

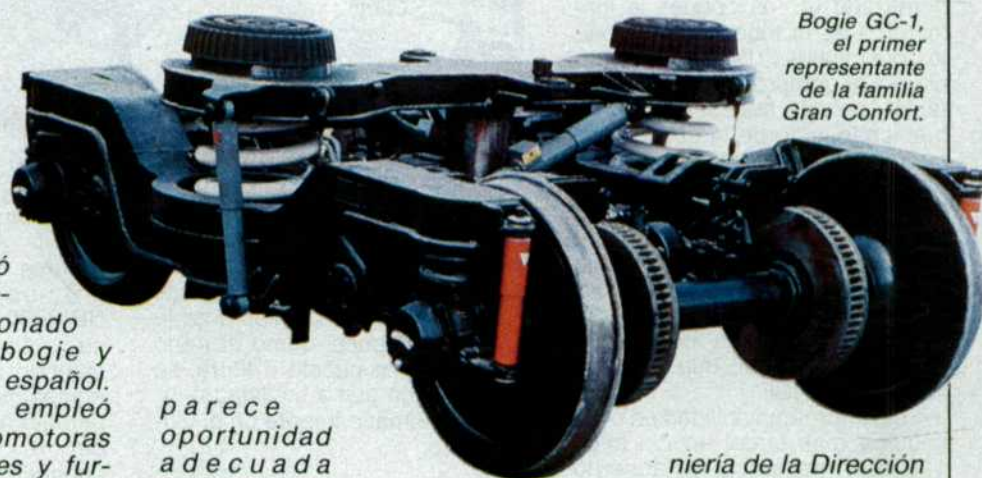
LA LARGA BUSQUEDA DEL BOGIE PARA ALTA VELOCIDAD

A lo largo de su historia, el ferrocarril ha desarrollado tecnologías propias que le han permitido aumentar su velocidad y seguridad, adaptándose a las exigencias de una sociedad en continua evolución. Son técnicas complejas, condicionadas unas a otras y que, en algún caso, la creación de una propicia la de otras que precisa para ser aplicada.

En el binomio rueda de acero-carril de acero, tan sinónimos del ferrocarril, la

rueda se estructuró pronto en un sistema más perfeccionado conocido como bogie y como carretón, en español. Dicho sistema se empleó tanto en las locomotoras como en los coches y furgones y después en los vagones de mercancías. Este elemento se ha mostrado fundamental para pasar a mayores velocidades en el ferrocarril.

El próximo umbral de los 200 kilómetros por hora



Bogie GC-1, el primer representante de la familia Gran Confort.

parece oportuna para realizar un análisis de las posibilidades y evolución del bogie. Para ello se han realizado dos artículos. El primero de ellos, tras una conversación con Francisco Esteban Casas, de la Jefatura de Inge-

nería de la Dirección de Material, trata de las posibilidades del bogie GC para 200 kilómetros por hora, y el segundo recoge las principales etapas de la evolución del bogie desde 1832, fecha de su aparición, hasta nuestros días.

RENFE PROBARA LOS BOGIES GRAN CONFORT PARA 200 KM/H.

SANTIAGO GRAIÑO

La imperiosa necesidad de aumentar progresivamente la velocidad de los trenes obliga a un constante esfuerzo de adaptación tecnológica. Elementos, equipos, sistemas y soluciones —no sólo tradicionales, sino, a veces, recientes— deben ser modificados o sustituidos, para responder así a exigencias cada vez mayores. Buen ejemplo de lo anterior es la última generación de bogies de RENFE, que, desarrollada hace pocos años, va a ser sometida a pruebas. Se trata de determinar su aptitud para circular a 180 y 200 km/h., y si, para hacerlo, precisa de alguna modificación.

LOS coches de viajeros modernos de RENFE —como los 9000 y 10000— y varios otros tipos de vehículos pueden ofrecer buena parte de sus prestaciones gracias al tipo de bogies que llevan montados. Así, factores como la comodidad, seguri-

dad y velocidad descansan en el sistema de rodadura, y en concreto, en una familia de bogies que entró en explotación a comienzos de la década de los ochenta: la Gran Confort (GC).

Los bogies GC tuvieron su primer representante en el GC 1, y

su estreno se hizo montándolos, durante 1981, en coches «Corail», alquilados a la SNCF. Sin embargo, posteriores modelos se instalarían masivamente en las series 9000 y 10000, hasta llegar a su máximo exponente actual: el bogie GC 3A, aparecido en 1984. «Estos bogies pueden circular ahora a 160 km/h., y vamos a hacer ensayos para ver si es posible alcanzar, sin realizar modificaciones, los 180 km/h.; incluso se va a intentar hacer una prueba a 200 km/h.», declara Francisco Esteban Casas, de la Jefatura de Ingeniería de la Dirección de Material.

El desarrollo de la familia GC se remonta a 1971, cuando RENFE, CAF y SIMAFE acuerdan un plan de investigación destinado al desarrollo de un bogie de elevada velocidad y confort. Fruto de este acuerdo fue un prototipo, dotado de suspensión neumática, que se denominó «bogie SIMAFE 2». Pese a los excelentes resultados que demostró en la fase de prueba, el SIMAFE no llegó a fabricarse masivamente; sin embargo, constituye el punto de partida de la familia Gran Confort, ya que el bogie GC 1 es un claro derivado del SIMAFE 2.

Curiosamente, fue el apostar por una tecnología avanzada —en concreto el uso de una sus-



La casi totalidad de los coches 9000 y 10000 están equipados con bogies Gran Confort.

pensión secundaria neumática—lo que conspiró contra el éxito del SIMAFE. Este sistema resultaba de dudosa efectividad en aquella época, ya que aún no estaba generalizado en los coches la instalación de la tubería de depósitos principales (TDP), y su carencia podía comprometer la alimentación de aire necesaria para el funcionamiento de la suspensión neumática. Sin embargo, el principal problema de la opción era el que dificultaba mucho la intercambiabilidad con bogies de la SNCF. Se pretendía que una caja francesa pudiera circular sobre unos bogies españoles, y eso obligaba a disponer del mismo tipo de suspensión que el instalado en la SNCF.

Esta intercambiabilidad se conseguiría más tarde, en los años 1983-84, gracias a un acuerdo entre RENFE y la SNCF. Así, el bogie GC 3B se adapta especialmente para sustituir al francés Y-32 He, cuando las cajas galas



Francisco Esteban Casas, ingeniero de la Dirección de Material, ha tenido una activa participación en el desarrollo de los bogies GC.

pasan a la Península Ibérica. Todo está estudiado para que el cambio sea lo más rápido posible y las conexiones, como el freno de mano y la puesta a tierra, se realicen con suma facilidad o incluso automáticamente en el último caso.

Nace la familia GC

El prototipo GC 1, que es la base de la cual derivan los pos-

teriores integrantes de la familia GC, se probó en el coche BB-8600 en 1979 y 1980. Dado su carácter experimental, el mencionado prototipo dispone de un equipamiento que, en principio, permite alcanzar velocidades superiores a los 200 km/h.; así, cuenta con freno de disco, amortiguadores antilazo y previsión de bloques de freno y de patines de freno electromagnético.

Demostradas las propiedades

de este prototipo, se procedió a la producción del bogie GC 1 de serie, el cual ofrece prestaciones más humildes, ya que está limitado a la velocidad de 160 km/h. En la primera versión se eliminaron los bloques de freno y los elementos destinados a la alta velocidad, como el freno electromagnético y el antilazo, aunque el bloque de freno se volviera a incorporar en algunos modelos posteriores de la gama GC, cuando la masa de los vehículos lo aconsejaba.

Si bien se suele identificar los bogies GC 1 con los coches 9000, la verdad es que las primeras 50 cajas de dicha serie se montaron sobre bogies Fiat, instalándose a las sucesivas el GC 1 y sus modificaciones GC 1/1A y GC 1A. Son estos últimos el resultado de comprobar la necesidad de dotar al bogie de un mecanismo antibloqueo. Es decir, de un sistema que detecte la pérdida de adherencia durante el frenado, evitando los consiguientes «patinazos», que producen planos en las ruedas y las deforman.

Para algunas aplicaciones especiales se derivaron otros modelos del GC 1, como el GC 1B, destinado a los coches-restaurante RRR-9900, y que, además de contar con el freno de disco usual en todos los GC, lleva instalado un bloque de freno por llanta. Este bogie, al disponer de dicho bloque, no precisa antibloqueo. Semejante es el caso del GC 2, que, según Esteban, debería llamarse GC 2B y fue diseñado para los furgones DDT-9450. «Tienen estos vehículos una tara de 52 toneladas y pueden llegar a una carga de 60, por lo que necesitábamos hacer un esfuerzo de frenado que sólo con el disco era insuficiente, lo que nos llevó a incorporar el bloque de freno en llanta. Además, la suspensión secundaria lleva un muelle de hilo de mayor diámetro y la suspensión primaria un muelle de aumento».

Si bien el paso del GC 1 al GC 2 no supuso casi cambios, el GC 3 sí introduce ciertas modificaciones. Sus dos versiones, la GC 3A y la GC 3B, representan los últimos exponentes de la familia GC. La primera de ellas está destinada a los coches de la serie 10000 y, como indica la letra «A», se trata de un bogie dotado de sistema antideslizamiento. Por su parte, el GC 3B tiene como fin el servir de rodadura a ciertos coches de la SNCF en España y Portugal.

El GC 3A aparece en 1984, re-

BOGIES DE LA FAMILIA GC (*)

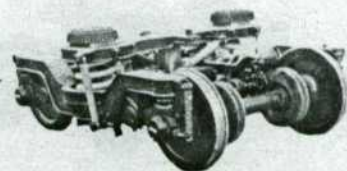
Modelo	Numeración	Unidades	Año construcción	Constructor	Aplicación
GC1	Prototipo	2	1979	CAF (Beasain)	BB-8600 (experimentación)
GC1	023.001 a 100	100	1980-81	CAF (Beasain)	SNCF VTU «Corail» (1)
GC1	023.101 a 114	14	1981	CAF (Zaragoza)	RRR-8002 a 8008 (modernización)
GC1/1A	023.115 a 184	70	1981	CAF (Zaragoza)	BB-9241 a 9280 y AAR-9701 a 9705
GC1/1A	023.185 a 214	30	1981-82	Macosa (Valencia)	AA-9101 a 9105 y BBR-9801 a 9810
GC1A	023.235 a 304	70	1984	CAF (Zaragoza)	BBL-9626 a 9660
GC1A	023.305 a 354	50	1984	Macosa (Valencia)	BBL-9601 a 9625
GC2	025.001 a 040	40	1984	CAF (Zaragoza)	DDT-9451 a 9470
GC1B	023.215 a 234	20	1983	CAF (Zaragoza)	RRR-9901 a 9910
GC3A	026.001 y 002	2 (2)	1984	CAF (Zaragoza)	AA-10001
GC3A	026.003 a 028	26 (2)	1984	CAF (Irún)	BB-10201 a 10237
GC3A	026.029 a 076	48	1984	CAF (Zaragoza)	BB-10201 a 10237
GC3A	026.077 a 090	14 (2)	1984	CAF (Irún)	BB-10238 a 10260
GC3A	026.091 a 122	32	1984	Ateinsa (Villaverde)	BB-10238 a 10260
GC3A	026.123 a 142	20 (2)	1984	CAF (Irún)	A-10002 a 10021
GC3A	026.143 a 162	20	1984	Macosa (Valencia)	AA-10002 a 10021
GC3B	026.163 a 194	32 (2)	1984	CAF (Irún)	SNCF 64.87.5070.501 a 550 (3)
GC3B	026.195 a 212	18	1984	CAF (Zaragoza)	SNCF 64.87.5070.501 a 550 (3)
GC3A	026.213 a 262	50	1985	CAF (Zaragoza)	BB-10261 a 10285
GC3A	026.263 a 284	22	1985-86	Ateinsa (Villaverde)	BB-10286 a 10296
GC3A	026.285 a 316	32	1985-86	Macosa (Valencia)	AA-10022 a 10037
GC3A	026.317 a 340	24	1985-86	CAF (Zaragoza)	BBL-10601 a 10612
GC3A	026.341 a 368	28	1985-86	Macosa (Valencia)	BBR-10801 a 10804
GC3A	026.369 a 398	30	1986	Tafesa (Villaverde)	DDE-10401 a 10415

(*) Datos de la revista «Carril».

(1) Se trata de 50 coches (4 A10rtu, 6 A10tu y 40 B10tu) alquilados temporalmente por RENFE entre 1980 y 1982.

(2) Proceden de la recuperación de los bogies GC1, 023.001 a 100.

(3) Recorrido hispanoluso.



cogiendo una serie de modificaciones que la experiencia obtenida con los GC1 recomendaba. En especial se redimensionó el larguero en la zona próxima a la articulación biconica, se empotró el pivote del sistema de arrastre en la traviesa de unión y se modificó la articulación biconica.

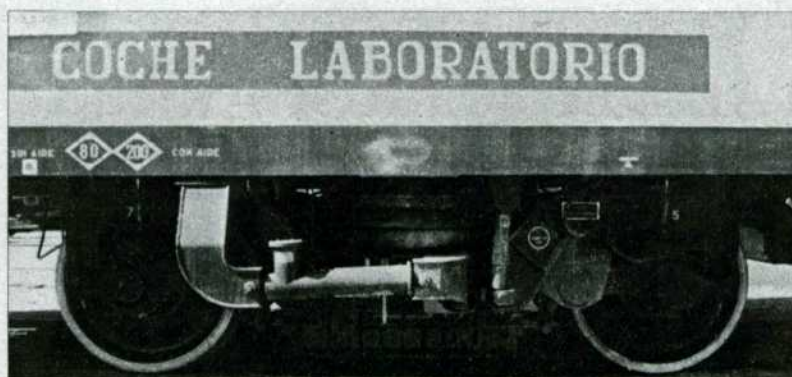
«El GC1 y el GC3 son muy parecidos, pero este último está mucho más adaptado para el cambio rápido en la frontera», explica Esteban. En especial, «el GC3B, totalmente adaptado, lleva bloque de freno en llanta porque es el sistema seguido en los bogies SNCF. Además, incorporamos modificaciones para subsanar pequeños problemas del GC1, que se pusieron de manifiesto en la explotación. Ahora tenemos el asunto desarrollado y tanto cajas SNCF pueden llegar a España poniéndoles nuestros bogies como también las nuestras, de la serie 10000, con ligeras modificaciones, podrían pasar a Francia», añade.

Planes de futuro

El mecanismo antideslizamiento se basa en la comparación automática de la velocidad en los distintos ejes del vehículo. En una mangueta de cada eje va instalado un sensor que detecta la velocidad de giro, enviando una señal al sistema de análisis. Este compara las señales que recibe de los cuatro ejes y, si detecta diferencias, actúa sobre el freno del eje afectado; primero liberando el freno, para evitar el bloqueo, y volviéndolo a accionar nuevamente cuando los valores de la señal se sitúan entre los límites admisibles.

Los bogies GC se diferencian notoriamente de los clásicos por su forma de unión con la caja, caracterizada en los segundos por la traviesa oscilante, también llamada «traviesa bailarina», elemento del que carece la familia GC. En dicho caso, la caja apoya directamente sobre los muelles de la suspensión secundaria, a través de unos sombreretes de material elástico. Estos muelles no sólo son capaces de permitirle a la caja un movimiento vertical, sino también un cierto desplazamiento transversal. Aparte de eso, existe una fijación entre dos traviesas, la de caja y la denominada falsa traviesa del bogie, que forman un cuerpo solidario mediante dos pitones.

En el sistema tradicional, la transmisión de los esfuerzos de tracción y frenado de la caja al bogie y viceversa se realiza a través de los pivotes superior e in-



El coche laboratorio RS-DI-01, con el cual se realizan ensayos a alta velocidad, rueda sobre bogies SIMAFE.

ferior, unidos a las respectivas traviesas de caja y bogie. En la solución GC, el sistema de arrastre queda íntegramente situado en el bogie, facilitando su cambio. Por su parte, la solución francesa en el bogie Y-32 He ha sido una adaptación de su sistema tradicional, mediante cables, sólo que incorporados totalmente al bogie.

Los bogies GC cuentan, además, con un sistema de barra de torsión para evitar el balanceo de la caja. Además, la mangueta de un bogie por coche está adaptada para recibir el sensor que comanda el bloqueo y apertura au-

tomática de las puertas del coche en función de la velocidad. Por otra parte, dos cajas de grasa de cada bogie reciben los sensores del antibloqueo, y una tercera la puesta a tierra. De esta manera, de las ocho cajas de grasa del coche sólo una puede considerarse como «normal».

Las posibilidades de la familia GC están lejos de haberse agotado. Francisco Esteban piensa que es posible llegar a 180 km/h. con el actual GC3A; sin embargo, para que alcance los 200 km/h. será preciso añadirle cosas. «Probablemente a

200 km/h. haya que montar el dispositivo antilazo y bloque de freno en llanta, para repartir el esfuerzo de frenado y mejorar la disipación de energía. La posibilidad de que el GC3 vaya a esa velocidad es razonable, en principio, ya que la velocidad crítica de estos bogies está por encima de los 200 km/h.»

En todo caso, es necesario realizar pruebas. Así como durante la explotación del GC1 surgieron algunos problemas, lo mismo puede acontecer en este caso. En especial, parece probable que será preciso disponer de un sistema de amortiguación que mitigue el llamado «movimiento de lazo», que tiende a hacer serpentear al bogie transversalmente a la vía y que puede volverse peligroso cuando se alcanzan velocidades importantes.

Los ensayos deberían realizarse durante el presente año, probablemente durante el verano. De momento, como para la puesta a prueba de varios otros aspectos técnicos relacionados con la alta velocidad, es preciso que se materialice la instalación de los nuevos desvíos, que permiten circular a más de 200 km/h. por la vía general.

CARACTERÍSTICAS DEL BOGIE GRAN CONFORT 3 A (GC3A)

— Bastidor con forma de H en chapa de acero —de calidad A52—, formando secciones en cajón cerrado. Los largueros tienen en su parte central un alojamiento reforzado para los muelles de la suspensión secundaria; también están en el bastidor los soportes para los equipos de accionamiento del freno.

— Unión caja-bogie mediante una «traviesa de unión» y una traviesa de caja. La primera se apoya en la parte superior de los muelles de la suspensión secundaria y está permanentemente unida al bogie por cuatro eslingas y amortiguadores; la segunda va fija en la caja y la unión entre ambas se realiza mediante dos pitones de anclaje.

— Sistema de arrastre situado íntegramente en el bogie para facilitar el cambio en la frontera. El GC3A no monta el método clásico de traviesa oscilante, sino que cuenta con un pivote que baja desde la

traviesa de unión, actuando sobre un balancín y dos bielas dotadas con silentblocks; de esta manera, el arrastre se realiza en el plano de los ejes.

— Sistema antibalanceo, mediante barra de torsión, muy eficaz, consiguiéndose un «coeficiente de souplesse» de sólo 0,18.

— Suspensión primaria formada por ocho muelles helicoidales, dispuestos en grupos de dos sobre cada caja de grasa, con un amortiguador hidráulico. La flexibilidad es de 3 mm/t. por bogie.

— Suspensión secundaria constituida por dos muelles helicoidales de grandes dimensiones (712 mm. de altura bajo tara y 61 mm. de diámetro del hilo), capaces de soportar no sólo las cargas verticales y transversales de la caja, sino de permitir la rotación del bogie. La amortiguación vertical depende de dos

amortiguadores hidráulicos, dispuestos a los costados del bogie, entre el bastidor y la traviesa de unión. Por último, la unión de caja bogie se realiza mediante casquetes elásticos situados en la parte superior de los muelles de la suspensión secundaria.

— Cajas de grasa con cuerpo exterior bipartido, para facilitar su montaje y el de los dos rodamientos de barilete. La caja se une al bastidor del bogie mediante una articulación de dos elementos «sandwich» cónicos de caucho, que permiten una gran estabilidad de marcha a altas velocidades.

— Freno constituido por cuatro cilindros, con regulador incorporado, que actúan —mediante mordazas— sobre los dos discos con que cuenta cada eje. El sistema de frenado cuenta con un dispositivo antibloqueo, que protege las ruedas de bloqueos por falta de adherencia, evitando así que se formen en ellas planos.



EL BOGIE COMO ELEMENTO FUNDAMENTAL DEL FERROCARRIL

Angel Maestro

CASI desde los primeros tiempos del ferrocarril, muy particularmente en los Estados Unidos, como luego veremos, la aplicación a los vehículos ferroviarios del bogie supuso uno de los mayores adelantos en el material rodante.

A diferencia de los ejes simples, el bogie permite una mucho mejor inscripción en las curvas. Su utilización permitió aumentar el número de ejes sobre los que reposaba el vehículo, y por consiguiente el peso admitido por el mismo.

Debido a la especial ligazón entre el chasis del vehículo, por medio de un pivote, y el bogie, se consiguió que la transmisión del movimiento denominado de lazo, movimiento perturbador y que puede llegar a originar graves consecuencias, fuese mucho más atenuada que la que se desarrollaba respecto a un vehículo de dos ejes, donde la suspensión, además, obligaba a ligazones mucho más rígidas. En consecuencia, tanto la estabilidad como el confort fueron aumentados muy considerablemente.

Naturalmente han existido y existen un número tal de tipos de bogies que en el caso, harto improbable, de enumerarlos todos y de describirlos obligaría a redactar un verdadero tratado. Además, con la casi certeza de que no podríamos recoger sino una parte de la enorme variedad existente.

Por tanto, haremos un resumen histórico, enriquecido además por las diferencias entre continentes y entre coches de viajeros y vagones de mercancías, así como de las locomotoras y ténדרes.

Locomotoras

En el caso de las locomotoras resulta evidente, desde casi los orígenes del ferrocarril en los Estados Unidos, la tenden-

cia unívoca y unidireccional hacia la utilización del bogie, como característica —yo diría casi premisa básica— de la concepción del transporte ferroviario en los Estados Unidos y su gigantismo.

Sin el bogie, nunca los trenes estadounidenses habrían alcanzado sus grandes tonelajes característicos. Y sin el bogie tampoco se habría desarrollado en ese Estado-nación el confort característico de sus coches de viajeros.

Ya desde casi los primeros balbuceos del ferrocarril en los Estados Unidos observamos la aplicación del bogie en las locomotoras. Tanto es así que tendríamos que adentrarnos en la verdadera prehistoria del ferrocarril en los Estados Unidos para ver algún tipo de locomotora sin bogies.

Hecho que aún tardaría en producirse en Europa, respecto a la aplicación en servicio normal en las locomotoras del siglo XIX.

Aun con riesgos de equivocarnos, tendríamos que retroceder nada menos que hasta 1831 para ver un primitivísimo ejemplar de locomotora de vapor estadounidense con dos ejes motores y sin bogie delantero: la «Best Friend of Charleston» del South Carolina Railroad, que representa uno de los raros ejem-

plares sin bogies en ese continente.

Ya en 1832 vemos una locomotora 2-1-0, o sea, con bogie. Un primitivísimo ejemplar, la «Brother Jonathan», para el ferrocarril Mohawk-Hudson. Copiada de las inglesas de su época, parece que de la «Planet» de Stephenson, presenta ya la particularidad yanqui: el bogie que le permitiría la mejor inscripción en curva. Antes de pensar todavía en locomotoras mucho más potentes.

El tipo «standard» americano

En 1837 vemos dos máquinas copiadas de una de las europeas de su época, como la «Campbell» y la «Hercules», ambas 2-2-0. Pero la característica del bogie es evidente. Aunque en la «Hercules» se observan ya las líneas básicas de lo que sería después el tipo «standard» de las «American» 2-2-0, construidas en número de 25.000 ejemplares.

Según nuestro estudio, todas las máquinas más importantes de los Estados Unidos, construidas ya hasta el fin de la década de los 1840, llevarían el bogie. Máquinas incluso algunas fiel reflejo de las europeas, como la «Lafayette», del Baltimore and Ohio, pero con rodaje 2-1-0, en

1837. Tengamos en cuenta lo que supuso el adelanto tecnológico del bogie, si observamos que aún quedaban once años para la inauguración en España del Barcelona-Mataró.

El caso de Europa

La utilización de un eje simple delante de los ejes acoplados se prolongaría en Europa hasta finalizado el siglo XIX.

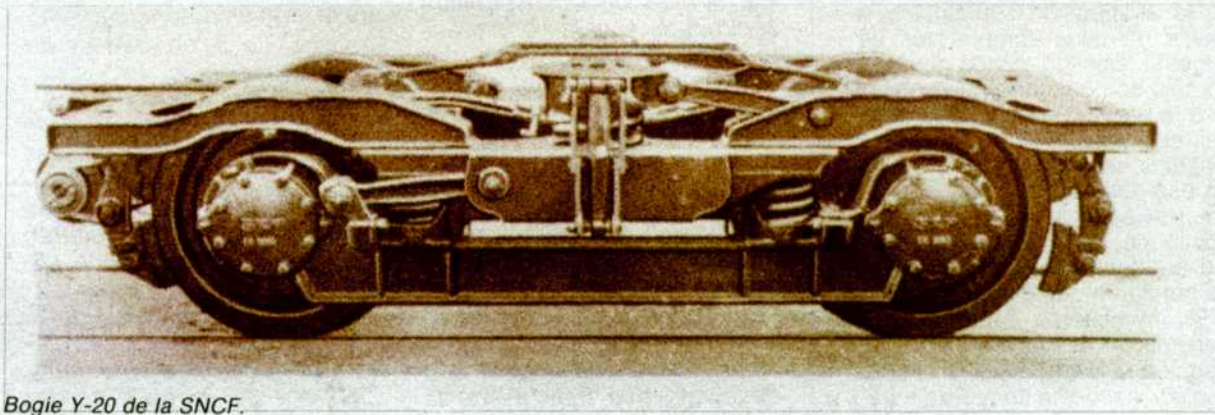
Incluso máquinas de enorme velocidad, como las «Crampton», que alcanzarían, en el Imperio de Napoleón III, velocidades punta de 130 km/h., llevaban dos ejes rígidos delante de los ejes acoplados, pero no un bogie.

En 1855 aparecen las características locomotoras americanas, tantas y tantas veces vistas en las películas del Oeste, las 2-2-0; creemos que la primera lo fue en el Western Atlantic Railroad, y la supremacía del bogie es ya un hecho consumado en los Estados Unidos.

En Europa, en un principio, el bogie de dos ejes y con pivote central, que sería una de las características peculiares de la locomotora de gran velocidad, se empleó primero —como había ocurrido en América— para facilitar la inscripción en las curvas en las líneas de trazado sinuoso y de montaña.

Este fue el caso de una de las primeras 2-2-0 construidas en Inglaterra, en 1849, concebidas por Gooch para la línea de South Devon, que, aunque con el ancho de vía de Brunel, al atravesar un terreno muy ondulado, los radios de las curvas eran muy pequeños.

Otros ensayos de bogies no tuvieron éxito, pero no vamos a



Bogie Y-20 de la SNCF.

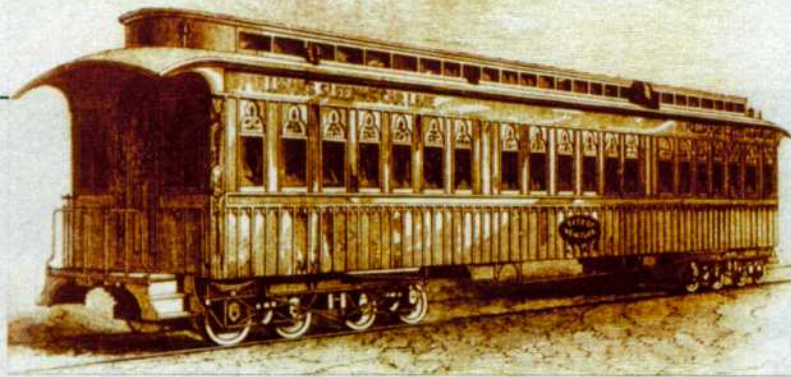
pormenorizar el desarrollo de los mismos, que puede seguirse en la monumental obra de Gustavo Reder «Le monde des locomotives à vapeur», en la que se dedica precisamente todo un capítulo al desarrollo del bogie y el bissel en Europa.

Hay que citar, sin embargo, una locomotora española muy característica, tipo 2-2-0, la de la serie 9-14 del ferrocarril de Barcelona a Granollers, construida por Slaughter, que fueron las primeras con carro giratorio delantero que vinieron a nuestro país. El historiador inglés C. Hamilton Ellis considera a estas máquinas como las antecesoras de las clásicas 2-2-0 inglesas, que se convirtieron en máquinas de los principales expresos a finales del pasado siglo.

El impulso fundamental a la implantación del bogie en Inglaterra fue dado por Patrick Stirling con su locomotora de gran velocidad, tipo 2-1-1, para el Great Northern, en 1870, cuyo diámetro de rueda era de nada menos que 2,46 metros. Stirling eligió el bogie delantero no para una mejor inscripción en las curvas, como había ocurrido hasta entonces, sino para que sirviera para conducir progresivamente la masa de rodamiento, a fin de conseguir un mejor trabajo de las ruedas motrices.

En España, aparte las locomotoras ya citadas del Barcelona-Granollers, hubo otros modelos bastante característicos con bogie delantero, aunque sin pivote central.

En la obra de próxima aparición sobre «La historia de la locomotora de vapor en España» se citan, además de las antes mencionadas, las locomotoras del sistema Vaessen del Alar-Santander, tipos 2-2-0 y 2-3-0, siendo estas últimas las primeras de dicho rodaje que hubo en Europa. Máquinas muy características de carro delantero fueron también las del Tudela-Bilbao, de las que se derivaron las primeras locomotoras del ferrocarril metropolitano de Londres, y las de la serie 71-94, tipo 2-2-0, del Asturias, Galicia y León (AGL). Construidas por Hartman en 1882, derivaban de



Curioso grabado de un coche americano con bogies dobles construido por Pullman, precursor del lujo y la comodidad en el ferrocarril.

otras construidas por los talleres austriacos de Florisdorf, situados cerca de Viena, en 1878, para el ferrocarril de la Alta Italia, de las que se exhibió una en la Exposición Internacional de París celebrada aquel mismo año, y puede decirse que con ellas se inició en el continente europeo la era moderna de las máquinas de gran velocidad.

Finalmente, hay que citar, en el caso de España, las 2-2-0 del Madrid-Cáceres y Portugal, derivadas de las «Oustrance» francesas que remolcarían entre otros el Surexpreso entre Madrid y Lisboa.

Los tender de bogies

Pero en los tenderes, en los Estados Unidos, se utiliza el bogie, al menos desde 1855, con las citadas «American», y esto sería norma casi indispensable. Con un antecedente del bogie Diamond, vemos que en Europa no se generalizan los bogies en el tender, que permitirían cargas mucho mayores tanto de agua como de carbón, hasta finales del siglo XIX.

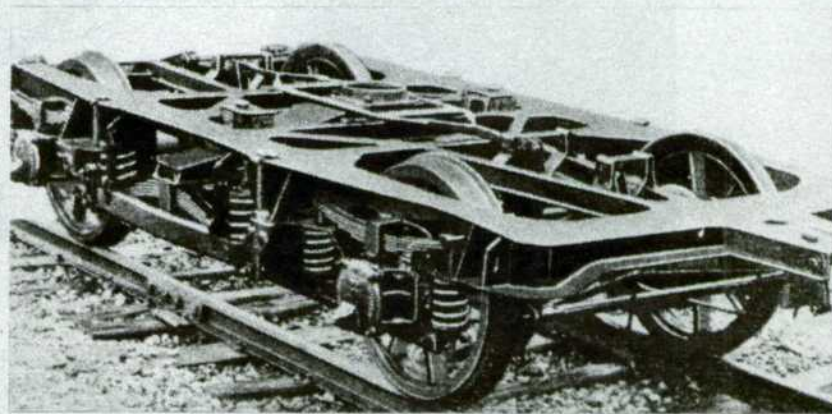
En España creemos que el primer tender de bogies no aparece hasta 1901, en las «600» 2-3-0, «Compound» de MZA, construidas en Alemania por Raffei y Menschel.

Pero en Gran Bretaña resulta sorprendente ver máquinas de gran velocidad y potencia, de la época de oro del vapor, en los años 1930-1939, con tender de tres ejes, y no de bogies, cuando ya hacía casi cuarenta años que en Europa era corriente el tender de bogies para máquinas de gran modelo.

Así, ejemplares extraordinarios, como las «Coronation», que detentaron algún tiempo el record mundial de velocidad en vapor a 182 km/h., o las estu-

pendas «King», con puntas de 175 km/h., llevaban tenderes de tres ejes simples.

Por el contrario, las gigantes máquinas estadounidenses construidas entre 1930-1955 llegaron a llevar tenderes enormes con bogies de tres ejes,



Bogie Gölitz, utilizado en Europa Central.

con capacidades de agua superiores a los 80 y a veces 90 m³ y de carbón o fuel de 40 toneladas. Y eso que no hablamos de los tenderes con «booster».

Coches

Al igual que con las locomotoras, con los coches, la innovación de los yanquis resulta también definitiva, y sin que podamos concretar fecha, tal como hicimos con las locomotoras, parece ser que antes de la guerra civil, 1861, ya los coches de viajeros iban dotados con bogies en los Estados Unidos, permitiendo coches mucho más largos y confortables que los europeos, con lo que conseguían, además de mayor seguridad, velocidades altas.

También en los vagones de mercancías se adoptó desde los años 60 del pasado siglo en los Estados Unidos el bogie Diamond, el más simple de los

bogies normalizados, y que asegura hoy todavía gran parte del material de mercancías no sólo de los Estados Unidos, sino de ferrocarriles de Sudamérica.

El bogie adoptado en los vagones de mercancías permitió obtener cargas de 30 toneladas, en el siglo XIX, frente a las 10 toneladas, e incluso menos, características del vagón europeo de la época.

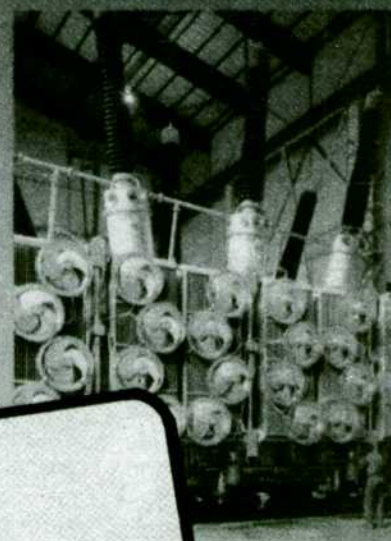
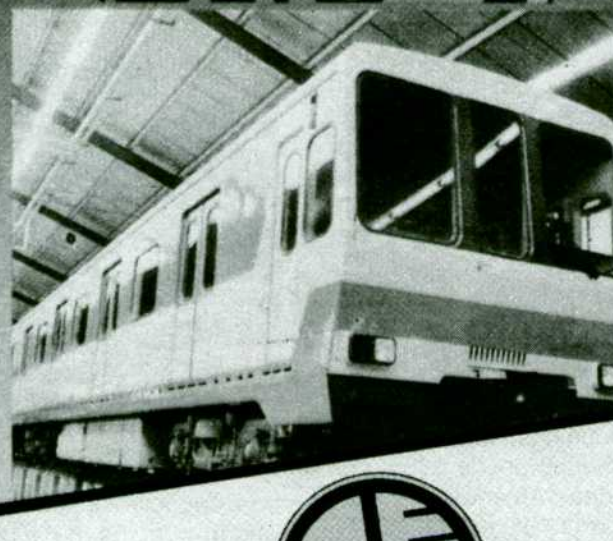
Habría que esperar a muy avanzado el siglo XX, más allá de su mitad, para que la tecnología europea resultase superior a la norteamericana, como ocurre hoy.

También el bogie Diamond, como vimos, resultó característico de la locomotora americana del siglo XIX, particularmente de las 2-2-0.

En el siglo XX, en Francia, con el desarrollo de los coches de bogies para viajeros en algunos trenes, como el Surexpreso, empieza a generalizarse. Pero no sería hasta los primeros años veinte cuando resulta normal ver las composiciones de viajeros con coches de bogies.

En la Europa Central, Alemania, Austria, Hungría, Checoslovaquia, Polonia, etc., en los años de entreguerra, y no sólo en Alemania, sino en las naciones que fueron miembros del extinto Imperio austro-húngaro y construidas sobre sus restos: Austria, Hungría, Checoslovaquia, Polonia, Yugoslavia, etc., se populariza en los mejores servicios el bogie Gölitz, característico de los coches-cama y restaurante y «pullmans», competidores de Wagons-Lits, los de la Mitteleuropa.

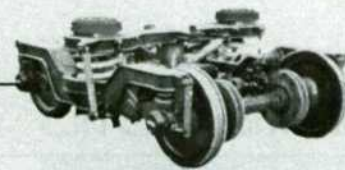
**Desde 1929
en cabeza del desarrollo
Industrial en España**



**CONSTRUCTORA DE EQUIPOS
ELECTRICOS, S. A.**

con licencias GENERAL ELECTRIC C^o U.S.A

**Desde 1986 un nuevo nombre
para la Empresa líder
en Equipos Eléctricos**



La barra de torsión transmite su carga en este bogie a dos pares resortes de muy largos, dispuestos paralelamente al eje de la vía.

El chasis del bogie está suspendido por medio de resortes de hojas metálicas, reposando directamente sobre las cajas, conjugadas con pequeños resortes de hélice.

A consecuencia de los largos resortes longitudinales, el bogie tiene una base de 3,6 m., superior a los 2,5 m., aproximadamente, de los tipos normales.

Otro tipo de bogie es el Schlieren, característico suizo. Bogie sencillo y con características constructivas semejantes al Görlitz. Los extremos de la barra de torsión descansan cada uno por medio de un resorte de hojas metálicas horizontales. La suspensión del chasis del bogie está como en el tipo Pennsylvania —del que hablaremos a continuación—, asegurada por medio de resortes en hélice. De líneas muy similares al bogie Schlieren, aunque con particularidades debidas al avance tecnológico, son los bogies que llevan los vagones de mercancías de la RENFE, concretamente los tipos MM, así como los vagones de bogies de FEVE.

El bogie Pennsylvania

Hemos dejado intencionadamente para el final el más famoso de los bogies, el tipo Pennsylvania, introducido por el ferrocarril del mismo nombre en los Estados Unidos y característico durante tantos años de los ferrocarriles norteamericanos.

Más no sólo en Estados Unidos, sino en Europa, la SNCF, con su Y-16, y la RENFE, con los coches 5000, equipados con estos característicos bogies, y que desde los años 50 hasta la aparición de los coches 8000 fueron los característicos de los trenes modernos de viajeros de RENFE.

En el bogie Pennsylvania, la barra de torsión, que recoge la carga del vehículo, toma apo-

yo sobre dos grupos de resortes, que reposan a su vez sobre una especie de somieres suspendidos por medio de bielas articuladas.

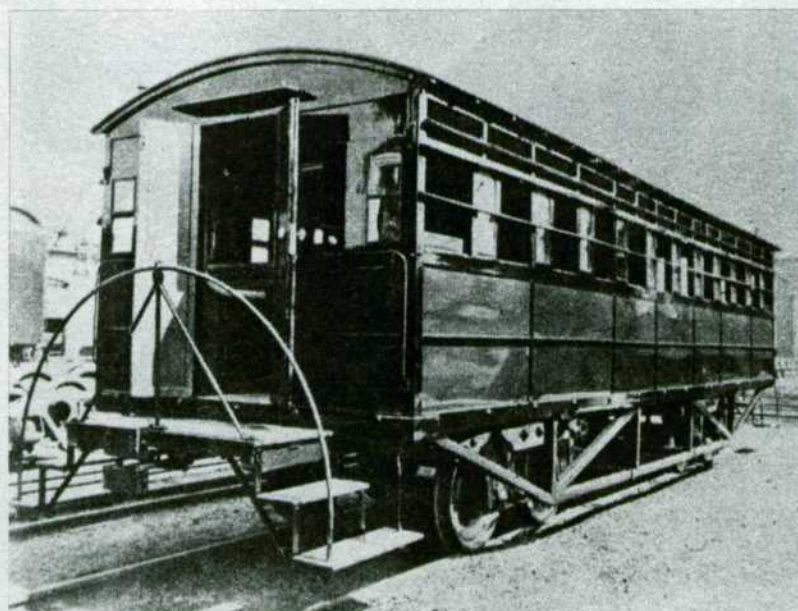
También numerosas series de coches-cama de Wagons-Lits llevan o han llevado bogies de este tipo.

Todos estos bogies, Pennsylvania, Görlitz y Schlieren, han dado buenos resultados para velocidades de 120 km/h. Recordemos cómo en España los coches 5000 vieron elevada su

gies, en los que se cuidó especialmente los efectos perturbadores de los movimientos de lazo.

Se han utilizado articulaciones ya usadas en los automóviles, tipo «silentblock», reduciendo o eliminando el juego y conservando durante mucho tiempo sus características.

Las cajas de los ejes, en lugar de ser guiadas por mecanismos clásicos que necesitan juegos muy significativos, son guiadas por bieletas de láminas



Ya en 1831 fueron introducidos los bogies en los coches de viajeros de Estados Unidos. Su introductor fue el constructor Ross Winans (1796-1877), y la primera compañía que los utilizó, la Baltimore & Ohio. Hacia 1835 ya se habían generalizado en casi todos los ferrocarriles americanos. En la imagen, un coche de viajeros del ferrocarril Camden & Amboy (Canadá), conservado por la Institución Smithsonian de Washington. Construido en 1836, es el coche de viajeros de ocho ruedas más antiguo que se conserva.

velocidad desde 100 a 120 km/h., al cambiar el tipo de 100 a 120 en los trenes de viajeros con freno de aire comprimido.

Incluso en Francia hemos visto coches con este tipo de bogies, autorizados a 140 km/h. Según informes de los ferrocarriles estadounidenses, su límite de velocidad oscilaba en torno a los 135 km/h.

Otros bogies modernos

Para velocidades superiores fue necesario acometer la construcción de otro tipo de bo-

flexibles u otros dispositivos sumamente ajustados.

Los desplazamientos transversales son controlados por amortiguadores hidráulicos o por amortiguadores de fricción.

Mientras en los bogies antiguos uno de los pisos de suspensión estaba siempre guiado por resortes de hojas, hoy no hay más que resortes de hélice, conjugados con amortiguadores especiales de aceite.

En Francia, los bogies Y-20 han permitido velocidades continuas del orden de los 140-150 km/h.

En Alemania, los bogies tipo Minden-Deutz, similares a los utilizados en los coches RENFE tipo 8000, aunque han producido ciertas roturas de la caja de grasa, son aptos para velocidades del tipo 140 y más. Por lo cual creo que los coches 8000 podrían perfectamente ver elevada su velocidad actual autorizada de 120 a 140 sin demasiados problemas.

En España, la RENFE posee varios tipos de bogies en los coches más modernos, a la altura de los mejores del mundo, para las velocidades a que deben rodar.

Existen varios tipos muy similares entre sí. Concretamente, el más moderno, el de los coches 10000 es el GC 3A. En dichos coches, las cajas van montadas sobre bogies GC 3A, apoyándose sobre los muelles «flexicoils» de la suspensión secundaria por intermedio de la travesa de unión. Los esfuerzos de tracción y frenado se canalizan a través de los dispositivos de arrastre constituidos por biela y balancines con «silent-blocks». Por la disposición de la unión de la caja con el bogie, las características de los muelles, el montaje de amortiguadores verticales y transversales y la barra de torsión, se consigue la supresión de todo rozamiento parásito en las transmisiones de esfuerzos y su calificación de alta velocidad y gran confort.

A estos bogies, además, les han sido incorporadas algunas modificaciones derivadas de la consideración de tráfico internacional, como antibloqueo en un mismo costado, acoplamiento rápido de freno de mano, puesta a tierra rápida, soportes de arrastre, etcétera. Igual son los correspondientes a los coches 10200.

Los coches literas serie 9600 poseen los bogies GC 1, muy similares, y los coches sin pasillo serie 9000 llevan también el mismo bogie GC 1.

Hasta aquí, un breve resumen del bogie, pieza, como hemos visto, esencial en el desarrollo ferroviario.