

FACULTAD DE EDUCACIÓN Y DEPORTE
Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte
Curso: 2021-2022

ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS Y DEMANDAS DE LAS CARRERAS CICLISTAS AMATEUR

AUTOR: Julen Bengoa Izagirre

DIRECTOR: Javier Orbañanos Palacios

19 de mayo de 2022

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	3
OBJETIVOS DEL TRABAJO	8
METODOLOGÍA	9
PARTICIPANTES	9
CARRERAS ANALIZADAS	9
VARIABLES ANALIZADAS.....	10
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	13
CATEGORIA DE LA CARRERA.....	14
POSICIÓN	18
ANÁLISIS DE LAS CARRERAS	21
LAUKIZ	22
MUNGIA	25
EREÑO	28
AIZTONDO KLASIKA	35
KLASIKA LOINATZ.....	44
SANTIKUTZ KLASIKA	47
MEMORIAL VALENCIAGA	51
CONCLUSIONES	57
REFERENCIAS.....	59

INTRODUCCIÓN

El ciclismo incluye una amplia gama de tipos de bicicletas y de entornos para la práctica de distintas modalidades como la bicicleta de montaña, el ciclismo de pista, BMX, o el ciclocrós, aunque la variante más conocida y practicada es el ciclismo de ruta (Sanders & van Erp, 2021). El ciclismo de ruta se caracteriza por dos formatos de competición posibles; las carreras de salida conjunta y las pruebas contrarreloj (Mujika & Padilla, 2001). En las pruebas de salida conjunta, que constituyen la mayor parte del calendario amateur y profesional, los ciclistas han de superar diferentes obstáculos orográficos durante recorrido, y resulta vencedor el primero que cruce la línea de meta (Azanza & Orbañanos, 2017). Aunque el vencedor de las competiciones resulte un único ciclista, las carreras se disputan por equipos, y el espacio es compartido por todos los ciclistas participantes, por lo que la interacción entre los compañeros y los rivales está permitida, y ésta puede ser de carácter cooperativo al igual que de rivalidad (Scelles et al., 2018). La mayor expresión de la interacción entre ciclistas tiene lugar al seguir la estela de otros, coloquialmente conocido como *ir a rueda*, ya que de este modo, los ciclistas en la parte trasera del grupo experimentan una menor resistencia aerodinámica y se reduce el coste energético para ir a la misma velocidad (Belloli et al., 2016).

El rendimiento en el ciclismo de ruta es una combinación multifactorial que cuenta con, entre otros, condiciones morfológicas (Padilla et al., 1999), aptitudes técnico-tácticas (Cesaneli & Indaburu, 2020) y psicológicas (Spindler et al., 2018); pese a que, al ser un deporte de extrema resistencia (Lucia et al., 2001), los ciclistas de ruta destacan principalmente por una gran capacidad aeróbica, tanto en intensidades de ejercicio máximas como submáximas (Mujika & Padilla, 2001). Lucía et al. (1998) compararon la respuesta fisiológica en un test incremental en cicloergómetro en ciclistas amateurs y profesionales. Comparado con los amateurs, en los ciclistas profesionales el umbral ventilatorio 2 (VT_2) ocurrió a una mayor intensidad de ejercicio (80.4 vs 87.0 del $\%VO_2\max$; $p < 0.001$), y eran capaces de producir una mayor potencia en intensidades máximas (470 vs 400 W) como en las intensidades correspondientes al VT_2 (390 vs 340 W) (Lucía et al., 1998). Dado que la mayor parte de las carreras en ciclismo de ruta se desarrollan en intensidades inferiores al VT_2 (Van Erp, 2019), las características fisiológicas submáximas, como la capacidad de mantener altos porcentajes del $VO_2\max$ durante periodos prolongados desempeñan un papel muy relevante en el rendimiento (Lucia et al., 2001).

Dada la variedad de tipos de etapas y elementos de competición en el ciclismo de ruta, tener una forma de caracterizar cada tipo de etapa es esencial para conseguir una comprensión de las demandas de la carrera y así diseñar estrategias de entrenamiento y tácticas adecuadas específicamente a cada una de las carreras (Sanders & van Erp, 2021). Con el fin de entender las

exigencias físicas de las carreras de ciclismo de ruta, Palmer et al. (1994) fueron los primeros en monitorizar la frecuencia cardíaca (FC) de siete ciclistas durante una carrera por etapas de cuatro días. Unos años más tarde, Fernández-García et al. (2000) cuantificaron la intensidad de la competición en dos de las carreras ciclistas más exigentes e importantes del mundo: el Tour de Francia y la Vuelta a España. Los valores de la FC de 18 ciclistas de clase mundial fueron registrados durante todas las etapas y se calculó el tiempo total transcurrido en cada uno de las cuatro zonas de intensidad establecidos con una prueba incremental hasta el agotamiento en el laboratorio 2 semanas antes del comienzo de cada carrera (Fernández-García et al., 2000). Lucia et al. (1999) también evaluaron la respuesta de la FC de 8 ciclistas profesionales durante el Tour de Francia. Se establecieron dos puntos de referencia de FC correspondientes al primer (VT_1) y al segundo umbral ventilatorio (VT_2). A partir de estos puntos de referencia, se establecieron 3 zonas de FC: $<VT_1$, VT_1-VT_2 , $>VT_2$. En promedio, el tiempo total en cada zona fue de 71, 23 y 8 h, respectivamente (Lucia et al., 1999). Dando un paso adelante, aunque haciendo uso de la limitada tecnología disponible en la época, Padilla et al. (2000) estimaron de forma indirecta la intensidad del ejercicio en pruebas contrarreloj en ciclismo profesional a partir de los datos de FC. La relación entre la FC y la producción de potencia fue estimada para cada ciclista a partir de pruebas realizadas en laboratorio (Padilla, Mujika, Orbañanos, & Angulo, 2000). Los trabajos referidos, al igual que otros que emplearon una metodología muy similar en la misma época (Lucia et al., 2003; Padilla et al., 2000), supusieron un buen punto de partida para el conocimiento de las exigencias físicas de las carreras más señaladas del calendario internacional.

Si bien la FC puede ser utilizada para estimar la potencia, la cuantificación directa de la potencia es preferible cuando se trata de investigar las demandas reales de la competición (Coyle et al., 1991). En los últimos años, los medidores de potencia portátiles (potenciómetros) se han puesto a disposición de los ciclistas, entrenadores e investigadores (Granier et al., 2017). La principal ventaja de estos aparatos es su capacidad para proporcionar y monitorizar mediciones reales de potencia durante el entrenamiento y la competición (Vogt, Schumacher, Blum, et al., 2007). Además de la potencia, los medidores de potencia disponibles en el mercado también registran la velocidad y la cadencia de pedaleo (Vogt, Schumacher, Roecker, et al., 2007), y combinando con los medidores de FC, se permite proporcionar una descripción completa sobre las demandas externas (la medida objetiva del trabajo que el ciclista completa) e internas (la respuesta psicofisiológica para hacer frente a la carga externa) de la carrera (Gallo et al., 2022; Impellizzeri et al., 2019). Diferentes estudios han evaluado la validez y la fiabilidad de diversos modelos y marcas de medidores de potencia (Abbiss et al., 2009; Duc et al., 2007; Nimmerichter et al., 2017).

Las primeras referencias en la literatura científica sobre la medición directa de la potencia en una carrera ciclista provienen de un estudio de caso de una etapa de montaña del Tour de Francia del 1996 (Jeukendrup & Van Diemen, 1998). Desde entonces, gracias a la cada vez mayor sencillez en la obtención y consiguiente análisis de los datos, abundantes estudios descriptivos (Gallo et al., 2022; Leo et al., 2020; Leo, Spragg, Mujika, Giorgi, et al., 2021; Leo, Spragg, Podlogar, et al., 2021; Leo, Spragg, Simon, et al., 2021; Menaspà et al., 2017; Menaspà, Abbiss, et al., 2013; Menaspà, Quod, et al., 2013; Muriel, Valenzuela, et al., 2021; Padilla et al., 2008; Rodríguez-Marroyo et al., 2009; Sanders, 2018; Sanders et al., 2018; Sanders & van Erp, 2021; van Erp et al., 2021; van Erp, Kittel, et al., 2021a, 2021d; Vogt, Schumacher, Roecker, et al., 2007) y revisiones (Sanders & van Erp, 2021) analizando las demandas de las carreras ciclistas de múltiples categorías y características han sido publicados. La inmensa mayoría de estos estudios han analizado las características de las carreras de categoría profesional masculina, sobre todo las grandes vueltas, seguramente debido a que son las carreras con mayor repercusión a nivel económico y social además del deportivo (Desbordes, 2007). En estos estudios principalmente se evalúan la intensidad (p.ej.: analizando el tiempo acumulado en diferentes zonas de intensidad, por potencia y FC), la carga interna y externa (métricas que integran la intensidad y la duración en un solo valor) y las medidas de rendimiento (p.ej.: potencia media máxima en diferentes duraciones predefinidas) (Sanders & van Erp, 2021).

Mientras que la gran mayoría de los estudios mencionados describen las características de las carreras de categoría profesional, existen ciertos estudios describiendo las características y las demandas de las carreras de los ciclistas Sub-23 (Leo et al., 2020; Leo, Spragg, Mujika, Giorgi, et al., 2021; Leo, Spragg, Mujika, Menz, et al., 2021; Leo, Spragg, Simon, et al., 2021), aunque solamente uno en carreras de categoría amateur (Gallo et al., 2022). En el estudio realizado por Gallo et al. (2022), además de describir las características de las carreras, los autores compararon las demandas de las carreras de tres categorías diferentes (junior, sub23 y profesional) durante una temporada. Se analizaron las características de las carreras (p.ej.: distancia, tiempo, ganancia de altitud, días de competición anuales), y las demandas internas (mediante FC) y externas (basado en potencia: trabajo realizado, potencia media máxima en diversas duraciones y tiempo transcurrido en varias franjas de potencia) de la competición. La principal conclusión de este estudio fue que el trabajo realizado por hora (kJ/h) y la potencia medias máxima en diversas duraciones fueron similares en las carreras Sub-23 y profesional, pero las carreras profesionales tuvieron una mayor duración que las Sub-23, lo que sugiere que la resistencia a la fatiga es la principal diferencia entre ambas categorías (Gallo et al., 2022). En la literatura científica existe otra saga de trabajos efectuados en ciclistas en edad Sub-23, a pesar

de que los ciclistas que participaron en estos estudios eran ciclistas de un equipo de desarrollo Sub-23 de la categoría UCI Continental, la tercera categoría del profesionalismo (Leo et al., 2020; Leo, Spragg, Mujika, Giorgi, et al., 2021; Leo, Spragg, Mujika, Menz, et al., 2021; Leo, Spragg, Simon, et al., 2021). Por lo tanto, la evidencia en la literatura científica sobre las demandas físicas y las características de las carreras amateur es muy limitada.

Los numerosos estudios descriptivos han proporcionado una adecuada visión sobre las de las características y las demandas de las carreras, especialmente en las carreras de la categoría profesional masculina (Sanders & van Erp, 2021). No obstante, la metodología empleada para estos estudios posee ciertas limitaciones. Por un lado, y seguramente debido a las características que de las publicaciones científicas han de poseer (Sanders & van Erp, 2021), los datos se exponen agrupando a varios sujetos o situaciones. La presentación de los promedios grupales, aunque sean un buen punto de partida, pueden no ser suficiente para diferenciar al esfuerzo “ganador” o “exitoso” (Sanders & van Erp, 2021). Además, en el ciclismo de ruta los ciclistas son parte de un equipo, y dentro de los equipos, la mayor parte de los ciclistas no pretenden optimizar su propio resultado, sino el de su líder de equipo (Scelles et al., 2018), lo cual podría repercutir en la distribución de los esfuerzos durante la carrera. Con el fin de analizar lo que realmente se requiere para ser exitoso en una carrera, Menaspà et al. (2017) compararon las demandas físicas entre un resultado top-10 y no top-10 durante 49 carreras pertenecientes a la Copa del Mundo femenina. Teun van Erp, Kittel, et al. (2021b) también diferenciaron los esprints analizados en “ganados” o “no-ganados”, así discriminando entre resultados para obtener una información más precisa sobre lo que realmente se necesita para obtener un buen resultado en la carrera estudiada. Por otro lado, Van Erp et al. (2020) en un estudio de caso, presentaron la carga, la intensidad y las características de rendimiento de un aspirante a la victoria de la clasificación general durante 4 grandes vueltas en los que acabó entre el primer y el sexto puesto. En este estudio de caso, se da una visión más detallada sobre lo que realmente se requiere para tener éxito en una gran vuelta, en lugar de exponer promedios para todo un conjunto de ciclistas, que solamente revelaría lo que demanda la mera participación en el evento (Menaspà, Quod, et al., 2013).

La categoría amateur masculina en el País Vasco cuenta con las subcategorías de Élite y Sub-23, abarca las edades comprendidas entre los 18 y los 25 años y se sitúa un escalón por debajo de la categoría profesional (Azanza & Orbañanos, 2017). En lo que respecta a la estructura de la competición, la mayor parte de las competiciones a nivel regional y nacional son eventos de un único día (Azanza & Orbañanos, 2017). A partir del inicio del ciclo de competición

se disputan carreras prácticamente semanalmente y todas las pruebas que conforman el calendario cuentan con una trascendencia muy similar (Azanza & Orbañanos, 2017).

OBJETIVOS DEL TRABAJO

- i. Comparar las características y demandas físicas de las carreras amateur de diferentes categorías (Lehendakari, Copa España, Clásicas).
- ii. Analizar el efecto de la posición obtenida en la clasificación final en las características y demandas físicas de las carreras del campo amateur.
- iii. Analizar diversas ediciones de una carrera con el objetivo de identificar los sectores clave de la misma y examinar el efecto de la posición obtenida en la carrera en los sectores presuntamente decisivos.

METODOLOGÍA

PARTICIPANTES

En este trabajo se analizaron retrospectivamente datos de 35 ciclistas amateur masculinos. Los datos examinados pertenecen a las temporadas entre 2015-2021. La totalidad de los ciclistas participantes formaron parte de un equipo de la categoría amateur durante al menos una temporada del estudio, aunque si se disponía, también se estudiaron los datos de las carreras de años anteriores o posteriores a la estadía en el equipo.

CARRERAS ANALIZADAS

En total se analizaron 156 carreras. La elección de estas carreras para el análisis se debe al especial interés de los responsables del equipo. Las carreras, todas ellas de un solo día, fueron clasificadas según la categoría de la misma (Lehendakari, Copa de España, Clásicas). En las pruebas de la categoría "Lehendakari" durante los años de estudio participaban exclusivamente ciclistas en edad Sub-23, estaban regladas por la Federación Vasca de Ciclismo, se celebraban en el territorio del País Vasco y la participación era mayoritariamente de conjuntos de la región. Por otro lado, las pruebas de "Copa de España" eran regladas por la Real Federación Española de Ciclismo, participaban ciclistas de categorías Élite y Sub-23 y tenían lugar por toda la geografía del estado, aunque como se acordó con los responsables del equipo, para este trabajo sólo se analizaron las pruebas de "Copa de España" celebradas en el País Vasco. Por último, las "Clásicas" son prestigiosas pruebas de un día que no forman parte de ninguno de los trofeos. En estas pruebas participan ciclistas Élite y Sub-23. Cabe destacar que en las pruebas de "Lehendakari" y "Copa de España" existe una clasificación general basada en los puntos otorgados a cada ciclista por el puesto obtenido en cada una de las carreras pertenecientes al trofeo en cuestión. Sin embargo, en este trabajo no se ha tenido en cuenta este último factor ya que se han analizado carreras en particular y no trofeos en general. Las posiciones obtenidas por cada uno de los participantes en cada carrera se consultaron en las clasificaciones oficiales de las carreras.

Por diversas circunstancias, algunas ediciones de las pruebas no se pudieron celebrar en el periodo cubierto por el estudio. Asimismo, cabe la posibilidad de que, aunque se haya realizado la prueba, no se disponga de los datos de ninguno de los participantes en el estudio. En ese caso, esa edición de la carrera no se analizó.

VARIABLES ANALIZADAS

Diferentes indicadores de rendimiento de los participantes fueron analizados y evaluados retrospectivamente en cada carrera. Los datos de los ciclistas que no completaron la prueba o con archivos de datos incompletos debido a problemas tecnológicos como aquellos que no disponen de datos de potencia fueron excluidos del posterior análisis.

La potencia fue registrada por medidores de potencia que los ciclistas tenían instalados en su bicicleta en ese momento. El ciclista era el responsable de la calibración del medidor de potencia. Al mismo modo, la FC fue recogida a partir del pulsómetro que cada ciclista utilizaba. La marca y el modelo del medidor de potencia y del pulsómetro varían dependiendo del año y el equipo al que cada ciclista pertenecía en cada temporada. En caso de que algún ciclista no utilizase el pulsómetro, o si los datos de la FC eran visiblemente erróneos, no constituyó un criterio de exclusión, aunque no se consideró en el análisis de la FC. Las características de la carrera fueron registradas por los ciclocomputadores. El archivo generado con toda la información recogida fue subido por el ciclista a la base de datos del equipo para su posterior análisis (TrainingPeaks, Boulder, EEUU).

Para cada ciclista y cada temporada se determinó el umbral de potencia funcional individual (FTP). El FTP calculó como el 95% de la potencia media máxima de 20 minutos obtenida en ese año (Coggan, 2003). La potencia media máxima en 20 minutos podría haber sido obtenida igualmente en un test de campo, en un entrenamiento o en una competición.

Características de las carreras

Las características de las carreras (distancia, duración y elevación) fueron grabados usando ciclocomputadores. A partir de estas variables se calcularon la velocidad media, y la Velocidad de Ascensión Media (VAM).

Carga externa

La carga externa se calculó mediante dos métodos diferentes a partir de datos de potencia. Por un lado, la *Training Stress Score* (TSS) propuesta por Coggan (2003) fue calculada usando la posterior formula:

$$TSS = \frac{t \times NP \times IF}{FTP \times 3600} \times 100$$

donde t es el tiempo en segundos, NP es la potencia normalizada (Coggan, 2003), FTP el umbral de potencia funcional individual del ciclista y IF el factor de intensidad; definido como el ratio entre NP y FTP (Coggan, 2003):

$$IF = \frac{NP}{FTP}$$

Para obtener la Potencia Normalizada (NP), los datos se suavizan utilizando una media móvil de 30 segundos (porque muchos procesos fisiológicos responden a cambios en la intensidad del ejercicio con una constante de tiempo de aproximadamente esta duración) antes de ser elevado a la cuarta potencia. Por último, los valores transformados se promedian y se toma la cuarta raíz, lo que da lugar a la NP . Utilizando este proceso, es teóricamente posible hacer comparaciones más directas entre diferentes tipos de sesiones de entrenamiento (Coggan, 2003; Jobson et al., 2009):

$$NP (W) = \sqrt[4]{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N p_i^4}$$

Donde p_i es la potencia media móvil durante el segmento de tiempo i y N es el número total de segmentos de tiempo.

En segundo lugar, el trabajo total realizado, como indicador de la carga externa, fue calculado a partir de esta fórmula (van Erp et al., 2018):

$$Trabajo\ total\ (kJ) = \frac{potencia\ (W) \times\ duración\ (s)}{1000}$$

Zonas de intensidad

A fin de analizar el tiempo transcurrido en las distintas zonas de potencia intensidad la competición, se definieron diez zonas para cada ciclista en función de la potencia y su FTP de esa temporada. La delimitación de cada zona se hizo en relación con el porcentaje del FTP . En la Tabla 1 se muestran los porcentajes utilizados para establecer cada zona.

Tabla 1: Zonas de intensidad utilizadas obtenidas a partir de los porcentajes del FTP

Nombre	Abreviatura	%FTP
Aeróbico recuperación	AeR	0-54
Aeróbico Ligero 1	AeL1	54-69
Aeróbico Ligero 2	AeL2	69-79
Aeróbico Ligero 3	AeL3	79-94
Aeróbico Medio	AeM	94-104
Aeróbico Intenso 1	AeI1	104-118
Aeróbico Intenso 2	AeI2	118-131
Tolerancia Láctica	TOLA	131-163
Máxima Producción de Lactato	MPLA	163-238
Velocidad	VELO	>238

Para el análisis adicional, y disponer de una distribución de zonas de intensidad más aproximada a la empleada en estudios anteriores, las zonas se agruparon en tres, tal y como se puede observar en la Tabla 2:

Tabla 2: Agrupación de las zonas de intensidad

Zona	Zonas agrupadas	%FTP
Z1	Aeróbico recuperación	0-54
	Aeróbico Ligero 1	
	Aeróbico Ligero 2	
	Aeróbico Ligero 3	
Z2	Aeróbico Medio	94-104
Z3	Aeróbico Intenso 1	>104
	Aeróbico Intenso 2	
	Tolerancia Láctica	
	Máxima Producción de Lactato	
	Velocidad	

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos se presentan como medias (desviación estándar). Los supuestos paramétricos de las pruebas estadísticas como la distribución normal y la homogeneidad de las varianzas se comprobaron con las pruebas de Shapiro-Wilk y ANOVA de un factor, respectivamente. Para comparar las medias de todas las variables entre los 3 grupos, si se cumplían los supuestos paramétricos se llevó a cabo el ANOVA de un factor, y si se violaban los supuestos paramétricos se efectuó la prueba de Kruskal-Wallis. Para los análisis *post-hoc* se empleó el método Bonferroni. El valor significativo se fijó en 0,05. El análisis de datos se realizó utilizando el programa SPSS (versión 27; SPSS Inc., Chicago, IL). Los análisis se realizaron de manera independiente.

Por un lado, se compararon las carreras de diferentes categorías del calendario amateur. Como se ha expuesto con anterioridad, se desglosaron de la siguiente forma: *Lehendakari, Copa de España, Clásicas*. Por otro lado, para un análisis independiente, se evaluó el efecto de la posición obtenida en la clasificación final. Para ello los datos se clasificaron en tres grupos acorde a la posición obtenida en la clasificación: 1-5, 6-20, 21-.

Para analizar diversas ediciones de una misma carrera con el objetivo de identificar lo que realmente se requiere para tener éxito en esa prueba en particular, se empleó una metodología *ad hoc* para cada carrera basada en las peculiaridades de la misma. Las carreras analizadas en esta sección fueron las mismas que se incluyeron en los análisis anteriores. El análisis se efectuó mediante el estudio de los sectores presuntamente decisivos de cada carrera, que fueron acordados junto a los responsables del equipo. El número limitado de registros disponibles no permite realizar un análisis al uso, aunque la metodología de apreciación empleada y los conocimientos obtenidos pueden ser de gran valor para los entrenadores, directores y responsables de los equipos amateur para diseñar estrategias de entrenamiento y tácticas adecuadas específicamente a cada una de las carreras.

CATEGORIA DE LA CARRERA

Se analizaron 67 carreras de Lehendakari, 59 de Copa de España y 30 de Clásica. La Tabla 3 refleja los resultados de las características de las carreras, la FC, los valores de potencia y las métricas de la carga externa y la diferenciación entre las carreras de las distintas categorías. La Tabla 4 muestra el porcentaje del tiempo transcurrido en cada una de las zonas.

Tabla 3: *Descriptor de características, volumen e intensidad diferenciando las categorías de las carreras amateur.*

	Lehendakari (n=67)	Copa de España (n=59)	Clásicas (n=30)
Distancia (km)	110 (10)	146 (10) ^a	144 (9) ^a
Duración (hh:mm:ss)	2:58:10 (0:14:56)	3:52:05 (0:15:05) ^a	3:38:52 (0:15:55) ^{ab}
Velocidad media (km/h)	37,5 (4,7)	37,8 (1,1)	39,4 (1,0) ^{ab}
Elevación (m)	2026 (330)	2052 (440)	1873 (140) ^b
FC media (ppm)	160 (9)	156 (8) ^a	153 (6) ^{ab}
Potencia media (W)	257 (23)	250 (22)	238 (21) ^{ab}
Potencia media (W/kg)	3,98 (0,30)	3,90 (0,33)	3,70 (0,30) ^{ab}
NP (W)	309 (24)	293 (24) ^a	291 (18) ^a
NP (W/kg)	4,79 (0,28)	4,55 (0,31) ^a	4,52 (0,28) ^a
Trabajo total (kj)	2723 (301)	3404 (363) ^a	3088 (368) ^{ab}
Trabajo total (kj/kg)	42,1 (3,9)	53,1 (5,1) ^a	47,9 (5,0) ^{ab}
Trabajo (kj/km)	24,5 (2,2)	23,4 (2,5) ^a	21,5 (2,0) ^{ab}
TSS	249 (38)	295 (45) ^a	269 (44) ^b
TSS/km	2,24 (0,31)	2,03 (0,32) ^a	1,84 (0,34) ^{ab}
IF	0,90 (0,05)	0,87 (0,06) ^a	0,86 (0,06) ^a
VAM (m/h)	677 (63)	496 (141) ^a	509 (44) ^a

Los valores son Promedio (Desviación Estándar)

Abreviaciones: FC, Frecuencia Cardíaca; NP: Potencia Normalizada; TSS: Training Stress Score; IF: Intensity Factor; VAM: Velocidad de Ascensión Media.

Diferencia significativa (P<0,05).

^a: Diferencia significativa respecto a Lehendakari. ^b: Diferencia significativa respecto a Copa de España.

Tabla 4: Porcentaje del tiempo transcurrido en cada zona diferenciando las categorías de las carreras amateur.

	Lehendakari (n=67)	Copa de España (n=59)	Clásicas (n=30)
AeR	33,7 (4,3)	34,4 (5,3)	37,8 (4,6) ^{ab}
AeL1	8,6 (1,9)	9,6 (1,7) ^a	10,5 (2,3) ^a
AeL2	7,1 (1,6)	7,7 (1,6)	7,6 (1,6)
AeL3	12,6 (2,7)	12,9 (2,7)	11,7 (2,3)
AeM	8,9 (1,8)	8,7 (1,9)	7,5 (1,6) ^{ab}
AeI1	10,5 (1,8)	10,0 (1,6)	8,8 (1,4) ^{ab}
AeI2	6,8 (1,8)	6,0 (1,5) ^a	5,8 (2,5) ^a
TOLA	8,0 (3,5)	6,8 (3,1)	6,6 (2,5)
MPLA	3,5 (2,1)	3,2 (2,1)	3,1 (1,5)
VELO	0,2 (0,4)	0,3 (0,5)	0,2 (0,5)
Z1	62,0 (7,3)	64,7 (6,0)	67,7 (5,2) ^a
Z2	8,9 (1,8)	8,7 (1,9)	7,5 (1,6) ^{ab}
Z3	28,9 (8,0)	26,2 (6,9)	24,5 (5,1) ^a

Los valores son Promedio (Desviación Estándar)

Diferencia significativa (P<0,05).

^a: Diferencia significativa respecto a Lehendakari. ^b: Diferencia significativa respecto a Copa de España.

En esta sección del trabajo se comparan las características y las demandas físicas de carreras de un día amateur masculina de diferentes categorías. La distancia en carreras de Copa de España y Clásicas es aproximadamente 25% más larga comparado con Lehendakari, y, por tanto, la duración de estas últimas es de casi una hora menos. Si bien la distancia es prácticamente igual, cabe destacar que la velocidad media fue más alta y por lo tanto la duración más corta en las Clásicas que en la Copa de España. Es posible que esto se deba a que la elevación es menor en Clásicas y, en consecuencia, permite ir a mayor velocidad. Aunque las diferencias en la distancia de las carreras son considerables, la elevación en el Lehendakari es similar a la de Copa de España, y significativamente mayor que la de las Clásicas. Seguramente, en Lehendakari se concentran más subidas en una distancia menor, mientras que en las Clásicas y Copa de España se incluyen más terrenos llanos entre las ascensiones, lo que provoca que el VAM sea mayor en Lehendakari. La diferencia en la concentración de las subidas podría influir en las cualidades que los ciclistas han de poseer para poder triunfar en cada tipo de carrera. Por ejemplo, en Lehendakari, debido a la mayor densidad de las subidas, los ciclistas escaladores podrían tener más opciones para demostrar sus cualidades.

En lo que respecta a la intensidad, la potencia media fue más alta en Lehendakari y Copa de España que en Clásicas. Al contrario, en la NP, no hubo diferencias entre Copa de España y Clásicas, aunque en Lehendakari la NP fue mayor. La distancia y duración más cortas y la mayor concentración de subidas en Lehendakari conllevan una mayor producción de potencia. En cuanto a la carga externa, tratándose de métricas que integran la duración y la intensidad (Sanders, 2018), no es de sorprender que el trabajo total y la TSS sean superiores en las carreras de mayor duración, sobre todo en la Copa de España, debido a su mayor duración y la alta intensidad. Sin embargo, al dividir la carga total por la distancia, a fin de obtener un valor más orientado hacia la intensidad, es palpable que en las Lehendakari se compite a mayor intensidad, seguido por Copa de España y Clásicas. En concordancia con este trabajo, un estudio efectuado en el Tour de Francia señala que la intensidad en las etapas de alta-montaña es mayor que en las etapas de media-montaña o llanas (van Erp, Kittel, et al., 2021c). Lo más probable es que, en aquellas carreras en las que hay más recorrido llano (como es el caso de Copa de España y Clásicas), se aproveche más la estela de los demás ciclistas, cosa que permite ir a gran velocidad con menor intensidad (Ouvrard et al., 2018).

En relación con el porcentaje de tiempo transcurrido en cada zona de potencia, en las carreras Lehendakari, el porcentaje del tiempo empleado en las zonas de baja intensidad es menor y mayor en las de alta intensidad en comparación con las clásicas. No obstante, cabe la posibilidad de que, aunque el porcentaje del tiempo total en zonas de alta intensidad sea menor

en las Clásicas, al tratarse de carreras de una duración considerablemente mayor, el tiempo total transcurrido en zonas de alta intensidad no difiera en las carreras de ambas categorías. La distribución del porcentaje del tiempo total en cada zona es prácticamente la misma en Lehendakari y Copa España, aunque las duraciones de las carreras de Copa España sean notablemente mayores. Por lo tanto, en las carreras de la Copa de España, los ciclistas deberán emplear más tiempo en cada una de las zonas de potencia.

En resumen, las carreras de cada categoría cuentan con sus propias características. En general, las Lehendakari son más cortas, tienen una mayor concentración de subidas y se disputan a una alta intensidad. Las Copa de España son más largas, tienen una menor concentración de subidas, aunque la elevación total es similar a las Lehendakari, y se disputan a una intensidad ligeramente menor que las Lehendakari. Al ser pruebas más largas, la carga a la que se tienen que enfrentar los ciclistas es alta. Por último, las Clásicas son carreras de una longitud parecida a las Copa de España, aunque la elevación es menor en Clásicas, y seguramente debido a ello, se disputan a una intensidad menor que las Lehendakari y Copa de España. Es preciso señalar, que, en este análisis sólo se han incluido algunas de las pruebas pertenecientes a las categorías de las carreras (Ereño, Laukiz, Santikutz, Aiztondo, Valenciaga, Mungia, Loinatz). Por ese motivo, las conclusiones obtenidas son propias de las pruebas analizadas, y pueden no ser generalizables a las carreras de la misma categoría en su totalidad.

POSICIÓN

Los datos de las carreras analizadas clasificaron en tres grupos acorde a la posición obtenida en la clasificación final: 1-5, 6-20, 21-. En total se obtuvieron 22 resultados en el grupo 1-5, 43 en el 6-20 y 91 en 21-. La Tabla 5 refleja los resultados de las características de las carreras, la FC, los valores de potencia y las métricas de la carga externa y las comparaciones entre los tres grupos de las posiciones obtenidas. La Tabla 6 muestra el porcentaje del tiempo transcurrido en cada una de las zonas.

Tabla 5: Descriptores de características, volumen e intensidad diferenciando las posiciones obtenidas en la clasificación final en las carreras amateur.

	1-5 (n=22)	6-20 (n=43)	21- (n=91)
Duración (hh:mm:ss)	3:19:22 (0:28:28)	3:20:26 (0:30:40)	3:30:41 (0:28:16) ^{ab}
Velocidad media (km/h)	38,7 (1,3)	38,3 (1,2)	37,6 (4,2) ^{ab}
Elevación (m)	2077 (317)	1970 (352)	2003 (387)
FC media (ppm)	156 (9)	155 (10)	158 (8)
Potencia media (W)	250 (27)	257 (24)	248 (22)
Potencia media (W/kg)	3,93 (0,27)	3,99 (0,35)	3,85 (0,32)
NP (W)	301 (27)	307 (23)	296 (24) ^b
NP (W/kg)	4,72 (0,26)	4,76 (0,29)	4,57 (0,32) ^b
Trabajo total (kj)	2934 (490)	3021 (412)	3090 (467)
Trabajo total (kj/kg)	46,1 (6,5)	46,9 (6,4)	48,0 (7,0)
Trabajo (kj/km)	23,0 (3,0)	23,8 (2,4)	23,5 (2,5)
TSS	256 (43)	259 (39)	278 (49)
TSS/km	2,03 (0,43)	2,03 (0,34)	2,13 (0,33)
IF	0,87 (0,06)	0,88 (0,05)	0,89 (0,06)
VAM (m/h)	631 (100)	576 (131)	563 (140)

Los valores son Promedio (Desviación Estándar)

Abreviaciones: FC, Frecuencia Cardíaca; NP: Potencia Normalizada; TSS: Training Stress Score; IF: Intensity Factor; VAM: Velocidad de Ascensión Media.

Diferencia significativa (P<0,05).

^a: Diferencia significativa respecto a 1-5. ^b: Diferencia significativa respecto a 6-20.

Tabla 6: Porcentaje del tiempo transcurrido en cada zona diferenciando las posiciones obtenidas en la clasificación final en las carreras amateur.

	1-5 (n=22)	6-20 (n=43)	21- (n=91)
AeR	34,6 (4,9)	36,1 (4,6)	34,1 (5,1)
AeL1	9,5 (2,1)	8,8 (1,7)	9,6 (2,1)
AeL2	7,5 (1,6)	6,8 (1,1)	7,7 (1,7) ^b
AeL3	12,6 (2,8)	11,6 (2,2)	13,0 (2,7) ^b
AeM	8,6 (1,7)	8,5 (1,9)	8,5 (1,9)
AeI1	10,1 (1,9)	10,3 (1,7)	9,8 (1,8)
AeI2	6,3 (2,0)	6,5 (1,5)	6,2 (1,6)
TOLA	7,3 (3,6)	7,6 (3,4)	7,2 (3,1)
MPLA	3,0 (2,1)	3,5 (2,0)	3,3 (2,0)
VELO	0,2 (0,4)	0,2 (0,5)	0,2 (0,4)
Z1	64,1 (8,0)	63,3 (6,4)	64,4 (6,6)
Z2	8,6 (1,7)	8,5 (1,9)	8,5 (1,9)
Z3	27,0 (8,4)	28,0 (7,1)	26,7 (7,1)

Los valores son Promedio (Desviación Estándar)

Diferencia significativa ($P < 0,05$).

^a: Diferencia significativa respecto a 1-5. ^b: Diferencia significativa respecto a 6-20.

Este apartado presenta las características de las carreras, la FC, los valores de potencia y las métricas de la carga externa en carreras de ciclismo amateur además de comparar estas variables en función de la posición obtenida en la carrera. La gran mayoría de los estudios que han descrito las características y demandas físicas de las carreras ciclistas presentan promedios para un amplio grupo de ciclistas sin considerar el resultado obtenido o el papel desempeñado en la carrera por cada ciclista (Leo et al., 2020, 2021; Lucía et al., 2003; Muriel et al., 2021; Palmer et al., 1994). Para conocer lo que se requiere para ganar o tener éxito en una carrera, puede ser de gran utilidad hacer una comparación de las variables relacionadas con el rendimiento en función de la posición obtenida en la clasificación final. Con este fin, los datos se agruparon en tres conjuntos en función del resultado en la clasificación final: 1-5, 6-20 y 21-.

En líneas generales se observaron escasas diferencias entre los grupos. La principal diferencia encontrada fue que en el grupo 21- la velocidad media fue significativamente inferior a la de los otros dos grupos, y por lo tanto la duración de las carreras fue significativamente mayor en el grupo que peores resultados obtuvieron. Esto es algo elemental, ya que el hecho de que pasen más tiempo en la carrera es lo que les provoca obtener una posición peor que los otros. Por otro lado, la NP (la absoluta y relativa al peso corporal) fue significativamente menor en el grupo 21- comparado con 6-20, aunque no hubo se encontró ninguna diferencia respecto a 1-5. No se encontró ninguna otra diferencia significativa en variables relacionadas con las características de las carreras, intensidad, carga externa o FC.

Respecto al porcentaje del tiempo transcurrido en cada zona, las únicas diferencias significativas encontradas fueron que comparado con 6-20, el grupo 21- transcurrió algo más de tiempo en las zonas AeL2 (6,8 vs. 7,7) y AeL3 (11,6 vs 13,0), aunque no se observaron diferencias significativas respecto al grupo con los mejores resultados. La transcendencia de estas diferencias parece ser ínfima.

En sentido genérico, no se aprecian notables diferencias en las variables analizadas en función de las posiciones obtenidas en las carreras al analizar las carreras íntegras. Puede ser que lo que hace que el éxito ocurra en una carrera no se pueda identificar al analizar la carrera íntegramente, y por lo tanto haya que identificar y analizar ciertos sectores de ellas donde se produzcan diferencias.

ANÁLISIS DE LAS CARRERAS

En esta sección se analizan una por una las siete carreras recogidas en este trabajo durante varias ediciones para determinar las demandas específicas de esa carrera en particular. Puesto que cada carrera reúne sus propias singularidades, la metodología adoptada para analizar cada carrera fue ligeramente diferente y se adaptó *ad hoc* a las necesidades de cada una de ellas. Junto con los responsables del equipo se acordaron los sectores presuntamente decisivos de cada carrera donde focalizar el análisis, que se detallan detalladamente en los apartados destinados a cada carrera.

El número limitado de registros disponibles para cada carrera y para cada grupo en base a la posición no permite realizar un análisis estadístico al uso. Sin embargo, este trabajo, más que hacia la comunidad científica, está dirigido a entrenadores y directores de los equipos amateur; que, considerando las limitaciones que la metodología adoptada posee, los conocimientos adquiridos podrían serles de gran utilidad para diseñar estrategias de entrenamiento y tácticas adecuadas específicamente a cada una de las carreras.

LAUKIZ

La carrera de Laukiz pertenece al torneo Lehendakari, por lo que la participación está reservada exclusivamente para ciclistas en edad Sub-23, y durante los años del estudio se celebró a mediados de marzo. Para este trabajo se han analizado 5 ediciones de esta carrera: 2015, 2016, 2017, 2018, 2019. En las ediciones de 2016, 2017, 2018 y 2019 los recorridos son idénticos. La carrera constaba de 5 vueltas; las cuatro primeras a un circuito de 27,5 km con las subidas a Gatika, Umbe y Loiu y una última vuelta más corta (dentro del circuito anterior) de 15 km incluyendo únicamente las subidas a Loiu y Umbe. La longitud de la carrera es de 125 km y un desnivel positivo de 2447 m. Por otro lado, en 2015, en la parte inicial se realizaron cuatro vueltas a un circuito de 10,5 km que incluía la subida a Gatika y, a continuación, tres vueltas más a un circuito ampliado de 20 km donde se subía a Umbe y Gatika, para concluir con una última ascensión a Gatika. En suma, la edición de 2015 tuvo una distancia de 113 km con un desnivel positivo de 1373 m.

Como sector presuntamente decisivo de la carrera de Laukiz se acordó la última subida a Umbe. Umbe es una subida de 2.3 km con una pendiente media de 7%. En la edición de 2015 se realizaron tres subidas a Umbe, con la última coronando a falta de 18 km a meta. En las ediciones de 2016, 2017, 2018 y 2019 se subió en cinco ocasiones, con la última subida coronando a 14,5 km de la meta y faltando una última ascensión a Loiu antes de llegar a meta.



Figura 1: Perfil de la edición 2015. Señalada la última subida a Umbe

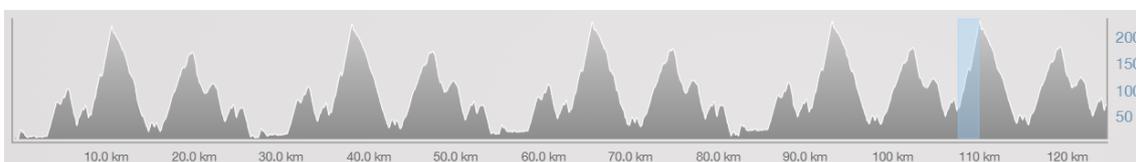


Figura 2: Perfil de las ediciones 2016, 2017, 2018 y 2019. Señalada la última subida a Umbe.

Tabla 7: Descriptores del rendimiento diferenciando las posiciones obtenidas en la clasificación final durante la última subida a Umbe.

	1-5 (n=5)	6-20 (n=6)	21- (n=12)
Duración (mm:ss)	06:04 (00:13)	06:24 (00:24)	06:36 (00:23)
Velocidad media (km/h)	23,0 (0,3)	21,4 (1,2)	20,9 (1,3)
FC media (ppm)	183 (14)	173 (9)	175 (8)
Potencia media (W)	389 (22,5)	375 (25)	360 (46)
Potencia media (W/kg)	6,3 (0,5)	5,7 (0,6)	5,5 (0,5)
NP (W)	395 (23,3)	389 (28)	366 (47)
NP (W/kg)	6,5 (0,6)	5,9 (0,6)	5,6 (0,5)
TSS	12,6 (1,1)	11,0 (5,6)	12,9 (3,3)
IF	1,20 (0,04)	1,19 (0,07)	1,11 (1,13)
VAM (m/h)	1574 (59)	1492 (58)	1479 (83)

Los valores son Promedio (Desviación Estándar)

Abreviaciones: FC, Frecuencia Cardíaca; NP: Potencia Normalizada; TSS: Training Stress Score; IF: Intensity Factor; VAM: Velocidad de Ascensión Media.

Analizando la última ascensión a Umbe, sector presuntamente decisivo de la carrera de Laukiz, se aprecian diferencias considerables entre los grupos. Los mejores clasificados en la clasificación final, el grupo 1-5, completaron el sector más rápido (menor tiempo, mayor velocidad media, mayor VAM). Respecto a la potencia, se aprecia cierta tendencia a considerar que, a mejor posición, mayor es la potencia y la NP durante el ascenso a Umbe, sea en valores absolutos como en relación con el peso corporal (W/kg) (Ilustración 3). Al realizar la comparación entre los grupos, también se aprecia una notable diferencia entre ellos. Los clasificados entre las posiciones 1-5 presentaron una potencia media de 6,3 W/kg, así como los clasificados por detrás de la posición 21- hicieron a 5,5 W/kg; lo que representa una considerable diferencia.

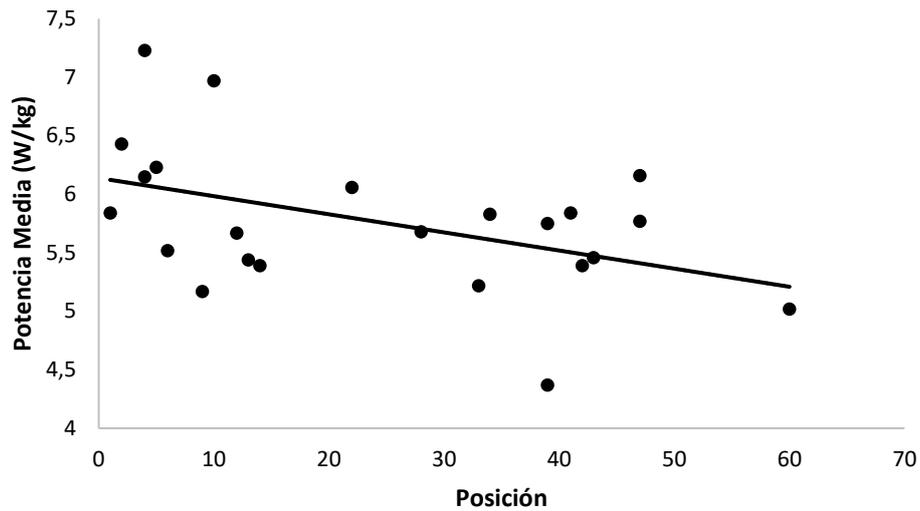


Figura 3: Relación entre el puesto en la clasificación final y la potencia media (W/kg) en la última subida a Umbe.

En conclusión, parece que la última subida a Umbe constituye un sector importante y diferenciador de la carrera de Laukiz, y por los datos analizados se deduce que para estar en las posiciones cabeceras es necesario ascender a una potencia media alrededor a 6 W/kg. Por otro lado, una vez coronado Umbe, aún faltan varios kilómetros a meta (18 km en 2015 y 14,5 km en el resto de las ediciones, incluyendo la última subida a Loiu) en los cuales pueden ocurrir diversos acontecimientos que puedan influir en el resultado final.

MUNGIA

El Gran Premio Mungia es una clásica internacional para Élite y Sub-23 que no es parte de ningún torneo. A pesar de ser una carrera joven, comenzado a disputar en el año 2011, ha conseguido cierto prestigio debido a que todos sus ganadores hasta el momento (la última edición celebrada a la escritura de este trabajo data de 2019) han conseguido debutar como profesional. Se disputa a mediados de junio, y para este trabajo se han analizado las ediciones de 2016, 2017, 2018 y 2019. Se disputa en un circuito lleno de subidas cortas, sin puertos, a la que se le dan cuatro vueltas. En las ediciones de 2016, 2017 y 2018 el circuito tenía una longitud de 34 km, por lo que la carrera en total constaba de 136 km con un desnivel positivo de 1957 m. Para la edición de 2019, el circuito se recortó en 5 kilómetros, siendo así un circuito de 29 km a los que dar cuatro vueltas, siendo a lo sumo 116 km de carrera con un desnivel positivo de 1666 m. Como sector presuntamente decisivo de la Clásica de Mungia se eligió un sector de 3,8 km con una pendiente media de 2,1%, aunque incluía dos descansillos con bajadas en su transcurso. Al finalizar este sector se iniciaba la bajada de 4 km que llevaba a la línea de meta. En 2019, a pesar de ser el circuito más corto, el sector estaba ubicado igualmente y restaba la misma distancia a meta al acabarla. En todas las ediciones los ciclistas completaban el sector en cuatro ocasiones, aunque solamente se analizó la última.



Figura 4: El perfil del Gran Premio Mungia. Señalada el sector presuntamente decisivo.

Tabla 8: *Descriptores del rendimiento diferenciando las posiciones obtenidas en la clasificación final durante el sector de 3,8 km identificada como supuestamente decisiva.*

	1-5 (n=1)	6-20 (n=1)	21- (n=4)
Duración (mm:ss)	06:59	06:37	06:21 (00:11)
Velocidad media (km/h)	32,4	33,9	35,8 (0,9)
FC media (ppm)	176	170	177 (8)
Potencia media (W)	276	295	328
Potencia media (W/kg)	5,34	4,82	5,18 (0,44)
NP (W)	301	353	373 (20)
NP (W/kg)	5,82	5,77	5,89 (0,52)
TSS	11	11	9 (6)
IF	1,01	1,04	1,12 (0,10)
VAM (m/h)	1058	1089	1103 (35)

Los valores son Promedio (Desviación Estándar)

Abreviaciones: FC, Frecuencia Cardíaca; NP: Potencia Normalizada; TSS: Training Stress Score; IF: Intensity Factor; VAM: Velocidad de Ascensión Media.

Para el análisis del sector presuntamente decisivo sólo se pudo contar con los datos de 6 carreras. La muestra disponible para el análisis es muy reducida, y por lo tanto el poder estadístico muy limitado, de manera que las conclusiones obtenidas hay que interpretarlos con cautela.

Al comparar los descriptores del rendimiento no se pueden apreciar diferencias trascendentes entre los grupos. El hecho de que el recorrido de la carrera sea un recorrido lleno de cotas o subidas cortas y que carezca de subidas de relativa entidad hace que identificar sectores supuestamente decisivos tenga mayor dificultad. Además, al carecer de subidas de entidad donde romper la carrera, en este tipo de recorridos los ciclistas han de recurrir a cualquier opción, por muy pequeño que sea, para abrir hueco respecto a sus rivales. A pesar de todo, los valores de potencia registrados en este sector son bastante elevados. Las NP relativas al peso corporal se encuentran entre un rango entre 5,33 y 6,50 W/kg, lo cual es alto para

ciclistas de este nivel en esfuerzos de esta duración (alrededor de 6,5 minutos) en los últimos compases de una carrera de más de 3 horas.

En resumen, el sector supuestamente decisivo parece no resultar decisivo a efectos de distinguir entre quienes consiguen un buen resultado en meta y aquellos que no. De todas maneras, este sector se realiza a alta intensidad. Las peculiaridades de este recorrido dificultan la definición de sectores decisivos, y el reducido tamaño de la muestra exige que las conclusiones se interpreten con mucha cautela.

EREÑO

En la carrera de Ereño, carrera perteneciente al torneo Lehendakari y participación reservada a ciclistas Sub-23, se analizaron las ediciones 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 y 2021. Todas las ediciones se celebraron a principios de marzo, salvo la del 2021, que se celebró el 25 de septiembre. En todas las ediciones el recorrido de 105 kilómetros y 1820 metros de desnivel positivo ha sido idéntico.

Como sectores supuestamente decisivos se acordaron las subidas a Nabarniz y Natxitua, ambas ascendidas una sola vez durante la carrera. Nabarniz es una ascensión de 6,1 km con una pendiente media del 5% con rampas constantes que se coronaba a 30 km de meta. La ascensión a Natxitua, por su parte, es una corta pero exigente subida de 2,4 km con una pendiente media del 8,2% que se corona a sólo 5 km del final. Después de coronar Natxitua el terreno sigue con tendencia ascendente hasta la meta en Ereño, aunque la pendiente disminuye.

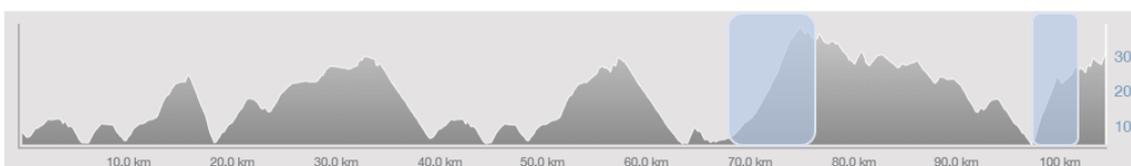


Figura 5: Perfil de la carrera de Ereño. Señaladas las subidas de Nabarniz y Natxitua.

Al disponer de una muestra relativamente amplia de datos de esta carrera, se procedió a efectuar un análisis estadístico más avanzado utilizando el paquete estadístico SPSS (versión 27; SPSS Inc., Chicago, IL). El procedimiento utilizado para dicho análisis fue el mismo que se utilizó en la sección de analizar diferencias entre los grupos que obtuvieron distintos resultados en la clasificación final.

Carrera completa

En primera instancia, se trató de comparar los descriptores de volumen e intensidad mediante la diferenciación de las posiciones obtenidas en la clasificación final durante la carrera completa. Para ello los resultados se agruparon en los grupos utilizados con anterioridad: 1-5, 6-20 y 21-. En la Tabla 9 se presentan los resultados obtenidos.

Tabla 9: Descriptores de características, volumen e intensidad diferenciando las posiciones obtenidas en la carrera completa de Ereño.

	1-5 (n=7)	6-20 (n=15)	21- (n=22)
Duración (hh:mm:ss)	2:45:30 (0:05:23)	2:46:31 (0:03:54)	2:50:43 (0:07:41) ^{ab}
Velocidad media (km/h)	37,8 (1,3)	37,6 (0,9)	36,8 (1,4) ^{ab}
FC media (ppm)	160 (6)	159 (13)	164 (5)
Potencia media (W)	260 (20)	270 (25)	252 (16)
Potencia media (W/kg)	3,99 (0,17)	4,22 (0,33)	3,91 (0,26) ^b
NP (W)	311 (14)	320 (27)	301 (18)
NP (W/kg)	4,77 (0,12)	5,00 (0,22)	4,68 (0,28) ^b
Trabajo total (kj)	2575 (235)	2662 (237)	2560 (182)
Trabajo total (kj/kg)	39,52 (2,46)	41,55 (2,50)	39,78 (2,95)
Trabajo (kj/km)	24,71 (2,42)	25,54 (2,34)	24,50 (1,69)
TSS	238 (59)	226 (19)	241 (36)
TSS/km	2,29 (0,57)	2,17 (0,19)	2,31 (0,34)
IF	0,89 (0,06)	0,90 (0,04)	0,91 (0,04)
VAM (m/h)	661 (56)	651 (27)	642 (42)

Los valores son Promedio (Desviación Estándar)

Abreviaciones: FC, Frecuencia Cardíaca; NP: Potencia Normalizada; TSS: Training Stress Score; IF: Intensity Factor; VAM: Velocidad de Ascensión Media.

Diferencia significativa ($P < 0,05$).

^a: Diferencia significativa respecto a 1-5. ^b: Diferencia significativa respecto a 6-20.

La principal diferencia significativa entre los grupos al analizar la carrera completa es que los ciclistas peor clasificados [21-] tienen significativamente mayor duración de tiempo en carrera comparado con los grupos 1-5 y 6-20, y, por lo tanto, su velocidad media es menor. Algo completamente lógico, ya que es el propio hecho de que pasen más tiempo en la carrera lo que les provoca un peor puesto final. Por otra parte, la potencia media y NP relativas al peso corporal (W/kg) son significativamente mayores en el grupo 6-20 respecto a 21-, aunque no se encuentran diferencias significativas respecto al grupo 1-5. Paradójicamente, y aunque no se encontraron diferencias significativas, los valores de potencia y el NP relativos al peso corporal son superiores en el grupo 6-20 (4,22 y 5,00 W/kg, respectivamente) que en el 1-5 (3,99 y 4,77

W/kg, respectivamente), cuando la lógica apunta a que debería ser, al contrario. Quizás el motivo de esto sea que quienes consiguen clasificarse en las primeras posiciones ahorran fuerzas en la parte principal de la carrera y, por lo tanto, son capaces de ir a la misma velocidad con una menor potencia (es decir, son técnicamente más eficientes). Las tácticas del equipo también pueden influir en esto. Puede ser que los que obtienen los mejores puestos en la carrera sean los corredores más protegidos por el equipo, cosa que les permite ir a la misma velocidad con una menor potencia, aprovechando la estela de los compañeros mientras que los que se clasifican en posiciones más atrasadas trabajan para ellos durante la mayor parte de la carrera. Puede ser que los que obtienen las peores posiciones sean los que trabajan mayoritariamente durante el inicio de la carrera, y una vez acabado su trabajo, se limiten a llegar a meta sin mayores esfuerzos, cosa que hace que la potencia media y NP disminuyan, mientras que los que se clasifican entre las posiciones 6-20 trabajan para los líderes durante prácticamente toda la carrera hasta casi el final.

En conclusión, al analizar la carrera entera de Ereño, son los ciclistas clasificados entre las posiciones 6-20 los que muestran los valores de potencia más elevados, mientras que los valores de potencia de los ciclistas clasificados en los grupos 1-5 y 6-20 son similares.

Nabarniz

Como ya se ha expuesto anteriormente, el primer sector identificado como presuntamente clave es la subida a Nabarniz, una ascensión de 6,1 km a una media del 5% coronado a 30 km del final. Dentro de este sector también se comparan los descriptores de volumen e intensidad diferenciando los grupos según su posición en la clasificación final.

Tabla 10: Descriptores del rendimiento diferenciando las posiciones obtenidas en la clasificación final durante la subida de a Nabarniz en la carrera de Ereño.

	1-5 (n=6)	6-20 (n=15)	21- (n=22)
Duración (mm:ss)	14:45 (00:29)	14:31 (00:31)	00:15:02 (00:38) ^b
Velocidad media (km/h)	24,8 (0,8)	25,6 (0,7)	24,7 (0,9) ^b
FC media (ppm)	172 (9)	176 (10)	177 (7)
Potencia media (W)	324 (27)	346 (41)	322 (24)
Potencia media (W/kg)	4,96 (0,40)	5,37 (0,41)	5,02 (0,27) ^b
NP (W)	329 (27)	353 (40)	328 (27)
NP (W/kg)	5,04 (0,42)	5,47 (0,43)	5,11 (0,30) ^b
TSS	17 (8)	17 (11)	22 (8)
IF	0,97 (0,13)	1,00 (0,06)	0,99 (0,06)
VAM (m/h)	1245 (64)	1278 (49)	1232 (48) ^b

Los valores son Promedio (Desviación Estándar)

Abreviaciones: FC, Frecuencia Cardíaca; NP: Potencia Normalizada; TSS: Training Stress Score; IF: Intensity Factor; VAM: Velocidad de Ascensión Media.

Diferencia significativa (P<0,05).

^a: Diferencia significativa respecto a 1-5. ^b: Diferencia significativa respecto a 6-20.

Las comparaciones realizadas en la subida de Nabarniz muestran una tendencia similar a la del análisis de la carrera completa. No se encontraron diferencias significativas respecto al grupo 1-5 en ninguna de las variables analizadas. Sin embargo, el grupo 6-20 ascendió significativamente más rápido que el grupo 21- tal y como muestran las variables relacionadas con la velocidad (duración, velocidad media y VAM). Además, la potencia media y NP relativas al peso corporal (W/kg) fueron superiores en el grupo 6-20 respecto a 21-.

Dado que se observan diferencias significativas entre los grupos 6-20 y 21-, puede intuirse que esta subida es la que hace una primera, pero no definitiva selección de la carrera.

Natxitua

El segundo sector identificado como presuntamente clave es la subida a Natxitua. Es una ascensión de 2,4 km a una media de 8,2% que se corona a falta de solamente 5 km del final. En la Tabla 11 se muestran y se comparan los descriptores del rendimiento diferenciando según la posición obtenida en la clasificación final.

Tabla 11: Descriptores del rendimiento diferenciando las posiciones obtenidas en la clasificación final durante la subida de a Natxitua en la carrera de Ereño.

	1-5 (n=6)	6-20 (n=15)	21- (n=22)
Duración (mm:ss)	07:22 (00:35)	07:37 (00:39)	08:32 (01:00) ^{ab}
Velocidad media (km/h)	19,9 (1,5)	19,2 (1,4)	17,3 (1,9) ^{ab}
FC media (ppm)	179 (13)	175 (12)	173 (10)
Potencia media (W)	387 (20)	372 (68)	333 (43) ^{ab}
Potencia media (W/kg)	5,92 (0,30)	5,96 (0,49)	5,19 (0,61) ^{ab}
NP (W)	393 (21)	386 (43)	336 (41) ^{ab}
NP (W/kg)	6,01 (0,31)	6,03 (0,52)	5,23 (0,59) ^{ab}
TSS	12 (6)	10 (6)	13 (5)
IF	1,15 (0,10)	1,09 (0,06)	1,02 (0,12) ^{ab}
VAM (m/h)	1541 (142)	1505 (158)	1304 (299) ^{ab}

Los valores son Promedio (Desviación Estándar)

Abreviaciones: FC, Frecuencia Cardíaca; NP: Potencia Normalizada; TSS: Training Stress Score; IF: Intensity Factor; VAM: Velocidad de Ascensión Media.

Diferencia significativa ($P < 0,05$).

^a: Diferencia significativa respecto a 1-5. ^b: Diferencia significativa respecto a 6-20.

En el ascenso a Natxitua no se encontró ninguna diferencia significativa entre los grupos 1-5 y 6-20. No obstante, se encontraron diferencias significativas en la mayoría de las variables entre los grupos 1-5 y 21-, y los grupos 6-20 y 21-. Los ciclistas mejor clasificados subieron más rápido y con mayor potencia que los ciclistas peor clasificados. En la Figura 6 también se aprecia que existe una relación entre la posición obtenida en meta y la potencia media relativa al peso corporal, siendo aquellos que obtuvieron una mejor posición capaces de producir una potencia mayor que aquellos que se clasificaron más atrasados.

Estas diferencias pueden deberse a varias razones. Por un lado, podría ser que los peor clasificados ya estuviesen descartados de la disputa de la carrera al comienzo de la subida, y por la proximidad de la meta, pretendieran simplemente terminar la carrera sin mayor esfuerzo. Esto podría deberse a que los peor clasificados podrían haber estado la mayor parte de la carrera trabajando para sus líderes de equipo, utilizando todas sus fuerzas en favor de sus compañeros, y llegaron al final con más fatiga acumulada que los que iban a disputar la carrera. Otra

explicación posible es que los ciclistas mejor clasificados son ciclistas con mejor condición y a pesar de toda la fatiga acumulada durante la carrera son capaces de continuar a una intensidad que los ciclistas peor clasificados (supuestamente con peores condiciones) son incapaces de hacerlo (van Erp et al., 2021).

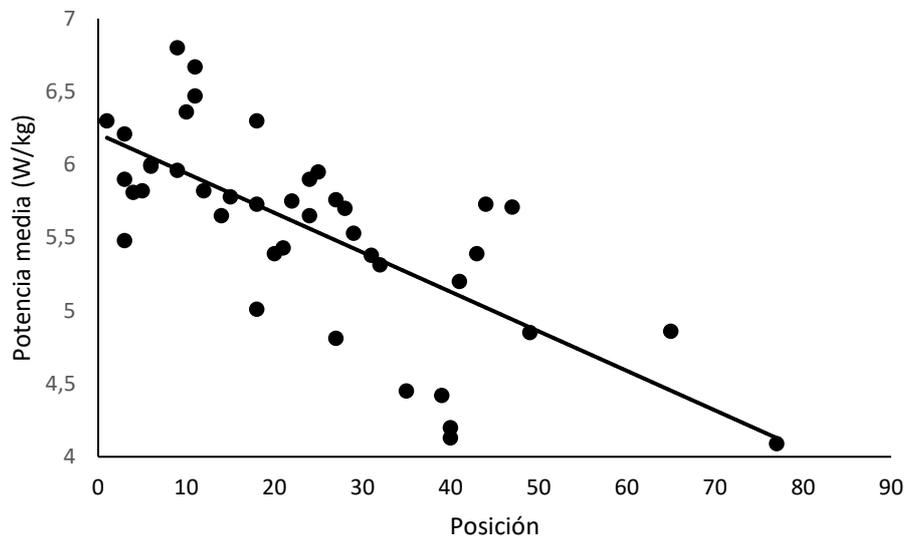


Figura 6: Relación entre el puesto en la clasificación final y la potencia media (W/kg) en la subida a Natxitua.

Aunque se encontró una diferencia significativa con respecto al grupo peor clasificado y se observa una cierta tendencia a que los mejores clasificados tengan una potencia relativo al peso corporal (W/kg) más alto, no hay diferencias significativas entre los grupos 1-5 y 6-20, y se dan casos en los que los que ocupa los puestos intermedios han realizado una potencia relativo al peso corporal (W/kg) superior a la de aquellos en puestos de cabeza. A partir de los datos analizados para este trabajo no es posible conocer el contexto en el que se realizaron los esfuerzos (la situación de la carrera, el posicionamiento en el pelotón...), de modo que es posible que existan factores no reconocidos que provoquen que, aunque la potencia y el tiempo empleado sean parecidos, algunos consigan una mejor posición que otros. Además, se debe considerar que una vez coronado Natxitua, aún restan 5 km hasta la meta, y durante este segmento también pueden suceder cosas que pueden definir el resultado de la carrera.

Conclusiones

En la carrera de Ereño, tras analizar los descriptores de rendimiento en tres sectores (carrera completa, subida a Nabarniz y subida a Natxitua) se puede afirmar que existen mayores

diferencias cuanto más cerca del final de la carrera se encuentre el sector analizado. Al analizar la carrera completa no se aprecian diferencias entre los grupos 1-5 y 21-, mientras que, en el último sector, en la subida a Natxitua, se encontraron diferencias significativas en la mayoría de las variables analizadas. Aunque los datos disponibles sugieren que es un sector importante, no es posible hacer una diferenciación entre 1-5 y 6-20, por lo que se supone que hay otros factores o sectores no identificados que marcan la diferencia entre ellos.

AIZTONDO KLASIKA

Aiztondo Klasika es una carrera perteneciente a la Copa de España Élite y Sub-23 que habitualmente se celebra en la primera quincena del marzo. En este trabajo se analizaron las ediciones de 2016, 2017, 2018, 2019 y 2021. La carrera se desarrolla en torno al valle de Aiztondo, y los municipios de salida y meta varían anualmente, de manera que el recorrido es parcialmente diferente cada año. No obstante, los recorridos de todas las ediciones analizadas tienen ciertos puntos en común, que se han considerado como sectores presuntamente decisivos para realizar las comparaciones. Por un lado, en todas las ediciones, a pesar de que se asciende en diferentes momentos de la carrera, se sube a Alkiza; subida de 4,3 kilómetros con una pendiente media del 6% (cuenta con un breve descansillo de aproximadamente 0,5 km en ligero descenso) cuyo descenso es bastante técnico y un buen posicionamiento al coronar es importante. Por otra parte, una vez completado el descenso de Alkiza, el recorrido discurre por un circuito de 14,5 km por el valle de Aiztondo. El circuito incluye las cotas de Zizurkil (1 km al 4,3%) y Aduna (0,7km al 9,3%). El número de vueltas a realizar dentro del circuito y el recorrido restante al completar las vueltas al circuito varían en función del recorrido de cada edición. Así pues, a modo de sectores presumiblemente decisivos se analizaron la subida a Alkiza, las vueltas al circuito y las cotas de Zizurkil y Aduna. En las Tablas 12-16 se muestran las características del recorrido de cada edición, la localización de la subida de Alkiza en el recorrido, el número de vueltas al circuito y la distancia y el recorrido restante hasta meta una vez finalizado el circuito.

Debido a las características de la muestra y al hecho de que sólo había un sujeto clasificado entre las 5 primeras posiciones, para el análisis de la Aiztondo Klasika los resultados se agruparon en los grupos 1-15 y 15-.

Tabla 12: Resumen del recorrido de la edición de 2016.

2016	
Localidad de meta	Asteasu
Carrera completa	
Distancia (km)	131
Desnivel positivo (m)	1180
Alkiza	
Distancia recorrida al iniciar (km)	91
Distancia restante al coronar (km)	35
Circuito	
Número de vueltas	5
Distancia restante al finalizar el circuito (km)	0

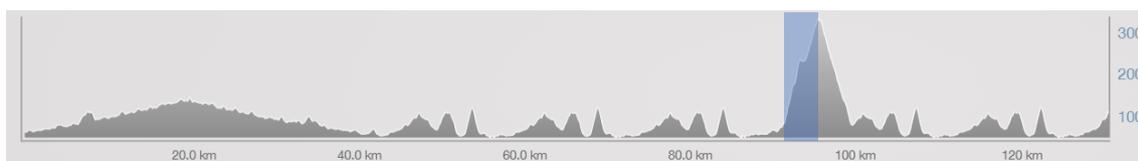


Figura 7: Perfil de la edición de 2016. Señalada la subida a Alkiza.

Tabla 13: Resumen del recorrido de la edición de 2017.

2017	
Localidad de meta	Villabona
Carrera completa	
Distancia (km)	140
Desnivel positivo (m)	1410
Alkiza	
Distancia recorrida al iniciar (km)	40
Distancia restante al coronar (km)	94
Circuito	
Número de vueltas	6
Distancia restante al finalizar el circuito (km)	18
Recorrido restante al finalizar el circuito	Subida a Sarasola (1,3 km al 10%), bajar a Asteasu y parte del circuito incluyendo las subidas a Zizurkil y Aduna

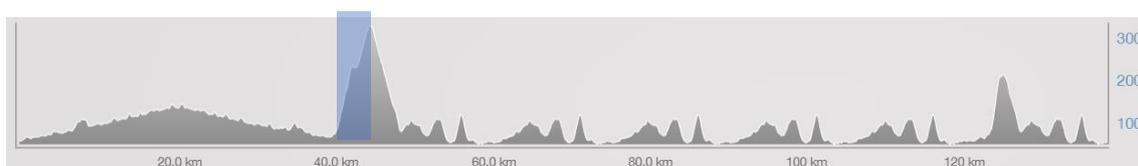
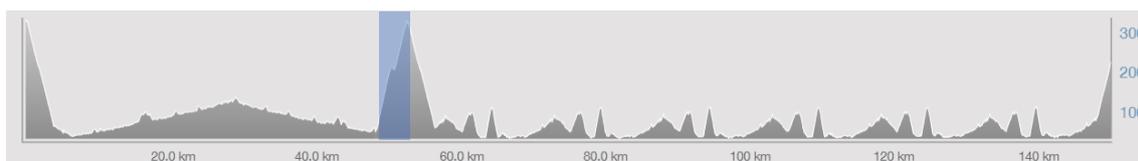


Figura 8: Perfil de la edición de 2017. Señaladas la subida a Alkiza.

Tabla 14: Resumen del recorrido de la edición de 2018.

2018	
Localidad de meta	Larraul
Carrera completa	
Distancia (km)	147
Desnivel positivo (m)	1740
Alkiza	
Distancia recorrida al iniciar (km)	41
Distancia restante al coronar (km)	82
Circuito	
Número de vueltas	6
Distancia restante al finalizar el circuito (km)	1,7
Recorrido restante al finalizar el circuito	
	Subida a Larraul (1,7 km al 7,3%)

**Figura 9:** Perfil de la edición de 2018. Señaladas la subida a Alkiza.**Tabla 15:** Resumen del recorrido de la edición de 2019.

2019	
Localidad de meta	Aduna
Carrera completa	
Distancia (km)	127
Desnivel positivo (m)	1264
Alkiza	
Distancia recorrida al iniciar (km)	41
Distancia restante al coronar (km)	82
Circuito	
Número de vueltas	6
Distancia restante al finalizar el circuito (km)	0

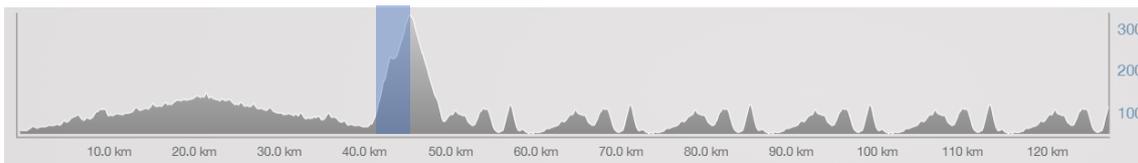


Figura 10: Perfil de la edición de 2019. Señaladas la subida a Alkiza.

Tabla 16: Resumen del recorrido de la edición de 2021.

2021	
Localidad de meta	Zizurkil
Carrera completa	
Distancia (km)	144
Desnivel positivo (m)	1758
Alkiza	
Distancia recorrida al iniciar (km)	59
Distancia restante al coronar (km)	81
Circuito	
Número de vueltas	6
Distancia restante al finalizar el circuito (km)	8,8
Recorrido restante al finalizar el circuito	Subida a Zizurkil desde un camino alternativo (0,9km al 11,2%), subida a Aduna y bajada a Zizurkil de abajo para meta

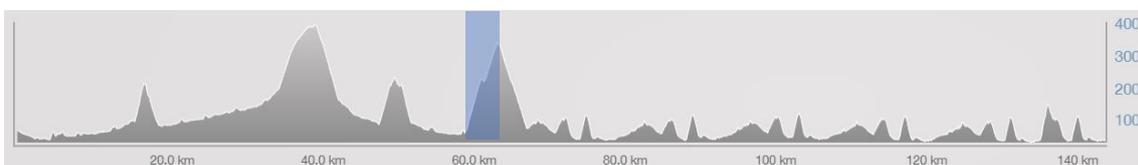


Figura 11: Perfil de la edición de 2021. Señaladas la subida a Alkiza.

Alkiza

Al ser el recorrido de la Aiztondo Klasika variable en cierta medida, la localización de la subida a Alkiza ha variado a lo largo de las ediciones de la carrera. La Tabla 17 muestra la evolución del tiempo promedio en el ascenso a Alkiza y la potencia media relativa al peso corporal en cada edición. Aparentemente, la ubicación de la subida no influye en el tiempo o la intensidad en la que se realiza la subida, aunque hay un incremento de la potencia a medida que avanzan los años. Aunque con los datos utilizados en este trabajo no se pueda confirmar con certeza, esto podría darse debido a un aumento del nivel de los ciclistas que compiten en el pelotón amateur. Analizar la evolución del nivel de los ciclistas amateur a lo largo de los años puede ser un tema de estudio interesante de cara al futuro. Otra posible razón por la que la intensidad en la subida a Alkiza haya aumentado a lo largo puede deberse a razones tácticas. Es posible que en la medida que los años avanzan, los equipos vayan atribuyéndole cada vez mayor importancia al descenso de este puerto, por lo que los ciclistas luchan para tener la mejor colocación posible para afrontar el descenso en posiciones más ventajosas, lo que causa que la subida se realice a mayor intensidad.

Tabla 17: *Evolución del tiempo promedio en el ascenso a Alkiza y la potencia media en cada edición.*

Edición	Tiempo de ascensión (mm:ss)	Potencia media (W/kg)	Distancia restante a meta (km)
2016 (n=3)	11:59	5,27	35
2017 (n=3)	11:26	5,36	94
2018 (n=4)	11:03	5,60	82
2019 (n=5)	10:41	6,02	82
2021 (n=4)	11:34	6,04	81

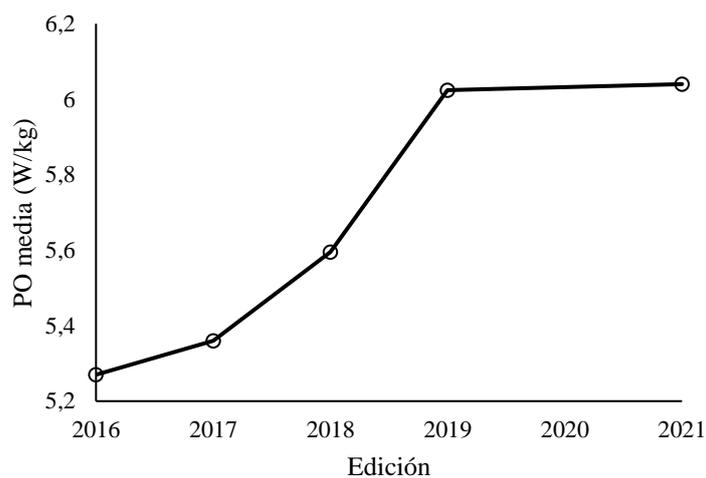


Figura 12: Evolución de la potencia media relativa al peso corporal (W/kg) en la ascensión a Alkiza.

Tabla 18: Descriptores del rendimiento diferenciando las posiciones obtenidas en la clasificación final durante la subida a Alkiza.

	1-15 (n=6)	15- (n=13)
Duración (mm:ss)	11:02 (00:24)	11:23 (00:39)
Velocidad media (km/h)	23,0 (1,4)	22,6 (1,6)
FC media (ppm)	174 (4)	181 (8)
Potencia media (W)	387 (41)	356 (27)
Potencia media (W/kg)	5,85 (0,27)	5,62 (0,46)
NP (W)	395 (42)	364 (26)
NP (W/kg)	5,97 (0,28)	5,76 (0,46)
TSS	14 (11)	19 (9)
IF	1,10 (0,07)	1,13 (0,08)
VAM (m/h)	1432 (116)	1358 (107)

Los valores son Promedio (Desviación Estándar)

Abreviaciones: FC, Frecuencia Cardíaca; NP: Potencia Normalizada; TSS: Training Stress Score; IF: Intensity Factor; VAM: Velocidad de Ascensión Media.

En el ascenso a Alkiza no se aprecian diferencias considerables entre los grupos en los descriptores del rendimiento. Incluso si no se producen importantes diferencias, la intensidad a la que se asciende es muy alta, a una potencia media superior a 5,5 W/kg en la mayoría de los casos. Así, a pesar de que la subida a Alkiza no sea un sector clave para la selección de la carrera o para abrir diferencias, se debe ascender a alta intensidad si se pretende seguir en la disputa de la carrera.

Circuito

Tras concluir el descenso de Alkiza, la carrera recorre varias vueltas (entre 5 y 6, dependiendo de la edición) por un circuito de 14,5 km alrededor del valle de Aiztondo. El circuito incluye las cotas de Zizurkil (1 km al 4,3%) y Aduna (0,7 km al 9,3%).

La Figura 13 presenta la evolución de la velocidad media en cada vuelta diferenciando los grupos según la posición obtenida en la clasificación final. La velocidad media de las vueltas al circuito se mantiene prácticamente constante en el grupo 1-15, mientras que en el grupo 15- se aprecia una disminución de la velocidad media a partir de la tercera vuelta.

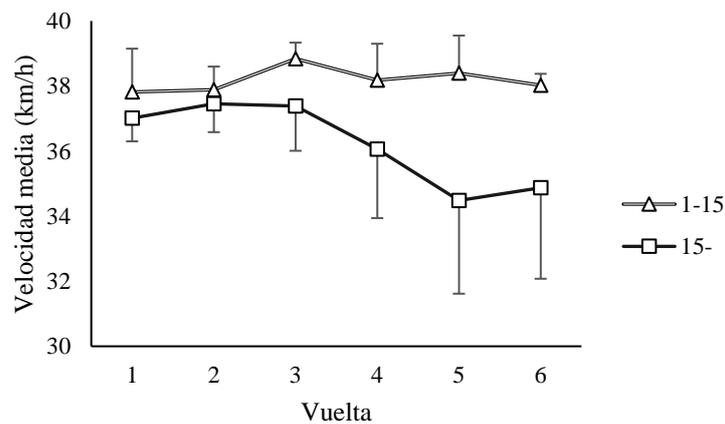


Figura 13: Evolución de la velocidad media en cada vuelta diferenciando los grupos según la posición obtenida en la clasificación final.

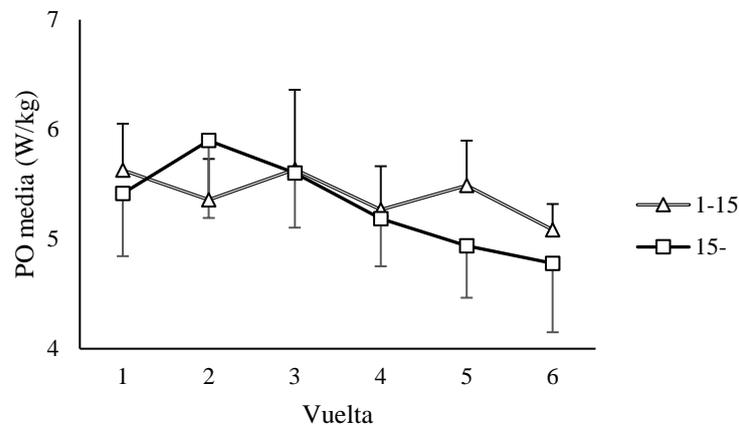


Figura 14: Evolución de la potencia media (W/kg) en la subida a Zizurkil en cada vuelta diferenciando los grupos según la posición obtenida en la clasificación final.

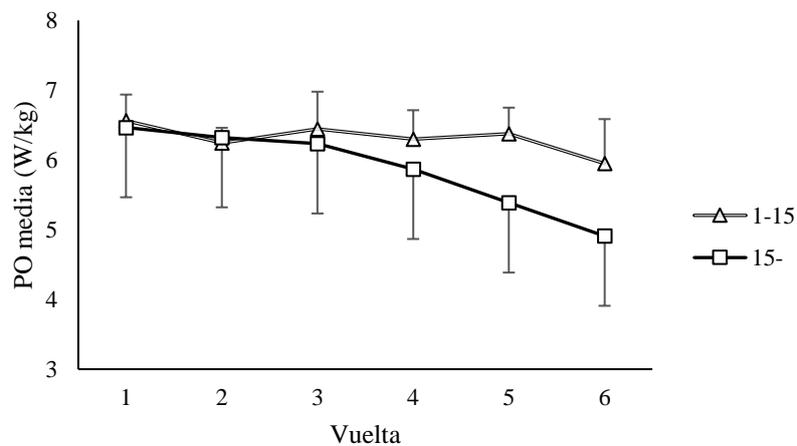


Figura 15: Evolución de la potencia media (W/kg) en la subida a Aduna en cada vuelta diferenciando los grupos según la posición obtenida en la clasificación final.

Las Figuras 14 y 15 muestran la evolución de la potencia media en relación al peso corporal (W/kg) en las subidas de Zizurkil y Aduna para cada vuelta del circuito. Las dos ascensiones tienen una duración parecida (en torno a los 2 minutos), aunque se observa que la subida a Aduna se realiza a mayor intensidad que la de Zizurkil. Puede que esto se deba a la diferencia de pendiente en las dos cotas. La subida a Zizurkil (4,3%) tiene menor pendiente que

la de Aduna (9,3%), lo cual permite ir a una mayor velocidad, y, por lo tanto, sacar mayor beneficio de seguir la estela de los demás competidores.

En la subida a Zizurkil prácticamente no se aprecian diferencias entre los grupos, aunque la potencia media es ligeramente superior en el grupo 1-15 en las últimas dos vueltas. Por otra parte, la intensidad de la subida disminuye gradualmente en ambos grupos a medida que pasan las vueltas. En la subida a Aduna, el gráfico de la potencia media en relación con el peso corporal (W/kg) muestra una evolución semejante a la de la velocidad media en las vueltas completas al circuito. En las tres primeras subidas, ambos grupos muestran una potencia similar, aunque a partir de la cuarta ascensión, el grupo 15- presenta una reducción de la potencia mientras que el grupo 1-15 consigue mantener la intensidad superior a 6 W/kg. En las subidas a Aduna, la principal diferencia entre los grupos 1-15 y 15- no parece ser la capacidad de realizar una subida máxima, ya que apenas hay diferencia entre las subidas más intensas de ambos grupos, sino la capacidad de repetir esfuerzos casi máximos repetidamente y después de mucha fatiga acumulada, término conocido como la repetibilidad (Muriel, Mateo-March, et al., 2021).

Conclusiones

En la subida a Alkiza no se aprecian diferencias notables entre los grupos, aunque la intensidad de la subida es alta y ha ido en aumento en los últimos años. Una vez entrados al circuito, los mejores son capaces de mantener la velocidad a medida que pasan las vueltas, mientras que los peor clasificados sufren una disminución de la velocidad a partir de la tercera vuelta. Respecto a las cotas en el circuito, Aduna parece ser más determinante que Zizurkil, probablemente por su mayor pendiente. Si bien las dos subidas tienen una duración similar de aproximadamente dos minutos, Aduna se sube a mayor intensidad, y se observan mayores diferencias entre los grupos a medida que avanzan las vueltas. La capacidad de repetir esfuerzos de muy alta intensidad (~6,5 W/kg) en la subida a Aduna parece ser una de las claves para obtener una buena posición en la Aiztondo Klasika.

KLASIKA LOINATZ

La Klasika Loinatz es la carrera amateur más antigua (la de 2021 fue la 93ª edición) a nivel estatal que se celebra en la localidad guipuzcoana de Beasain. Es una clásica que no pertenece a ningún torneo, cuenta con la participación de ciclistas Élite y Sub-23 y habitualmente se celebra a principios del mes de julio. En este trabajo se analizaron las ediciones 2017, 2018, 2019 y 2021 de la carrera. La primera parte del recorrido es variable en todas las ediciones, aunque los últimos 35 kilómetros fueron iguales en todas las ediciones analizadas. Dependiendo del itinerario de la primera parte de la carrera, la longitud total del recorrido no fue siempre igual, aunque en todas ha sido de aproximadamente 150 km.

La parte final de 35 km incluye dos subidas a Olaberria y una intermedia a Mandubia. La subida a Mandubia es una subida de 7,8 km a una pendiente media del 4,5%, aunque cuenta con varios descansillos y la pendiente es irregular. Desde coronar Mandubia hasta la meta en Beasain restan 16 km, incluyendo una última subida a Olaberria (2km al 7%). Como sector presuntamente decisivo se acordó la subida a Mandubia.

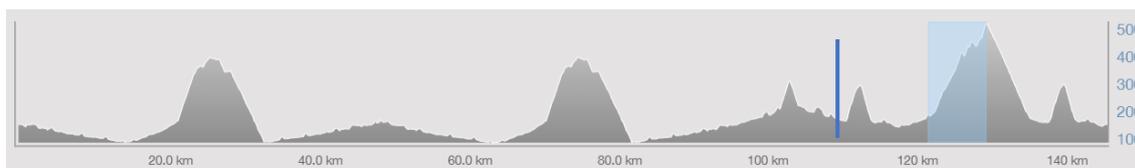


Figura 16: Perfil de la Klasika Loinatz de 2021. Señalada la subida a Mandubia. Los últimos 35 km (a partir de la línea azul) han sido idénticos en las ediciones de 2017, 2018, 2019 y 2021.

Tabla 19: Descriptores del rendimiento diferenciando las posiciones obtenidas en la clasificación final durante la subida de a Mandubia.

	1-10 (n=9)	11- (n=11)
Duración (mm:ss)	17:53 (00:38)	22:06 (03:14)
Velocidad media (km/h)	26,4 (0,9)	21,8 (3,1)
FC media (ppm)	176 (5)	164 (10)
Potencia media (W)	321 (30)	270 (41)
Potencia media (W/kg)	5,20 (0,39)	4,12 (0,71)
NP (W)	342 (30)	291 (41)
NP (W/kg)	5,54 (0,39)	4,43 (0,71)
TSS	24 (4)	25 (4)
IF	0,99 (0,08)	0,85 (0,12)
VAM (m/h)	1179 (52)	976 (126)

Los valores son Promedio (Desviación Estándar)

Abreviaciones: FC, Frecuencia Cardíaca; NP: Potencia Normalizada; TSS: Training Stress Score; IF: Intensity Factor; VAM: Velocidad de Ascensión Media.

Debido a las características de la muestra, para la comparación de las variables de rendimiento, los resultados se agruparon en los grupos *1-10* y *11-*. En la mayoría de las variables se aprecian diferencias notables entre los grupos. La velocidad en la subida fue considerablemente mayor en el grupo *1-10* (26,4 km/h) que en el *11-* (21,8 km/h). El tiempo empleado y el VAM, ambas variables directamente relacionadas con la velocidad, también siguen el mismo patrón. En lo referente a la intensidad, la potencia media y NP (absoluta y relativa al peso corporal) fueron considerablemente superiores en el grupo mejor clasificado. La IF es considerablemente mayor en *1-10* que en *11-*, lo que podría significar que los mejor clasificados subieron a intensidades más cercanas a sus máximos mientras que los del grupo *11-* no fueron capaces. Un motivo puede ser que los ciclistas mejor clasificados y, supuestamente en mejor estado físico, son capaces de realizar esfuerzos cercanos a sus máximos en fatiga tras realizar grandes cantidades de trabajo anteriores; mientras que los ciclistas con peor estado físico sufren una mayor reducción de su capacidad de trabajo en las mismas condiciones de fatiga (Muriel, Mateo-March, et al., 2021; van Erp et al., 2021). Otra posible razón es que los clasificados en las posiciones retrasadas hubieran trabajado en favor de los líderes de sus

equipos durante las fases anteriores de la carrera y llegaran a la subida a Mandubia con más fatiga acumulada que los que obtienen posiciones más delanteras, que es posible que vayan más protegidos durante la mayor parte de la carrera.

En conclusión, existen notables diferencias en la subida a Mandubia en función del resultado obtenido en la clasificación final, por lo que esta subida puede considerarse como sector clave de la Klasika Loinatz.

SANTIKUTZ KLASIKA

Santikutz Klasika es una prueba ciclista de un día que se celebra anualmente el 1 de mayo en la localidad guipuzcoana de Legazpi. Es una prueba de gran historia y prestigio, la del 2021 fue la 87ª edición y muchos de sus vencedores han conseguido llegar al campo profesional. Actualmente forma parte de la Copa de España Élite y Sub-23.

En este trabajo se analizaron las ediciones 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 y 2021 de la Santikutz Klasika. La parte inicial del recorrido fue prácticamente la misma en todas las ediciones, aunque la parte final se modificó en la edición de 2021, mientras que entre las ediciones de 2015 y 2019 la parte final del recorrido se mantuvo constante. Por ello, finalmente la edición del 2021 fue excluida para el posterior análisis.

La longitud y el desnivel positivo del recorrido de la carrera en las ediciones de 2015, 2016, 2017, 2018 y 2019 varió ligeramente entre un rango de 141 y 147 km y 2200 y 2300 m debido a pequeños cambios en las fases iniciales del recorrido. En todas estas ediciones, la última subida era la de Deskarga desde Antzuola, que se coronaba a falta de 6 km para la meta en Legazpi. Esta ascensión, que se ha identificado como sector presuntamente decisivo de la carrera, es una ascensión de 3,1 km a una pendiente media del 7,5% con algunas rampas de hasta el 12%. La aproximación al pie de puerto, de aproximadamente 3km, que inicia en Bergara, es también bastante exigente, aunque no se incluyó para el análisis.



Figura 17: Perfil de las ediciones 2015, 2016, 2017, 2018 y 2019 de la Santikutz Klasika. Señalada la subida a Deskarga.

Tabla 20: Descriptores del rendimiento diferenciando las posiciones obtenidas en la clasificación final durante la subida de a Deskarga.

	6-20 (n=3)	21- (n=14)
Duración (mm:ss)	08:28 (00:14)	10:45 (01:36)
Velocidad media (km/h)	21,8 (0,6)	17,5 (2,4)
FC media (ppm)	180 (4)	170 (12)
Potencia media (W)	384 (11)	301 (37)
Potencia media (W/kg)	6,18 (0,43)	4,77 (0,74)
NP (W)	394 (10)	312 (37)
NP (W/kg)	6,35 (0,42)	4,93 (0,73)
TSS	18 (1)	12 (6)
IF	1,16 (0,03)	0,92 (0,12)
VAM (m/h)	1625 (67)	1316 (199)

Los valores son Promedio (Desviación Estándar)

Abreviaciones: FC, Frecuencia Cardíaca; NP: Potencia Normalizada; TSS: Training Stress Score; IF: Intensity Factor; VAM: Velocidad de Ascensión Media.

Para el análisis de la subida a Deskarga, los datos se agruparon en los grupos 6-20 y 21- en función de la posición obtenida en la clasificación final, ya que no hubo ningún sujeto clasificado entre las primeras cinco posiciones en las ediciones analizadas.

Los clasificados entre las posiciones 6-20 ascendieron Deskarga en un menor tiempo y a mayor intensidad que los clasificados en 21-. Todas las variables relacionadas con la velocidad (duración, velocidad y VAM) indican que los clasificados en los puestos más delanteros realizaron una ascensión más rápida. En lo referente a la intensidad de la ascensión, se observa una gran diferencia entre los grupos 6-20 y 21- en la potencia relativa al peso corporal (6,18 y 4,77 W/kg, respectivamente). La Figura 18 muestra la relación entre la posición obtenida en la clasificación final y la potencia media relativa al peso corporal (W/kg) en la subida a Deskarga. Se observa una clara tendencia a que aquellos que ascienden a mayor intensidad consiguen puestos más delanteros. La IF y la TSS son notablemente inferiores en el grupo 21-, lo que parece indicar que los ciclistas clasificados en estas posiciones no subieron a la misma intensidad que los clasificados en 6-20. La intensidad inferior entre los clasificados en los puestos más atrasados

puede deberse a diferentes razones. Un motivo puede ser que los ciclistas mejor clasificados y, supuestamente en mejor estado físico, son capaces de realizar esfuerzos más cercanos a sus máximos en fatiga tras realizar grandes cantidades de trabajo anteriores; mientras que los ciclistas con peor estado físico sufren una mayor reducción de su capacidad de trabajo en las mismas condiciones de fatiga (Muriel, Mateo-March, et al., 2021; van Erp et al., 2021). Otra posible razón es que los clasificados en las posiciones retrasadas hubieran trabajado en favor de los líderes de sus equipos durante las fases anteriores de la carrera y llegaran a la subida a Deskarga con más fatiga acumulada que los que obtienen posiciones más delanteras, que es posible que vayan más protegidos durante la mayor parte de la carrera. Pese a todo, la falta de sujetos clasificados entre las cinco primeras posiciones impide conocer lo que realmente se requiere en la subida a Deskarga para estar en las posiciones más delanteras en la Santikutz Klasika. Dadas las diferencias entre los grupos 6-20 y 21- y que la subida a Deskarga se perfila como un sector clave de la carrera para abrir diferencias entre los corredores, es más que posible que para clasificarse entre los cinco primeros sea necesario subir este puerto en menos tiempo y a mayor intensidad que incluso los clasificados en 6-20.

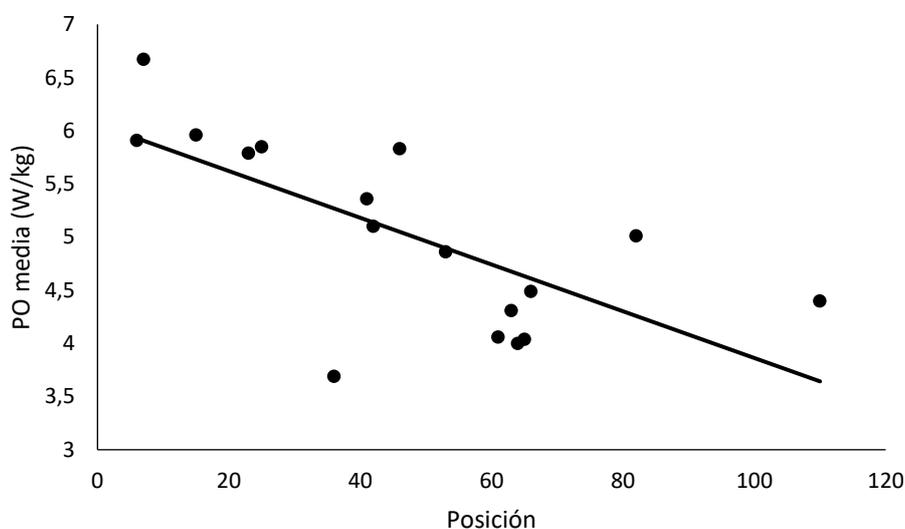


Figura 18: Relación entre la posición en la clasificación final y la potencia media relativa al peso corporal (W/kg) en la subida a Deskarga.

En conclusión, dadas las diferencias importantes entre los grupos 6-20 y 21- en los descriptores del rendimiento en la subida a Deskarga, esta se perfila como un sector clave de la carrera para abrir diferencias entre los ciclistas. Sin embargo, la falta de sujetos clasificados

entre las cinco primeras posiciones impide saber qué se requiere realmente para estar en los primeros puestos de la Santikutz Klasika.

MEMORIAL VALENCIAGA

El Memorial Valenciaga de Eibar es una de las carreras amateur de un día de mayor prestigio a nivel estatal. Se celebró por primera vez en 1972 y actualmente forma parte de la Copa de España Élite y Sub-23. En este trabajo se analizaron las ediciones entre 2017 y 2021, salvo la de 2018, debido a que la carrera fue anulada como consecuencia de un accidente. Todas las ediciones analizadas se celebraron en la primera quincena de abril excepto la de 2020, que se celebró el 11 de noviembre.

A lo largo de los años analizados, el recorrido del Memorial Valenciaga ha variado, aunque algunos tramos se han mantenido en todas las ediciones. La longitud de la carrera ha oscilado entre 151 y 164 km, y el desnivel positivo ha sido siempre de aproximadamente 2300 m. El principal cambio realizado en los recorridos durante las ediciones parte del estudio fue la modificación de la ubicación de la meta. En 2017 y 2019 la meta se situó en el centro de Eibar, mientras que en las ediciones de 2020 y 2021 la carrera terminó en el Santuario de Arrate. En las ediciones en las que la llegada estaba situada en Eibar (2017 y 2019), la subida a Ixua, la de mayor entidad en el Memorial Valenciaga y el sector identificado como presuntamente clave de la carrera, se subía una sola vez, para después de descender a Etxebarria y afrontar la subida a San Miguel y su descenso para acabar en Eibar, de manera que Ixua se coronaba cuando faltaban 30 km a meta. Por otra parte, en las ediciones en las que la meta estaba situada en el Santuario de Arrate (2020 y 2021) la fase final del recorrido seguía la misma ruta que en las ediciones anteriores, aunque una vez llegados a Eibar tras Ixua y San Miguel, los ciclistas debían realizar una segunda subida a Ixua para llegar al Santuario de Arrate.

La subida a Ixua tiene una longitud de 3,8 km a una pendiente media del 9,6%. Cuando Ixua se corona para iniciar el descenso hacia Etxebarria (las subidas en 2017 y 2019 y las primeras subidas en 2020 y 2021), el descenso se inicia inmediatamente, mientras que al llegar al cruce de Ixua para ir hacia el Santuario de Arrate (las segundas ascensiones en 2020 y 2021), restan tres kilómetros, de los cuales el primero sigue en subida y los dos últimos alternando tramos de llano y descenso. Aunque en las segundas ascensiones de 2020 y 2021 la subida continuaba una vez llegados a Ixua, se recogieron los datos hasta este punto para poder hacer una mejor comparación con las ediciones y subidas anteriores.

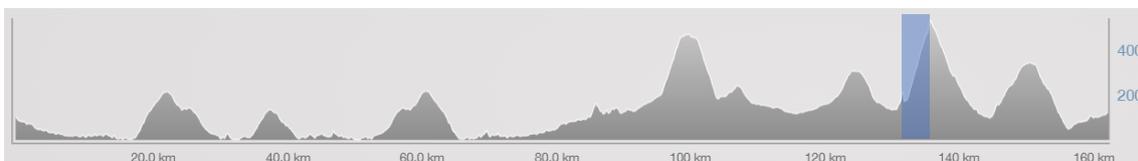


Figura 19: Perfil del Memorial Valenciaga de 2017. Señalada la subida a Ixua.



Figura 20: Perfil del Memorial Valenciaga de 2019. Señalada la subida a Ixua.

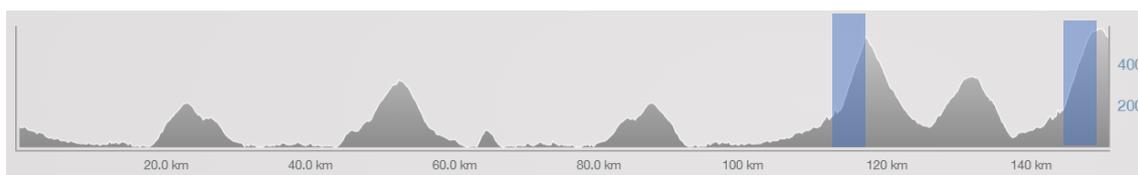


Figura 21: Perfil del Memorial Valenciaga de 2020 y 2021. Señaladas las subidas a Ixua.

Posición

Tabla 21: Descriptores del rendimiento diferenciando las posiciones obtenidas en la subida a Ixua en el Memorial Valenciaga.

	1-5 (n=3)	6-20 (n=7)	21- (n=13)
Duración (mm:ss)	12:51 (00:15)	12:57 (00:42)	14:57 (01:17)
Velocidad media (km/h)	17,5 (0,4)	17,4 (0,6)	15,0 (1,5)
FC media (ppm)	162	187 (8)	173 (13)
Potencia media (W)	393 (28)	380 (22)	328 (39)
Potencia media (W/kg)	5,81 (0,30)	5,98 (0,32)	5,15 (0,60)
NP (W)	399 (33)	385 (21)	331 (39)
NP (W/kg)	5,91 (0,37)	6,04 (0,33)	5,20 (0,60)
TSS	24 (3)	24 (2)	23 (4)
IF	1,09 (0,06)	1,07 (1,03)	0,99 (0,12)
VAM (m/h)	1672 (70)	1652 (53)	1433 (160)

Los valores son Promedio (Desviación Estándar)

Abreviaciones: FC, Frecuencia Cardíaca; NP: Potencia Normalizada; TSS: Training Stress Score; IF: Intensity Factor; VAM: Velocidad de Ascensión Media.

En primera instancia se compararon los descriptores del rendimiento durante la subida a Ixua diferenciando los grupos en función de la posición obtenida (1-5, 6-20 y 21-) en la clasificación final. En las ocasiones en las que Ixua se ascendía dos veces (2020 y 2021), ambas subidas se incluyeron indistintamente, esto es, las dos subidas están incluidas en el análisis.

En el tiempo empleado o en la velocidad media en la subida no se aprecian diferencias reseñables entre 1-5 y 6-20, aunque suben notablemente en menos tiempo y a mayor velocidad que los clasificados 21-. En lo referente a la intensidad, la tendencia es la misma. Los clasificados entre las posiciones 1-5 y 6-20 tuvieron una potencia (media y NP, tanto absoluta como relativo al peso corporal) similar, mientras que en el grupo 21- fue relevantemente inferior. La FC es claramente inferior en el grupo 1-5 en comparación con el 6-20, pero sólo hay datos de FC de una subida en el grupo 1-5, por lo que la diferencia puede no ser relevante.

En definitiva, analizando todas las subidas a Ixua diferenciando según la posición obtenida en la clasificación general, no se encontraron diferencias notables entre los grupos 1-5 y 6-20, aunque en ambos grupos las subidas se realizaron en menos tiempo y a mayor intensidad que en el grupo 21-. Sin embargo, este análisis incluye subidas realizadas en diferentes momentos de la carrera, y aunque es un buen punto de partida, conviene efectuar un análisis más exhaustivo de la subida a Ixua.

Localización de la subida a Ixua

En este apartado se comparan los descriptores del rendimiento en las subidas a Ixua en base a la localización de la subida en la carrera. Las ascensiones se agruparon en tres grupos: (1) las únicas ascensiones de 2017 y 2019; (2) la primera ascensión de 2020 y 2021; y, (3) la segunda ascensión de 2020 y 2021.

Tabla 22: Descriptores del rendimiento en la subida a Ixua diferenciando la localización de la ascensión en la carrera.

	2017-19 (n=7)	1ª 2020-21 (n=8)	2ª 2020-21 (n=8)
Duración (mm:ss)	13:56 (00:53)	13:37 (01:06)	14:38 (02:01)
Velocidad media (km/h)	16,4 (0,9)	16,7 (1,2)	15,0 (2,2)
FC media (ppm)	178 (13)	184 (6)	171 (18)
Potencia media (W)	370 (35)	381 (56)	334 (68)
Potencia media (W/kg)	5,72 (0,59)	5,89 (0,59)	5,14 (0,82)
NP (W)	374 (35)	386 (58)	337 (67)
NP (W/kg)	5,79 (0,60)	5,95 (0,63)	5,19 (0,82)
TSS	25 (2)	25 (2)	20 (3)
IF	1,06 (0,06)	1,07 (0,06)	0,93 (0,12)
VAM (m/h)	1592 (97)	1589 (108)	1418 (217)

Los valores son Promedio (Desviación Estándar)

Abreviaciones: FC, Frecuencia Cardíaca; NP: Potencia Normalizada; TSS: Training Stress Score; IF: Intensity Factor; VAM: Velocidad de Ascensión Media.

Al analizar las medias de los descriptores del rendimiento distinguiendo los grupos en función de la localización de la subida a Ixua es posible indicar que existe una cierta tendencia a que en 2017-19 y la 1ª de 2020-21 fueran más rápidas y a mayor intensidad. Una de las posibles razones para ello es que la 2ª subida de 2020-21 es la que se encuentra más cercana a la línea de meta entre los tres grupos, y por lo tanto los ciclistas llegan con más fatiga, no permitiéndoles pedalear a intensidades elevadas que serían capaces de hacer si la hubiesen realizado antes. Sin embargo, se observa una gran heterogeneidad intragrupo en las variables analizadas, que distorsiona el análisis, y podría sugerir que pueden existir grandes diferencias en el 2º ascenso en función de la posición obtenida en la carrera.

Diferencias entre las dos ascensiones a Ixua

En el apartado anterior se observó la existencia de una gran heterogeneidad en los descriptores de rendimiento en la segunda subida a Ixua. Se dedujo que podría haber

importantes diferencias en las variables analizadas en función de la posición obtenida en la clasificación en la segunda subida. Por ello, este apartado tiene el fin de evaluar el efecto de la posición obtenida en la clasificación en los descriptores del rendimiento en cada subida a Ixua en las ediciones en las que se ascendió en dos ocasiones.

Los datos de las ediciones en las que Ixua se ascendió en dos ocasiones (2020 y 2021) fueron divididos en dos grupos en función de la posición obtenida en la clasificación final. Debido a las características de la muestra se consideró que lo más apropiado era dividir los grupos como 1-11 y 11-. La Tabla 23 muestra los descriptores de rendimiento principales de cada grupo en cada una de las subidas, así como la diferencia porcentual entre la primera y la segunda ascensión.

Tabla 23: *Descriptores del rendimiento en cada una de las subidas a Ixua y diferencia porcentual entre las dos subidas diferenciando los grupos en función de la posición obtenida.*

	1-11 (n=3)			11- (n=5)		
	1ª subida	2ª subida	%	1ª subida	2ª subida	%
Duración (mm:ss)	12:37	12:30	-0,9	14:12	15:55	12,1
Potencia media (W)	392	404	3,1	355	291	-18,0
Potencia media (W/kg)	6,01	6,03	0,0	5,62	4,60	-18,1

En este análisis, si bien las muestras de ambos grupos sean limitadas, se aprecia una clara tendencia a que los mejor clasificados son capaces de repetir la segunda subida a intensidades muy parecidas a la primera. En la primera ascensión a Ixua los mejor clasificados ya son capaces de ascender en menos tiempo y a mayor intensidad que los peor clasificados, aunque las diferencias entre los grupos aumentan considerablemente en el segundo ascenso. No hay apenas variación entre la primera y la segunda subida en el grupo 1-11, mientras que el grupo 11- presenta un considerable declive en la intensidad (perdida del 18,1% en la potencia media [W/kg]) e incremento del tiempo necesitado para completar la subida (aumento del 12,1%).

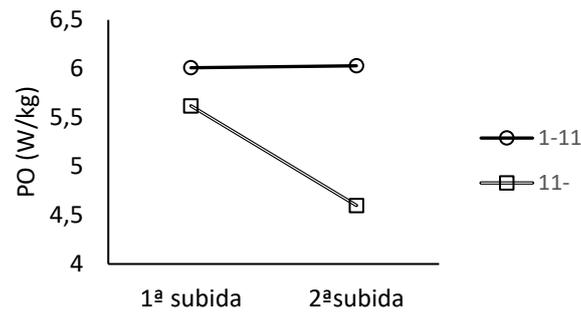


Figura 22: *Potencia media relativa al peso corporal (W/kg) de cada grupo en cada una de las ascensiones a Ixua.*

La capacidad de repetir esfuerzos de alta intensidad en numerosas ocasiones se ha denominado como “repetibilidad” (Mauder et al., 2021). Muriel et al. (2021) no encontraron diferencias significativas en la repetibilidad (definido como capacidad de repetir esfuerzos superiores al 95% de la potencia media máxima para una cierta duración de entre 5 s y 30 min) entre ciclistas del WorldTour y ProTeam durante La Vuelta Ciclista a España del 2020. Sin embargo, parece que la capacidad de repetir esfuerzos de alta intensidad (aproximadamente 6 W/kg durante 12-13 minutos) en las dos subidas a Ixua es una de las claves para clasificarse en posiciones delanteras en el Memorial Valenciaga.

CONCLUSIONES

Por lo que el autor conoce, este es el primer trabajo que describe las características y las demandas de las carreras amateur en el País Vasco. Además, para hacerse con una imagen más precisa sobre lo que supone “tener éxito” en las carreras amateur, se compararon los descriptores de rendimiento en función de la posición obtenida en la carrera. Por otro lado, la identificación de los sectores clave de cada una de las carreras analizadas en concreto es de gran valor para que los entrenadores, directores y responsables de equipos amateurs puedan diseñar estrategias de entrenamiento y tácticas específicamente adecuadas a cada una de las carreras.

Las carreras de cada categoría (Lehendakari, Copa de España y Clásicas) cuentan con sus propias características. En general las Lehendakari son más cortas, tienen una mayor concentración de subidas y se disputan a una alta intensidad. Las Copa de España son más largas, tienen una menor concentración de subidas, aunque la elevación total es similar a las Lehendakari, y se disputan a una intensidad ligeramente menor que las Lehendakari. Al ser pruebas más largas, la carga a la que se tienen que enfrentar los ciclistas es alta. Por último, las Clásicas son carreras de una longitud parecida a las Copa de España, aunque la elevación es menor en Clásicas, y se disputan a una intensidad menor que las Lehendakari y Copa de España.

Al comparar los descriptores del rendimiento entre grupos en función de la posición obtenida en la carrera completa, no se encontraron diferencias significativas relevantes. Por este motivo, y con el fin de averiguar qué se necesita para “triunfar” en cada carrera en particular, se analizaron diferentes ediciones de la misma carrera. Ya que cada carrera analizada tiene sus propias peculiaridades, la metodología utilizada fue diseñada *ad hoc* para cada una de ellas. En general, se aprecian diferencias entre los grupos en base a la posición obtenida en la clasificación final cuando se examinan sectores presuntamente decisivos de las carreras, cosa que apenas sucedió cuando se examinaron las carreras íntegras. Las diferencias entre los grupos parecen incrementar a medida que el sector analizado se encuentra más cerca del final de la carrera.

A la vista de los datos analizados en este trabajo no es posible averiguar las causas por las que algunos ciclistas no son capaces de realizar los sectores ubicados al final de las carreras a la misma velocidad e intensidad que los primeros clasificados, ya que se desconoce el contexto en el que se realizaron los esfuerzos, pero puede deberse a diferentes motivos. Por un lado, al producir los esfuerzos después de una gran cantidad de trabajo realizado, puede ser que los ciclistas mejor clasificados, por tener mejores cualidades o estar en un mejor estado de forma, sean capaces de realizar este esfuerzo tan intenso a pesar de la fatiga acumulada, mientras que los ciclistas peor clasificados no son capaces de recorrerlo a esta intensidad debido a la fatiga ya

acumulada. Los trabajos más recientes sobre las demandas de las carreras profesionales han determinado que la capacidad de mantener los esfuerzos próximos a sus máximos incluso tras haber realizado una gran cantidad de trabajo previo es un importante indicador de rendimiento (Muriel, Mateo-March, et al., 2021; van Erp et al., 2021), lo cual concuerda con los resultados de este trabajo. También es posible que algunos ciclistas queden fuera de la disputa de la carrera antes del sector analizado, y, por lo tanto, intenten llegar a meta sin mayor complicación. Puede ser, además, debido a las tácticas de equipo, ya que no todos los corredores del equipo buscan optimizar su propio resultado, sino que algunos contribuyen a ayudar a sus líderes del equipo (Scelles et al., 2018). Algunos corredores gastan todas sus fuerzas en las primeras fases de la carrera (buscando escapadas, tirando de los grupos, protegiendo a sus compañeros de equipo...), mientras que otros van más protegidos y tratan de guardar todo lo posible para llegar con la menor fatiga acumulada posible a los últimos compases de la carrera. Por otro lado, a partir de los datos analizados se desconoce la situación de carrera (escapadas, diferencias...) en la que se realizó cada sector presuntamente decisivo. Esta información podría ser valiosa, ya que, incluso realizando el mismo tiempo en el sector, a la misma potencia, la posición que se obtenga o la situación de carrera al acabar no será la misma dependiendo de si se inicia, por ejemplo, desde una escapada o desde el pelotón. Las tácticas tienen en el ciclismo un papel fundamental que no es posible valorar a partir de los datos utilizados en este trabajo, por ello, una comprensión global del ciclismo es necesario a la hora de interpretar los datos presentados en este trabajo.

El número limitado de registros disponibles para cada carrera no permite realizar un análisis al uso. Sin embargo, los conocimientos adquiridos en este trabajo, al ser específicos a cada carrera analizada, pueden ser de gran utilidad para los entrenadores, directores y responsables de los equipos amateur para, entre otras cosas, la planificación del entrenamiento, estrategias de carrera, selección de los ciclistas o identificación de talentos.

REFERENCIAS

- Abbiss, C. R., Quod, M. J., Levin, G., Martin, D. T., & Laursen, P. B. (2009). Accuracy of the velotron ergometer and SRM power meter. *International Journal of Sports Medicine*, *30*(2), 107–112. <https://doi.org/10.1055/s-0028-1103285>
- Azanza, J., & Orbañanos, J. (2017). Evolución de los parámetros antropométricos y fisiológicos en el ciclismo élite y sub23. *Trabajo Fin de Grado*.
- Belloli, M., Giappino, S., Robustelli, F., & Somaschini, C. (2016). Drafting Effect in Cycling: Investigation by Wind Tunnel Tests. *Procedia Engineering*, *147*, 38–43. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.06.186>
- Cesanelli, L., & Indaburu, A. (2020). Evaluation of strategy and tactics in cycling: a systematic review of evaluation methods and possible performance implications. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, *61*(6), 810–817. <https://doi.org/https://doi.org/10.23736/S0022-4707.20.11397-5>
- Coggan, A. R. (2003). Training and racing using a power meter: An introduction. In *Level II coaching manual* (pp. 123–145). USA Cycling.
- Coyle, E. F., Feltner, M. E., Kautz, S. ., Hamilton, M. T., Montain, J., Baylor, A. M., Abraham, L. D., & Petrek, G. W. (1991). Physiological and Biomechanical factors associated with elite endurance cycling performance. *Medicine*, *23*(1), 93–107.
- Desbordes, M. (2007). A review of the economic impact studies done on the Tour de France: Methodological aspects and first results. *International Journal of Sport Management and Marketing*, *2*(5–6), 526–540. <https://doi.org/10.1504/IJSM.2007.013965>
- Duc, S., Villerius, V., Bertucci, W., & Grappe, F. (2007). Validity and reproducibility of the ErgomoPro power meter compared with the SRM and Powertap power meters. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *2*(3), 270–281. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2.3.270>
- Fernández-García, B., Pérez-Landaluce, J., Rodríguez-Alonso, M., & Terrados, N. (2000). Intensity of exercise during road race pro-cycling competition. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *32*(5), 1002–1006. <https://doi.org/10.1097/00005768-200005000-00019>
- Gallo, G., Leo, P., Mateo-march, M., Giorgi, A., Faelli, E., Ruggeri, P., & Filipas, L. (2022). Cross-Sectional Differences in Race Demands Between Junior , Under 23 , and Professional

- Road Cyclists. *International Journal of Sports Physiology and Performance, Ahead of P*, 1–8.
- Granier, C., Hausswirth, C., Dorel, S., & Le Meur, Y. (2017). Validity and Reliability of the Stages Cycling Power Meter. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(12), 3554–3559.
- Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., & Coutts, A. J. (2019). Internal and external training load: 15 years on. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(2), 270–273. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0935>
- Jeukendrup, A., & Van Diemen, A. (1998). Heart rate monitoring during training and competition in cyclists. *Journal of Sports Sciences*, 16(1), S91–S99. <https://doi.org/10.1080/026404198366722>
- Jobson, S. A., Passfield, L., Atkinson, G., Barton, G., & Scarf, P. (2009). The analysis and utilization of cycling training data. *Sports Medicine*, 39(10), 833–844. <http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=emed9&NEWS=N&AN=2009496886>
- Leo, P., Giorgi, A., Lorang, D., Spragg, J., Mujika, I., & Lawley, J. (2020). Workload characteristics and race performance of U23 and elite cyclists during an UCI 2. Pro multistage race (Tour of the Alps) Tirol KTM Cycling Team-U23 development team 4 Androni Giocattoli-Sidermec Professional Cycling Team 5 Bora Hansgrohe-Profession. *Journal of Science and Cycling*, 5–7.
- Leo, P., Spragg, J., Mujika, I., Giorgi, A., Lorang, D., Simon, D., & Lawley, J. S. (2021). Power profiling, workload characteristics, and race performance of U23 and professional cyclists during the multistage race tour of the alps. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16(8), 1089–1095. <https://doi.org/10.1123/IJSPP.2020-0381>
- Leo, P., Spragg, J., Mujika, I., Menz, V., & Lawley, J. S. (2021). Power profiling in U23 professional cyclists during a competitive season. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16(6), 881–889. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2020-0200>
- Leo, P., Spragg, J., Podlogar, T., Lawley, J. S., & Mujika, I. (2021). Power profiling and the power - duration relationship in cycling : a narrative review. *European Journal of Applied Physiology*. <https://doi.org/10.1007/s00421-021-04833-y>
- Leo, P., Spragg, J., Simon, D., Lawley, J., & Mujika, I. (2021). Climbing performance in u23 and professional cyclists during a multi-stage race. *International Journal of Sports Medicine*.

<https://doi.org/10.1055/a-1524-2656>

Lucía, A, Hoyos, J., Carvajal, A., & Chicharro, J. (1999). Heart rate response to professional road cycling: the Tour de France. *International Journal of Sports Medicine*, 20(3), 167–172.

Lucía, A, Pardo, J., Durántez, A., Hoyos, J., & Chicharro, J. (1998). Physiological differences between professional and elite road cyclists. *International Journal of Sports Medicine*, 19(5), 342–348. <https://doi.org/10.1055/s-2007-971928>

Lucía, Alejandro, Earnest, C., & Arribas, C. (2003). The Tour de France: A physiological review. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 13(5), 275–283. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0838.2003.00345.x>

Lucía, Alejandro, Hoyos, J., & Chicharro, J. L. (2001). Physiology of professional road cycling. *Sports Medicine*, 31(5), 325–337. <https://doi.org/10.2165/00007256-200131050-00004>

Lucía, Alejandro, Hoyos, J., Santalla, A., Earnest, C., & Chicharro, J. L. (2003). Tour de France versus Vuelta a España: Which is harder? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(5), 872–878. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000064999.82036.B4>

Maunder, E., Seiler, S., Mildenhall, M. J., Kilding, A. E., & Plews, D. J. (2021). The Importance of ‘Durability’ in the Physiological Profiling of Endurance Athletes. *Sports Medicine*, 51(8), 1619–1628. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01459-0>

Menaspà, P., Abbiss, C. R., & Martin, D. T. (2013). Performance analysis of a world-class sprinter during cycling Grand Tours. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(3), 336–340. <https://doi.org/10.1123/ijsp.8.3.336>

Menaspà, P., Quod, M., & Martin, D. (2013). Physiological demands of road sprinting in professional and U23 cycling. A pilot study. *Journal of Science and Cycling*, 2(2), 35–39. <http://www.jsc-journal.com/ojs/index.php?journal=JSC&page=article&op=view&path%5B%5D=60>

Menaspà, P., Sias, M., Bates, G., & La Torre, A. (2017). Demands of world cup competitions in elite women’s road cycling. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(10), 1293–1296. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0588>

Mujika, I., & Padilla, S. (2001). Physiological and performance characteristics of male professional road cyclists. *Sports Medicine*, 31(7), 479–487. <https://doi.org/10.2165/00007256-200131070-00003>

- Muriel, X., Mateo-March, M., Valenzuela, P. L., Zabala, M., Lucia, A., Pallares, J. G., & Barranco-Gil, D. (2021). Durability and repeatability of professional cyclists during a Grand Tour. *European Journal of Sport Science*,. <https://doi.org/10.1080/17461391.2021.1987528>
- Muriel, X., Valenzuela, P. L., Mateo-March, M., Pallarés, J. G., Lucia, A., & Barranco-Gil, D. (2021). Physical Demands and Performance Indicators in Male Professional Cyclists During a Grand Tour: WorldTour Versus ProTeam Category. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1–9. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2021-0082>
- Nimmerichter, A., Schnitzer, L., Prinz, B., Simon, D., & Wirth, K. (2017). Validity and Reliability of the Garmin Vector Power Meter in Laboratory and Field Cycling. *International Journal of Sports Medicine*, 38(6), 439–446. <https://doi.org/10.1055/s-0043-101909>
- Ouvrard, T., Gros Lambert, A., Ravier, G., Grosprêtre, S., Gimenez, P., & Grappe, F. (2018). Mechanisms of performance improvements due to a leading teammate during uphill cycling. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(9), 1215–1222. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0878>
- Padilla, S., Mujika, I., Cuesta, G., & Goiriena, J. J. (1999). Level ground and uphill cycling ability in professional road cycling. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(6), 878–885. <https://doi.org/10.1097/00005768-199906000-00017>
- Padilla, S., Mujika, I., Orbañanos, J., & Angulo, F. (2000). Exercise intensity during competition time trials in professional road cycling. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(4), 850–856. <https://doi.org/10.1097/00005768-200004000-00019>
- Padilla, S., Mujika, I., Orbañanos, J., Santisteban, J., Angulo, F., & Goiriena, J. J. (2000). Exercise intensity and load during mass-start stage races in professional road cycling. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(5), 796–802. <https://doi.org/10.1007/s00421-007-0602-9>
- Padilla, S., Mujika, I., Santisteban, J., Impellizzeri, F. M., & Goiriena, J. J. (2008). Exercise intensity and load during uphill cycling in professional 3-week races. *European Journal of Applied Physiology*, 102(4), 431–438. <https://doi.org/10.1007/s00421-007-0602-9>
- Palmer, G. S., Hawley, J. A., Dennis, S. C., & Noakes, T. D. (1994). Heart rate responses during a 4-d cycle stage race. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 26(10), 1278–1283.
- Rodríguez-Marroyo, J. A., García-López, J., Juneau, C. É., & Villa, J. G. (2009). Workload demands in professional multi-stage cycling races of varying duration. *British Journal of*

- Sports Medicine*, 43(3), 180–185. <https://doi.org/10.1136/bjism.2007.043125>
- Sanders, D. (2018). *Monitoring the Training Process in Competitive Road Cyclists a Critical Evaluation of Intensity and Load Measures and Their Ability to Inform the Training Process*. Liverpool Hope University.
- Sanders, D., Heijboer, M., Hesselink, M. K. C., Myers, T., & Akubat, I. (2018). Analysing a cycling grand tour: Can we monitor fatigue with intensity or load ratios? *Journal of Sports Sciences*, 36(12), 1385–1391. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1388669>
- Sanders, D., & van Erp, T. (2021). The physical demands and power profile of professional Men's cycling races: An updated review. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16(1), 3–12. <https://doi.org/10.1123/IJSP.2020-0508>
- Scelles, N., Mignot, J. F., Cabaud, B., & François, A. (2018). Temporary organizational forms and coopetition in cycling: What makes a breakaway successful in the Tour de France? *Team Performance Management*, 24(3–4), 122–134. <https://doi.org/10.1108/TPM-03-2017-0012>
- Spindler, D. J., Allen, M. S., Vella, S. A., & Swann, C. (2018). The psychology of elite cycling: a systematic review. *Journal of Sports Sciences*, 36(17), 1943–1954. <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1426978>
- Van Erp, T. (2019). Load , Intensity and Performance in Professional Road Cycling. In *International Journal of Sports Physiology and Performance*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.26089.44643>
- van Erp, T., Hoozemans, M., Foster, C., & de Koning, J. J. (2018). The Influence of Exercise Intensity on Training Load in Professional Cycling. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(10), 1395–1400. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000535171.74071.b3>
- Van Erp, T., Hoozemans, M., Foster, C., & De Koning, J. J. (2020). Case Report: Load, Intensity, and Performance Characteristics in Multiple Grand Tours. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 52(4), 868–875. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002210>
- van Erp, T., Kittel, M., & Lamberts, R. P. (2021a). Demands of the Tour de France: A Case Study of a World-Class Sprinter (Part I). *International Journal of Sports Physiology and Performance*, February, 1–8. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2020-0700>
- van Erp, T., Kittel, M., & Lamberts, R. P. (2021b). Demands of the Tour de France: A Case Study

- of a World-Class Sprinter (Part I). *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16(9), 1363–1370. <https://doi.org/10.1123/IJSPP.2020-0700>
- van Erp, T., Kittel, M., & Lamberts, R. P. (2021c). Demands of the Tour de France: A Case Study of a World-Class Sprinter (Part II). *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16(9), 1363–1370. <https://doi.org/10.1123/IJSPP.2020-0700>
- van Erp, T., Kittel, M., & Lamberts, R. P. (2021d). Sprint Tactics in the Tour de France: A Case Study of a World-Class Sprinter (Part II). *International Journal of Sports Physiology and Performance*, February, 1–7. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2020-0701>
- van Erp, T., Lamberts, R. P., & Sanders, D. (2021). Power Profile of Top 5 Results in World Tour Cycling Races. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1–7. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2021-0081>
- van Erp, T., Sanders, D., & Lamberts, R. P. (2021). Maintaining power output with accumulating levels of work done is a key determinant for success in professional cycling. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 53, 1903–1910.
- Vogt, S., Schumacher, Y. O., Blum, A., Roecker, K., Dickhuth, H. H., Schmid, A., & Heinrich, L. (2007). Cycling power output produced during flat and mountain stages in the Giro d'Italia: A case study. *Journal of Sports Sciences*, 25(12), 1299–1305. <https://doi.org/10.1080/02640410601001632>
- Vogt, S., Schumacher, Y. O., Roecker, K., Dickhuth, H. H., Schoberer, U., Schmid, A., & Heinrich, L. (2007). Power output during the Tour de France. *International Journal of Sports Medicine*, 28(9), 756–761. <https://doi.org/10.1055/s-2007-964982>