

TREBALL FINAL DE GRAU

---

# Iluminación nocturna con RPAS y operaciones de cámara especializadas en alta montaña

---

Alberto Cañamero Nalda  
Grau en Mitjans Audiovisuals

CURS 2020-21



*Centre adscrit a la*







*Centres universitaris adscrits a la*



## **Grau en Mitjans Audiovisuals**

# **ILUMINACIÓN NOCTURNA CON RPAS Y OPERACIONES DE CÁMARA ESPECIALIZADAS EN ALTA MONTAÑA**

**ALBERTO CAÑAMERO NALDA**  
**TUTOR: RAFAEL SUÁREZ**  
CURSO 2020-2021





## **Dedicatoria**

A mis padres, por su apoyo incondicional siempre.  
Este proyecto es fruto de todo su esfuerzo conmigo y los valores que me han transmitido  
durante estos años.



## **Agradecimientos**

A toda mi familia por todo su apoyo.

A Xavier Mora, gran compañero de trabajo y aventuras, por aguantar lo inaguantable y sacar adelante el proyecto a pesar de todos los contratiempos.

A Suzie Marachet, por aguantar las largas horas de rodaje en las peores condiciones y confiar en el proyecto.

A Ariana Nalda, por su gran contribución y su gran apoyo.

A Rafa Suarez, por su ayuda, sus consejos y sus grandes clases durante la carrera.

A todos los patrocinadores y colaboradores que siguen apoyando el proyecto.



## **Resumen**

En el presente trabajo de fin de grado se desarrolla la figura de operador de cámara especialista y operador de drones durante la producción de un documental, *Snow Soul*, que cuenta a través de la historia personal de Suzie Marachet cómo es la práctica del esquí de montaña, un deporte extremo que ha sufrido un crecimiento exponencial con el cierre de las estaciones de esquí por la Covid-19. La vertiente teórica de este trabajo estudia dicha figura, analizando su historia, sus responsabilidades dentro de un rodaje, las técnicas y equipamiento que utiliza, con el objetivo de alcanzar tanto conocimientos teóricos como prácticos.

## **Resum**

En el següent treball de final de grau es desenvolupa la figura d'operador de càmera especialista i d'operador de drons durant la producció d'un documental, *Snow Soul*, que explica a través de la història personal de Suzie Marachet com és la pràctica de l'esquí de muntanya, un esport extrem que ha patit un creixement exponencial amb el tancament de les estacions d'esquí degut a la Covid-19. La part teòrica d'aquest treball estudia aquesta figura, analitzant la història, les seves responsabilitats dins d'un rodatge, les tècniques i l'equipament que s'utilitza, amb l'objectiu d'assolir tant coneixements teòrics com pràctics.

## **Abstract**

The current final degree thesis develops the figure of the specialist cameraman and the drones operator during a documentary production, entitled "Snow Soul". It tells, through the personal story of Suzie Marachet, how the mountaineering skii is practiced. Is this an extreme sport which has experienced an exponential increase due to the closing of skii stations because of Covid-19 situation. The theoretical side of this work studies this specialized cameraman figure, analyzing his history, his responsibilities within the filming, the techniques and equipment he utilizes... pursuing the objective to reach both theoretical and practical knowledge.



## Índice de contenidos

1. Introducción .....	1
2. Definición de los objetivos y alcance.....	3
2.1 Objetivos académicos .....	3
2.1.1 Objetivos principales.....	3
2.1.1 Objetivos secundarios .....	3
2.2 Objetivos del documental .....	3
2.3 Alcance .....	4
3. Marco conceptual .....	5
3.1 Departamento de dirección de fotografía.....	5
3.1.1 Control de la imagen .....	6
3.1.2 Control de la luz .....	8
3.2 Equipo de cámara.....	11
3.2.1 Director de fotografía.....	11
3.2.2 Operador de cámara .....	12
3.2.3 Operador especialista .....	12
3.3 Steadicam.....	14
3.3.1 Historia .....	14
3.3.2 Estructura y partes .....	15
3.3.3 Principios de funcionamiento .....	17
3.4 Gimbal .....	19
3.4.1 Historia .....	19
3.4.2 Principios de funcionamiento .....	21
3.5 Drones.....	22
3.5.1 Historia .....	22

3.5.2 Estructura y partes .....	24
3.5.3 Principios de funcionamiento.....	27
3.5.4 Cinematografía aérea.....	33
3.6 La cinematografía en la filmación en alta montaña.....	38
4. Análisis de referentes .....	41
4.1 Nick Goepper breaks down his slopestyle tricks (2014) .....	41
4.2 Fastwood – By Richard Permin (2019) .....	44
4.3 Insitu – By Marion Haerty (2019) .....	47
4.4 The Old World (2020) .....	49
4.5 Referencias adicionales .....	54
4.5.1 Imagine – Boston Celtics (2019) .....	54
4.5.2 Fields of Infinity – Reuben Wu (2019) .....	56
4.5.3 Campaña T-Mobile 5G Network x Alex Strohl (2020) .....	56
5. Metodología y flujo de trabajo .....	59
5.1 Parte teórica .....	59
5.2 Parte práctica .....	60
5.2.1 Preproducción .....	62
5.2.2 Producción.....	72
5.2.3 Postproducción.....	73
6. Análisis y resultados.....	75
6.1 Ficha técnica .....	75
6.2 Sinopsis.....	75
6.3 Operaciones de cámara según localización .....	76
6.3.1 Ciclismo - Lles de Cerdanya .....	76
6.3.2 Esquí – Pic dels Pedrons .....	77
6.3.3 Esquí - Puig Peric .....	79
6.3.4 Esquí nocturno – Puigmal.....	80

6.3.5 Esquí alpino – Masella.....	81
6.3.6 Esquí – Pic d’Aguiló .....	82
6.4 Material y decisiones técnicas .....	84
7. Conclusiones .....	87
8. Referencias .....	91
8.1 Filmografía.....	94
9. Estudio de la viabilidad.....	95
9.1 Planificación .....	95
9.1.1 Planificación inicial .....	95
9.1.2 Desviaciones.....	96
9.2 Estudio de la viabilidad técnica .....	98
9.3 Estudio de la viabilidad económica .....	98
9.3.1 Presupuesto .....	98
9.3.1.1 Presupuesto y material del operador especialista.....	100
9.4 Aspectos legales.....	101
10. Anexos.....	103

## Índice de figuras

Fig. 3.1. Fotograma de la película “The revenant” con la regla de los tercios marcada. (Elaboración propia, 2021).....	6
Fig. 3.2. Tipos de movimientos de cámara. (sonnyboo, 2020). ....	8
Fig. 3.3. Gráfico explicativo de la ley de la inversa del cuadrado. (Javier Somoza, 2021). 11	
Fig. 3.4. Los operadores especialistas Alexander Rydén a la izquierda y Andi Tillman a la derecha. (Elaboración propia, 2021). ....	13
Fig. 3.5. Partes del <i>sled</i> de un <i>steadicam M1</i> . (The Tiffen Company, 2021).....	16
Fig. 3.6. Modelo Phantom 4 Pro del fabricante DJI. (DJI, 2021). ....	25
Fig. 3.7. Interfaz de control de la aplicación DJI Go 4. (DJI, 2021).....	27
Fig. 3.8. Comportamiento de un cuadricóptero durante el ascenso. (Juniper, A. 2015). ....	29
Fig. 3.9. Comportamiento de un cuadricóptero durante el avance. (Juniper, A. 2015). ....	29
Fig. 3.10. Comportamiento de un cuadricóptero rotando sobre su eje. (Juniper, A. 2015). 29	
Fig. 3.11. Tipos de multirrotores y esquemas de rotación asimétrica. (Juniper, A. 2015).. 31	
Fig. 3.12. Esquema modo de control 2. (DJI, 2021). ....	31
Fig. 3.13. Movimiento de órbita. (Videomaker.com, 2021). ....	34
Fig. 3.14. Movimiento de <i>reveal</i> . (Videomaker.com, 2021).....	35
Fig. 3.15. Movimiento de <i>tracking</i> . (Videomaker.com, 2021). ....	36
Fig. 3.16. Movimiento <i>Fly-through</i> . (Videomaker.com, 2021). ....	36
Fig. 3.17. A la izquierda <i>Pedestal</i> . A la derecha <i>Super-dolly</i> . (Videomaker.com, 2021)...	37
Fig. 3.18. Desde arriba a la izquierda hasta abajo a la derecha: <i>Tracking lateral</i> , Panorámica aérea con objeto móvil, <i>Chase</i> , <i>Pedestal con target</i> , <i>Fly-by</i> , <i>Fly-Over</i> , Órbita, <i>Reveal shot</i> . (Mademlis, I. Mygdalis, V. Raptopoulo, C. ... & Pitas, I., 2017).....	37
Fig. 4.1. El Operador especialista Kirk Bereska haciendo un seguimiento con el Movi M10. (RedBull, 2014). ....	42
Fig. 4.2 Nick Goepper sosteniendo el <i>rig</i> con la cámara enganchada. (RedBull, 2014). ...	43
Fig. 4.3. Fotograma que muestra el efecto conseguido con la técnica. (RedBull, 2014)...	44

Fig. 4.4. El operador especialista Maxime Moulin realizando un seguimiento con el Movi M15 y la RED Epic. (PVS Company, 2020).....	45
Fig. 4.5. El operador de drone Benoit Sartorius realizando un seguimiento con drone <i>FPV</i> . (PVS Company, 2019).....	46
Fig. 4.6. <i>Freefly Alta 8</i> equipado con el <i>Aerial Array</i> . (Stratusled, 2018). ....	48
Fig. 4.7. Detalle del <i>Aerial Array</i> . (Stratusled, 2018). ....	49
Fig. 4.8. El Operador especialista Alexander Rydén haciendo un seguimiento con el Movi Pro. (Tillman Brothers, 2021). ....	51
Fig. 4.9. Fotograma de <i>The Old World</i> utilizando la mochila especial con el gimbal para realizar el seguimiento. (Tillman Brothers, 2021).....	52
Fig. 4.10. El Operador especialista Andi Tillman portando la mochila especial con el <i>gimbal</i> Movi XL. (Tillman Brothers, 2021).....	53
Fig. 4.11. Fotograma de <i>Imagine</i> en el que se puede apreciar el Alta 6 equipado con el <i>gimbal</i> Movi M15 y un foco. (The famous group, 2019).....	55
Fig. 4.12. Fotograma de <i>Imagine</i> en el que se aprecia el drone como un elemento artístico más. (The famous group, 2019).....	55
Fig. 4.13. Serie fotográfica <i>Fields of Infinity</i> . (Reuben Wu, 2019).....	56
Fig. 4.14. Serie fotográfica comercial para <i>T-Mobile</i> . (Alex Strohl, 2020). ....	57
Fig. 5.1. Diagrama de Gantt personal. (Elaboración propia. 2020).....	61
Fig. 5.2. Alberto Cañamero, operador especialista de Snow Soul, realizando pruebas de cámara con el Ronin MX. (Laura Trunas, 2021).....	67
Fig. 5.3. Mapa de la Cerdanya con información sobre el espacio aéreo. (Enaire, 2021). ...	70
Fig. 5.4. Pruebas de iluminación con el drone. (Xavier Mora, 2021). ....	72
Fig. 6.1. <i>Frame</i> rodaje de Lles de Cerdanya. (Elaboración propia, 2021). ....	77
Fig. 6.2. <i>Frame</i> rodaje de Pic dels Pedrons. (Elaboración propia, 2021).....	78
Fig. 6.3. <i>Frame</i> rodaje de Puig Peric. (Elaboración propia, 2021).....	80
Fig. 6.4. <i>Frame</i> rodaje de Puigmal. (Elaboración propia, 2021).....	81

Fig. 6.5. <i>Frame</i> rodaje de Masella. (Elaboración propia, 2021). .....	82
Fig. 6.6. <i>Frame</i> rodaje de Pic d’Aguiló. (Elaboración propia, 2021). .....	84
Fig. 9.1. Diagrama de Gantt realizado por el departamento de producción de <i>Snow Soul</i> . (Mora, X. 2020).....	95
Fig. 9.2. Diagrama de Gantt modificado debido a los contratiempos y la modificación del guión. (Mora, X. 2020).....	96
Tabla 9.3. Presupuesto de <i>Snow Soul</i> . (Mora, X. 2021).....	99
Tabla 9.4. Presupuesto de operador especialista. (Elaboración propia, 2021).....	101

# 1. Introducción

En cualquier producción audiovisual existen diferentes departamentos que desempeñan labores diferentes entre sí, pero imprescindibles para la finalización del proyecto. En el caso de este trabajo, el departamento que nos interesa y en el que nos vamos a centrar en analizar en las próximas páginas, es el de dirección de fotografía, en el que se incluyen las figuras del operador de drones y el operador de cámara especialista.

El objeto de este TFG, aplicado a la producción del documental *Snow Soul*, se basa en el estudio y puesta en práctica de las diferentes técnicas de filmación utilizadas en la producción audiovisual en terrenos de alta montaña a través del estudio de la figura del operador de cámara especialista, en concreto el operador de *steadicam/gimbal*, que es el encargado de llevar a cabo estas funciones en un rodaje como este. A su vez, la figura del operador de drones será objeto de estudio en este trabajo, no solo en lo relacionado con la filmación aérea, si no también en lo relacionado con el uso de *RPAS* como soporte lumínico.

Este trabajo se plantea dentro de un contexto global en el que los avances tecnológicos han revolucionado la manera en la que un director de fotografía se enfrenta a un desafío audiovisual, brindando infinidad de opciones diferentes para su resolución. Por ello se pretende poner sobre la mesa la viabilidad de nuevas opciones cada vez más comunes como lo son el uso de herramientas como los *RPAS* o *gimbals* que han permitido llevar la cinematografía hasta los extremos que este trabajo práctico quiere explorar y hacerla accesible a todo tipo de producciones, independiente de sus limitaciones de presupuesto.

Es por ello que el objeto de estudio de este trabajo sería irrelevante hace diez años debido a su inaccesibilidad para un público general y de ahí el interés del mismo hoy en día, ya que han sido los avances tecnológicos en estas materias los que han permitido su progresiva introducción en el mundo del audiovisual, hasta alcanzar la popularidad que tienen algunas de estas herramientas hoy en día.

En esta memoria se recopilan todos los documentos y conocimientos teóricos necesarios para su posterior puesta en práctica y aplicación durante el rodaje del documental *Snow Soul* y su contenido se estructura en diferentes capítulos con una finalidad y objetivos determinados. En primer lugar, se definen los objetivos y el alcance de este trabajo, estableciendo la meta y hasta qué punto se quiere llegar, qué se quiere conseguir tanto académicamente como en la parte práctica. En este caso, el objetivo principal es el de superar los retos que supone la filmación de deportes extremos en alta montaña y lograr producir el contenido audiovisual deseado para el documental *Snow Soul*, adquiriendo previamente una base teórica y unos conocimientos que permitan llevar a cabo dicha función. Como resultado de este trabajo práctico se entregará un *reel* que agrupe las imágenes más significativas obtenidas como operador especialista además del tráiler del documental.

A continuación, en el marco conceptual se presenta y se contextualiza de manera teórica la base del tema del trabajo. En este caso, se explica brevemente en qué consiste la dirección de fotografía y cuáles son los roles principales dentro del departamento y el equipo de cámara para entrar a continuación más en detalle sobre la figura del operador especialista y los diferentes tipos que hay: desde el operador de steadicam al operador de drones.

En el siguiente capítulo, el análisis de referentes, se analizan diversas obras audiovisuales en relación a la función del operador especialista implicado en ellas y el equipamiento y técnicas utilizados con el objetivo de reflexionar y tomarlos de ejemplo para su posterior aplicación en la parte práctica de este trabajo.

Por último, en los apartados de metodología y análisis de resultados se detallan todos los aspectos prácticos y el flujo de trabajo planteado para cumplir dichos objetivos, estudiando el material que se va a utilizar, los diferentes parámetros y técnicas según las necesidades del proyecto. Además de analizar y valorar los resultados obtenidos respecto al estudio teórico y su aplicación práctica, reflexionando sobre el cumplimiento de los objetivos y las posibles desviaciones que hayan sufrido estos mismos.

## 2. Definición de los objetivos y alcance

El objetivo principal de este trabajo es crear un producto audiovisual que ponga en práctica toda la información recabada en esta investigación académica. De este modo, la intención es producir una película documental que ponga a prueba las técnicas tradicionales de realización y permita justificar por ello la incorporación de estas técnicas y herramientas especializadas y menos comunes.

Al tratarse de un TFG aplicado se han separado los objetivos del producto audiovisual de los objetivos de la investigación académica.

### 2.1 Objetivos académicos

Los objetivos académicos se dividirán en objetivos principales y secundarios.

#### 2.1.1 Objetivos principales

El objetivo principal entorno al que gira este trabajo es el del estudio de la figura del operador de cámara y en concreto la figura del operador especialista, variante del mismo que está directamente relacionada con la parte práctica, del mismo modo que la figura del operador de drones.

#### 2.1.1 Objetivos secundarios

Los objetivos secundarios son:

- Analizar la evolución de la filmación aérea y sus diferentes técnicas y herramientas.
- Estudiar la figura y las diferentes técnicas del operador de *steadicam/gimbal* y la filmación en movimiento en los deportes de acción.

### 2.2 Objetivos del documental

El objetivo del documental es principalmente poner en práctica todos los conocimientos adquiridos tanto en los años de estudio de esta carrera como durante la realización de este trabajo teórico, desempeñando el rol del operador de cámara especialista, cuyos objetivos concretos son:

- Captura de imágenes en movimiento en terreno de alta montaña.

- Captura de imágenes aéreas, tanto de recursos como de acción deportiva.
- Probar la viabilidad y efectividad del uso de drones como soporte lumínico en entornos remotos.

Además, queremos dar visibilidad y mostrar el potencial de las mujeres en el deporte del esquí de montaña o esquí alpinismo en el que por desgracia tienen poca presencia y son poco protagonistas de documentales como este.

El lugar escogido para las grabaciones tampoco es casualidad, con ello queremos visibilizar la Cerdanya, una comarca eclipsada por su cercanía a icónicos emplazamientos representativos del mundo del *freeride*, como los valles andorranos o el Valle de Arán, y reclamar dotarla de la importancia que se merece siendo idónea para la práctica de este deporte y muchos otros durante los 365 días del año.

Como resultado práctico de este trabajo se pretende realizar un *reel* de muestra con las imágenes obtenidas como operador especialista y operador de drones, así como la realización del tráiler del documental con el objetivo de poder recaudar más fondos y captar nuevos patrocinadores mientras su producción concluye.

## 2.3 Alcance

Con el documental se quiere llegar a un público amante de los deportes de montaña, especialmente personas que practiquen esquí de montaña, sin dejar de lado al público general, abordando el tema de una manera más cercana a la atleta y emocional con el fin de intentar establecer un vínculo con la audiencia no especializada en el esquí. Se busca que el documental sirva como fuente de inspiración y reflejo de los sentimientos que mueven a la protagonista a practicar esos deportes y animen al público a seguir su ejemplo y luchar por aquello que les haga sentir vivos. La intención es, una vez esté acabado, presentarlo en el Pitching Audiovisual del Cluster Audiovisual de Catalunya, con el objetivo de promover su distribución en diferentes cadenas de televisión además de su publicación online y la realización de alguna proyección en Puigcerdà o Barcelona.

### 3. Marco conceptual

Aunque aparentemente los drones y los sistemas de estabilización puedan parecer dos campos de estudio ajenos entre sí, la realidad es que los avances en materia de estabilización llevados a cabo en los 10 últimos años han sido fundamentales y han permitido la introducción, y reciente viralización, de los drones en el sector audiovisual, consiguiendo miniaturizar los complejos mecanismos que incorporan los modernos estabilizadores y adaptarlos a estas aeronaves que cuentan con unas limitaciones de carga y dimensiones muy reducidas. Es por ello que los apartados del trabajo seguirán un orden cronológico relativo al progreso y los avances en la materia.

Del mismo modo, para poder entender mejor cuales son las funciones del operador de cámara especialista y del operador de drones, se va a analizar en primer lugar el departamento al que pertenecen dentro del rodaje de una producción audiovisual. Dicho departamento es el de dirección de fotografía y en concreto dentro del equipo de cámara.

Este capítulo es algo más extenso a lo recomendado para este tipo de trabajos debido al uso de recursos visuales para ilustrar y ayudar a explicar algunos conceptos más complejos y poco habituales en el sector audiovisual, necesarios al profundizar en aspectos más técnicos sobre todo en lo relativo a los drones. Además, existe una gran cantidad de estos conceptos técnicos que es necesario detallar y no se pueden dar por sentados ya que son la base de todo el estudio e importantes para comprender los próximos capítulos.

#### 3.1 Departamento de dirección de fotografía

El departamento de dirección de fotografía es el encargado, en términos generales, de dos aspectos decisivos en el resultado final del producto audiovisual, controlando todo lo relativo a la imagen y la luz. La dirección de fotografía, por tanto, se entiende como el control de estas dos variables para obtener un resultado visual determinado. Es el departamento sujeto a mayor evolución a lo largo de la historia debido a los numerosos avances tecnológicos y es precisamente esta evolución la que provoca la necesidad de nuevas figuras dentro del mismo, especializadas en los avances que se van implementando. Es ahí donde entran en juego la figura del operador especialista de *steadicam* / *gimbal* y el

operador de drones, cargos con relativamente poca antigüedad dentro del departamento. (Wheeler, 2005).

De la imagen y la luz se encargan equipos separados dentro del departamento. El equipo que controla la imagen es el de cámara y la luz la controla el equipo de iluminación. Siendo el máximo responsable del departamento el director de fotografía.

### **3.1.1 Control de la imagen**

#### **3.1.1.1 Composición**

La composición hace referencia a la forma en que distribuimos los elementos dentro del cuadro. Una de las reglas más utilizadas y útiles para componer es la regla de los tercios.

La regla consiste en la división del cuadro en tres tercios tanto de forma vertical como horizontal. De esta forma se consigue dividir el cuadro en nueve rectángulos. La intersección entre los mismos da lugar a 4 puntos que son considerados los de mayor interés del cuadro. (Wheeler, 2005, p.159).

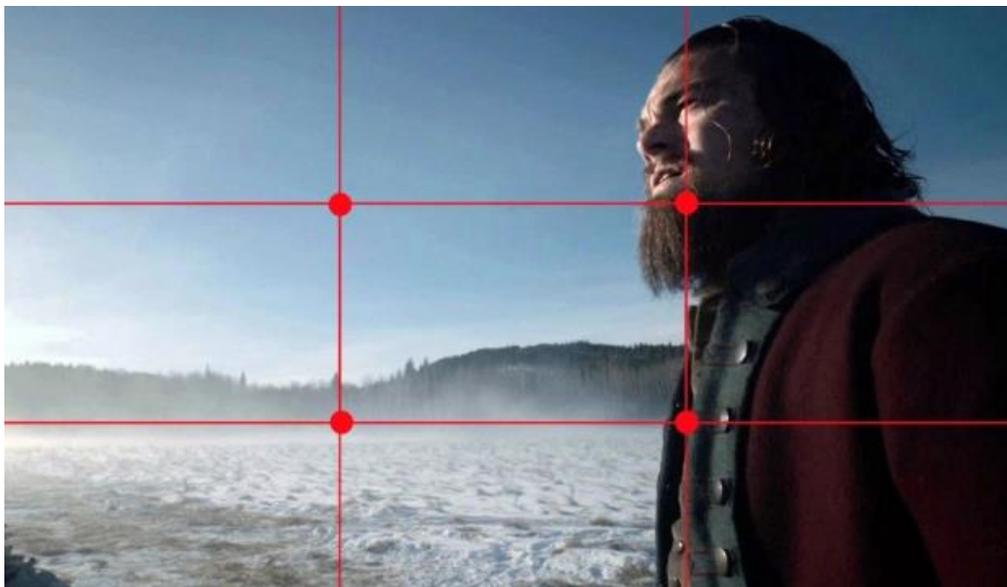


Fig. 3.1. Fotograma de la película “The revenant” con la regla de los tercios marcada.

(Elaboración propia, 2021).

### 3.1.1.2 Movimiento de cámara

El movimiento de cámara es una de las características más importantes y diferenciadoras del cine, así lo explica Blain Brown en su libro *Cinematography: theory & practice*:

Acompañado de la edición secuencial, la habilidad de mover la cámara es el aspecto más distintivo entre el cine y el vídeo respecto a la fotografía, la pintura y otras artes visuales. (Brown, 2012, p.210).

Se pueden distinguir entre dos tipos de movimientos:

- **Angulares**

Son aquellos en los que el cuerpo de la cámara no se desplaza por el espacio pero se mueve sobre su propio eje. Está fijo y tan solo varía la dirección en la que apunta la misma. Los principales movimientos angulares se podrían resumir en *pan*, *tilt* y *roll*. (Brown, 2012).

- **Espaciales**

Son aquellos en los que la propia cámara se desplaza de forma física por el espacio durante el transcurso del plano. Para ello se puede realizar cámara en mano o utilizando sistemas que logren estabilizar el movimiento eliminando las vibraciones que genere el operador o el soporte móvil al desplazarse. Los principales movimientos espaciales son *dolly*, *boom/jib* y *truck*, y las herramientas más comunes para realizarlos son el *steadicam*, el *dolly*, la grúa, y helicópteros o drones para tomas aéreas. (Brown, 2012).

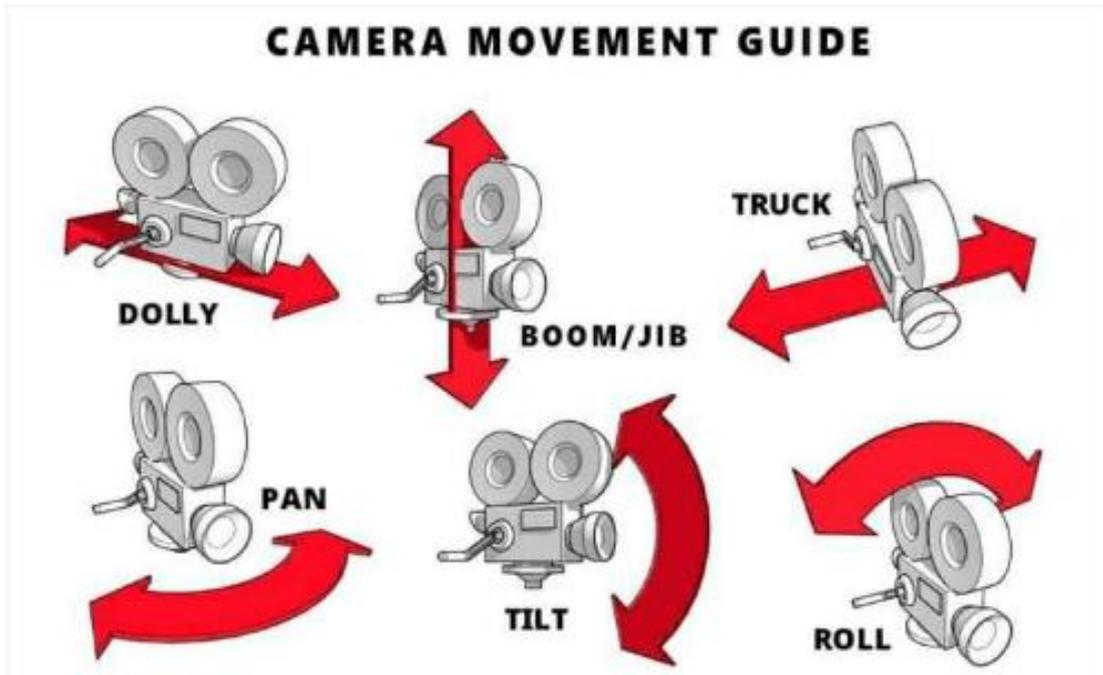


Fig. 3.2. Tipos de movimientos de cámara. (sonnyboo, 2020).

### 3.1.2 Control de la luz

Una de las principales tareas del *DoP* recae en dotar tridimensionalidad a la bidimensionalidad de las imágenes que se proyectan en una pantalla. De este modo, la iluminación es la principal herramienta de la que disponen para llevar a cabo esta “magia” según la guía de Kodak (2007).

Para crear una imagen tridimensional convincente, los motivos y capas de la escena deben estar separados unos de otros. Esto se lleva a cabo con luz y color, creando contrastes de luz contra la oscuridad u oscuridad contra la luz y mediante una colocación estratégica de las luces y los elementos de color. (Kodak, 2007, p.133).

Para conseguir un *look* cinematográfico concreto en función de las necesidades del director y la historia que se cuenta, “el director de fotografía debe tener en cuenta como se proyecta la luz sobre los actores y sus alrededores, cómo los colores son devueltos por los objetos y se reflejan en los rostros y dónde están las altas luces y las sombras”. (Kodak, 2007, p.133).

Para ello debe controlar una serie de propiedades únicas que tienen las fuentes de luz y que Blain Brown (2012) clasifica de la siguiente manera (p.110):

- **Cualidad**

Hacemos referencia a la dureza y las sombras que provoca la luz y podemos distinguir entre luz dura y luz suave, aunque entre los dos extremos haya un mundo de posibilidades y pequeñas graduaciones. (Brown, 2012, p.110).

- **Dirección**

La dirección y el ángulo desde la que le llega la luz a los actores es uno de los aspectos más críticos de la iluminación. A su vez es un factor determinante no solo de las sombras, si no también del *mood* y el tono emocional de una toma.

La terminología más común a la hora de referirse a la dirección de la luz se podría resumir en frontal, frontal  $\frac{3}{4}$ , lateral, posterior  $\frac{3}{4}$  y posterior. Y en términos de angulación o altura estaríamos hablando de picado o contrapicado (Brown, 2012, p.113).

- **Intensidad**

La intensidad es un parámetro que afecta directamente a la exposición, aunque no importa lo brillante que sea una luz ya que siempre podrá ser compensada mediante los parámetros de cámara como el iris, la velocidad de obturación o mediante filtros de densidad neutra. Es por ello que el factor clave es la intensidad relativa de las distintas luces que se encuentran iluminando una escena y el equilibrio entre las mismas. Teniendo en cuenta esto podremos ajustar el contraste de la escena variando la diferencia entre las luces con mayor y menor potencia. (Brown, 2012, p.114).

- **Textura**

La textura se aprecia de varias maneras. La primera es debida al material y la forma del propio objeto. La segunda, debida a la textura de la propia luz que se puede controlar utilizando diferentes filtros de difusión y *gobos*, elementos que se sitúan

delante de la fuente de luz y que con un determinado patrón generan una textura determinada. (Brown, 2012, p.115).

- **Color**

La luz tiene una determinada tonalidad o tendencia dependiendo de la fuente que la emita (Luz día, tungsteno, etc.) (Kodak, 2007, p.133). De este modo se puede usar este parámetro para simular diferentes condiciones de luz y momentos del día diferentes o utilizarla artísticamente con diferentes pigmentos.

De este modo, la temperatura de color se podría definir como la temperatura real de un cuerpo negro y la parte visible del espectro de energía que emite a una temperatura concreta. (Goy, 2013, p.1118).

### **3.2.3.1 Ley de la inversa del cuadrado**

El principal problema que encontramos a la hora de iluminar desde el drone es la distancia respecto al sujeto. En la mayoría de los casos el drone no podrá acercarse demasiado y es ahí donde entra en juego el foco escogido y la intensidad lumínica que este consiga teniendo en cuenta la ley de la inversa del cuadrado.

Esta ley establece, en términos generales, que cuanto mayor sea la distancia entre el sujeto y la fuente de luz menor será la intensidad. La pérdida de luz respecto a la distancia es evidente, sin embargo, lo que esta ley nos dice es que esta pérdida no es lineal, la intensidad disminuye de forma inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que separa el sujeto y la fuente. Es decir, si a un metro de distancia tenemos unas condiciones de luz, pongamos idílicamente que el 100%, si nos separamos un metro, situándonos a dos metros de la fuente, la intensidad de la luz será de un 25%, y así sucesivamente. (Voudoukis, N., Oikonomidis, S. 2017).

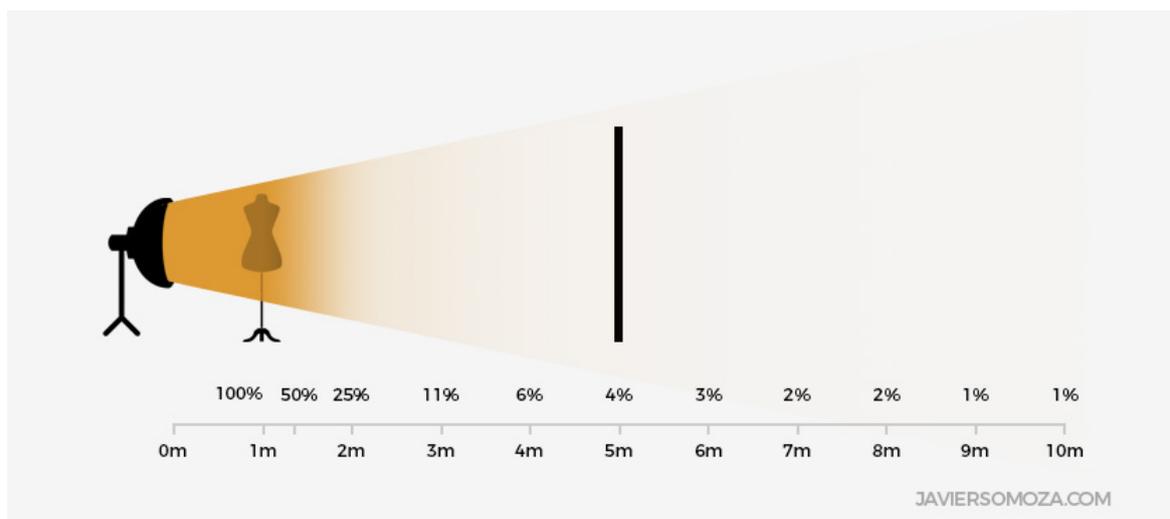


Fig. 3.3. Gráfico explicativo de la ley de la inversa del cuadrado. (Javier Somoza, 2021).

Esto es un factor fundamental a tener en cuenta a la hora de la aplicación práctica. En el caso particular de este proyecto, en el que el presupuesto limita considerablemente las opciones de seleccionar un foco más potente, la manera de contrarrestar este efecto y evitar por lo tanto una pérdida excesiva de luz es realizando un pilotaje más preciso y ajustado, intentando reducir al máximo la distancia entre el drone y el sujeto.

## 3.2 Equipo de cámara

Es el equipo humano encargado del correcto funcionamiento y mantenimiento del equipamiento de cámara con el fin de que esté lista para grabar en las mejores condiciones y en la configuración óptima. (Wheeler, P. 2005, p.24).

### 3.2.1 Director de fotografía

El máximo responsable del departamento es el director de fotografía, y es la persona al cargo de la toma de decisiones junto con el director para determinar el estilo visual de la pieza. Controla la calidad técnica y estética de las imágenes de una producción de acuerdo con los criterios del director, ayudándole a trasladar a imágenes el guion. La mayoría de los *DoP* acostumbran a tener un operador de cámara de confianza en el caso de que no operen ellos mismos la cámara. (Wheeler, P. 2005, p.31).

### 3.2.2 Operador de cámara

Es el responsable de la captura de la imagen del modo previamente acordado con el director y/o el *DoP*. En la industria del cine español acostumbra a desempeñar este rol el director de fotografía, normalmente por cuestiones de presupuesto. Entre sus tareas está realizar el encuadre, mantener la composición y realizar los movimientos de cámara oportunos. Sin embargo, no es el responsable del movimiento físico de la cámara entre toma y toma, tarea de la que se encarga el ayudante de cámara. Del mismo modo que los movimientos físicos de cámara durante la realización de la toma que incluyan equipamiento técnico adicional y que suponga el montaje de la cámara sobre una cabeza caliente, una grúa, un steadicam o como por ejemplo un travelling sobre vías, será responsabilidad de técnicos específicos bajo la dirección del operador y el *DoP*. (Wheeler, P. 2005, p.31).

Durante la filmación de un documental, en la que gran parte, si no todo, se trata de situaciones reales, no ficcionadas y con relativamente poca planificación y control de las acciones que suceden en escena, el operador de cámara debe estar alerta y preparado para cambios repentinos de encuadre.

### 3.2.3 Operador especialista

El operador especialista, uno de los principales objetos de estudio de este trabajo, es un operador de cámara con unos conocimientos técnicos concretos sobre la utilización de la cámara en una determinada situación o con un determinado equipamiento, como por ejemplo un operador de *steadicam*, *wescam*, *RPAS*, cámara subacuática, etc. Cada operador suele contar con el material específico necesario para ejercer su labor en propiedad y ha de poder adaptarlo a las necesidades de cada producción, como diferentes modelos de cámara, ópticas, etc. Su trabajo no es constante y la necesidad de su equipamiento específico suele estar reducido a momentos concretos a lo largo del rodaje de una producción audiovisual. (Brown, 2012).

Un operador especialista no tiene por qué ser exclusivamente un operador de cámara que esté especializado en un equipamiento concreto, si no que puede ser también un operador de cámara con unas habilidades físicas específicas y encargarse de operar la cámara en situaciones donde un operador de cámara normal no puede hacerlo. Como en el caso de

tener que realizar filmaciones sobre esquís, sobre bicicleta, corriendo, saltando o incluso estando suspendido en el aire con arneses de seguridad.



Fig. 3.4. Los operadores especialistas Alexander Rydén a la izquierda y Andi Tillman a la derecha. (Elaboración propia, 2021).

A continuación, en los siguientes apartados se analizarán las variantes del operador de *steadicam* / *gimbal* y del operador de drones, principal objeto de estudio del trabajo, realizando un recorrido por la historia y las características específicas de cada modalidad.

### 3.2.3.1 Operador de *steadicam* / *gimbal*

En una producción audiovisual, el operador de *steadicam/gimbal* es un operador de cámara con conocimientos técnicos especializados en la grabación de escenas utilizando dichos aparatos, con el objetivo de obtener unas imágenes lo más fluidas posibles y sin trepidaciones cuando se está grabando en movimiento.

### 3.2.3.2 Operador de drones

Aunque la figura del operador de drone no sea exclusiva al mundo del cine, dentro de una producción audiovisual, del mismo modo que el operador de *steadicam*, podríamos considerarlo como un operador especialista, centrado en operar la cámara cuando esta se encuentra montada sobre un determinado soporte, como un drone o *RPAS*.

### 3.3 Steadicam

El steadicam es el nombre comercial por el que se conoce al primer estabilizador de cámara basado en un sistema de contrapesos que revolucionó la forma en la que se realizaban los movimientos de cámara espaciales en la industria del cine. Este aparato inventado por Garrett Brown en 1972 permitió realizar movimientos de cámara fluidos en lugares donde un *dolly* habría sido imposible o difícil situarlo, como por ejemplo en escaleras, pendientes, arena, etc. (Brown, 2012, p.225).

#### 3.3.1 Historia

El *steadicam* nació de la idea de construir un dispositivo que suavizara los “rebotes”, que se producen al grabar cámara en mano, causados por las vibraciones que se transmiten a la cámara al caminar el operador. Lo que llevó en 1972 al operador de cámara Garrett Brown a experimentar para desarrollar un sistema que aportase una solución a este problema proporcionando la estabilización y la fluidez que otorga un *dolly* pero permitiendo a su vez la libertad de movimientos que otorga trabajar cámara en mano. (The Tiffen Company, 2021).

Inicialmente denominó el proyecto como “The pole” y consistía básicamente en una barra en forma de “T” que ejercía de contrapeso enganchada a una tubería de plomo horizontal que sostenía la cámara. De este modo Garrett podía sostener el conjunto desde el centro de gravedad del objeto lo que permitía suavizar drásticamente el movimiento producido. (Brown, 2006, p.31-37).

El conjunto fue progresando y Garrett fue añadiendo mejoras y solucionando problemas como su tamaño y su peso, para lo que ideó un sistema de soporte que utilizaba una cuerda elástica de 3 metros que le ayudaba a sostener el conjunto a través de poleas y enganchado a su espalda. Un prototipo inicial del famoso sistema comercializado hoy en día por *Easyrig*. En versiones posteriores y con la intención de adaptar el sistema para las cámaras más grandes y pesadas de 35mm, se dio cuenta de que el sistema funcionaba mejor de forma vertical, lo que le permitía reducir las dimensiones del mismo y una gran maniobrabilidad, ya que, de manera vertical, con tan solo girar el eje central podía controlar el *paneo* de la cámara, algo que no podía hacer en la versión en horizontal. Por

último, perfeccionó el invento sustituyendo el anterior sistema de poleas, que le permitía reducir la carga de peso de los brazos del operador, por un brazo articulado enganchado a un chaleco, mecanismo inspirado en el sistema que utilizaban las lámparas Jacobsen. (Brown, 2007, p.24-26).

Desde entonces y basado en los mismos principios de funcionamiento, el *steadicam* inventado por Garrett Brown es a día de hoy una herramienta que ha revolucionado la forma en la que se filman las películas y, comercializada por numerosas marcas y en diferentes modelos, no ha hecho más que evolucionar, mejorando su diseño y sus prestaciones, adaptándose a los avances tecnológicos, permitiendo utilizar cámaras más grandes con combinaciones de lentes más pesadas y voluminosas pero reduciendo su tamaño y peso considerablemente. (The Tiffen Company, 2021).

### 3.3.2 Estructura y partes

El *steadicam* tradicional está formado principalmente por tres partes: *sled*, *arm* y *vest*.

El *sled* es el elemento principal del *steadicam*, es dónde se coloca la cámara y lo que propiamente permite estabilizarla. Está formado por un tubo central, con una plataforma en la parte superior denominada *stage*, donde se sitúa la cámara y queda fijada normalmente mediante un sistema de *quick-release*. A su vez, encontramos las conexiones de alimentación y monitorización para la cámara que la conectan con la parte inferior del conjunto, donde se sitúan los contrapesos para contrarrestar el peso de la cámara y donde se añaden también los accesorios como baterías y monitor. Las baterías alimentan la cámara, el monitor y el resto de accesorios y está conectada a la entrada de alimentación de la parte inferior, la cual distribuye la electricidad por el interior del tubo central hasta la parte superior. El monitor se sitúa en el lado opuesto a las baterías y este se puede ajustar en diferentes posiciones dependiendo de cada configuración. Ambos elementos se sitúan siempre en la parte inferior ya que sirven como contrapesos y el correcto equilibrio entre la parte superior y la inferior es indispensable para el correcto funcionamiento del *steadicam*. (Hayball y Holway, 2009, p.16-17).

El *post* es el tubo central del *sled* que une la parte superior y la inferior y es extensible normalmente, lo que facilita equilibrar el conjunto y diferentes accesorios más pesados e incluso conseguir una distancia inferior al suelo cuando se usa el *steadicam* en modo invertido. En la parte superior del *post* encontramos el *gimbal*, elemento que conecta el *sled* con el *arm* y que está formado por una junta cardan conectada mediante un rodamiento al *post* y que permite una rotación de 360 grados en los 3 ejes. (Ferrara, 2001, p.18).

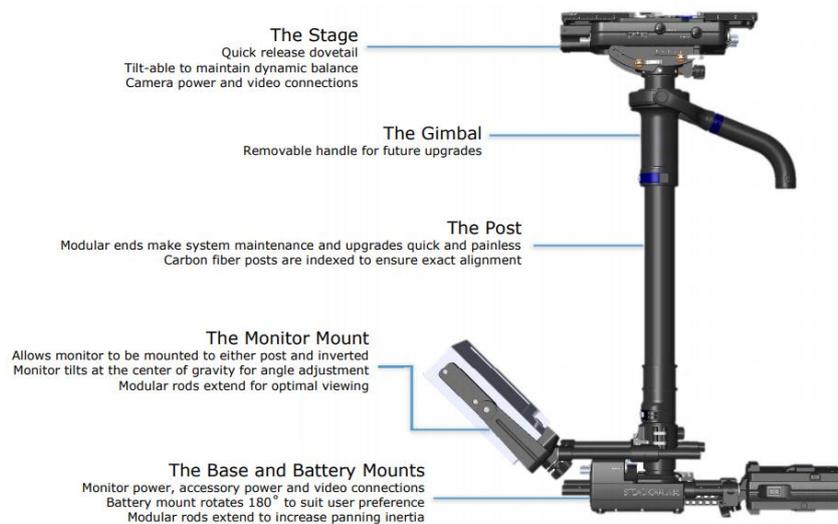


Fig. 3.5. Partes del *sled* de un *steadicam M1*. (The Tiffen Company, 2021).

El *arm* es un brazo articulado y es el sistema que conecta el *sled* con el *vest* con el objetivo de ayudar a repartir y transmitir el peso del conjunto hacia el *vest*. Por otro lado, su mecanismo articulado y con muelles ayuda a reducir los movimientos del operador al caminar o correr. Además, estos muelles permiten reducir el esfuerzo que tiene que hacer el operador para elevar o bajar el *sled*, y se puede ajustar su resistencia tensándolos o destensándolos en función del peso del conjunto de cámara y accesorios que se esté utilizando. (Hayball y Holway, 2009, p.15).

Por último, el *vest* es básicamente un chaleco que ayuda a repartir el peso del *sled*, con la cámara y todos los accesorios, por todo el tronco y la cintura del operador. Junto al *arm* es una parte importante ya que permite realizar tomas mucho más largas y operar el *steadicam* durante largos periodos de tiempo, sin él, prácticamente sería imposible debido

al gran peso de todo el conjunto, que puede llegar a alcanzar los 30 kg fácilmente. (Hayball y Holway, 2009, p.12-14).

### 3.3.3 Principios de funcionamiento

Para entender el funcionamiento de un *steadicam* es importante entender los problemas que soluciona, lo que nos permitirá aprender a equilibrarlo y operarlo más rápido. Esta herramienta fue concebida como un sistema que permitiera suavizar ciertos movimientos espaciales (como rebotes provocados por cada paso) y angulares (*rolls*, *pans* o *tilts* erráticos) producidos al operar cámara en mano provocados principalmente por el hecho de que el centro de gravedad de la cámara se sitúa en el interior, mientras que el contacto con la cámara se produce en el exterior, lo que hace que el peso no esté distribuido de manera uniforme. De este modo, cuando el operador quiere aplicar un movimiento angular controlado como un paneo, la fuerza requerida para ello es pequeña mientras que la fuerza requerida para sostener la cámara es mucho mayor. Esto provoca que el operador tenga que estar continuamente micro ajustando la fuerza que aplica para realizar el paneo mientras tiene que además soportar el peso de la cámara, lo que genera vibraciones y movimientos erráticos. (Hayball y Holway, 2009, p.9).

Para suavizar estos movimientos indeseados, Brown tuvo que encontrar la forma de que las fuerzas ejercidas sobre la cámara, tanto al sostenerla como al aplicar algún tipo de movimiento de *pan*, *roll* o *tilt*, se aplicasen directamente sobre el centro de gravedad de la misma. Debido a la construcción y el diseño tan compacto de la mayoría de cámaras y que el centro de gravedad queda situado internamente, en puntos donde el operador no puede dirigir directamente dichas fuerzas sosteniéndola con las manos, el principal objetivo y solución es desplazar el centro de gravedad de la cámara añadiendo peso al conjunto a una determinada distancia y posición. (Hayball y Holway, 2009, p.9-10).

Una parte de la solución a este problema es el *sled*. Al montar la cámara sobre un objeto más largo y pesado hace que sea necesaria más fuerza para moverlo angularmente y lo hace más resistente a giros indeseados. Además, permite añadir masas a la cámara en dos direcciones, situando el centro de gravedad en un punto accesible para el operador. Coger

el objeto por su centro de gravedad provoca la menor cantidad de cambios angulares. (Hayball y Holway, 2009, p.10).

Sin embargo, seguimos sosteniendo el conjunto, aún más pesado, con los mismos músculos que controlamos la cámara. Es aquí donde entra en juego la siguiente parte clave de la solución, el *gimbal* de tres ejes situado cerca del nuevo centro de gravedad de la estructura. De este modo se puede separar la fuerza necesaria para controlar la cámara con la fuerza necesaria para levantar el *steadicam*. (Hayball y Holway, 2009, p.10).

No obstante, este sistema tiene una pequeña pega, el operador no puede utilizar el visor debido a que está alejado del nuevo centro de gravedad y la más mínima presión sobre él provocará un gran movimiento a la nueva estructura. Algo muy importante y a tener en cuenta, ya que para el correcto funcionamiento del *steadicam* habrá que asegurarse de ejercer toda la fuerza sobre el nuevo centro de gravedad y no debemos tocar ni chocar el *stage* o la base bajo ningún concepto. A pesar de este pequeño inconveniente, se puede utilizar el peso del monitor y la batería como contrapesos para el nuevo conjunto, evitando así añadir pesos extra. (Hayball y Holway, 2009, p.11).

Por último, una vez solucionados los movimientos angulares, solo queda solucionar los movimientos espaciales. Para ello, el brazo articulado aísla el conjunto de los movimientos provocados por el operador al caminar. Los movimientos horizontales son absorbidos por el brazo gracias a una serie bisagras que replican nuestras propias articulaciones. Los movimientos verticales son absorbidos por un sistema de muelles situados internamente entre las juntas. (Hayball y Holway, 2009, p.11).

## 3.4 Gimbal

El *gimbal* se trata al igual que el *steadicam* de un sistema de estabilización portátil, aunque su funcionamiento es diferente y es algo más compacto y manejable. El sistema utiliza una serie de giroscopios y motores eléctricos para compensar los movimientos y el peso de la cámara, aunque está basado en el mismo principio de contrarrestar pesos que el *steadicam*. (Lewis, M. 2008, p.1).

### 3.4.1 Historia

Los *gimbals* comenzaron a desarrollarse con el objetivo de solucionar los problemas relacionados con la estabilización de las cámaras en la cinematografía aérea. Al principio, se grababa cámara en mano o se montaban de forma fija al cuerpo de avionetas o helicópteros. El deseo de eliminar las vibraciones provocadas por la aeronave llevó al desarrollo de soluciones como el giroscopio fijo (Kenyon gyro module) y la Tyler Mount. (Lewis, M. 2008, p.1).

Estas dos soluciones se podrían considerar los primeros *gimbals* de la historia y combinados conseguían solucionar los problemas de vibraciones y movimientos angulares no deseados mencionados anteriormente. El estabilizador giroscópico portátil Kenyon fue inventado por Ted Kenyon en 1957 para ayudar a estabilizar binoculares y cámaras cuando se usaban en condiciones difíciles, como el viento, las olas, la turbulencia del aire y el movimiento del vehículo. El giroscopio de 2 ejes consta de dos ruedas de metal pesado que giran a 20.000 rpm. Ambas ruedas giran en sentido contrario y trabajan juntas para resistir las fuerzas externas a las que está sometido el giroscopio. Cuando el giroscopio está conectado a una cámara en línea con la lente, resiste el movimiento indeseado en cabeceo y guiñada, de ahí el término "estabilización de 2 ejes". Si a este se le añade otro giroscopio en perpendicular, se obtiene una estabilización de 3 ejes, en cabeceo, guiñada y balanceo. (Ken Lab, 2021).

El siguiente gran avance para la cinematografía aérea fue el desarrollo de la cabeza remota giroestabilizada WESSCAM. Originalmente destinada a uso militar y desarrollada por la empresa Westinghouse Canada, el sistema constaba de tres ejes en los que se situaba

en cada uno un giroscopio que medía y contrarrestaba mediante servomotores las fuerzas generadas en cada dirección. La principal diferencia respecto a sus predecesores es su operación remota y el hecho de que, sin necesidad de intervención del operador, la cámara siempre se mantenía estable. Mientras que el Kenyon gyro module tan solo reducía las vibraciones y movimientos bruscos del operador, siguiendo la trayectoria natural del movimiento al que estuviera sometido, la WESSCAM es capaz gracias a sus servomotores de contrarrestar las fuerzas y bloquear la posición y orientación de la cámara. Además, estaba dotada de un mecanismo que reducía las vibraciones externas y todo el sistema se encontraba dentro de una cúpula que lo aislaba de las condiciones meteorológicas. (Lewis, M. 2008, p.2).

Todos estos avances en materia de estabilización llevaron a replantear la forma en la que se grababan las imágenes en los rodajes en movimiento tradicionales en tierra y se buscó la manera de adaptar los nuevos sistemas a vehículos terrestres. Sin embargo, estos sistemas presentaban un problema al adaptarse al entorno terrestre, y es que estaban pensados para estabilizar y permitir el control de la cámara mediante un *joystick* en entornos en los que las variaciones de dirección de la cámara que tenía que realizar el operador eran muy sutiles y relativamente lentas, contrarrestando ligeramente las maniobras de las aeronaves. Por ese motivo a los operadores no acostumbrados les parecía una solución engorrosa, que ofrecía una respuesta al control del operador demasiado lenta y descoordinada. Para ello, las primeras soluciones fueron permitir al operador elegir entre diferentes modos, un control más preciso y de calidad o una estabilización más efectiva. Un problema que con el paso de los años y los avances tecnológicos ha conseguido reducirse pero que sigue siendo el principal inconveniente de estos dispositivos y que, incluso a día de hoy, su movimiento “robótico” aún genera rechazo. (Lewis, M. 2008, p.1).

En las últimas dos décadas fueron numerosos los avances y las empresas dedicadas a desarrollar nuevos sistemas de estabilización, tanto para la cinematografía aérea como la terrestre. Los esfuerzos se centraron sobre todo en mejorar su eficiencia, soportando conjuntos de cámaras y lentes más pesados y voluminosos, aumentando su resistencia a vibraciones y velocidades más elevadas, así como reduciendo su peso y su tamaño con el objetivo de conseguir una solución portable que fuese operable por una sola persona a pulso o incluso que permitiera acoplarla a los drones que comenzaban a estar en auge.

Con este propósito nació en 2011 Freefly Systems, una compañía norteamericana dedicada a la fabricación de drones y *gimbals* para drones. Ese mismo año comienzan a desarrollar su primer drone, el CineStar 6, y un *gimbal* de dos ejes para utilizarlo con el drone, el CineStar 2 Axis Gimbal. Durante sus pruebas de vuelo fueron los primeros en acoplar una cámara de cine RED Epic en un drone, lo que mostró el potencial que tenían los multirrotores para transportar equipamiento de cine. Al año siguiente sacaron el CineStar 3 Axis Gimbal, que añade un eje más al *gimbal*, en este caso en el eje de rotación, y permite realizar movimientos más complejos modificando la orientación de la cámara en todas direcciones mientras vuela la aeronave. Esto sentó las bases para que en 2013 lanzaran el Movi M10, que se convirtió en el primer estabilizador de tres ejes que podía ser operado de forma manual y podía ser acoplado a un drone, plantando cara al monopolio que tenía hasta entonces el *steadicam* en materia de estabilización a la hora de grabar cámara en mano. Freefly Systems con su CineStar 6 y su Movi M10 marcaron la hoja de ruta en cuanto a la cinematografía aérea moderna y estabilización mediante *gimbals*, popularizando y poniendo al alcance de un público más amplio estas herramientas, lo que hizo que numerosas empresas comenzasen a producir nuevos modelos basados en sus soluciones, como DJI y su Ronin o su serie de drones Matrice y Phantom. (Freefly Systems, 2020).

### 3.4.2 Principios de funcionamiento

La gran mayoría de *gimbals* y en especial los destinados a cámaras más grandes y pesadas cumplen su cometido de estabilizar basándose en dos principios que Freefly Systems denomina como estabilización activa y estabilización pasiva. La estabilización activa hace referencia a la característica técnica que distingue a estos aparatos, y es la utilización de sensores para medir las variaciones de *roll*, *pan* y *tilt* y contrarrestarlas haciendo uso de los motores situados en cada eje. La estabilización pasiva hace referencia al principio de inercia sobre el que también están basados los *steadicams* y que se refiere a la tendencia de un objeto a resistir a cambios en su movimiento y mantenerse en su estado de reposo o movimiento relativo. Para ello, al igual que con los *steadicams* hace falta que la cámara esté correctamente equilibrada en cada uno de los ejes para el correcto funcionamiento de

todo el sistema. Cuanto mejor equilibrado esté cada eje menos fuerza tendrán que hacer los motores para estabilizar la cámara, lo que resultará en el consiguiente ahorro de energía. (Freefly Systems, 2015).

Sin embargo, y al contrario que los *steadicams*, los *gimbals* son capaces de reducir y suavizar movimientos angulares no deseados, pero no son capaces de eliminar movimientos espaciales. Esto se puede solucionar usando mecanismos similares al brazo de los *steadicams* y a día de hoy existen soluciones tanto para usar al grabar cámara en mano como para utilizar el *gimbal* acoplado a algún tipo de vehículo. De todas formas, siempre hay que tener en cuenta que en lo relativo a estabilización y control de la cámara, la calidad de una a menudo va a expensas de la otra. (Lewis, M. 2008, p.2).

## 3.5 Drones

Los UAV, del inglés *Unmanned Aerial Vehicle* (Vehículo aéreo no tripulado), o más apropiadamente RPAS, del inglés *Remotely Piloted Aircraft System*, (Aeronave pilotada por control remoto) hace referencia a una aeronave no tripulada, controlada de manera remota y que es capaz de realizar un vuelo controlado de forma autónoma. Comúnmente se les conoce como drones, que en castellano se traduce como zumbido y que hace referencia al característico sonido que emiten estas aeronaves producido por el giro de sus rotores.

### 3.5.1 Historia

Como la mayoría de avances tecnológicos, el inicio de los drones está ligado a su uso militar, pero hoy en día sus aplicaciones van desde la vigilancia, lucha contra incendios, inspección de infraestructuras, topografía y, la que interesa al estudio de este trabajo, la fotografía y el vídeo.

A pesar de que su comercialización para un público más amplio y su popularización en el sector audiovisual es algo relativamente reciente, el comienzo de las aplicaciones militares de los RPAS se remonta a la guerra de Vietnam donde el ejército americano lanzó drones desde aviones que volaban sobre el objetivo designado tomando fotografías y luego descendían en paracaídas una vez en territorio seguro. Aunque anteriormente podríamos señalar pequeños intentos experimentales que sentaron las bases de este tipo de aeronaves,

no fue realmente hasta la invasión de Siria de 1982 donde su uso, diseño y funcionamiento se empezó a asemejar a lo que son hoy en día los RPAS. (Juniper, A. 2015).

Existe gran variedad de RPAS atendiendo a sus diferentes características de vuelo, diseños, tamaño y peso, por ello ha sido necesario clasificarlos y agruparlos en función de sus características más comunes. Principalmente se dividen en ala fija y ala rotatoria, y dentro de la categoría de ala rotatoria se encuentran otras dos subcategorías, los helicópteros y los multirrotores. Debido a sus características físicas y de funcionamiento, que analizaremos más en detalle a continuación, el tipo de RPAS que se ha popularizado para aplicaciones civiles por su estabilidad y precisión es el de los multirrotores. (Juniper, A. 2015).

Desde sus inicios, los drones apenas despertaban el interés de una minoría hasta que una poco conocida empresa que fabricaba sistemas de entretenimiento para coches, Parrot, llamó la atención de todo el mundo al presentar su producto AR.Drone en la Feria internacional de electrónica de Consumo (CES) de las Vegas en 2010. A partir de ese momento, se produjo una expansión del sector más allá del terreno militar, popularizándose su uso civil en numerosas aplicaciones y ampliándose de manera drástica el número de consumidores. Este crecimiento tan repentino resultó en la creación de numerosas empresas para cubrir el nuevo nicho de mercado, cuyas necesidades y características diferían de las militares anteriores, dando lugar a empresas especializadas en la cinematografía aérea como Freefly Systems o DJI, cuyos productos mencionaremos y analizaremos a lo largo de este estudio, ofreciendo soluciones para el sector audiovisual. (Waibel, M. Keays, B. y Augugliaro, F. 2017).

Los primeros drones contaban con cámaras de muy baja resolución y que tan solo cumplían la función de mostrar al piloto la trayectoria del mismo. Sin embargo, conforme fue mejorando la tecnología y se pudieron hacer drones más grandes y ligeros, con mayor autonomía y que pudiesen equipar cámaras mejores de mayor resolución, el atractivo para el sector audiovisual fue aumentando. Los avances en materia de estabilización con los *gimbals* dieron el último impulso al fenómeno de los drones y compañías como DJI con su Phantom 1 sentaron las bases de la cinematografía aérea con drones de bajo coste, mostrando al mundo de lo que eran capaces estas aeronaves, consiguiendo imágenes que

hasta ese momento solo era posible conseguir las con costosos helicópteros y sistemas de cámara profesionales. (Díaz, T. J. 2015).

El Phantom 1 de DJI es el precursor de los modelos existentes actualmente enfocados principalmente a un público general, a un “prosumidor” que busca una buena calidad de imagen pero sin hacer un desembolso económico tan elevado, enfocado a producciones de bajo presupuesto y no especializadas. Hoy en día existen infinidad de modelos y marcas fabricantes de multirrotores, sin embargo, actualmente, el dron de consumo más popular y accesible para la mayoría de producciones audiovisuales es el DJI Phantom 4 Pro. (DJI, 2021).

### **3.5.2 Estructura y partes**

El equipamiento necesario para el vuelo de un RPAS consta de la aeronave propiamente dicha, en el caso más habitual para el sector audiovisual, un multirrotor, y el mando de control, equipado con una pantalla para poder ver la señal de vídeo de la cámara. Aunque hay gran número de modelos y marcas, la mayoría de los componentes y su diseño es común para todos. En el caso de los multirrotores, el fuselaje tiene la forma de una esfera hueca central. En ella están enganchados una serie de brazos y en sus extremos se ubican los rotores del aparato y las hélices. Al extremo de los mismos se sitúan los LEDs de posición que permiten identificar desde lejos hacia donde apunta el dron. Bajo el fuselaje suele ubicarse la carga, en nuestro caso, la cámara y sus accesorios montada sobre un *gimbal*, además del patín de aterrizaje. Los materiales con los que suelen estar contruidos son plástico o fibra de carbono, aunque los de mayor tamaño y destinados a levantar cargas mayores pueden llegar a estar fabricados de aluminio. (Juniper, A. 2015).



Fig. 3.6. Modelo Phantom 4 Pro del fabricante DJI. (DJI, 2021).

Recordemos, que lo que convierte a un multirroto tradicional en un RPAS propiamente dicho es su habilidad de ejercer algunas funciones que generalmente haría el piloto de manera remota o autónoma. En su interior alberga todos los sistemas electrónicos y sensores que hacen posible su funcionamiento, tales como la controladora, el ESC (*electronic speed controller*), el receptor, que recibe las ordenes de control del mando, el transmisor de la señal de vídeo e información de control al mando, (como velocidad, altura, posición, etc) sin olvidarnos de la batería que proporciona energía a todos los sistemas. (Juniper, A. 2015).

La controladora es el “cerebro” del drone y está conectada al resto de sensores tales como una brújula, un altímetro, un acelerómetro, un sensor GPS, un sensor IMU (*inertial measurement unit*), sensores de detección de obstáculos, etc. El ESC es un regulador de velocidad electrónico que envía potencia a los motores según las instrucciones recibidas desde la controladora. (Juniper, A. 2015).

Toda la información proporcionada por los sensores permite a la aeronave operar de forma autónoma y reaccionar a complicaciones durante el vuelo tales como pérdidas de conexión con el control remoto o alertas de batería baja en las que el drone está capacitado para

aterrizar o realizar el trayecto de vuelta al punto de origen de manera automática sin la intervención del piloto. Además, estos sensores también brindan la posibilidad operar el dron de manera automática, aunque no se trate de un problema o una emergencia, obteniendo funciones interesantes como seguimiento automático de sujetos haciendo uso de los sistemas de detección de obstáculos o la posibilidad de cargar planes de vuelo completos. (Joubert, N. Goldman, D. B. Berhouzoz, F. Roberts, M. Landay, J. A. y Hanrahan, P. 2016).

En lo relativo al mando a distancia, este está formado principalmente por dos palancas de control que permiten modificar el rumbo de la aeronave, así como hacerla ascender o descender. Además, cuentan con otros botones y diales que permiten controlar otros aspectos del dron como el selector de modo o el control de la cámara. En el caso específico del dron DJI Phantom 4 Pro el mando cuenta con botones para iniciar y detener la grabación de vídeo, para capturar una fotografía y para activar el sistema RTH (*return to home*), además de dos diales, uno permite ajustar parámetros como la velocidad de obturación, la apertura o el ISO y el otro permite ajustar el ángulo de inclinación de la cámara. En el caso específico de los drones de consumo de la marca DJI, el control remoto no tiene pantalla incluida, que queda reemplazado por el propio smartphone o Tablet del piloto con la aplicación de control, conectado al mando mediante un cable USB. Mediante el smartphone o tablet y la aplicación de control podemos ver la señal de vídeo de la cámara y la telemetría de la aeronave, como la velocidad horizontal y vertical, la altura, la posición, el nivel de batería, los satélites GPS o la calidad de la señal del mando y del vídeo con el dron. Además, también podemos modificar parámetros de vuelo o de cámara, así como hacer uso de los modos de vuelo inteligentes o consultar la posición del dron en el mapa. (DJI, 2021).



Fig. 3.7. Interfaz de control de la aplicación DJI Go 4. (DJI, 2021).

### 3.5.3 Principios de funcionamiento

Para entender cómo funciona un multirrotor es necesario entender primero que es lo que permite a un avión sustentarse en el aire. “El efecto de elevación que mantiene a un avión tradicional en el aire es consecuencia del aire que fluye sobre su forma aerodinámica cuidadosamente diseñada, lo que significa que el impulso hacia delante es esencial. Los multirrotores son aparatos mucho más flexibles; solo las palas de las hélices necesitan un diseño aerodinámico” (Juniper, A. 2015).

Durante el vuelo de una aeronave, la estructura está sometida a una corriente de aire y aerodinámicamente está sometida a dos fuerzas principales, la primera de sustentación y la segunda de resistencia al avance. Esto se debe a que las partículas de aire de dicha corriente se ven alteradas por la presencia del objeto y dan lugar a un cambio de presión y velocidad de las mismas. De este modo, adaptando el diseño para aprovechar al máximo estas fuerzas que se originan, las alas de un avión colocadas con una cierta inclinación hacia arriba y dentro de una corriente de aire son capaces de producir una fuerza de

sustentación. De ahí la necesidad de velocidad que impulse el avión hacia adelante y genere una corriente de aire que discurra por el perfil aerodinámico. (Juniper, A. 2015).

Un perfil aerodinámico situado en una corriente de aire es capaz de producir zonas de alta y baja presión a su alrededor gracias a su diseño cuidadosamente estudiado generando un efecto de sustentación proporcional a su velocidad y ángulo de ataque. Esto es debido a que los gases fluyen de la zona de mayor presión a la zona de menor presión igualándose. De este modo, “la diferencia de presiones produce una fuerza aerodinámica que empuja el ala de la zona de mayor presión a la zona de menor presión.” (González, F. 2018).

De ahí el diseño de las alas de los aviones, ya que provoca que el aire incidente acelere cuando circula por arriba y frene si circula por la parte inferior, lo que hace que aumente la presión y tienda a igualarse generando la fuerza hacia arriba que sustenta el avión. (Juniper, A. 2015).

En el caso de los helicópteros y multirrotores este diseño se aplica a las palas de sus hélices que se parecen a las alas de un avión, y la sustentación se consigue al girar las mismas a gran velocidad provocando, del mismo modo que sucede con el avance del avión, una corriente de aire que transcurre por el perfil aerodinámico. En el caso de los helicópteros, al contar con un solo rotor, las aspas cuentan con un sistema que permite variar el ángulo de las palas para modificar la aerodinámica del perfil, del mismo modo que en los aviones se emplean los *flaps* para ayudar a controlar más fácilmente la velocidad. En el caso de los multirrotores, al contar con más rotores no es necesario este mecanismo. “En su lugar, emplean la asimetría de potencia de los motores (incrementando o reduciendo su régimen de giro de manera individual o de forma coordinada) para modificar la actitud del aparato y controlar así sus movimientos. Esto simplifica su diseño, su mantenimiento y ahorra peso”. (González, F. 2018).

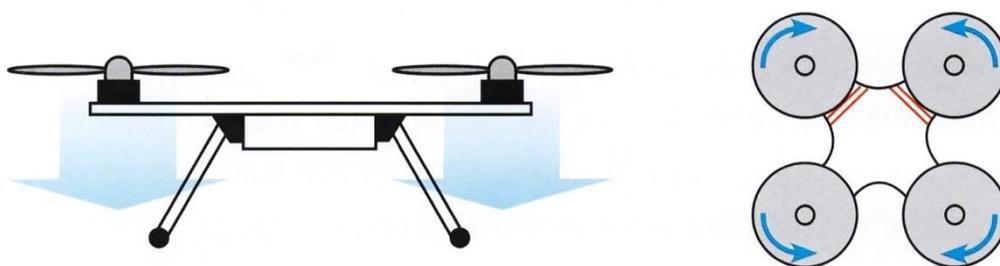


Fig. 3.8. Comportamiento de un cuadricóptero durante el ascenso. (Juniper, A. 2015).

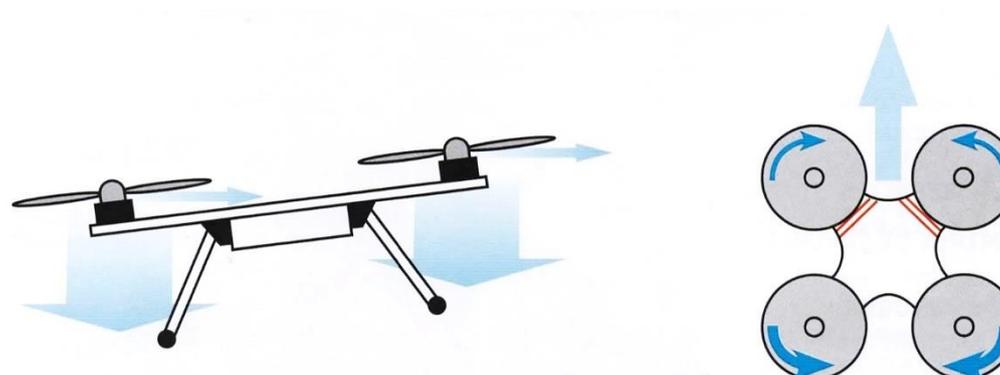


Fig. 3.9. Comportamiento de un cuadricóptero durante el avance. (Juniper, A. 2015).

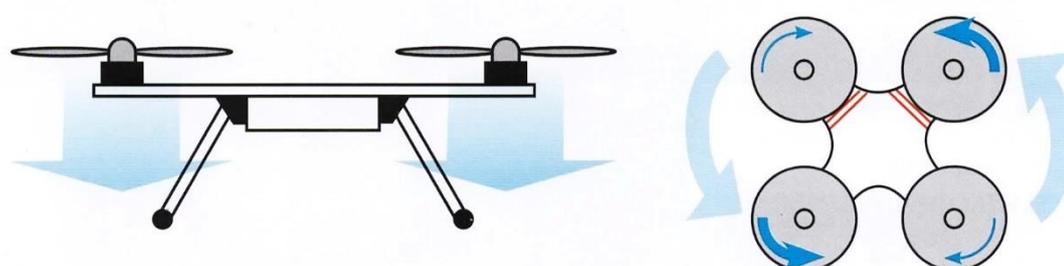


Fig. 3.10. Comportamiento de un cuadricóptero rotando sobre su eje. (Juniper, A. 2015).

Las aeronaves de ala rotatoria tienen una peculiaridad respecto a las aeronaves de ala fija y es que sufren del llamado efecto par motor o factor P. Este efecto provoca que el fuselaje de dichas aeronaves tienda a rotar “alrededor del eje de giro en sentido contrario al mismo, de manera proporcional a la potencia aplicada por el motor. Este efecto ha de compensarse por algún medio aerodinámico que lo contrarreste”. La solución a este problema es lo que principalmente diferencia a los helicópteros de los multirrotores. (González, F. 2018).

En el caso de los helicópteros es el rotor de cola o antipar, que gira en sentido contrario al rotor principal y situado en vertical, el que compensa el factor P.

Este rotor se sitúa en el extremo de un larguero para contrarrestar su pequeño tamaño con el efecto “brazo de palanca”. El control de guiñada a derechas o a izquierdas se consigue simplemente aumentando o disminuyendo la fuerza de sustentación que genera (ya sea variando las revoluciones de giro o el paso de las palas). [...] Los multirrotores, en comparación, compensan el efecto par y obtienen control de guiñada mediante el empleo de motores contrarrotarios, consiguiendo a su vez un mayor rendimiento al emplear toda la potencia del motor en crear sustentación. Los monorrotores, por el contrario, emplean de un 5 % a un 15 % de su energía en mover el rotor antipar. (González, F. 2018).

Además, en los multirrotores los puntos de sustentación quedan repartidos entre sus diferentes rotores, lo que produce una mayor estabilidad, cuantos más rotores tenga mayor será su estabilidad. Es por ello que es común la utilización de hexacópteros y octocópteros cuando la carga que se pretende levantar es elevada y voluminosa, como los Alta 6 y Alta 8 de Freefly Systems, que están preparados para levantar cámaras pesadas junto a su *gimbal* Movi Pro. Otra ventaja es que obtienen un mejor rendimiento debido a que la sustentación está directamente relacionada con la superficie de la pala. Al tener más rotores, la superficie de las palas puede ser menor ya que se reparte entre las demás y por lo tanto utilizar hélices más cortas. Este hecho se traduce en un menor consumo eléctrico y peso, ya que los motores no tienen que ser tan potentes para mover hélices más largas y pesadas (González, F. 2018).

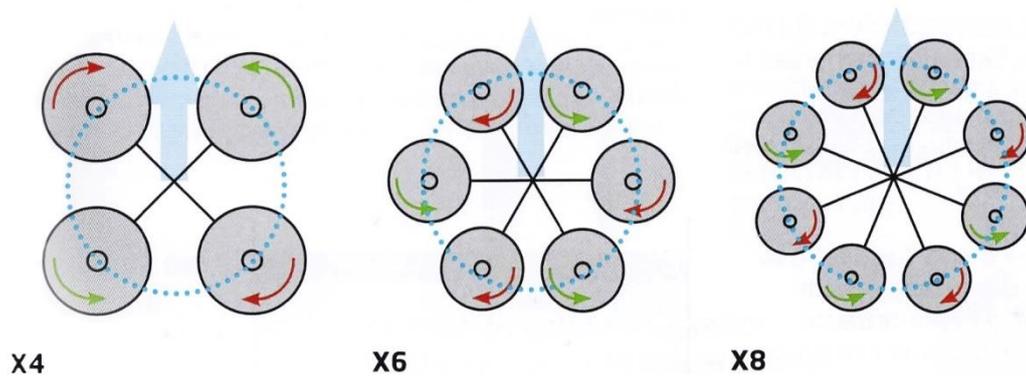


Fig. 3.11. Tipos de multirrotores y esquemas de rotación asimétrica. (Juniper, A. 2015).

Tal y como vimos en el apartado anterior, el control del RPAS se realiza a través de un mando a distancia, que, a pesar de variar en cuanto a forma y diseño respecto a diferentes modelos, sus controles son comunes a este tipo de aeronaves. El movimiento principal del dron se controla mediante las dos palancas centrales. Existen varios modos que cambian la distribución de los controles, aunque el estándar y más habitual es el modo 2. Cada palanca puede moverse en 4 direcciones y la aeronave reacciona tal y como se muestra en la imagen a continuación. (DJI, 2021).

Modo 2

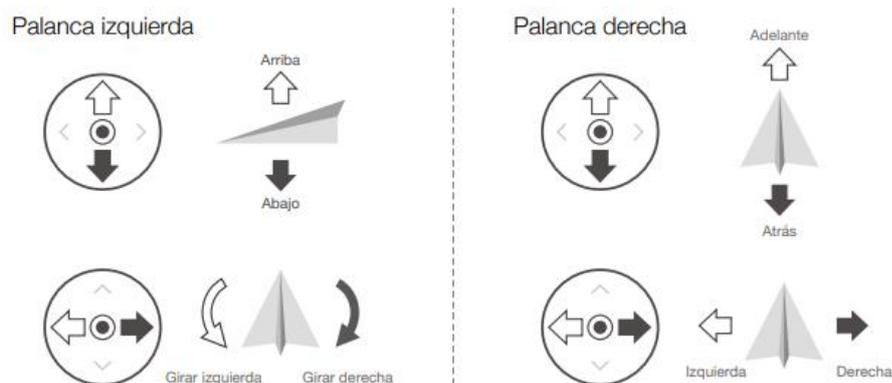


Fig. 3.12. Esquema modo de control 2. (DJI, 2021).

Los movimientos de estas palancas se pueden combinar para conseguir movimientos más complejos. Por ejemplo, si desplazamos el *joystick* derecho hacia arriba hasta una posición

del 50% y a su vez lo desplazamos hacia la izquierda un 15% la aeronave avanzará, pero se desplazará ligeramente hacia la izquierda, trazando una diagonal en el aire sin variar el ángulo del morro. Si el *joystick* derecho lo desplazamos un 80% hacia arriba y el *joystick* izquierdo lo movemos ligeramente a la izquierda la aeronave avanzará trazando una curva a la izquierda, variando la dirección del morro.

En lo relativo al control de la cámara existen dos opciones, dependiendo del tipo de dron y de si se utilizan uno o dos operadores. La mayoría de drones de consumo solo permiten la opción de un solo operador y es este quien controla la aeronave y la cámara al mismo tiempo. En este caso la posición de la cámara está fija y apuntará siempre en la dirección del morro de la aeronave (principalmente debido a que no tendría sentido girarla si el tren de aterrizaje sale en plano). Para realizar un paneo tendrá que mover mediante los mandos el dron al completo y tan solo podrá ajustar individualmente el ángulo de inclinación de la cámara. Cabe destacar que para conseguir tomas más complejas de este modo el piloto debe tener un grado de habilidad muy elevado y tener mucha experiencia, ya que para realizar según que movimientos, el piloto estará moviendo los *joysticks* en todas las direcciones al mismo tiempo, además de controlar el *tilt* de la cámara, como en el caso de querer hacer una guiñada hacia la izquierda mientras se avanza y se desciende. El *joystick* izquierdo estará situado hacia abajo y un poco hacia la izquierda, mientras que el *joystick* derecho estará situado hacia arriba y un poco a la izquierda. Además, al estar descendiendo, para mantener al sujeto encuadrado correctamente el piloto deberá modificar la inclinación de la cámara al mismo tiempo que realiza todas las maniobras anteriores. Si además el sujeto está en movimiento la precisión necesaria es milimétrica.

La segunda opción con dos operadores es la más habitual en el sector audiovisual. La utilización de drones más grandes y complejos de manejar y la necesidad de conseguir realizar las maniobras a la primera para evitar repetir escenas hace que sea prácticamente obligatorio contar con dos operadores, uno que controle el desplazamiento de la aeronave y otro encargado del control de la cámara. Los drones destinados a usos más profesionales están diseñados de base para ello, y, o bien cuentan con un sistema que permite elevar el tren de aterrizaje, dejando un campo de visión de 360° a la cámara para permitir la libertad de movimientos o bien son sistemas aún más complejos sin cámara incorporada, en la que

la cámara es habitualmente una cámara de cine profesional y es montada sobre un *gimbal* externo, por lo que, con más motivo, drone y cámara se controlan independientemente.

El ejemplo más claro del primer tipo es el DJI Inspire 2. Un drone semiprofesional compacto que monta un *gimbal* y cámara propietarios de la marca. Con un sensor micro cuatro tercios, la posibilidad de usar lentes intercambiables y el soporte para grabar en Apple Pro RES, Pro RES RAW y Cinema DNG. Su precio y tamaño más reducido lo convierten en el drone de entrada o gama media enfocado a usos más profesionales. (DJI, 2021).

El segundo tipo y en el otro extremo de la balanza en cuanto a tamaño y precio encontramos soluciones como las de Freefly Systems, con su Alta 8 Pro. Un octocóptero que puede levantar hasta 12 Kg de carga, permitiendo emparejarlo con un *gimbal* Movi Pro y cámaras de cine Arri, RED o Phantom Flex para cámaras superlentas. (Freefly Systems, 2021).

### **3.5.4 Cinematografía aérea**

El uso civil de los RPAS que interesa para el estudio de este trabajo es el aplicado a la producción audiovisual como se ha mencionado anteriormente, es por ese motivo que a continuación en este apartado se detallan una serie de tipologías de planos y movimientos de drone habituales y característicos de la filmación con este tipo de herramientas, extraídos de la CVMP, la *European Conference on Visual Media Production* de 2017, en el artículo *Overview of drone cinematography for sports filming* de Mademlis et al.

#### **3.5.4.1 Órbita, *Fly-by* y *Fly-over***

Tres conceptos de diferente ejecución para un mismo movimiento. Los tres consisten en desplazar el drone de manera lateral manteniendo el sujeto encuadrado. La principal diferencia entre *Fly-by* y órbita radica en si el sujeto se está desplazando o no. Propiamente *Fly-by* sería una órbita de un sujeto estacionario basándonos principalmente en su traducción en inglés, que haría alusión a la expresión “pasar de largo”, siendo la órbita la misma maniobra pero con un sujeto en movimiento. El *Fly-over* sería una órbita en la que

se aplica ligeramente un aumento de la altura, lo que en términos de cinematografía tradicional sería como realizar un *boom*, *truck*, *pan* y *tilt* al mismo tiempo.

A pesar de sus matices, coloquialmente a este tipo de maniobras se las conoce simplemente por el nombre de “órbita”, un término que engloba a las tres.

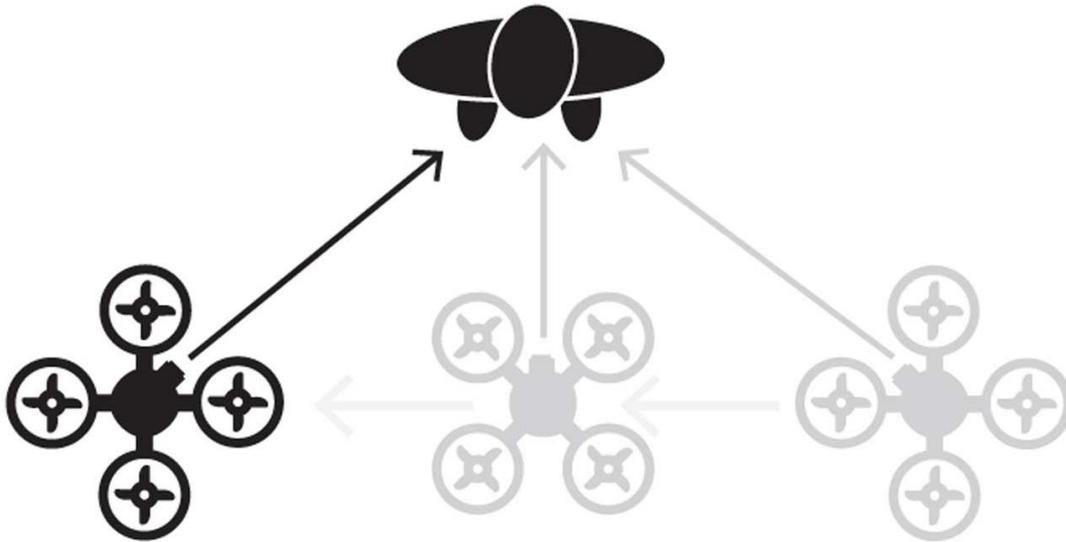


Fig. 3.13. Movimiento de órbita. (Videomaker.com, 2021).

#### 3.5.4.2 *Overhead shot*

Este se podría decir que es el tipo de plano más característico de los drones. El plano cenital llevado al “extremo”. Este plano consiste en situar el dron por encima del sujeto, con la cámara apuntando hacia abajo lo que aporta al espectador un mejor sentido de la escala y situación dentro del espacio. Este plano se puede realizar estático o aplicando diferentes movimientos, ya sean giros o desplazamientos siguiendo al sujeto o ascendiendo y descendiendo lo que aumentará esta sensación de escala y consciencia posicional revelando poco a poco el entorno que rodea al sujeto.

#### 3.5.4.2 *High Pan*

Un plano clásico llevado a las alturas. Consiste en una panorámica que es perfecta como plano de establecimiento o de situación mostrando los alrededores. Habitualmente se suele combinar con otros movimientos para aportar dinamismo como un movimiento de avance y ascensión, trazando una espiral en el aire.

#### 3.5.4.4 *Reveal*

Este es otro de los planos más característicos y vistosos de la cinematografía con drones. Hace uso del entorno para introducir el sujeto o la escena con cierto suspense, misterio o expectación. Consiste en desplazar el drone encuadrando en un primer momento a un objeto o sujeto cercano para acabar el movimiento “revelando” la escena o el objeto principal. Es plano se puede combinar con un movimiento de *tilt* de la cámara o incluso un movimiento de rotación del drone, realizando una guiñada.

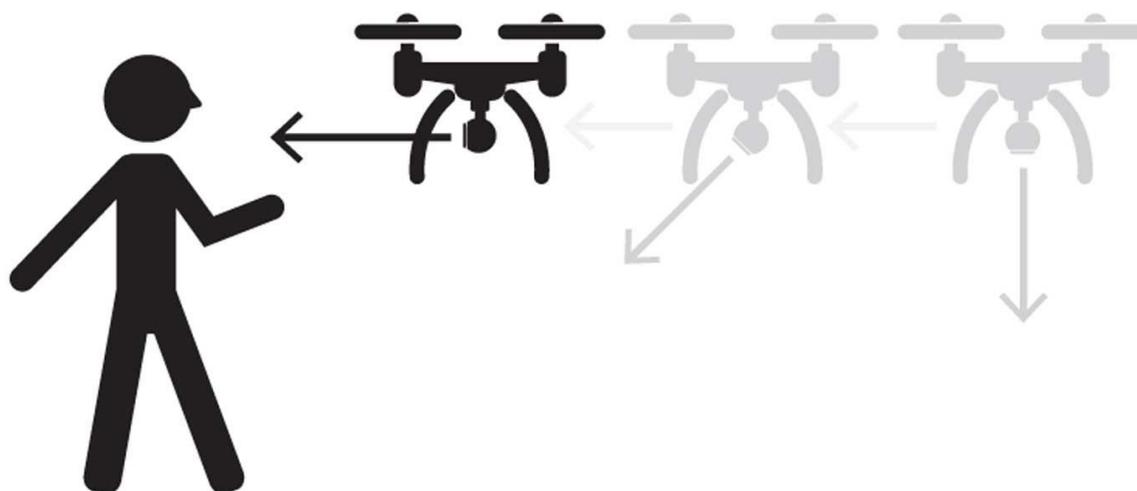


Fig. 3.14. Movimiento de *reveal*. (Videomaker.com, 2021).

#### 3.5.4.1 Seguimiento o *tracking*

Otro plano clásico adoptado por los drones. Consiste en desplazar el drone a la vez que el sujeto que se está filmando. Puede ser en cualquier ángulo, frontal, trasero, lateral y combinarlo con movimientos de rotación, convirtiéndolo en una órbita o bien en un *reveal*.

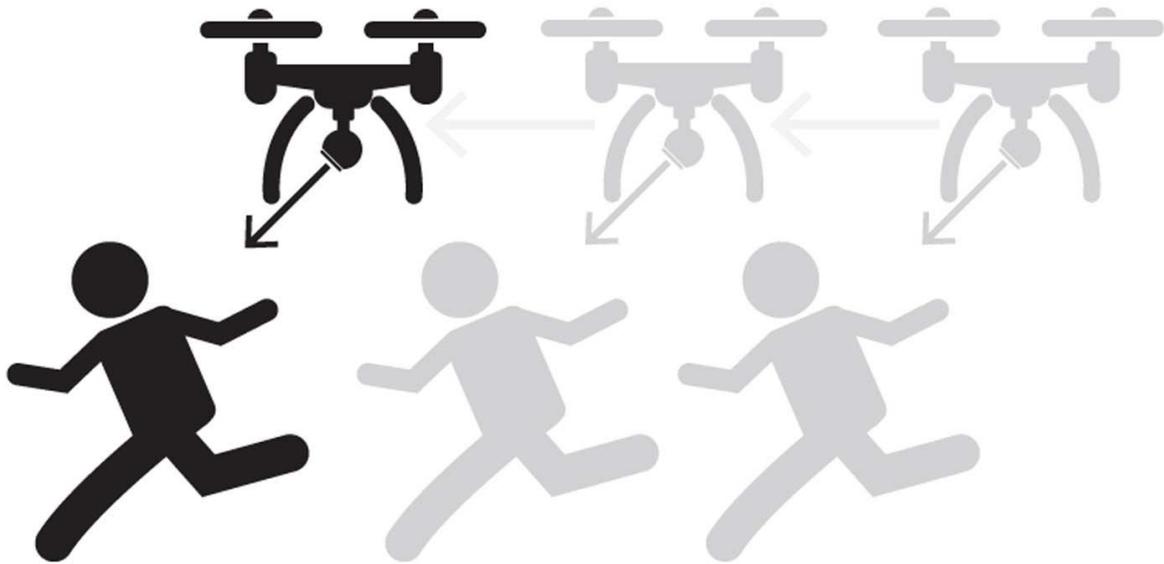


Fig. 3.15. Movimiento de *tracking*. (Videomaker.com, 2021).

#### 3.5.4.1 *Fly-through*

Este tipo de plano es uno de los más arriesgados a realizar con un dron y por ese motivo uno de los más vistosos. Consiste en un desplazamiento atravesando un espacio estrecho, como entre dos árboles, una ventana, etc.

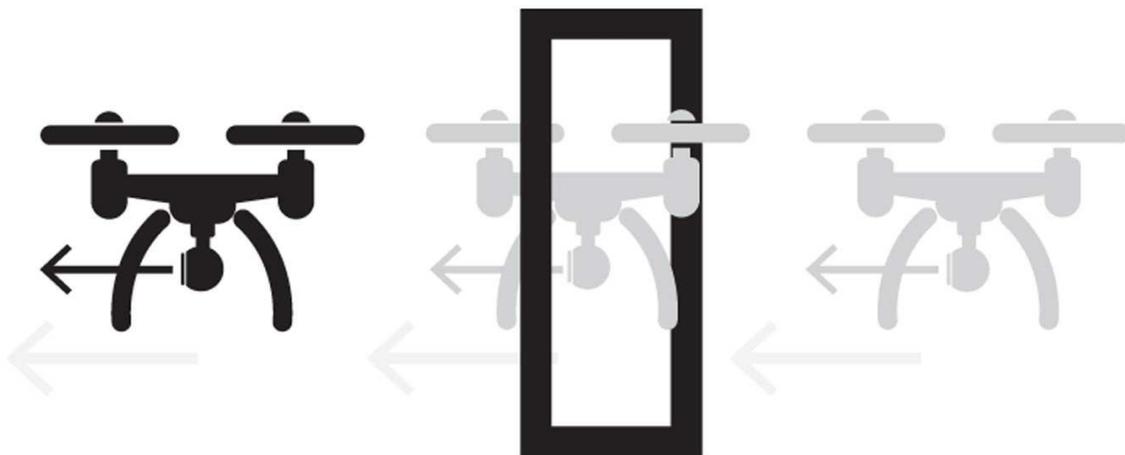


Fig. 3.16. Movimiento *Fly-through*. (Videomaker.com, 2021).

### 3.5.4.1 *Super-dolly* y *Pedestal*

Una tipología de planos que en cine tradicional están asociados a las grúas. El *Super-dolly* consiste en elevar el dron al mismo tiempo que se aleja del sujeto lo que permite revelar los alrededores llegando hasta un extremo que no se puede lograr con ninguna grúa. El *pedestal* es mucho más simple y consiste en elevar o descender el dron revelando sujetos o estructuras de arriba abajo o viceversa.

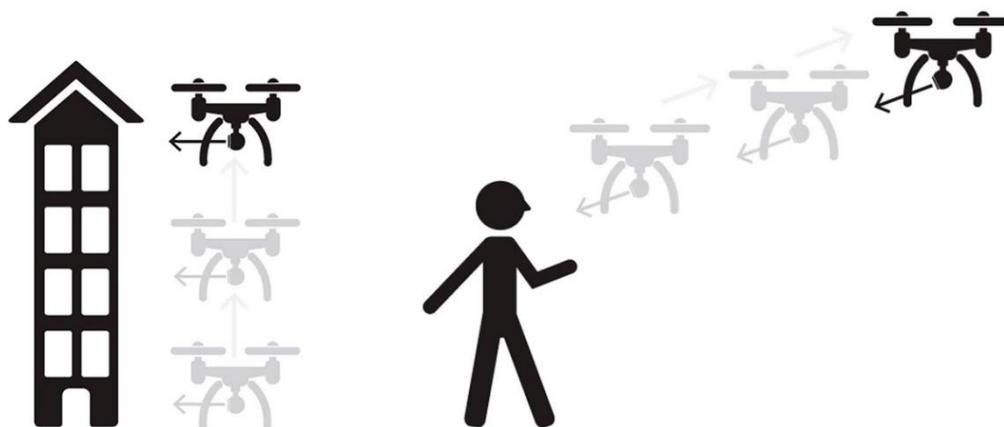


Fig. 3.17. A la izquierda *Pedestal*. A la derecha *Super-dolly*. (Videomaker.com, 2021).

En los puntos anteriores se han detallado los más comunes, sin embargo, como se puede apreciar en la figura a continuación, combinándolos e incluyendo objetivos o *targets* móviles se pueden obtener imágenes más complejas.

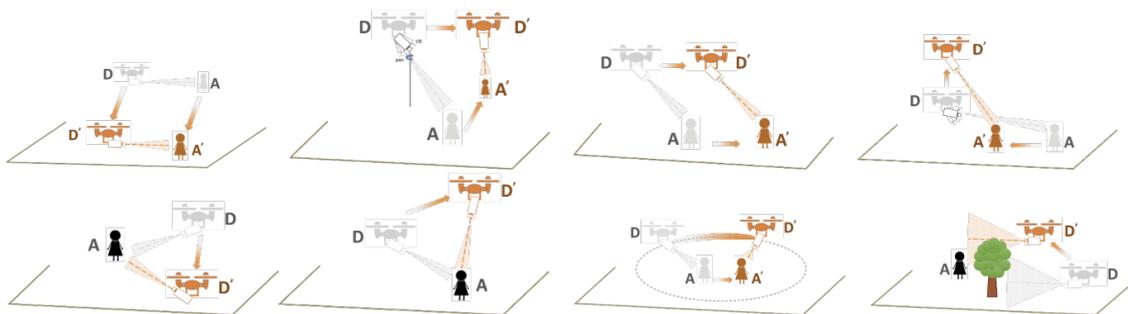


Fig. 3.18. Desde arriba a la izquierda hasta abajo a la derecha: *Tracking lateral*, *Panorámica aérea con objeto móvil*, *Chase*, *Pedestal con target*, *Fly-by*, *Fly-Over*, *Órbita*, *Reveal shot*. (Mademlis, I. Mygdalis, V. Raptopoulo, C. ... & Pitas, I., 2017)

### 3.6 La cinematografía en la filmación en alta montaña

La alta montaña es un entorno rocoso situado a gran altitud, generalmente por encima de los 2500m de altitud, en el que las temperaturas son muy frías, se está expuesto a rachas de viento muy fuertes, las precipitaciones son elevadas y casi siempre en forma de nieve y la proporción de oxígeno es baja.

Por tanto, la filmación en alta montaña supone una serie de retos y barreras que no pueden ser solventadas con las técnicas cinematográficas más habituales. En terreno montañoso se está mucho más expuesto a los elementos que de costumbre y el principal enemigo de los sistemas de grabación digitales es el frío. Además, el acceso a las localizaciones es a menudo abrupto y complicado, por lo que la logística del material es uno de los principales problemas, lo que requiere equipamiento más ligero. Además, la falta de conexión a la red eléctrica implica pasar a trabajar con equipos alimentados por baterías, o en el mejor de los casos con generadores eléctricos, aunque debido a su elevado peso y sus grandes dimensiones no siempre son una opción.

De este modo, una labor fundamental del departamento de dirección de fotografía será escoger el equipamiento que mejor se adapte a las condiciones del entorno. Es aquí donde entran en juego herramientas como los *gimbals* y los drones y sus respectivas figuras de operadores especializados que se colocan como primera opción a la hora de realizar movimientos de cámara debido a la imposibilidad de utilizar los métodos más habituales en rodajes urbanos y más controlados, como *dollies* o gruas para desplazar la cámara o elevarla del suelo.

En lo relativo a iluminación, y al igual que sucede con la cámara, la imposibilidad de transportar hasta la localización los soportes para situar fuentes de luz en determinadas posiciones y ángulos, hace que herramientas como los drones puedan ser consideradas una buena opción para situar focos a una determinada altura o incluso desplazarlos durante la filmación y es un objetivo de este trabajo probar su viabilidad incluso con presupuestos reducidos.

A su vez, la alta montaña es un terreno peligroso que requiere una preparación física previa y llevar el equipamiento adecuado. De cara a una producción audiovisual, si los rodajes en

terreno de alta montaña son puntuales, hará falta contar con una unidad adicional formada por profesionales con la experiencia y las capacidades físicas adecuadas al entorno, que se encargaran de los rodajes en esas localizaciones siguiendo las directrices establecidas por los jefes de departamento y bajo su supervisión.

Sin embargo, si gran parte de la producción se llevará a cabo en este tipo de entornos, como es el caso del documental *Snow Soul*, vinculado a este trabajo, el equipo humano tendrá que ser seleccionado desde un principio acorde a las necesidades de la producción, teniendo en cuenta estos factores, ya que los principales responsables de los departamentos no podrían delegar sus funciones en otros especialistas durante tanto tiempo, como en el caso de utilizar una unidad adicional.



## 4. Análisis de referentes

En este apartado se analizarán los referentes que hemos seleccionado como principal fuente de inspiración, tanto visual como técnicamente, para la parte aplicada de este proyecto y que servirán para contextualizar la investigación académica de este trabajo teórico.

### 4.1 Nick Goepper breaks down his slopestyle tricks (2014)

Este corto documental fue producido por RedBull en el año 2014 y se distribuyó de forma online en los canales de la marca tanto en YouTube como en RedBull TV. Fue el primero en su género en utilizar el recién presentado Movi M10. Por primera vez un operador especialista realizaba seguimientos sobre sus esquís con la ayuda de un gimbal para estabilizar las imágenes, por lo que es un referente directo para el documental Snow Soul y pionero en las técnicas y equipamientos que se van a utilizar en este trabajo.

El vídeo explica desde la perspectiva del esquiador de freestyle Nick Goepper cómo realiza algunos de sus trucos más impresionantes y que le han llevado a lo alto del podio en numerosas ocasiones. Del vídeo podemos extraer dos técnicas cinematográficas interesantes para su posterior aplicación en la parte aplicada de este trabajo.

La primera, como hemos mencionado anteriormente, es todo el trabajo relativo al movimiento de cámara y estabilización. El vídeo principalmente destaca por sus travellings de seguimiento a ultra cámara lenta en los que se puede apreciar con todo lujo de detalles los movimientos del atleta a la hora de realizar el truco. Para ello fueron claves dos avances tecnológicos de aquella época.

El primero, la comercialización del Movi M10, el primer gimbal que podía ser operado de forma manual. El segundo, la comercialización de la cámara Phantom Miro, la versión compacta y ligera de las famosas, voluminosas y pesadas cámaras Phantom. Estas cámaras son características por conseguir tasas de fotogramas por segundo muy elevadas, enfocadas especialmente a la captura de imágenes para su posterior ajuste a cámara lenta. La

Phantom Miro cuenta con un sensor de 35mm de 2 megapíxeles, que es capaz de grabar a una resolución de 1920 x 1080 a unos 1.540 fps con una profundidad de 12 Bit. Además, tiene unas dimensiones muy reducidas de unos 20cm x 20cm x 10cm y pesa tan solo 1.4 kg. Sin ambos avances técnicos no se habrían podido realizar ese tipo de tomas.



Fig. 4.1. El Operador especialista Kirk Bereska haciendo un seguimiento con el Movi M10. (RedBull, 2014).

El tamaño reducido de la *Phantom Miro* hacía posible montarla sobre el *Movi M10*, algo que habría sido imposible con las cámaras *Phantom* anteriores, y que permitía conseguir tomas perfectamente estabilizadas mientras era transportado por un operador que realizaba seguimientos a gran velocidad muy cerca del atleta. Un segundo operador, a distancia, realizaba correcciones y se aseguraba que estuviese perfectamente encuadrado gracias a un mando a distancia y un sistema de transmisión de imagen inalámbrica, que le permitía ver en todo momento la imagen de la cámara y controlar el movimiento del *gimbal*. Un trabajo de cámara impecable e innovador para la época que sentó las bases de la realización de este tipo de vídeos deportivos de ahí en adelante.

La segunda técnica cinematográfica no está relacionada directamente con el rol de operador de cámara especialista pero sí que es interesante la forma en la que intentan acercarse visualmente al punto de vista del atleta. Mediante un *rig* personalizado, formado por una serie de tubos enganchados a la cintura del atleta que sostiene una plataforma en la que estaba enganchada la cámara, consiguieron unas tomas bastante llamativas y peculiares que acercan la visión del espectador a la situación que está viviendo el atleta. Al estar enganchados a él, los movimientos del atleta pasan a ser los de la cámara y los que percibe el espectador, dando esa sensación de estar allí presente saltando con él.

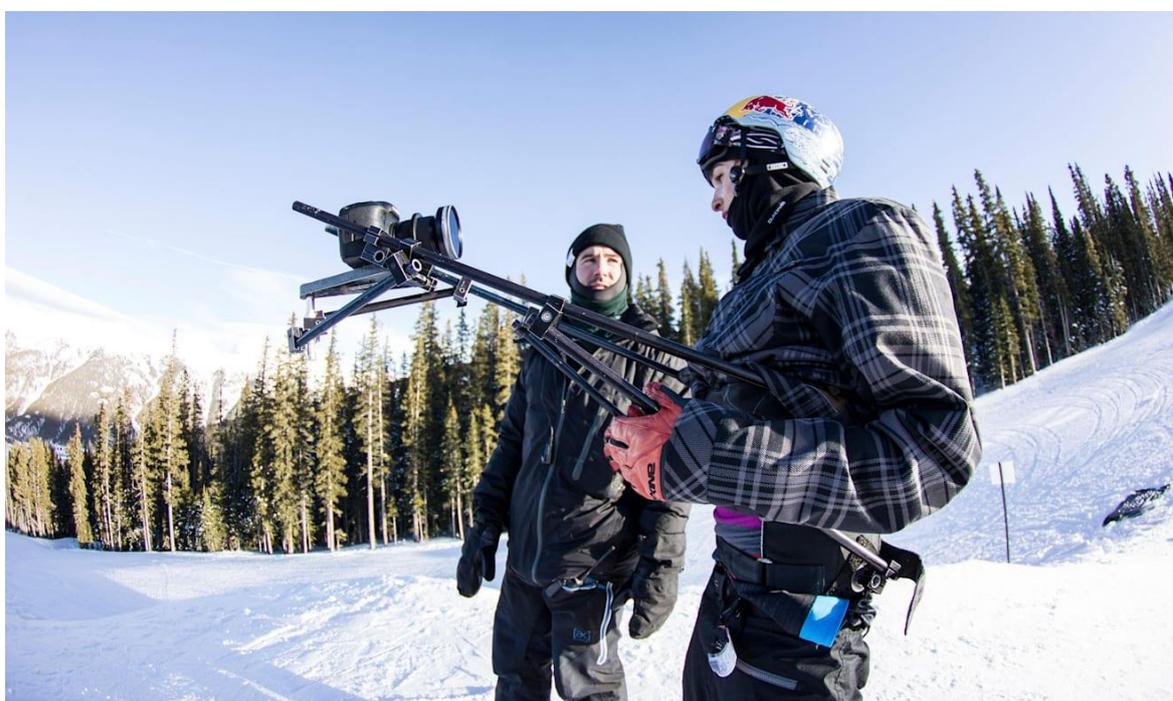


Fig. 4.2 Nick Goepper sosteniendo el *rig* con la cámara enganchada. (RedBull, 2014).



Fig. 4.3. Fotograma que muestra el efecto conseguido con la técnica. (RedBull, 2014).

De cara a su aplicación en el trabajo, es interesante el punto de vista que se consigue con las imágenes y en el documental, debido a las limitaciones de presupuesto, se ha utilizado una cámara de acción enganchada al palo de la esquiadora o bien a una pértiga rotatoria con contrapeso acoplada a su casco.

## **4.2 Fastwood – By Richard Permin (2019)**

Fastwood forma parte de las muchas cápsulas de entretenimiento deportivo que produce la empresa RedBull al año a modo de branded content, distribuidas tanto en su propia plataforma, RedBull TV, como en sus canales de YouTube e Instagram. A pesar de su corta duración es un referente integro para las escenas de acción que tendrá el documental Snow Soul en cuanto al tipo de planos y las técnicas y equipamiento utilizados.

Podemos destacar dos puntos a analizar, los seguimientos a gran velocidad con gimbal, y los planos de seguimiento aéreos con drone y drone FPV, en los que entra en juego la figura del operador especialista, objeto de estudio de este trabajo.

El leitmotiv del vídeo es la velocidad y todos y cada uno de los planos se encargan de transmitir esa sensación. Se trata de muchos planos cortos, de apenas 1 o 2 segundos la mayoría, con mucho movimiento tanto interno como externo. El ritmo es acelerado en general, pero con pequeñas pausas que se hacen evidentes debido a la utilización de planos

más largos y que hacen énfasis sobre la acción realizada en concreto, como por ejemplo un salto. El uso de la cámara lenta es casi inexistente en el vídeo, tan solo en un momento en el que el esquiador realiza una acrobacia la velocidad se reduce, aunque rápidamente se vuelve al ritmo acelerado.

Todos los planos, sean en movimiento o estáticos, a excepción de los planos aéreos, están grabados con una cámara de cine profesional de la marca RED, una RED Epic, en la mayoría de casos con distancias focales largas que hacen más evidente la velocidad y aíslan al sujeto. Para la filmación en movimiento se han utilizado tanto steadicams como gimbals. En el caso de este último en concreto el modelo Freefly Movi M15 para los seguimientos cámara en mano que realiza el operador especialista Maxime Moulin esquiando, y el modelo DJI Ronin 2 para los seguimientos realizados con moto de nieve acoplado a esta misma mediante un brazo amortiguador de la empresa Flowcine, en concreto el modelo Black Arm.



Fig. 4.4. El operador especialista Maxime Moulin realizando un seguimiento con el Movi M15 y la RED Epic. (PVS Company, 2020).

Para las tomas aéreas se han utilizado dos tipos de drones:

El primero, un *DJI Inspire 2* con la cámara *Zenmuse X7* que cuenta con un sensor *super35* que es capaz de grabar en *CinemaDNG* a una resolución de 6K y objetivos intercambiables, que permiten utilizar grandes distancias focales para continuar con esa sensación de aislamiento y velocidad, y lo que lo convierte en la pareja perfecta para la *RED* utilizada. Además, es relativamente ligero y compacto, ideal para el entorno de grabación remoto en el que se realizó la grabación.

El segundo, un drone *FPV* equipado con una cámara *GoPro Hero 8*. Una configuración que permite hacer seguimientos mucho más de cerca y a velocidades mucho más elevadas que el conjunto anterior. Teniendo la posibilidad de realizar maniobras mucho más agresivas y acrobáticas.



Fig. 4.5. El operador de drone Benoit Sartorius realizando un seguimiento con drone *FPV*.  
(PVS Company, 2019).

El problema de este conjunto radica en el salto de calidad evidente respecto a las imágenes obtenidas en *RAW* de la *RED* y la *X7*, aunque a día de hoy, gracias a los avances tecnológicos en la industria cinematográfica que están permitiendo a los fabricantes hacer cámaras cada vez más pequeñas y ligeras, como el caso de la *RED Komodo* o la *Freefly Wave*, cada vez es más popular ver drones *FPV* de mayor tamaño montados junto a este tipo de cámaras, lo que permite mantener el nivel de calidad durante toda la producción. En cuanto a la narrativa, los planos aéreos del inspire se utilizan para contextualizar y dar una visión del entorno mientras que los planos aéreos del drone *FPV* se utilizan de modo inmersivo como las propias siglas *first person view* indican.

De cara a la aplicación práctica de estas técnicas durante la grabación del documental *Snow Soul*, la manera en la que se realizan los *travellings* de seguimiento a gran velocidad entre árboles y el equipamiento que utilizan es un referente directo para las escenas deportivas del documental en las que se requiera seguir a la atleta a través de terreno nevado, en las que el operador especialista la filmará llevando consigo el *gimbal* y la cámara. Del mismo modo, en lo relativo a la cinematografía aérea se empleará el drone para conseguir imágenes recursos de cada localización que se utilizarán posteriormente en montaje para contextualizar y ubicar al espectador.

### **4.3 Insitu – By Marion Haerty (2019)**

*Insitu* es un cortometraje autorreflexivo que nos sumerge en la mente de la dos veces campeona del mundo de *freeride snowboard*, Marion Haerty, mostrándonos cómo afronta sus propias emociones y empuja sus límites para enfrentarse a las adversidades que le rodean. Lo interesante de este cortometraje como referente es en la utilización de drones como soporte lumínico en el momento en el que la protagonista está en el bosque subiendo, con su tabla a la espalda. Podemos apreciar como la luz en esa escena es cenital que se desplaza siguiendo a la atleta, y a medida que avanza, va generando unas sombras producidas por las ramas de los árboles, que aportan un toque misterioso y casi terrorífico que va ligado a la incertidumbre y la tensión que tiene la protagonista en ese momento.

El equipamiento utilizado para esa escena es un octocóptero del fabricante canadiense *Freefly Systems*. En concreto el modelo *Alta 8*, que tiene una *MTOW* de 12Kg y permite

levantar tanto configuraciones pesadas de *gimbal* + cámara de cine o en este caso pequeños conjuntos de focos LED como el utilizado en el vídeo, de la empresa *Stratusled*.



Fig. 4.6. *Freely Alta 8* equipado con el *Aerial Array*. (Stratusled, 2018).

El *Aerial Array*, como ellos lo llaman, es un conjunto de 10 focos *LED* de *100W* cada uno, lo que supone en total una potencia de *1000W* capaz de emitir unos *130.000 lúmenes*, equivalente, según la propia empresa, a una bombilla de *15kW* incandescente. Con un peso total sin baterías de *3850g*, el fabricante recomienda su uso con drones que admitan una *MTOW* de al menos *6,5Kg*, por lo que se necesitan para levantarlo drones como el mencionado anteriormente *Alta 8* o el *DJI Matrice 600*. El sistema se acopla al tren de aterrizaje de la aeronave y es alimentado por baterías de tipo *Li-Po*.



Fig. 4.7. Detalle del *Aerial Array*. (Stratusled, 2018).

Este referente es clave para el apartado de estudio del trabajo que trata los drones como soporte lumínico y las técnicas y equipamientos se tomarán de ejemplo para las escenas nocturnas del documental cuando sea necesario iluminar en medio de la montaña. Debido a las limitaciones de presupuesto, el tipo de drone y focos que este soporta será algo diferente y de menor intensidad lumínica, pero el concepto y utilidad se mantendrá.

#### 4.4 The Old World (2020)

The Old World es un largometraje dedicado al mundo del ciclismo acrobático o *freestyle* tanto de MTB como BMX y que rompe con los límites establecidos entre las películas de deportes de acción y el cine tradicional, producida, tal y como hacen hincapié sus creadores, siguiendo los estándares cinematográficos más altos y empleando las técnicas y herramientas más avanzadas e innovadoras para llevar a la gran pantalla una película de acción deportiva de primera calidad. 15 deportistas, 8 disciplinas, 7 países y 100% Europa. La película es un paseo a lo largo de toda Europa mostrando sus paisajes y lugares emblemáticos para el ciclismo presentando a numerosos atletas internacionales de la

modalidad, a través de una historia paralela en la que seguimos a un apasionado fanático de las bicicletas de montaña y fotógrafo analógico en un viaje mental a través de un mundo imaginario que abre una nueva dimensión del ciclismo. Filmado cuidando el más mínimo detalle, cada segmento retrata una cierta disciplina, mentalidad y paisaje para mostrar la diversidad de la cultura y los paisajes del ciclismo europeo.

Producida por Tillman Brothers y co-producida por Red Bull Media House ha sido nominada a 3 Emmys entre ellos al mejor trabajo de cámara y se distribuye de manera online disponible para su compra bajo demanda en las principales plataformas digitales.

El film es interesante por el concepto de aportar una narrativa ficcionada más allá del ámbito documental característico de las películas de deportes extremos, algo que pretende distinguir también a *Snow Soul*, además de su trabajo de cámara avanzado y especializado. A pesar de ser una película de ciclismo, una de las escenas transcurre en una estación de esquí en invierno. Se aprovechan sus pistas y la nieve para crear saltos y emplean la figura del operador especialista para realizar *travellings* de seguimiento del atleta mientras este realiza las acrobacias. El operador Alexander Rydén, uno de los mejores y más famosos de su disciplina, esquía y salta persiguiendo al ciclista llevando consigo el equipamiento de cámara, una Arri Alexa Mini montada sobre un gimbal Movi Pro. La elección de usar a un operador que siga al atleta esquiando en lugar de montar el conjunto sobre una moto de nieve, sobre un *cable-cam* o simplemente grabar la escena desde un drone radica en lo característico del movimiento y ángulo desde el que se ve la escena aportando la inmersión que de cualquier otra manera habría sido complicado replicar. La imposibilidad de saltar de manera segura siguiendo la trayectoria del ciclista con la moto de nieve prácticamente la descarta para obtener ese sentimiento de inmersión, al igual que el *cable-cam* que debido a su trayectoria en línea recta perfecta tampoco lo conseguiría produciendo una imagen más robótica y ajena a la acción. Por último, queda el drone, que sí que habría conseguido acercarse al punto de vista subjetivo que introdujese al espectador en la escena, pero igualmente habría perdido humanidad por sus movimientos también demasiado mecánicos.



Fig. 4.8. El Operador especialista Alexander Rydén haciendo un seguimiento con el Movi Pro. (Tillman Brothers, 2021).

Otra de las escenas más relevantes de la película en cuanto a su realización es cuando el operador especialista Andi Tillman realiza un seguimiento montado sobre una bicicleta de montaña llevando a sus espaldas un *gimbal* Movi XL acoplado mediante un *rig* personalizado a una mochila especial. Este sistema principalmente soluciona el gran problema existente a la hora de realizar *travellings* de seguimiento frontales mientras se graba a un ciclista a grandes velocidades en este tipo de entornos. Una de las soluciones más famosas y populares para la realización de este tipo de tomas en bosque es el *cablcam*, sin embargo, el tipo de planos obtenidos suele ser lateral o bien cenital, ya que el cable de sujeción, que además debe ser tendido en línea recta, supone un impedimento a la hora de colocarlo sobre la trazada que tiene que realizar el ciclista ya que este chocaría con él y saldría en plano. La utilización de un dron en zonas de bosque frondoso tampoco sería una opción debido al poco espacio de maniobra y alto riesgo de colisión.

El rig personalizado utilizado aquí permite realizar estos seguimientos frontales imposibles aportando una inmersión total siguiendo exactamente el trazado del ciclista o incluso combinándolo con trazados paralelos para conseguir movimientos más complejos, pasando de *travellings* laterales a frontales.



Fig. 4.9. Fotograma de *The Old World* utilizando la mochila especial con el gimbal para realizar el seguimiento. (Tillman Brothers, 2021).



Fig. 4.10. El Operador especialista Andi Tillman portando la mochila especial con el *gimbal* Movi XL. (Tillman Brothers, 2021).

Otro punto a destacar es el papel de la cinematografía aérea en el film. Imprescindible para plasmar la grandeza de los paisajes en los que transcurre la acción, aportando un punto de vista general y amplio y permitiendo al espectador ubicarse en el entorno. Eso es exactamente lo que se busca en *Snow Soul* y por ello se grabarán diferentes imágenes de recurso haciendo uso de drones en cada una de las localizaciones en las que transcurre la historia del documental para complementar al resto de imágenes.

En general, de la película, es interesante toda la labor de los diferentes operadores especialistas y de cara a su posterior aplicación en la parte práctica de este trabajo, se tomarán como referencia cuando se tengan que realizar seguimientos a la atleta esquiando o montando en bici en las que se montará la cámara sobre un *gimbal* y se procederá del mismo modo que hemos visto descrito anteriormente. Además, en cuanto a la tipología de planos y los movimientos que se realizan a la hora de filmar a los ciclistas de montaña en bosque se tomará como referencia a la hora de filmar las escenas de ciclismo de montaña del documental, ya que se realizarán en entornos similares y se podrán hacer uso de las distintas soluciones que se emplean en la película, sobre todo los *cabl-cam*

## 4.5 Referencias adicionales

Más allá de las características de formato más tradicionales que encontramos en los referentes anteriores más similares con el formato documental, podemos encontrar otros referentes en formatos como *spots* publicitarios o series fotográficas utilizando técnicas y conceptos comunes y relacionadas con el objeto de estudio de este trabajo. En concreto estas referencias adicionales están relacionadas con el uso de drones como soporte lumínico.

### 4.5.1 Imagine – Boston Celtics (2019)

Este *spot* publicitario producido por *The Famous Group* para el equipo de baloncesto americano *Boston Celtics*, se hace uso de los drones no solo como fuente de iluminación, si no que forman parte de manera activa de la historia del anuncio y son un elemento más coprotagonista en el espacio.

Supone una fusión entre tecnología, arte y deporte y sostiene un discurso narrativo sobre la imaginación y la creatividad que la utilización de drones abandera perfectamente. Su utilización está motivada por la necesidad de trasladar de posición los focos durante la toma con una gran precisión. Algo que es posible conseguir gracias a este tipo de drones que son capaces de cargar con focos acoplados a un *gimbal* que permite controlar la posición exacta del haz de luz. Un referente directo sobre el uso que se pretende dar a los drones en este trabajo. Movimientos rápidos de luz cenital que solo es posible conseguir con estas herramientas en los entornos en los que transcurre el documental.

El modelo concreto de drone es el *Alta 6* de la compañía americana Freefly Systems. Tiene un *MTOW* de 13,6 kg de los que se deduce una carga útil de 9,1 kg derivado del propio peso de la aeronave. Es por ello que permite cargar con combinaciones más pesadas de focos así como combinarlos de esta manera junto a un *gimbal* para controlar su dirección de manera más precisa.



Fig. 4.11. Fotograma de *Imagine* en el que se puede apreciar el Alta 6 equipado con el *gimbal* Movi M15 y un foco. (The famous group, 2019).



Fig. 4.12. Fotograma de *Imagine* en el que se aprecia el dron como un elemento artístico más. (The famous group, 2019).

#### 4.5.2 Fields of Infinity – Reuben Wu (2019)

Se trata de un proyecto fotográfico de arte conceptual realizado por el fotógrafo Reuben Wu, quien ha fusionado una técnica tan tradicional y característica del arte fotográfico como lo es el *lightpainting*, con la más última tecnología como lo son los drones, famoso por su fotografía revolucionaria utilizando drones para iluminar paisajes naturales creando efectos visuales únicos.

Proyectos como *Aeroglyphs* o *Field of Infinity* son una pequeña muestra de lo que los drones son capaces de ofrecer como soporte lumínico. El fotógrafo realizó fotografías de larga exposición mientras utilizaba un drone equipado con un foco para iluminar el entorno. Al estar realizando largas exposiciones y aplicar movimiento al drone la luz emitida queda registrada en forma de trazo.

Aunque se trata de un formato diferente al que se pretende desarrollar con este proyecto, su concepto y propósito es parecido, además de utilizar al fin y al cabo el mismo equipamiento y las mismas técnicas.

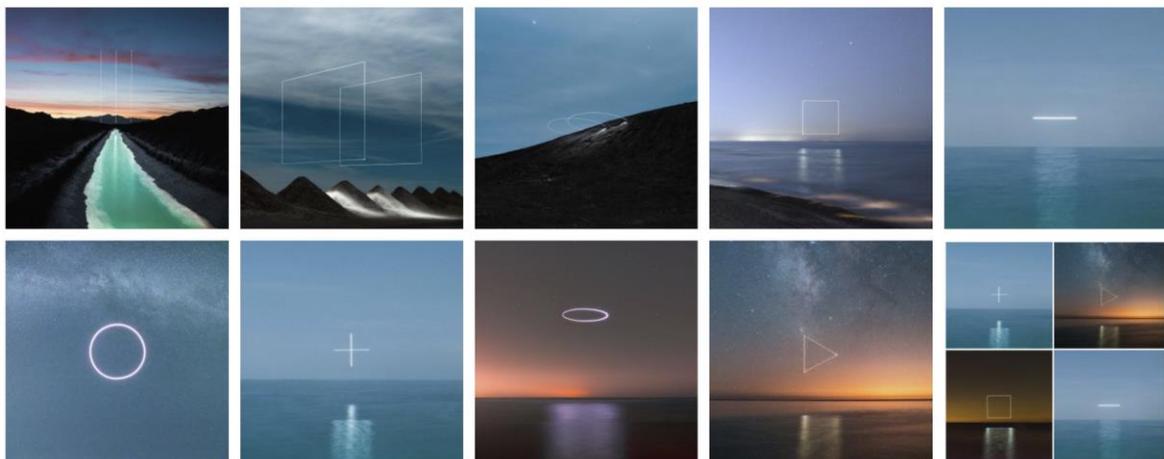


Fig. 4.13. Serie fotográfica *Fields of Infinity*. (Reuben Wu, 2019).

#### 4.5.3 Campaña T-Mobile 5G Network x Alex Strohl (2020)

En esta campaña de marketing, el fotógrafo americano Alex Strohl realizó una serie de acciones comerciales patrocinadas por el operador telefónico *T-Mobile* con el objetivo de promocionar la nueva red 5G que acababan de lanzar.

El fotógrafo hizo uso de un drone con un foco acoplado para iluminar desde un ángulo superior sus fotografías. El drone utilizado es un DJI Mavic Pro utilizando el conjunto de focos y enganche de la compañía *Lume Cube* que posteriormente se menciona en el apartado de metodología, sirviendo de principal referente técnico para el proyecto debido a su reducido coste. Este conjunto sin embargo tiene unas limitaciones evidentes, la cantidad de luz que emite se ve afectada por su reducido tamaño y peso. Es por este motivo que se deben tomar una serie de medidas para intentar contrarrestar estos efectos. Como la mencionada en el marco conceptual relacionada con la ley de la inversa del cuadrado o como la tomada por Alex Strohl en este caso. Apoyarse de fuentes de luz secundarias, como el propio solo durante la hora azul, la luna o incluso otros focos a nivel del suelo.

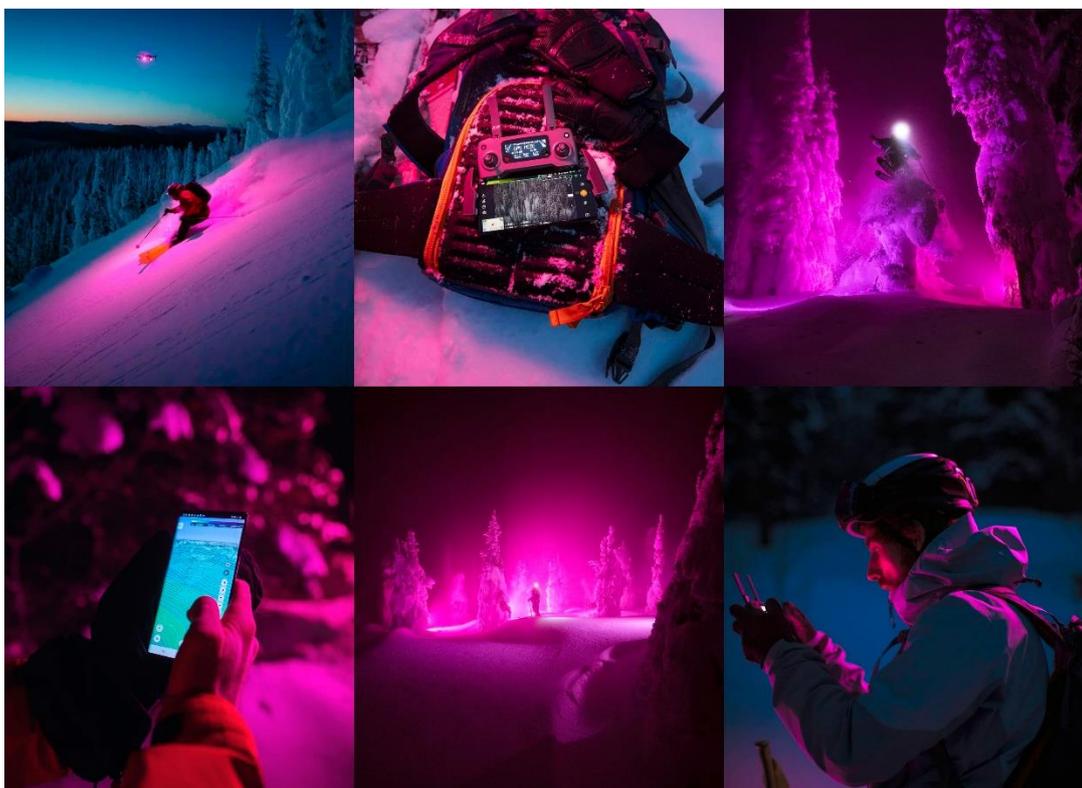


Fig. 4.14. Serie fotográfica comercial para *T-Mobile*. (Alex Strohl, 2020).



## 5. Metodología y flujo de trabajo

Para llevar a cabo el proyecto se ha seguido, en términos generales, el procedimiento habitual en la creación de un producto audiovisual. Se ha dividido el proyecto en 3 fases generales: preproducción, producción y postproducción. Para el caso concreto de estudio de este trabajo, el rol de operador especialista, la metodología se va a centrar en las fases de preproducción y producción que son en las que está involucrada esta figura, sin embargo, de cara a la producción del documental *Snow Soul*, al tratarse de un equipo reducido y un presupuesto ajustado también se ha desempeñado el rol de director además de realizar en momentos puntuales tareas que son responsabilidad del auxiliar de cámara.

A continuación, se detallarán los métodos, procedimientos, técnicas y material utilizado para llevar a cabo este proyecto y cumplir los objetivos propuestos, separándolo en dos apartados, el primero relativo a la parte teórica con toda la documentación y fase de investigación previa y el segundo relativo a la parte práctica y las diferentes fases de producción del documental.

### 5.1 Parte teórica

Con el fin de obtener los conocimientos necesarios que sirvan de base del marco conceptual de esta memoria se han realizado una serie de lecturas relacionadas principalmente con el ámbito de la dirección de fotografía, como por ejemplo una de las principales fuentes para este trabajo, *The Steadicam Operator's Handbook* (Hayball y Holway. 2009), el manual de referencia para todos los operadores de *steadicam*, o como *The complete guide to drones* (Juniper, A. 2015) o *A history of aerial cinematography* (McClain, S. 1996) dos fuentes básicas e importantes para el apartado relacionado con drones de este trabajo.

Por otro lado, teniendo en cuenta el objeto de estudio tan concreto de este trabajo, el operador de cámara especialista, y debido a la falta de investigaciones y estudios publicados en la materia se han usado como fuente de información numerosos manuales y folletos técnicos que proveen información más específica y concreta de primera mano de fabricantes y técnicos del sector. Ejemplo de ello son el manual de usuario del drone DJI

Phantom 4 Pro o como *Stabilization, Steering, and Gimbal Technology as it relates to Cinematography* (Lewis, M. 2008) de la compañía PV-Labs Inc.

Además, se han visionado y analizado numerosas producciones audiovisuales que tratan temáticas relacionadas con la del documental *Snow Soul* y que se han utilizado como referentes visuales y narrativos, prestando especial interés en la tipología de planos utilizados, tipos de cámaras, soportes y técnicas utilizadas.

En general, han sido numerosas y variadas las fuentes consultadas para este trabajo con el fin de obtener una visión amplia y contrastada del tema escogido y se puede revisar en el apartado de referencias de esta memoria.

## 5.2 Parte práctica

En relación a la parte práctica aplicada a la producción del documental *Snow Soul* cabe mencionar que, debido principalmente a factores meteorológicos que han dificultado cumplir con el plan de rodaje previsto, se ha tenido que alargar el periodo de producción del documental, lo que ha provocado un retraso en la fecha prevista de publicación, siendo imposible cumplir con el objetivo de tener acabado el producto final antes de la finalización de este trabajo teórico. Sin embargo, esto no ha afectado a la labor y la planificación inicial del rol de operador especialista, la cual ha finalizado al completo con éxito. De este modo, junto a esta memoria se entregará un tráiler producido con las imágenes obtenidas hasta la fecha del documental además de un *reel* específico con imágenes que son el resultado de la labor como operador especialista. En los próximos capítulos de conclusiones y estudio de la viabilidad se pueden encontrar más detalles acerca de esta modificación del plan de producción.

Desde el departamento de producción se ha realizado un diagrama de Gantt delimitando las fases y tareas necesarias para la realización del documental, estimando las fechas de inicio y fin de las mismas y que se puede consultar en el apartado de viabilidad. Aunque como hemos dicho, ha sufrido modificaciones, las fases en las que está involucrada la figura del operador especialista no ha sufrido ningún cambio ni retraso y por lo tanto se analizarán de la manera habitual. A continuación se muestra un plan de trabajo personal relativo al rol de

operador de cámara especialista en el que se muestra exclusivamente su participación en las diferentes fases del documental, así como una planificación del trabajo académico.

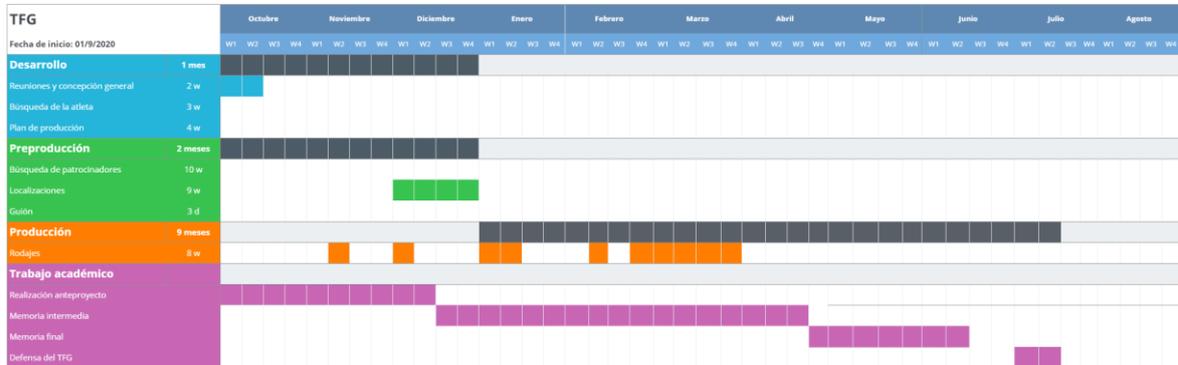


Fig. 5.1. Diagrama de Gantt personal. (Elaboración propia. 2020).

Se ha previsto que la preproducción dure 3 meses, desde octubre hasta diciembre de 2020 y que los rodajes puedan comenzar en enero con una fecha de finalización prevista en un principio para finales de marzo, periodo que coincide con los meses de mayores y copiosas nevadas en el pirineo catalán. Sin embargo, las condiciones meteorológicas de la temporada invernal actual han sido diferentes a las esperadas. Las grandes nevadas empezaron más tarde de lo previsto, en el mes de febrero se produjo un aumento anormal de las temperaturas acompañado de un episodio de fuertes lluvias cargadas de polvo que destrozaron el manto nevado que hacía de base, reduciendo drásticamente el espesor de nieve, en el siguiente mes de marzo tan solo nevó débilmente durante la primera semana, lo que fue insuficiente para reparar el daño provocado en el manto nivoso durante el mes de febrero, y no fue hasta prácticamente finales de marzo y principios de abril cuando se dieron las condiciones climatológicas y de nieve ideales para realizar las grabaciones de las escenas de esquí, produciéndose las últimas nevadas de la temporada la primera semana de mayo, un hecho sin precedentes en temporadas anteriores. Este hecho no hace más que constatar la evidencia de que el cambio climático ya está afectando a nuestros ecosistemas y desde la dirección del documental, aprovechando el contratiempo, se ha querido incorporar a la trama la temática medioambiental para que sirva también como una herramienta de concienciación.

### **5.2.1 Preproducción**

El proceso de creación del documental comenzó con una primera reunión en octubre de 2020 en la que se definió la idea general del proyecto y la hoja de ruta a seguir en los próximos meses. De ese modo se podría comenzar con la búsqueda de la protagonista en base a los criterios designados. También comenzó la ronda de contactos para formar los diferentes departamentos y que todos pudieran empezar con sus labores de preproducción. Se creó el plan de producción, con las fechas límite para cada una de las tareas, y se determinó como inicio de rodaje estimado a mediados de enero de 2021, siempre en función de las condiciones meteorológicas y el estado de la nieve.

Una vez encontrada a la protagonista pudo dar comienzo la escritura de guion, ya que la historia principal giraría en torno a su vida personal y se adaptaría a la trama y el reto final en función de la candidata escogida. En ese momento se realizó una primera ronda de localizaciones con el fin de acotar el abanico en función de la viabilidad del proyecto. De este modo, con la protagonista elegida, se podría hacer una búsqueda más precisa de localizaciones vinculadas a ella y relacionadas con el reto.

También comenzó la búsqueda de patrocinadores en la que se contactó con empresas locales y del sector con el fin de conseguir una ayuda y reducir el gasto personal de cada miembro del equipo en el proyecto.

A día de hoy contamos con el apoyo de: Cerdanya Ecoresort, El Picarol, Altitud Extrem, estación de esquí La Molina, Lles estación de esquí y montaña, Cerdanya Film Commission, universidad de Manresa, Panxing y E-Thernal.

#### **5.2.1.1 Localización y localización técnica**

Con el guion en fase avanzada y a punto de ser terminado da comienzo la ronda de localizaciones con los jefes de departamento. El director, el ayudante de dirección, el director de fotografía y el productor ejecutivo fueron los encargados de un primer estudio de las localizaciones durante los meses de octubre y noviembre de 2020, sin ser la definitiva y última localización técnica debido a las necesidades meteorológicas específicas que requiere el documental. Sería necesario esperar hasta diciembre o principios de enero para encontrar la localización en condiciones de nieve lo más parecidas posibles al rodaje y poder planificarlo todo correctamente.

De este modo, una vez completadas estas primeras localizaciones, se pueden hacer unas primeras listas de material estimado provisionales, a falta de confirmarlas con la última localización técnica.

Durante el mes de diciembre, coincidiendo con las primeras nevadas en la Cerdanya, se pudo realizar la ronda de localizaciones técnica y las labores como operador especialista y de drones requerían estudiar el entorno elegido en busca de obstáculos y peligros para el vuelo del dron y la viabilidad de hacer seguimientos de cámara con esquís, teniendo en cuenta la pendiente de la localización, obstáculos naturales y, sobre todo, junto al productor, teniendo en cuenta la dificultad logística de llevar el equipamiento necesario hasta el lugar de rodaje.

## **5.2.1.2 Equipamiento y limitaciones técnicas**

### **5.2.1.2.1 Material de cámara**

La elección del equipamiento de cámara no es una tarea en la que generalmente participe el operador especialista, sin embargo, sí que se le tiene que tener en cuenta atendiendo a las necesidades específicas y excepcionales de las escenas que vaya a realizar. En este caso particular, se ha gozado de una cierta independencia a la hora de escoger este material específico y se ha colaborado estrechamente con el director de fotografía para la elección de todo el equipamiento de cámara, ya que al tratarse de un documental de deportes de acción de estas características, el operador especialista iba a tener un papel importante en gran cantidad de escenas, lo que hacía especialmente importantes sus consideraciones de cara a optimizar el presupuesto lo máximo posible.

Por ese motivo, la cámara principal escogida es una Sony a7r II, una cámara *mirrorless* de objetivos intercambiables con un sensor CMOS *full frame* de 48 MP y que permite una grabación 4K UHD hasta 30fps. El principal motivo de su elección es que se dispone de dos unidades pertenecientes a miembros del equipo, lo que evita ser dependientes de la disponibilidad de cualquier otro modelo proporcionado por una casa de alquiler, aportando una gran libertad de cara a los posibles cambios de fechas de rodaje y contratiempos. Teniendo en cuenta el tipo de proyecto a realizar y la incertidumbre relacionada con las

condiciones meteorológicas, este es un factor determinante. Además, tener dos modelos idénticos permite afrontar contratiempos técnicos de una manera mucho más ágil que de otro modo detendrían la producción con el consiguiente gasto económico. Otro factor clave es su tamaño y peso tan reducidos, ideales para acoplarla en los diferentes *gimbals* utilizados por el operador especialista, además de facilitar su transporte y movilidad en entornos y superficies técnicas y peligrosas en las que transcurre el documental.

Las características técnicas del proyecto establecían que todo el material debía estar grabado a una resolución mínima de 3840x2160 píxeles (4K UHD), a una tasa mínima de fotogramas por segundo de 25fps, con un submuestreo de color 4:2:2 y una profundidad de color de 8 Bit mínimo, a un *bitrate* no inferior a 100 MB/s y en la medida de lo posible codificado con una compresión *intraframe*.

De cara a cumplir con estos requisitos técnicos, la cámara siempre debe ir acompañada de un monitor/grabador Atomos Ninja V, que a través de una conexión HDMI permite capturar la imagen con las características anteriormente descritas. Esto es un factor a tener en cuenta, ya que, de cara a las operaciones especializadas en las que la cámara tenga que ser montada sobre un *gimbal*, habrá que considerar la forma de montaje del monitor y su posición junto a la cámara.

En cuanto a los objetivos, se utilizará principalmente el conjunto de ópticas serie L de Canon, famosas por su calidad de construcción y luminosidad, además que, al igual que las cámaras, pertenecen a miembros del grupo, aportando del mismo modo la flexibilidad y libertad que requiere este proyecto. Otro factor clave es que se trata de ópticas más compactas y ligeras que la mayoría de lentes de cine tradicionales lo que favorece su montaje sobre *gimbals*.

En concreto los modelos utilizados son, Canon EF 16-35mm f/2.8L II USM, Canon EF 24-70mm f/2.8L II USM, Canon EF 70-200mm f/2.8L IS II USM, unas ópticas que permiten cubrir una gran cantidad de focales con tan solo 0,8 Kg de peso en el caso de las dos primeras y de 1,4 Kg en el caso del Canon 70-200mm.

Más allá de este conjunto principal de cámaras y ópticas, en según qué situaciones concretas se emplean otras combinaciones con el fin de obtener mejores resultados adaptados a las necesidades específicas de cada escena. Por ese motivo, como cámaras secundarias se ha escogido la Panasonic EVA 1, la Blackmagic Pocket Cinema Camera 6K y la Sony a7sIII. En estos casos, las cámaras se alquilan a SERMAT o a alguna otra casa de alquiler y se utilizan en días muy específicos en función de las necesidades. Las dos primeras han servido para grabar imágenes a cámara lenta complementarias a la cámara principal en todas las escenas de deporte, tanto ciclismo como esquí, que han permitido obtener imágenes a tasas de fotogramas más elevadas, alcanzando los 60fps en resolución 4K UHD. La última, sin embargo, la a7sIII ha sido escogida específicamente por su especial desempeño en la obtención de imágenes bajo circunstancias de escasa luz ambiental. Su alta sensibilidad, que alcanza valores de hasta ISO 409.600, la convierte en el equipamiento ideal para la grabación de las escenas de esquí nocturno. Además, permite la grabación 4K UHD a una tasa de hasta 120fps con un submuestreo de color 4:2:2 y una profundidad de color de 10 Bits de manera interna, lo que habría resultado también útil como cámara principal. Sin embargo, las limitaciones de presupuesto y disponibilidad hicieron que la idea tuviese que ser descartada y su uso se limitase a las escenas nocturnas en las que cualquier otro modelo habría desempeñado su labor mucho peor.

Por último, también se han utilizado cámaras de acción GoPro, características por su reducido tamaño, peso, resistencia a los golpes y al agua, para la obtención de imágenes que muestren el punto de vista de la atleta, acoplada a su propio casco o los bastones de esquí.

Además, cuando el entorno se volvía especialmente complicado y peligroso, para garantizar la seguridad del operador especialista y la integridad del equipamiento de cámara que este lleva consigo, se ha optado por realizar algunos seguimientos de cámara con dichos modelos acoplados sobre un *gimbal* especial para este tipo de cámaras, mucho más reducido y ligero, lo que permite al operador una mayor movilidad y margen de reacción a los peligros y movimientos más drásticos que tenga que realizar, pudiendo así arriesgar un poco más para conseguir una toma más extrema sin poner en peligro material tan costoso. Los modelos utilizados han sido la GoPro Hero 9 y la GoPro Hero 8.

### 5.2.1.2.2 Soportes

Debido al tipo de proyecto del ámbito documental, en el que lo que prima es la captura continua de las situaciones y reacciones más desprevenidas, principalmente la cámara se opera cámara en mano. Sin embargo, cuando es posible, en momentos y escenas concretos que permitan ser más planificados, se puede hacer uso de trípode y *gimbal* para evitar la inestabilidad y las vibraciones que se producen al grabar cámara en mano.

El tipo de soporte que está relacionado con el objeto de estudio de este trabajo es el del *gimbal*, y en el caso de esta producción se ha previsto usar varios modelos diferentes en función de la situación tal y como se detalla a continuación:

A la hora de escoger un *gimbal* hay que atender a varios factores en base a las necesidades de cada producción. Generalmente, las limitaciones más importantes son las relativas al peso total de la carga que admiten y el volumen de la misma, ya que al tener que nivelarla según el centro de gravedad del conjunto, esto puede requerir desplazar la cámara llegando al extremo de chocar con los brazos del *gimbal*, no siendo posible en ese caso equilibrarla. Por otro lado, habrá que tener en cuenta el peso y el tamaño total del conjunto una vez situada la cámara, ya que puede ocasionar un problema de maniobrabilidad en según que espacios y la imposibilidad de realizar tomas más largas por su elevado peso. Además, debido a las necesidades específicas de este proyecto en el que la cámara principal debe ir siempre conectada al monitor/grabador Ninja V, la facilidad y rapidez para colocar este accesorio en el conjunto es clave para operarlo con comodidad y efectividad.

En el caso concreto de *Snow Soul*, la cámara principal (Sony a7rII) pesa 625g solo el cuerpo, al que hay que añadirle unos 800g adicionales del objetivo, por lo que como mínimo, el *gimbal* escogido deberá soportar una carga de 1,5 Kg. En cuanto a las dimensiones de esta cámara, al haberla escogido en función de estas necesidades específicas de cara a su uso sobre un *gimbal*, es lo suficientemente pequeña y por ello compatible con todos los modelos actuales del mercado que soporten su peso mínimo.

Atendiendo a las características generales del proyecto, las características de la cámara y en base a las necesidades y limitaciones de cada localización se propuso en un inicio la utilización del *gimbal* Ronin MX del fabricante DJI. Este *gimbal* admite conjuntos de

cámara de hasta 4,5 Kg, lo que permite acoplar la cámara junto al Tilta Nucleus Nano, un sistema de *follow focus* inalámbrico. Sus motores más potentes lo hacen resistente a mayor fuerza G, lo que mejora su eficacia en movimientos más bruscos y a mayor velocidad. Además, cuenta con un control remoto que permite delegar algunas funciones en un segundo operador, que puede tomar el control total del *gimbal* y de su movimiento en todos los ejes o tan solo realizar pequeñas correcciones, principal ventaja de este modelo respecto al resto de opciones, ya que permitía elevar el grado de precisión y conseguir tomas más complejas al liberar al operador especialista de algunas tareas, pudiéndose centrar en la conducción. Todo ello hacía de este modelo el candidato ideal para el proyecto. Sin embargo, el principal inconveniente es su tamaño y su peso, que alcanza los 2,77 Kg sin carga, dos factores primordiales para este proyecto. Tras una serie de pruebas y un primer ensayo grabado con la atleta que se detalla a continuación en el apartado de “Pruebas de cámara y ensayos”, se decide descartar el modelo y optar por uno más ligero y compacto, mucho más fácil de transportar y manejar en situaciones complicadas.



Fig. 5.2. Alberto Cañamero, operador especialista de Snow Soul, realizando pruebas de cámara con el Ronin MX. (Laura Trunas, 2021).

El modelo escogido en este caso es el *gimbal* RSC2, también del fabricante DJI. Se trata de una versión más reducida que la anterior y pertenece al grupo de *gimbals* pensados para ser operados con “una mano” debido a su distribución más vertical y al ser más compacto y ligero. Además, cuenta con un diseño plegable ideal para las condiciones del documental. Pesa tan solo 1,2 Kg y admite una carga de hasta 3 Kg, por lo que soporta de sobra el peso del conjunto de cámara escogido, dejando margen para otros añadir otros accesorios como un *follow focus* inalámbrico. Por otro lado, cuenta con un algoritmo y una tecnología de estabilización mucho más avanzada que DJI denomina *SuperSmooth* que “compensa los micromovimientos y aumenta el par motor logrando estabilizar hasta objetivos con un zoom de 100mm”. (DJI, 2020) Como principal inconveniente destaca la ausencia de un mando de control remoto, por lo que toda la responsabilidad del encuadre de la toma recae en el operador especialista, aunque no es algo grave y contar con esta función suponía tan solo una ayuda con el *gimbal* anterior. Por otro lado, su diseño vertical resulta en una mala distribución de pesos, lo que provoca que el operador especialista tenga que realizar mucha más fuerza para sostenerlo en la posición deseada, produciendo un agotamiento algo mayor, aunque a pesar de ello sigue siendo bastante más ligero que el conjunto anterior y más fácil de operar en situaciones complejas.

Adicionalmente, tal y como se ha especificado anteriormente, se ha escogido el *gimbal* Zhiyun Crane M-2 para cuando sea necesario usar las cámaras GoPro. Este admite una carga máxima de 0,72 Kg, suficiente para el peso de este tipo de cámaras. Su diseño es muy reducido y compacto y puede ser operado perfectamente con una mano. Esto, unido a la característica focal fija gran angular de las GoPro hace que su control sea mucho más sencillo permitiendo así concentrarse en el resto de peligros cuando se transiten entornos más complejos.

### **5.2.1.2.3 Equipamiento para cinematografía aérea**

El uso de drones en este proyecto juega un papel fundamental debido a la dificultad para acceder a determinados lugares o realizar seguimientos de cámara en según qué condiciones, donde grabar desde el aire se convierte en la solución más fácil y en algunos casos la única.

En este caso, atendiendo principalmente a las limitaciones de presupuesto y las necesidades técnicas que requieren las escenas en las que se ilumina utilizando estos aparatos, se ha escogido el dron Phantom 4 Pro V 2.0 del fabricante DJI. Se trata de un dron de tamaño medio que incorpora un *gimbal* con cámara de focal fija de 24mm y apertura variable f/2.8-f/11. Cuenta con un sensor de 1" CMOS de 20MP y es capaz de grabar vídeo en resolución 4K DCI hasta 60fps. Además, cuenta con un obturador mecánico que elimina el efecto *rolling shutter*, sensores omnidireccionales que le permiten realizar movimientos y seguimientos de forma autónoma y alcanza velocidades de hasta 72 km/h, lo que, junto a su diseño y peso, lo hace más resistente y estable frente a vientos de mayor intensidad. Otro factor determinante es que cuenta con un *MTOW*, del inglés *Maximum Take Off Weight*, suficiente como para cargar con el kit de focos seleccionados.

Para las escenas en las que se requiere iluminar con el dron se han barajado diferentes opciones en función principalmente de la potencia lumínica. Sin embargo, para conseguir mayor luminosidad hacen falta focos más grandes y pesados que solo pueden ser levantados por aeronaves de mayor envergadura, algo que está fuera del margen de presupuesto. La solución en este caso pasa por la utilización de un conjunto de 4 focos *Lume Cube* que son de un tamaño y peso muy reducidos pero que consiguen una potencia lumínica suficiente para cumplir con las necesidades del proyecto. Este kit de focos está específicamente diseñado para el dron escogido y el propio fabricante cuenta con una solución eficaz y segura para acoplar dichos focos esta aeronave en concreto.

### **5.2.1.3 Seguridad aérea y estudio meteorológico**

El vuelo de drones está catalogado como una actividad de alto riesgo para la seguridad aérea y está regulado por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) en base a la legislación actual vigente detallada en el reglamento de Ejecución UE 2019/947 de 24 de mayo de 2019. Para poder realizar vuelos con RPAS de manera profesional es necesario contar con el certificado oficial de piloto de drones, estar dado de alta como operador y contar con un seguro de responsabilidad civil. A partir de ahí, por norma general, si no se sobrevuela espacio aéreo controlado se pueden realizar vuelos de dron sin necesidad de autorización, siempre bajo unas normas básicas que se detallan a continuación.

Por norma general el vuelo de drones fuera de aglomeraciones de edificios en ciudades o pueblos no puede sobrepasar los 120m de altura desde la superficie o desde el obstáculo más alto situado en un radio de 150m desde la aeronave, se debe realizar en condición VLOS o EVLOS (del inglés *Visual Line Of Sight* y *Extended Visual Line Of Sight*), es decir, el dron debe siempre estar a la vista y la operación debe realizarse a una distancia mínima de 8 km de cualquier aeropuerto o aeródromo.

En la Cerdanya, donde tendrá lugar la producción de *Snow Soul*, podemos encontrar el aeródromo de la Cerdanya y el aeropuerto de Andorra-La Seu d'Urgell, sin embargo, las localizaciones exactas de rodaje (Lles de Cerdanya, Prullans, refugio de Prat d'aguiló, Puigmal, Puig Peric) se encuentran a más de 8 km de los mismos, además el espacio aéreo de dichas zonas es de clase G, es decir, espacio aéreo no controlado para el que no es necesaria una autorización ATC para las operaciones con RPAS, por lo que el vuelo de drones en el documental podrá realizarse sin ningún problema ni requisito específico, siempre cumpliendo la normativa básica vigente.

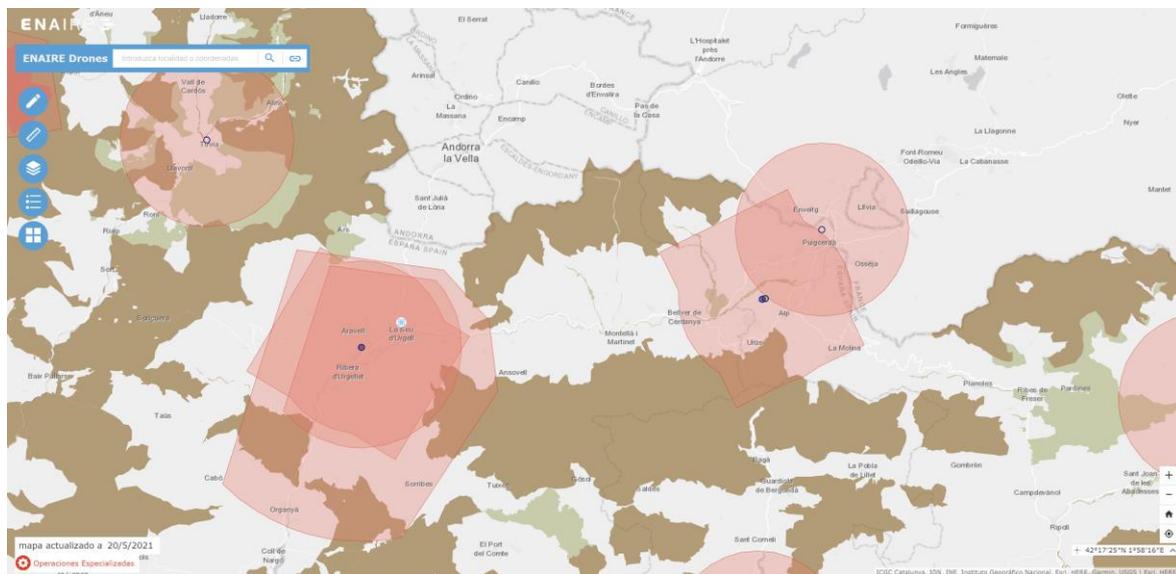


Fig. 5.3. Mapa de la Cerdanya con información sobre el espacio aéreo. (Enaire, 2021).

Una vez aclarada la normativa básica y una vez se ha determinado que el espacio aéreo no es restringido y se puede transitar con normalidad, antes de realizar cualquier vuelo es necesario realizar una serie de estudios previos con el objetivo de garantizar la seguridad

de la operación. Siguiendo el procedimiento estándar, se debe realizar un plan de vuelo, estableciendo un punto de despegue y aterrizaje en un lugar seguro, con buena visibilidad y libre de obstáculos, se deben consultar los diferentes boletines con información sobre el tráfico aéreo y restricciones temporales específicas (NOTAM, AIP, AIC), se debe realizar un estudio de seguridad aérea SORA (*Specific Operations Risk Assessment*) valorando los posibles peligros que puedan surgir durante la operación, tales como impacto con aves, pérdida de conexión con la aeronave, etc, y aportando medidas estratégicas de mitigación del riesgo, así como de la reducción de los efectos de un posible impacto y un plan de respuesta de emergencia. Por último, se debe hacer un estudio meteorológico con el fin de conocer las condiciones habituales en las que se encuentra la localización, además de consultar la previsión para el día de la operación atendiendo especialmente a valores como la visibilidad, la velocidad y dirección del viento y la temperatura. (Capitán, C. Capitán, J. Castaño, A. R. Ollero, A. 2019)

#### **5.2.1.4 Pruebas de cámara y ensayos**

Una vez escogido el material adecuado y realizado los estudios previos, la última fase de preproducción es la de pruebas y ensayos técnicos, tales como pruebas de carga del drone, comprobando que la iluminación es suficiente y los focos están bien sujetos a la aeronave; además de pruebas de grabación con el *gimbal* escogido, realizando pequeños seguimientos sobre esquís en la localización y analizando el resultado con diferentes cargas (objetivos y otros accesorios) con el fin de determinar la configuración que mejores resultados da tanto en términos de maniobrabilidad como de nivel de estabilización que se puede conseguir. Tras las primeras pruebas y una vez determinado el procedimiento, las técnicas y el equipamiento dispuesto de la forma más eficiente para desempeñar la función, se procede a realizar ensayos con la atleta con el fin de adecuarse a sus movimientos y su velocidad en el descenso mientras esquía sobre el terreno. Estos ensayos son grabados ya que las imágenes obtenidas pueden ser incorporadas posteriormente en el documental. Es en este momento cuando se determina que la primera combinación de *gimbal* escogida (DJI Ronin MX) no da los resultados esperados, principalmente por las limitaciones técnicas de los sistemas de transmisión necesarios, tanto del sistema de *follow focus* inalámbrico, como del sistema de transmisión de imagen inalámbrico y el propio mando de control remoto del *gimbal*, cuyos modelos en concreto no están diseñados para cubrir las

largas distancias que recorre el operador especialista siguiendo a la atleta. Al estar trabajando con presupuestos muy ajustados, no ha sido posible adquirir sistemas con un rango mayor de transmisión por lo que se ha optado, como se ha detallado en apartados anteriores, por el cambio de *gimbal* (DJI RSC2) y unificar estas funciones en el operador especialista, que será encargado entonces de controlar la cámara, encuadrarla y enfocarla él mismo.



Fig. 5.4. Pruebas de iluminación con el drone. (Xavier Mora, 2021).

### 5.2.2 Producción

Una vez completadas todas las tareas de preproducción se comenzó con los rodajes en los meses de enero, febrero y marzo de 2021, siempre condicionados por la meteorología y las condiciones de la nieve, prestando especial atención a los peligros de la alta montaña. Por ese motivo se establece el rodaje dentro de una franja de 5 días de entre los cuales se elige el día que presenta las mejores condiciones climatológicas para desempeñar la labor con total seguridad.

Durante la producción, la labor del operador se concentra únicamente en unos días y para un tipo de escenas específicos. En concreto su tarea es la realización de seguimientos con *gimbal* en las escenas de esquí, seguimientos con *gimbal* en las escenas de ciclismo,

pilotaje de drones para la obtención de imágenes aéreas, tanto para las escenas de esquí, ciclismo como recursos generales de la Cerdanya, y por último pilotaje de drones en las escenas de esquí nocturno en las que sea necesario iluminar con el dron. La mayoría de estas tareas se combinan en el mismo día, realizando tanto los seguimientos como las tomas de dron en diferentes momentos de la escena según las necesidades de dirección.

Los días de rodaje, la mayor parte del equipo se establece en puntos estratégicos de la localización donde se sitúa la cámara, previamente seleccionados siguiendo criterios de seguridad y prevención de riesgos y únicamente es el operador especialista, quien acompaña a la atleta protagonista hasta la cima y los lugares de mayor riesgo cuando hay que realizar seguimientos, tiros de cámara más cercanos o puntos de vista diferentes que requieran desplazarse por los entornos de riesgo que supone la alta montaña en condiciones invernales. Tanto el equipo en la base como la atleta y el operador especialista que la acompaña contaron con material de seguridad y de rescate en avalanchas tales como *DVA*, pala, sonda, con el fin de poder realizar un auto rescate si se dan las circunstancias de producirse un alud. Adicionalmente, la atleta y el operador especialista llevaron material de auto detención como piolet, arnés de seguridad y cuerdas, así como el equipo completo de esquí de montaña, incluyendo casco homologado por la UIAA.

### **5.2.3 Postproducción**

En esta última fase una vez terminados los rodajes se realizará el montaje del documental, el diseño de sonido y la producción de la banda sonora original. Una vez todo acabado, y en función de la situación de la pandemia de Covid-19 que nos afecta mundialmente, el departamento de producción negociará con los patrocinadores la posibilidad de realizar pases de proyección tanto en Puigcerdà como en Barcelona y su posterior campaña de distribución online. Hay que tener en cuenta que el operador especialista no tiene ninguna responsabilidad en esta fase y su trabajo acaba una vez terminados los rodajes en los que se requiera su presencia y equipamiento.



## 6. Análisis y resultados

La aplicación práctica de todos los conceptos expuestos hasta este punto en la memoria ha resultado en la producción de una serie de imágenes cumpliendo con el rol del operador especialista para el documental *Snow Soul*. Estas imágenes se han grabado en diferentes jornadas de rodaje y diferentes localizaciones a lo largo de los meses de producción del documental. En este capítulo se va a explicar cómo se ha puesto en práctica la metodología y se va a analizar la labor realizada en cada una de las localizaciones y sus resultados.

### 6.1 Ficha técnica



**Título:** Snow Soul

**Dirección:** Alberto Cañamero, Ferran Llerena

**País:** España

**Año:** 2021

**Duración:** Indeterminada

**Género:** Documental

**Idioma:** Francés

**Productora:** Close Media / Flat Films

**Guion:** Alberto Cañamero, Jon Sanse

**Productores:** Xavier Mora, Alberto Cañamero

**Productor ejecutivo:** Xavier Mora

**Reparto:** Suzie Marachet

### 6.2 Sinopsis

Las montañas tienen un significado único para cada persona. Para Suzie Marachet son su casa, la Cerdanya es el lugar donde ha crecido y a donde regresa siempre para huir del bullicio y el estrés de la ciudad. Para ella el deporte es mucho más que hacer ejercicio. A través del deporte disfruta de la naturaleza en todo su esplendor, en especial el esquí, un deporte que aprendió a los dos años prácticamente a la vez que aprendió a andar, siendo el Puigmal su patio de juegos durante todos estos años. Suzie será nuestra guía en un extenso viaje por la Cerdanya y a través de su historia conoceremos los rincones más

espectaculares de esta región, un enclave estratégico para la práctica de todo tipo de deportes los 365 días del año. Desde el esquí de montaña nocturno más extremo al ciclismo de carretera por los valles más recónditos sin olvidarnos de escalar alguna de las paredes más emblemáticas de la zona. Suzie es una auténtica exploradora y nuestro viaje estará repleto de aventuras aseguradas.

## 6.3 Operaciones de cámara según localización

Para la realización del *Snow Soul* se ha requerido la presencia del operador especialista en varias localizaciones que se detallan a continuación explicando individualmente el desarrollo de su labor en cada una de ellas.

### 6.3.1 Ciclismo - Lles de Cerdanya

El rodaje de ciclismo fue el primero en llevarse a cabo en el mes de noviembre, aprovechando los meses previos a las nevadas para adelantar algunas escenas. La escena consistía en la realización de un entreno de ciclismo de carretera en la subida a la estación de esquí de fondo de Lles de Cerdanya, comenzando a media mañana y acabando al atardecer con “la hora dorada”. La labor del operador especialista consistía en la realización de *travellings* de seguimiento con *gimbal* y la captura de imágenes aéreas, tanto del entreno como del entorno.

Los *travellings* de seguimiento se realizaron principalmente desde la parte trasera de un coche adaptado que permitió seguir el ritmo de la atleta y mantenerse a su lado. El uso de *gimbal* fue clave para la reducción de todos los movimientos y vibraciones producidas por el movimiento del coche y la diferencia sobre la cámara B que se estaba operando en mano es evidente en las imágenes, aunque era algo que se buscaba desde un principio. La obtención de dos puntos de vista distintos, uno cámara en mano para conseguir un efecto más cercano y real haciendo que esa “imperfección” en cuanto a estabilidad refleje la dureza, el esfuerzo y el cansancio de la atleta, frente a la obtención de imágenes más estables, flotando, casi “idílicas”, que reflejen los sentimientos de paz y desconexión del mundo exterior que la atleta siente cuando está en la Cerdanya y practicando deporte.

La obtención de imágenes aéreas se realizó en dos fases debido a que las condiciones de luz cambiarían a lo largo de la jornada y la grabación de todas las imágenes en una sola tirada dejaría sin recursos para el montaje al resto de imágenes posteriores de la escena por este fallo de *raccord* lumínico. Se disponía de 3 baterías para el dron, aportando cada una de ellas alrededor de los 20min de vuelo. Por ello, se realizó un primer vuelo alrededor de las 13:00h y un segundo vuelo a las 17:00h coincidiendo con el atardecer y la “hora azul”, reservando la tercera batería para posibles imprevistos o en el caso de que se quisiera alargar alguno de los dos vuelos programados, aunque finalmente no fue necesario.

Todo el rodaje fue por lo general bastante tranquilo y sin contratiempos. Los resultados obtenidos fueron los esperados y se consiguió la cantidad de material necesaria, aunque al margen de la figura del operador especialista, habría sido ideal obtener más imágenes desde fuera del coche, tanto recursos del entorno como imágenes de la atleta desde un punto de vista más externo.



Fig. 6.1. *Frame* rodaje de Lles de Cerdanya. (Elaboración propia, 2021).

### 6.3.2 Esquí – Pic dels Pedrons

Esta localización no forma parte de las establecidas en un principio para la filmación de *Snow Soul*. La grabación en esta localización se realizó durante la fase de localización

técnica y ensayos grabados con la atleta, y derivado del buen resultado de las imágenes obtenidas durante las pruebas, finalmente se ha decidido incluirlas en el documental y servirán sobre todo para la realización del tráiler y para la introducción.

La intención inicial era realizar una jornada de aproximación a un punto elevado de la zona con el fin de localizar nuevas zonas de rodaje y trazar nuevas rutas para el documental. La atleta nos acompañó inicialmente para realizar una sesión fotográfica para generar contenido para las redes del proyecto y preparar la campaña de Verkami, por lo que se aprovechó también para realizar ensayos de *travellings* de seguimiento sobre esquís que sirvieron para darnos cuenta que la combinación de *gimbal* escogida (DJI Ronin MX) no era eficaz. El conjunto era difícil y lento de montar bajo esas condiciones tan extremas y resultaba demasiado aparatoso para realizar maniobras más complejas. Además, era demasiado pesado y voluminoso para transportarlo de manera eficiente, requiriendo una sola mochila para transportarlo, complicando la logística general debido al reducido número de personal del proyecto. A pesar de descartar volver a utilizar el mismo modelo para futuros rodajes, las imágenes obtenidas durante los ensayos fueron buenas y pueden ser utilizadas en el montaje. Además, las pruebas fueron determinantes para facilitar el resto de grabaciones y reducir el número de imprevistos.



Fig. 6.2. *Frame* rodaje de Pic dels Pedrons. (Elaboración propia, 2021).

### 6.3.3 Esquí - Puig Peric

Junto con el rodaje de esquí nocturno en Puigmal, este fue uno de los rodajes más complicados de llevar a cabo por su dificultad logística. Para acceder a la localización hay que andar alrededor de 22 km con un desnivel de +1500m con la dificultad añadida que tiene andar sobre nieve y cargando con el equipamiento de cámara necesario. Además, la distancia tan larga hacía imposible ir, realizar el rodaje y volver en el mismo día, sobre todo teniendo en cuenta que se quería aprovechar la luz especial que se produce al atardecer. Por este motivo había que cargar además con el material, comida y agua necesaria para pasar la noche, lo que aumenta la dificultad y los problemas para llevarlo todo considerablemente. Es aquí donde entra en juego una de las principales reflexiones a la hora de escoger el equipamiento de cámara, el peso y el volumen, como se detalló en el capítulo anterior, son determinantes en estas situaciones. La labor del operador especialista consistía en la obtención de imágenes de seguimiento de la atleta sobre esquís y la obtención de imágenes aéreas con dron principalmente del entorno.

Fue un rodaje bastante complejo y repleto de problemas logísticos y de comunicación, al que hubo que añadir problemas meteorológicos y de las condiciones de nieve, que imposibilitaron coronar la cima del Puig Peric, principal objetivo del rodaje y cuyo descenso era el momento en el que se tenían que realizar los *travellings* de seguimiento de la atleta. Al no realizarse, todo el trabajo como operador especialista se centró en la obtención de imágenes aéreas, filmando, además de los recursos del entorno previstos, más imágenes del equipo transitando la ruta y de la atleta, en sustitución de los *travellings* de seguimiento con *gimbal*.

La imposibilidad de completar el rodaje como estaba previsto y coronar el Puig Peric fue un revés bastante duro que acabó de minar los ánimos ya mermados por las condiciones a las que se había estado sometidos durante 24 horas. Además de los problemas meteorológicos, fue determinante la inexperiencia de parte del equipo técnico a la hora de reaccionar a este tipo de situaciones extremas. Sin embargo, se consiguió plasmar las condiciones a las que se está expuesto al realizar este tipo de actividades y el impedimento meteorológico sirvió para transmitir un mensaje claro que se pretendía difundir con el

documental: “La montaña hay que respetarla y no se va a mover de ahí, si las condiciones no son favorables, lo que debe primar es la seguridad”



Fig. 6.3. *Frame* rodaje de Puig Peric. (Elaboración propia, 2021).

### 6.3.4 Esquí nocturno – Puigmal

Este rodaje es uno de los más importantes de todo el proyecto, ya que el esquí nocturno supone el principal reclamo del documental y el hilo conductor del mismo. Fue el rodaje más perjudicado por las condiciones meteorológicas ya que en un principio estaba planeado para el mes de febrero, sin embargo, el episodio de fuertes lluvias y altas temperaturas provocó su retraso hasta que las siguientes nevadas recuperasen el espesor de nieve perdido. Además, fue el rodaje más complejo y más duro debido a las condiciones tan extremas que se producen de noche en la alta montaña.

La principal tarea del operador especialista en esta escena era la iluminación de algunas tomas desde el aire empleando focos sujetos a un dron, lo que suponía a su vez uno de los mayores retos técnicos de este trabajo y de todo el proyecto por la gran coordinación necesaria y la complejidad del pilotaje de la aeronave. A pesar de ello, el rodaje se llevó a cabo sin contratiempos técnicos, aunque sí supusieron un problema las condiciones adversas del entorno y el terreno escarpado, que retrasaron ligeramente la filmación ya que trasladar todo el equipamiento a diferentes puntos de la localización para cada plano se

realizaba demasiado lento. De haber sido más eficientes en este aspecto se habría podido realizar más planos y que la secuencia hubiese sido más larga.

Los focos escogidos para iluminar desde el drone cumplieron con las expectativas y se pudieron conseguir los efectos deseados derivados del movimiento del drone al iluminar, lo que producía unos destellos y unas sombras únicas aportando un toque misterioso y místico, casi mágico, que era lo que se buscaba al realizar un rodaje nocturno iluminando desde cero la montaña. Por otro lado, además de desempeñar el rol de piloto de drone, se realizaron cuatro *travellings* de seguimiento con *gimbal* en momentos concretos de la escena, aunque la prioridad en todo momento fue la obtención de las imágenes utilizando la iluminación desde el aire. (Waibel, M. Keays, B. & Augugliaro, F. 2017)

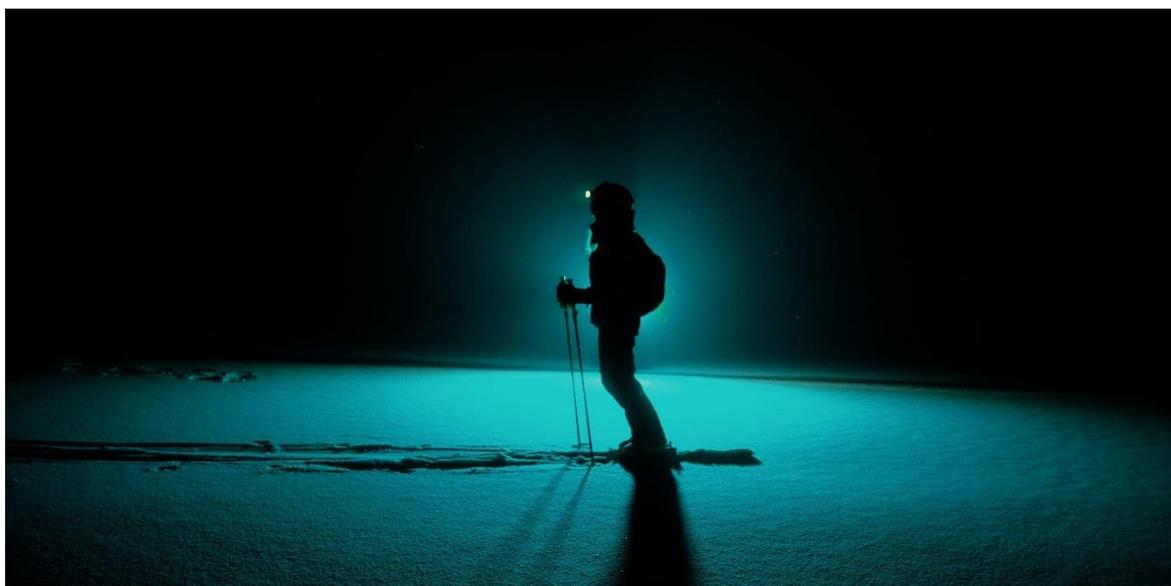


Fig. 6.4. *Frame* rodaje de Puigmal. (Elaboración propia, 2021).

### 6.3.5 Esquí alpino – Masella

Este rodaje se realizó a finales del mes de marzo en la estación de esquí de la Masella. Las condiciones climáticas de las semanas anteriores impedían realizar cualquier otra actividad fuera de los límites de una estación de esquí, ya que no había nieve suficiente para esquiar y esta solo se conservaba en las pistas. Se realizó con el objetivo de obtener imágenes más específicas de la atleta esquiando debido a la poca cantidad grabada de este tipo de planos

hasta el momento. Además, la incertidumbre en cuanto a las condiciones meteorológicas planteaba un escenario en el que no se pudiesen llevar a cabo el resto de rodajes que habían tenido que ser pospuestos y la posibilidad de que no volviese a nevar. Por este motivo, aunque la modalidad de esquí alpino no está demasiado presente en la trama del documental y se estaba posponiendo para dar prioridad a otras escenas, se decidió realizar este rodaje a modo de seguro.

La labor del operador especialista en esta escena consistía principalmente en la realización de *travellings* de seguimiento a la atleta en diferentes descensos a lo largo de la jornada. La principal dificultad de este rodaje era seguir el ritmo de la atleta esquiando a grandes velocidades, alcanzando los 80 km/h, mientras se sostiene y se encuadra el *gimbal*, siendo los planos más cerrados y de detalle los más difíciles de realizar, debido a la enorme precisión necesaria para mantener correctamente encuadrado y enfocado el plano. A pesar de ello, el rodaje tuvo lugar sin mayores complicaciones y se pudo conseguir el material deseado.



Fig. 6.5. *Frame* rodaje de Masella. (Elaboración propia, 2021).

### 6.3.6 Esquí – Pic d’Aguiló

El último de los rodajes en los que se requería la presencia del operador especialista tuvo lugar en la Sierra del Cadí-Moixeró a principios de abril, antes de que el espesor de nieve

fuese intransitable. Se trataba de un rodaje importante por lo emblemático y característico del lugar, siendo la sierra más importante y visible de toda la Cerdanya, por lo que las imágenes tenían que representar a la perfección lo que se buscaba transmitir de la región. Además, iba a ser una de las últimas oportunidades para obtener las imágenes de descenso de esquí más extremas que se buscaban durante todo el documental.

El rodaje consistió en la ascensión del Pic d'Aguiló desde el refugio de Prat d'Aguiló, planificando realizar el descenso durante el atardecer para conseguir esa luz mágica y dotar a las imágenes de un toque "idílico". Logísticamente fue uno de los rodajes más sencillos ya que el deshielo permitió acceder en coche hasta prácticamente los pies del refugio y del propio pico, además el equipo técnico fue mucho más reducido que en otros rodajes lo que permitió desplazarse por el terreno con mayor agilidad y sin retrasos.

La labor del operador especialista consistió principalmente en la obtención de imágenes aéreas del entorno y seguimientos de la atleta esquiando desde el aire, descartando desde un principio la realización de *travelings* de seguimiento con *gimbal* debido a lo escarpado y empinado del terreno, además de la corta duración del descenso, algo que habría requerido subir y bajar varias veces para obtener tanto las imágenes de drone, como las de seguimiento. Por ello se decidió priorizar las imágenes aéreas desde el drone e intentar acercarlo lo máximo posible para conseguir un ángulo similar a como si se estuviese realizando un *travelling* desde el suelo.

El rodaje resultó en la obtención de algunas de las imágenes más espectaculares y que mejor reflejan la intención comunicativa del documental.



Fig. 6.6. *Frame* rodaje de Pic d'Aguiló. (Elaboración propia, 2021).

## 6.4 Material y decisiones técnicas

El material escogido ha resultado ser el idóneo adaptado a las condiciones específicas en las que se ha realizado el documental y adaptado al presupuesto limitado del mismo. Habría sido idóneo contar con drones que hubiesen soportado mayor carga con el fin de haber podido abarcar una superficie mayor a la hora de iluminar con ellos, además de haber conseguido mayor intensidad lumínica al emplear focos más potentes.

En cuanto a los sistemas de estabilización utilizados, se considera que han cumplido las expectativas y la utilización de *gimbals* ha sido primordial para la reducción de las vibraciones y movimientos bruscos al realizar los *travellings* de seguimiento. De otro modo la imagen habría quedado demasiado movida debido a la brusquedad de los movimientos que se realizan al esquiar y resultaría inservible. Se considera que el *gimbal* escogido (DJI RSC 2) es la mejor opción para realizar este tipo de trabajos en entornos como estos, incluso aunque la limitación económica no fuese un impedimento, ya que su portabilidad en términos de peso y volumen ofrecen una maniobrabilidad que ningún otro modelo ofrece, estando limitado únicamente por su capacidad de carga, aunque hoy en día no es un problema ya que existen cámaras de cine profesionales lo suficientemente ligeras y compactas como para montarlas sobre este *gimbal*.

En cuanto a la idoneidad de los *gimbals* respecto a otras soluciones como *steadicams* o incluso un *cabl-cam* con las que se podría solventar los mismos problemas, estas dos últimas representan una serie de inconvenientes que el *gimbal* soluciona convirtiéndola en la herramienta más polivalente para estas situaciones. En el caso de los *steadicam*, el peso total y gran tamaño del conjunto supone el mayor inconveniente en cuanto a su utilización en este tipo de situaciones. El operador al realizar un giro esquiando podría fácilmente golpear con sus rodillas el *post* del *steadicam* desestabilizando todo el conjunto. Además, es muchísimo más difícil de transportar y montar por primera vez. En cuanto a los *cabl-cam*, constituyen una solución mixta realmente, ya que implica el uso de un *gimbal* acoplado al carro que se desliza por el cable. La principal ventaja de esta solución es que permite conseguir movimientos más precisos y estables al no estar sometido a los movimientos del operador esquiando. Además, elimina todo el riesgo al que está expuesto el operador especialista esquiando detrás de la atleta. Sin embargo, su uso está supeditado a contar con puntos de anclaje para el cable, generalmente fijado a un árbol, por lo que, en espacios abiertos, donde transcurre la mayoría del documental no es viable su uso, sin olvidar el problema logístico de su transporte, teniendo que llevar igualmente un *gimbal* y cargar con todo el conjunto de tirolina y carro.

Por todo ello, la utilización de un *gimbal* es la solución que mejor se adapta a las condiciones en las que se ha trabajado en el documental y por ese motivo se han convertido en una herramienta tan popular en este tipo de producciones. Gracias a su utilización en la producción de *Snow Soul* se ha conseguido realizar tomas como las que encontramos en *The Old World*, uno de los referentes de este trabajo, capturadas por los operadores especialistas Alexander Rydén y Andi Tillman utilizando esta misma herramienta.

Del mismo modo, se considera que la utilización de drones ha sido la mejor solución para la filmación e iluminación aérea, atendiendo sobre todo a las limitaciones de presupuesto y teniendo en cuenta que, al igual que el *gimbal* respecto al resto de soluciones, los drones solucionan una serie de inconvenientes respecto a sus alternativas que resultan claves en la producción de este documental. Para la filmación e iluminación aérea se podrían haber utilizado herramientas como helicópteros, grúas y *cabl-cams*. Quedando la primera opción descartada por el elevado coste que supone. La utilización de grúas también supone

un elevado coste, pero algo más asumible que los helicópteros. Sin embargo, el principal inconveniente es que son increíblemente voluminosas y difíciles de transportar, imposibles de llevar hasta lugares remotos y de difícil acceso como los del documental. Por último, un *cable-cam*, sí que permite conseguir imágenes “aéreas” aunque limitadas a una cierta altura y de recorrido limitado, además, al igual que se detallado anteriormente, tiene el principal impedimento de su anclaje.

Todo esto sitúa a los drones como la mejor y única solución para realizar estas tareas en entornos de alta montaña, sobre todo con presupuestos limitados, en los que se requiera situar tanto cámaras como focos a una determinada altura, demostrando su viabilidad e idoneidad, principal objetivo práctico de este trabajo.

Además, técnicamente, un dron podría perfectamente sustituir a herramientas como el *gimbal*, ya que un piloto experimentado puede conseguir tomas a ras de suelo similares a las obtenidas por un operador especialista desde el suelo. Algo que se planteó en un principio ya que se habría ahorrado mucho tiempo empleando solo drones. Sin embargo, se descartó ya que se habría perdido esa cercanía y humanidad que aporta el grabar cámara en mano desde cerca del sujeto. Además, no se quería abusar de este tipo de herramientas, ya que uno de los principales problemas detectados en este ámbito es la sobreexplotación de este tipo de recursos que acaban cansando y restando espectacularidad a tomas que sí lo merecen.

## 7. Conclusiones

Tras dar por finalizado este proyecto (aunque no el documental) se exponen a continuación las conclusiones extraídas tanto de la realización del trabajo teórico como de su aplicación en la producción de *Snow Soul*.

Principalmente se quiere hacer hincapié en la importancia del estudio previo teórico realizado, que ha servido para adquirir los conocimientos necesarios para la posterior toma de decisiones y aplicación práctica en la producción del documental. Aunque no ha sido fácil debido a la falta de fuentes de investigación en la materia, sobre todo de *gimbals* y drones, toda la búsqueda de información ha servido para adquirir una visión generalizada de las diferentes técnicas y soluciones con sus principales inconvenientes. Esto ha permitido afrontar la fase de preproducción con la información necesaria para realizar el análisis de las localizaciones en función de las necesidades, pudiendo prestar atención a detalles específicos que de lo contrario quizás se habrían pasado por alto, y llevar a cabo la elección del material correcto. Además, el visionado de numerosos documentales y productos audiovisuales similares, sobre todo visualizando los *behind the scenes* de los mismos, ha servido para conocer cómo se afrontan este tipo de problemas en diferentes escenarios y producciones y se han podido extraer conceptos y referencias visuales aplicadas en *Snow Soul*.

De cara a la aplicación práctica de todos estos conocimientos se ha de recalcar la importancia de adecuar el equipamiento a las necesidades de la producción, siendo decisivo para el correcto desarrollo del documental tal y como se ha visto con el cambio de modelo de *gimbal*. Por ese mismo motivo ha sido determinante la realización de pruebas y ensayos que han permitido comprobar la efectividad de los diferentes equipos y cómo se comportan sobre el terreno, consiguiendo ahorrar mucho tiempo en los rodajes posteriores pudiendo anticiparse a posibles fallos y teniendo una solución ya preparada.

La elección del modelo de cámara y lentes ha sido la adecuada, ya que se seleccionó prestando especial detalle para la realización de la labor del operador especialista. Sin embargo, sería un aspecto a mejorar si no hubiese una limitación de presupuesto, ya que el

monitor/grabador, necesario para la obtención de las imágenes a la calidad deseada, sí que ha supuesto un pequeño lastre en cuanto a montaje y desmontaje del mismo sobre el *gimbal* y algunos problemas de movilidad. Aunque estos efectos negativos se han intentado reducir al máximo realizando numerosas pruebas para determinar la posición de montaje más rápida y cómoda sobre el *gimbal* y practicando numerosas veces el montaje y desmontaje de todo el conjunto (cámara, lente y accesorios) desde su posición de transporte con el objetivo de ser más eficientes a la hora de realizar estas tareas en rodaje bajo condiciones extremas en las que todo el proceso se realiza con guantes gruesos que dificulta la tarea y teniendo en cuenta que, debido a las condiciones del terreno, montar y desmontar el *gimbal* es algo que sucede a menudo entre toma y toma cuando todo el mundo se está reposicionando.

Por otro lado, ha sido un factor determinante la elección del material en función del tipo de plano y lo que se quería transmitir, dando prioridad al carácter emocional de las imágenes obtenidas con cada método y en cada situación. El empleo de cada soporte (drone, *gimbal*, cámara en mano) transmite de manera diferente una misma imagen y encontrar el equilibrio narrativo en el uso de estas herramientas ha sido uno de los principales retos. Una tarea que se considera que se ha cumplido con éxito, consiguiendo transmitir los momentos claves con la herramienta más adecuada acorde a la narrativa.

En cuanto a la fase de producción del documental cabe destacar los problemas meteorológicos encontrados, que, aunque no han afectado a la realización de este trabajo, sí que han supuesto un retraso en la producción impidiendo tener el producto acabado en la fecha prevista. Por ello el equipo ha decidido aprovechar todas las imágenes producidas hasta la fecha para realizar un tráiler que se publicará mientras se acaban los rodajes atrasados y se completa la fase de postproducción.

En lo que respecta a la labor del operador especialista se considera que se han cumplido los objetivos propuestos y las imágenes obtenidas han cumplido con las expectativas. Además, se ha podido probar la viabilidad del uso de drones como soporte lumínico, una técnica cada vez más en auge debido a la dificultad de conseguir los mismos efectos con otras herramientas fuera de espacios controlados y de fácil acceso, donde la utilización de drones

se convierte casi en la única opción para situar focos a una determinada altura e incluso aplicarles movimiento.

Personalmente se está satisfecho con el trabajo realizado y ha supuesto un gran aprendizaje en este rol tan específico, complementario a todo lo aprendido a lo largo de la carrera. Además, se ha disfrutado del proceso hasta el punto de profundizar más en la investigación de manera personal, llegando a recabar muchísima más información que no ha sido posible dejar reflejada en esta memoria.



## 8. Referencias

Brown, B. (2012). *Cinematography: Theory and practice: Images making for Cinematographers and Directors*. (2a edición). Oxford: Focal Press.

Brown, B. (2015). *The Filmmaker's Guide to Digital Imaging: for cinematographers, digital imaging technicians, and camera assistants*. Oxford: Focal Press.

Brown, G. (2006). Inventing the Steadicam: Part 1: Code Name "Pole". *Camera Operator: The Journal of the Society of Camera Operators*, Fall/Winter 2006, 27-39.

Brown, G. (2007). Inventing the Steadicam: Part 2: Last Chance Motel. *Camera Operator: The Journal of the Society of Camera Operators*, Spring-Summer 2007, 23-29.

Capitán, C., Capitán, J., Castaño, Á. R. & Ollero, A. (2019) Risk Assessment based on SORA Methodology for a UAS Media Production Application. *2019 International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS)*. Recuperado de: [https://personal.us.es/jcapitan/preprint/capitan\\_icuas19\\_web.pdf](https://personal.us.es/jcapitan/preprint/capitan_icuas19_web.pdf)

DJI. (2021). Manual de usuario Ronin SC2. Recuperado de [https://dl.djicdn.com/downloads/DJI\\_RSC\\_2/DJI\\_RSC\\_2\\_User\\_Manual\\_v1.0\\_es.pdf](https://dl.djicdn.com/downloads/DJI_RSC_2/DJI_RSC_2_User_Manual_v1.0_es.pdf)

DJI. (2021). Manual de usuario Ronin MX. Recuperado de <https://www.dji.com/es/ronin-mx/info#downloads>

DJI. (2021). Manual de usuario DJI Phantom 4 Pro. Recuperado de <https://www.dji.com/es/phantom-4-pro/info#downloads>

DJI. (2021). Manual de usuario DJI Phantom 1. Recuperado de <https://www.dji.com/es/phantom/info#downloads>

Eastman Kodak Company. (2007). *The Essential Reference Guide for Filmmakers*. Nueva York: Eastman Kodak Company.

España. Real Decreto Legislativo 1/1996, de 12 de abril, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Propiedad Intelectual, regularizando, aclarando y armonizando las disposiciones legales vigentes sobre la materia. Boletín Oficial del Estado, 12 de abril de 1996, núm. 97.

Ferrara, S. (2001). *Steadicam: techniques and aesthetics*. Oxford: Focal Press.

FreeFly Systems. (2013). Movi M15: User Guide. Recuperado de <https://freeflysystems.com/support/m-series-support>

FreeFly Systems. (2019). Movi Pro: Operation Manual. Recuperado de <https://freeflysystems.com/support/movi-pro-support>

Freefly Systems. (2021). Freefly Systems. Why Freefly. Timeline. Recuperado de <https://freeflysystems.com/why-freefly/timeline>

González, F. (2018). Curso de piloto de drones. Recuperado de <https://controldron.com>

Goy, M. (2013). *American Cinematographer Manual*. (10a edición). Hollywood, California: The ASC Press.

Hayball, L., Holway, J. (2009). *The Steadicam Operator's Handbook*. Oxford: Focal Press.

Joubert, N., Goldman, D. B., Berthouzoz, F., Roberts, M., Landay, J. A., & Hanrahan, P. (2016). *Towards a drone cinematographer: Guiding quadrotor cameras using visual composition principles*. Recuperado de: <https://arxiv.org/abs/1610.01691>

Juniper, A. (2015). *The complete guide to drones*. Octopus publishing group.

Ken Lab. (2021). *What is a Kenyon Gyro?* Recuperado de <https://www.ken-lab.com/what-is-a-kenyon-gyro.html>

Lewis, M. (2008). *Stabilization, Steering, and Gimbal Technology as it relates to Cinematography*. PV-Labs Inc.

Mademlis, I., Mygdalis, V., Raptopoulou, C., Nikolaidis, N., Heise, N., Koch, T., ... & Pitas, I. (2017). Overview of drone cinematography for sports filming. *European Conference on Visual Media Production (CVMP)*.  
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.26966.96327>

McClain, S. (1996). A history of aerial cinematography. *The operating cameraman*, Spring/Summer 1996, 32-42.  
[https://issuu.com/cameraoperators/docs/soc\\_co\\_1996springsummer/3](https://issuu.com/cameraoperators/docs/soc_co_1996springsummer/3)

The Tiffen Company. (2021). Tiffen. Steadicam M1 Operator's Manual. Recuperado de <https://tiffen.com/pages/steadicam-manuals-instruction-guides>

The Tiffen Company. (2021). Tiffen. The history of steadicam. Recuperado de <https://tiffen.com/pages/history-of-steadicam>

T. J. Diaz. (2015). Lights, drone... action. *IEEE Spectrum*, vol. 52, 36-41.

Tyler Camera Systems. (2015) Tyler Mount Major Manual. Recuperado de <http://www.tylermount.com/>

Voudoukis, N., & Oikonomidis, S. (2017). Inverse Square Law for Light and Radiation: A Unifying Educational Approach. *European Journal of Engineering and Technology Research*, 2(11), 23-27. <https://doi.org/10.24018/ejers.2017.2.11.517>

Waibel, M., Keays, B., & Augugliaro, F. (2017). Drone shows: Creative potential and best practices. *ETH Zurich*. <https://doi.org/10.3929/ethz-a-010831954>

Wheeler, P. (2005). *Practical cinematography*. (2a edición). Oxford: Focal Press.

## 8.1 Filmografía

Davis, S. Fisher, L. (directores). (2019). *Imagine / Boston Celtics*. [Publicidad] EUA: The famous Group. Recuperado de <https://vimeo.com/347166397>

Lacote, D. (productor). Moulin, M. Delarche, T. (directores). (2019). *Fastwood by Richard Permin*. [Video]. Francia: PVS Company. Recuperado de <https://vimeo.com/378303913>

Lacote, D. (productor). Fiet, M. Ricci, V. (directores). (2019). *Insitu by Marion Haerty*. [Video]. Francia: PVS Company. Recuperado de <https://vimeo.com/378497341>

Schrunk, N. (director). (2014). *Nick Goepper breaks down his winning slopestyle tricks*. [Video]. EUA: Red Bull. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=KhIGT9ndwKg>

Schrunk, N. (director). (2014). *Behind the scenes of Nick Goepper's BIGGEST slopestyle tricks*. [Video]. EUA: Red Bull. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=SvIsa2wMSiY>

Tillmann, A. Moser, F. (productores). Tillmann, A. (director). (2020). *The Old World* [Película]. Alemania: Tillmann Brothers / Red Bull Media House.

## 9. Estudio de la viabilidad

### 9.1 Planificación

En este capítulo se expone toda la planificación detallando el plan de trabajo, los problemas que han surgido y como se han solucionado además de los estudios de viabilidad técnica y económica.

#### 9.1.1 Planificación inicial

En lo que respecta al plan de trabajo, desde el departamento de producción se ha realizado un diagrama de Gantt delimitando las fases y tareas necesarias para la realización del documental, estimando las fechas de inicio y fin de las mismas.

Se prevé que la preproducción dure 3 meses, desde octubre hasta diciembre de 2020 y que los rodajes puedan comenzar en enero y que duren hasta marzo de 2021, periodo que coincide con los meses de mayores y copiosas nevadas en el pirineo catalán.

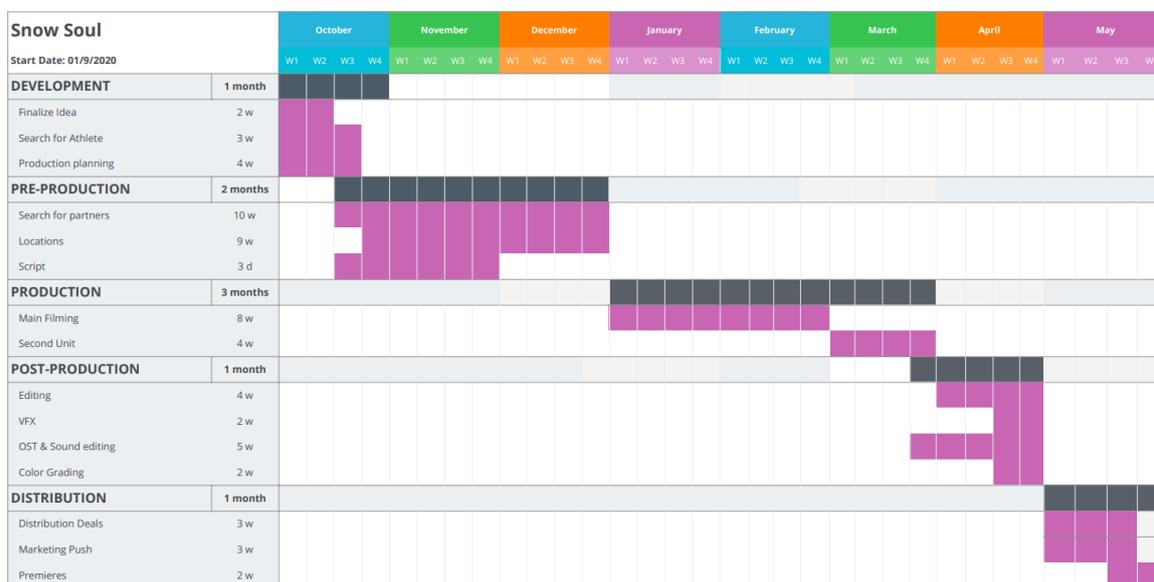


Fig. 9.1. Diagrama de Gantt realizado por el departamento de producción de *Snow Soul*.

(Mora, X. 2020).

### 9.1.2 Desviaciones

Esta planificación inicial se ha visto modificada debido a imprevistos meteorológicos tal y como se ha expuesto en capítulos anteriores.

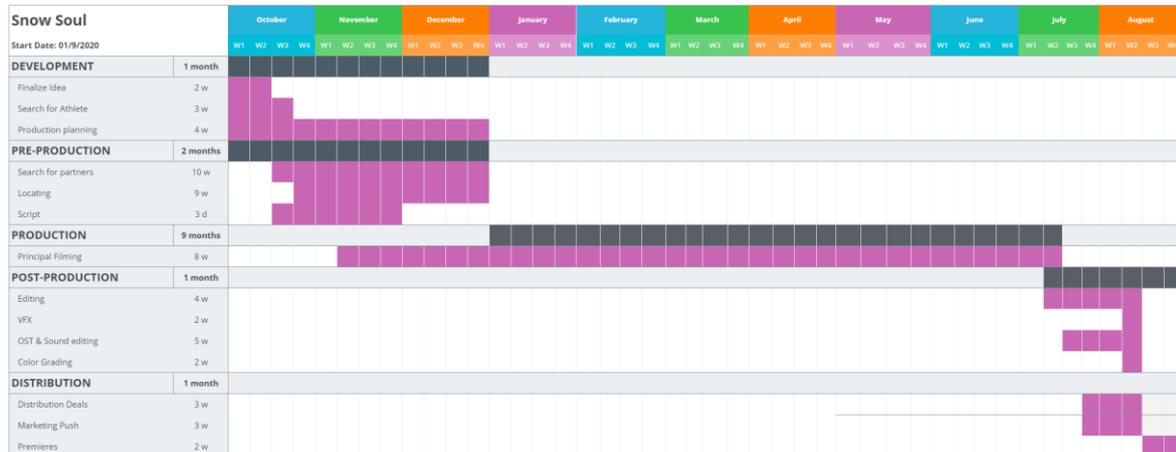


Fig. 9.2. Diagrama de Gantt modificado debido a los contratiempos y la modificación del guión. (Mora, X. 2020).

La fase de preproducción no se ha visto alterada y se han podido completar todas las tareas siguiendo el plan de trabajo inicial. Incluso se consiguió adelantar algunos rodajes para los que no era necesaria la nieve en el mes de diciembre, con el objetivo de reducir la carga de trabajo de los meses posteriores, reservándolos para los rodajes más importantes del documental en los que sí hacía falta nieve.

Sin embargo, la fase de producción, prevista para los meses de enero a marzo de 2021, sí que ha tenido que ser modificada. Las grandes nevadas, encargadas de aportar el espesor necesario para la grabación de las imágenes de esquí, llegaron más tarde de lo previsto. Hasta prácticamente principios de febrero no se dieron las condiciones necesarias para comenzar con los rodajes, lo que provocó la pérdida de un mes de rodaje de las escenas de esquí, aunque se aprovechó ese paréntesis para seguir realizando rodajes en los que no importase la ausencia de nieve, como entrevistas, escenas de preparación en los *bungalows*, imágenes de planificación de las rutas, etc. Además, las condiciones invernales en el mes de febrero no duraron mucho, tan solo dio tiempo a realizar un rodaje cuando una masa de aire cálido llegó al Pirineo aumentando las temperaturas hasta valores nunca antes alcanzados en esas fechas, que, unido a un episodio de fuertes lluvias, derritieron el

espesor de nieve conseguido hasta la fecha, haciéndose prácticamente intransitable fuera de los dominios esquiables de las estaciones de esquí, volviendo a producir un retraso en la producción. De no haber subido la temperatura de forma anormal, toda esa agua se habría precipitado en forma de nieve, lo que habría resultado una gran cantidad de nieve ideal para el documental.

Una vez volvieron a descender las temperaturas no coincidió con la llegada de ningún frente que trajese lluvias y provocase nevadas hasta principios/mediados de marzo, cuando se produjeron algunas nevadas débiles que fueron insuficientes para recuperar el espesor de nieve perdido. No fue hasta prácticamente finales de marzo, principios de abril cuando se dieron las condiciones ideales para realizar las grabaciones de las escenas de esquí, habiendo perdido casi los 3 meses previstos a tal efecto. Esto obligó a concentrar todos los rodajes de nieve restantes en un periodo de tiempo muy pequeño, quedando algunos sin realizar. Desde el departamento de dirección y producción, ante la falta de imágenes que permitiesen la realización de un documental integro de esquí, se tomó la decisión de ampliar el guion del mismo incluyendo la temática medioambiental, añadiendo a *Snow Soul* un discurso sobre el cambio climático que en un principio no estaba previsto abordar. Adicionalmente, aprovechando los rodajes de ciclismo que se realizaron en otoño, se decide reconducir la temática del documental, pasando de una historia centrada en la práctica del esquí, a una historia que recorra la Cerdanya durante las cuatro estaciones, abarcando diferentes deportes. En un principio, estas imágenes de ciclismo iban a servir de introducción para presentar a la atleta y su relación con el deporte, para posteriormente entrar en detalle en la temporada invernal y centrarse en el esquí. Tras la modificación, el documental pasa a centrarse en la atleta y la Cerdanya a través de diferentes estaciones y deportes, no solo esquí, algo que se prevé que resultará en un cambio del título del documental en un futuro.

Por este motivo se produce una ampliación del calendario de producción, estableciendo nuevas fechas de rodajes en primavera y verano para los nuevos deportes y localizaciones. Debido a este replanteamiento forzado ha sido imposible cumplir con el resto del plan de trabajo y completar el proyecto antes de la fecha seleccionada. Por ese motivo se ha

decidido realizar un tráiler con las imágenes ya grabadas que sirva a modo informativo de los cambios y la nueva fecha prevista de finalización.

## **9.2 Estudio de la viabilidad técnica**

Tal y como se ha especificado en el apartado de metodología, en la fase de preproducción se llevaron a cabo una serie de tareas que determinaron la viabilidad del proyecto y su posible adaptación en función de las necesidades específicas de la producción y del presupuesto.

Los estudios previos realizados sobre la seguridad del uso de drones, así como la elección del material en función de las características específicas del documental y el entorno en el que iba a transcurrir fueron claves para determinar si era posible llevar a cabo la idea inicial o de lo contrario esta tenía que ser modificada. Al ser positivos los informes de seguridad para el vuelo de drones y no necesitar autorizaciones específicas, además de contar con gran parte del material necesario para la producción permitió dar luz verde a la realización del proyecto.

## **9.3 Estudio de la viabilidad económica**

Otro factor clave para la viabilidad del proyecto es contar con los medios económicos para afrontar los gastos de su realización. Para ello, desde el departamento de producción del documental se realizó un presupuesto con el fin de determinar si el gasto era asumible por los miembros del equipo o si de lo contrario se podía contar con algún tipo de ayuda externa.

### **9.3.1 Presupuesto**

En lo relativo al presupuesto del proyecto vinculado a este trabajo académico, el productor del documental, Xavier Mora, se ha encargado de agrupar las necesidades de cada departamento tras haber recibido sus listas de material específicas añadiendo los gastos de los salarios de los profesionales además de los gastos de alojamiento, desplazamiento y de material adicional necesario para llevarlo a cabo.

Para contabilizarlo se han hecho los cálculos simulando el coste ficticio profesional de un proyecto de esta envergadura. Se han tenido en cuenta para calcular el salario de los profesionales las directrices que el BOE estipula para producciones de bajo presupuesto; no más de 750.000 euros de presupuesto. En cuanto al material se ha utilizado como referencia el precio que tendría el equipamiento en una casa de alquiler por jornada.

Concepto	Precio/jornada	Nº de Jornadas	Con sponsors
<b>Departamento de producción</b>			
Día de Rodaje	3.383,55 €	14	230,00 €
Gasolina	50,00 €		50,00 €
Peajes	80,00 €		80,00 €
Dietas (8pax.)	100,00 €		100,00 €
Raquetas	72,00 €		0,00 €
Baterías	115,00 €		0,00 €
Discos duros	75,00 €		0,00 €
Arva, sonda y pala	96,00 €		0,00 €
Walkie Talkies	100,00 €		0,00 €
Alojamiento	130,00 €		0,00 €
Trineos	10,00 €		0,00 €
Departamento de cámara	1.657,55 €		0,00 €
Departamento de iluminación	733,00 €		0,00 €
Departamento de sonido	165,00 €		0,00 €
Día de Localización	100,00 €	6	
Gasolina	30,00 €		
Peajes	40,00 €		
Dietas (5pax.)	30,00 €		
Sueldos	45.252,32 €		
Curso avalanchas	800,00 €		0,00 €
	<b>Total sin sueldos</b>	<b>Total con sueldos</b>	<b>Total con sponsors y sin sueldos</b>
	52.769,70 €	98.022,02 €	3.820,00 €
<b>Sueldos</b>			
Director	3.266,07 €		0,00 €
Director	3.266,07 €		0,00 €
Director de fotografía	2.794,49 €		0,00 €
Ayudante de cámara	1.502,03 €		0,00 €
Operador de cámara	1.956,14 €		0,00 €
Operador especialista	1.956,14 €		0,00 €
Guionista	2.003,89 €		0,00 €
Guionista	2.003,89 €		0,00 €
Guionista	2.003,89 €		0,00 €
Guionista	2.003,89 €		0,00 €
Productor	2.800,00 €		0,00 €
Productor	2.800,00 €		0,00 €
Montador de imagen	2.472,59 €		0,00 €
Jefe de sonido	1.921,20 €		0,00 €
Ayudante de sonido	1.502,03 €		0,00 €
VFX	2.000,00 €		0,00 €
Actriz protagonista	7.000,00 €		0,00 €
Editor de efectos y motion graphics	2.000,00 €		0,00 €

Tabla 9.3. Presupuesto de *Snow Soul*. (Mora, X. 2021).

De este modo podemos concluir que el coste de la realización del documental es de unos 98.022,02 euros brutos. Sin embargo, al tratarse de un proyecto de carácter académico, las personas involucradas en el documental no cobramos sueldo y el coste de pagar a los profesionales se suprime, del mismo modo que el coste correspondiente al material, ya que la gran mayoría del equipamiento se encuentra en propiedad de las personas que participan en el proyecto y el material restante se obtendrá mediante préstamos de SERMAT.

Por lo que finalmente y gracias a la ayuda de los patrocinadores que apoyan el proyecto, como el Cerdanya Ecoresort que proporciona el alojamiento para el equipo los días de rodaje, el presupuesto queda reducido a un total de 3.820,00 euros derivados de costes irreducibles como los desplazamientos, dietas, etc.

### **9.3.1.1 Presupuesto y material del operador especialista**

A continuación, se puede ver el presupuesto y la lista de material específica del operador especialista. Adicionalmente, en el apartado de anexos, se pueden ver las diferentes partidas de presupuesto y las listas de material completas elaboradas por el departamento de dirección de fotografía del documental.

Cabe destacar que todo el material especificado a continuación se encuentra en propiedad y no supone un gasto para la producción. Sin embargo, se ha querido especificar cuanto habría costado alquilar el material empleado por día de rodaje.

<b>Operador especialista</b>				
<b>Objeto</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio unidad por día</b>	<b>Precio total por día</b>
Gimbal DJI RSC2	Para cámara principal	1	30 €	30 €
Drone DJI Phantom 4 Pro V.2		1	180 €	180 €
Baterías Phantom 4 Pro		3	25 €	75 €
Kit Lume Cube 2.0		2	10 €	20 €
Soporte Lume Cube para Phantom 4		4	5 €	20 €
Zhiyun Crane M-2	Para cámara de acción (GoPro)	1	15 €	15 €
<b>TOTAL</b>				<b>340€</b>

Tabla 9.4. Presupuesto de operador especialista. (Elaboración propia, 2021).

## 9.4 Aspectos legales

Para la realización del documental *Snow Soul* vinculado a este trabajo es necesario tener en cuenta la legislación vigente en materia de derechos de imagen, autoría y en la práctica la normativa relativa a la operación de drones.

Es necesario tener en cuenta los derechos de imagen de todas las personas que aparecen en el documental, por lo que será necesario obtener formularios de cesión de derechos de imagen para todos los participantes y en especial para la protagonista, así como los derechos y permisos de las localizaciones privadas en las que se grabará parte de la historia, como la estación de esquí de La Molina o el Cerdanya Ecoresort, aunque no supone un problema ya que son patrocinadores del proyecto.

En lo relativo a la autoría de la obra y su distribución, según el artículo 86 del Real Decreto Legislativo 1/1996 del 12 de abril por el que se aprueba el texto relativo a la ley de Propiedad intelectual, se define a las obras cinematográficas como:

“Creaciones expresadas mediante una serie de imágenes asociadas, con o sin sonorización incorporada que están destinadas esencialmente a ser mostradas a través de aparatos de proyección o por cualquier otro medio de comunicación pública de la imagen y del sonido con independencia de la naturaleza de los soportes materiales de dichas obras”. (RDL 1/1996, de 12 de abril)

Y detalla a continuación en el artículo 87 que tienen la condición de autor o autores de la obra el director o directores, los autores del argumento y el guion y los autores de la banda sonora original. Aunque moralmente no sea lo correcto, a efectos legales la realidad es bien distinta y en este apartado se quiere aprovechar para reivindicar que se debe corresponder y reconocer el trabajo de todos los departamentos otorgándoles parte de la autoría de la obra. (RDL 1/1996, de 12 de abril)

De este modo, se contempla una cesión de derechos patrimoniales por parte de los autores a las productoras Flat Films y CloseMedia para permitir la exhibición de la obra. Dichos derechos patrimoniales incluyen los derechos de reproducción, distribución, comunicación, pero no el de transformación.

En cuanto a la legislación relativa a las operaciones de drones, a día de hoy, queda regulada por el Reglamento de Ejecución UE 2019/947 de 24 de mayo de 2019 y ha sido analizado en detalle en el apartado relativo a la operación de drones de este trabajo. Aunque en términos generales, debido a la estricta regulación del vuelo de estas aeronaves, el principal requisito es contar con un piloto titulado por AESA (Agencia Estatal de Seguridad Aérea) con las autorizaciones de vuelo y certificados correspondientes.

## 10. Anexos

### Anexo 1. Lista y presupuesto diario de material de cámara e iluminación

<b>CÁMARA</b>				
<b>Objeto</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio unidad por día</b>	<b>Precio total por día</b>
Sony a7RII	Cámara A	1	65 €	65 €
Panasonic EVA 1	Cámara B	1	105 €	105 €
Baterias Sony a7RII		8	5 €	40 €
Baterias Panasonic EVA 1		2	10 €	20 €
Bateria VLock		1	15 €	15 €
Adaptador VLock		1	10 €	10 €
Cargador VLock		1	5 €	5 €
GoPro Hero 9	Cámara de acción POV	1	60 €	60 €
GoPro Hero 8	Cámara FPV	1	52 €	52 €
Baterias GoPro		4	4 €	16 €
Sandisk MicroSD 128GB	Para GoPro	2	20,99 €	41,98 €
<b>MONITORIZACIÓN Y GRABACIÓN</b>				
Atomos Ninja V	Para la cámara A	1	30 €	30 €
Atomos Shogun Inferno	Para la cámara B	1	60 €	60 €
Baterías Grabador Atomos		6	8 €	48 €
Monitor FeelWorld	Monitor para foquista cámara A	1	20 €	20 €
SSD 480GB	Con carcasa para atomos	4	10 €	40 €
Brazo mágico	Para atomos	1	5 €	5 €

SDI-SDI 6/12G	Atomos Shogun Inferno	2	2 €	4 €
HDMI-HDMI		5	2 €	10 €
Hollyland Mars 400 Inalámbrico		1	65 €	65 €
Baterías Hollyland		4	8 €	32 €
Soporte Monitor Neewer	Para foquista	1	40 €	40 €
Lector SSD		1	5 €	5 €
<b>ÓPTICAS</b>				
Canon EF 35mm f/2		1	22 €	22 €
Canon EF 16-35mm f/2.8		1	30 €	30 €
Canon EF 24-70mm f/2.8		1	40 €	40 €
Canon EF 70-200mm F/2.8		1	30 €	30 €
Kit Xeen 16,24,50		1	58 €	58 €
Samyang 35mm f/1.5		1	25 €	25 €
Adaptador Commlite Canon EF a Sony E	Para colocar objetivos Canon en la Sony a7RII	1	12 €	12 €
<b>ACCESORIOS</b>				
Kit Rig Panasonic EVA 1	Barras, plate, mattebox, etc.	1	52 €	52 €
Follow Focus Tilta Nucleus Nano	Para cámara A	1	5,57 €	5,57 €
Fotómetro Sekonic		1	35 €	35 €
<b>FILTROS</b>				
Kit Tiffen Filters	- ND 3 - ND 6 - ND 9 - ND 12 - Polarizador (100x100)	1	40 €	40 €

Filters ND 3	72mm	1	6 €	6 €
Filters ND 6	72mm	1	6 €	6 €
Filters ND 9	72mm	1	6 €	6 €
Filters POL	72mm	1	6 €	6 €
Adaptadores filtros		1	2 €	2 €
<b>SOPORTES</b>				
Trípode Manfrotto	Para cámara	2	15 €	30 €
Shoulder Rig	Para Panasonic EVA 1	1	30 €	30 €
DJI Ronin SC2	Para Sony a7RII	1	30 €	30 €
Accesorios GoPro		1	2 €	2 €
Travelling		1	100 €	100 €
Drone FPV				
Drone DJI Phantom Pro		1	180€	180€
Baterías DJI Phantom 4 Pro		3	25€	75€
<b>OTROS</b>				
Claqueta		1	5 €	5 €
Kit de limpieza ópticas		2	5 €	10 €
Carta de grises		1	3 €	3 €
Carta de colores		1	5 €	5 €
Carta foco		1	9 €	9 €
Kit llaves allen		1	9 €	9 €
Rotulador		1	1 €	1 €
Chatter		1	20 €	20 €
Navaja multiusos		1	20 €	20 €
Paquete de 12 Pilas AAA		1	9 €	9 €

<b>TOTAL CÁMARA</b>	1702,55€
---------------------	----------

<b>PROYECTORES - TUNGSTENO</b>				
Fresnel 2kW		1	27 €	27 €
Fresnel 1kW		2	24 €	48 €
Fresnel 650W		2	20 €	40 €
<b>PROYECTORES - FLUORESCENTES</b>				
Kino Flo 4T / 0,6	- 4 tubos 3200K° - 4 tubos 5600K° -Balastro	1	26 €	26 €
<b>PROYECTORES - LED</b>				
Kit 3 dedolights DLED4 .X-BI		1	90 €	90 €
Kit 3 paneles LED Cineroid flexibles FL400S	bicolor 2700K-6500K	1	65 €	65 €
Foco LED DIY	100W	1	30 €	30 €
Tira LED		1	12 €	12 €
<b>SOPORTES</b>				
1010	- 3 secciones - 16-28mm	2	10 €	20 €
Ceferino AVENGER		5	10 €	50 €
Jirafa AVENGER D650		1	10 €	10 €
Trípodes ligeros		3	6 €	18 €
<b>DISTRIBUCIÓN - LÍNEA</b>				
Schuko 5m		4	2 €	8 €
Schuko 15m		2	2 €	4 €
Regleta de 6 entradas schuko		2	2 €	4 €
Carrete alargador 4 entradas schuko		2	3 €	6 €

<b>PANTALLAS REFLEXIÓN - MARCOS</b>				
Bastidores aluminio	1x1	2	7 €	14 €
Pantalla reflectora plateada	1x1	1	6 €	6 €
Reflector plegable		1	4 €	4 €
Porex	1x1	2	5 €	10 €
<b>BANDERAS</b>				
Bandera AVENGER	61x92	2	6 €	12 €
Bandera Floppy		1	5 €	5 €
<b>REGULACIÓN</b>				
Dimmer 3kW		2	12 €	24 €
<b>ACCESORIOS</b>				
Porta porex		2	2 €	4 €
Pinzas Gaffer		4	4 €	16 €
Brazo articulado Cineroid		2	7 €	14 €
Sacos de arena 10Kg		3	3 €	6 €
Pitocho 28mm a 16mm		2	5 €	10 €
Pitocho 16mm-16mm		2	5 €	10 €
<b>MADERA</b>				
Cajón de cámara Matthews Full		1	8 €	8 €
Kit Peaninas		1	8 €	8 €
Paquete de 24 Pinzas		1	2 €	2 €
<b>CONSUMIBLES</b>				
Kit filtros White Diffusion	1/8, 1/4, 1/2, Full	1	13 €	13 €
Filtro Grid Cloth Full		1	13 €	13 €
Kit CTO	1/8, 1/4, 1/2, Full	1	13 €	13 €

Kit CTB	1/8, 1/4, 1/2, Full	1	13 €	13 €
Kit CTS	1/4, 1/2, Full	1	13 €	13 €
Cinefoil		1	23 €	23 €
<b>OTROS</b>				
Caja universal		2	2 €	4 €
Chatter		1	20 €	20 €
Tela negra		2	5 €	10 €
<b>TOTAL ILUMINACIÓN</b>				<b>733 €</b>



Fundació TecnoCampus  
Mataró-Maresme  
Avinguda d'Ernest Lluch, 32  
08302 Mataró (Barcelona)  
Tel. 93 169 65 01  
[www.tecnocampus.cat](http://www.tecnocampus.cat)



*Centres universitaris adscrits a la*

