

# TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

MÁSTER UNIVERSITARIO EN ENTRENAMIENTO Y RENDIMIENTO DEPORTIVO

**Curso Académico 2018-2019**

## ESTUDIO DESCRIPTIVO DE LA CONDICIÓN FÍSICA EN UN GRUPO DE JUGADORES DE RUGBY JÓVENES

*Descriptive study of the physical condition of youth rugby players*

Autor: Aritz Carballo Ernaga

Tutor: Jaime Fernández Fernández

Fecha: 08/07/2019

Vº Bº TUTOR

Vº Bº AUTOR

---

## RESUMEN

---

Los programas de desarrollo juvenil para el entrenamiento y acondicionamiento físico van transformándose con el paso del tiempo. Sin embargo, hay ocasiones en las que, por una ausencia de formación de las demandas específicas del deporte o por escasos recursos, es complicado llevar a la práctica las últimas tendencias. El presente trabajo expone los datos de una herramienta para el seguimiento de la condición física y la maduración en rugby mediante una batería de tests, la cual sirve para desarrollar un modelo de informe donde se dan diversos consejos de qué aspectos trabajar y cómo desempeñarlos en los entrenamientos. Durante el seguimiento mencionado, se evaluó de forma sucesiva distintas medidas antropométricas (peso, talla y longitud de la pierna), así como diferentes aspectos condicionales (velocidad, agilidad, potencia, resistencia, rango de movimiento articular y equilibrio) en 58 jugadores jóvenes de rugby de las ciudades de León y Ordizia (norte de España). Mediante este estudio damos a conocer una serie de pruebas que podrían ser aplicadas para conocer las características de los deportistas, organizar las agrupaciones de los jugadores y adaptar la carga de trabajo.

**Palabras clave:** rugby, condición física, maduración.

---

## ABSTRACT

---

*Youth development programs for training and physical conditioning are transforming over the time. However, sometimes, due to a sport specific demands training absence or due to scarce resources, it is difficult to put on practice the latest trends. The following work exposes the physical condition and maturation evaluation tool data in rugby by some tests, which serves to develop a report model where diverse advices containing aspects that have to be worked on and how to perform them in training may be found. During the evaluation mentioned, different anthropometric measures (weight, height and leg length), as well as different conditional aspects (speed, agility, power, endurance, range of motion and balance), were successively evaluated in 58 youth rugby players from León and Ordizia cities (north of Spain). By this study, we present some tests that could be applied to know the athletes' characteristics, organize the players groups and adapt the workload.*

**Key Words:** rugby, physical conditioning, maturity.

---

## ÍNDICE

---

<b>ÍNDICE</b> .....	<b>3</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN Y APROXIMACIÓN TEÓRICA</b> .....	<b>4</b>
1.1. El rugby en edades tempranas .....	4
1.2. Justificación del objeto de estudio .....	5
1.3. Relación con objetivos y competencias del master.....	6
1.4. Crecimiento y maduración .....	7
1.5. Identificación de talentos y condición física.....	11
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>13</b>
2.1. Objetivos generales .....	13
2.2. Objetivos específicos .....	13
<b>3. METODOLOGÍA</b> .....	<b>14</b>
3.1. Población .....	14
3.2. Procedimiento .....	14
3.3. Análisis estadístico.....	19
<b>4. RESULTADOS</b> .....	<b>20</b>
<b>5. DISCUSIÓN</b> .....	<b>26</b>
<b>6. CONCLUSIONES</b> .....	<b>30</b>
<b>7. APLICACIONES PRÁCTICAS Y LÍNEAS FUTURAS</b> .....	<b>30</b>
7.1. El bio-bandig .....	31
<b>8. VALORACIÓN PERSONAL Y REFLEXIÓN CRÍTICA</b> .....	<b>32</b>
<b>9. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>34</b>
<b>10. ANEXOS</b> .....	<b>39</b>
Anexo I. El efecto relativo de la edad según el nivel de rendimiento. Comparación de resultados entre estudios similares.....	39
Anexo II. Modelo de desarrollo físico juvenil .....	40
Anexo III. Ecuaciones cálculo maduración (Recuperado de: Mirwald et al. 2002) .....	41
Anexo IV. Resultados del <i>Y balance</i> test por categoría .....	43
Anexo V. Clasificación habitual de jugadores de rugby por posiciones .....	43
Anexo VI. Modelo de informe de la categoría SUB16 de León .....	45
Anexo VII. Comparación entre la estructura de pesos (en kg) de Canterbury Metropolitan Rugby (CMR) e Indian Football Conference (IFC), una liga de fútbol americano de Oklahoma, para grados por edades equivalentes. ....	47

---

## 1. INTRODUCCIÓN Y APROXIMACIÓN TEÓRICA

---

El *rugby union* (RU), siendo un deporte colectivo de cooperación-oposición de campo compartido y de contacto medio o alto, tal y como afirman Spamer y De la Port (2006), es una actividad que requiere de una serie de factores antropométricos, físicos, y de habilidades específicas del deporte para llegar a un nivel de rendimiento óptimo.

En cuanto a la clase de esfuerzos que vamos a encontrar durante su práctica, se podría definir como un deporte intermitente y de alta intensidad donde se suceden tanto acciones estáticas como dinámicas (ej., carreras rápidas, choques y empujes en las diferentes formaciones de juego) (Rice, 2008; Chiwaridzo et al. 2017 y Da Cruz & Fontes 2013). Dichos esfuerzos, tal y como viene recogido en el manual para empezar a jugar al rugby de la IRB (International Rugby Board), se dan en las acciones más típicas en el juego, las cuales son el *ruck* o abierta, el placaje, el pase y el *maul*.

En referencia a las características físicas demandadas durante el juego, Chiwaridzo et al. (2017), en una reciente revisión sistemática, determinan que las medidas más relevantes a evaluar son la velocidad, la capacidad de realizar sprints repetidos (RSA), la carrera intermitente de alta intensidad, la agilidad, la fuerza y la potencia.

Además, en el estudio realizado por Olds (2001) el cual analiza la evolución de la condición física en jugadores de rugby durante el siglo veinte, determina que existe una estrecha correlación entre el tamaño de los jugadores y el éxito. A mayor tamaño corporal, más probabilidades de éxito. Este dato es importante tenerlo en cuenta, ya que muchos equipos tienden a identificar y seleccionar a los niños de mayor tamaño, con una madurez más temprana, como talentosos para mejorar sus resultados. Asimismo, estudios similares, donde se analiza la condición física de los jugadores de RU jóvenes, únicamente tienen el objetivo de la identificación de talentos, encontrando muy pocos estudios donde se haya analizado la maduración en etapas prepuberales y puberales de jugadores de RU, con el objetivo de optimizar su programación física.

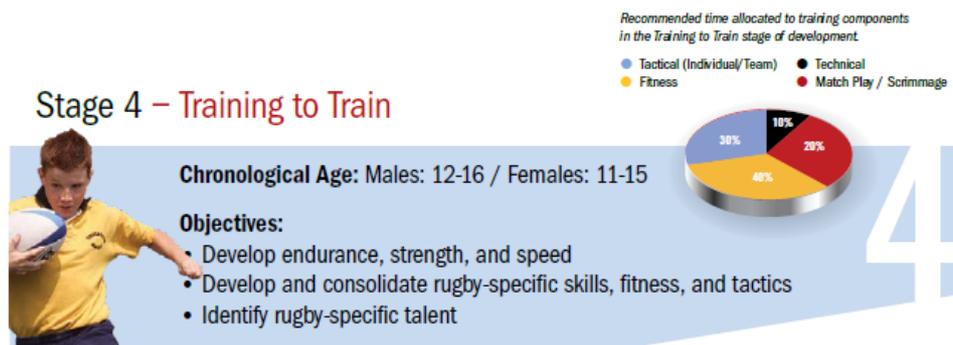
### 1.1. El rugby en edades tempranas

---

El rugby, tal y como se apunta en Euskadiko Errugbi Federazioa (2017), es un deporte de especialización tardía, por ello, durante su formación en edades tempranas, requiere un enfoque generalizado. Durante este tiempo, los niños están listos en su desarrollo para adquirir el movimiento básico y las habilidades fundamentales. De esta forma, en Irish Rugby Futbol Union (2006), se señala que el plan de formación de jugadores a largo plazo,

ayudará a asegurar que las experiencias de entrenar y jugar sean siempre en concordancia a la etapa de desarrollo del jugador.

Tal y como se expone en Rugby Canada (2008), de los 10 a los 16 años, la preparación física es uno de los principales pilares en los objetivos de desarrollo de los jugadores. Como podemos observar en la siguiente imagen, en el 4º estadio, donde los niños tienen de 12 a 16 años, se recomienda destinar el 40% del tiempo del entrenamiento al desarrollo de la condición física o el *fitness*.



**Figura 1.** Estadio 4. Entrenar para entrenar. La preparación física; uno de los pilares del jugador de rugby en edades tempranas. Recuperado de: Rugby Canada (2008, p. 29).

Por lo tanto, es evidente la importancia del trabajo de las cualidades físicas en estas edades y, como observaremos más adelante, el hecho de que haya unas fases críticas a la hora de trabajar ciertos componentes según el momento madurativo, va a condicionar nuestra programación. Por lo tanto, es fundamental conocer la edad biológica de cada uno de nuestros deportistas, para adaptar la programación física a sus características y trabajar aquellos aspectos más necesarios según su desarrollo.

## 1.2. Justificación del objeto de estudio

La realización de este Trabajo de Fin de Máster (TFM) viene dada por el hecho de combinar dos de mis mayores vocaciones en los últimos años, el entrenamiento en rugby y las Ciencias de la Actividad Física y del Deporte.

Es sabido por todos que, a la hora de desarrollar los entrenamientos con jugadores jóvenes, la carga y los estímulos ejercitados son generalizados para cada categoría. Es decir, habitualmente existe un entrenador en cada grupo; muchas veces con un escaso nivel de formación, y el que decidirá qué contenidos trabajar y cómo desarrollarlos durante los entrenamientos.

En los últimos años, considerando los programas de desarrollo de distintas federaciones de RU, cabe la posibilidad de implantar una programación con contenidos y objetivos, generales y específicos para cada etapa, los cuales son adaptados a las edades de los niños (Rugby Canada, 2018; Lindsay & Peggie, 2013; Euskadiko Errugbi Federazioa, 2017; Irish Rugby Futbol Union, 2006; Federación Española de Rugby, 2017 y Rugby Futbol Union, 2012). Aun así, son muy pocos los que tienen en cuenta la edad biológica de los jugadores, conceptos que serán descritos más adelante. De todos los programas de desarrollo encontrados, únicamente el de las federaciones de rugby de Canadá, Escocia y Euskadi tienen en consideración éste aspecto.

Además, es conveniente resaltar que no solo hay que contar con la edad biológica, sino que se debería analizar con el objetivo de ver si existen diferencias significativas que lleven a un cambio temporal de categoría. En este sentido, es habitual observar en categorías inferiores la existencia de maduradores tempranos, que presentan características antropométricas y físicas más desarrolladas que los demás jugadores, suponiendo esto una gran ventaja a nivel físico y, por lo tanto, una ventaja a nivel competitivo.

Por lo tanto, queremos realizar este estudio en una modalidad como la del RU, donde la condición física y el tamaño del jugador son factores de rendimiento a tener en consideración, destacando su importancia a medida que aumenta el nivel de juego, como observaremos en breves instantes. Asimismo, dicho estudio nos va a servir para optimizar entrenamientos y centrarnos en aquellos aspectos más relevantes de la condición física de cada una de las categorías. Igualmente, servirá para generar una base de datos tanto para el equipo de León Rugby Club, como para el Ordizia Rugby Taldea.

### **1.3. Relación con objetivos y competencias del master**

---

Para comenzar este apartado, señalar que, mediante la realización del este TFM, se han intentado aplicar varias de las competencias adquiridas durante el Máster en Entrenamiento y Rendimiento Deportivo. De las competencias establecidas en la Memoria para la verificación del Título de Máster en Entrenamiento y Rendimiento Deportivo (Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, s.f.), se aplicaron prácticamente todas las generales y, de las específicas, las siguientes: CE13 – Aplicar criterios de detección, desarrollo y posterior selección del talento deportivo. Identificar posibles carencias de deportistas en edades tempranas y CE14 – Poner en práctica métodos de entrenamiento adaptados a las etapas de iniciación y perfeccionamiento.

Apuntar que éste Master tiene como objetivo ser profesionalizante, por ello, se han aplicado diferentes conocimientos adquiridos aprovechando las prácticas curriculares realizadas con Ordizia Rugby Taldea, junto con el trabajo propio llevado a cabo en León Rugby Club.

De esta forma, para la realización de la búsqueda bibliográfica y para la determinación de los diferentes test de condición física, me he basado en evidencias científicas específicas publicadas al respecto. Por todo ello, de los conocimientos adquiridos en el Máster, los contenidos aquí presentes creo que están en concordancia con aquellos estudiados durante el bloque de formación y entrenamiento en edades tempranas. En mayor concreción del mismo bloque, en el apartado de contenidos sobre maduración y rendimiento de deportistas de formación.

#### **1.4. Crecimiento y maduración**

---

Comenzando con la aproximación teórica, es importante realizar un breve acercamiento a los términos relacionados con la edad (como edad cronológica, efecto relativo de la edad, edad biológica etcétera), el crecimiento y maduración. En este sentido, el crecimiento y la maduración están influenciados por una serie de factores que actúan independientemente o en conjunto, para modificar el potencial genético de un individuo. Aunque no entraremos en detalle en ellos, estos factores pueden definirse como nutricionales, genéticos, hormonales y ambientales (Rogol et al., 2002).

La edad cronológica se refiere al número de años y días transcurridos desde el nacimiento. Pero tal y como apuntan distintos expertos, debemos de contar con que los niños con la misma edad cronológica, pueden diferir por varios años en su nivel de maduración biológica (término que definiremos a continuación) (Bilyi y Way, 2005). Dicha edad cronológica está fuertemente vinculada con el efecto relativo de la edad (ERE), el cual ilustraremos posteriormente.

El ERE se refiere a la diferencia de edad entre los niños que nacen durante el mismo año y que en los procesos de selección de deportistas, favorece a los que son de la primera parte del año, en comparación con los que vienen al mundo en la segunda (Balyi y Way, 2005). Vemos interesante observar cómo el efecto sentenciado influye a la hora de escoger los jugadores, ya que en diferentes deportes se ha demostrado que se cumplen los mismos resultados. A la hora de analizar el efecto relativo de la edad, se agrupa a los niños en cuatro cuartiles. En el caso de Lewis et al. (2015), uno de los pocos estudios realizados en RU sobre éste término, se realiza la clasificación de la siguiente forma:

- Q1: del 1 de septiembre al 30 de noviembre.

- Q2: del 1 de diciembre al 28 de febrero.
- Q3: del 1 de marzo al 31 de mayo.
- Q4: del 1 de junio al 31 de agosto.

Por lo tanto, tal y como se apunta en el último estudio citado, la tendencia es a tener más jugadores del primer cuartil, existiendo una distribución desigual a favor de aquellos niños que nacieron antes en el año de selección. Pero hay que destacar que, cuando estos jugadores son clasificados por nivel de juego y rendimiento, esta inclinación tiende a aumentar considerablemente, tal y como se puede observar en las gráficas del Anexo I. Es decir, si se realizan convocatorias a selecciones regionales, la diferencia entre cuartiles aumenta y se tiende a escoger más jugadores del primer cuartil. En cambio, cuando la convocatoria es para las selecciones nacionales, esta desviación es todavía mayor. Además, en caso de comparar estos resultados con los de otros estudios similares, como el desarrollado por Till et al. (2009) en la modalidad *rugby league (RL)*, la cual tiene muchos aspectos parecidos al RU, la tendencia entre cuartiles y niveles de juego es muy parecida.

Esto sugiere que los jugadores son seleccionados o identificados como talentosos porque son relativamente mayores (cronológicamente), con un desarrollo físico y cognitivo más avanzado. Sin embargo, los atletas jóvenes no se escogen debido a una menor madurez biológica y desarrollo físico (Baker et al. en Velentza, 2017). Asimismo, como hemos señalado anteriormente, estudios que han investigado la evolución del rugby determinan que, a mayor masa corporal de los jugadores que conforman la plantilla, mayor probabilidad de éxito (Olds, 2001). Por lo tanto, más razón si cabe para que los seleccionadores decidan escoger jugadores con ese tipo de características. Además, Lewis et al. (2015) reafirman esta cuestión diciendo que el principal criterio de selección de jugadores, por parte de los entrenadores y seleccionadores, son las características físicas. Esto provoca que jugadores de otros cuartiles, los cuales pueden ser talentosos, no son seleccionados por un menor tamaño corporal. Pero no solo hay que considerar las anteriores citas, ya que en otras investigaciones se ha concluido que la masa corporal no se relaciona con las diferencias en las características físicas entre las categorías de edad (Darrall-Jones et al. 2018). En consecuencia, el hecho de tener mayor masa corporal, no conlleva lograr mejores resultados en ciertas pruebas de condición física.

El término “crecimiento” hace referencia al aumento cuantitativo de la estatura o el tamaño en un momento dado (Malina et al., 2015). Por esta razón, Malina (2004) afirma que es la actividad biológica más significativa durante los primeros 20 años de vida aproximadamente. Un concepto que está estrechamente relacionado al crecimiento es la edad somática. Ésta se refiere al grado de crecimiento en la estatura general, o de dimensiones específicas del

cuerpo (la longitud reclinada, por ejemplo). A través de datos longitudinales, observamos la evidencia de que el crecimiento somático no es lineal en su desarrollo, sino que se dan períodos de rápido crecimiento, intercalados con mesetas donde el aumento de la talla es menor. Las medidas comunes de crecimiento somático incluyen evaluaciones de curvas de crecimiento longitudinales, la predicción del Pico de Velocidad de Crecimiento (PVC) (que definiremos seguidamente) y el uso de predicciones de la estatura adulta (Lloyd et al., 2014).

Sobre el crecimiento, Sinclair (1973) señala que la estatura de los adultos, el ritmo de crecimiento, el tiempo y el desarrollo sexual, la maduración esquelética y el desarrollo dental tienen una probabilidad de transmisión genética del 41% al 71%, ya que están significativamente influenciados por los factores hereditarios. De esta forma, existen varios factores que influyen en el crecimiento somático, y entre los que se encuentran: la actividad física excesiva durante la infancia y la adolescencia, la nutrición, el presentar niveles adecuados de varias hormonas (la hormona de crecimiento y la tiroidea, por ejemplo) el género, o la raza (Rogol et al., 2002).

El PVC se refiere a la tasa máxima de aumento de la talla durante la aceleración del crecimiento (Balyi y Way, 2005). Malina y Bouchard en Mirwald et al. (2002) señalan que la edad de PVC es el indicador más utilizado en estudios longitudinales de la maduración.

Por su parte, la maduración es el proceso, genéticamente programado, de llegar a la madurez y se refiere a la tasa de progreso a la estatura adulta completa o el estado de desarrollo biológico (Malina et al., 2015). Además, el término maduración, abarca los conceptos de edad esquelética, sexual y somática. La maduración biológica se refiere al grado de madurez física, mental, cognitiva y emocional. Ésta se puede determinar por la edad esquelética y, a continuación, se incorporan la madurez mental, cognitiva y emocional (Bilyi y Way, 2005). De esta forma, la edad esquelética se relaciona a la madurez del esqueleto, determinada por el grado de osificación de la estructura ósea. Es una medida de la edad, que toma en consideración cuánto se han desarrollado los huesos hacia la madurez, no en tamaño, sino con respecto a la forma y la posición entre sí (Bilyi y Way, 2005). Por otro lado, la edad sexual se refiere al grado de maduración biológica hacia una capacidad reproductiva completamente funcional (Lloyd et al., 2014). El paso de la infancia a la madurez se determina por un desarrollo de propiedades sexuales, la maduración del sistema reproductivo y un aumento más rápido del crecimiento. Añadir que esta fase va acompañada de complejos cambios psicosociales y de comportamiento que afectan a la actividad física, la salud y el rendimiento deportivo (Lloyd y Oliver, 2013).

En consecuencia, la maduración puede variar considerablemente entre individuos durante la adolescencia. Según estas variaciones individuales, los jóvenes pueden estar biológicamente por delante (maduración temprana) o por detrás (maduración tardía) que sus compañeros (Till et al., 2017). En este sentido, Vizmanos et al. (2001), señalan que la tendencia hacia una mayor talla y peso durante la infancia es el resultado de una maduración más temprana, hecho que ha sido demostrado en posteriores estudios como el de Rogol et al (2002).

En base al proceso de maduración, se determinan varias etapas madurativas: pre-pubertad, pubertad y post-pubertad.

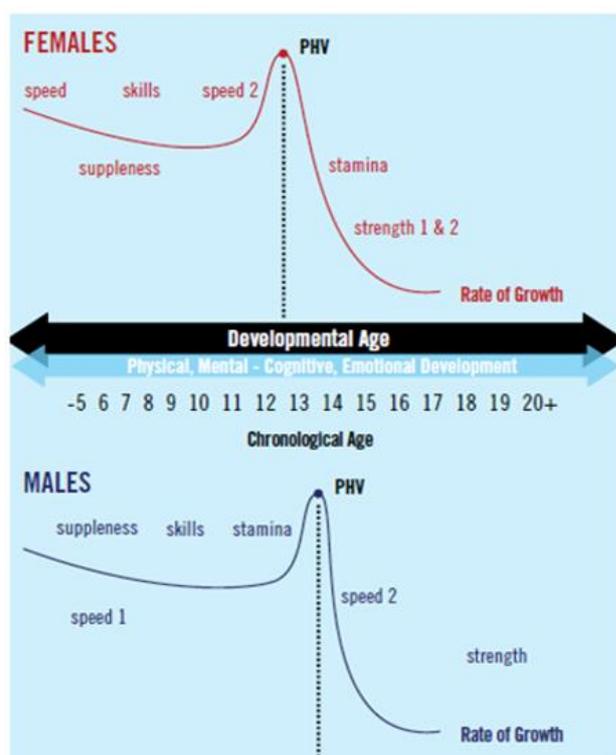
En la pre-pubertad, durante la infancia, el crecimiento es un proceso relativamente estable. Hasta aproximadamente los 4 años, las niñas crecen ligeramente más rápido que los niños y luego ambos sexos promedian una tasa de 5 a 6 cm / año y 2,5 kg / año hasta el comienzo de la pubertad (Rogol et al., 2002). En consecuencia, Manna (2014) apunta que en este período el esqueleto crece en tamaño y longitud, siendo las piernas y los brazos los principales lugares de crecimiento. Por su parte, el inicio de la pubertad corresponde a una edad cronológica de aproximadamente 11 años en chicas y 13 años en chicos, y se da el mayor PVC desde la infancia. Los niños alcanzan una velocidad de altura máxima de 10,3 cm / año de media, 2 años más tarde que las niñas, y ganan 28 cm de altura (Rogol et al., 2002). Durante esta fase, la estructura ósea gana en densidad y fuerza, siendo el tronco la parte que más crece (Manna, 2014). Además, es un momento de aumento significativo de peso, ya que el 50% del peso corporal adulto se gana durante la adolescencia. Durante este ciclo, la maduración sexual ocurre bajo la influencia de las hormonas esteroides gonadales (predominantemente testosterona en hombres y estradiol en mujeres) y los andrógenos suprarrenales. La mayor duración del crecimiento prepuberal, en combinación con un mayor PVC, resulta en la diferencia de altura promedio de adultos de 13 cm entre hombres y mujeres (Rogol et al., 2002).

Por lo tanto, a partir del PVC el ritmo de crecimiento desciende y, a continuación, se da el cese del aumento de la talla. En ese momento, a nivel óseo se cierran las epífisis (Fernández et al., 2009), momento donde comenzaría la post-pubertad. De este período, decir que encontramos muy poca información, ya que los estudios longitudinales sobre crecimiento en la etapa postpuberal son limitados (Sharma et al, 2014).

## 1.5. Identificación de talentos y condición física

Dando comienzo a la presente sección del TFM, señalar que es conveniente tener en consideración aquellos aspectos que se investigan durante la identificación de talentos en rugby. En distintos estudios como Velentza (2017) es definida como la evaluación repetida del potencial de los atletas y su rendimiento en un momento concreto durante el proceso de desarrollo. De esta forma, se debe contar con la cita aportada por Waldron et al. (2014) en su investigación, los cuales afirman que hay veces que se pierden deportistas jóvenes talentosos durante estos procesos de elección, porque los seleccionadores y entrenadores pueden malinterpretar hasta el 56% de las habilidades de los jugadores, especialmente cuando se utilizan escenarios específicos como criterio de selección simulando el deporte.

Para minimizar este error, en Velentza (2017) se desarrollan análisis tanto antropométricos como de la condición física por puestos, observando así cuales son las características más importantes en cada uno de ellos. De esta forma, es evidente la importancia que tiene el examen de dicha condición física mediante tests que midan las capacidades de los jugadores, para conocer las características de los mismos mediante una obtención de datos de forma cuantitativa. Sin embargo, en este estudio, la exploración se realiza en un grupo de jugadores de mayor edad y, en el nuestro, la gran parte de jugadores puede que varíe de posición en el futuro. En consecuencia, en vez de analizar los datos de los tests por puestos, este examen se llevará a cabo en cada categoría de juego, al completo.



Además de conocer el potencial y el rendimiento de los jugadores, para guiar a los entrenadores sobre qué capacidades trabajar, debemos de tener en cuenta las ventanas óptimas de habilidades básicas que observaremos a continuación. Tal y como apunta Dick en Rugby Canada (2008), existen 5 contenidos básicos en el entrenamiento y la condición física. Estos 5 contenidos están presentes en la siguiente imagen, donde se manifiesta el momento más importante a desarrollar

**Figura 2:** Ventanas óptimas de la entrenabilidad en ambos sexos. Tomado de: Rugby Canada (2008, p.23).

según la edad cronológica y el PVC de los niños. El término *suppleness* se refiere a la flexibilidad, donde también hay que contar con la movilidad (Lloyd y Oliver, 2012). El concepto *speed* se refiere a la velocidad y existen dos ventanas óptimas para su trabajo. El de *stamina* hace referencia a la resistencia y el de *strenght* a la fuerza.

Además, se debe añadir que es esencial trabajar otros contenidos básicos que no aparecen en la anterior referencia. Hay que destacar que en otras investigaciones como la de Lloyd y Oliver (2012) declaran la importancia de aprovechar la ventana óptima de habilidades fundamentales como la coordinación inter e intramuscular y el control motor, las cuales señalan que hay que trabajar durante la fase prepuberal. Asimismo, enuncian cuando desarrollar otras habilidades básicas como la hipertrofia, la potencia, la agilidad etcétera, siendo observable su modelo para el sexo masculino en el Anexo II. A partir de aquí, hay que atender las características específicas de cada jugador, el tiempo que lleva entrenando en un deporte, las horas de entrenamiento a la semana, las competiciones y todos los demás factores ambientales, para periodizar de la mejor forma posible las cualidades mencionadas.

Finalizando con el actual apartado, nuestra propuesta, por el momento, irá dirigida a los clubes que han participado durante el estudio y se intentaría trabajar según las escalas de peso durante los entrenamientos. Es decir, se procuraría aplicar el término *bio-banding*, concepto que podrán identificar en la sección de *Aplicaciones futuras* del presente TFM. De esta forma, una vez transmitida nuestra información, serán los clubes los que decidan cómo gestionar los grupos de jugadores durante las competiciones, ya que es su competencia llegar a un acuerdo con las federaciones autonómicas y estatal de rugby, en caso de que deseen jugar con jugadores cronológicamente mayores en una categoría inferior.

---

## **2. OBJETIVOS**

---

### **2.1. Objetivos generales**

---

- Analizar el estado madurativo y los niveles de condición física de un grupo de jugadores jóvenes de rugby.

### **2.2. Objetivos específicos**

---

- Analizar el grado de maduración de un grupo de jugadores de rugby.
- Analizar si en la muestra de jugadores de rugby examinada, existe un efecto de la edad relativo.
- Proponer una herramienta de seguimiento del nivel de condición física y estado madurativo que pueda servir como guía para los entrenadores.
- Realizar un modelo de informe de rendimiento que resuma los datos cuantitativos y cualitativos más relevantes de cada categoría.

---

### 3. METODOLOGÍA

---

En el siguiente apartado expresaremos el grupo de población estudiado y expondremos la forma en que se desarrollaron los diferentes tests de condición física.

#### 3.1. Población

---

Para la realización del presente estudio fueron seleccionados un total de 58 jugadores de RU jóvenes. De esta forma, fueron elegidos 30 jugadores de dos equipos de ciudades diferentes de la zona norte de España: León y Ordizia. De estos 30 jugadores, se escogieron 10 niños de la categoría sub12, 10 de la categoría sub 14 y otros 10 de la sub 16. Asimismo, por diversas razones, hubo que desestimar las mediciones de dos de los jugadores estudiados, los cuales provocan que la población sea de 58 jugadores. Igualmente, en referencia a la categorización por nivel de juego observada en la investigación de Till et al. (2013), nuestra población compite a nivel regional.

#### 3.2. Procedimiento

---

Todas las mediciones, tanto las respectivas a la maduración como las de condición física, fueron realizadas a la misma zona horaria, a media tarde, y durante el mismo año (de febrero a julio del 2017). Los tests, al completo, se implementaron de forma estandarizada, adaptados de investigaciones similares a ésta: Darrall-Jones et al. (2015), Till et al. (2013) o Chowaridzo et al. (2017). Antes de la puesta en práctica de los tests físicos, los grupos estudiados llevaron a cabo un calentamiento estandarizado con movilidad articular, carreras con cambios de velocidad, cambios de dirección y velocidad máxima, además de saltos a diferentes intensidades, incluyendo una fase de vuelta a la calma para alcanzar unas condiciones óptimas en el desarrollo de cada prueba.

- Medidas antropométricas y maduración

Todas las medidas antropométricas fueron tomadas mediante el mismo evaluador, Graduado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Las dimensiones incluidas para la inspección de la maduración fueron la medición de la talla, la longitud de la pierna, la estimación de la altura sentados y el peso de cada sujeto. Para estas mediciones se utilizaron tallímetros, metros y básculas de peso, siguiendo el protocolo expuesto en Coughlan et al. (2014). La estimación de la altura sentados, se obtuvo mediante la ecuación evidenciada por Mirwald et al. (2002) además de todas las presentes en el Anexo III, las cuales también se encuentran en el anterior estudio y han

sido validadas por otros autores como Koziel y Malina (2018). La edad en el PVC (EPVC) fue utilizado como indicador relativo de la maduración somática, representando el momento de máximo crecimiento en la estatura durante la adolescencia, descrita por Mirwald, Baxter-Jones, Bailey y Beunen en Buchheit y Mendez (2013). La media de EPVC fue  $13,8 \pm 0,3$  años para la población de esta investigación. Los jugadores fueron agrupados como SUB12 ( $n = 20$ ), SUB 14 ( $n = 20$ ) o SUB 16 ( $n = 18$ ).

De esta forma, los tests de condición física seleccionados fueron los siguientes:

○ Velocidad lineal: 20 m con inicio a velocidad máxima

Los sprints se evaluaron mediante la prueba de velocidad de 20 m con inicio a velocidad máxima, analizándola desde la marca de los 10 m, hasta la de los 30 m (Sporis et al., 2011). Se escogió estas distancias para poder estudiar la rapidez media alcanzada durante los 20 m recorridos a sumo esfuerzo. Después del calentamiento, los jugadores completaron 2 sprints a máximo esfuerzo, entre los cuales tuvieron 5 minutos de recuperación (Darral-Jones et al., 2015). Cada sprint se inició en la señal de los 10 m, donde los deportistas fueron instruidos para alcanzar la velocidad límite en el punto balizado y mantenerla hasta la última indicación de los 30 m. Todas y cada una de las carreras fueron grabadas mediante una cámara de alta velocidad (*Casio Exilim* o *Samsung Galaxy*) y los clips de video fueron estudiados utilizando el software de análisis de video *Kinovea*. El criterio utilizado para determinar el inicio y final de cada segmento de carrera fue la primera parte del cuerpo en cruzar la marca. El tiempo se midió a los 0,001 s más cercanos y se escogió el mejor de los dos intentos (Wang et al., 2016).

○ Test de Agilidad 505

Los sujetos se colocan a 15m del punto de cambio de dirección de  $180^\circ$  y recorren a máxima velocidad la distancia marcada, realizan el cambio de dirección y vuelven a recorrer otros 5m, hasta un signo colocado en el suelo. De esta forma, grabamos la prueba para calcular el tiempo transcurrido desde el paso de la 1ª marca, la cual está a 10 m del cambio de dirección de  $180^\circ$  y hasta la marca de 5m, después de realizar la media vuelta (Darral-Jones et al., 2015). De la misma forma que en la prueba de velocidad, todos los ensayos fueron registrados mediante una cámara de alta velocidad (*Casio Exilim* o *Samsung Galaxy*) y los clips de video fueron estudiados mediante el software de análisis de video *Kinovea*. Los tiempos fueron medidos a los 0,001 s más cercanos, cada participante realizó dos intentos y se registró el tiempo más rápido de cada uno de ellos (Wang et al., 2016).

○ Salto en contramovimiento (CMJ)

Los sujetos fueron instruidos para completar el CMJ comenzando desde una posición erecta, descendiendo a una profundidad hasta un ángulo de flexión voluntario y saltando

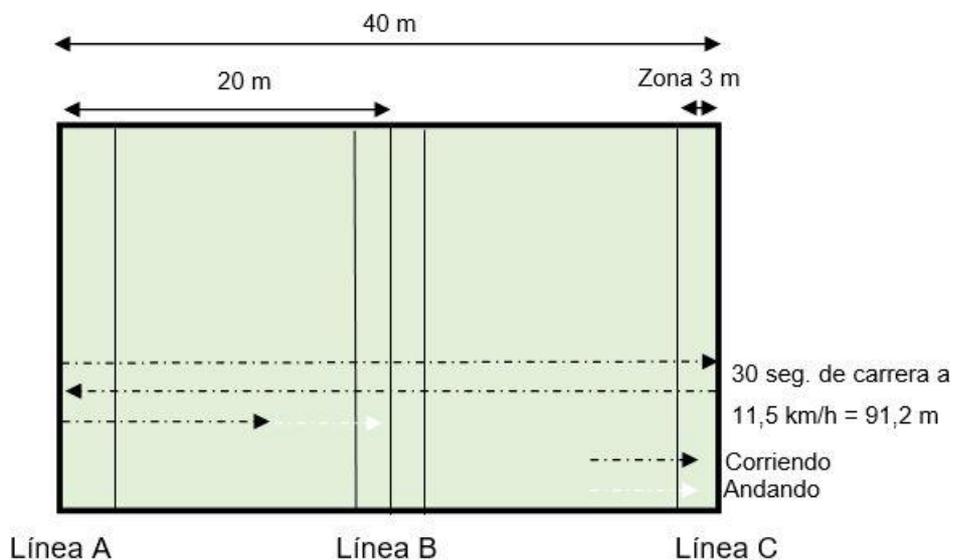
lo más alto posible de forma vertical. Se completaron 2 saltos a máximo esfuerzo, dejando 3 minutos de descanso entre cada salto. La población estaba familiarizada con el CMJ, ya que se utilizaron anteriormente durante varias sesiones de entrenamiento (Acero et al., 2011). Así, mediante el tiempo de vuelo alcanzado, se estimó la distancia de cada salto lograda mediante la fórmula descrita en la literatura ( $h = t^2 \times 1.22625$ ) (Glatthorn et al. en Balsalobre et al., 2014). De la misma forma que las dos anteriores pruebas, cada intento fue grabado mediante una cámara de alta velocidad (*Casio Exilim* o *Samsung Galaxy*) y los clips fueron analizados mediante el software *Kinovea*. Asimismo, tanto en esta, como en las demás pruebas donde se grabó a los sujetos, se tuvieron en cuenta las condiciones de grabación de Balsalobre et al. (2014) como la perspectiva de grabación, la distancia de grabación o la utilización de trípode.

○ Lanzamiento de pecho de balón medicinal (LPBM) (3kg)

Para la medición de la potencia del tren superior, la posición inicial es colocándose sentados en el suelo, con el balón sobre el pecho, agarrado entre las manos, y con los codos orientados hacia los lados. En este instante, los sujetos lanzan el balón lo más lejos posible, únicamente con el impulso de los brazos. La prueba fue invalidada en caso de que los sujetos tomaran impulso hacia atrás con el cuerpo, en caso de no agarrar correctamente el balón con las dos manos, si el balón se les caía en el momento de lanzarlo o por lanzarlo en una dirección incorrecta (Till et al., 2001).

○ Resistencia 30-15

Para la medición de la velocidad alcanzada en esta prueba, la cual tiene relación con la velocidad aeróbica máxima (VAM), el actual test se fundamenta en realizar carreras a intervalos de 30 segundos, las cuales se llevan a cabo en un espacio de 40 metros, intercalados con 15 segundos de recuperación. La prueba, según se expresa en Darrall-Jones et al. (2015), comienza a 8km/h y va aumentando en 0,5km/h en cada secuencia. Asimismo, la velocidad de la prueba se controla mediante una señal de audio que escuchan los sujetos, los cuales, están obligados a permanecer dentro de una zona de tolerancia de 3 metros de cada extremo o el centro de la zona de 40m, tal y como se observa en la siguiente imagen:



**Figura 3:** Área de desplazamiento del 30-15, junto con un ejemplo de carrera intermitente.  
Elaboración propia, adaptado de: Buchheit, M. (2010, p. 3).

Al final de cada desplazamiento de 30 segundos, los jugadores que realizan la prueba reciben instrucciones de caminar hacia la línea más cercana (A, B o C), durante los 15 segundos de descanso. El test finaliza cuando los jugadores no son capaces de mantener la velocidad impuesta o cuando no alcanzan la zona de tolerancia 3 veces consecutivas. De esta forma, se va anotando la velocidad completada en el último intervalo de cada jugador.

○ Test de equilibrio Y balance

Tal y como se expone en Plisky et al. (2006), la prueba consiste en mantener el equilibrio con una pierna, en este caso la de medición, y deslizar la contraria lo más lejos posible. La prueba es invalida en caso de que el participante retire las manos de la cadera, realice movimientos o eleve el pie de apoyo, no es capaz de regresar a la posición inicial, en caso de apoyar el pie que desliza en cualquier otro lado de la cinta o si apoya sobre la cinta este pie para ayudarse a mantener el equilibrio o ganar distancia. El pie que desliza se mide en tres direcciones: una anterior, otra posteromedial y, por último, una posterolateral. Las cintas del suelo, se colocan alineadas a 135 grados, a partir del vértice anterior, tal y como podemos observar en la imagen.

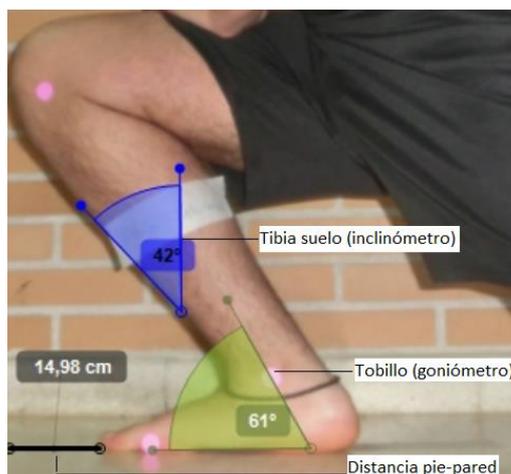


**Figura 4:** Test Star Excursion con las direcciones de las cintas durante la evaluación del pie derecho. Elaboración propia, adaptado de Plisky et al. (2006, p. 913).

Antes de la evaluación de la prueba, se dan instrucciones estandarizadas a los participantes, además de una demostración por parte de un miembro de los ensayos. También, tal y como recomiendan varios autores en Coughlan et al. (2014), para minimizar el efecto aprendizaje, cada participante realiza cuatro ensayos de práctica inmediatamente antes de la sesión de prueba. Asimismo, todos los ensayos se desarrollan descalzos para eliminar equilibrio adicional y estabilidad obtenida por las zapatillas.

○ Flexibilidad: dorsi flexión de tobillo

Los jugadores se colocan en posición de estocada o *lunge* y adelantan la rodilla, desplazando al máximo la tibia hacia delante y manteniendo el talón pegado al suelo (Konor et al., 2012). En nuestro caso, es en ese momento cuando realizamos una foto de la articulación de cada jugador, para después medir el ángulo de tibia-suelo (inclinómetro), la arista del tobillo, dividiendo visualmente el maléolo lateral y la cabeza del peroné (goniómetro), y examinando la distancia de pie-pared. De esta forma, se adapta el protocolo de Konor et al. (2012), tal y como se observa en la siguiente imagen:



**Figura 6:** Dorsi flexión de tobillo en posición de estocada. Elaboración propia, adaptado de Konor et al. (2012, p. 281-282).

### 3.3. Análisis estadístico

Por un lado, para el análisis del ERE contabilizamos la cantidad de jugadores en cada cuartil (Tabla 1). De esta forma, determinaremos si se cumple la tendencia descendente sobre el ERE, donde generalmente hay más jugadores del 1º cuartil que de los siguientes (Lewis et al., 2015).

Por otro lado, los demás datos analizados se presentan como la media junto con la desviación estándar (DE) por cada categoría, es decir, menores de 12 años (SUB12), menores de 14 años (SUB14) y menores de 16 (SUB16). Además, se estudió el coeficiente de correlación intraclase (CCI) y el coeficiente de variación (CV). El CCI y el CV se calcularon para las pruebas en las que se tomó más de una medición para transmitir la fiabilidad de la medida (Tablas 2 y 4). En este sentido, el valor del CV se multiplicó por 100 para obtener así el %CV y observar si la variable mencionada era homogénea (<15%) (Haff et al., 2015). El estudio de la varianza se llevó a cabo utilizando el software de examen estadístico SPSS y así, estudiar las diferencias entre los grupos de edad con un nivel de  $\alpha < 0,05$ . Donde se encontraron diferencias significativas, se completaron los análisis *post hoc* de Tukey para detectar las disimilitudes entre las categorías de edad. El examen estadístico del tamaño del efecto (TE) de Cohen se calculó con valores de umbral de  $\leq 0,2$  (trivial), 0,2-0,6 (pequeño), 0,6-1,2 (moderado), 1,2-2,0 (grande) y  $\geq 2,0$  (muy grande), con los correspondientes intervalos de confianza (IC) del 90%, todo ello presente en las Tablas 3 y 5. Cuando los IC alcanzaron tanto el efecto positivo como el efecto negativo pequeño (0,2), se consideró un TE poco claro (Darral-Jones et al., 2015; Buchheit y Mendez, 2013).

Asimismo, en la prueba del Y *balance* test, Plisky et al. (2006) señalan la importancia de normalizar la distancia alcanzada en cada dirección, para realizar la comparación entre una

pierna y otra. Para lograr la distancia alcanzada en porcentaje, hay que dividir dicha medida por la longitud de la pierna y multiplicar todo ello por 100. De esta forma, las distancias normalizadas permiten una comparación entre jugadores más precisa (Plisky et al., 2006). Para la diferencia entre la distancia normalizada alcanzada con la pierna izquierda y derecha, los 4.0 cm se consideraron como el límite para clasificar a un jugador con riesgo de lesión (Olmstead et al. en Plisky et al., 2006). Se clasifica el límite en la medida indicada, ya que en esta misma investigación afirman que sobre los 4.0 cm de diferencia de la dirección anterior, se identifica una inestabilidad crónica de tobillo. Además, recomiendan realizar la suma de 3 distancias medias y normalizadas, y dividirla por 3 veces la longitud de la pierna y, por último, multiplicar todo ello por 100, consiguiendo así la distancia “compuesta”. Por lo tanto, mostraremos en la Tabla 6 todos estos resultados por categoría.

#### 4. RESULTADOS

En la Tabla 1, podemos observar el ERE con el porcentaje de jugadores de cada cuartil (Q1, Q2, Q3 y Q4) en las categorías señalizadas de los equipos de León y Ordizia. Visualizando estos datos, podemos observar que existe un mayor porcentaje del primer cuartil. De todo este cuadro, cabe destacar que el 50% de los jugadores de la categoría sub14 son del Q1.

**Tabla 1.** Análisis del ERE. Número y porcentaje de Jugadores en Cada Cuartil.

Categoría	Q1	Q2	Q3	Q4
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
SUB16	4 (22%)	6 (33%)	4 (22%)	4 (22%)
SUB14	10 (50%)	0 (0%)	5 (25%)	5 (25%)
SUB12	7 (35%)	5 (25%)	6 (30%)	2 (10%)
TOTAL	21 (36%)	11 (18%)	15 (25%)	11 (18%)

Notas: Q1= 1º cuartil, Q2= 2º cuartil, Q3= 3º cuartil, Q4= 4º cuartil, n= número de jugadores.

En la Tabla 2 se muestran las medidas antropométricas y la EPVC, y en la Tabla 4 el tiempo alcanzado en el 10.30, el tiempo de la prueba de agilidad 505; la distancia lograda en el CMJ, la distancia alcanzada en la prueba de LPBM, la velocidad conseguida en el 30-15 y el rango de movimiento articular (ROM) obtenido en la de dorsi flexión. En esta catalogación, los datos son mostrados por cada categoría de edad (SUB12, SUB14 y SUB16), donde es

evidente que a medida que aumenta la edad, en la mayoría de tests los jugadores obtienen mejores resultados. Asimismo, todos los valores del CCI son ~1.000 y la mayor parte de %CV es ~15%, demostrando así una fiabilidad alta y homogénea. Aun así, en aquellas pruebas donde se da un %CV mayor, al relativizarlo por categoría disminuye considerablemente. Sin embargo, en el test de dorsiflexión este %CV continúa siendo heterogéneo (>15%) en la mayoría de los casos. Únicamente el ángulo de la prueba de Tibia suelo (inclinómetro), tal y como expresaremos después, alcanza valores más cercanos al 15%, es por ello que solo mostraremos los resultados de la calibración mencionada del test de dorsi flexión. Cabe destacar también que en la sección de *Análisis de la variación*, podemos ver cómo la gran parte de resultados relacionados por categoría de edad alcanzan un efecto significativo ( $p \leq 0.05$ ).

Por último, de los resultados del *Y balance* nos centraremos en las medias de las distancias anteriores y compuestas normalizadas, junto con la DE y la cuantía de jugadores de cada grupo con posible riesgo de lesión, por alcanzar una diferencia mayor a 4 cm entre la misma medida de la pierna izquierda y derecha (Tabla 6). De esta forma, se presentan en el Anexo IV las medias, DE, CCI y TE de las direcciones mencionadas.

- *Medidas antropométricas y maduración*

Se observa cómo a medida que avanza la edad todas las medidas antropométricas aumentan. Asimismo, la EPVC en la categoría SUB12 es > -2, en la SUB14 es ~0 y en la SUB16 es > 1 (Tabla 2). Igualmente, se encontraron diferencias significativas entre las categorías en todas las variables, tanto en talla, como en longitud de la pierna, el peso y EPVC (Tabla 3). Asimismo, en la variable del peso se da un %CV heterogéneo, en cambio, cuando este dato es relativizado por categoría, desciende de forma cuantiosa (SUB16= 13.9%; SUB14= 17.8%; SUB12= 17.2%).

**Tabla 2.** Medidas antropométricas y de condición física de los jugadores de rugby en el estudio, por categorías.

	SUB 12 (n= 20)	SUB 14 (n= 20)	SUB16 (n= 18)	CCI	CV%	Análisis de varianza (ANOVA)	de	Post hoc
Edad (años)	10.52 ± 0.66	12.96 ± 0.50	15.35 ± 0.58	1.000	14%	0.000		1
Talla (cm)	144.06 ± 5.57	161.54 ± 6.13	170.74 ± 6.56	0.997	7%	0.000		1
Longitud de la pierna (cm)	70.69 ± 3.94	80.38 ± 3.28	85.64 ± 5.13	0.987	9%	0.000		1
Peso (kg)	42.62 ± 7.33	57.69 ± 10.29	76.35 ± 10.29	1.000	28%	0.000		1
EPVC (años)	-2.69 ± 0.57	-0.79 ± 0.59	1.00 ± 0.50	0.997		0.000		1

Notas: los datos están presentados como la media ± DE, CCI, CV% y el análisis de varianza.

**Tabla 3.** Tamaño del efecto (TE) de las medidas antropométricas entre categorías.

	Edad (años)	Talla (cm)	Longitud de la pierna (cm)	Peso (kg)	EPVC (años)
TE SUB12-SUB14	-3.8 (-3.9 a -3.6)	-3.1 (-4.9 a -1.3)	-2.8 (-3.9 a -1.6)	-1.7 (-4.5 a 1.0)	-3.4 (-3.6 a -3.3)
TE SUB12-SUB16	-7.6 (-7.8 a -7.4)	-4.5 (-6.5 a -2.7)	-3.3 (-4.9 a -2.0)	-1.9 (-6.8 a -1.1)	-7.2 (-7.4 a -7.0)
TE SUB14-SUB16	-4.6 (-4.9 a -4.5)	-1.8 (-3.5 a 0.4)	-1.3 (-2.6 a 0.1)	-1.9 (-5.2 a 1.4)	-3.4 (-3.6 a -3.3)

Notas: los datos están presentados como el TE de la *d* de Cohen (intervalos de confianza del 90%).

- Velocidad lineal: 20 m con inicio a máxima velocidad

En la Tabla 3, se muestra el tiempo alcanzado en la prueba de sprint de 20m con inicio a máximo esfuerzo. En comparación con las categorías SUB14 y SUB16, la SUB12 obtiene resultados inferiores respecto a la velocidad media de sprint mantenida durante esta prueba, ya que la media de los tiempos conseguidos es mayor. Así, la categoría SUB12, tuvo unos aumentos de tiempo moderados respecto a la SUB14 (1.098) y unos aumentos muy grandes respecto a la SUB16 (2.624). Por lo tanto, a medida que avanza la edad los sujetos alcanzan una velocidad mayor. El CCI y el %CV fueron  $r= 0.969$  y 11% respectivamente.

- Test de Agilidad 505

Respecto al test de agilidad 505, se dieron diferencias significativas entre categorías en los tiempos obtenidos. De esta forma, las disparidades entre SUB12 y SUB14 fueron grandes (1.22) y entre las demás agrupaciones muy grandes (SUB12-SUB16 = 4.08; SUB14-SUB16= 2.96). El CCI y el %CV fueron  $r= 0.911$  y 14% respectivamente.

- Salto en contramovimiento (CMJ)

En cuanto a la prueba de salto en contramovimiento, se dan diferencias significativas. El descenso de la distancia de salto de la SUB12 a la SUB14 fue pequeño (-0.484), de la SUB14 a la SUB16 moderado (-0.976) y de la SUB12 a la SUB16 grande (-1.357). En el análisis de la varianza no se dieron diferencias significativas entre las categorías SUB12 y SUB14  $p= 0.362$ . El CCI y el %CV fueron  $r= 0.957$  y 31% respectivamente. En este caso al relativizar el %CV por categoría, el porcentaje señalado desciende (SUB16 = 11.7%; SUB14 = 13.3 %; SUB12 = 16.5%)

- Lanzamiento de pecho de balón medicinal (3kg)

En referencia a la prueba de LPBM, las distancias medias alcanzadas aumentan con la edad y todas las divergencias son muy grandes ( $> -2.0$ ). El CCI y el %CV fueron  $r= 0.917$  y 28% respectivamente. Este %CV también desciende considerablemente al relativizarlo según la categoría (SUB16 = 9.3 %; SUB14 = 14.0 %; SUB12 = 15.6%).

- Resistencia 30-15

De la velocidad alcanzada en la prueba del 30-15, señalar que es de los únicos tests en el que no se mejoran los resultados a medida que aumenta la edad cronológica. No se dan diferencias significativas en esta prueba ( $p =$  de 0.164 a 0.946). En cuanto al TE de la  $d$  de

Cohen, las diferencias entre las categorías SUB12 y SUB14 son triviales (0.17), en cambio entre las demás correlaciones, las diferencias son pequeñas (-0.48 y -0.52). El %CV fue 15%.

o Flexibilidad: dorsi-flexión de tobillo

Las medidas de dorsi-flexión de tobillo ni aumentan ni descienden según la edad cronológica. Estas van variando en cada grupo indiferentemente (Tabla 4). Aun así, la mejor dorsiflexión se da en la categoría SUB16, a continuación, en la SUB12 y después, en la SUB14. Del mismo modo que en el análisis de la varianza del CMJ, en el test de dorsi flexión en la medida de Tibia suelo,  $p$  es  $>0.05$  al relacionar dos de las agrupaciones de juego (SUB12-SUB16 en ambas piernas). De ahí que el TE entre las categorías SUB12 y SUB16, las diferencias son pequeñas, pero entre las demás categorías estas pasan a ser grandes. El CCI y el %CV fueron  $r = 0.965$  y 60% respectivamente. El %CV relativizado por categoría, como se ha indicado previamente, desciende cuantiosamente, pero continúa siendo heterogéneo (pierna izquierda: SUB16 = 27%; SUB14 = 19.3 %; SUB12 = 31%; pierna derecha: SUB16 = 24.9%; SUB14 = 17.7%; SUB12 = 28.1%)

**Tabla 4.** Medidas de las principales pruebas de condición física de los jugadores de rugby en el estudio, por categorías.

	SUB 12 (n= 20)	SUB 14 (n= 20)	SUB16 (n= 18)	Análisis de varianza (ANOVA)	Post hoc	
20m (s)	3.54 ± 0.30	3.27 ± 0.21	2.84 ± 0.25	0.006, 0.000	1	
Agilidad 505 (s)	5.32 ± 0.41	4.85 ± 0.38	3.77 ± 0.39	0.000	1	
CMJ (m)	0.20 ± 0.07	0.23 ± 0.06	0.29 ± 0.07	0.362, 0.001, 0.029	<1, 1	
LPBM (m)	2.50 ± 0.40	3.32 ± 0.46	4.68 ± 0.49	0.000	1	
30-15 (km/h)	11.3 ± 0.66	11.13 ± 1.30	12.17 ± 2.72	0.946, 0.282, 0.164	<1	
Dorsi flexión tibia-suelo (°)	Izquierda	50.95 ± 16.19	41.5 ± 8.02	52.67 ± 14.23	0.071, 0.916, 0.032	1, <1
	Derecha	51.55 ± 14.50	39.65 ± 7.04	54.44 ± 13	0.008, 0.743, 0.001	<1, <1

Notas: los datos están presentados como la media ± DE, CCI, CV% y el análisis de varianza.

**Tabla 5.** TE de las principales pruebas de condición física.

	20m (s)	Agilidad 505 (s)	CMJ (m)	LPBM (m)	30-15 (km/h)	Dorsi flexión tibia-suelo (°)	
						Izquierda	Derecha
TE SUB12- SUB14	1.1 (1,0 a 1.2)	1.2 (1.1 a 1.4)	-0.5 (-0.5 a -0.4)	-2.0 (-2.1 a -1.9)	0.2 (-0.2 a 0.5)	1.5 (-2.4 a 5.5)	1.1 (-2.4 a 4.6)
TE SUB12- SUB16	2.6 (2.5 a 2.7)	4.1 (3.9 a 4.2)	-1.3 (-1.3 a -1.3)	-5.2 (-5.3 a -5.0)	-0,5 (-1.1 a 0.1)	0.5 (-4.4 a 5.4)	-0.2 (-4.6 a 4.2)
TE SUB14- SUB16	1.9 (1.8 a 2.0)	2.9 ( 2.8 a 3.0)	-0.9 (-1.0 a -0.9)	-3.0 (-3.2 a -2.9)	-0.5 (-1.2 a 0.1)	-1.0 (-4.6 a 2.6)	-1.5 (-4.8 a 1.8)

Notas: los datos están presentados como el TE de la *d* de Cohen (intervalos de confianza del 90%).

○ Tests de equilibrio Y balance

En las medidas normalizadas obtenidas del *Y balance* test, conforme aumenta la edad cronológica, los jugadores de RU consiguen mayores resultados (Tabla 6). En referencia al TE, las diferencias relacionando la categoría SUB12 con las demás, observables en el Anexo IV, generalmente todas son grandes, excepto la medida posteromedial de la pierna derecha que es moderada (- 0.97). Por su parte, las disimilitudes entre SUB14 y SUB16 mayormente son pequeñas (de -0.2 a -0.6).

**Tabla 6.** Medidas alcanzadas en el Y balance test.

	TOTAL			SUB 12			SUB 14			SUB 16		
	Media DE	±	n en riesgo	Media ± DE	n riesgo	en	Media DE	±	n en riesgo	Media DE	±	n en riesgo
Diferencia anterior	4.46 4.63	±	21	4.25 ± 4.53	7		5.21 5.34	±	8	3.86 4.02	±	6
Distancia anterior normalizada	I	88.88 7.83	±		87.88 ± 5.82		90.76 8.19	±		87.61 8.37	±	
	D	87.25 10.41	±		85.60 ± 8.17		89.61 11.61	±		88.86 10.55	±	
Diferencia medida compuesta	5.00 3.74	±	29	4.36 ± 2.63	10		5.42 3.41	±	11	5.25 5.05	±	8
Medida compuesta normalizada	I	89.03 8.27	±		88.18 ± 6.01		91.17 8.07	±		87.62 10.38	±	
	D	88.04 8.99	±		86.38 ± 6.16		88.80 10.04	±		89.03 10.53	±	

Notas: los datos se presentan como la media ± DE, junto con el número de jugadores que están en riesgo de lesión por alcanzar una diferencia mayor de 4 cm entre una pierna y otra. I = Izquierda. D = Derecha.

Respecto al análisis entre una pierna y otra con las distancias normalizadas, en la Tabla 6 podemos observar las medias y DE logradas en cada una de las direcciones, y sus diferencias entre una pierna y otra según la categoría de juego. Respecto al número de jugadores con riesgo de lesión según las diferentes medidas, decir que hay ocasiones en que existe una gran cantidad de ellos que sobrepasan los valores de riesgo, alcanzando el 50% ( $n= 29$ ) de los mismos en la medida compuesta. Sin embargo, en la dirección anterior, esta cantidad disminuye cerca del 36% ( $n= 21$ ).

## 5. DISCUSIÓN

En el presente TFM se realiza un estudio de la condición física de un grupo de jugadores de Rugby de dos ciudades de la zona norte de España: León y Ordizia. De esta forma, el propósito fue evaluar el estado madurativo, las características físicas y analizar si existe un

efecto de la edad relativo en los clubes de rugby en las ciudades señaladas, en un grupo de jugadores SUB12, SUB14 y SUB16.

Sobre el ERE tenemos que decir que se cumple la mayor cantidad de jugadores en el Q1. Sin embargo, no se da un efecto descendente como en los casos del Anexo I, ya que encontramos una cantidad de jugadores del 3º cuartil (Q3) alta.

La única variable en la que no se encontraron diferencias significativas en correlación con la variable categoría de juego fue la prueba de resistencia del 30-15. En los demás resultados de los tests, mayoritariamente hubo diferencias significativas, aunque relacionando algunas categorías, no. En el caso de las categorías SUB12 y SUB16 en la prueba de dorsi flexión de tobillo, en el análisis de varianza se da un valor alto ( $I= 0.916$ ;  $D= 0.743$ ), de ahí que, las divergencias del TE sean pequeñas o triviales ( $I= 0.502$  y  $D= -0.221$ ). Respecto a las mediciones antropométricas para la estimación de la maduración, tanto la talla, como la longitud de la pierna y el peso corporal aumentaron con la edad, dándose así diferencias entre las categorías de juego. Por lo tanto, se dieron resultados similares a los de investigaciones previas relacionadas al rugby en edades tempranas de Australia (Gabett, 2002; Gabett, 2009), Reino Unido (Till et al., 2014) e Inglaterra (Darrall-Jones et al., 2015), donde se dieron diferencias significativas para la talla y el peso según la categoría de juego. Estos cambios son entendidos por un transcurso de crecimiento y maduración normal, que se esperan hasta el final de la adolescencia, una vez pasado el PVC. Respecto a la ecuación de predicción de la EPVC para la medida de la maduración, señalar que no se ha correlacionado con otros indicadores madurativos (como la edad esquelética o sexual) sobre los mismos atletas. Sin embargo, aunque se acepte un posible error en el análisis, la evaluación de la maduración sigue siendo beneficiosa, ya que se trata de una forma no intrusiva para predecir el estado madurativo, tal y como se indica en otras investigaciones similares (Till et al., 2014). Además, desde 1970 la maduración ha sido demostrada como mejor predictor del rendimiento que la edad cronológica (Cumming et al. en Till et al., 2013).

En relación a las características de condición física de los jugadores, se obtienen resultados parecidos a los de Darrall-Jones et al. (2015), ya que no todas las características mejoran conforme aumenta la categoría de juego, porque hay ocasiones en que la categoría SUB12 alcanza mejores resultados que la SUB14. Por ejemplo, en la prueba de resistencia del 30-15 (11.3 km/h y 11.13 km/h, respectivamente). En este sentido, en Darrall-Jones et al. (2015) señalan que estos resultados pueden deberse por el aumento del peso de una agrupación a otra.

En cambio, en la gran parte de variables, los resultados son mayores a medida que aumenta la edad. En el caso del tiempo de la velocidad lineal media del sprint, se dieron diferencias

significativas por categoría en su medición de los 10 m a los 30 m. Asimismo, en otras investigaciones, a partir de tests similares a este, estiman la velocidad y, a continuación, el impulso de carrera en el sprint, multiplicando la velocidad señalada por el peso del sujeto (Darrall-Jones et al., 2015). Por ello, tendremos en cuenta algunas afirmaciones realizadas en modalidades similares como el *RL* donde investigadores afirman que, tanto en dicha modalidad, como en el *RU*, la velocidad del sprint no fue considerada como un factor discriminatorio entre nivel de juego (Baker y Bangsbo et al. en Darrall-Jones et al., 2015) y categorías de edad (Till et al., 2014), sin embargo, el impulso de carrera en el sprint, sí. Por lo tanto, es conveniente recomendar el desarrollo de ambas cualidades en las diferentes categorías, ya que están fuertemente ligadas. De esta forma, tal y como apuntamos en la introducción, que en el Anexo II es visible su programación, en la fase de Pre PVC es cuando comenzaría su trabajo, con una carga leve. Pero Alrededor del PVC es cuando ocuparía mayor importancia, y la carga de velocidad sería mayor.

Acerca del tiempo alcanzado en la prueba de agilidad del 505, observamos que fue mejorando a medida que avanza la edad cronológica. En el caso de la altura obtenida en la prueba de salto del CMJ, ocurrió lo mismo. Por lo tanto, se dieron resultados similares comparándolos con anteriores estudios de *RL* (Gabett, 2002; Gabett, 2009; Till et al., 2014) y *RU* (Darral-Jones et al., 2015), donde afirmaron que la distancia de salto del CMJ aumentó a medida que avanzó la categoría de juego. Asimismo, justifican que los cambios en la distancia de salto vienen dados por una adaptación a los procesos de crecimiento y maduración.

En cuanto al LPBM, todas las medias de los resultados alcanzados avanzaron con el paso de los años. Asimismo, relacionando cada categoría, se dieron diferencias significativas. En investigaciones similares en *RL* como Till et al. (2011) se encontraron resultados similares a estos.

En relación a las medias alcanzadas en la dorsi-flexión en cada categoría de juego, observamos cómo el ángulo de Tibia suelo de la SUB14 es peor. Por ello, concluimos que debemos recomendar a los entrenadores de los dos equipos de esta categoría ejercicios para su mejora para evitar un posible riesgo de lesión en las extremidades inferiores. Por ejemplo, el estiramiento pasivo en la propia acción de estocada adelantando la tibia con el talón pegado o mediante el masaje miofascial sobre la parte distal del Tendón de Aquiles y el sóleo (Škarabot et al., 2015). Respecto al CCI y el %CV demuestran una fiabilidad baja y una heterogeneidad alta en cada sector. La mayor heterogeneidad en el %CV de esta prueba puede deberse a la adaptación realizada para poder analizarla mediante el software *Kinovea*. Por ello, dependiendo de la posición alcanzada por cada sujeto y la proyección del

objetivo de la cámara al tomar la imagen, podría provocar una mayor variabilidad intrasujeto y una menor fiabilidad del test previamente citado. Aun así, al haber logrado un %CV más pequeño en la prueba de Tibia suelo (inclinómetro), podemos concluir que esta medición podría ser extrapolable al análisis mediante *Kinovea* ya que provoca que el error de medición sea más pequeño, pero las otras dos mediciones de dorsi-flexión analizadas, es decir, el ángulo de tobillo (goniómetro) y la distancia de pie pared, inducen a mayor error. Realizamos esta afirmación porque el %CV relativizado por categoría en estas dos últimas pruebas, continúa siendo >15%, alcanzando en algunos casos valores mayores del 50 o 60%.

Finalizando con la discusión, de las variables del *Y balance* no existe literatura específica en jugadores de RU donde se realice un análisis según la categoría de juego, estudiando la diferencia alcanzada entre una pierna y otra en cada dirección. Únicamente lo encontramos según las habituales secciones por puestos: delanteros o *forwards* y zagueros o *backs* presentes en el Anexo V (Coughlan et al., 2014). Aun así, en estudios realizados en otros deportes colectivos como el baloncesto, el fútbol gaélico y el hurling, confirman que mediante la presente prueba se podría predecir lesiones de las extremidades inferiores (Plisky et al., 2006; Watson, 1999). Asimismo, afirman que un descenso de la distancia normalizada alcanzada por la pierna derecha y una mayor diferencia entre la distancia anterior derecha e izquierda alcanzadas, podría predecir la lesión de la extremidad inferior. Por ello, vemos importante normalizar los resultados sentenciados y compararlos, para observar así si existe o no una diferencia importante entre una pierna y otra. Del análisis realizado respecto a la disimilitud en cada pierna de las direcciones anterior y compuesta, observamos que una gran cantidad de jugadores sobrepasa la distancia límite de riesgo (del 36% al 50%). Sin embargo, debemos señalar que son necesarios más estudios para concluir resultados de mayor fiabilidad, ya que hay sujetos que alcanzaron una diferencia normalizada mayor de 30 cm. Esto puede deberse a una falta de familiarización con la prueba, a un error durante la medición o porque la normalización de cada medida está prevista para realizarse en jugadores con una longitud de la pierna mayor. Realizamos esta afirmación, ya que, al normalizar las medidas, hubo sujetos en que la diferencia se multiplicó de forma cuantiosa. De esta forma, comparándolas con las de Coughlan et al. (2014) hay que destacar que en la dirección anterior difiere en ~20 cm en cada una de las agrupaciones del presente TFM, a pesar de que los sujetos de la literatura citada sean de mayor edad y, por ello, deberían tener un mayor control postural. Por lo tanto, es posible que haya un error de medición durante esta prueba, por lo que abogamos por repetirla para poder concluir resultados con mayor fundamentación.

---

## **6. CONCLUSIONES**

---

En conclusión, este TFM presenta un estudio comparativo del ERE, de la maduración y las características físicas de un grupo de jugadores de RU, desde la categoría de juego SUB12, a la categoría SUB16.

Los resultados respecto al mayor número de jugadores en el Q1 demuestran que existe un ERE, a pesar de que no se dé un progreso descendente. Los referentes a las medidas antropométricas, el peso, la talla, la longitud de la pierna y la EPVC muestran que se desarrollaron a medida que avanzó la edad cronológica. De las medidas de condición física, mayormente ocurrió lo mismo en los diferentes test, discerniéndose la mejora de la velocidad por un descenso en el tiempo de la prueba de sprint de 20m con inicio de vuelo, la mejora del tiempo en la agilidad del 505, el aumento de la distancia lograda en el CMJ, el progreso de la distancia alcanzada en el LPBM y el aumento de la distancia conseguida de la mayor parte de las medidas en las diferentes direcciones en el *Y balance* test. Por su parte, la velocidad alcanzada en la prueba de resistencia del 30-15 y la dorsi flexión obtenida en las medidas de Tibia suelo (inclinómetro), no mejoraron conforme el avance de la edad cronológica.

Por lo tanto, la herramienta de seguimiento del nivel de condición física y estado madurativo mediante los distintos test llevados a cabo es un método útil para observar las características de cada jugador y realizar las recomendaciones pertinentes a los entrenadores, las cuales vienen expuestas en el modelo de informe del Anexo VI.

---

## **7. APLICACIONES PRÁCTICAS Y LÍNEAS FUTURAS**

---

Las principales aplicaciones prácticas del presente TFM han sido en referencia a la optimización del trabajo de la programación física en las categorías estudiadas en este estudio. Conociendo las características de los jugadores, podemos individualizar la carga y el contenido de parte de su entrenamiento. Todo ello, permite una adaptación mejor de nuestro trabajo a cada grupo de edad. Por otro lado, podríamos mejorar aquellas cualidades en que los jugadores den resultados más bajos, llegando a prevenir lesiones por una descompensación, o por falta de flexibilidad o fuerza.

Ergo, en caso de continuar realizando las diferentes pruebas de condición física, se podría comparar datos en un futuro, observar si se están optimizando los entrenamientos y delimitar si mejoran las capacidades de los jugadores, conforme al trabajo realizado en la ejercitación mencionada. En este sentido, sería interesante realizar 2 o 3 repeticiones de la misma prueba para poder observar la estabilización del rendimiento de la condición física

que se mida en diversos tests (Weir, 2005). Asimismo, sería interesante llevarlo a cabo en el género femenino, en un grupo de jugadoras jóvenes

De la misma forma, sería interesante aumentar la población de la muestra y mantener en un mayor tiempo la realización de las pruebas de forma sucesiva y longitudinal. Además, podríamos realizar nuevos análisis según las dos principales distinciones por puestos en RU. Por un lado, analizaríamos los datos de los delanteros o *forwards* y por otro a los zagueros o *backs*, de la misma forma que en investigaciones similares como Coughlan et al. (2014). Sería interesante realizar el examen de esta forma ya que en Kaplan et al. (2008) señalan que las variaciones de las demandas en el entrenamiento y el juego pueden provocar un rendimiento diferenciado, donde los delanteros generalmente están envueltos en acciones de mayor contacto para mantener la posesión contra los jugadores rivales. Sin embargo, el grupo de jugadores zagueros tienden a realizar mayor número de carreras y esfuerzos de evasión, que posiblemente requieren niveles más altos de estabilidad postural.

Asimismo, sería interesante poder realizar estas pruebas en jugadores elegidos para selecciones regionales y nacionales. De esta manera, podríamos ver cómo jugadores de mayor nivel se adaptan a las diferentes pruebas de condición física o discernir cómo cambia el ERE en los equipos.

Además, creemos conveniente que algunos test se podrían adaptar para un análisis más completo. Por ejemplo, la prueba de velocidad se podría cambiar hasta los 40 m. En este sentido, se podría colocar balizas y células fotoeléctricas a los 5, 10, 20, 30 y 40 metros para analizar la aceleración o la pérdida de velocidad en detalle y otras variables como la del impulso de carrera. Por otro lado, creemos que la prueba de dorsi flexión adaptada para ser estudiada mediante *Kinovea* induce al error y provoca que el análisis sea mucho más costoso. Por ello, recomendamos utilizar las herramientas habituales para su medición. Asimismo, abogamos por la utilización de herramientas modernas y validadas para un examen más rápido, pero igual de eficaces y fiables que las utilizadas en el presente estudio, como aplicaciones específicas de análisis de salto o velocidad.

Por último, expondremos el proceso de reunir a los jugadores mediante el “*bio-banding*”, ya que, como se explica a continuación, podría servir a la hora de organizar tanto los entrenamientos, como las competiciones.

### **7.1. El bio-banding**

---

El “*bio-banding*” es un proceso que hace referencia a la agrupación de atletas en base a los atributos asociados al crecimiento y la maduración en vez de la edad cronológica. De esta

forma, tal y como se expresa en World Rugby (s. f.), manual en el que se consideran las pautas con el peso en edades tempranas, para optimizar los efectos de entrenamiento y garantizar la seguridad y el bienestar del atleta, los profesionales deben considerar las diferencias individuales en el estado de madurez. Así, resaltan la importancia de establecer unos límites de peso a la hora de jugar en competiciones inferiores, ya que se van a prevenir ciertos riesgos de lesión. Por todo ello, diferentes expertos concluyen que, aunque dividir a los jugadores mediante “*bio-banding*” no sea un método perfecto, por el momento es la mejor forma y más práctica a utilizar en el RU (England Rugby, 2017). Además, éste proceso ha sido aplicado en algunos países con mayor costumbre rugbística como Nueva Zelanda, donde se establecieron los límites de masa visibles en el Anexo VII, y han demostrado su gran utilidad.

Por lo tanto, llegamos a la conclusión de que clasificar mediante el proceso de “*bio-banding*” a los jugadores de RU antes y durante la pubertad es beneficiosos. Aun así, es una propuesta necesaria a largo plazo y no solo en las categorías que nos atañan, sino hasta la categoría junior o sub21. Realizamos esta afirmación teniendo en cuenta la grave noticia que hemos recibido sobre el rugby francés durante el fin de año 2018, donde tres jugadores jóvenes fallecieron por lesiones provocadas en un partido, pertenecientes a categorías superiores a las analizadas en el vigente estudio. Por ello, Rodríguez (2018) propone que las separaciones por peso puede ser una solución viable, tal y como abogamos en las aplicaciones futuras del actual TFM.

En conclusión, dependiendo de los objetivos de cada ejercicio en los entrenamientos, o en caso de llevar a cabo competiciones o torneos amistosos y no reglados, se podría ir combinando las separaciones según la categoría de juego, según la EPVC o según el peso. En este sentido, sería interesante comparar la mejora del rendimiento en los jugadores de RU dependiendo las diferentes agrupaciones.

---

## **8. VALORACIÓN PERSONAL Y REFLEXIÓN CRÍTICA**

---

El desarrollo del presente TFM me ha servido para llevar a cabo mi función de preparador físico y director deportivo de forma más profesional, tanto en el León Rugby Club, como en Ordizia Rugby Taldea. Pienso que todas las competencias del máster adquiridas y aplicadas durante este proceso, me han hecho reflexionar sobre cómo desarrollar mi función profesional de forma más optimizada y, actualmente, puedo valorar con creces todos los servicios que soy capaz de realizar y ofrecer.

Asimismo, el haber cometido diferentes errores a la hora de desarrollar algunas pruebas de condición física y tener que volver a llevarlas a cabo, me ha permitido conocer la estandarización de cada test y saber cómo tengo que ponerlos en práctica, en qué

condiciones, cada cuanto repetirlas etcétera. Además, al tomar la decisión de analizar las pruebas mediante el software *Kinovea*, me ha servido para aprender lo costoso que puede llegar a ser analizar cada prueba y he discernido que existen herramientas fiables e incluso más eficaces y con bajo coste económico, las cuales podría utilizar en un futuro. En este sentido, respecto a las pruebas de condición física, al realizar el examen de comparación con otras investigaciones específicas en RU, he observado que algunos test se podrían optimizar y, también, que se podrían añadir otros como el RSA o de fuerza de distintos ejercicios de musculación.

De esta forma, el principal problema en el proceso de elaboración fue efectuar el análisis de todas las pruebas, ya que me ocupó un periodo de tiempo cuantioso, el cual provocó que las recomendaciones a los entrenadores quedasen medianamente desactualizadas. Por ello, de aquí en adelante utilizaré herramientas más ágiles para poder realizar estas recomendaciones al instante. Además, el hecho de llevar a cabo el examen estadístico mediante herramientas como el software *Spss*, el cual prácticamente no había utilizado previamente, fue muy gratificante ya que aprendí a obtener variables como el CCI o el análisis de la varianza.

Por todo ello, destacando el gran trabajo que ha conllevado, tanto para mí, como para todas las personas que me han ayudado durante la realización del presente TFM, a las cuales les agradezco considerablemente todo lo aportado; estoy muy orgulloso de estar expresando estas últimas líneas del proyecto.

---

## 9. BIBLIOGRAFÍA

---

- Acero, R. M., Olmo, M. F. D., Sánchez, J. A., Otero, X. L., Aguado, X., & Rodríguez, F. A. (2011). Reliability of squat and countermovement jump tests in children 6 to 8 years of age. *Pediatric exercise science*, 23(1), 151-160.
- Balsalobre-Fernández, C., Tejero-González, C. M., del Campo-Vecino, J., & Bavaresco, N. (2014). The concurrent validity and reliability of a low-cost, high-speed camera-based method for measuring the flight time of vertical jumps. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(2), 528-533.
- Balyi, I., & Way, R. (2005). The role of monitoring growth in long-term athlete development. *Canadian Sport for Life*.
- Belenos rugby (s. f.). Posiciones específicas. Recuperado de: [http://www.belenosrugby.com/?page\\_id=1589](http://www.belenosrugby.com/?page_id=1589).
- Buchheit, M. (2008). The 30-15 intermittent fitness test: accuracy for individualizing interval training of young intermittent sport players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(2), 365-374.
- Buchheit, M. (2010). The 30–15 intermittent fitness test: 10 year review. *Myorobie J*, 1(9), 278.
- Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2013). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. *Sports medicine*, 43(10), 927-954.
- Buchheit, M., & Mendez-Villanueva, A. (2013). Reliability and stability of anthropometric and performance measures in highly-trained young soccer players: effect of age and maturation. *Journal of Sports Sciences*, 31(12), 1332-1343.
- Chiwaridzo, M., Oorschot, S., Dambi, J. M., Ferguson, G. D., Bonney, E., Mudawarima, T., Tadyanemhandu, C. & Smits, B. C. M. (2017). A systematic review investigating measurement properties of physiological tests in rugby. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 9(1), 24.
- Coughlan, G. F., Delahunt, E., O'Sullivan, E., Fullam, K., Green, B. S., & Caulfield, B. M. (2014). Star excursion balance test performance and application in elite junior rugby union players. *Physical Therapy in Sport*, 15(4), 249-253.
- Cumming, S. P., Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Eisenmann, J. C., & Malina, R. M. (2017). Bio-banding in sport: applications to competition, talent identification, and strength and conditioning of youth athletes. *Strength & Conditioning Journal*, 39(2), 34-47.
- Da Cruz, A. M., & Fontes, C. A. (2013). Anthropometric and physiological profile of Portuguese rugby players-part I: comparison between athletes of different position groups. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 19(1), 48-51.

- Darrall-Jones, J. D., Jones, B., & Till, K. (Noviembre de 2018). Is Bigger Always Better? The Effect of Body Mass on Physical Characteristics of English Academy Rugby Union Players. *ASCA International Conference on Applied Strength & Conditioning*. Carnegie School of Sport. Conferencia llevada a cabo en Sydney, Australia.
- Darrall-Jones, J. D., Jones, B., & Till, K. (2015). Anthropometric and physical profiles of English academy rugby union players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(8), 2086-2096.
- England Rugby (2017). Age Grade Good Practice Working Group Report. Recuperado de [https://www.englandrugby.com/mm/Document/MyRugby/Players/01/32/62/39/AgeGradeGoodPracticeWorkingGroupReport\\_Neutral.pdf](https://www.englandrugby.com/mm/Document/MyRugby/Players/01/32/62/39/AgeGradeGoodPracticeWorkingGroupReport_Neutral.pdf)
- Euskadiko Errugbi Federazioa (2017). Plan de formación de jugadores a largo plazo. Recuperado de <http://euskadirugby.eus/wp-content/uploads/2017/09/Euskadiko-Errugbi-Federazioa-Plan-de-formacion-de-jugadoras-y-jugadores-a-largo-plazo.pdf>
- Federación Española de Rugby (2004). Protocolo de pruebas físicas para selecciones nacionales. *Dirección Técnica Nacional*. Recuperado de <http://www.ferugby.es/userfiles/file/Test%20Espan%C3%83%C2%B1a%20XV.pdf>
- Federación Española de Rugby (2017). Plan de formación de jugadores menores de 17 años. *Dirección Técnica Nacional*. Recuperado de <http://www.ferugby.es/userfiles/file/Desarrollo/Plan%20de%20Formacion%20Menores%20de%2017%20anos.pdf>
- Fernández, A., Carrascosa, A., Audí, L., Baguer, L., Rueda, C., Bosch, J., Gussinyé, M., Yeste, D., Labarta, J. I., Mayayo, E., Fernández, M., Albisu, M. A. & Clemente, M. (2009). Longitudinal Pubertal Growth According to Age at Pubertal Growth Spurt Onset: Data from a Spanish Study Including 458 Children (223 Boys and 235 Girls). *Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism*, 22(8).
- Haff, G. G., Ruben, R. P., Lider, J., Twine, C., & Cormie, P. (2015). A comparison of methods for determining the rate of force development during isometric midthigh clean pulls. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(2), 386-395.
- Hoch, M. C., Staton, G. S., & McKeon, P. O. (2011). Dorsiflexion range of motion significantly influences dynamic balance. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 14(1), 90-92.
- Irish Rugby Futbol Union (2006). Long Term Player Development. From 6 to 6 Nations. Recuperado de [https://www.irishrugby.ie/downloads/LTPD\\_Brochure\\_FINAL.pdf](https://www.irishrugby.ie/downloads/LTPD_Brochure_FINAL.pdf)

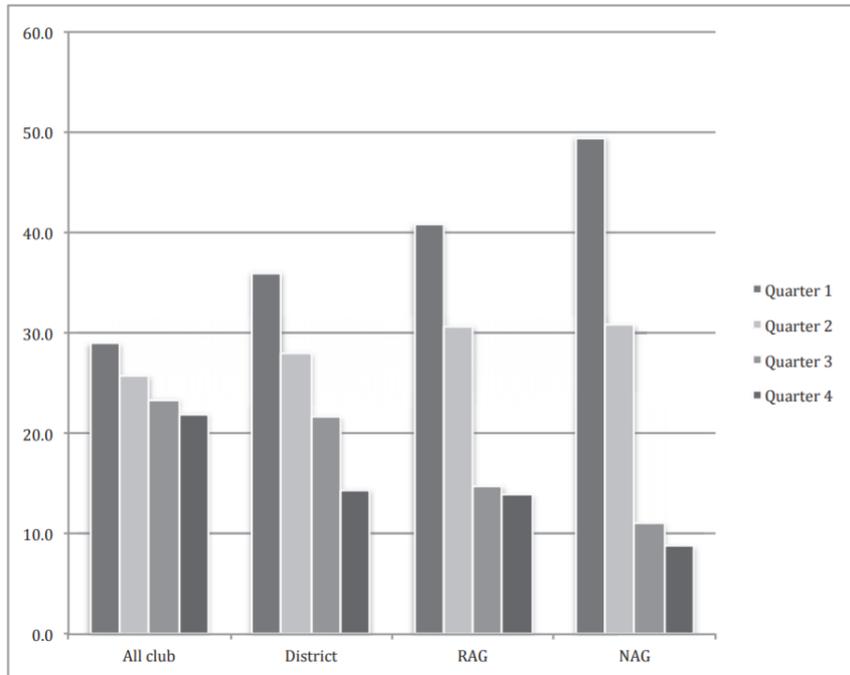
- Kaplan, K. M., Goodwillie, A., Strauss, E. J., & Rosen, J. E. (2008). Rugby injuries. *Bulletin of the NYU hospital for joint diseases*, 66(2), 86-93.
- Konor, M. M., Morton, S., Eckerson, J. M., & Grindstaff, T. L. (2012). Reliability of three measures of ankle dorsiflexion range of motion. *International journal of sports physical therapy*, 7(3), 279.
- Koziel, S. M., & Malina, R. M. (2018). Modified maturity offset prediction equations: Validation in independent longitudinal samples of boys and girls. *Sports Medicine*, 48(1), 221-236.
- Lewis, J., Morgan, K., & Cooper, S.-M. (2015). Relative Age Effects in Welsh Age Grade Rugby Union. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 10(5), 797–813.
- Lindsay, G. & Peggie, J. (2013). Coaching Youth Rugby Developing The Player. Recuperado de <https://www.liveborders.org.uk/file/Scottich%20Ruby%20ltpd%20booklet.pdf>
- Lloyd, R. S., & Oliver, J. L. (2012). The youth physical development model: A new approach to long-term athletic development. *Strength & Conditioning Journal*, 34(3), 61-72.
- Lloyd, R. S., & Oliver, J. L. (2013). *Strength and conditioning for young athletes: Science and application*. London and New York: Routledge.
- Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Faigenbaum, A. D., Myer, G. D., & Croix, M. B. D. S. (2014). Chronological age vs. biological maturation: implications for exercise programming in youth. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(5), 1454-1464.
- Malina, R. M., Rogol, A. D., Cumming, S. P., e Silva, M. J. C., & Figueiredo, A. J. (2015). Biological maturation of youth athletes: assessment and implications. *Br J Sports Med*, 49(13), 852-859.
- Manna, I. (2014). Growth development and maturity in children and adolescent: relation to sports and physical activity. *American Journal of Sports Science and Medicine*, 2(5A), 48-50.
- *Memoria para la verificación del Título de Máster en Entrenamiento y Rendimiento Deportivo* (s.f). Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Recuperado de <https://www.unileon.es/estudiantes/estudiantes-master/oferta-titulaciones/mu-entrenamiento-y-rendimiento-deportivo/competencias>
- Mirwald, R. L., Baxter-Jones, A. D., Bailey, D. A., & Beunen, G. P. (2002). An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34(4), 689-694.
- Olds, T. (2001). The evolution of physique in male rugby union players in the twentieth century. *Journal of Sports Sciences*, 19(4), 253–262.

- Plisky, P. J., Rauh, M. J., Kaminski, T. W., & Underwood, F. B. (2006). Star Excursion Balance Test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 36(12), 911-919.
- Rice, S. G. (2008). Medical conditions affecting sports participation. *Pediatrics*, 121(4), 841-848.
- Rodríguez, R. (19 de diciembre, 2018). "El rugby mata": polémica en Francia por el fallecimiento de tres jóvenes jugadores. *El Confidencial*. p. 1. Recuperado de [https://www.elconfidencial.com/deportes/rugby/2018-12-19/rugby-muerte-polemica-francia-fallecimiento\\_1716090/](https://www.elconfidencial.com/deportes/rugby/2018-12-19/rugby-muerte-polemica-francia-fallecimiento_1716090/)
- Rogol, A. D., Roemmich, J. N., & Clark, P. A. (2002). Growth at puberty. *Journal of adolescent health*, 31(6), 192-200.
- Rugby Canada (2008). Long-Term Rugby Development Model. Recuperado de <https://cloudfront.ualberta.ca/-/media/greengold/ltad/rugby-ltad.pdf>
- Rugby Futbol Union (2012). Long Term Athlete Development Model. *Community Rugby*. Recuperado de [http://www.rugbyacademymiddenoost.nl/wp-content/uploads/2012/05/RFU LTAD Booklet.pdf](http://www.rugbyacademymiddenoost.nl/wp-content/uploads/2012/05/RFU_LTAD_Booklet.pdf)
- Sharma, P., Arora, A., & Valiathan, A. (2014). Age changes of jaws and soft tissue profile. *The Scientific World Journal*, 2014.
- Sinclair, D. (1973). *Human growth after birth*. Oxford University Press.
- Škarabot, J., Beardsley, C., & Štirn, I. (2015). Comparing the effects of self-myofascial release with static stretching on ankle range-of-motion in adolescent athletes. *International journal of sports physical therapy*, 10(2), 203.
- Spamer, E. J., & De la Port, Y. (2006). Anthropometric, physical, motor, and game-specific profiles of elite U 16 and U 18 year-old South African schoolboy rugby players. *Kinesiology*, 38(2), 176-184.
- Sporis, G., Milanovic, Z., Trajkovic, N., & Joksimovic, A. (2011). Correlation between speed, agility and quickness (SAQ) in elite young soccer players. *Acta kinesiologica*, 5(2), 36-41.
- Till, K., Copley, S., O'Hara, J., Chapman, C., & Cooke, C. (2013). A longitudinal evaluation of anthropometric and fitness characteristics in junior rugby league players considering playing position and selection level. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16(5), 438–443.
- Till, K., Copley, S., Wattie, N., O'Hara, J., Cooke, C., & Chapman, C. (2009). The prevalence, influential factors and mechanisms of relative age effects in UK Rugby League. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20(2), 320–329.

- Till, K., Scantlebury, S., & Jones, B. (2017). Anthropometric and physical qualities of elite male youth rugby league players. *Sports Medicine*, 47(11), 2171-2186.
- Till, K., Tester, E., Jones, B., Emmonds, S., Fahey, J., & Cooke, C. (2014). Anthropometric and physical characteristics of English academy rugby league players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(2), 319-327.
- Velentza, E. (2017). A retrospective analysis of talent selection and progression within England's Rugby Football Union Elite Player Performance Pathway.
- Vizmanos, B., Martí-Henneberg, C., Clivillé, R., Moreno, A., & Fernández-Ballart, J. (2001). Age of pubertal onset affects the intensity and duration of pubertal growth peak but not final height. *American Journal of Human Biology*, 13(3), 409–416.
- Waldron, M., Worsfold, P. R., Twist, C., & Lamb, K. (2014). The relationship between physical abilities, ball-carrying and tackling among elite youth rugby league players. *Journal of sports sciences*, 32(6), 542-549.
- Wang, R., Hoffman, J. R., Tanigawa, S., Miramonti, A. A., La Monica, M. B., Beyer, K. S., Church, D. D., Fukuda, D. H., & Stout, J. R. (2016). Isometric mid-thigh pull correlates with strength, sprint, and agility performance in collegiate rugby union players. *Journal of strength and conditioning research*, 30(11), 3051-3056.
- Weir, J. P. (2005). Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the SEM. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(1), 231-240.
- World Rugby (s.f.). Weight consideration guideline. Recuperado de <http://playerwelfare.worldrugby.org/?subsection=64>

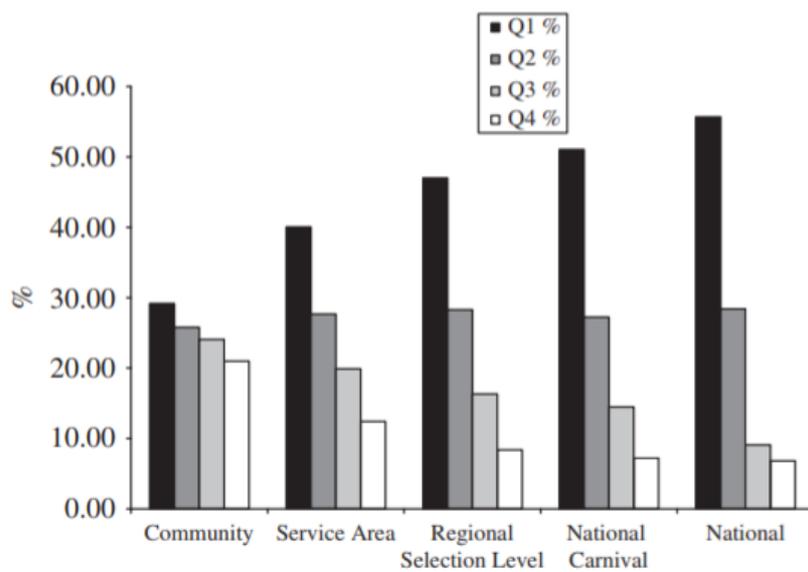
## 10. ANEXOS

### Anexo I. El efecto relativo de la edad según el nivel de rendimiento. Comparación de resultados entre estudios similares.



RAG: Selección regional; NAG: Selección nacional.

Recuperado de: Lewis et al. (2015, pag. 804).



Recuperado de: Till et al. (2009, pag. 325).

## Anexo II. Modelo de desarrollo físico juvenil

YOUTH PHYSICAL DEVELOPMENT (YPD) MODEL FOR MALES																					
CHRONOLOGICAL AGE (YEARS)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21+	
AGE PERIODS	EARLY CHILDHOOD			MIDDLE CHILDHOOD							ADOLESCENCE						ADULTHOOD				
GROWTH RATE	RAPID GROWTH			↔ STEADY GROWTH				↔ ADOLESCENT SPURT				↔ DECLINE IN GROWTH RATE									
MATURATIONAL STATUS	YEARS PRE-PHV										← PHV		→ YEARS POST-PHV								
TRAINING ADAPTATION	PREDOMINANTLY NEURAL (AGE-RELATED)										↔ COMBINATION OF NEURAL AND HORMONAL (MATURITY-RELATED)										
PHYSICAL QUALITIES	FMS			FMS				FMS			FMS										
	SSS			SSS				SSS			SSS										
	Mobility			Mobility							Mobility										
	Agility			Agility				Agility			Agility				Agility						
	Speed			Speed				Speed			Speed				Speed						
	Power			Power				Power			Power				Power						
	Strength			Strength				Strength			Strength				Strength						
	Hypertrophy										Hypertrophy		Hypertrophy						Hypertrophy		
	Endurance & MC			Endurance & MC							Endurance & MC				Endurance & MC						
TRAINING STRUCTURE	UNSTRUCTURED			LOW STRUCTURE				MODERATE STRUCTURE			HIGH STRUCTURE				VERY HIGH STRUCTURE						

Figure 1. The YPD model for males. Font size refers to importance; light blue boxes refer to preadolescent periods of adaptation, dark blue boxes refer to adolescent periods of adaptation. FMS = fundamental movement skills; MC = metabolic conditioning; PHV = peak height velocity; SSS = sport-specific skills; YPD = youth physical development.

Recuperado de: Lloyd y Oliver (2012, pag. 63).

### Anexo III. Ecuaciones cálculo maduración (Recuperado de: Mirwald et al. 2002)

1. Sitting Height= Height – Leg Length
2. Maturity Offset =  $-9.236 + (0.0002708 * \text{Leg Length} * \text{Sitting Height}) + (-0.001663 * \text{Decimal Age} * \text{Leg Length}) + (0.007216 * \text{Decimal Age} * \text{Sitting Height}) + (0.02292 * \text{Weight by Height Ratio})$ .

Example Male:

Age	12.084 y
Height	157.0 cm
Weight	53.0 kg
Leg Length	77.4 cm
Sitting Height	79.6 cm

Leg Length & Sitting Height interaction	$77.4 * 79.6 = 6161.04$
Age & Leg Length interaction	$12.084 * 77.4 = 935.3016$
Age & Sitting Height interaction	$12.084 * 79.6 = 961.8864$
Weight by Height Ratio	$(53.0/157.0) * 100 = 33.75796$

$$\text{Maturity Offset} = -9.3236 + (0.0002708 * 6161.04) + (-0.001663 * 935.3016) + (0.007216 * 961.8864) + (0.02292 * 33.75796)$$

$$\text{Maturity Offset} = -9.3236 + 1.6684 - 1.5554 + 6.9410 + 0.7737 = -1.496 \text{ y}$$

By calculating the maturity offset as -1.496 y prior to Peak Height Velocity(PHV), we are estimating the Age of PHV for this individual to be  $12.084 + 1.496$  or 13.580 y.

3. Anthropometric Measurements Protocol: Need to record the following: Decimal Age (years), body mass (kg), standing height (cm) and sitting height (cm) or Leg Length (cm).

3.1. *Decimal Age* – calculate by subtracting date of birth from date of measurement.

TABLE OF DECIMALS OF YEAR												
	1 JAN.	2 FEB.	3 MAR.	4 APR.	5 MAY	6 JUNE	7 JULY	8 AUG.	9 SEPT.	10 OCT.	11 NOV.	12 DEC.
1	000	085	162	247	329	414	496	581	666	748	833	915
2	003	088	164	249	332	416	499	584	668	751	836	918
3	005	090	167	252	334	419	501	586	671	753	838	921
4	008	093	170	255	337	422	504	589	674	756	841	923
5	011	096	173	258	340	425	507	592	677	759	844	926
6	014	099	175	260	342	427	510	595	679	762	847	929
7	016	101	178	263	345	430	512	597	682	764	849	932
8	019	104	181	266	348	433	515	600	685	767	852	934
9	022	107	184	268	351	436	518	603	688	770	855	937
10	025	110	186	271	353	438	521	605	690	773	858	940
11	027	112	189	274	356	441	523	608	693	775	860	942
12	030	115	192	277	359	444	526	611	696	778	863	945
13	033	118	195	279	362	447	529	614	699	781	866	948
14	036	121	197	282	364	449	532	616	701	784	868	951
15	038	123	200	285	367	452	534	619	704	786	871	953
16	041	126	203	288	370	455	537	622	707	789	874	956
17	044	129	205	290	373	458	540	625	710	792	877	959
18	047	132	208	293	375	460	542	627	712	795	879	962
19	049	134	211	296	378	463	545	630	715	797	882	964
20	052	137	214	299	381	466	548	633	718	800	885	967
21	055	140	216	301	384	468	551	636	721	803	888	970
22	058	142	219	304	386	471	553	638	723	805	890	973
23	060	145	222	307	389	474	556	641	726	808	893	975
24	063	148	225	310	392	477	559	644	729	811	896	978
25	066	151	227	312	395	479	562	647	731	814	899	981
26	068	153	230	315	397	482	564	649	734	816	901	984
27	071	156	233	318	400	485	567	652	737	819	904	986
28	074	159	236	321	403	488	570	655	740	822	907	989
29	077		238	323	405	490	573	658	742	825	910	992
30	079		241	326	408	493	575	660	745	827	912	995
31	082		244		411		578	663		830		997

Edad decimal. Recuperado de Mirwald et al. (2002, p. 2)

3.1.1. To calculate a decimal age use the above table. For example:

3.1.1.1. If a child is born on Jan 17<sup>th</sup> 1995 this would be 1995.044

3.1.1.2. If they are measured on April 7<sup>th</sup> 2005 this would be 2005.263

3.1.1.3. Their decimal age would be equal to 2005.263-1995.004 = 10.219.

3.2. *Body Mass* – Weigh subject with minimal clothing and with shoes removed.

3.3. *Standing Height* – Use the stretch stature method. Stature is the maximum distance from the floor to the vertex of the head.

3.4. *Weight by Height Ratio* = (Weight/Height)\*100

## Anexo IV. Resultados del Y balance test por categoría

**Tabla 7.** Medidas del Y balance de los jugadores de rugby en el estudio, por categorías.

		SUB 12 (n= 20)	SUB 14 (n= 20)	SUB16 (n= 18)	CCI	CV%	Análisis de varianza (ANOVA)	Post hoc
Y balance e izquier da (m)	Anterior	62.48 ± 4.62	72.94 ± 6.79	74.62 ± 8.58	0.987	12%	0.000, 0.864	1, <1
	Posterome dial	64.5 ± 5.78	75.45 ± 6.89	78.10 ± 11.15	0.991	13%	≤0.001, 0.844	1, <1
	Posterolat eral	59.98 ± 8.63	71.4 ± 9.78	72.31 ± 11.92	0.976	16%	0.008, 0.004, 0.948	1, <1
Y balance e derech a (m)	Anterior	59.67 ± 6.65	71.16 ± 9.06	75.85 ± 7.63	0.982	15%	0.000, 0.21	1, <1
	Posterome dial	64.73 ± 5.64	72.33 ± 10.19	79.77 ± 10.27	0.946	14%	0.177, 0.002, 0.166	<1, <1
	Posterolat eral	58.6 ± 5.90	68.55 ± 11.37	72.9 ± 13.94	0.977	18%	0.019, 0.009, 0.938	1, <1

Notas: los datos están presentados como la media ± DE, CCI, CV% y el análisis de varianza.

Elaboración propia.

**Tabla 8.** TE del Y balance.

	Y balance izquierda						Y balance derecha		
	Anterior	Posteromedial	Posterolateral	Anterior	Posteromedial	Posterolateral	Anterior	Posteromedial	Posterolateral
TE SUB12-SUB14 d de Cohen	-1,896 (-3,70 a -0,10)	-1,813 (-3,78 a 0,16)	-1,303 (-4,16 a 1,55)	-1,522 (-3,99 a 0,94)	-0,972 (-3,52 a 1,58)	-1,156 (-3,96 a 1,65)			
TE SUB12-SUB16 d de Cohen	-1,888 (-4,05 a 0,27)	-1,643 (-4,42 a 1,14)	-1,262 (-4,54 a 2,02)	-2,40 (-4,66 a -0,13)	-1,89 (-4,54 a 0,65)	-1,438 (-4,78 a 1,90)			
TE SUB14-SUB16 d de Cohen	-0,231 (-2,68 a 2,21)	-0,305 (-3,22 a 2,60)	-0,088 (-3,54 a 3,36)	-0,589 (-3,18 a 2,09)	-0,77 (-4,02 a 2,48)	-0,36 (-4,39 a 3,66)			

Notas: los datos están presentados como el TE de la d de Cohen (intervalos de confianza del 90%).

Elaboración propia.

## Anexo V. Clasificación habitual de jugadores de rugby por posiciones

Delanteros o *forwards*= del 1 al 8.

Zagueros o *backs*= del 9 al 15.



Recuperado de: Belenos rugby (s. f.).

## Anexo VI. Modelo de informe de la categoría SUB16 de León

# INFORME DEL CONTROL DE RENDIMIENTO DE MADURACIÓN Y CONDICIÓN FÍSICA

### EQUIPO:

León Rugby Club

### CATEGORÍA:

SUB16

### ENTRENADOR RESPONSABLE:

██████████

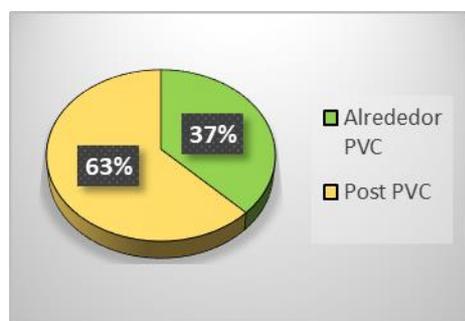
### TEMPORADA:

2017-2018



## ANÁLISIS DE LA MADURACIÓN

TOTAL JUGADORES	Alrededor PVC	Post PVC
8	3	5



\*Se recomienda que el inicio del entrenamiento, donde se enfatiza sobre el trabajo de diferentes aspectos de la condición física, se separe al grupo en dos.

\*Los tres jugadores que están Alrededor el PVC podrían realizar esta sección del entrenamiento con parte de la categoría SUB14.

\*Aconsejamos esta división ya que, dependiendo la EPVC, hay que trabajar unas características u otras de la condición física.

## ANÁLISIS DE LA CONDICIÓN FÍSICA

La **dorsi flexión** en general es buena, pero hay jugadores que alcanzan un ROM más pequeño. Por ello, aconsejamos introducir en el calentamiento masaje miofascial con el balón de rugby sobre la zona baja del gemelo.

Del **Y balance**, el 50% del grupo presenta una diferencia en la dirección anterior > 4 cm entre la pierna izquierda y derecha.



¡RIESGO DE LESIÓN!

Se recomienda realizar ejercicios de propiocepción y control postural para su corrección.



Muy buena **potencia** del tren superior.

Trabajarla sobre el tren inferior (mediante saltos, por ejemplo).



Dorsi flexión



Y-balance



Se debe incidir en el trabajo de **resistencia** en el grupo de Alrededor PVC.

Elaboración propia.



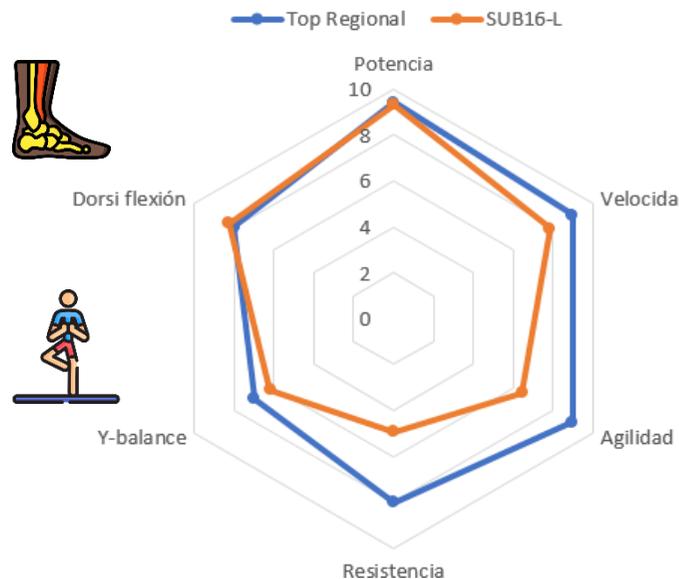
Velocidad



Agilidad



Resistencia



\*La potencia se compensa por haber obtenido mejores resultados que el grupo de referencia en el lanzamiento de balón medicinal, pero en la prueba de salto los resultados son inferiores.

Aumentar el volumen de trabajo de **velocidad** y **agilidad**, especialmente Alrededor PVC.

Destacar la importancia del trabajo de **velocidad** en pretemporada e introducir ejercicios de **técnica de carrera** en los calentamientos.

Realizar ejercicios con arrancadas, frenadas y cambios de dirección.

**Anexo VII. Comparación entre la estructura de pesos (en kg) de Canterbury Metropolitan Rugby (CMR) e Indian Football Conference (IFC), una liga de futbol americano de Oklahoma, para grados por edades equivalentes.**

Age grade	CMR <sup>10</sup>		IFC <sup>9</sup>		
	Minimum	Maximum	Minimum	Restricted	Maximum
Under 8	23	32	27	36	48
Under 9	25	36	32	41	52
Under 10	27	38	36	45	59
Under 11	31	41	41	52	68
Under 12	35	46	50	61	77
Under 13	40	53	59	73	No max
Under 14	45	58	68	No max	No max

Tomado de: World Rugby (s. f., pag. 2).