

naturales de energía disponibles, llegando en caso preciso á la expropiación de concesiones otorgadas. Como punto interesante y de pronta resolución aparece el de los largos túneles próximos á ser perforados en las líneas internacionales que han de unir á España y Francia, para las cuales, á semejanza del Simplón, no cabe en el actual estado de la industria otra solución cuyo acierto pueda remotamente ser comparado con la adopción de la tracción eléctrica.

LUIS SÁNCHEZ CUERVO,  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

## LA REGIÓN ÁRIDA DE LOS ESTADOS UNIDOS (1)

### Topografía y clima.

Las condiciones climatológicas de los Estados Unidos de América son muy variadas, como puede inferirse de la vasta extensión de su territorio (7.851.000 kilómetros cuadrados, sin Alaska), comprendido aproximadamente entre los paralelos 26° y 49° y los meridianos 65° y 125°, Oeste de Greenwich, de su situación entre los dos Océanos y, sobre todo, del relieve de su suelo y disposición de sus sistemas orográficos con relación á las corrientes atmosféricas predominantes.

De Norte á Sur, y paralelamente á la costa del Pacífico, se extiende Sierra Nevada, y á alguna distancia hacia el Este, la conocida con el nombre de Montañas Roquizas, constituyendo entrambas el sistema orográfico de las cordilleras, situado todo él al Oeste del meridiano 105°, con un relieve considerable que llega en algunos puntos á alturas de unos 4.600 metros sobre el nivel del mar, y un desarrollo superior á 8.000 kilómetros, desde Alaska hasta Méjico, ocupando más de un tercio de la América del Norte. El sistema de los montes Apalaquianos comprende las cordilleras que corren al Este, no lejos de la costa del Atlántico, desde Nueva Escocia, en el Canadá, hasta el Estado de Alabama, en una longitud de unos 2.500 kilómetros, con un ancho medio que no llega á un quinto del de las cordilleras y un relieve medio inferior á la mitad del de éstas.

Comprenden los dos sistemas de montañas el amplio valle del Misisipi, cuya cuenca, que mide nada menos que 3.225.000 kilómetros cuadrados, está formada por sabanas inmensas.

Entre Sierra Nevada y las Montañas Roquizas existen también anchas llanuras, situadas á una altura media de 1.500 metros, llegando las más elevadas á 1.800, gran parte de las cuales vierten sus aguas en varios lagos enclavados en los estados de Nevada y Utah, constituyendo la llamada Cuenca interior. Otras planicies más pequeñas, pero más elevadas aún, forman las mesas que con frecuencia se encuentran en esta parte del territorio americano.

No existe ninguna cordillera, en el sentido de los paralelos, que pueda obstruir ó dificultar el paso de los vientos procedentes de las regiones árticas y ecuatoriales, lo que es causa de que los fríos del invierno y los calores del verano sean comparativamente más intensos que los que existen en Europa en parajes situados en la misma latitud.

(1) De *Las obras de riego de los Estados Unidos de América*, por don José Nicolau y D. Narciso Puig de la Bellacasa.

Caracteriza el suelo de Norte América, en gran parte del territorio situado al Oeste de los montes Apalaches, al que se contraen principalmente nuestras observaciones, lo dilatado de las llanuras, la suavidad y amplitud de sus ondulaciones y lo moderado de la pendiente de sus laderas aun en las partes elevadas de los grandes macizos; allí son casi desconocidos los valles estrechos y profundos, cual los que se encuentran en Asturias y Suiza, y fuera de algunos cauces que á modo de surcos profundísimos han labrado las corrientes en el terreno, éste suele presentarse abierto, con espesa capa de material laborable, aun en aquellos parajes de gran extensión fuera de las cumbres de las montañas que desde remotos tiempos, sin duda, carecen de cubierta forestal, y que sólo protege una vegetación pobrísima.

La amplitud de las variaciones termométricas es considerable: se han registrado, á la sombra, temperaturas desde 49° centígrados bajo cero á 49° sobre cero, y la media que reina en los diversos Estados llega á acusar diferencias de más de 22°.

La dirección dominante de las corrientes atmosféricas es de Oeste á Este, y de aquí que los vientos de Poniente, saturados de humedad á consecuencia de su paso por el Océano Pacífico, sean causa de condensaciones frecuentes, principalmente en invierno, al elevarse en la atmósfera, con el enfriamiento consiguiente, por efecto de la barrera que á su paso opone, muy cerca de la costa, la Sierra Nevada. Las lluvias son muy abundantes en los altos de ésta.

De ordinario, estos mismos vientos, desprovistos de humedad, corren luego por las desiertas llanuras que aprisionan las dos cordilleras occidentales, dando lugar á la sequía que en ellas reina casi siempre y que es la causa de su esterilidad. Sólo en verano, caldeadas las montañas contiguas á la costa, consiguen franquearlas los vientos de Poniente sin que se produzcan precipitaciones acuosas en sus laderas ni en sus cumbres, dando lugar, sobre todo en California, á las sequías estivales características de esta región.

Las cimas más elevadas de las Montañas Roquizas interceptan los vientos del Oeste no desprovistos por completo de vapores acuosos, produciéndose en estas partes altas precipitaciones relativamente frecuentes y abundantes, mientras en la región baja impera con persistencia la sequía.

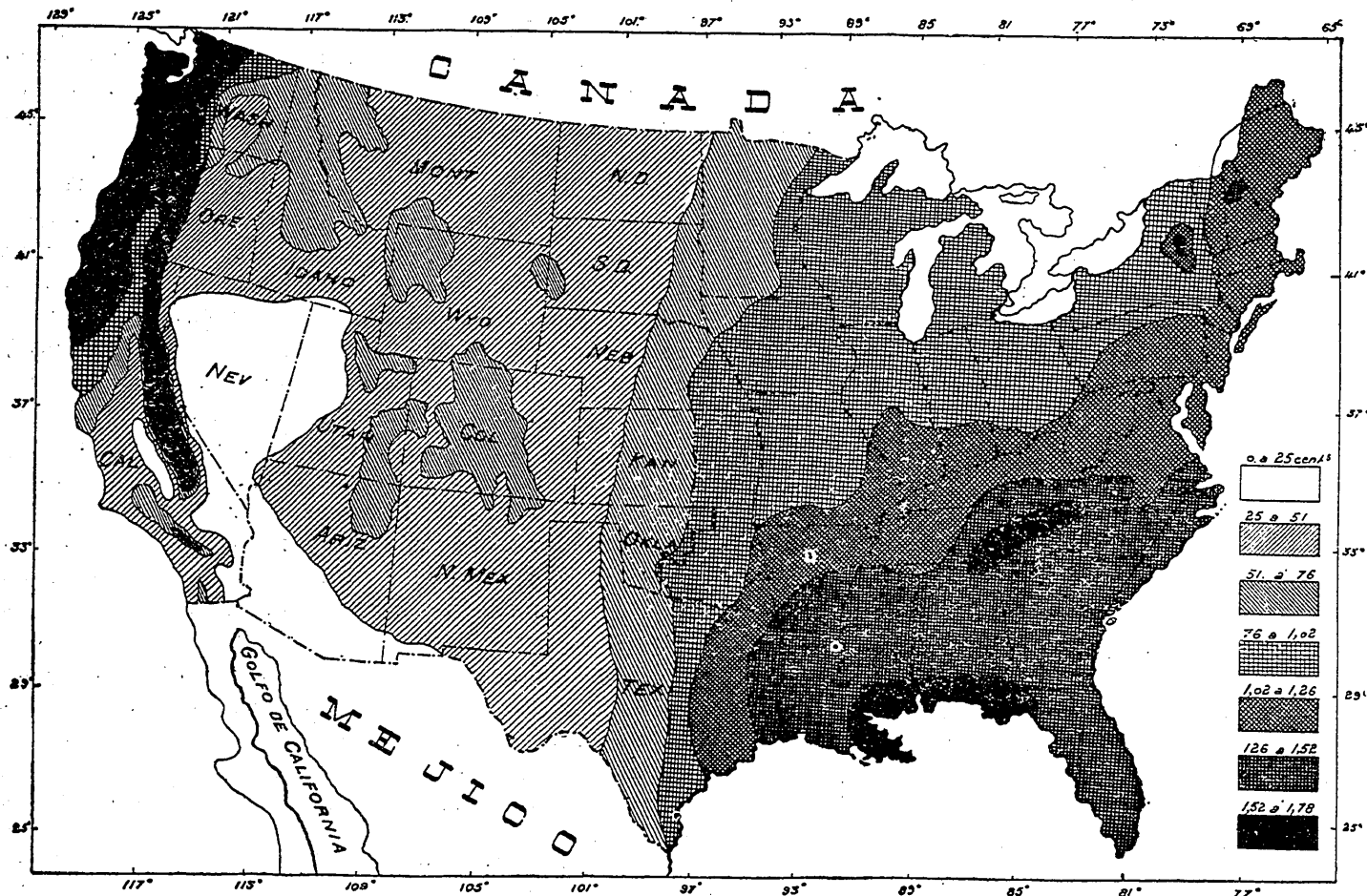
Caracteriza el régimen pluviométrico de la región situada al Sudeste de California y Sudoeste de Arizona y Nuevo Méjico la escasez é irregularidad, efecto, sin duda, de que en esta parte no dejan sentir su benéfica influencia las sierras del sistema de las Cordilleras, porque no alcanzan en ella desarrollo y elevación suficientes para provocar en invierno condensaciones abundantes.

La cantidad de lluvia va en aumento desde el pie de las Montañas Roquizas con dirección al Este ó, mejor, hacia el Sudeste, teniendo su máxima intensidad junto á las costas del golfo mejicano, en los Estados de Alabama y Misisipi. La influencia del Atlántico y de los montes Apalaches resulta preponderante en toda la parte oriental.

El mapa esquemático que se acompaña dará una idea general de la distribución de las lluvias medias en los Estados Unidos; él indica claramente que en la región situada al Oeste del meridiano 100° la altura media pluviométrica no suele llegar á 50 centímetros, si se exceptúan algunas fajas de la vertiente del Pacífico. Esta zona de lluvias mínimas, conocida con el nombre de región árida, se extiende principalmente por los Estados y territorios de Arizona, California, Colorado, Idaho, Kansas, Montana, Nebraska, Ne-

vada, Nuevo Méjico, los dos Dakotas, Oklahoma, Oregón, Tejas, Utah, Wáshington y Wyoming; pero es de notar que sus límites por el Este, muy inciertamente definidos, varían considerablemente de un año á otro, corriéndose más ó menos en la región húmeda, según la relativa abundancia de las lluvias, determinándose de esta suerte una zona central intermedia, conocida con la denominación de región semi árida, que comprende casi por entero los dos Dakotas, buena parte de Nebraska y Kansas (estos dos Estados tienen una extensión considerable de su territorio en la región húmeda), Oklahoma y cerca de la tercera parte del extenso Estado de Tejas. La misma región alcanza también algún

La escasez de lluvias en la región árida, la gran superficie del continente norteamericano y su elevación no escasa sobre el nivel del mar, producen un ambiente, de ordinario, seco y enrarecido. En la parte árida de la cuenca del Misisipí las temperaturas extremas son muy rigurosas y el aire suele estar desprovisto de humedad; en las llanuras comprendidas entre las cordilleras el clima es también duro, con temperaturas invernales que llegan á 40° centígrados bajo cero, y atmósfera, en general, muy seca; por el contrario, en la vertiente del Pacífico suele ésta ser mucho más húmeda, la temperatura experimenta pocas variaciones y la nieve es casi desconocida fuera de las altas cumbres de las



desarrollo en Idaho, Wáshington y en el Norte del de California.

En las zonas áridas, los cultivos de secano, si no imposibles, se consideran muy difíciles, no sólo por la escasa altura de la lluvia media anual, sino también por su pronunciada irregularidad y, con frecuencia, por su distribución inconveniente. Han hecho notar varios observadores, que además de las irregularidades con que las lluvias se presentan dentro de un mismo año y en varios años sucesivos, los de abundancia ó escasez vienen generalmente agrupados en ciclos de duración variable, en los que la cantidad de lluvia va en aumento de un año al siguiente, con mayor ó menor persistencia, para luego disminuir en la misma forma. En los últimos tiempos se ha creído encontrar una relación directa entre estos ciclos, que recuerdan los registrados en la Biblia, con la aparición de las manchas del disco solar.

Como también sucede en España, las lluvias se presentan muchas veces, singularmente en los Estados del Oeste y del Sur, en la forma torrencial propia de las tormentas de los climas cálidos; pero, aunque de grandísima intensidad en un punto dado, su radio de acción suele ser casi siempre reducido.

montañas. En especial, la California meridional tiene, como Canarias, un clima muy suave y de temperatura tan constante, que las variaciones anuales en algunos puntos no exceden de 3° á 8°, lo que permite el cultivo de toda clase de plantas, incluyendo muchas que son propias de la zona tropical.

No dejaremos de consignar que la abundancia y relativa antigüedad de las observaciones meteorológicas de que se dispone en Norte América, ha permitido llegar á la conclusión de que el clima en esta parte del nuevo Continente, lo mismo que en Europa, debe ser considerado como estable, no obstante las afirmaciones que suelen hacerse en contrario cuando se parte de hechos inciertos ó de observaciones que abarcan períodos demasiado cortos.

### Recursos hidrológicos.

La escasez de lluvia en la región árida implica la de agua disponible, debido principalmente á que las corrientes superficiales que aquélla engendra son, como consecuencia, de caudal reducido, pues á lo escaso del volumen de lluvia que sobre las cuencas cae, hay que agregar que la parte

proporcional que corre por los cauces disminuye muy rápidamente con la reducción de la altura pluviométrica, de tal suerte que, aun tratándose de terrenos de condiciones análogas, en los de las regiones húmedas, donde la capa media pluviométrica anual es de un metro como mínimo, el caudal de las corrientes representa el 50 por 100 ó más del agua de lluvia caída, mientras que en los de las regiones áridas, con alturas medias pluviométricas de 50 centímetros, á lo sumo, las corrientes no conducen como máximo más del 35 por 100, pudiendo llegar este coeficiente hasta casi anularse en las zonas más secas. Un efecto análogo, aunque no tan bien estudiado, debe ocurrir con la irregularidad de las corrientes en relación con las de las lluvias que las producen, siendo esto causa de las profundas diferencias del régimen que caracteriza á los ríos en las regiones áridas y húmedas, según revela el examen de los diagramas de caudales de las corrientes cuando se comparan las de condiciones análogas de los Estados del Este y del Oeste.

Puede notarse, sin embargo, á pesar de lo que acaba de exponerse, que cuando se producen los grandes aguaceros á que se ha hecho referencia, principalmente en algunas zonas de la región árida, la parte que la filtración y evaporación sustrae al dominio de la corriente es, relativamente, muy reducida, aun tratándose de climas muy secos y de cuencas algo permeables y desprovistas de monte. Pero, desgraciadamente, en semejantes casos, sin producirse en el terreno infiltraciones importantes que ulteriormente pudieran ser utilizadas, se presentan en los cauces avenidas impetuosas, en forma de ola devastadora, de tan corta duración que hace muy difícil el problema de su aprovechamiento, mientras que con demasiada frecuencia es causa de desbordamientos, que rara vez dejan de ocasionar daños y depredaciones, precisamente en las zonas más valiosas.

La utilización de las corrientes naturales, á más de los apuntados, presenta otros serios inconvenientes en casi toda la región árida. En varias partes de la gran cuenca interior, demasiado débiles aquéllas para franquearse una salida hasta el mar, van á perderse en lagos, lagunas y ciénagas, algunos salitrosos, que no es fácil utilizar de una manera conveniente; el gran lago Salado, en Utah, situado en el límite oriental de aquella cuenca, es el más importante de estos embalses naturales. Otras corrientes, como el río Colorado en el Sudoeste, han abierto en el terreno surcos pronunciados y relativamente estrechos, á que se ha hecho referencia antes, constituyendo larguísimos desfiladeros (conocidos en Norte América con el nombre de cañones) que alcanzan á veces las enormes profundidades de 1.500 y 1.800 metros. Este y otros grandes ríos, en los trayectos finales de sus cursos, ofrecen debilísimas pendientes, de suerte que por estas y otras causas suelen presentar dificultades y resultar muy costosas las derivaciones de aguas de las corrientes principales del Oeste y Sudoeste.

La escasez de lluvias es también origen de que, en general, las aguas subterráneas no sean muy abundantes; se calcula, sin embargo, que contribuyen á satisfacer las necesidades de la agricultura en una proporción que acaso llegue al 10 por 100 del volumen total del agua que aquélla consume, y es de creer que, á medida que vayan quedando aprovechadas las aguas superficiales, se extenderá más la investigación y empleo de las subterráneas.

El nivel freático en la región árida, fuera de los cauces de las corrientes y de sus inmediaciones, no suele encontrarse á una profundidad inferior á 30 metros, llegando en

algunos puntos á 90. Los caudales obtenidos son poco considerables en las grandes llanuras del Misisipí, no habiéndose confirmado la existencia anunciada de importantes corrientes subterráneas, á pesar de los costosos trabajos que en algunos casos se han emprendido al efecto. De todos modos, prescindiendo de las corrientes subálveas, la velocidad de las aguas subterráneas se ha encontrado de ordinario en los Estados Unidos como en todas partes, que es sumamente reducida, hasta el punto de que debe verse en los estratos acuíferos, más bien que canales de conducción, especies de embalses subterráneos en que, por hallarse rellenos de materiales más ó menos porosos, los movimientos del líquido son tan lentos que para muchos efectos hay que considerarlos casi nulos.

Las aguas subterráneas han sido ventajosamente utilizadas en los Estados Unidos, principalmente con la apertura de pozos ordinarios y artesianos, para la colonización de la región semiárida y aun en algunas zonas de la árida, empleándose en los usos domésticos, en la cría del ganado y en no pocos casos en el riego de superficies reducidas. Por tal medio, han podido algunos pequeños colonos del Oeste sostener sus ganados durante los ciclos de mayor sequía, pues con el agua de los pozos acumulada convenientemente en balsas han hecho posible la producción de algunos forrajes con los que no pocas veces han conseguido en las épocas críticas evitar la extenuación de los animales que envolvía con su ruina el fracaso de la empresa colonizadora.

Es muy frecuente valerse de molinos de viento, en muchos casos construídos toscamente por los mismos rancharos, para elevar el agua en los pozos ordinarios y aun para aumentar el caudal de los artesianos.

Por los estudios verificados hasta el presente, puede asegurarse que, más ó menos importantes, existen zonas artesianas en casi todos los Estados de la Unión, resultando muy grande el número total de pozos de esta clase, pues ya en 1890 se elevaba á 8.000, de los cuales cerca de la mitad se utilizaban en el riego de 21.000 hectáreas de terreno, lo que da una proporción media de algo más de cinco hectáreas por pozo.

Fuera de algunos valles de California y de las grandes llanuras del Misisipí, no abarcan las cuencas artesianas gran extensión; los niveles piezométricos son muy variables, alcanzando en algunos pozos alturas tan considerables, que el agua á su salida puede utilizarse como fuerza motriz. El caudal llega en algún caso extraordinario á 190 litros por segundo; pero el término suministrado por los distintos pozos no pasa de siete.

Se utilizan también en la región árida, principalmente en la California meridional, las aguas subálveas de las corrientes superficiales que deben distinguirse de las subterráneas propiamente dichas, pues á diferencia de éstas discurren siempre libremente, no forzadas ó á presión por la capa de acarreo que suele existir en el lecho de los ríos descansando sobre otra impermeable, formando parte integrante del caudal de la corriente superficial, á cuyo régimen se halla sometida la subálvea, si bien en ésta la velocidad es ordinariamente mucho más reducida y muy variable, según la permeabilidad de los acarreo. Cuando la capa de éstos no es muy gruesa, encajonados los cauces y el caudal de la corriente oculta de alguna consideración, ha podido ésta utilizarse en algunas partes, alumbrándola por medio de presas más ó menos enterradas, que hacen refluir el agua por su coronación ó la recogen en tubos de avenamiento colocados

en la base. En otros casos se han empleado con éxito las galerías filtrantes y los pozos.

No es fácil calcular, ni siquiera aproximadamente, la importancia de los recursos hidrológicos de la región árida, pues esto depende de factores múltiples, no bien conocidos hasta el presente á pesar de los numerosos estudios realizados; pero las opiniones más autorizadas suponen que, utilizando con obras y explotaciones adecuadas todas las aguas disponibles, se podría llegar á regar una superficie de 24 á 40 millones de hectáreas, que Mr. Neweil, el Director del

Servicio federal de Obras de riego (Reclamation Service), aprecia en 30 millones. Si se compara esta cifra con la de cerca de 400 millones de hectáreas que representa la de los Estados y territorios áridos, descartada la de los montes y arbolados, la de los desiertos no susceptibles de cultivo y la que se destina á la ganadería, se comprenderá que los recursos hidrológicos son muy limitados, y es obra del mayor interés utilizarlos del modo más completo que sea posible, dentro de las exigencias de una prudente economía pública.

(Continuará.)

## Revista de las principales publicaciones técnicas.

### Un museo de medios de transporte en Berlin.

Cuando el camino de hierro de Berlin á Hamburgo fué adquirido por el Estado prusiano hace algunos años, se vió que la estación de esta línea en Berlin era insuficiente para atender al incremento continuo del tráfico y se decidió la construcción de una nueva estación en otro sitio. La antigua estación quedó sin empleo y se pensó utilizarla para construir un museo de caminos de hierro, el que después de algunos años de preparación, se ha ultimado y abierto al público al principio del actual. Lleva el nombre de «Kgl. Verkehrs-und Baumuseum», es decir, Museo de los transportes y de la construcción, y está consagrado á los caminos de hierro, á las vías navegables, á los transportes y á la arquitectura.

El edificio continúa siendo el mismo que antes por el exterior; pero la distribución interior se ha modificado profundamente, estableciéndose en los sótanos una instalación de fuerza para el alumbrado, la calefacción y la producción de aire comprimido. Este último se emplea en el movimiento de ciertos aparatos de demostración. Los objetos cuyas exageradas dimensiones no permiten su instalación en las salas del museo están colocados en un patio próximo.

Los objetos expuestos se clasifican en tres categorías, de las cuales la primera, que es la de los caminos de hierro, es la más importante y está subdividida en ocho grupos. El catálogo comprende unos 6.000 objetos, de los cuales cuatro quintas partes son modelos y el resto fotografías, dibujos y libros.

Á la entrada se ven una colección de carriles, traviesas, agujas y cruzamientos, desde los más antiguos á los más modernos, y herramientas para la colocación y conservación de las vías. Se encuentran igualmente muestras de carriles y traviesas inútiles para el servicio y aparatos de ensayo para demostrar la influencia de los choques en la vía al paso del material pesado. Hay unos diagramas que representan el incremento de peso, de longitud y de altura que han sufrido los carriles desde 1842. Finalmente, hay una exposición de modelos de barreras de seguridad y de las diferentes disposiciones que se aplican á los pasos á nivel.

Esta última cuestión tiene una importancia muy grande en Alemania, pues en todas partes se encuentran pasos á nivel guardados; no así en Inglaterra en donde dichos cruces se usan poco. En los Estados Unidos los pasos á nivel con barreras y guardados fuera de las ciudades, son casi desconocidos.

La segunda subdivisión se refiere á la construcción de los caminos de hierro y contiene modelos de estaciones, de edificios para la administración, de cocheras, de depósitos de alimentación, etc. Hay en sitio reservado un soberbio modelo de la estación de Altona, que es el tipo clásico de la estación alemana, que ofrece la particularidad interesante de existir en ella una

instalación eléctrica para la tracción en una línea local. Numerosas fotografías, cartas y diagramas completan esta parte.

Hay un grupo consagrado á una categoría de objetos que han sido motivo de estudios muy especiales en Alemania, y que llamaron la atención en la Exposición de San Luis, en donde el Gobierno alemán hizo una instalación muy completa establecida en una edificación especial. Nos referimos á los aparatos de seguridad, tales como las señales y los cambios de vía, movidos á mano, por el aire comprimido y por la electricidad, de los cuales hay modelos para vía única y para doble vía, etc., que pueden maniobrarse. Colocados al lado de modelos antiguos hacen ver el progreso realizado en esta materia. Una garita de señales con sus accesorios de tamaño natural hay instalada en el patio.

El cuarto grupo se refiere al material móvil que ocupa la mayor parte del museo. Una cantidad considerable de viejas máquinas y coches se ven en vitrinas, como la locomotora *Adler*, del primer camino de hierro establecido en Alemania, y la *Bo-russia*, del camino de hierro de Calogme-Minden; locomotoras modernas de diversos tipos, caminos de hierro de montaña, tónders, modelos de distintos elementos separados, bogias, calderas y sus accesorios, válvulas, silbato, hogares, trozos de palastros roblonados, tubos, etc. Un objeto interesante es un abrigo de locomotora, moderno, de tamaño natural, con todos los aparatos para uso del maquinista y del fogonero. El público puede visitar este aparato con todo detalle, por medio de una escalera que permite su acceso.

Hay también un modelo al natural de una caja de humos de una locomotora de cuatro ejes, tres de ellos acoplados, con recalentador Schmidt. Próxima á ésta hay una caldera vieja de 1858, cortada en sentido longitudinal para que se vea el interior y el aparato tubular, y también los efectos del agua y del hogar sobre las paredes correspondientes.

Los coches y los vagones tienen en este museo una gran representación; se encuentran todas las categorías de vehiculos de primera, segunda, tercera y cuarta clase, coches-correos, furgones, vagones de socorro, funerarios, restaurantes, salones, sleeping cars, etc. Un vagón de viajeros de tercera clase, del año 1843, con asientos de madera desnudos, está expuesto en el patio. Existen modelos que representan la composición de los trenes de mercancías, y en donde se ven todos los tipos de vehiculos, comprendiendo en ellos los géneros especiales, vagones para largas piezas de madera, carriles, calderas, productos químicos, líquidos, pescado, animales, etc. Se ven también piezas separadas, frenos, ejes, ruedas, enganches, aparatos para el alumbrado con aceite, con gas y con electricidad; turbina de vapor accionando una dinamo, disposiciones distintas para la calefacción y la ventilación.

Una cosa muy interesante es una batería de frenos del sis-