



Vista general del Centro de Investigaciones de Colorado.

## En Colorado, USA, y con fines experimentales

# CHOQUES DE TRENES

- *De las experiencias se extraen muchos datos que luego sirven para aumentar las condiciones de seguridad de los viajeros y disminuir los puntos más frágiles de los vehículos.*
- *La última novedad del Centro de Investigaciones de Transportes es un laboratorio de raíles dinámicos para estudiar sistemas de suspensión, causas de descarrilamientos y normas de seguridad.*
- *El Centro de Pruebas de Pueblo (Colorado) ha sido diseñado para perfeccionar el transporte ferroviario.*

En un terreno situado al pie de las Montañas Rocosas, cerca de Pueblo (Colorado), técnicos del Gobierno norteamericano están experimentando choques de locomotoras contra automóviles y otros trenes. Y allí, a finales de 1974, quedó establecido el record mundial de velocidad, para vehículos sobre vías, en 411 kilómetros por hora.

Todas estas pruebas han sido concebidas para hacer el viaje sobre carril más seguro, más rápido y más confortable. Se llevan a cabo en el Centro de Pruebas de Transportes, por cuenta de la Administración Federal de Ferrocarriles (FRA), del Departamento de Transportes de EE. UU.

Hasta diciembre de 1974, el complejo, de una superficie de 130 kilómetros cuadrados, era conocido como Centro de Pruebas de Alta Velocidad, y una de sus principales objetivos era, naturalmente, el desarrollo de nuevos vehículos de alta velocidad. Sin embargo, con el deterioro de la economía se ha puesto un mayor interés en perfeccionar el equipamiento de raíles y vías convencionales, y el nombre del Centro fue modificado.

En el año 1975, investigadores del Cen-

tro, encargados de construir locomotoras más seguras, realizaron investigaciones de choques, en las cuales un tren de carga repleto golpeaba contra la parte trasera de un tren detenido y a una velocidad de 29 kilómetros. La máquina del conductor se dirigía contra un automóvil estacionado, en cuyo interior había un muñeco (el conductor), "muerto" a consecuencia del impacto. La secuencia completa fue registrada en una película, y de ella se extrajeron muchos datos para posteriores análisis en computadora.

### VICTIMAS MORTALES EN U. S. A.

Más de 1.500 personas mueren en los Estados Unidos cada año en accidentes ocurridos en cruces ferroviarios, al chocar los trenes con automóviles. En el Centro, los autos son deliberadamente aplastados por máquinas para-choques, que se mueven a 80 kilómetros por hora, en intentos de construir mejores sistemas de paragolpes capaces de suavizar el impacto y reducir el número de heridos.

Otro problema son las explosiones de los vagones-cisterna. El transporte ferro-

viario de explosivos y sustancias químicas tóxicas peligrosas está considerado el sistema más seguro al respecto, pero pueden ocurrir descarrilamientos y choques, causando incendios y explosiones accidentales. Los investigadores del Centro han encontrado un aislante especial, retardador del fuego, para el interior de los vagones-cisterna, que reduce el peligro de las explosiones.

Trabajando en el problema de las perforaciones en este tipo de vagones, los técnicos han diseñado cabezas protectoras de acero para la parte trasera de los vagones. Ellas impiden que las piezas de acoplamiento de un vagón golpeen el tanque de otros en un accidente.

### LABORATORIO DE RAILES DINAMICOS

La última novedad del Centro de Investigación de Transporte es un laboratorio de raíles dinámicos, que es para los trenes lo que el "túnel de viento" para los aviones. El laboratorio puede reproducir, con ayuda de un computador, cualquier sección del ramal, y luego investigar cualquier clase de equipo vial a velocidades simuladas de hasta 463 kilómetros por hora.

El laboratorio y su simulador de raíles dinámicos han sido concebidos para estudiar sistemas de suspensión, causas de descarrilamiento, características de los vehículos con propulsión a chorro, fallos de los componentes estructurales y normas de seguridad. Trenes de viajeros, locomotoras, vagones de carga, trenes rápidos, estructuras viales y componentes de los vehículos, todos estos problemas pueden ser estudiados en dicho laboratorio.

El principal elemento del laboratorio es el foso de pruebas. Tiene 67 metros de largo, 26 metros de ancho y 6,7 metros de profundidad. Contiene un simulador de equipo vial. Hay otros dos fosos más pequeños, para pruebas más amplias y ensayos con el sistema de ruedas. Encima hay dos grúas de 100 toneladas para elevar locomotoras y vagones "in situ". Dentro del complejo del laboratorio hay una estructura para oficinas y una sección de informática.

Algunas cosas, como la variación mínima de la anchura entre los raíles, la elevación de una vía con respecto a la otra, abollones o curvaturas, juntas en malas condiciones y roturas, pueden ser medidas y registradas, proporcionando una cinta de computación de la sección del ramal, que puede utilizarse en el laboratorio para análisis y pruebas.

Coches y locomotoras son introducidos en el foso sobre rodillos, que en la sección de trabajo semejan un tramo de vías convencional. Cada rueda del vehículo sometido a prueba está sobre un rodillo separado, y los rodillos están conectados a un



### DOCUMENTO GRAFICO DE UN CHOQUE DE TRENES

En estas secuencias gráficas se muestra uno de los experimentos que actualmente se llevan a cabo en el Centro de Investigaciones del Transporte de Pueblo, Estado de Colorado, USA. El choque fue montado a partir de un tren parado en la vía y otro lanzado a una velocidad de 48,3 kilómetros por hora. A consecuencia del impacto resulta deshecha la cabina del maquinista del tren estacionado y aplasta los coches enganchados en ella. En tanto que la locomotora en movimiento descarrila y vuelca al costado de la vía.

sistema de rotación que simula la inercia creada por el tren en movimiento. La computadora puede simular cualquier velocidad. Por ejemplo, en una sección del tramo donde la velocidad se haya reducido a 24 kilómetros por hora, a causa de un accidente, la computadora puede hacer andar a una locomotora a 80 kilómetros por hora, o más, hasta el descarrilamiento (dado que está sostenida —la locomotora— por la grúa, no existe peligro). Las fuerzas que causan el descarrilamiento podrán ser luego estudiadas y corregidas.

### EL CENTRO DE COLORADO

Cuando esté completo, de aquí a algunos años, el Centro de Pruebas de Colorado —inaugurado en agosto de 1970— será mayor y más avanzado de su género en el mundo. Ha sido diseñado para perfeccio-

no; el promedio de lluvias caídas es de 30,5 centímetros cúbicos al año, y el de nieve caída es de 81,3 centímetros por año.

La ventaja mayor del Centro es lo que un funcionario llama "la mejor línea férrea del mundo". Generalmente allí hay aproximadamente 33,8 kilómetros de línea férrea convencional, que incluyen 14,5 kilómetros de raíles para rápidos, y más de 24 kilómetros de vías especiales para vehículos de alta velocidad.

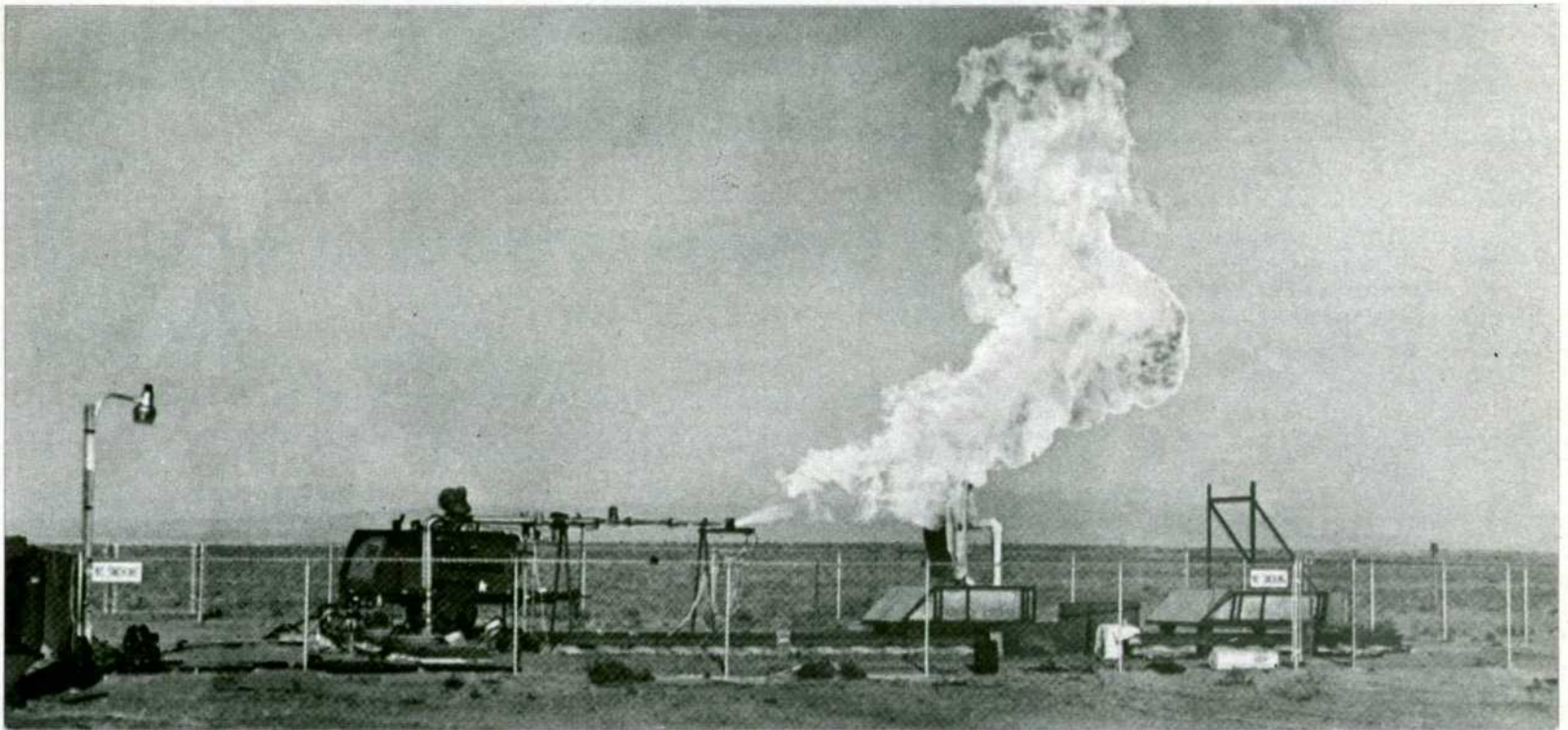
El plan comprende un alargamiento de la red convencional hasta los 58 kilómetros en el futuro inmediato, y probablemente hasta los 80,5 kilómetros, más adelante. Un mayor kilometraje de vías especiales será construido mientras el presupuesto lo permita.

El trazado de las vías tiene diversidad

tro cuenta con menos de 25 empleados federales; las otras 300 ó 400 personas asignadas allí (depende su número de las pruebas que se estén realizando) son empleados por cuenta de contratistas particulares.

Thomas M. Taylor, un funcionario de Centro, explica las razones de la operación gubernamental de modo muy simple: "La industria no tiene nunca el equipo necesario cerca, y sería estúpido para cada compañía el comprarlo". La FRA provee las instalaciones y servicios de ayuda, y compañías privadas, otras agencias gubernamentales, entre ellas la Administración de Transportes Urbanos y la Corporación Nacional de Ferrocarriles de viajeros y también Gobiernos extranjeros, alquilan dichos servicios para sus proyectos de pruebas.

El Centro ha llevado a cabo una amplia



La extinción de fuegos en el material ferroviario o en los combustibles transportados es otra de las pruebas que se llevan a cabo en el centro.

nar el sistema de transporte ferroviario y de expresos en general, y tiene tres objetivos principales: el avance de la tecnología ferroviaria, la investigación de nuevos sistemas y componentes para su seguridad y confort, y desarrollar todas las posibilidades potenciales del sistema radial de rápidos.

Su situación, aproximadamente a 48 kilómetros al Nordeste de Pueblo, fue decidida porque ofrece la gama de condiciones necesarias para las pruebas. En su mayor parte es llana, pero tiene "suaves lomas" y "trechos con ondulaciones acusadas". Las temperaturas varían en un promedio de 15 grados Fahrenheit (— 10° C), en el invierno, hasta los 92° F (33° C) en vera-

de configuraciones —curvas "especializadas", óvalos para alta velocidad, curvas cerradas y hay una "zona de choques".

### CINCO ESTRUCTURAS

El complejo comprende en estos momentos 5 estructuras principales —un edificio de operaciones, un edificio de dirección de proyectos, un edificio de almacenaje, un lugar de servicios técnicos (llamado la "manzana de las máquinas", por el personal del Centro), y un laboratorio de vías y raíles. Hay otros numerosos edificios pequeños.

A pesar de sus dimensiones y del hecho de tratarse de un servicio estatal, el Cen-

tro cuenta con menos de 25 empleados federales; las otras 300 ó 400 personas asignadas allí (depende su número de las pruebas que se estén realizando) son empleados por cuenta de contratistas particulares.

### LA ALTA VELOCIDAD, ANTIGUO PROYECTO

Hace varios años, el Gobierno estadounidense contrató con tres firmas el desarrollo de vehículos de alta velocidad. Uno, diseñado por Grumman Aircraft Engineering Corporation, consiste en una máquina impulsada por "colchón de aire" (TACV) y funciona con un colchón de aire de 3,81 centímetros de espesor. Otro es el desarrollado por Garret Corporation, un vehículo llamado de motor de inducción

lineal (LIMRV), y se desliza en una vía férrea convencional, excepto por una diferencia —una aleta de aluminio de 55,9 centímetros, que corre entre los rieles—. El LIMRV conquistó el record de velocidad mundial para vehículos sobre raíl. El tercer vehículo en prueba es el prototipo de un vehículo sobre carriles con tracción a colchón de aire (PTACV), fue construido por Rohr Industries Incorporated, y es el único concebido para viajeros. Puede transportar 60 personas a 241 kilómetros por hora, y fue ideado para dar servicio, por ejemplo, entre un aeropuerto y un área urbana. El PTACV corre sobre una guía de hormigón con ayuda de una aleta de aluminio.

#### MOTOR DE INDUCCION LINEAL

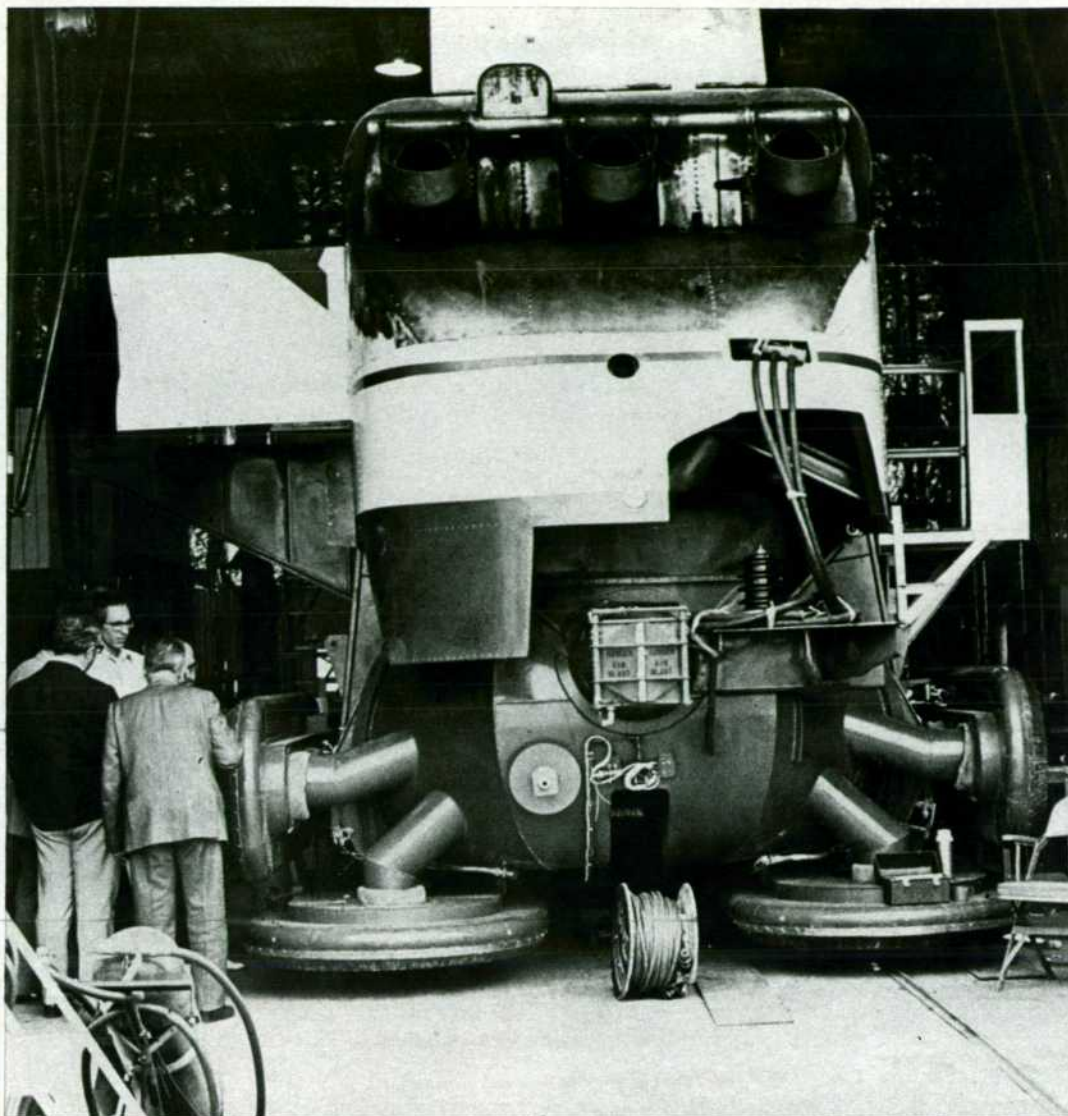
El hecho más digno de anotarse de estos nuevos vehículos es el motor de inducción lineal, o LIM. Es un ingenio silencioso, sin vibraciones y no contaminante que funciona en base al principio de electromagnetismo. La aleta de aluminio es como la vía de reacción para el LIM, que en esencia es un rotor eléctrico regular, enrollado y dispuesto horizontalmente. La aleta forma uno de los lados del motor, y se utiliza para crear la fuerza que mueve al vehículo.

Ambos vehículos a prueba, el Grumman y el Garret, usan motores de avión de tipo "jet" como potencia adicional para sus LIM. En el Grumman, el "jet" proporciona la levitación mediante el gas de escape. El vehículo Garret, que ha viajado más de 2.000 millas (3.218 kilómetros) en el Centro de Pueblo, usa el motor "jet" para llegar al máximo de velocidad en una distancia muy pequeña. Ayudado por los motores "jet", el LIMRV es capaz de acelerar a más de 410 kilómetros en menos de dos millas. El LIM logra esa velocidad en veinte segundos, y después el vehículo se desacelera hasta parar.

#### PRUEBA DE FRENOS

El Grumman TACV, de aluminio y fibra de vidrio, es manejado —quizá "pilotado" sea la palabra más idónea, dado que no toca el suelo— por un piloto de pruebas de Grumman, Gerry Keyes, quien también ha hecho trabajos de vuelo para la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio. Como primera tarea en la instalación de un LIM, Keyes llevó al TACV a 146 kilómetros por hora para probar los frenos, suspensión y sistema hidráulico. Con otro LIM instalado, el TACV sería capaz de desarrollar 300 millas por hora (483 kilómetros), según Keyes.

La vía-guía del TACV se construyó con una tolerancia muy pequeña, a causa de la interacción próxima entre el vehículo y su senda. La guía en forma de "U" tiene una plancha de hormigón reforzado, de 5,5 metros de anchura, con pilares de hormigón para soportar los paneles de las



Examen de un vehículo de sustentación y guiado por colchón de aire con vía en U y caja con inclinación de 13°. Tracción por motor lineal.

paredes laterales de 7,6 metros de longitud. El piso de la primera mitad de la vía-guía, de 4,8 kilómetros, tiene una tolerancia de no más de un octavo de pulgada de desviación en 6 metros. La tolerancia de la segunda mitad es de un octavo de pulgada cada tres metros.

El trazado para el LIMRV de Garret es también muy costoso (9,6 kilómetros suponen tres millones de dólares), y, a causa de su alta velocidad de tolerancia, es aún más crítica. No puede haber más de media pulgada de desviación en un tramo de 213 metros, y no más de un octavo de pulgada de alineamiento. Una vez completado el trazado; Garret agregó la aleta central de aluminio.

#### VIAJEROS DE PRUEBAS

El LIMRV tiene un salón para tres pasajeros, y lo usan frecuentemente VIP ("personas muy importantes"), viajeros de prueba. El vehículo pesa 27.216 kilogramos y tiene cinco sistemas de frenado, además frenos automáticos que aprovechan la fuerza magnética de la aleta de aluminio (el LIM puede volverse a poner en marcha o

detenido por un simple cambio de corriente), y un paracaídas de arrastre de emergencia, de 4,9 metros de diámetro concebido para desplegarse en la parte de atrás. Marcha sobre ocho ruedas "standard" de ferrocarril.

El Centro concluyó recientemente las pruebas de diversos transportes rápidos para los sistemas del Metro de las ciudades. Entre ellos, un tren automático, 160 kilómetros por hora, accionado por corriente eléctrica por un tercer raíl o por sus propios generadores de turbina, y un coche subterráneo que conserva la potencia acumulando y volviendo a usar la energía normalmente consumida en las frenadas.

En el primer uso, a escala internacional, del Centro, la Compañía Nacional de Ferrocarriles de Canadá probó un vehículo destinado al servicio urbano, denominado LRC (por luminoso, rápido y confortable).

El vehículo recorrió más de 20.000 millas de prueba (32.187 kilómetros). Día y noche rodó a velocidades de 193 kilómetros. Numerosas personas que viajaron en el LRC elogiaron su marcha silenciosa, y la ausencia de sensación de ir a tan alta velocidad. ■ L. G.