

Por último, se fabrica una maqueta de un barco con recursos básicos para ensayar las proyecciones. Se realizan todas las pruebas y modificaciones necesarias para adaptar el contenido en la superficie de la maqueta.

### **5.1.1. Guión y diseño**

La primera versión del guión para la posterior generación y animación del vídeo definitivo en el barco puede resumirse así:

[Visión en primera persona, el espectador es la cámara]

Noche estrellada, luces desde el barco apuntando al cielo y comienza a aparecer el espacio sobre las velas. Se aproxima el planeta Tierra, aunque parece como si los continentes todavía no se hubieran separado. Se aproxima más hasta que la perspectiva del espectador cae dentro del océano. La fauna y flora marina es extensa, aparecen todo tipo de criaturas acuáticas. Las luces bañan al público de azul cónico desde la estructura donde se encuentra el proyector. Un ave recoge la perspectiva, la lleva volando hasta tierra firme proporcionando una visión aérea del entorno virgen. Al aterrizar, un mono recoge la cámara para dar un paseo por la jungla, repleta de árboles y lianas. Desde las ramas puede observarse un río, animales de diferentes especies conviviendo pacíficamente y la naturaleza en todo su esplendor. De golpe, todos los animales huyen espantados, ya que se acerca una tormenta.

La tormenta representa a los seres humanos, y la perspectiva de muerte que trajeron hacia el resto de habitantes del planeta. La proyección va a blackout, y hay efectos lumínicos de stroboscopia sobre la superficie del agua del puerto. Las imágenes de tormenta se mezclan en un fundido con el espacio de nuevo. Se repite el mismo recorrido, con la diferencia de que en esta ocasión los humanos habitan la Tierra. En el océano hay petróleo y peces atrapados en envases de plástico, al sobrevolar la costa se ven complejos turísticos a pie de playa y masificaciones, y al aterrizar en la gran ciudad se observa un río de coches y una marea de consumismo. De golpe, se pone a llover. La tormenta que ahora se acerca representa un cambio de mentalidad. Todos huyen a sus casas para ponerse a salvo.

La reflexión que se espera generar es si el espectador también es capaz de mirar para otro lado y huir, o hacer algo para cambiar su estilo de vida.

En cuanto a la superficie, el barco tiene diferentes posibilidades a la hora de abrir las velas. La forma escogida es abriendo solo cuatro de ellas, de tal forma que parezcan dos triángulos. Esto facilitará la generación de otros efectos de vídeo simplemente jugando con la geometría.

Para la demostración en la maqueta, se crearán loops de vídeo y audio para realizar el espectáculo en directo, pudiendo añadir efectos y superponer capas. Se aprovecharán algunos de los conceptos del guión, así como los efectos generados específicamente para las formas triangulares. Se reemprende el oficio de VJ enfocado de otra forma, preparando los contenidos acordes con el motivo. Se rinde homenaje también incluyendo imágenes de los referentes del proyecto.

La iluminación y su diseño se realizarán en vivo mediante el simulador Capture. Al ser la versión Student Edition, no dispone de todas las opciones, así que habrá que grabar el vídeo de demo mediante un programa externo de grabación de pantalla.



Fig 5.1 Ejemplo posición de diseño de luces mediante Capture

### 5.1.2. Creando el modelo de la superficie en Cinema4D

Para generar contenidos para su posterior video-proyección, hay que tener en cuenta la forma de la superficie y como subdividirla. El barco permite diferentes formas de desplegar las velas, ofreciendo múltiples opciones a la hora de escoger la superficie a proyectar.



Fig 5.2 Goleta Alania en puerto

Lo ideal para facilitar el proceso de adaptación del vídeo a la superficie o warping, es disponer de una fotografía de la superficie tomada exactamente desde el lugar en el que se va a colocar el proyector, y con el mismo tipo de lente en la cámara que en el proyector, para poder trabajar los vídeos sobre el modelo real.

Cuando por motivos técnicos no puede disponerse de esta imagen, generalmente se modela la superficie con un software 3D, y se trabajan los vídeos a partir de este modelo, para después adaptarlo a la superficie física.

El programa Cinema4D permite tanto modelar objetos 3D como crear animaciones sobre éstos. Su interfaz gráfica es bastante intuitiva; como la mayoría de software de este tipo se divide el espacio en cuatro vistas. La configuración habitual son las vistas de alzado, perfil, planta y libre 3D. En la vista frontal se dibujan las velas del barco y se transforman en objeto inteligente.

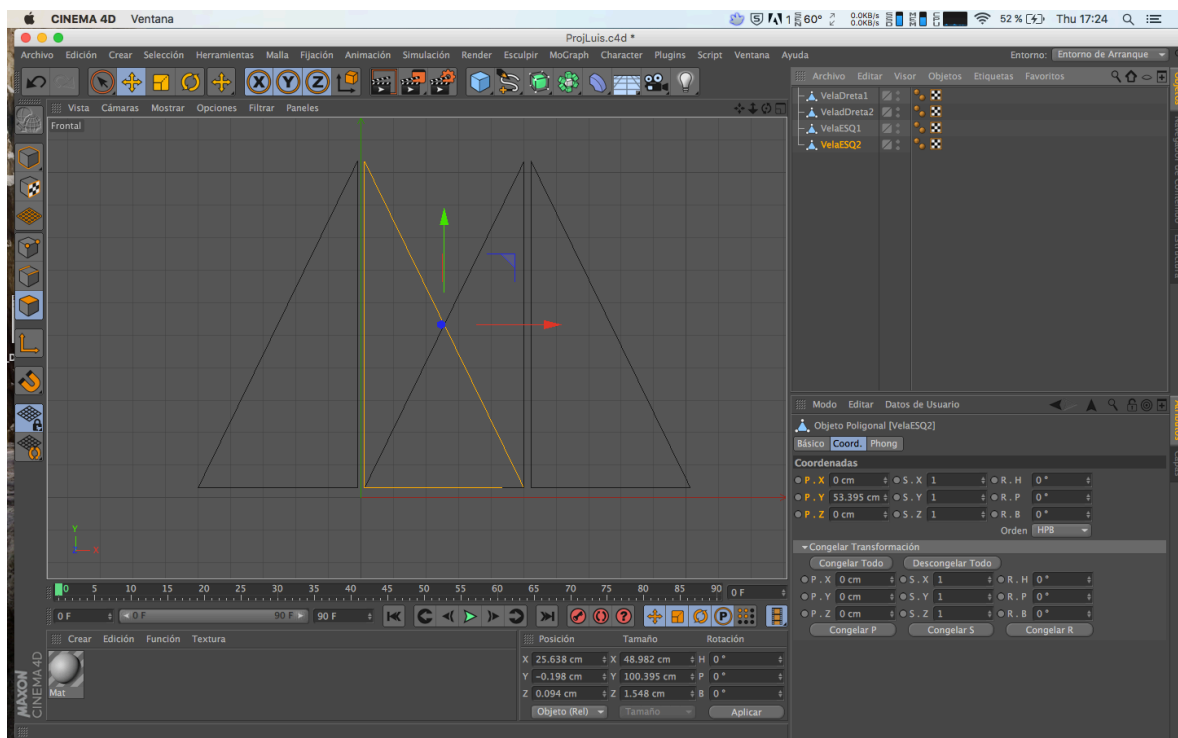


Fig 5.3 Modelo de las velas con Cinema4D

Una vez modeladas las velas, se exporta un primer render en formato PNG, que servirá más adelante para cuadrar la imagen en la superficie a proyectar. Para la posible adaptación en el barco el formato de salida sería de 4:3, 2k. Para la primera prueba sobre la maqueta construida se exporta en 16:9, a 1280x720. Ahora se puede generar contenido y animarlo a partir del modelo de las velas del barco, ya que si se genera sobre la superficie del modelo generado cuadrará después en la superficie del barco.

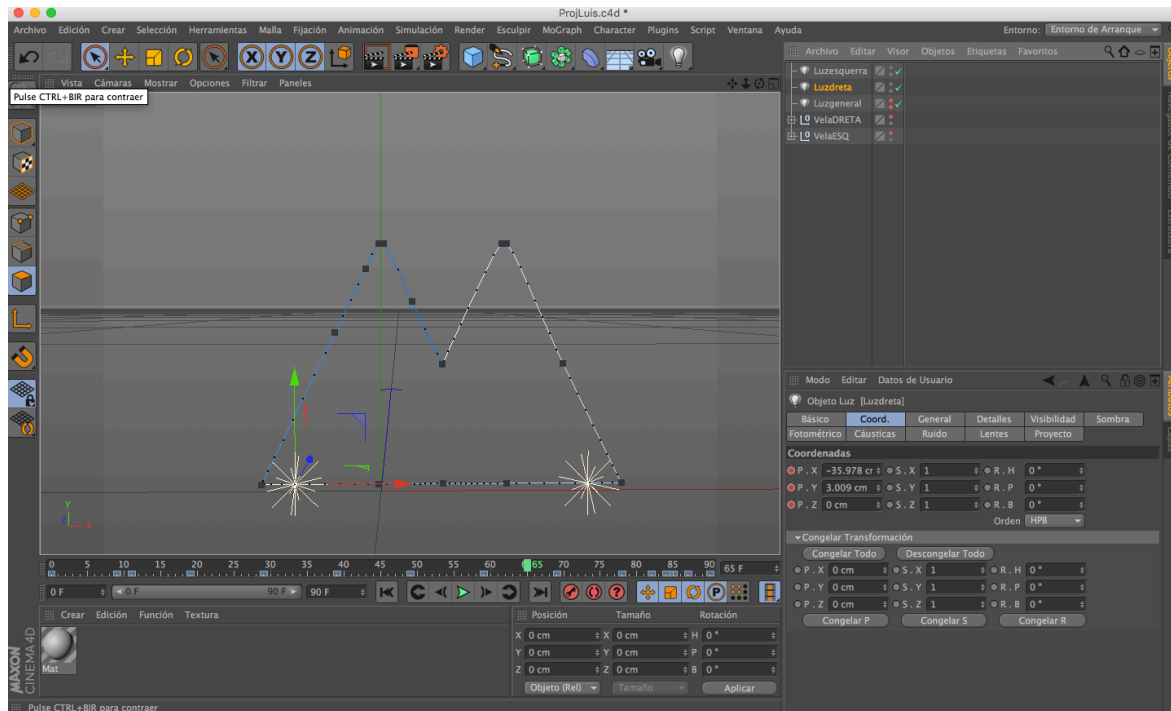


Fig 5.4 Efecto de luces en movimiento con Cinema4D

Se genera un efecto sencillo de dos luces siguiendo el contorno de las velas, y se complementa con un efecto de *lens flare*. Se exporta un vídeo corto con la misma resolución para probarlo en la superficie de la maqueta.

### 5.1.3. Fabricación de la maqueta del barco

Tanto como para realizar las pruebas necesarias para un buen desarrollo de la producción como para la posterior demostración, es una buena idea tener un soporte físico donde representar los contenidos que se van generando.

El alumno se desplaza al taller de Albert, un compañero de trabajo y buen amigo. Entre los dos buscan materiales reciclados por el almacén, hasta encontrar unas maderas y unas telas, suficiente para comenzar. Se asegura la base del barco, se atornillan los palos que serán los mástiles y se cortan las telas a medida que se van tensando sobre la estructura y fijando. (Ver Anexo II)



Fig 5.5 Maqueta con estructura fija, primera versión

#### 5.1.4. Prueba y error

En esta fase es necesario todo el ingenio del alumno para solucionar una serie de imprevistos, por otra parte, necesarios en la preproducción para que no coja a nadie por sorpresa más adelante.

El primero surge al adaptar el modelo generado con Cinema 4D. Este modelo se generó basado en una fotografía del barco, y la maqueta no es a escala. Más que un problema es un reto. Después de importar el fichero en PNG a Resolume Arena, se realizan unos cuantos retoques en las pestañas de *Input Selection/Output Selection* del menú *Advanced Output*, habiendo seleccionado la *Display2* como salida, que es donde se tiene conectado el proyector. Al rato de probar, la plantilla queda ajustada en las velas de la maqueta, aunque deformada.



Fig 5.6. Modelo de las velas con Cinema4D

Al proyectar el vídeo generado con Cinema4D, éste se sale de los contornos proyectados y deja de verse en algunos momentos, ya que se ha deformado la plantilla sobre la que se hizo.

En respuesta a esto, la solución es seguir el procedimiento correcto con la maqueta, ya que con el barco real no se ha podido. Se toma una fotografía con una focal lo más parecida posible a la del objetivo del proyector, justo desde la posición en la que debe encontrarse el proyector para que el haz de luz abra lo suficiente como para encuadrar toda la superficie de las velas. Esta fotografía se edita con Photoshop, para librarla del fondo y utilizar solo la figura de las velas, en formato PNG con canal alfa para tener transparencia.

Otro pequeño gran inconveniente surge cuando hay que desmontar: la maqueta es enorme. Antes de que cierre la ferretería, literalmente hay que correr como galgos. Después de comprar diversa tornillería, un par de modelos de bisagras y unas bridas, es necesario pasar unas horas más para desmontar el barco y construir un sistema plegable, con el cuál facilitar el transporte de la maqueta, y de tal forma que sea de fácil montaje después.



Fig 5.7 Maqueta con sistema plegable, versión definitiva

Con la maqueta en casa, se encuentran dificultades para encontrar el espacio para colocarla y posicionar el proyector suficientemente alejado, aunque se consigue finalmente, con el modelo Sanyo PLV-Z5.

El proyector se encuentra a 4,6 metros de distancia de la maqueta, y elevado 1,25 metros. La base de las velas mide 3,20 metros, y los mástiles 1,50 y 1,60 metros, ya que la maqueta no se hizo a escala exacta. Esto no es un problema, ya que para el espectáculo en el barco real se generará nuevo material.

**Help** **About** **Print**

**Primary Use:**  
 Presentations  
 Data/Text  
 Video/Games

**Recommended Seating:** 4.6 - 7.3 m  
**At Throw Distance:** 4.6 m

**Max Room Lighting:** 4% (16 lux)

**Find similar projectors...**

**Sanyo PLV-Z5 Projection Calculator**

**Zoom:** 2.00x  
 4.6 m  
 6.1 m  
 9.2 m  
**Throw Range**  
 Diagonal Range  
 Throw Range

**Lens:**  
 Throw Ratio: 1.39 - 2.77, Zoom Ratio: 2.0

**Image Brightness:** 42 nits

**Aspect Ratio:**  
 4:3  16:9  2.39:1

**Throw Distance:**  ft  in  m  cm

**Screen Gain:** 1.5

**Image Diagonal:**  ft  in  m  cm

**Recommended image brightness for low ambient light**

1.9 m  
 3.8 m  
 3.3 m

v2.32

Fig 5.8 Cálculo Throw Distance Sanyo PLV-Z5, Projectorcentral

Al no ser la misma distancia ni altura de proyección, se saca otra fotografía y se repite el proceso con Photoshop. Se adapta la nueva forma de las velas, esta vez con más exactitud, mediante la opción de warping de Resolume Arena.

Se crean las subdivisiones necesarias, tanto en el eje de coordenadas X como en el Y, para poder manipular la salida de vídeo y adaptarla a la maqueta. El modo de subdividirse puede ser tanto lineal como con curvas de Bezier.

Se realizan dos configuraciones, para comprobar cual es más precisa. Una de las pantallas configuradas está formada por una *Screen* con tres *Slices*, partiendo la superficie y los vídeos en tres partes.

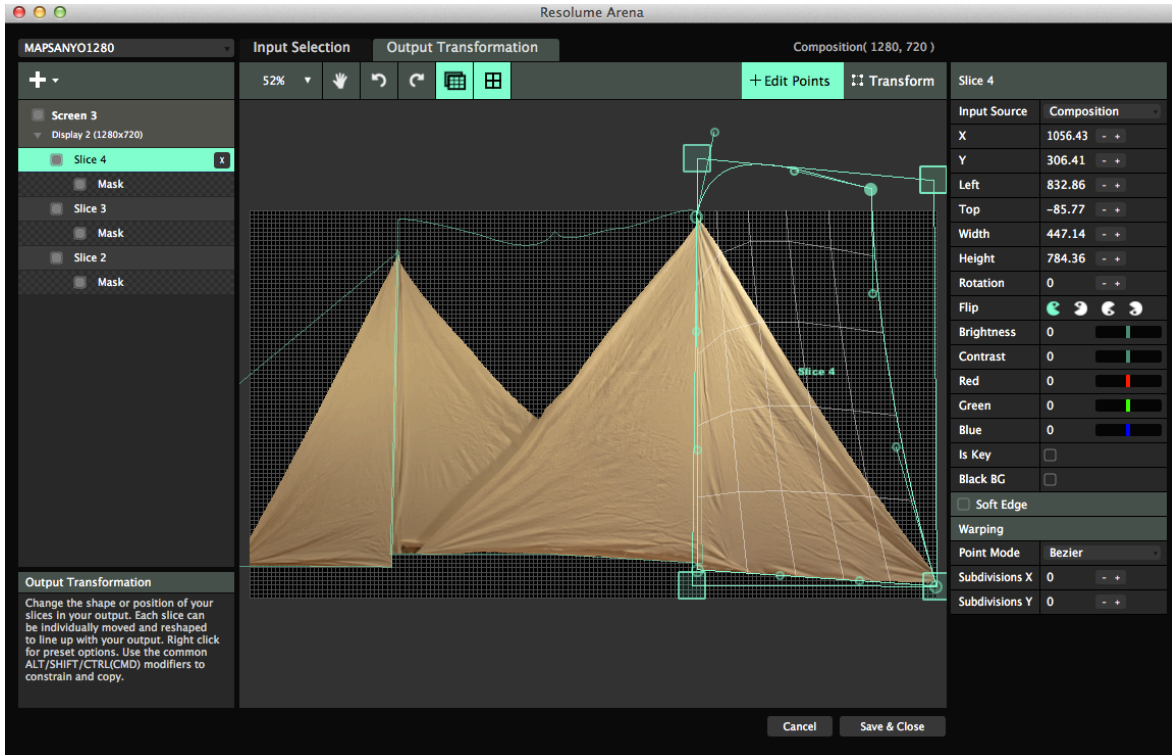


Fig 5.9 Advanced Output, Configuración con 3 slices

La otra configuración de pantalla consiste en una *Screen* con una única máscara, de tal forma que la adaptación se hace con una única malla.

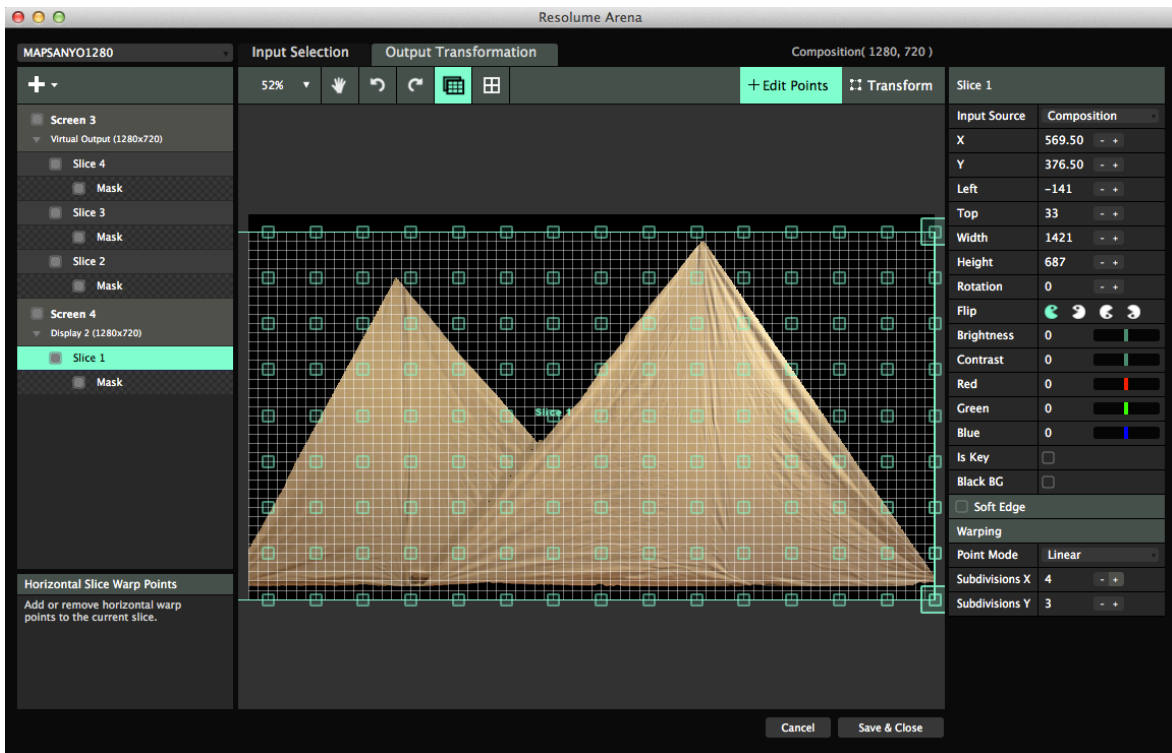


Fig 5.10 Advanced Output, Configuración con una malla

Sobre la maqueta, la primera configuración ocasiona pequeñas discordancias y solapaciones en el vídeo, al partirse en tres desde la *Input Selection*.

La segunda configuración muestra el vídeo completo, aunque lo deforma sutilmente, ya que al utilizar una única malla adaptar los puntos conlleva desplazar otros.

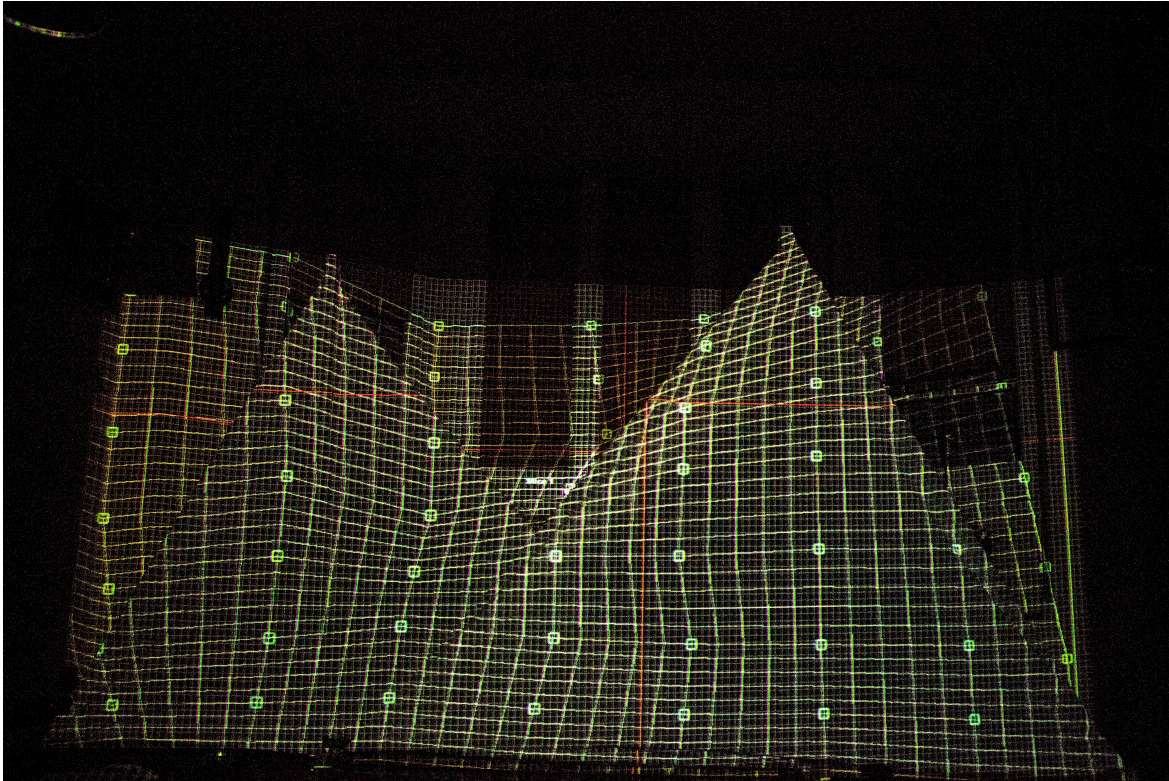


Fig 5.11 Salida real del video-proyector durante el proceso de warping

Una vez se consigue ajustar la imagen de las velas sobre la maqueta, se marca el suelo con cinta para delimitar el lugar del proyector y del barco, y se mantiene montado durante semanas para ir realizando pruebas con los contenidos que se van generando.

## 5.2. Producción

Se hace un diseño de iluminación en vivo con el simulador Capture, mediante las órdenes enviadas desde el simulador de mesa de luces WoleHydraII. Se crean escenas de luz basadas en el primer guión. Se genera un vídeo para presentar los resultados. Se crean nuevos vídeos con Premiere y Cinema4D a modo de demo de los efectos visuales que pueden lograrse en superficies irregulares con un video-proyector.

Generación de contenido	Herramientas/Proceso	Visualización resultado
Cinema4D	WoleHydraII	Capture Argo
Adobe Premiere	Resolume Arena	Vídeo sobre la maqueta
Adobe Photoshop		

Tabla 5.1 Sumario de programas

### 5.2.1. Simulación virtual

Para realizar pruebas de visualización en el momento de la creación del espectáculo, así como para hacer una demostración al cliente de lo que se puede conseguir en la superficie real, una maqueta 3D es de gran utilidad. Para esta simulación se van a vincular dos programas desde dos ordenadores a través de un cable Ethernet y un universo ArtNet: Capture Argo y WoleHydraII.

#### 5.2.1.1. Capture Argo

El simulador Capture permite diseñar un espacio escénico, dotarlo de iluminación y pre-visualizar el resultado antes de montar el espectáculo físico. Además, es compatible con el protocolo Dmx, lo cual permite conectarlo con mesas de luces o con simuladores de las mismas.

Al ejecutarse aparece una pantalla dividida en 4 con diferentes vistas y un menú. En el menú es posible seleccionar diferentes pestañas. Una de éstas es la librería, donde se

encuentran diferentes formas que pueden combinarse para representar objetos o superficies.

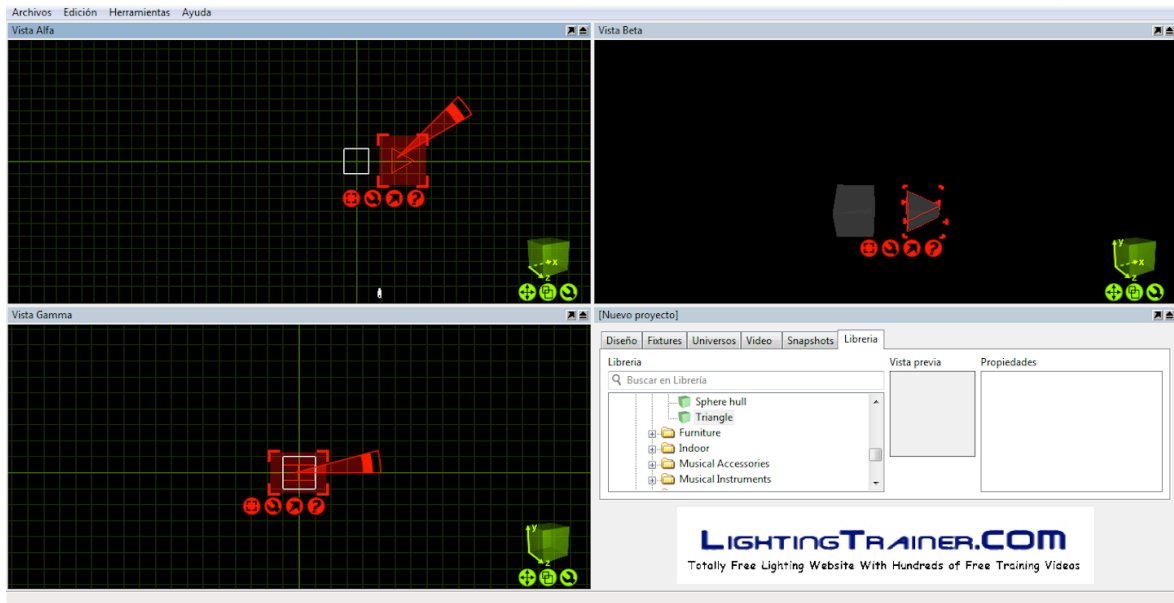


Fig 5.12 Generación de formas geométricas en Capture Argo

Juntando formas geométricas se consigue representar el casco del barco. Las tres herramientas básicas son desplazamiento, rotación y escala. Ajustando estos parámetros se logra modelar a escala la goleta.

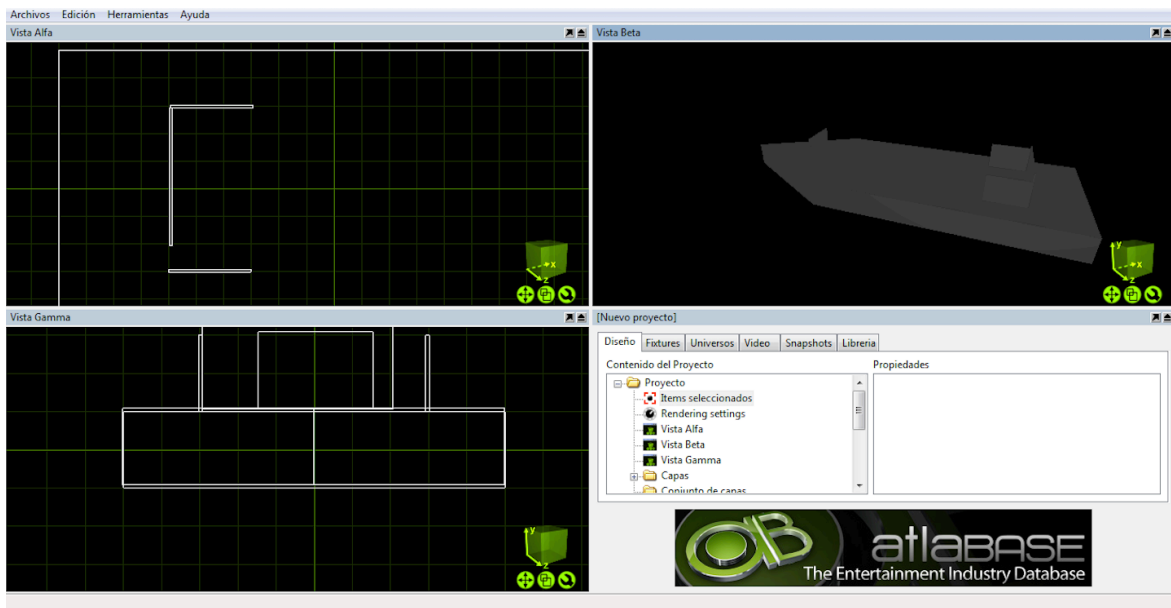


Fig 5.13 Modelado del barco en Capture Argo

Una vez generada la base, se acoplan los mástiles y las velas, y se representa también el puerto, donde se emplazará al público, y los detalles de infraestructura pertinentes.

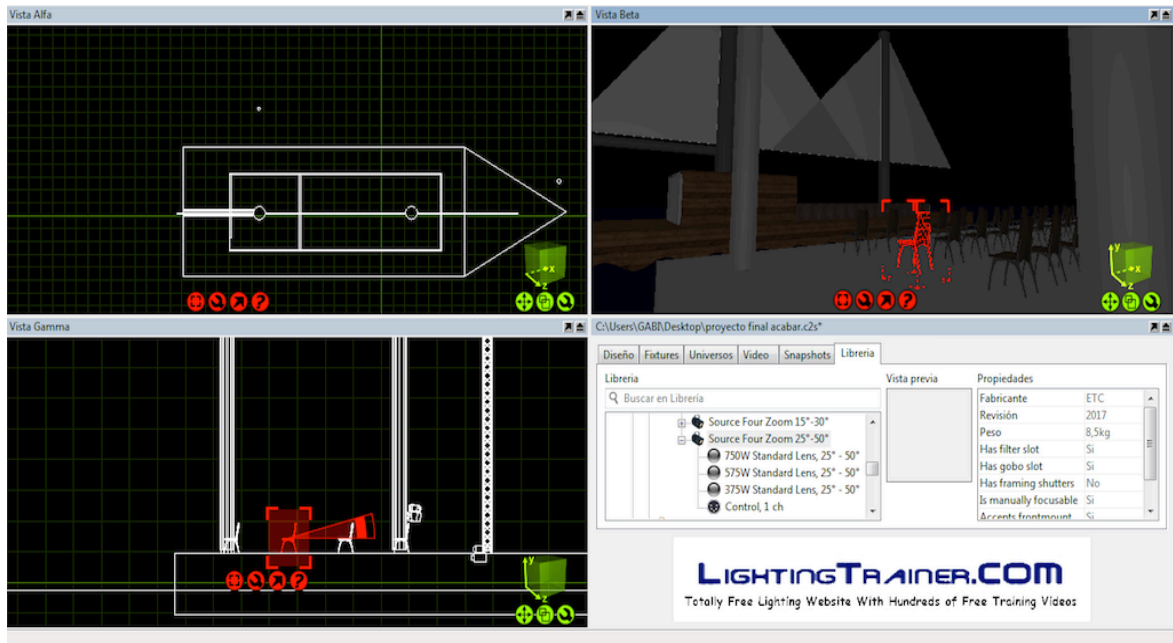


Fig 5.14 Recreación del espacio escénico en Capture Argo

Cuando se obtiene el resultado deseado, se dota a los objetos de texturas y se ajustan las propiedades de los materiales escogidos.

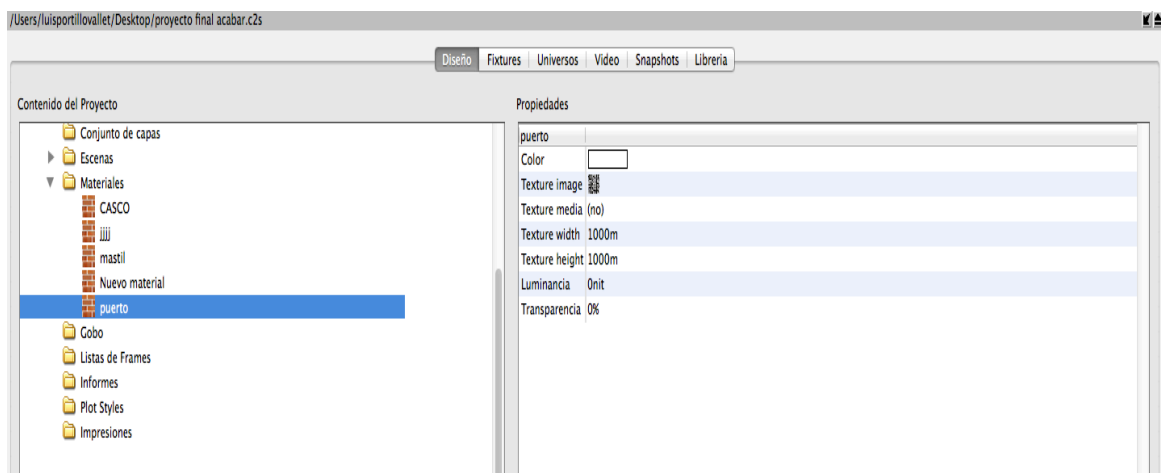


Fig 5.15 Menú de propiedades del material en Capture Argo

Una vez ajustados los materiales, se procede a colocar los focos en el espacio escénico. Se escogen modelos de iluminación convencional así como cabezas móviles. Es importante que los focos seleccionados en Capture se encuentren también en la librería de fixtures del simulador de mesa de luces (LT-HydraII), para que coincidan los canales de atributos y la sincronización entre ambos softwares sea satisfactoria. Al disponer de la versión demo del software, la cantidad de focos de la que se dispone es limitada. Aun así, suficiente para realizar una simulación.

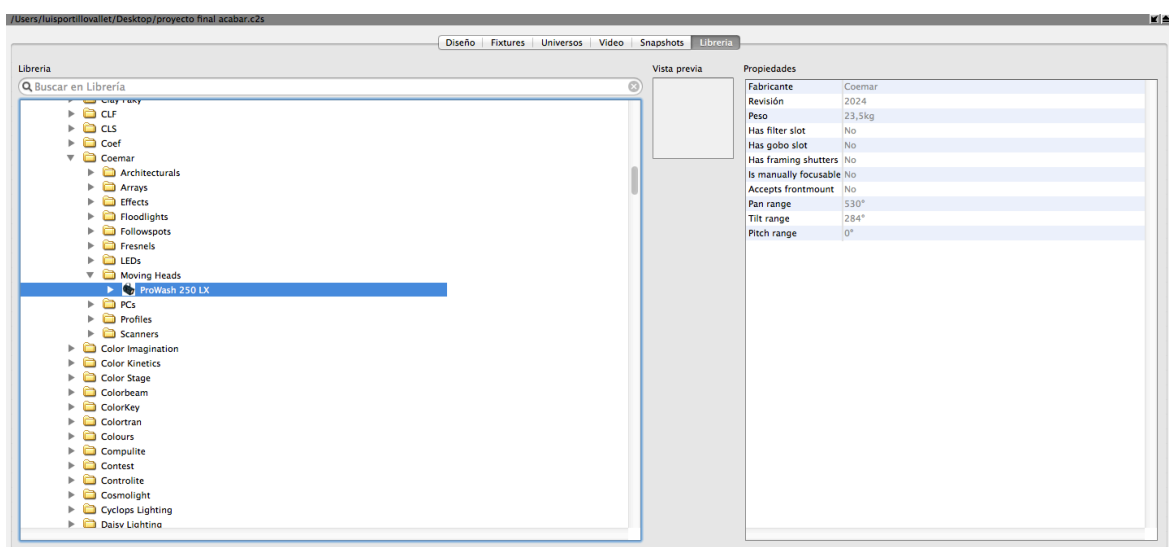


Fig 5.16 Librería de focos en Capture Argo

Al colocar los focos, es importante dotarlos de una dirección Dmx, la cual nos permitirá más adelante controlar los aparatos desde el simulador de HydraII.

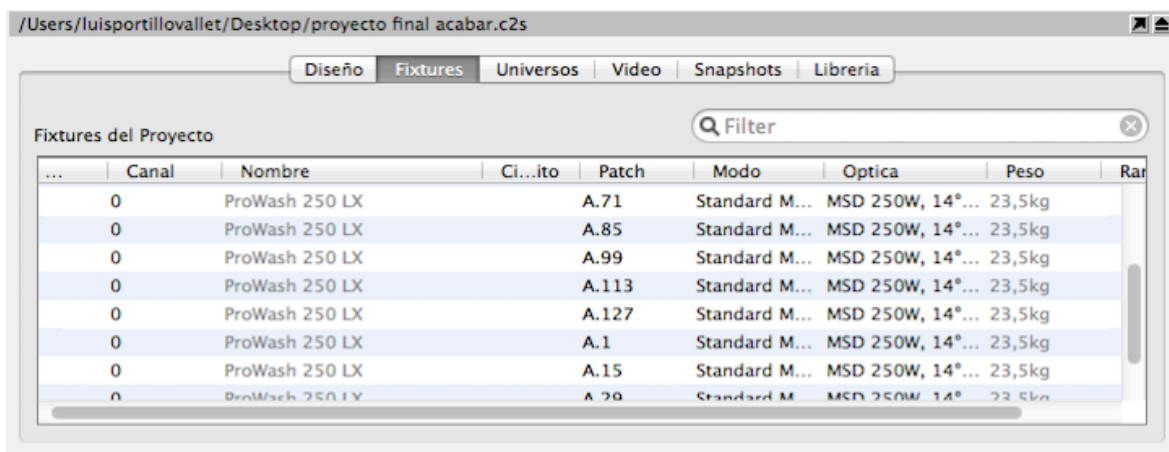


Fig 5.17 Pestaña Fixtures, donde se asignan direcciones Dmx en Capture Argo

Para mapear un vídeo en un material, en este caso en las velas del barco, es necesario cargar el vídeo primero, y vincularlo después en el material en cuestión.

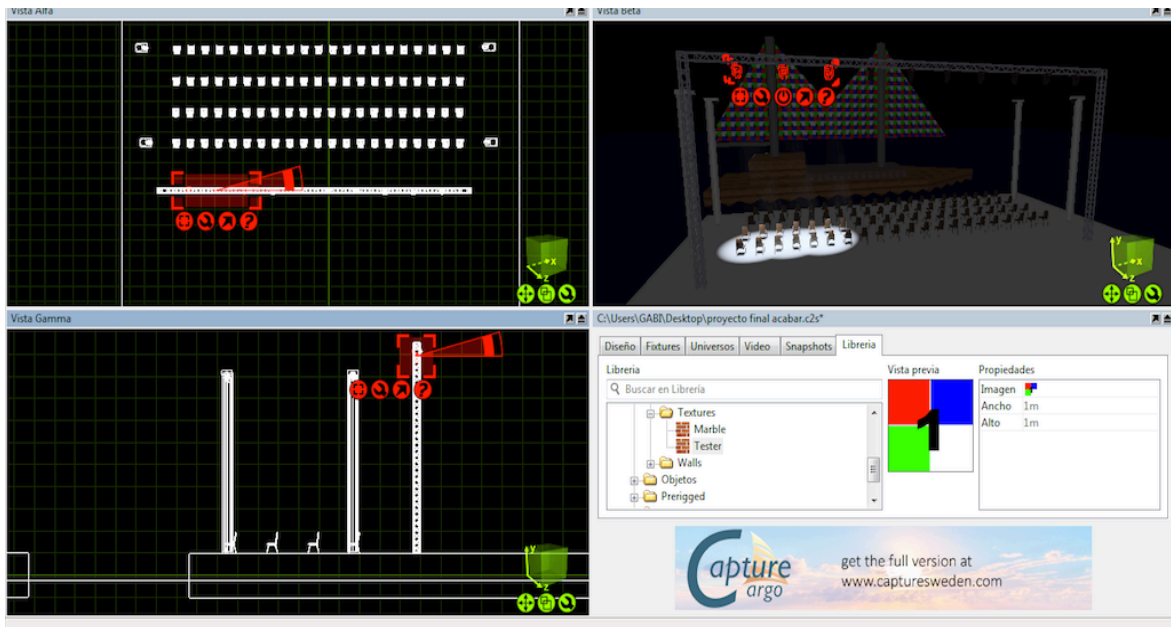


Fig 5.18 Asignación de vídeo como material en Capture Argo

### 5.2.1.2. Simulador LT-WoleHydraII

Este software no es más que la representación virtual de la mesa de luces HydraII de la marca LT-Light. Con él pueden ejecutarse shows sin necesidad de disponer de la mesa en su versión física. Para vincular este software con el simulador Capture, es necesario seguir estos pasos detallados a continuación:

- Desactivar el antivirus y el protocolo de comunicación TCP/IPV6, desde el *centro de redes y recursos compartidos*, en la pestaña *cambiar la configuración del adaptador*, apartado de *propiedades*.
- Hacer coincidir los primeros dígitos de las direcciones IP de ambos ordenadores para crear comunicación.

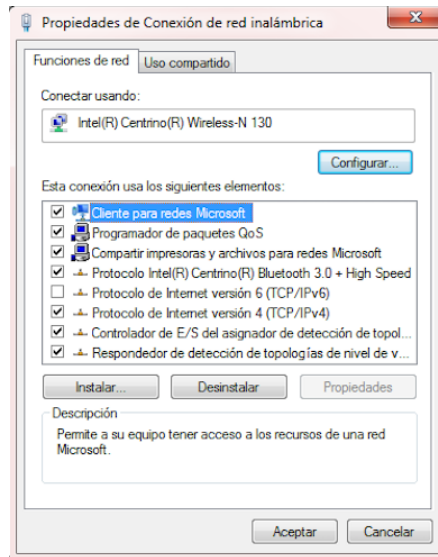


Fig 5.19 Propiedades de conexión de red inalámbrica, Windows

- En el simulador WoleHydraII, en el menú *Ethernet Configuration*, en la pestaña *Current Session*, clickando en *NEW*, se selecciona la IP del simulador Hydra.

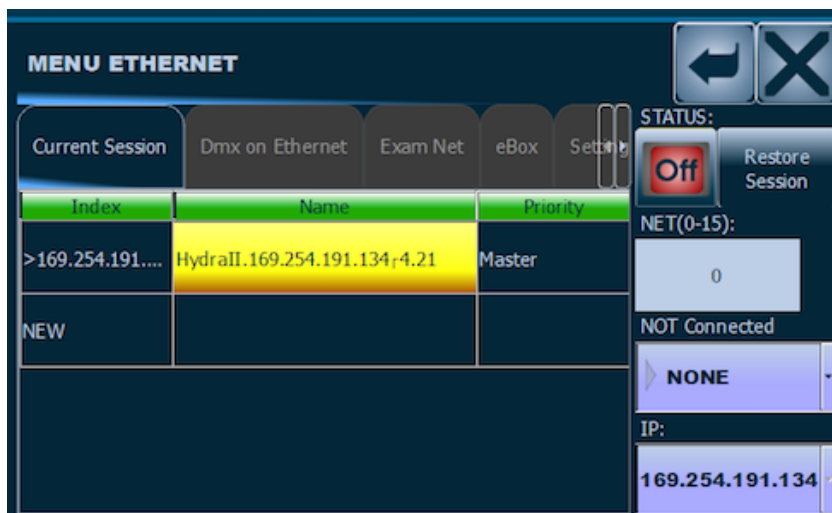


Fig 5.20 Menu Ethernet, Current Session, dirección IP Hydrall

- En el mismo menú, en la pestaña *Dmx on Ethernet*, se activa la salida de Artnet.

- En el botón *Status*, se hace un click para que se encienda en verde.

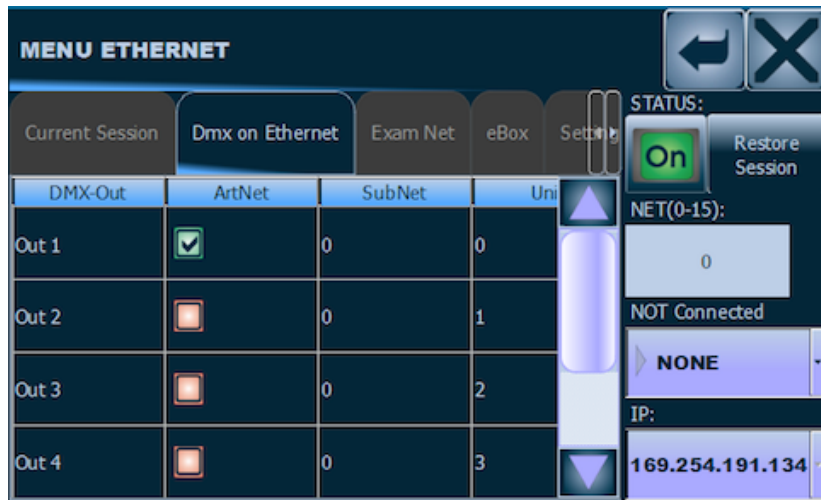


Fig 5.21 Menu Ethernet, Dmx on Ethernet, ArtNet & Status activados

- En el software Capture/Herramientas/Opciones/Conectividad, habilitar Artnet y CITP y reiniciar el simulador.
- En el apartado *Connected*, se selecciona la IP del software Capture.

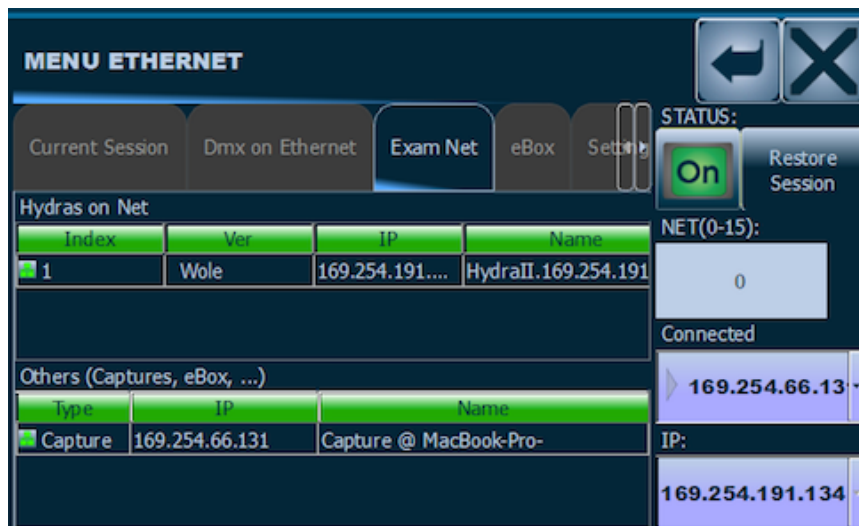


Fig 5.22 Menu Ethernet, Exam Net, dirección IP Capture

Después de estos pasos los dos programas están en comunicación. Para hacer la comprobación, en el simulador de HydraII se cargan los fixtures de los focos que se han colocado en Capture. Es imprescindible que las direcciones Dmx que previamente se han asignado a los focos en Capture coincidan con las direcciones Dmx que se asignan a los fixtures en WoleHydraII. De esta forma los focos representados en Capture responderán las órdenes que se ejecuten desde HydraII.

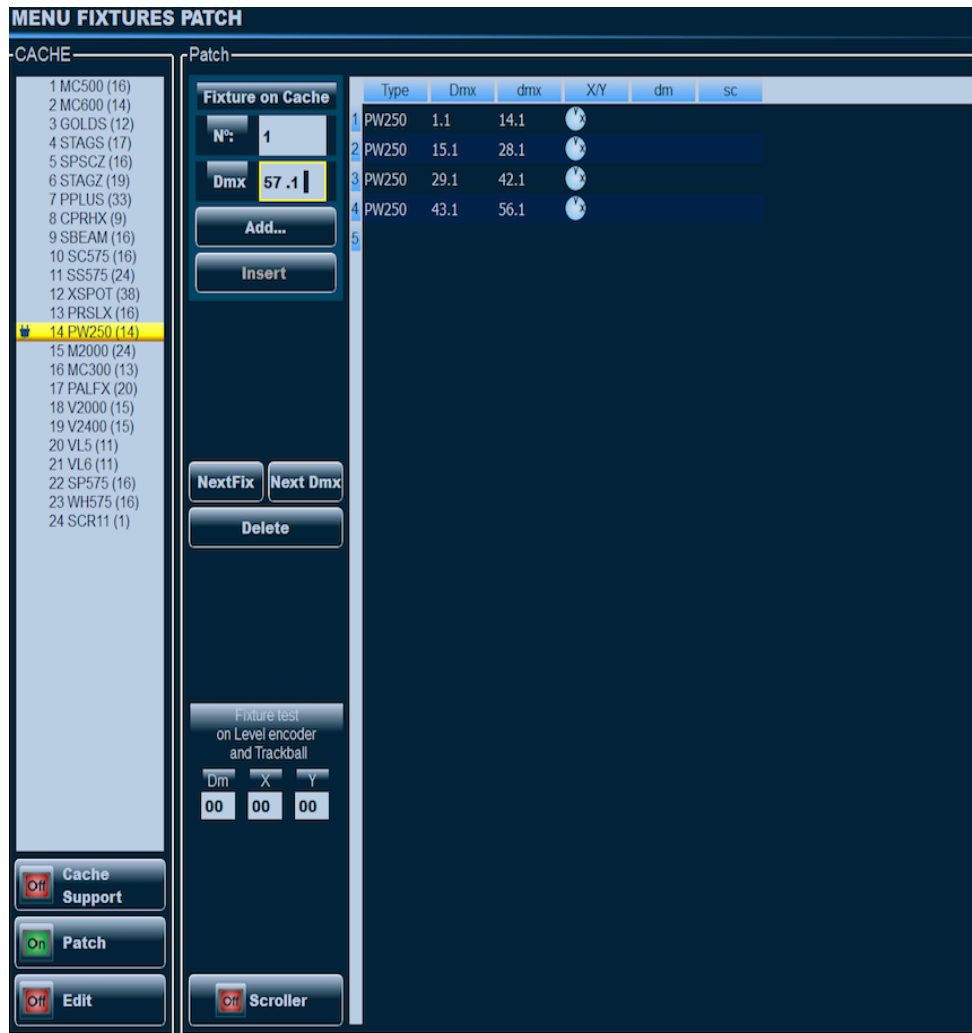


Fig 5.23 Menu Fixtures Patch, inserción de focos robotizados PW250 y direcciones Dmx

Una vez todos los focos están patcheados, se graban diferentes escenas en submasters con posiciones de focos y efectos. Uno de estos efectos es conocido como chase, y consiste en asignar una lista de canales de dimmer para que éste los encienda y apague secuencialmente, pudiendo variar la velocidad, el fundido entre cada foco y la intensidad.

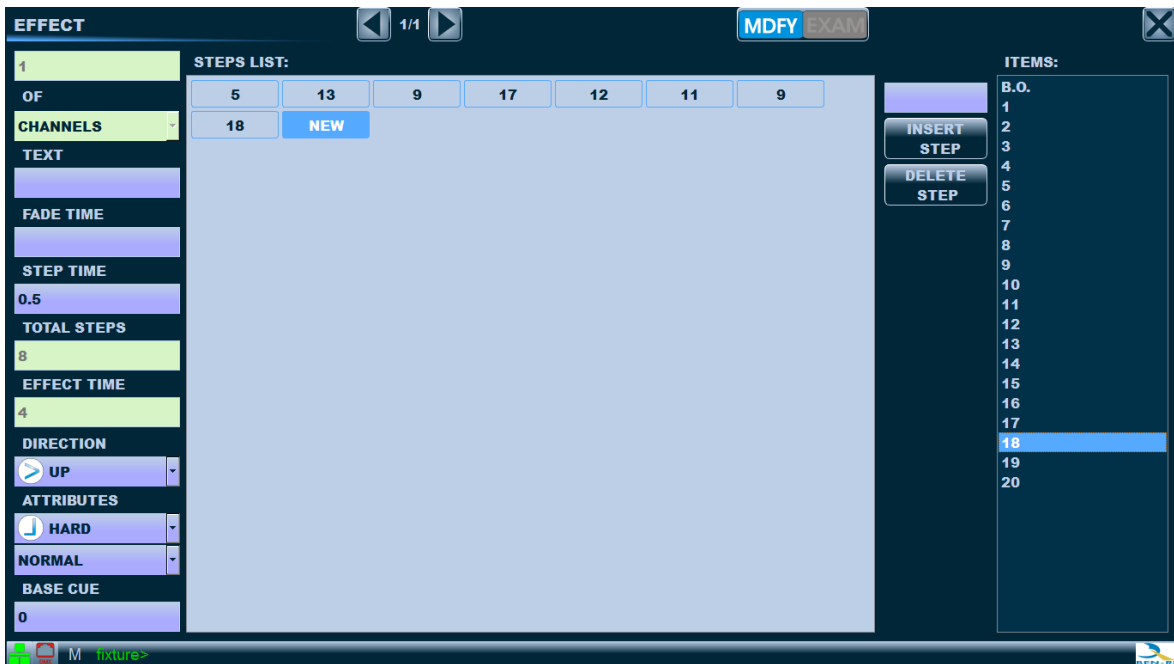


Fig 5.24 Menu Effect, creación de chase por canales de dimmer

Otro efecto interesante que se aplica es el llamado shape. Se utiliza con focos robotizados, y automatiza los parámetros controlables de los mismos. Se graban diferentes movimientos, pudiendo controlar después el tamaño y la velocidad.

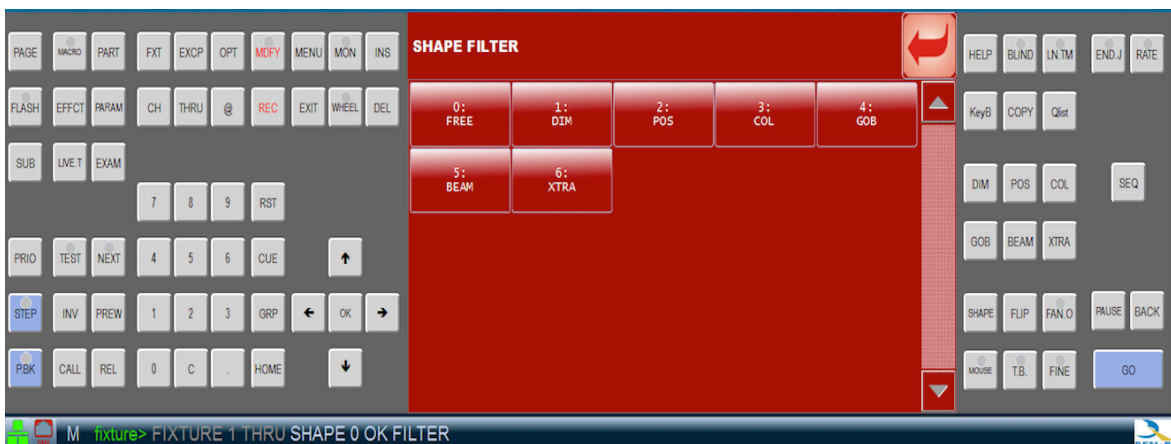


Fig 5.25 Menu Shape, creación de efectos para focos robotizados

Una vez grabados los efectos en los submaster, al activarlos se seleccionan en la pantalla los focos a los que afectan. Si observamos el simulador, veremos como los focos responden las órdenes.

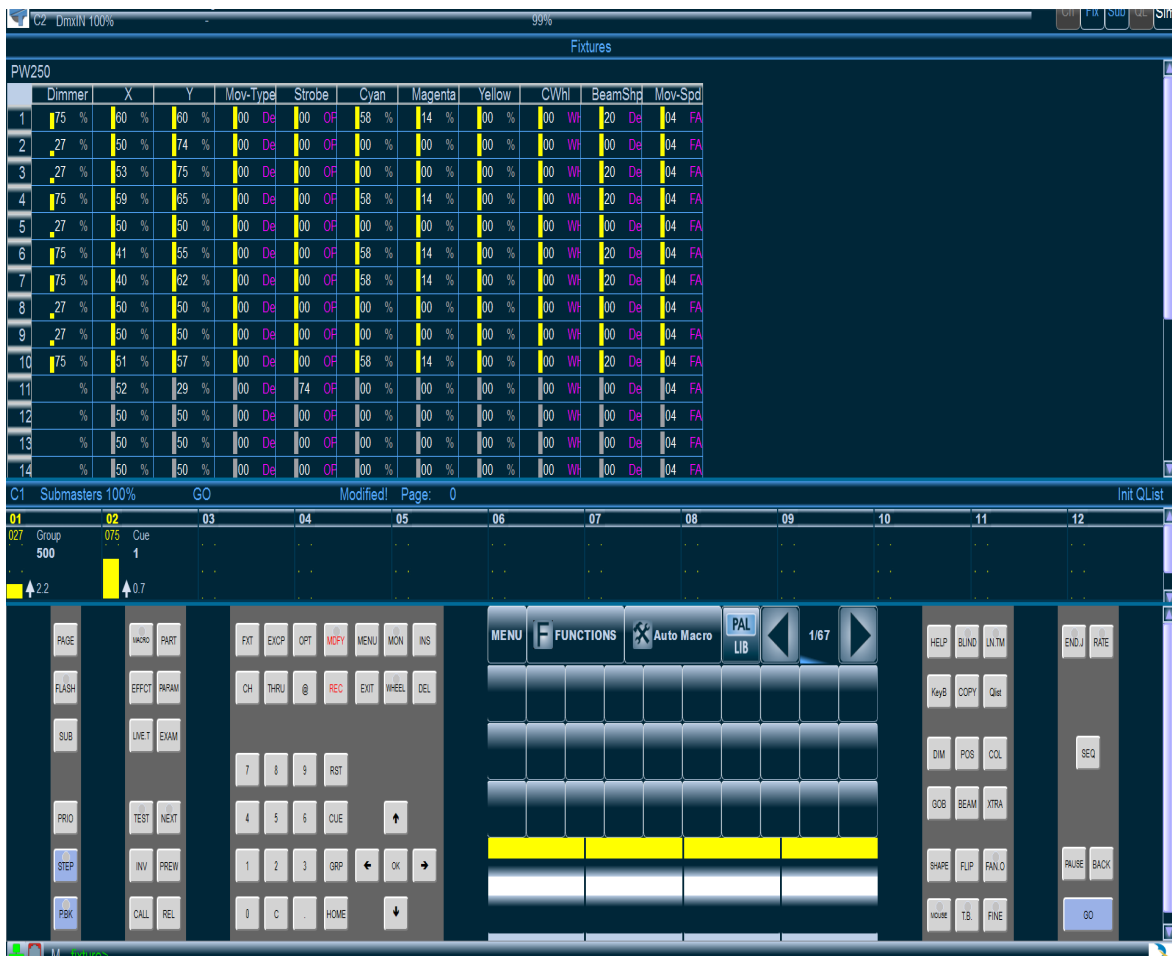


Fig 5.26 Menu principal WoleHydra II, parámetros seleccionados por submaster

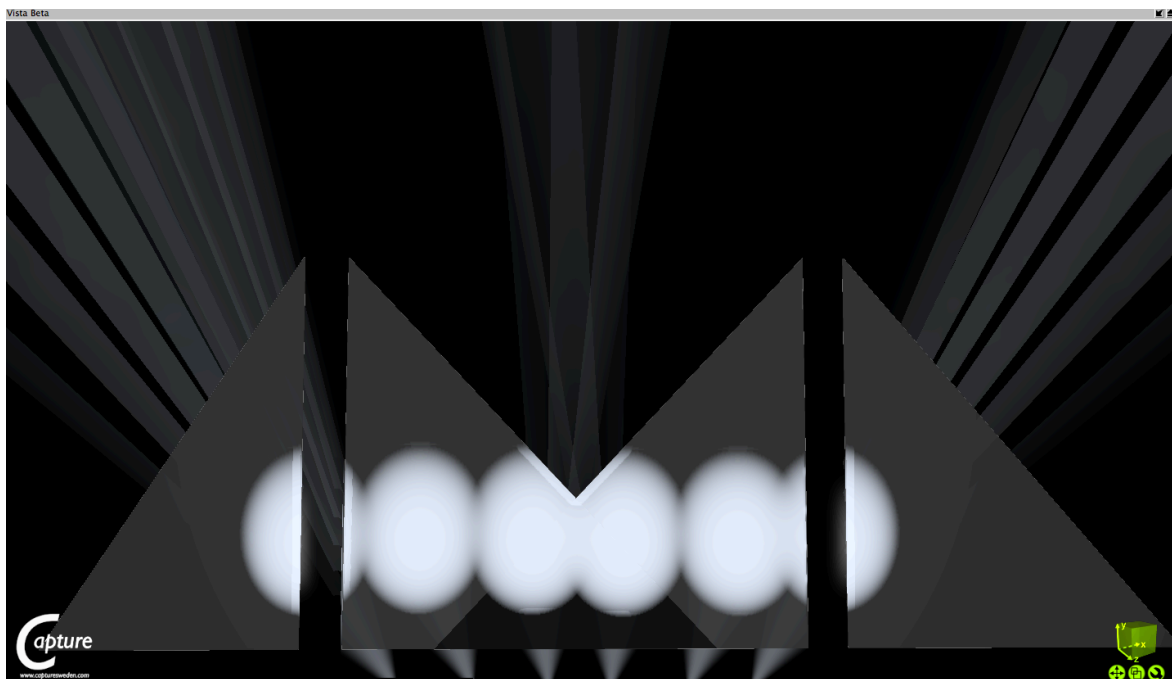


Fig 5.27 Representación de los focos seleccionados por el submaster de WoleHydraII en Capture Argo

## 5.2.2. Generación de contenidos adaptados a la maqueta

En esta fase se modifica la fotografía de las velas con Photoshop para conseguir un fondo negro recortado con la superficie de las velas a modo de máscara. Detrás de ésta máscara se generan efectos con Premiere, aprovechando las sugerencias de la forma y el contexto marítimo. (Ver Anexo II)

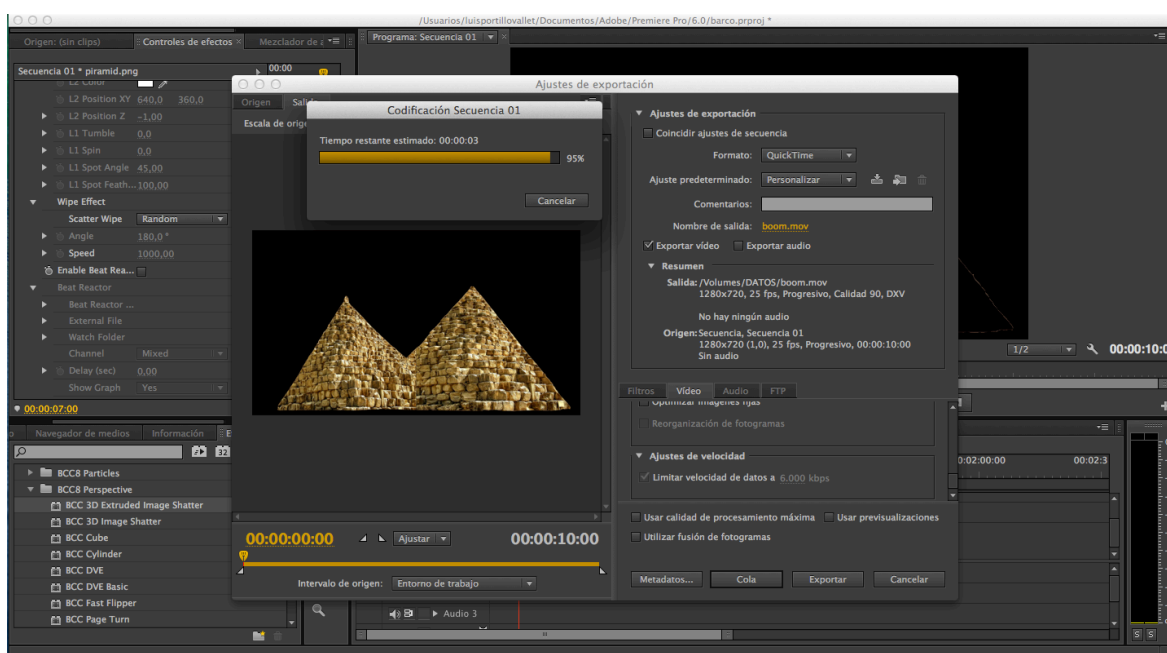


Fig 5.28 Exportación de efecto de vídeo generado en Adobe Premiere

Se generan vídeos en homenaje a Robertson y sus phantasmagorias, a Méliès y sus visiones extra-planetarias y a Terrell y su consciencia acerca de la luz. También se exportan diferentes animaciones enmarcadas en las velas, para poder combinarlas mediante superposiciones y diferentes efectos que incorpora Resolume Arena.

Se generan animaciones de el planeta Tierra y del océano mediante Cinema4D, además de un neón que recorre el contorno de las velas.

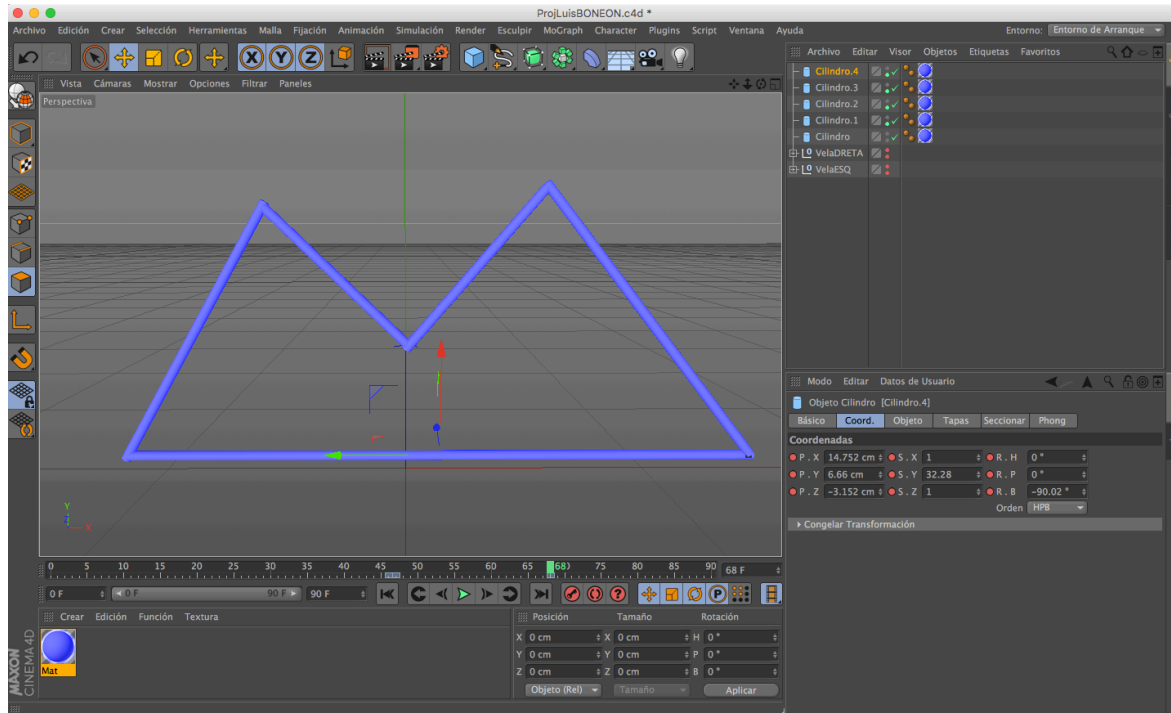


Fig 5.29 Creación del efecto de seguimiento del contorno en Cinema4D

### 5.3. Postproducción

En esta última etapa, se crea un plano a escala del espacio escénico con AutoCad, y se realizan los cálculos necesarios para determinar la distancia de proyección para el barco. Se estudia cual es el mejor formato para exportar los contenidos en el caso de realizar el espectáculo en el barco. Se comparan proyectores para escoger cuál sería el proyector adecuado, los focos y el material necesario la para pasar de la maqueta al escenario real, y se explica el funcionamiento del conexionado entre el simulador de mesa de luces WoleHydraII con un video-proyector y con focos mediante un periférico llamado eBox.

#### 5.3.1. Cálculos y planos

Para saber con certeza cuál es la distancia a la que colocar el proyector para que éste abarque toda la superficie sin perder nitidez, hay que realizar una serie de cálculos y dejar constancia mediante diferentes documentos.

### 5.3.1.1. Cálculo de la distancia de proyección

Una vez escogido un proyector, existen diferentes programas que calculan la abertura del mismo en relación a la distancia y la luminosidad. Introduciendo el modelo seleccionado y el tipo de lente, ofrece la posibilidad de ajustar la distancia hasta conseguir la abertura deseada, haciendo los cálculos pertinentes para validar la posición y elección del aparato.

**Christie Lens Calculator** **CHRISTIE**

Projector : Boxer 30  
Lens : 0.72:1 Fixed - Part #: 121-111104-01

**Selections Valid** ✓

**Projector info**

Projector filters

Name:

Resolution: all

Series: all

Min lumens: 0

Reset  Show discontinued

**Projector list - 97 items**

- 4096x2160 (4K) 35000 lumens
- Christie D4K3560 4096x2160 (4K) 35000 lumens
- Boxer 2K20 2048x1080 (2K) 20000 lumens
- Boxer 2K25 2048x1080 (2K) 25000 lumens
- Boxer 2K30 2048x1080 (2K) 30000 lumens
- Boxer 4K30 4096x2160 (4K) 30000 lumens
- Boxer 30 2048x1080 (2K)**

**Content dimensions**

Width: 0.87 to 168.19 (25.35 m)

Height: 0.66 to 126.14 (19.01 m)

Diagonal: 1.09 to 210.24 (31.69 m)

Aspect ratio: 4.3

Throw distance: 1.16 to 177.75 (27 m)

Units:  in  ft  mm  cm  m

Reset Print Disclaimer

Calc image size

Calc throw distance

Out of spec mode

Calculate throw distance mode allows you to choose a lens and set and image size to see available throw distances

Version 2.10 - Feb/1/2016

**Side view - Vertical offset selector**

Projected image height: 19.01m  
Content height: 19.01m  
Throw: 27m

**Top view - Horizontal offset selector**

Projected image width: 35.92m  
Content width: 25.35m

**Available lenses for Boxer 30**

Name	Throw range(m)	Vertical offset	Horizontal offset
0.72:1 Fixed	27	+0% / -0%	+0% / -0%
0.9:1 Fixed	33.8	+45% / -45%	+15% / -15%
1.13-1.31:1 Zoom	40.8 - 47.8	+60% / -60%	+25% / -25%
1.31-1.63:1 Zoom	47 - 59.2	+80% / -80%	+30% / -30%
1.63-2.17:1 Zoom	58.7 - 78.9	+80% / -80%	+30% / -30%
1.99-2.71:1 Zoom	72.1 - 97.9	+15% / -15%	+5% / -5%
2.71-3.89 Zoom	98.2 - 141.6	+45% / -45%	+15% / -15%
3.89-5.43:1 Zoom	141.6 - 199.4	+85% / -85%	+25% / -25%
4.96-7.69:1 Zoom	199.4 - 282.2	+90% / -90%	+40% / -40%

Fig 5.30 Cálculo de Throw Distance, Christie Boxer 30

Para el la superficie de las velas del barco, de unos 19 metros de altura, es necesario un proyector de gama alta. Después de valorar la posibilidad de utilizar dos o tres proyectores más pequeños, queda descartado debido a que la mayoría no alcanzan la altura necesaria a media distancia, y al alejarlos demasiado para ganar abertura acaban perdiendo

luminosidad. Se podría montar una estructura con diferentes alturas para colocar los aparatos, aunque eso complicaría en exceso el montaje y el proceso de ajuste, ya que habría que recurrir a otros software para realizar lo que se conoce como blender, que consiste en solapar varios proyectores para generar una imagen de mayor tamaño. Finalmente se opta por un proyector de última generación, el Christie Boxer30 colocado a 27 metros de las velas, sobre una única estructura de 15 metros de ancho y 9 de altura. Con esta posición se consigue una abertura de 25,35 metros de ancho por 19,01 metros de altura, al utilizar un objetivo fijo de 0.72:1, y un aspect ratio de 4:3.

### 5.3.1.2. AutoCad

Para tener documentados los resultados obtenidos, se genera un plano con el programa AutoCad, donde se detallan las medidas y distancias necesarias para el montaje del espectáculo. Se detalla una vista en alzado, otra en perfil y otra en alzado, a escala real.

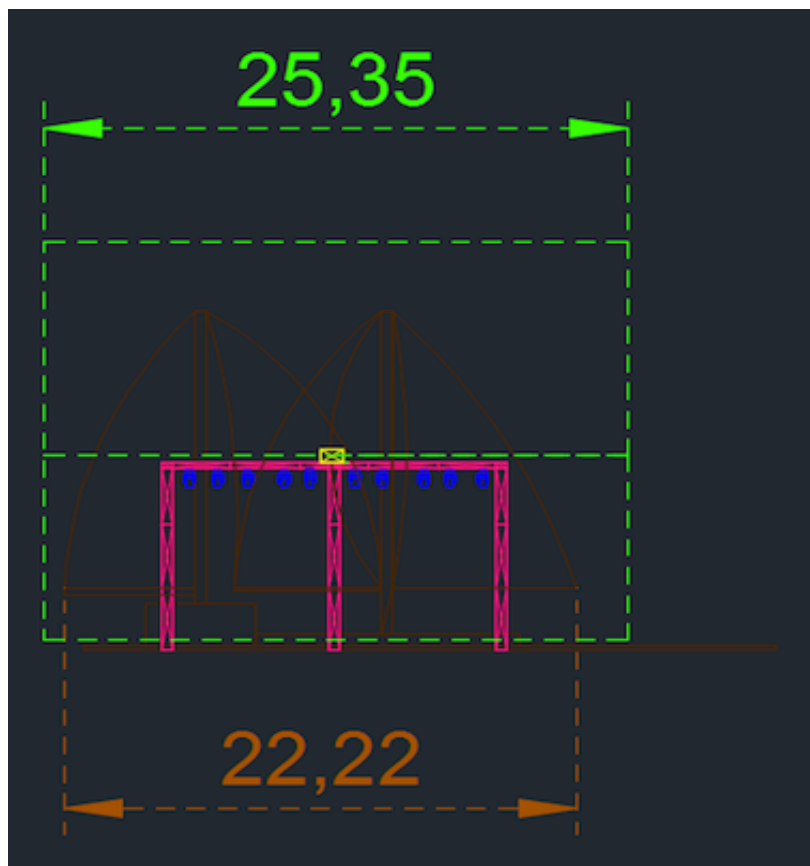


Fig 5.31 Vista en alzado, Autocad

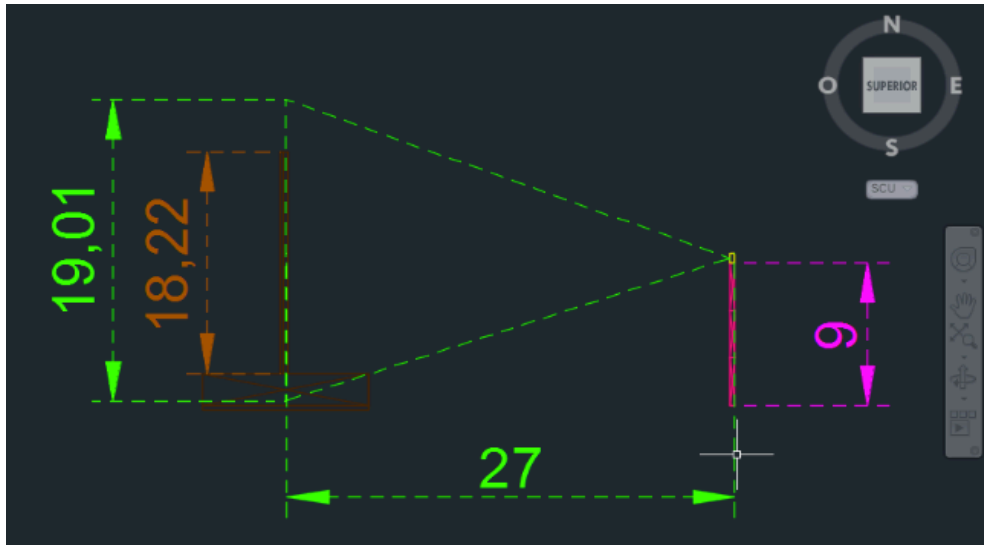


Fig 5.32 Vista en perfil, Autocad

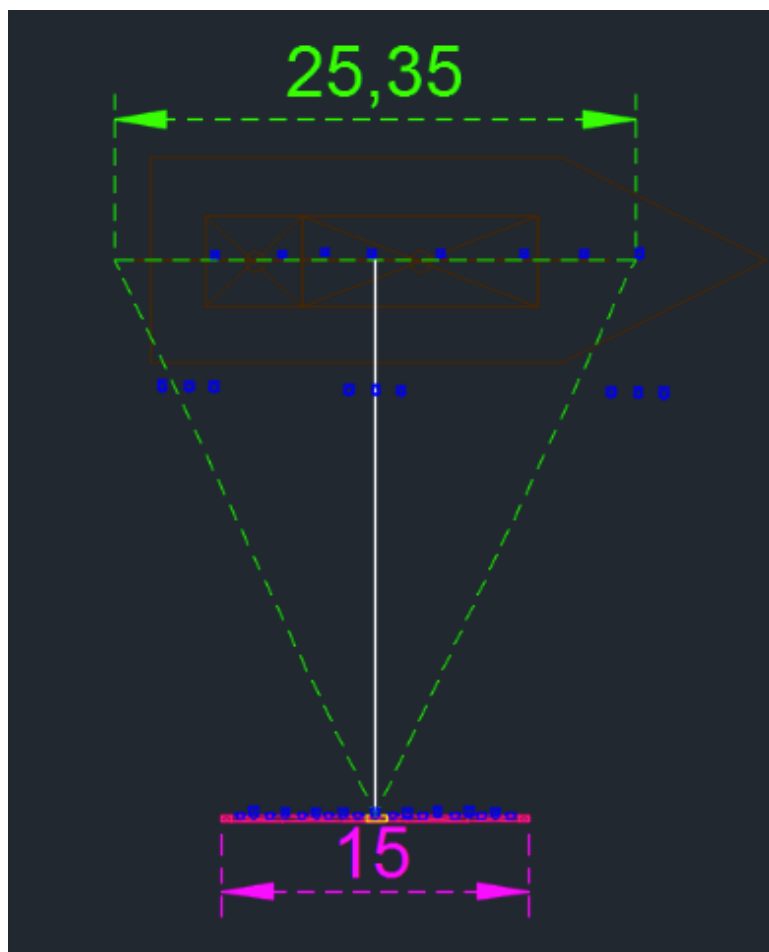


Fig 5.33 Vista en planta, Autocad

### 5.3.1.3. Listado de material

A continuación se muestra una tabla con las necesidades mínimas de inventario para la realización del espectáculo en el barco. Se cuenta con un ordenador portátil MacBook Pro para utilizar Resolume Arena y un ordenador con sistema Windows para manejar Wole HydraII, a través del periférico eBox, abaratando así costes al no necesitar mesa de iluminación. La empresa SONO o la empresa Eikonos son distribuidoras e instaladoras oficiales de la marca Christie, y realizan alquiler e instalación ajustando presupuesto según días y localidad. El resto de material se ha escogido en base a la disponibilidad del mismo en la empresa de alquiler audiovisual Quesoni, donde el alumno está trabajando actualmente. A continuación se muestra un esquema de la disposición del material y una tabla, enviados a la empresa Quesoni para obtener presupuesto aproximado (Anexo II).

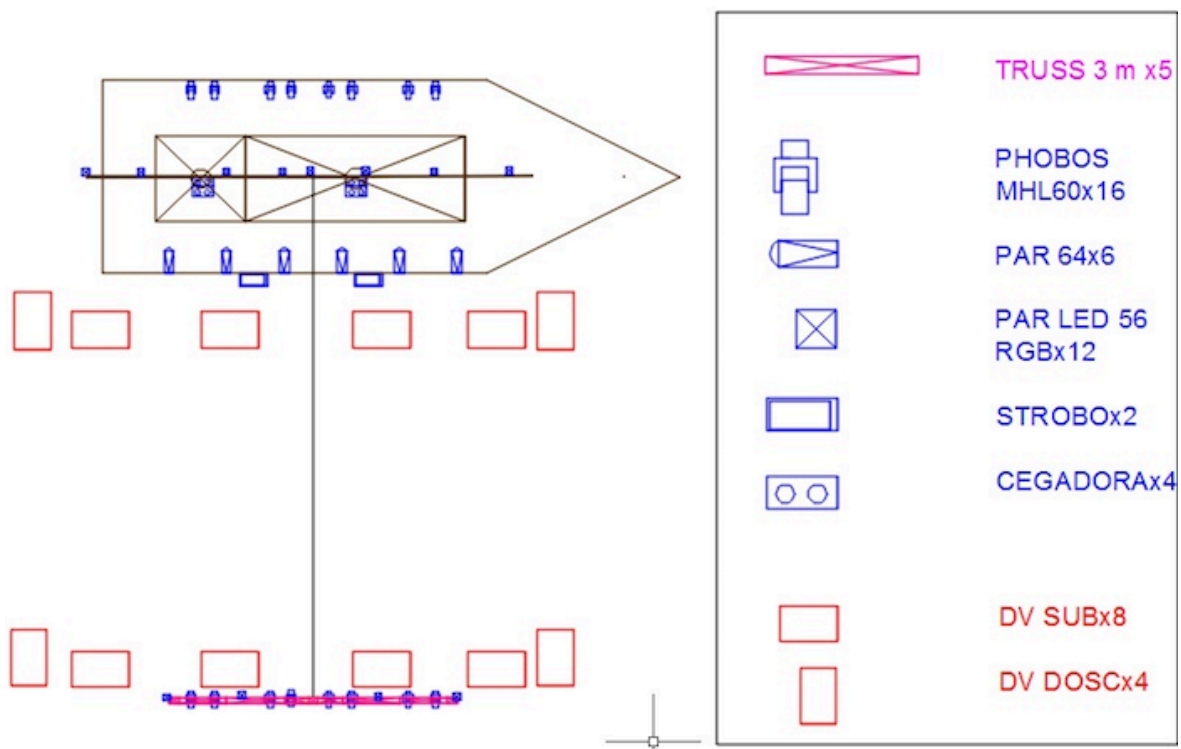


Fig 5.34 Esquema disposición luces y sonido

<b>MATERIAL</b>	<b>TIPO</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>SONIDO</b>	<b>L'ACOUSTICS DV-DOSC</b>	<b>4</b>
	<b>L'ACOUSTICS DV-SUB</b>	<b>8</b>
	<b>L'ACOUSTICS LA8</b>	<b>2</b>
	<b>L'ACOUSTICS LA48</b>	<b>6</b>
	<b>XTA DP 226</b>	<b>2</b>
<b>ILUMINACIÓN</b>	<b>DIMMER STRONG 6CH</b>	<b>2</b>
	<b>CEGADORAS</b>	<b>4</b>
	<b>STROBO</b>	<b>2</b>
	<b>PAR 64</b>	<b>6</b>
	<b>PAR LED 56 RGB</b>	<b>12</b>
	<b>PHOBOS MHL 60W</b>	<b>16</b>
	<b>SPLITTER</b>	<b>1</b>
	<b>SMOKE FACTORY-TOUR HAZER II</b>	<b>2</b>
<b>ESTRUCTURAS</b>	<b>TORRE PA VMB TLA 220</b>	<b>4</b>
	<b>TORRE VMB TE-074</b>	<b>3</b>
	<b>TRAMO TRUSS 3M</b>	<b>5</b>

Tabla 5.2 Listado de material enviado a empresa de alquiler de material Quesoni

QUESONI, SERVEIS INTEGRALS PER A L'ESPECTACLE, SCCL  
C/Girona, 9  
08450 Llinars del Vallès  
F66683228

**Contactes**  
Oficina: 93 188 55 25  
Tobal: 667 338 594  
Uri: 626 824 345  
www.quesoni.cat  
info@quesoni.cat

**Pressupost:** 16P0280

**Data:** 26-09-2016

**Client** Luis Portillo

**Data inici:** 00-00-0000

**Núm. dies:** 1

**Data Final:** 00-00-0000

Descripció	Import	Quan.	Coef.	Subtotal
<b>Lloguer de Material ESPECTÁCULO GOLETA ALANIA</b>				
<b>SISTEMA DE PA LINE ARRAY</b>				
L'Acoustics DV-Dosc	40,00	4	1	160,00
L'Acoustics DV-Sub	32,00	8	1	256,00
<b>AMPLIFICACIÓ DE PA</b>				
L' Acoustics LA8	85,00	2	1	170,00
L' Acoustics LA 48	37,50	6	1	225,00
Processador XTA DP-226	45,00	2	1	90,00
<b>LED</b>				
Parled 120w 5+1	20,00	12	1	240,00
<b>CAPS MÒBILS</b>				
Spot Phobos MHL60w	40,00	16	1	640,00
<b>REGULACIÓ DE LLUMS</b>				
Dimmer Strong 12ch	50,00	1	1	50,00
Spliter DMX	20,00	1	1	20,00
<b>EFFECTES</b>				
Màquina de fum Hazer	40,00	2	1	80,00
Strobo Martin Atomic	30,00	2	1	60,00
<b>IL·LUMINACIÓ CONVENCIONAL</b>				
Cegadora 2 lamp	5,00	4	1	20,00
Projector par64 1000w	5,00	6	1	30,00
<b>TORRES ELEVADORES I TRIPODES</b>				
Torre elevadora TE 074	30,00	3	1	90,00
Torre elevadora TL-A 220	80,00	4	1	320,00
<b>TRUSS</b>				
Truss quadrat 30cm/3m	15,00	5	1	75,00

Desc	Base imposable	%IVA	IVA	%RE	RE	%IRPF	IRPF
0 %	2.526,00	21	530,46			0%	0,00

**TOTAL**

**3.056,46 €**

**Data de venciment:** 26-10-2016

**Forma de pagament:** Transferència

**ISBN:** ES34 3025 0005 8114 3327 8296

QUESONI, SERVEIS INTEGRALS PER A L'ESPECTACLE, SCCL, queda aliena a qualsevol suspensió que es pugui produir a l'espectacle, ja sigui per una fallada en el subministre d'energia elèctrica, inclemències meteorològiques o alguna altra causa aliena a la nostra empresa. Qualsevol furt, desperfecte o destrucció que es produïxi del material des del muntatge fins al desmuntatge queda a càrrec del client. Aquest pressupost té una validesa de 30 dies. La reserva de material queda supeditada a la disponibilitat en el moment de la confirmació.

En cas que el pressupost sigui del seu interès, accepteu-lo per correu electrònic el més aviat possible. Moltes gràcies.

Fig 5.35 Presupuesto iluminación y sonido de la empresa Quesoni

### 5.3.2. Resolume Arena

Para disponer de mayor repertorio visual y poder añadir efectos, en lugar de proyectar un único archivo de vídeo, se colocan diferentes vídeos cortos en las diferentes capas del programa con la finalidad de transformarlos y combinarlos.

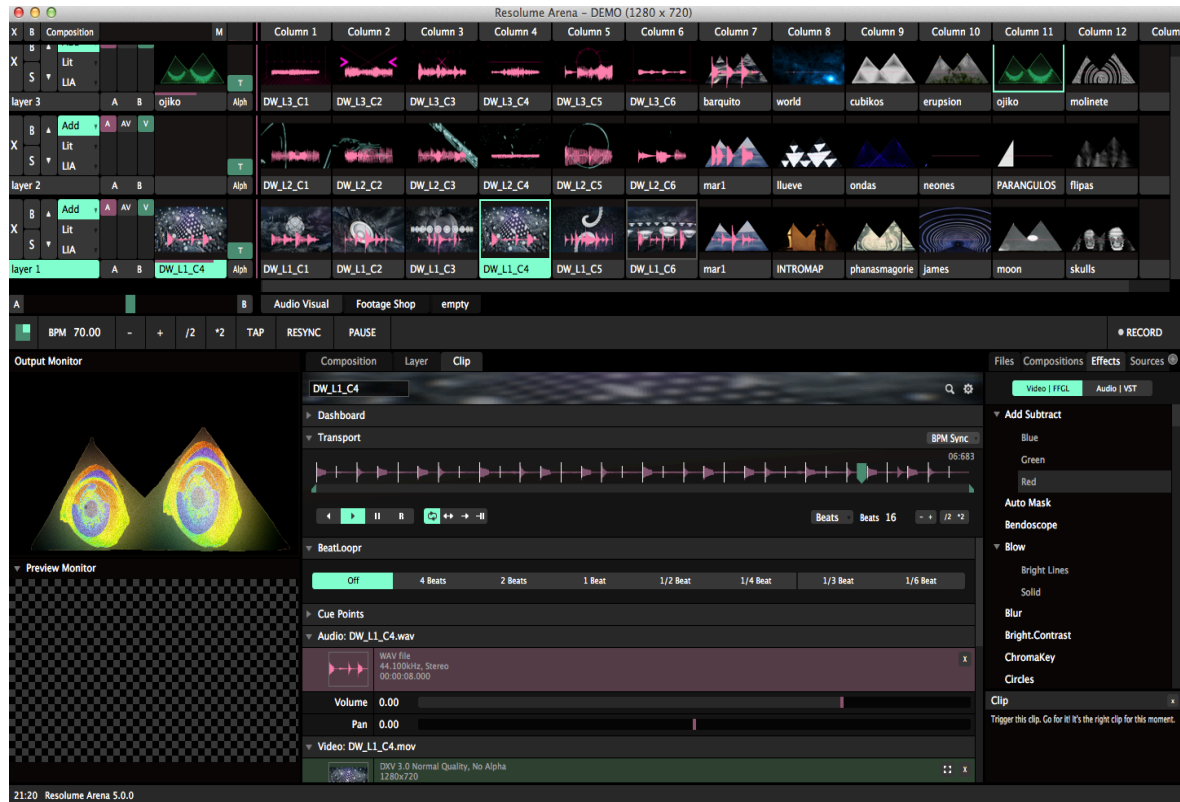


Fig 5.36 Preparación de capas, Resolume Arena

Para un control más preciso y cómodo, se pueden asignar parámetros para manejarlos mediante un controlador externo. Para llevar a cabo esta mejora, es necesario primero seleccionar el controlador en las preferencias MIDI y asignarlo como *Input 1*.

De esta forma, se puede combinar contenido y efectos de manera más accesible, pudiendo perfeccionar el show adaptando el controlador para una ejecución con más posibilidades.

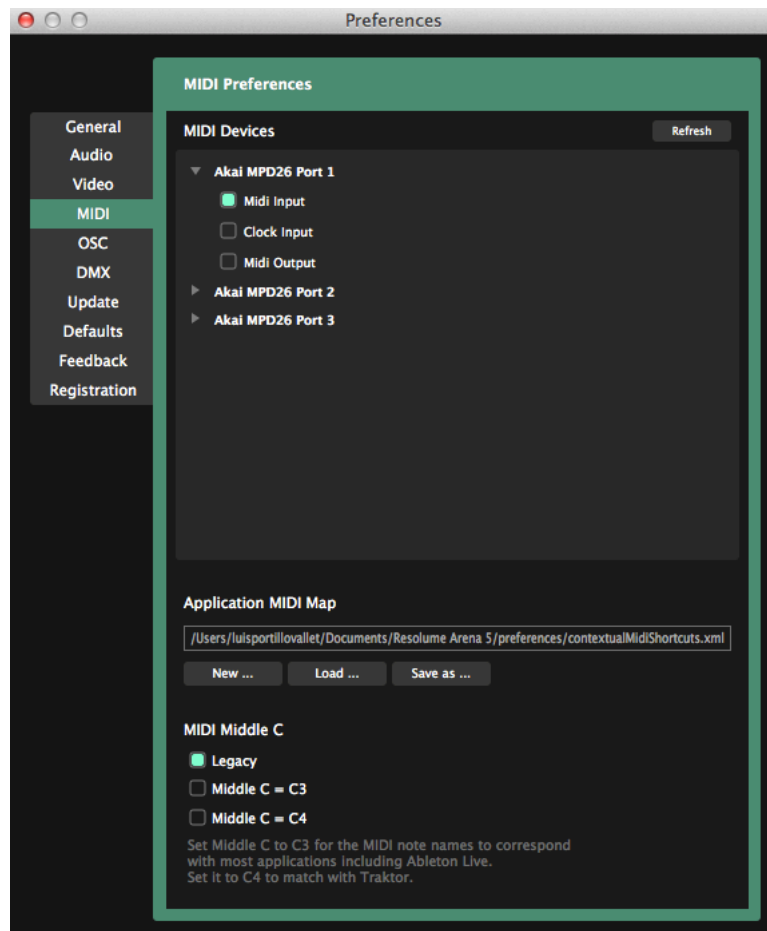


Fig 5.37 Asignación de controlador MIDI, Resolume Arena

Los seis faders de los que dispone la unidad de control se utilizan para volumen de audio y transparencia de los vídeos de las tres capas a controlar, y los seis potenciómetros o knobs se linkan con la sección *Dashboard*, donde se puede conectar más de un parámetro de efectos diferentes en el mismo control. Se dispone de 16 pads o botones por banco, y un total de cuatro bancos en el controlador. En estos pads se mapean los vídeos de las diferentes capas.

Se mapean algunos de los controles del software con el controlador AKAI MPD26, mediante el *Composition MIDI Map*. Para asignar qué parámetro se quiere controlar, basta con seleccionarlo y accionar el botón o fader del controlador para enviar una nota MIDI al software y que queden vinculados. Existen varios tipos de control, pudiendo adaptar cada nota al tipo de necesidad que tenga el vídeo o efecto.

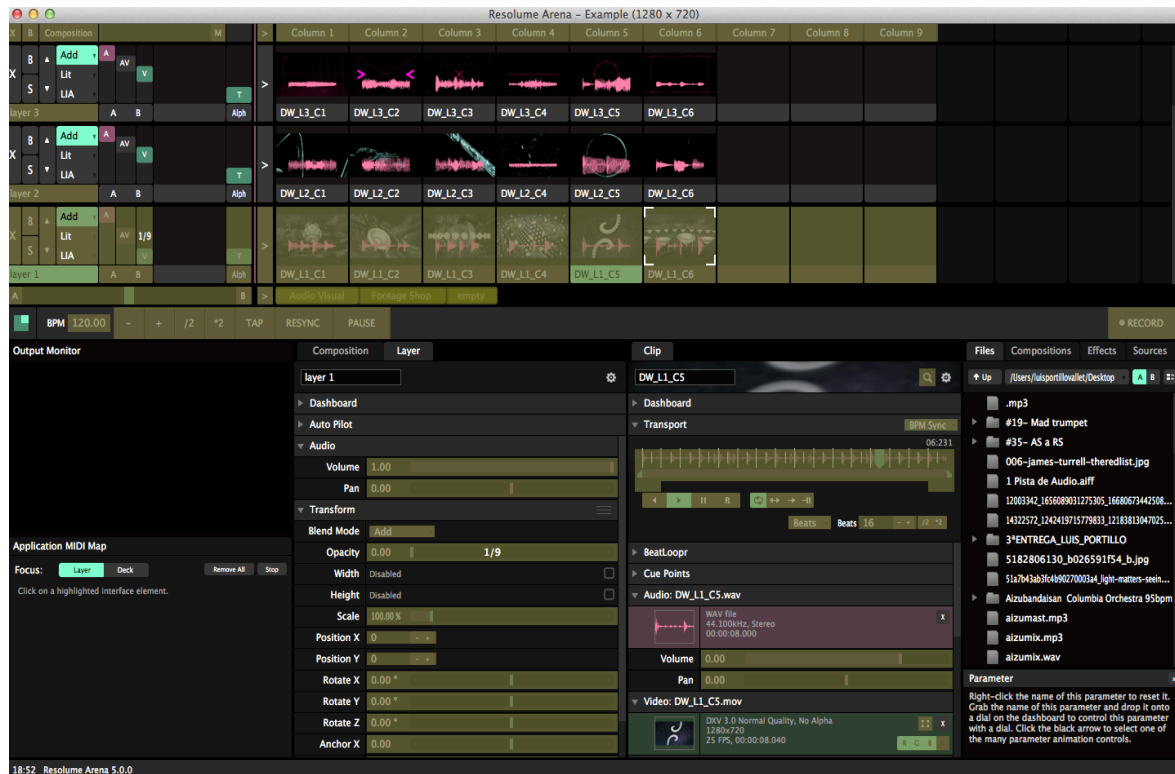


Fig 5.38 Composition MIDI Map, asignando parámetros al controlador, Resolume Arena

### 5.3.3. eBox

Para controlar tanto los focos físicos colocados por el espacio escénico, puede utilizarse una mesa física de luces, o bien el simulador WoleHydraII conectado a un periférico que a través de USB es capaz de enviar Dmx a los aparatos. A continuación se detalla como configurar el simulador de HydraII con este dispositivo, conocido como eBox:

- Descargar los drivers de eBox desde la página de LT –Light en un ordenador Windows
- Enchufar por USB eBox y ordenador, instalar software y abrir el ejecutable *eBox-File-IP Adress*
- No activar *Dinamic IP*

- En la pestaña *Static IP*, seleccionar la IP con los tres primeros dígitos iguales que la IP del ordenador
- Para cambiar la IP del ordenador, desactivar *IPV6*, igual que para conectar con Capture, y asignar nueva dirección
- En el menú de Hydra, seleccionar *Ethernet configuration*, clickar en *ON* para reconocer dispositivo eBox
- En la pestaña *Current Session / NEW*, se crea una nueva sesión con la IP del ordenador/simulador
- Seleccionar tantas salidas de ArtNet como universos disponga el modelo de eBox
- Conectar cableado Dmx desde la salida de eBox hacia los focos robotizados o dimmers, pudiendo obtener copias de la señal mediante un splitter

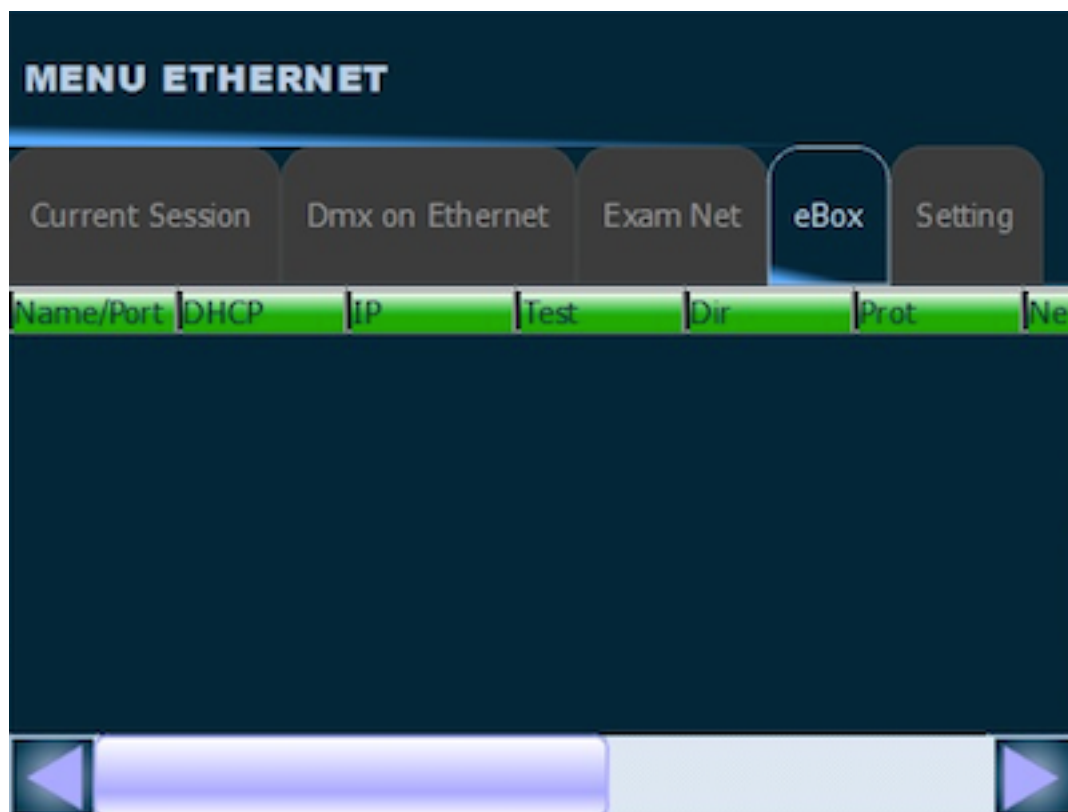


Fig 5.39 Menú eBox, WoleHydrall

## 6. Conclusiones

Este proyecto surgió de una idea descabellada para transformarse en algo sensible de ser interpretado. La percepción que puede sugerir es múltiple, desde la abstracción más surrealista y sinsentido hasta un homenaje a la luz y sus maestros. En un primer momento se pensó que con un año había suficiente tiempo para crear la historia del primer guión. Poco a poco ese pensamiento se fue transformando en algo más tangible; los proyectos de esta envergadura no se hacen enteros para ver si le interesan a alguien, sino que se presentan de alguna forma que capte la atención, para dejar huella en las memorias de quienes lo están viendo, y se puedan llegar a plantear si realmente les interesaría financiar algo así.

Por otro lado, este proyecto pretendía demostrar que una sola persona puede hacer todas las etapas sin ayuda de terceros. Es cierto que se puede, aunque por otro lado también ha servido para darse cuenta de que es importante rodearse de gente de confianza, con la que puedes contar para delegar ciertas tareas y repartir el trabajo, de tal manera que se haga más eficiente y a la vez más humano. El trabajo en equipo es básico en este sector, y los contactos lo son todo.

La realización de este proyecto, por suerte o por desgracia, ha sido más complicada de lo que en un principio se creía. Durante toda la fase de anteproyecto y proyecto, el alumno ha tenido que compaginar las largas jornadas de trabajo que implica este sector, con la documentación y el desarrollo del trabajo. Esto ha dificultado seguir la planificación que se hizo en un principio, aunque la motivación por parte del alumno de aprender una técnica nueva que engloba la mayor parte de lo que ya conoce ha hecho que este proyecto salga adelante.

A día de hoy, el mapping es cada vez más utilizado en diferentes sectores. Dominar esta técnica significa estar capacitado en diferentes ramas del audiovisual. Al estudiar una carrera como medios audiovisuales, en la que se tocan casi todas las disciplinas posibles, es muy posible que a la vez no se profundice en ninguna. Cada alumno tiene bajo su responsabilidad la elección de especializarse o intentar abarcarlo todo.

Por mi parte, empecé estudiando sonido, después medios audiovisuales y entremedio he estudiado iluminación. Me apasiona el mundo del espectáculo, y pienso que cada vez más un buen show va ligado tanto al sonido como a las luces y el vídeo. Y no hay mejor manera de combinar estos tres vértices que realizando un mapping, donde todo lo que he ido aprendiendo durante mi época estudiantil, que parece llega a su fin, al menos por ahora, conecta dándole sentido a este proyecto y a todos los conocimientos y experiencias adquiridos.

## 7. Bibliografía

- Arstic Audiovisual Solutions. (2015). *Introducción al videomapping*. Retrieved 2 de Diciembre de 2015 from zaragoza:  
<http://www.zaragoza.es/contenidos/sectores/tecnologia/arstic.pdf>
- Arthus-Bertrand, Y. (Director). (2009). *Home* [Motion Picture].
- Bernadó, E. (2013). Guionatge multimedia. *Tema 5 de apuntes de la asignatura* . Tecnocampus.
- Cutts, S. (2013). *Cortometraje MAN*. Retrieved 17 de Enero de 2016 from Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=Ev0qVxk10FE>
- Canales, T. (2002). *Formato APA*. Retrieved 28 de Agosto de 2016 from cimm:  
[http://www.cimm.ucr.ac.cr/cuadernos/documentos/Normas\\_APA.pdf](http://www.cimm.ucr.ac.cr/cuadernos/documentos/Normas_APA.pdf)
- Case, A. U. (2011). *Mix Smart: Pro Audio Tips For Your Multitrack Mix*. Oxford: Focal Press.
- Christie. (2016). *Christiedigital*. Retrieved 13 de Agosto de 2016 from Christiedigital.com:  
<https://www.christiedigital.com/emea/business/products/projectors/throw-distance-calculator>
- Conners, N., & Conners, L. (Directors). (2009). *The 11th hour* [Motion Picture].
- Eikonos. (2016). *Alquiler de equipos audiovisuales*. Retrieved 13 de Junio de 2016 from Proyectores: [http://eikonos.com/portfolio\\_page/proyectores/](http://eikonos.com/portfolio_page/proyectores/)
- Espinosa, V. (2013). *Fotografía. Bloque 1* . Tecnocampus.
- del Olmo, A. (2014). *Tècniques de càmera. Apuntes de la asignatura* . Tecnocampus.
- Digitalprojection. (2016). *Digitalprojection*. Retrieved 10 de Agosto de 2016 from Digitalprojection.com: <http://www.digitalprojection.com/emea/dp-projectors/titan-super-quad/>
- Docter, P. (Director). (2015). *Inside Out* [Motion Picture].
- Docter, P. (Director). (2001). *Monstruos S.A.* [Motion Picture].
- DSLNC. (2016). *Portfolio*. Retrieved 3 de Febrero de 2016 from Desilence:  
<http://v5.dslnc.com/>

- Fricke, R. (Director). (1992). *Baraka* [Motion Picture].
- Fricke, R. (Director). (2011). *Samsara* [Motion Picture].
- Guggenheim, D. (Director). (2006). *Una verdad incómoda* [Motion Picture].
- Gálvez, D. (2016). *DGVISUALS*. Retrieved 24 de Enero de 2016 from Visuals Design Studio: <http://davidgalvez.es/>
- García, D. (2016). *Scribd*. Retrieved 16 de 3 de 2016 from Scribd: <https://es.scribd.com/doc/138459828/III-la-Iluminacion-en-Las-Artes-Escenic-Las-Tecnicas-de-Iluminacion-y-Los-Espacios-Escenicos>
- García, J. (2016). *Magnitudes y unidades de medida*. Retrieved 11 de Abril de 2016 from recursos.citc.upc: <http://recursos.citcea.upc.edu/llum/fotometria/magnitud.html>
- Glassman, A., McCarthy, T., & Samuels, S. (Directors). (1992). *Visions of light: the art of cinematography* [Motion Picture].
- Govan, M. (2011). *Interview Magazine*. Retrieved 23 de Mayo de 2016 from InterviewMag: [http://www.interviewmagazine.com/art/james-turrell/#\\_](http://www.interviewmagazine.com/art/james-turrell/#_)
- Green Gullet. (2012). *Información técnica del barco*. Retrieved 20 de Septiembre de 2015 from GreenGullet: <http://greengullet.org/web/proyecto.html>
- isp-audio. (2016). *ISP*. Retrieved 11 de Mayo de 2016 from Audio & Light: <http://www.isp-audio.com/producto/207-christie-boxer-30-nueva-incorporacion-a-un-equipo-ganador>
- KunstmuseumWolfsburg. (2009). *KunstmuseumWolfsburg*. Retrieved 20 de 5 de 2016 from James Turrell · The Wolfsburg Project (English subtitles): <https://www.youtube.com/watch?v=QWekIcZaKns>
- Klein, N. (2000). *No Logo: el poder de las marcas*. Madrid: Paidós.
- Maniello, D. (2015). *Augment reality in public spaces*. Brienza: Le Penseur.
- Minguillón, D. (2012). *Animació per ordinador. Sesión 1 y 2 de la asignatura*. Tecnocampus .
- Monson, S. (Director). (2005). *Earthlings* [Motion Picture].
- Palnoise. (2016). *Palnoise*. Retrieved 5 de 8 de 2016 from Alquiler y venta: <http://www.palnoise.org/alquiler-y-venta/>

- Projectorcentral. (2016). *Projectorcentral*. Retrieved 10 de 8 de 2016 from Calculator pro: <http://www.projectorcentral.com/Sanyo-PLV-Z5-projection-calculator-pro.htm?add=3475>
- Optoma. (2016). *Calculador de Distancia*. Retrieved 2 de Febrero de 2016 from Optoma: <http://www.optoma.es/distancecalc.aspx>
- Reggio, G. (Director). (1983). *Koyaanisqatsi* [Motion Picture].
- Reggio, G. (Director). (2002). *Naqoyqatsi* [Motion Picture].
- Reggio, G. (Director). (1988). *Powaqqatsi* [Motion Picture].
- Reid, F. (2001). *Handbook Stage Lighting*. New York: Routledge.
- Resolume. (2016). *Resolume Avenue & Arena Manual*. Retrieved 15 de Agosto de 2016 from B.V. Resolume: <https://resolume.com/manual/en/r5/screens>
- RTVE. (2016). *RTVE*. Retrieved 22 de Mayo de 2016 from television: <http://www.rtve.es/television/20160510/mapping/1349465.shtml>
- Quesoni. (2015). *Quesoni*. Retrieved 12 de 7 de 2016 from lllums: <http://www.quesoni.cat/llums.html>
- Saleh, T. (Director). (2009). *Metropía* [Motion Picture].
- SONO. (2016). *SONO*. Retrieved 29 de Junio de 2016 from alquiler: <http://sono.es/es/alquiler-de-proyector-christie-boxer-4k30>
- Tepedino, M. A. (2015). *El videomapping: definición, características y desarrollo*. Retrieved 1 de Diciembre de 2015 from Uvadoc: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/6174/1/TFG-N.128.pdf>
- Torras, D. (2012). Història dels mitjans audiovisuals. *Tema 1 y 6 de apuntes de la asignatura* . Tecnocampus.
- Vries, D. d. (Dirección). (2009-2010). *La Tierra sin humanos* [Película].
- Wedge, C., & Saldanha, C. (Dirección). (2002). *Ice Age: la edad de hielo* [Película].
- Universal Everything. (2015). *Videomapping: Living Mural en Sydney Opera House*. Recuperado el 27 de Noviembre de 2015, de Vimeo: <https://vimeo.com/128256623>
- Universidad ORT Uruguay. (2013). *Citacion APA*. Recuperado el 29 de Agosto de 2016, de ORT: <http://www.ort.edu.uy/ie/pdf/ejemplosdecitacionapa.pdf>

