

Trabajo Fin de Grado

Análisis del resultado individual en la Vuelta
Ciclista a España

Analysis of individual performance in the Vuelta
Ciclista a España

Autor/es

Diego Felices Manero

Director/es

Isabel Acero Fraile
Raúl Serrano Lázaro

Facultad de Economía y Empresa
2018

Autor del trabajo: Diego Felices Manero

Director del trabajo: Isabel Acero Fraile, Raúl Serrano Lázaro

Línea del trabajo: Economía del Deporte

Título del trabajo: Análisis del resultado individual en la Vuelta Ciclista a España

Title of the paper: Analysis of individual performance in the Vuelta Ciclista a España

Titulación: Marketing e Investigación de Mercados

Objetivos y resumen del trabajo:

La Vuelta Ciclista a España es la tercera carrera de tres semanas que se disputan cada año en el calendario profesional. Junto con el *Giro d'Italia* y el *Tour de France* completan las tres grandes vueltas del ciclismo.

En este Trabajo de Fin de Grado, se analizan los distintos factores que influyen a la hora de determinar el rendimiento individual de un ciclista en la prueba española. Para llevar a cabo dicho análisis se tendrán en cuenta diferentes atributos que consideran desde aspectos individuales, a la experiencia del corredor o la calidad de su equipo.

En este proyecto, se detallan los distintos métodos y técnicas necesarios para realizar el análisis, así como los resultados obtenidos. Asimismo, se utilizan una variable normalizada para medir el rendimiento de forma más precisa.

El objetivo de este estudio no es otro que observar el nivel de rendimiento individual en este deporte. Esto permitirá añadir nueva información a la literatura ya existente al respecto, con la intención de que los encargados de la gestión de equipos ciclistas dispongan de datos que cuantifiquen los aspectos más relevantes de una participación exitosa en la Vuelta Ciclista a España. Para ello, se realizan el estudio individual de cada una de las últimas cinco ediciones de la carrera española.

En la realización del trabajo, se ha tratado de poner en práctica los conocimientos teóricos obtenidos durante el Grado en Marketing e Investigación de Mercados, más concretamente en las asignaturas de Análisis de Datos y Técnicas Multivariantes y Econometría. Por otra parte, la mayor parte del análisis estadístico fue realizado utilizando Jupyter Notebooks.

Summary:

The *Vuelta Ciclista a España* is the third of the three-week races that take place each year in the professional calendar. Along with the Giro d'Italia and the Tour de France, it completes the three Grand Tours of cycling.

In this Trabajo de Fin de Grado, the factors that influence when determining the individual performance of a cyclist in the Spanish Grand Tour are analyzed. To carry out this analysis, different attributes ranging from individual factors to team quality or experience will be taking into account.

In this project, the different methods and techniques necessary to perform the analysis are detailed, as well as the results obtained. Also, a normalized variable is used to measure performance more accurately.

The objective of this study is to observe individual performance in the race. This will allow to expand the existing literature on the subject, with the intention that those in charge of cycling team management have data that quantify the most relevant aspects of a successful participation in the Vuelta a España. The individual study of each of the last five editions of the Spanish race is carried out.

In carrying out the work, we have tried to put into practice the theoretical knowledge obtained during the *Grado en Marketing e Investigación de Mercados*, more specifically in the subjects of *Análisis de Datos y Técnicas Multivariantes* and *Econometría*. On the other hand, most of the statistical analysis was done using Jupyter Notebooks.

Tabla de contenido

1. Introducción	5
1.1. Marketing deportivo	7
2. Marco teórico	7
3. Análisis del rendimiento individual	12
3.1. Obtención de los datos	12
3.2. Análisis de datos.....	12
3.3. Explicación de resultados	17
4. Conclusión.....	19
5. BIBLIOGRAFÍA.....	21
6. WEBGRAFÍA	23

1. Introducción

En el presente artículo se tratará de establecer una serie de factores determinantes a la hora de obtener un mejor rendimiento en la Vuelta a España. En la literatura existente hasta el momento, el grueso de los esfuerzos en entender los factores que explican el rendimiento individual en competiciones ciclistas se ha centrado en el Tour de Francia. La gran vuelta francesa es con diferencia la prueba más importante del calendario ciclista y esto se refleja tanto en el nivel de los corredores que la disputan como en la atención mediática que recibe, mucho más generalista que otras competiciones. Esta predominancia del Tour respecto a otras carreras puede dar la impresión de que es posible extrapolar los resultados obtenidos en los análisis previos al resto de carreras y grandes vueltas. Sin embargo, la personalidad y recorridos característicos de cada una de ellas requiere un estudio individual de las mismas para poder conocer con mayor detalle el perfil de los ciclistas que obtienen los mejores resultados.

Al igual que la ronda gala, la Vuelta a España es una de las tres grandes vueltas que se disputan cada año en el calendario profesional, siendo el Giro de Italia la que completa el prestigioso grupo. Creada en 1935, se corrió hasta el año 1995 durante los meses de abril y mayo. Desde entonces, la carrera es disputada entre finales de agosto y principios de septiembre y se compone de 21 etapas que recorren más de 3000 km a través de la geografía española (con ocasionales visitas a otros países vecinos como Francia o Andorra). Estas etapas tienen perfiles muy diferentes entre sí y por tanto suelen atraer a un perfil de corredor bastante diversos. A la conclusión de las tres semanas de carrera, el ganador de la misma será el ciclista que haya completado el recorrido establecido en el menor tiempo acumulado. Como se profundizará durante el desarrollo del artículo, el resultado individual de los ciclistas depende también de su posición en el equipo y la estrategia global de éste, es por tanto que se habla del ciclismo como un deporte colectivo. Sin embargo, la diferencia principal con respecto a otros deportes de equipo es que es un único individuo el que gana la clasificación mientras que en otros como el fútbol o el baloncesto es todo el equipo el que resulta vencedor.

Para la realización del estudio se llevarán a cabo una serie de regresiones con el objetivo de contrastar las hipótesis planteadas y obtener así una serie de factores relevantes para el análisis del rendimiento individual de los participantes en la Vuelta a España. Esto

permitirá delimitar el perfil del corredor de éxito en esta carrera y podría utilizarse posteriormente para profundizar en el análisis con estudios de eficiencia tanto a nivel individual como colectivo. En el trabajo se tratará de responder a preguntas que responden tanto a características individuales del corredor como a variables que tratan de medir la aportación del equipo a su actuación individual. Por lo tanto, esto permitirá elaborar recomendaciones que los directores de los equipos ciclistas podrían tener en cuenta a la hora de confeccionar sus plantillas para las próximas temporadas.

Este último aspecto es sin duda uno de los más importantes, dado el contexto empresarial en el que va a presentarse este trabajo. Es posible que históricamente la gestión de equipos deportivos estuviese más alejada de la administración de empresas, sin embargo, en los últimos años se puede observar claramente un análisis mucho más cuidadoso de las decisiones de las organizaciones deportivas. Dentro de este movimiento, existen varias tendencias que pueden o no llevarse a cabo al mismo tiempo. Por ejemplo, es frecuente encontrarse una actualización de la figura del entrenador. Éste, que inicialmente tenía el único objetivo de extraer el mejor rendimiento posible de sus deportistas, ha visto muy matizada dicha función. La meta final sigue siendo la misma, sin embargo, los avances en los campos de los recursos humanos y la gestión de equipos ha cambiado las consideradas *best practices*, pasando a un enfoque del coaching mucho más basado en la personalidad y los rasgos y situaciones particulares del individuo.

Otra muestra de aplicación exitosa de los principios de la dirección de empresas es el caso del equipo de béisbol estadounidense, los Oakland Athletics. Esta historia, conocida por el gran público gracias a la película Moneyball, muestra cómo optimizar los recursos de una organización para obtener el mejor resultado posible.

Por último, se va a considerar un tercer ejemplo, esta vez muy relevante para el tema tratado ya que estamos hablando de un equipo ciclista. Este equipo se funda en el año 2010 con el objetivo de llevar por primera vez a un británico a la victoria en el Tour de Francia. El equipo, con David Brailsford a la cabeza, hereda la filosofía de *ganancias marginales* que tantos éxitos dio a la selección inglesa de ciclismo en pista. Esta filosofía puede recordar a los sistemas de calidad total que tanto éxito tienen en según qué círculos de la economía de empresa y está basado en una atención total y absoluta a todos los aspectos que pueden tener una mínima influencia en el rendimiento de los deportistas. La idea es que la suma de todos los pequeños detalles será suficientemente

importante como para a la postre ser la diferencia que permitirá ganar la competición. Sin duda, este sistema parece funcionar correctamente ya que, en su corta vida, el equipo británico ha ganado 4 Tour de Francia, una Vuelta a España y, muy recientemente, la última edición del Giro d'Italia, convirtiéndose sin duda alguna en el dominador claro del pelotón ciclista internacional.

1.1. Marketing deportivo

Hasta este punto, se han descrito casos distintos en los que una utilización de algunos de los métodos propios de la administración de empresas pueden ser utilizados con gran éxito para la gestión de estructuras deportivas. Sin embargo, esto no acaba aquí. Si se centra la vista en el ciclismo, se observa un deporte que ha sido salpicado en numerosas ocasiones por escándalos de dopaje. Una de las reacciones a esta situación, ha sido no sólo la búsqueda de formas de mejorar el rendimiento, sino además la publicación de las mismas para tratar de transmitir una imagen vanguardista. Es común que los equipos graben vídeos promocionales desde las concentraciones de entrenamiento, en los que entrevistan a todo tipo de profesionales ajenos a los corredores. Frecuentemente se pueden escuchar declaraciones de fisiólogos, entrenadores, nutricionistas o incluso mecánicos, todo para proyectar la idea de atención al detalle.

Conviene también mencionar que esto no es exclusivo del ciclismo, sino que es una tendencia generalizada en el deporte en general. En 2017, Nike como forma de publicitar sus nuevas zapatillas llevó a cabo todo un programa de preparación deportiva (y marketing) para tratar de romper la barrera de las dos horas en el maratón. Esto incluía desde financiación de investigación científica para demostrar mejoras en el rendimiento con las zapatillas a un documental de National Geographic que recogía las experiencias de los corredores y todo el equipo implicado.

2. Marco teórico

En las vueltas por etapas, particularmente en una de las tres grandes vueltas, existe una gran variedad de rutas y perfiles que favorecen a distintos tipos de corredor. Sin embargo, la existencia de una dinámica de carrera basada en el sistema de un líder de equipo rodeado de gregarios tiene como consecuencia que las diferencias más grandes en la lucha por la clasificación general se obtengan en las etapas de montaña y las

contrarreloj, puesto que el *drafting*¹ reduce significativamente el esfuerzo necesario para permanecer en el pelotón. McCole et al. (1990) cuantifican este aumento en la economía de los ciclistas, observándose un ahorro de alrededor del 40% en el consumo de oxígeno necesario para circular a 40 km/h cuando esto se hacía dentro de un grupo de ciclistas.

El rendimiento en etapas llanas sin efecto del *drafting*, es decir, la gran mayoría de las pruebas contra el crono (excluyendo la cronoescalada), viene determinado por la capacidad de mantener una potencia elevada durante la duración de la prueba y optimizar al máximo la aerodinámica del ciclista. En (Debraux et al. ,2011) se presenta la velocidad como la relación entre potencia y resistencia ($v = P / RT$), representando la resistencia aerodinámica alrededor del 90% de la resistencia total cuando la velocidad supera los 14 m/s (50,4 km/h) lo que es frecuente en este deporte. Es decir, para reducir el tiempo que un ciclista necesita para completar una prueba este deberá aumentar la potencia que puede sostener durante la duración de la misma o reducir su coeficiente de arrastre. La importancia de una posición aerodinámica en la bicicleta aumenta conforme lo hace la velocidad (Crouch et al., 2017). Sin embargo, esto presenta un problema, ya que no se puede estimar con precisión ni la potencia ni el coeficiente de arrastre de los ciclistas, por tanto es necesario seguir buscando factores que puedan medir el rendimiento meramente individual del ciclista.

En la literatura existente, se pueden encontrar publicaciones que hacen referencia a un mejor rendimiento de los ciclistas más ligeros en las etapas de montaña (Swain, 1994). Este viene dado por la maximización de la relación entre potencia sostenida y la masa combinada del ciclista y la bicicleta, siendo al menos necesario sostener al menos un ratio de 5,5 vatios por kilo de masa corporal para poder ser competitivo en las grandes carreras del pelotón profesional (Faria, et al., 2015). En Jeukendrup & Martin (2001) se estima el tiempo necesario para completar una cronoescalada de 20 km con pendientes del 3%, 6% y 12%. Los resultados arrojan un ahorro de casi 3 minutos al perder 3 kg de peso. Para contextualizar estas cifras se puede tomar una referencia reciente: en el Tour de Francia 2016 se disputó una cronoescalada de 17km, sólo 3 menos que el estudio arriba citado. En dicha etapa, la diferencia entre el primer clasificado del día, el británico Chris Froome, y el 51º, Tom Jelte Slagter, fue inferior a 3 minutos. Nuevamente, se plantea el problema que no se puede estimar de forma fiable la potencia

¹ Ir a rueda de otro ciclista o en un grupo de ciclistas. Permite reducir considerablemente la potencia requerida para mantener una velocidad determinada.

de los ciclistas. El rendimiento en contrarreloj es difícil de estimar por las razones explicadas. Por el contrario, dado que los ciclistas tratan de ajustar al máximo el peso de sus bicicletas al límite de 6,8kg, es posible obtener una aproximación del rendimiento individual en etapas de montaña al conocer el peso corporal de los ciclistas. Esto permitirá analizar si, como se plantea en los artículos citados, *los corredores ligeros obtienen mejores rendimientos (H1)*.

En la literatura existente, se pueden encontrar indicaciones que apuntan a mejores prestaciones en competición de los ciclistas que han tenido éxito anteriormente. Por un lado, la existencia de resultados deportivos positivos en el pasado es una de las formas más rápidas de aumentar la confianza y seguridad del deportista (Feltz, 1988) (entendiendo ambas como la creencia de éste de poder alcanzar sus objetivos de rendimiento), y esto se considera en psicología del deporte como un factor clave en el éxito profesional del deportista. Por otro lado, los ciclistas que habían participado previamente en una prueba ciclista obtienen mejores resultados en la clasificación general (Prinz & Wicker, 2012). En dicho artículo, se analiza el efecto en el rendimiento individual en el Tour de Francia de una serie de variables que miden el nivel de experiencia tanto del corredor en cuestión como del equipo al que pertenece el mismo.

- Rendimiento individual en ediciones anteriores:
 - Número de Top20: significativa para el Tour de Francia el período estudiado
 - Número de victorias de etapa: NO significativa para el Tour de Francia en el período
- Experiencia individual:
 - Número de participaciones: significativa para el Tour de Francia en el período estudiado
- Experiencia con el equipo:
 - Número de años con el equipo: NO significativa para el Tour de Francia en el período estudiado

Se teoriza que un ciclista es capaz de mejorar sus prestaciones conforme su experiencia aumenta debido a su mayor conocimiento de la orografía o de la dinámica de carrera. Asimismo, un equipo compuesto por corredores experimentados podría repercutir en un

mejor resultado individual gracias a un mejor rendimiento en pruebas colectivas como la contrarreloj por equipos o simplemente debido a una mejor protección al líder en las etapas llanas y de transición.

Aunque algunas de las variables utilizadas en el artículo de Prinz & Wicker (2012) no alcanzaron la significatividad estadística, se ha decidido incluir todas ellas y ver si serían relevantes en el análisis de la Vuelta a España a la hora de comprobar si *los ciclistas más experimentados obtienen un rendimiento más alto (H2)*.

Históricamente, el ciclismo ha sido un deporte en el que los deportistas alcanzaban el pico de sus carreras más tarde que en otros deportes y lo que se quiere comprobar es si esta percepción es respaldada por los datos y, efectivamente, *existe un rango de edad en el que los ciclistas obtienen mejores resultados en la clasificación general (H3)*. En pruebas como la carrera en pista, desde los 100m lisos hasta pruebas de media distancia como los 10000m, se ha observado que el pico de rendimiento de los atletas olímpicos masculinos se sitúa generalmente por debajo de los 25 años (Collins et al. 2014). Se puede especular que la edad de máximo rendimiento aumenta conforme lo hace la distancia de la prueba (Schulz & Curnow, 1988) pero en este artículo ese patrón se ve únicamente reflejado en la carrera a pie, ya que los nadadores medallistas en 100m libres son mayores que los de 400m y 1500m libres.

Sin embargo, pese a los datos y relaciones poco concluyentes con respecto a otros deportes, el ciclismo es una disciplina en la que la experiencia en carrera juega un papel fundamental y el desarrollo físico continúa durante varios años desde el salto a profesionales (Pinot & Grappe, 2014; Coyle, 2015). Generalmente, hasta que un ciclista comienza a obtener resultados satisfactorios deben transcurrir varias temporadas como profesional. Por ejemplo, los corredores que terminan una de las grandes vueltas por etapas entre los 10 primeros clasificados de la general, necesitan para lograrlo de media aproximadamente 5 años desde su debut y haber participado previamente en 3,5 grandes vueltas (Filipas, 2016).

En resumen, la edad en la que el ciclista profesional parece alcanzar la cumbre de su carrera se sitúa alrededor de los 30 años (Sanchis-Gomar et al., 2017).

Entre las tres grandes vueltas, el Tour de Francia es sin duda la carrera más mediática e internacional y, por tanto, los mejores corredores suelen acudir a la cita, independiente de su nacionalidad. Sin embargo, tanto la Vuelta a España como el Giro de Italia suelen

tener una mayor presencia de corredores locales y, por lo tanto, se podría argumentar que existe una *ventaja para los corredores españoles que corren la Vuelta, quizá por un mejor conocimiento del terreno (H4)* (Lago-Peñas & Lago-Ballesteros, 2011).

Hasta el momento, la mayoría de las hipótesis planteadas se basan en factores individuales como el peso corporal, la experiencia previa o la edad del ciclista. Sin embargo, el ciclismo es un deporte colectivo en el que el vencedor es individual. Según Jonathan Vaughters, propietario del EF Education First-Drapac (antiguo Cannondale, fundado en 2007),

“Realmente veo el ciclismo como un deporte de equipo, [...] para que sea un modelo de negocio sostenible, detrás del ciclismo, necesitas que la gente se identifique con el equipo y no con los individuos. [...] Si queremos que el deporte sea exitoso, tienes generar lealtad a largo plazo hacia las organizaciones y no hacia los atletas individuales" (The Inner Ring: Is cycling a team sport? , 2011).

Por lo tanto, es clave entender cuáles son los factores de la composición y actitud del equipo más importantes para obtener mejores rendimientos a nivel individual. Estos hallazgos serán especialmente útiles para la dirección de equipo a la hora de diseñar la formación más adecuada para alcanzar el éxito con un líder designado.

La diversidad en la composición de la plantilla es uno de los criterios que el mánager de uno de los equipos World Tour puede valorar para decidir cuáles son los corredores que quiere para la futura temporada (Prinz & Wicker, 2016). En dicho artículo se observa que los resultados obtenidos en la clasificación por equipos mejoraban cuando la formación incluía mayor diversidad en el número de años que los ciclistas habían militado en el equipo y al aumentar el número de ciclistas que habían terminado las tres semanas, mientras que los resultados empeoraban si existían mayores diferencias entre especialidad de los ciclistas.

Debido a la idiosincrasia del ciclismo, con su complicado equilibrio entre deporte individual y colectivo, es necesario para alcanzar el éxito que todos los miembros del equipo funcionen de forma sincronizada y teniendo claro el objetivo a cumplir (Trequattrini et al., 2015).

Asimismo, las características individuales de los compañeros de equipo se han mostrado anteriormente como otro factor clave para el rendimiento individual (Prinz & Wicker,

2012; Torgler, 2007). Por tanto, se cree que *el hecho de tener un equipo fuerte aumenta la probabilidad de obtener un buen resultado individual (H5)*.

3. Análisis del rendimiento individual

3.1. Obtención de los datos

Para verificar las hipótesis planteadas anteriormente se han utilizado los resultados obtenidos por todos los ciclistas que acabaron la Vuelta a España entre los años 2013 y 2017. Para ello, se ha utilizado la que, por la gran mayoría de profesionales del mundo del ciclismo, está considerada como la base de datos de referencia dentro del sector: *procyclingstats.com*.

Estos datos permitirán extraer conclusiones acerca de los factores que son más influyentes a la hora de determinar el rendimiento individual de un ciclista. Por otro lado, es especialmente interesante dado el contexto empresarial en el que se lleva a cabo este trabajo de investigación, saber qué influencia tiene la composición del equipo en dicho rendimiento individual y por tanto saber cómo el director de cada conjunto podría gestionar los recursos humanos disponibles de la mejor manera posible.

3.2. Análisis de datos

El método escogido para responder a la pregunta principal del estudio será la regresión lineal. Otros algoritmos como la regresión logística podrían haber sido utilizados en cuyo caso, habría que haber definido de forma diferente la variable dependiente utilizada y enfocar el análisis desde una perspectiva ligeramente diferente. Por el carácter descriptivo de este trabajo se ha decidido sin embargo ceñirse al modelo de regresión lineal, estimado mediante mínimos cuadrados ordinarios. Esto permitirá analizar los coeficientes y observar cuáles de las variables tanto individuales como de equipo tienen una influencia sobre el resultado final de un corredor.

Siguiendo el artículo de Prinz & Wicker (2012) se ha escogido la posición final en la clasificación general (RANKING) como variable dependiente del modelo. Esta variable no se encuentra expresada en términos absolutos, sino que está normalizada y todos los corredores se encuentran dentro del intervalo [0, 1]. Esto responde al hecho de que, dependiendo del número de abandonos, cada año termina la prueba un número diferente de corredores. La fórmula para calcular dicha variable normalizada es la siguiente:

$$RANKING_i = \frac{CLASIF_i - 1}{n - 1}$$

donde n es el número de corredores que terminaron la carrera y $RANKING$ y $CLASIF$ representan el puesto en la clasificación en forma normalizada y absoluta respectivamente para un corredor i . Por ejemplo, considérese el ejemplo del ciclista español Jaime Rosón que llegó el 26º en 2017. En este caso la variable normalizada tomaría un valor de 0,1592 ($0,1592 = [(26 - 1) / (158 - 1)]$). Siguiendo este razonamiento, en cada edición de la Vuelta a España, la variable $RANKING$ tiene un valor de 0 para el primer clasificado y un valor de 1 para el último.

Por otra parte, el modelo planteado contiene 14 variables independientes que explican la variable dependiente, es decir, que se utilizan para explicar la clasificación general obtenida por los distintos ciclistas:

$$\begin{aligned} RANKING = & \beta_0 + \beta_1 TOP20 + \beta_2 COMPAÑEROS + \beta_3 TOP20EQUIPO \\ & + \beta_4 PESO + \beta_5 ANTIGÜEDAD + \beta_6 VICTORIA_ETAPA \\ & + \beta_7 PARTICIPACIONES_GV + \beta_8 ESPAÑA + \beta_9 EUROPA \\ & + \beta_{10} FRANCIA + \beta_{11} ITALIA + \beta_{12} SUB29AÑOS \\ & + \beta_{13} MÁS33AÑOS + \beta_{14} GC \end{aligned}$$

donde:

- TOP20. El número de apariciones entre los veinte primeros de la clasificación general de la Vuelta a España de un corredor en ediciones anteriores de la prueba.
- COMPAÑEROS. El número de compañeros de equipo que terminaron La Vuelta ese año junto con el corredor i .
- TOP20EQUIPO. Entre los compañeros que han terminado la vuelta ese año, ¿cuántos top20s en Vuelta España acumulaban hasta el comienzo de esa edición?
- PESO. La masa en kilos del ciclista.

- ANTIGÜEDAD. El número de temporadas, incluyendo la presente, que un ciclista ha competido en un equipo.
- VICTORIA_ETAPA. El número de victorias de etapa que ese corredor consiguió en dicha edición de la vuelta, puede interpretarse como un proxy de forma de correr ofensiva.
- PARTICIPACIONES_GV. El número de participaciones en cualquiera de las tres grandes vueltas hasta el momento del comienzo de la edición en cuestión de la Vuelta.
- ESPAÑA. Variable ficticia que engloba a todos los ciclistas españoles. Se utiliza para analizar si el conocimiento del terreno a recorrer puede ser beneficioso para la posición obtenida.
- EUROPA. Variable ficticia que recoge a todos los ciclistas europeos, no procedentes de un país donde se disputa una gran vuelta. Es decir, todos excepto España, Francia e Italia.
- FRANCIA. Variable ficticia que identifica a los corredores de nacionalidad francesa. Pretende observar si el hecho de ser originario de un país con tradición de grandes vueltas otorga una ventaja relativa a la hora de obtener un mejor rendimiento en la Vuelta a España.
- ITALIA. Variable ficticia que identifica a los corredores italianos. Pretende observar si el hecho de ser originario de un país con tradición de grandes vueltas otorga una ventaja relativa a la hora de obtener un mejor rendimiento en la Vuelta a España.
- SUB29AÑOS. Variable ficticia que engloba a todo aquel ciclista menor de 29 años.
- MÁS33AÑOS. Variable ficticia que engloba a todo aquel ciclista mayor de 33 años.
- GC. Variable ficticia que identifica a los ciclistas que están clasificados como especialistas en disputar clasificaciones generales según la base de datos de referencia *procyclingstats.com*.

Ahora, una vez que todas las variables han sido debidamente descritas, se puede proceder a realizar una primera exploración inicial de cuáles son las características generales y algunos casos llamativos dentro de la población que se va a analizar.

Tabla 1: Descripción de las variables cuantitativas utilizadas en el modelo.

	Media	Desv. Típica	Min	Q1	Q2	Q3	Máx
RANKING	0,500	0,291	0	0,248	0,5	0,752	1
TOP20	0,400	1,181	0	0	0	0	9
COMPAÑEROS	6,346	1,373	2	6	7	7	8
TOP20EQUIPO	1,185	1,201	0	0	1	2	5
PESO	67,204	6,073	52	63	67	71	88
ALTURA	1,795	0,701	1,64	1,75	1,8	1,84	2,04
ANTIGÜEDAD	3,355	2,252	1	2	3	4	14
VICTORIA_ETAPA	0,114	0,407	0	0	0	0	4
EDAD	28,809	5,106	20	25	28	32	43
PARTICIPACIONES_GV	5,606	5,539	0	1	4	9	29

En este período de cinco años, 775 ciclistas llegaron a la meta en Madrid. Sin embargo, esto no quiere decir que sean 775 corredores diferentes, sino que muchos de ellos repitieron. En total 501 ciclistas distintos terminaron la gran vuelta española durante este lustro. Asimismo, se puede ver que las características de estos son muy diferentes entre sí:

- La mayoría de ciclistas participantes no han acabado nunca entre los 20 primeros de la clasificación general (TOP20). Sin embargo, existen excepciones, Chris Froome había quedado 4 veces entre los 20 primeros de la Vuelta antes de ganarla por fin en 2017.
- En general, observando la variable COMPAÑEROS se puede ver que los directores del equipo hacen un buen trabajo seleccionando a los corredores que llevan a competir a La Vuelta ya que puede verse que la gran mayoría de equipos terminan la prueba de tres semanas con al menos 7 corredores (es decir, sólo 2 ciclistas abandonan el equipo). Aunque también hay excepciones, como el Vacansoleil en 2013 o el Dimension Data en 2017, que terminaron únicamente con tres corredores.
- Si bien se ha dicho que la mayoría de ciclistas nunca han ocupado puestos en el top 20 de la carrera, lo normal es que al menos tengan un compañero que sí lo ha hecho en el equipo (TOP20EQUIPO). Una de las preguntas que sería interesante resolver es cómo se desarrolla la dinámica de equipo explicada anteriormente en

conjuntos con múltiples líderes. Desafortunadamente, no se disponen de datos para explicar esta cuestión ya que la base de datos utilizada no recoge la estrategia de líderes dentro de los equipos antes de comenzar la carrera.

- El PESO medio de un ciclista es de 67 kilos, con una desviación típica de 6 kilos y con la mitad de los corredores en un rango de 8 kilos ($Q1 = 63$ kg y $Q3 = 71$ kg). Sin embargo, eso no evita que existan valores mucho más extremos, como es el caso del francés Kenny Elissonde. Con 52 kilos, representa el corredor más ligero en el registro y su perfil escalador y especialista en clasificaciones generales. Contrasta mucho con el caso opuesto de Connor Dune, el ciclista más alto y pesado con 2,04 metros de ALTURA y 88 kilos de peso, y por supuesto con un perfil muy diferente.
- Se aprecia también que existe bastante cambio de equipos entre los ciclistas. La mayoría de estos habían disputado entre 2 y 4 temporadas con una escuadra (ANTIGÜEDAD) cuando participaron en la carrera. Aunque obviamente hay excepciones como puede ser la de Samuel Sánchez, que militó durante 14 temporadas en el Euskaltel-Euskadi hasta que este equipo se disolvió finalmente en 2013.
- Hay excepciones, pero la mayoría de ciclistas que compiten en una gran vuelta nunca consiguen una etapa (VICTORIA_ETAPA). Esto es lógico dado que corren 198 corredores (22 equipos de 9 ciclistas) y sólo se disputan 21 etapas. Es decir, sólo el 11% de los ciclistas conseguirían un triunfo parcial. Sin embargo, este número se ve todavía más reducido ya que a menudo un ciclista en buena condición física (especialmente un especialista al sprint) puede conseguir ganar varias etapas. Ejemplo: John Degenkolb en 2014 o Matteo Trentin en 2017, ambos con 4 victorias de etapa.
- Existe gran disparidad en cuanto a la EDAD de los participantes. La media son unos 28 años sin embargo hay gente que corre con 20 años y otros que continúan haciéndolo hasta los 43.
- También existen grandes diferencias entre corredores en cuanto a la experiencia en carreras de tres semanas (PARTICIPACIONES_GV), ya que aunque la mayoría de corredores han disputado alguna gran vuelta previamente, también

hay algunos que debutan en la vuelta y algunos como Matteo Tosatto cuando corrió en 2014 con 40 años.

3.3. Explicación de resultados

En la Tabla 2, se puede observar un resumen de los resultados obtenidos para la regresión lineal planteada. En general, todos los coeficientes afectan a la variable dependiente (RANKING) de la forma prevista en el capítulo anterior en el que se planteaban las hipótesis a estudiar. Sin embargo, muchos de ellos no son estadísticamente significativos por lo que no todas las hipótesis podrán ser aceptadas.

Tabla 2: Factores que influyen el rendimiento individual.

	Coefficiente	Desv. Típica	t - valor	p - valor	
Const	-0,281	0,125	-2,251	0,025	**
TOP20	-0,044	0,009	-4,986	0,000	***
COMPAÑEROS	-0,008	0,007	-1,248	0,212	
TOP20EQUIPO	-0,004	0,008	-0,543	0,587	
PESO	0,015	0,002	8,889	0,000	***
ANTIGÜEDAD	0,002	0,004	0,515	0,606	
VICTORIA_ETAPA	-0,071	0,021	-3,318	0,001	***
PARTICIPACIONES_GV	-0,013	0,003	-4,733	0,000	***
ESPAÑA	-0,055	0,031	-1,786	0,074	*
EUROPA	-0,011	0,024	-0,458	0,647	
FRANCIA	-0,016	0,030	-0,515	0,607	
ITALIA	-0,006	0,033	-0,174	0,862	
SUB29AÑOS	-0,039	0,022	-1,763	0,078	*
MÁS33AÑOS	0,126	0,031	4,057	0,000	***
GC	-0,137	0,020	-6,795	0,000	***
<hr/>					
R-cuadrado	0,408	R-cuadrado corregido		0,396	
F (14, 704)	34,68	Prob (de F):		8,51E-71	
Log-verosimilitud	65,102				

Uno de los análisis más claros que se pueden extraer de los resultados es la confirmación de que el PESO de los ciclistas es un factor clave a la hora de realizar una buena clasificación general. Teniendo en cuenta esta forma normalizada de la variable dependiente. Esta relevancia se puede ver muy fácilmente si se hace una serie de cálculos y suposiciones básicas con la intención de ilustrar esta relación. Por ejemplo, si se supone que terminan 160 corredores (alrededor del número medio para este período estudiado), un ahorro de un kilo de masa corporal supondría una mejora nada desdeñable de en torno a tres posiciones en la clasificación final. Obviamente esto sirve para remarcar la importancia de este atributo físico en general, pero también es necesario destacar que no todos los ciclistas compiten por la clasificación final sino que

sus objetivos van más enfocados a la obtención de triunfos parciales, es el caso de velocistas y contrarrelojistas.

Otra de las hipótesis planteadas en la presentación del trabajo es que los corredores con mayor experiencia previa en la carrera española obtendrán mejor rendimiento en la presente edición de la misma. Esta hipótesis se cumple en parte ya que algunas de las variables propuestas son significativas y otras no. Concretamente, se observa que el número de presencias en el top 20 de ediciones anteriores (TOP20) es un elemento significativo a la hora de describir el rendimiento individual. Sin embargo, hay otra idea interesante que se puede extraer de estas variables ya que ni el número de top 20 de los compañeros (TOP20EQUIPO) ni el número de temporadas de experiencia en el equipo (ANTIGÜEDAD) parecen ser significativas para explicar la variable RANKING. Esta aparente falta de importancia del equipo resulta chocante desde el punto de vista convencional, puesto que como se ha explicado anteriormente la influencia de los compañeros es clave en el rendimiento individual, sobre todo del líder. Se podría teorizar que son las diferentes estrategias dentro de cada equipo lo que hace difícil establecer una relación matemática entre ellas. Por ejemplo, quizá la estrategia de varios líderes en el mismo equipo puede causar peores resultados (Prinz & Wicker, 2012). Otro elemento que podría influir, sería que a menudo, los gregarios deben trabajar para dichos líderes de equipo y, por tanto, renuncian a sus intereses personales decreciendo su posición en la clasificación general. En cualquier caso, los resultados son estos y sería necesaria más investigación posterior para aclarar las dudas planteadas. Esta hipótesis también se planteaba inicialmente, pero dada la estructura de la base de datos no ha sido posible comprobarla.

La experiencia del ciclista podría evaluarse también como el conocimiento del terreno y la orografía o la pertenencia a una cultura de carreras de tres semanas (ESPAÑA, EUROPA, FRANCIA, ITALIA). Según los resultados, la procedencia geográfica no parece ser significativa desde el punto de vista estadístico, aunque sí se obtuvieron los coeficientes esperados. Ya que los corredores europeos (España, Francia e Italia incluídos), parecen obtener todos mejores resultados.

Por otro lado, y según las investigaciones iniciales, cabría esperar que los ciclistas alcanzasen el pico de su rendimiento alrededor de los treinta años (Sanchis-Gomar, Mattiuzzi, & Lippi, 2017). En el modelo propuesto se incluyen dos variables ficticias que estudian la influencia de la edad en la clasificación obtenida: una para los menores

de 29 años (SUB29AÑOS) y otra para los mayores de 33 años (MÁS33AÑOS). Observando los coeficientes obtenidos, se puede aceptar parcialmente la hipótesis, aunque con matices. Por un lado, parece claro un declive en el rendimiento ligado al envejecimiento. Sin embargo, también hay que tener en cuenta que quizá esté teniendo lugar una tendencia hacia la obtención más temprana del éxito, ya que (aunque no es significativo al nivel escogido de 0,05) parece observarse que los ciclistas más jóvenes obtienen incluso mejores resultados que los que se encuentran entre 29 y 33 años, lo que contradice la literatura existente.

En último lugar, observando los resultados obtenidos, se podría afirmar que el equipo no tiene ninguna importancia a la hora de explicar los resultados individuales, ya que ni el número de compañeros de equipo que terminan (COMPAÑEROS) ni el número de presencias entre los veinte primeros clasificados (TOP20EQUIPO) son significativos. Sin embargo, esto es completamente opuesto a lo que la experiencia indica, por lo que muy probablemente se deba a una falta de granularidad en la toma de datos. Si los datos disponibles recogieran más información, como el tiempo que tarda cada uno de los gregarios en abandonar el pelotón principal, quizá las conclusiones serían muy diferentes. En cualquier caso, esto último entra dentro del terreno de la suposición, por el momento lo único seguro es que no puede afirmarse que las variables COMPAÑEROS y otras variables relacionadas con el equipo tengan relación con el rendimiento individual.

4. Conclusión

El estudio analiza el rendimiento individual, teniendo en cuenta también factores colectivos, utilizando datos correspondientes a la Vuelta Ciclista a España durante las temporadas 2013, 2014, 2015, 2016 y 2017. Como se detalló en el apartado 3, *Análisis del rendimiento individual*, hay múltiples factores que son significativos a la hora de explicar el rendimiento de los ciclistas. Hay distintas categorías que tienen influencia, el peso de un ciclista penaliza de forma importante la posición en el ranking, ya que los corredores más ligeros ofrecen unas mejores prestaciones sobre todo en etapas de montaña. En segundo lugar, la experiencia y calidad del ciclista son factores importantes (número de participaciones en grandes vueltas, sus resultados en las mismas y las victorias de etapa obtenidas) también es significativa para explicar el rendimiento individual. Asimismo, la especialidad del ciclista también es importante ya

que los ciclistas especializados en vueltas por etapas obtienen mejores resultados en la clasificación general. Por último, se observó que los ciclistas de mayor edad (aquellos con más de 33 años) tenían peores resultados.

Por otro lado, los resultados no fueron tan concluyentes desde el punto de vista colectivo. Ninguno de los aspectos analizados (el número de compañeros que terminan la carrera, el rendimiento de estos en ediciones anteriores o la experiencia del corredor en el seno del equipo) ofrecieron coeficientes significativos para explicar las actuaciones individuales. Sin embargo, en este punto no se puede afirmar que estos factores no sean importantes, ya que contradicen en gran medida las creencias de todos los managers del sector. Más bien, indica que mayores investigaciones son necesarias y que éstas deberán enfocarse desde otro ángulo y/o utilizando un método diferente para obtener los datos.

Se espera que las conclusiones obtenidas puedan servir tanto para basar futuras contribuciones a la literatura científica como para guiar la toma de decisiones de los directores de equipo en el momento de decidir el grupo de corredores que quieren seleccionar para la disputa de próximas ediciones de la Vuelta Ciclista a España.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Coyle, E. (2015). Improved muscular efficiency displayed as the Tour de France Champion matures. *Journal of Applied Physiology* , 2191-6.
- Collins, S., Hume, P., & Hopkins, W. (2014). Age at Peak Performance of Successful Track & Field Athletes. *International Journal of Sports Science & Coaching* , 651-661.
- Crouch, T. N., Burton, D., LaBry, Z. A., Blair, & B., K. (Junio de 2017). Riding against the wind: a review of competition cycling aerodynamics. *Sports Engineering* , 81-110.
- Debraux, P., Grappe, F., Manolova, A., & Bertucci, W. (2011). Aerodynamic drag in cycling: methods of assessment. *Sports Biomechanics* , 197-218.
- Faria, E. W., Parker, D. L., & Faria, I. E. (2015). The Science of Cycling.
- Feltz, D. (1988). Self-Confidence and Sports Performance. *Exercise and Sport Sciences Reviews* , 423-458.
- Filipas, L. (2016). Modelling professional cyclists' career with UCI points.
- Jeukendrup, A., & Martin, J. (2001). Improving cycling performance: How should we spend our time and money. *Sports Medicine* , 559-69.
- Lago-Peñas, C., & Lago-Ballesteros, J. (2011). Game location and team quality effects on performance profiles in professional soccer. *Journal of Sports Science and Medicine* , 465-471 .
- McCole, S., Claney, K., Conte, J. C., Anderson, R., & Hagberg, J. M. (1990). Energy expenditure during bicycling. *Journal of Applied Physiology* , 748-753.
- Pinot, J., & Grappe, F. (2014). A six-year monitoring case study of a top-10 cycling Grand Tour finisher. *Journal of Sports Sciences* .
- Prinz, J., & Wicker, P. (2012). Team and individual performance in the Tour de France. *Team Performance Management: An International Journal* , 418-432.
- Prinz, J., & Wicker, P. (2016). Diversity effects on team performance in the Tour de France. *Team Performance Management* , 22-35.

Sanchis-Gomar, F., Mattiuzzi, C., & Lippi, G. (2017). The age of the champion as a major determinant of (personalized) performance in different sports disciplines. *The Journal of Laboratory and Precision Medicine* .

Swain, D. P. (1994). The influence of body mass in endurance bicycling. . *Medicine and Science in Sports and Exercise* , 58-63.

Schulz, R., & Curnow, C. (1988). Peak Performance and Age Among Superathletes Track and Field, Swimming, Baseball, Tennis, and Golf . *Journal of Gerontology* , 113–P120.

Torgler, B. (2007). La Grande Boucle: Determinants of Success at the Tour de France. *Journal of Sports Economics* , 317-331.

Trequattrini, R., Lombardi, R., & Battista, M. (2015). Network analysis and football team performance: a first application. *Team Performance Management* , 85

6. WEBGRAFÍA

(s.f.). ProCyclingStats: <https://www.procyclingstats.com/>

Breaking2. (s.f.). Recuperado el 05 de 2018, de Wikipedia: <https://en.wikipedia.org/wiki/Breaking2>

Geographic, N. (21 de 09 de 2017). *Breaking2 | Documentary Special* . Recuperado el 05 de 2018, de Youtube: https://www.youtube.com/watch?v=V2ZLG-Fij_4

The Inner Ring: Is cycling a team sport? . (06 de 2011). Recuperado el 2018, de <http://innrng.com/2011/06/is-cycling-a-team-sport/>