

El Centro de Experimentación Energética y Medioambiental (EVZ) de BMW.

Índice.

1. El Centro de Experimentación Energética y Medioambiental (EVZ) de BMW.	
Carta de presentación.	2
2. Las carreteras de todo el mundo ahora en el EVZ: muchas ventajas para un eficiente proceso de desarrollo.	5
3. ¿Qué ocurre en el EVZ? O cómo se crea el tiempo.	16
4. La carretera en el laboratorio.	34
5. Sostenibilidad en Grupo BMW: Efficient Dynamics = Efficient Testing.	45
6. Datos y hechos: el nuevo Centro de Experimentación Energética y Medioambiental de BMW.	51



1. El Centro de Experimentación Energética y Medioambiental (EVZ) de BMW.

Carta de presentación.

A lo largo de su vida útil, un coche debe resistir todas las condiciones climatológicas. Con lluvia, nieve, calor, frío o diferencias de presión atmosférica, todos los sistemas del vehículo deben funcionar a la perfección. Con lluvia la eficacia de los frenos debe ser total, la dispersión de la nieve provocada por los camiones que circulan delante no puede influir en el funcionamiento del motor, el calor no debe poner al límite la capacidad del sistema de refrigeración. Para diseñar los vehículos de forma adecuada y a continuación probarlos, hasta ahora era necesario realizar costosas pruebas de calor y frío sobre el terreno. Ahora, el Grupo BMW traslada el clima de todo el mundo al laboratorio. Todos los parámetros medioambientales relevantes como calor, frío, humedad del aire y presión atmosférica, lluvia y viento, pueden simularse en la infraestructura para ensayos única de este tipo del nuevo Centro de Experimentación Energética y Medioambiental (el EVZ, por sus siglas en alemán).

- Cinco bancos de pruebas forman una infraestructura de ensayos única en su clase: el nuevo Centro de Experimentación Energética y Medioambiental (EVZ) está formado por tres túneles de viento térmicos (“túnel de viento climático”, “túnel de viento térmico” y “túnel de viento medioambiental”) y dos cámaras de ensayo (“cámara de altitud” y “cámara de frío”).
- Todas las carreteras y zonas climáticas bajo un mismo techo: en el EVZ es posible reproducir prácticamente todos los ensayos que, con frío, calor, sol, lluvia, nieve, presión atmosférica, humedad del aire y viento, tenían lugar hasta ahora en las carreteras de todo el mundo. Constituyen una excepción aquellos ensayos de dinámica de conducción en los que entran en juego fuerzas verticales, dinámica transversal, movimientos de la dirección y viento lateral.
- Con esta infraestructura de ensayos única, el proceso de desarrollo es más eficiente. Es posible reducir los trayectos y el tiempo de transporte y con menos prototipos se pueden realizar más pruebas. El hecho de que los ensayos se realicen con independencia de las estaciones del año y que todas las pruebas se realicen en un mismo lugar permite



disponer de todos los resultados en menos tiempo. Además, los parámetros pueden ajustarse con precisión en el banco de pruebas y reproducirse con la frecuencia que se desee.

- Gracias a las nuevas posibilidades que ofrece el EVZ, el dilema entre banco de ensayos o recorrido de prueba es cosa del pasado. Hasta ahora había que elegir entre el realismo de la carretera y la reproducibilidad del banco de pruebas, pero el EVZ aún lo mejor de ambos métodos. En él, un vehículo puede circular por todas las zonas climáticas del mundo en tan solo ocho horas.
- Los tres túneles de viento térmicos se han concebido de igual forma pero satisfacen necesidades diferentes, lo que permite obtener una flexibilidad máxima en el transcurso del ensayo. En los tres, el aire circula en sentido vertical. Para ello, el ventilador se encuentra aproximadamente 15 metros por encima del recorrido de medición, el denominado “plenum”.
- El rango de temperatura del túnel de viento climático va de -10°C a 45°C. Un solárium simula la radiación solar. Aquí se llevan a cabo ensayos relativos a la fiabilidad térmica, a la potencia de refrigeración y a la climatización, así como a la refrigeración de los frenos. Las especialmente ligeras y rígidas palas del ventilador permiten además realizar pruebas de alta dinámica hasta una velocidad punta de 250 km/h.
- El túnel de viento térmico también sirve para garantizar la fiabilidad térmica, pero se utiliza principalmente para realizar pruebas relacionadas con la potencia de refrigeración y el flujo del aire. Por este motivo, el rango de temperatura se limita a valores positivos (de 20 a 45°C). En este banco de pruebas, la velocidad máxima asciende a 280 km/h.
- El túnel de viento medioambiental cubre la mayor variedad de condiciones ambientales. En este caso son posibles temperaturas de -20 °C a 55 °C. Un solárium puede simular además la radiación solar. La simulación de lluvia y nieve también se incluyen en la gama de pruebas. Una superficie de rodadura para motos permite por primera vez realizar ensayos de vehículos de dos ruedas en un banco de pruebas medioambiental.



- En la cámara de frío se comprueban los arranques en frío. También se utiliza para desarrollar sistemas de calefacción y climatización óptimos, por lo que, así mismo, se realizan ensayos relacionados con el deshielo y el antivaho.
- En el banco de pruebas de altitud se ha creado en un espacio mínimo un completísimo túnel de viento climático que además simula el factor de la presión atmosférica. El rango de simulación se extiende desde por debajo del nivel del mar, como es el caso por ejemplo en el Valle de la Muerte (Estados Unidos), hasta los 4200 metros de altitud. Esto es especialmente relevante para ensayos relativos a la emisión de gases de escape y al desarrollo de la potencia.
- Una inteligente infraestructura en la que las distancias son muy cortas contribuye a la eficiencia de este sistema de bancos de pruebas. En el EVZ, los vehículos ya no son expuestos a la temperatura en cuestión en el túnel de viento, sino que se acondicionan previamente en las denominadas soakrooms (cámara de aclimatación). De este modo se optimiza la utilización del banco de pruebas y se reduce el consumo de energía, ya que las soakrooms son más pequeñas y se pueden refrigerar de una forma más eficiente.
- Ya durante la fase de planificación del EVZ se prestó especial atención a que éste funcionara de forma ecológicamente sostenible. La inteligente concepción del sistema de refrigeración, el excelente aislamiento y la recuperación de la energía de frenado en los bancos de pruebas con rodillos y en el ventilador son solo algunas de las medidas adoptadas.



2. Las carreteras de todo el mundo ahora en el EVZ: muchas ventajas para un eficiente proceso de desarrollo.

Ya desde finales de los años 90, la estrategia Efficient Dynamics determina el pensamiento a largo plazo en el que se basa todo el trabajo de desarrollo del Grupo BMW. El objetivo: utilizar los recursos de forma sostenible minimizando el consumo de combustible y las emisiones de CO₂ de los vehículos y sin que ello repercuta en la dinámica de conducción, la potencia, la seguridad ni el confort, y optimizar a su vez el proceso de desarrollo según las directrices básicas de sostenibilidad y eficiencia. Para desarrollar todo el potencial de ahorro desde el punto de vista del producto y poder así reducir aún más el consumo, el Grupo BMW utiliza los más modernos equipos de trabajo y dispositivos de ensayo para desarrollar y asegurar sus vehículos. Porque únicamente con una infraestructura de ensayos completa y con visión de futuro es posible garantizar que se encontrarán soluciones sostenibles para los retos de movilidad que se plantearán el día de mañana y que esas soluciones podrán desarrollarse hasta su fabricación en serie. Por ello, en el año 2005, BMW optó, en lugar de emprender una completa modernización de los bancos de pruebas existentes, por la simulación ambiental y la construcción de una nueva infraestructura de ensayos integrada. Las nuevas cámaras y túneles de viento climáticos satisfacen todas las exigencias actuales de los departamentos técnicos que intervienen en el proceso de desarrollo y, además, están pensados ya para los temas del futuro. Así se creó una infraestructura de ensayos única en su clase: el nuevo Centro de Experimentación Energética y Medioambiental del Grupo BMW (el EVZ).

“El EVZ eleva la metodología de aseguramiento de las características de los vehículos durante el proceso de creación del producto a un nivel totalmente nuevo.”

(Dr. Johannes Liebl, Director de Efficient Dynamics)

La nueva y autosuficiente infraestructura de ensayos del EVZ cumple por tanto importantes requisitos para, además de realizar los ensayos habituales relativos al diseño y el aseguramiento, sobre todo llevar a cabo e impulsar un importante trabajo de desarrollo relacionado con temas como Efficient Dynamics, gestión inteligente de la energía, propulsiones híbridas y



movilidad sin emisiones. Así, el EVZ ofrece, gracias a su sensible y extremadamente precisa tecnología de bancos de pruebas, una exactitud y reproducibilidad de los resultados de los ensayos imposibles de conseguir en carretera y en el campo de pruebas. Estos resultados contribuyen a diseñar vehículos ahorrando energía y, en los detalles, “pulir” aspectos relativos a la gestión energética. El completo equipamiento con visión de futuro del EVZ también favorece, precisamente, la investigación de conceptos de propulsión alternativos. El EVZ integra también ciclos de ensayos orientados especialmente a la hibridación de los vehículos, como estrategias de carga o equilibrios de corriente, que hoy por hoy ya pueden ser probados. Los requisitos técnicos para la consecución de objetivos empresariales a largo plazo, como por ejemplo una movilidad completamente libre de emisiones mediante el uso de electricidad o hidrógeno, también pueden ser ensayados, ya que los bancos de pruebas están preparados para ello tanto desde el punto de vista estructural como conceptual.

La lista de tareas de esta nueva infraestructura de bancos de pruebas es larga, ya que en ella se pueden reproducir prácticamente todos los ensayos que, con frío, calor, sol, lluvia, nieve, presión atmosférica y viento, se realizaban hasta ahora en las carreteras de todo el mundo, a excepción de aquellas pruebas de conducción dinámica en las que entran en juego fuerzas verticales, dinámica transversal, movimientos de la dirección y viento lateral. El objetivo no es que los ensayos que se realizan en el EVZ sustituyan completamente los trayectos de prueba en carretera y sobre el terreno, sino que los complementen de forma dirigida.

En los túneles de viento se realizan por ejemplo pruebas relativas a la fiabilidad térmica, tanto de frío como de calor, hasta niveles de alta dinámica. En el marco de estas pruebas, la atención se centra, entre otras cosas, en la potencia de refrigeración, en el flujo del aire por el vehículo, la refrigeración de los frenos y la potencia del sistema de calefacción y climatización. También se realizan pruebas con lluvia y nieve. En las dos cámaras climatizadas se realizan además, por un lado, análisis de emisiones y ciclos de conducción en altura, y por otro, temas como el arranque en frío y el sistema antiescarpa desempeñan un importante papel. Los precisos y reproducibles ensayos hacen posible que de ellos puedan extraerse importantes mejoras para los productos: además de la concepción de una gestión energética óptima en todo el vehículo, por ejemplo el dimensionamiento térmico y funcional de los



componentes y su aseguramiento en condiciones similares a las de un laboratorio son más exactos. El punto común a todos los ensayos lo constituye el reto de hacer que tanto los productos como el desarrollo de productos del Grupo BMW sean aún más eficientes y dinámicos.

La gestión inteligente de la energía entraña, además, un gran potencial de ahorro.

Un ejemplo de procedimiento en el marco del incremento de la eficiencia de la estrategia Efficient Dynamics es diseñar cada uno de los componentes del vehículo para que satisfaga a la perfección las necesidades del futuro cliente.

“Lo que le pedimos al EVZ es que nos proporcione resultados con una exactitud y reproducibilidad imposibles de conseguir en carretera. Aquí comienza el trabajo de los creadores, quienes diseñan y dimensionan los elementos y componentes con la precisión que se necesita en la vida real.”

(Jürgen Engelmann, Jefe de Servicio del EVZ)

Así se consigue una utilización controlada de materiales que hace que el peso sea menor, lo que permite ahorrar costes adicionales en el proceso de producción, así como evitar un mayor consumo innecesario y reducir las correspondientes emisiones de CO₂ durante la conducción.

Además del preciso diseño de los elementos, un vehículo aún alberga otras posibilidades hasta ahora apenas aprovechadas para el ahorro de combustible y la reducción de las emisiones de CO₂: las que proporciona la optimización de la tecnología energética. La gestión energética busca, en general, posibilidades para recuperar, transformar, transportar, almacenar y utilizar la energía de forma eficiente, segura y ecológica. En este sentido, la energía puede adoptar diferentes formas, como por ejemplo calor, corriente o propulsión. La investigación se centra en el propósito de alcanzar un gran aprovechamiento de la energía útil. O lo que es lo mismo, maximizar el rendimiento energético y, al mismo tiempo, minimizar los efectos secundarios negativos en el medioambiente.

El Grupo BMW comprendió ya en el año 2003 la necesidad de profundizar en el tema de la tecnología energética en el vehículo, ya que ésta aún entraña un gran potencial de ahorro. Incluso en un motor de combustión muy eficiente, aproximadamente tan solo un tercio de la energía contenida en



el combustible se transforma en trabajo mecánico para el avance. Los dos tercios restantes se pierden en forma de calor, el cual se emite al medioambiente a través de los gases de escape y el sistema de refrigeración. Si se consigue que esa energía sea aprovechada por el vehículo, el consumo de combustible y las emisiones de CO₂ se reducirán. Por este motivo, los investigadores del Grupo BMW trabajan desde hace mucho tiempo con el fin de destapar las posibilidades ocultas para minimizar el consumo. Ejemplos análogos pueden ser la utilización del calor que desprende el motor y la línea de gases de escape para generar corriente durante la conducción gracias al generador termoeléctrico (TEG) o el ajuste de las funciones del vehículo para conseguir una conducción lo más eficiente posible (“gestión inteligente de la energía en el vehículo”).

De Aschheim a Múnich: una estrecha integración para un proceso mejorado.

Los ensayos de tecnología energética se realizan desde hace mucho tiempo. Además de las pruebas en carretera y en el campo de pruebas, BMW dispone desde hace más de 30 años de bancos de pruebas para estos ensayos. Estas instalaciones se encuentran en Aschheim (un barrio de Múnich) y en las últimas décadas se han modernizado varias veces para adaptarlas en cada momento a las necesidades actuales y futuras. Sin embargo en los últimos años han dejado claramente de ser útiles, puesto que ya no podían satisfacer los requisitos relativos precisamente a la conducción dinámica.

Por este motivo, en 2005, el grupo BMW decidió, en lugar de emprender una nueva modernización de las instalaciones de Aschheim, construir en Múnich un nuevo centro de experimentación directamente comunicado con el Centro de Investigación y Desarrollo de BMW Group (el FIZ, por sus siglas en alemán). Tras una breve fase de transición, las instalaciones de Aschheim fueron reemplazadas completamente por el EVZ, y otros muchos ensayos se trasladaron entonces de la carretera al laboratorio. Y es que la puesta en funcionamiento del EVZ ha venido acompañada de numerosas ventajas que hacen que el proceso de ensayo sea, especialmente a la larga, más rápido, económico y ecológico.



Las carreteras de todo el mundo llevadas al laboratorio: muchas ventajas para un eficiente proceso de desarrollo.

La gran innovación del EVZ con respecto a los bancos de pruebas de BMW utilizados hasta ahora es el gran realismo de los ensayos que en él se pueden realizar. El EVZ permite por primera vez recrear dentro de un banco de pruebas trayectos de prueba dinámicos bajo inclemencias medioambientales. De este modo, el EVZ combina la realidad de conducir por una carretera, incluyendo factores ambientales como flujo de aire, temperatura, precipitaciones, radiación solar, humedad del aire e incluso altitud, con las propiedades características de un banco de pruebas: condiciones de prueba constantes y reproducibles, lo que es un requisito fundamental para que los resultados de medición se puedan comparar de forma óptima. Por primera vez es posible simular casi a la perfección las circunstancias ambientales en el banco de pruebas y, de este modo, analizarlas con mucha más precisión de lo que se hacía hasta ahora. A excepción de fuerzas verticales, dinámica transversal, movimientos de dirección y viento lateral, todos los factores pueden reproducirse sobre el vehículo durante el trayecto. Todo ello convierte al Grupo BMW en líder en lo relativo a la simulación ambiental realista en el banco de pruebas.

“Con el EVZ llevamos la carretera al laboratorio.”

(Jürgen Engelmann)

El traslado de los trayectos de prueba al banco de ensayos supone una gran cantidad de ventajas para todo el proceso de desarrollo. Distancias cortas, colaboración interdisciplinar, buenas condiciones de trabajo, precisión y reproducibilidad, independencia con respecto a las estaciones del año y reducción de la cantidad de prototipos son solo algunas de ellas.

Independencia con respecto a las estaciones del año: pleno verano en invierno.

Gracias al extraordinario realismo de la simulación ambiental, en el EVZ es posible analizar por primera vez como influyen todas las condiciones ambientales en el vehículo y en sus componentes independientemente de la estación del año. Hasta ahora, las pruebas se repartían de forma irregular a lo largo de año. Por lo general, la mayoría de los trayectos de prueba tenían lugar entre noviembre y febrero y entre junio y julio, ya que es en estos meses cuando se dan “condiciones extremas” óptimas en diferentes lugares del



mundo. En el sur de Francia, Sudáfrica, Escandinavia o Alaska se comprobaba, por ejemplo, con calor o frío extremo, si el sistema de gestión del motor funcionaba correctamente o si por el contrario se veía afectado por temperaturas demasiado altas o demasiado bajas. Dado que las pruebas dependen en gran medida de condiciones externas, en la mayoría de los casos los ensayos únicamente pueden realizarse durante un pequeño período de tiempo y por tanto no siempre se puede asegurar que las condiciones en las que se realizan son las óptimas.

La realización de recorridos de prueba en todo el mundo supone un elevado coste de planificación y de logística. Además de prototipos, se desplazan también vehículos de abastecimiento y vehículos taller, así como un completo equipo de ingenieros, mecánicos y otros especialistas. Todo ello se traduce en gastos y una costosa logística, sin olvidar las emisiones de CO₂ originadas por el transporte a larga distancia.

“Si queremos, en el EVZ podemos tener en invierno temperaturas de pleno verano y en pleno verano, nieve.”

(Jürgen Engelmann)

En el EVZ, las zonas y condiciones climáticas se crean con poco más que pulsar un botón. Por tanto, que muchos ensayos dependan de las estaciones del año, de los lugares de prueba y de las condiciones climáticas es agua pasada. Los ensayos pueden realizarse en el momento óptimo para el proceso de desarrollo y en condiciones perfectamente definidas. Y todo ello prácticamente sin moverse de casa, es decir, en el corazón del Centro de Investigación y Desarrollo de Múnich. De este modo, a la hora de llevar a cabo determinados ensayos, también es posible reducir o incluso evitar el deterioro de los prototipos, lo cual no solo tiene ventajas económicas, sino que también se traduce en resultados de medición más precisos con un alto grado de protección de la información.

“El FIZ como ventaja de localización”: competencia concentrada en un punto.

Con el EVZ, BMW dispone de un campo de pruebas muy variable y versátil en el corazón de la red de investigación y desarrollo de BMW. Así, BMW concentra su conocimiento de aseguramiento en un solo punto. Si es preciso, todos los investigadores implicados pueden presentarse de



inmediato en el lugar y seguir “en directo” la evolución del ensayo. Desaparecen por tanto los costosos viajes y transfers. La proximidad a la sala de ensayos permite también que los ingenieros de desarrollo estén disponibles para la realización de otras tareas. Si participan en varios proyectos pueden asistir al ensayo a la vez que atienden su trabajo habitual, participan en reuniones o siguen trabajando en el puesto de trabajo de al lado.

La proximidad espacial es una gran ventaja especialmente en caso de tener que efectuar modificaciones o reparaciones en los objetos de ensayo. En las primeras fases del proceso de desarrollo, los primeros prototipos aún deben ser perfeccionados técnicamente, lo cual es una fuente constante de problemas cuando el trayecto de pruebas en terreno extremo tiene lugar en el extranjero. Sin embargo, en el EVZ resulta muy fácil sacar el vehículo del ensayo y repararlo o modificarlo in situ en los talleres. Los recursos necesarios se encuentran en el entorno directo del EVZ y los talleres están incluso integrados en el centro de experimentación.

Competencias en red: combinación sinérgica de las disciplinas.

Reunir toda la competencia en materia de ensayos en un solo lugar también puede ser el origen de nuevas áreas de desarrollo. Hasta ahora, los ingenieros de ensayos viajaban durante varios días, incluso semanas, con el objeto de ensayo para probarlo. Aparecer de repente en medio de un ensayo era imposible. Por el contrario, el banco de pruebas refuerza la puesta en red de competencias y favorece por tanto un análisis multidimensional de los resultados.

“En la ingeniería clásica, mediante las mediciones se obtiene respuesta a preguntas que no se han planteado. En consecuencia, a veces resulta difícil interpretar los resultados. Por el contrario, gracias a la interacción en el banco de pruebas, estas respuestas se identifican de inmediato como tales y se asignan directamente a las preguntas adecuadas.”

(Jürgen Engelmann)

En esta combinación de diseño y aseguramiento, por un lado, y en el desarrollo tecnológico, por otro, reside otro estímulo de esta nueva infraestructura de ensayos. Gracias a que un mismo techo alberga diferentes intereses, los ingenieros pueden ver el trabajo de sus compañeros. Esto da lugar a una interconexión de conocimientos muy valiosa casi por sí sola, y de la que



se benefician todas las disciplinas de desarrollo. Por ejemplo, los ciclos de ensayos reproducibles con exactitud proporcionan rápidamente reveladores resultados de medición que pueden aprovecharse de inmediato e incorporarse al proceso de desarrollo, lo que acelera considerablemente el proceso de aseguramiento.

Si se atienden simultáneamente diferentes intereses de ensayo, la conexión entre el sistema de mando del banco de pruebas y la electrónica de control central del vehículo permite a los ingenieros hacer un seguimiento en tiempo real de la respuesta de diferentes áreas de ensayo. Y puesto que muchos grupos de intereses pueden supervisar simultáneamente la electrónica de control, la consecuencia es una gran cantidad de nuevos resultados evaluables que se realimentan recíprocamente. Y gracias a la nueva forma de interpretar los resultados, los participantes en el ensayo pueden sacar nuevas conclusiones. Además ya no solo está presente el ingeniero de desarrollo, sino también el operador, quien puede aportar además sus conocimientos sobre la respuesta del banco de pruebas y la experiencia acumulada en ensayos similares.

Mayor disponibilidad y mejor aprovechamiento de prototipos.

Gracias a la independencia con respecto a condiciones externas como las estaciones del año, las precipitaciones, etc., el calendario de ensayos se modifica considerablemente. Esto supone, entre otras, la gran ventaja de que para el mismo número de pruebas ya no se necesitan tantos prototipos, puesto que los ensayos ya no tienen que realizarse simultáneamente. Con un prototipo se pueden realizar más pruebas, lo que incrementa el número de ensayos por prototipo. Además, diferentes departamentos técnicos pueden realizar diferentes pruebas con distinta finalidad en un mismo objeto de ensayos. De este modo, en un solo proceso de ensayo se pueden probar varios componentes al mismo tiempo. Estos efectos sinérgicos ya se tuvieron en cuenta a la hora de planificar el EVZ y se plasmaron directamente en el equipamiento de cada uno de los bancos de pruebas. Los procesos de ensayo ya no se consideran específicos de un vehículo de pruebas. Los ingenieros de desarrollo ya no se basan en cuándo estará disponible el prototipo, sino en cuándo se realizará qué ensayo y en si es posible comprobar simultáneamente en el mismo prototipo los aspectos que a ellos les interesan.



Precisamente en la fase inicial del proceso de desarrollo es cuando más merece la pena sacar un gran aprovechamiento del menor número de prototipos posible, ya que los primeros objetos de ensayo se construyen manualmente realizando un gran esfuerzo y, por tanto, son más costosos. Los prototipos probados en el EVZ también pueden ser probados en una fase inicial del proceso de desarrollo del proyecto, cuando aún no son aptos para circular por carretera. Por ejemplo, la refrigeración del motor se puede probar incluso cuando determinados sistemas de regulación del chasis aún no funcionan a pleno rendimiento.

“En el EVZ es posible experimentar y probar con prototipos algunas propiedades concretas del futuro vehículo, incluso en una fase muy temprana del proceso de desarrollo. Nuestro objetivo es asegurar lo antes posible las propiedades como valor de cliente.”

(Dr. Johannes Liebl, Director de Efficient Dynamics)

Pruebas muy cercanas a la realidad de los clientes.

Otro importante aspecto en el que se centra el EVZ es en la reducción de las diferencias entre las condiciones de la prueba y las condiciones reales a las que los clientes exponen los vehículos. Con el nuevo centro de experimentación EVZ, el Grupo BMW también quiere comprobar los ciclos de consumo de una forma mucho más cercana al cliente, los cuales reflejan el comportamiento real al volante. En el caso del consumo de combustible, por ejemplo a nivel europeo y mundial, las mediciones se realizan con ayuda de ciclos de consumo de combustible normalizados (p. ej. KV01), los cuales no coinciden necesariamente con el consumo de los clientes en la carretera. Esto se debe principalmente a que la norma se basa en un ciclo de conducción muy simplificado que no refleja con detalle el comportamiento al volante de los clientes europeos. A diferencia de las exigencias de los clientes, ese ciclo normalizado contempla, por ejemplo, muchas menos maniobras que suponen un elevado consumo, como parar y arrancar continuamente en ciudad o arranques en frío. Además, los componentes eléctricos que también consumen combustible, como las luces, la radio o el sistema de climatización, están en gran medida desactivados.

Durante las pruebas cercanas al cliente en el banco de ensayos, en el EVZ el consumo de combustible puede medirse “online”. Al contrario



que en el caso de las pruebas en carretera, a través de los aparatos de medición los ingenieros están al corriente durante todo el ciclo de cuánto consume el vehículo en cada momento, y, de este modo, pueden comprobar qué margen de carga supone un mayor consumo. El EVZ también ha hecho que puedan llevarse a cabo ensayos hasta la fecha imposibles. Así, por ejemplo, por primera vez es posible medir el consumo en tiempo real durante ciclos con carga especialmente elevada, como recorridos a gran velocidad, y todo ello en condiciones medioambientales reales como viento en contra, temperatura y altitud.

El moderno entorno de ensayos reduce los costes y el consumo: diseño exacto de los elementos.

Precisamente en lo relativo a la ampliación de la estrategia Efficient Dynamics es donde el EVZ alberga un gran potencial. Y es que el éxito de esta estrategia viene determinado sobre todo por la suma de muchas medidas individuales de menor envergadura que se aplican a toda la flota de vehículos. Y por tanto, incluso las medidas con las que se evita un decigramo de CO₂ suponen una gran diferencia. Pero estas reducciones no se pueden apreciar, comprobar y rastrear en ningún sitio mejor que en un campo de ensayos de gran sensibilidad y precisión equipado técnicamente a la última, como es el caso del EVZ.

El entorno de ensayos “Carretera” solo es preciso en determinadas circunstancias y no siempre proporciona resultados reproducibles. Por este motivo, hasta ahora, a la hora de diseñar los elementos, en el cálculo se introducían determinados sobredimensionamientos. En el EVZ sin embargo, todos los componentes pueden diseñarse y asegurarse exactamente hasta el punto de su máxima sollicitación. Gracias a la precisa técnica de mediciones, los ingenieros de desarrollo determinan con exactitud qué carga soporta qué componente bajo un determinado esfuerzo. Del mismo modo, de ello pueden deducir cómo debe disponerse el componente para satisfacer las necesidades que se plantean. El efecto positivo se aprecia en varios aspectos: en cada elemento, con cada gramo de material que puede ahorrarse, se reducen costes y emisiones tanto en la producción como durante la conducción, ya que el vehículo al pesar menos consume menos. El efecto del desarrollo de máxima precisión de los elementos se multiplica rápidamente por el número de componentes que se han de desarrollar. Y en el caso de elementos



alimentados eléctricamente, el consumo energético también varía con otro dimensionamiento. De este modo, el EVZ también abre nuevas posibilidades para el proceso de diseño y aseguramiento en el marco del desarrollo de vehículos y al mismo tiempo contribuye a reducir costes.

Las ventajas en el proceso se traducen en ventajas para el cliente.

En conjunto, la combinación de dinámica, confort, eficiencia y sostenibilidad es aún más fácil de seguir e implementar con el EVZ. Así pues, es sobre todo el cliente quien se beneficia del EVZ y de la optimización del proceso de desarrollo. Aquí se pueden desarrollar y comprobar eficientes estrategias empresariales. El gran valor de los resultados de los ensayos realizados en el EVZ permite a su vez a los ingenieros de desarrollo de BMW adquirir en el mismo tiempo más conocimientos, los cuales se trasladan directamente al proceso de desarrollo del vehículo. Esto hace que los vehículos se diseñen y apliquen de forma óptima, consuman menos combustible y emitan, por tanto, menos CO₂, y todo ello sin influir en la dinámica, la seguridad ni el confort. El cliente recibe en menos tiempo un producto ya perfeccionado.

Hoy en día, en el EVZ ya se ensayan de forma intensiva tecnologías de accionamiento alternativas. Gracias al completo entorno de ensayos se dan las mejores condiciones previas para desarrollar y aprovechar en serie innovadoras tecnologías que se adelantan a su tiempo. El cliente disfruta así, y lo hará incluso en el futuro, de la ventaja de la innovación en los vehículos de BMW Group. Los productos se pueden adaptar aún en mejor medida a las exigencias de cada mercado. Además, el rápido desarrollo hace posible una mayor variedad y por tanto el cliente puede elegir entre más opciones.

En resumen, con el EVZ, BMW deja claro su compromiso de fomentar de forma consecuente temas de investigación e innovación relativos a la eficiencia del proceso, a la sostenibilidad y al uso responsable de los recursos. Esto convierte al EVZ en un importante componente para BMW con el que seguir reafirmando su posición de liderazgo en materia de innovación y con el que convertirse también en el futuro en impulsor de una movilidad sostenible y responsable desde el punto de vista de los recursos.



3. ¿Qué ocurre en el EVZ? O cómo se crea el tiempo.

La misión de una infraestructura de bancos de ensayos sostenible es proporcionar instrumentos y métodos que contribuyan eficientemente al diseño y el aseguramiento de componentes y a su interacción. Los ensayos llevados a cabo en este sentido deben ser un reflejo realista de prácticamente todo lo que se exige a un vehículo a lo largo de su vida útil y cubrir además, mediante las pruebas realizadas en el banco de ensayos, el máximo número posible de escenarios de conducción en los que el cliente puede utilizar el vehículo. Pero el nuevo Centro de Experimentación Energética y Medioambiental (EVZ) de BMW aún va más allá: es una “infraestructura de ensayos visionaria”, cuyo equipamiento contempla ya hoy en día todos los conceptos de movilidad futuros y sus necesidades desde el punto de vista del diseño y el aseguramiento.

“El nuevo Centro de Experimentación Energética y Medioambiental es la navaja suiza de BMW en lo que al desarrollo de nuevas soluciones para una movilidad sostenible se refiere. Aquí tenemos todo lo que necesitamos para el aseguramiento diario y al mismo tiempo podemos anticipar temas que serán de actualidad dentro de cinco o diez años.”

(Peter Hoff, Planificación del Proyecto EVZ)

El EVZ ofrece la posibilidad de simular condiciones ambientales con extraordinario realismo y ello permite realizar por primera vez en el banco de pruebas recorridos con coches y motos a gran altitud, con lluvia, con sol o con nieve. Así, el aseguramiento del servicio y el funcionamiento en el banco de pruebas adquiere una dimensión totalmente nueva. Los sistemas del banco de pruebas simulan mediante diferentes perfiles de conducción las condiciones marco de, por ejemplo, un trayecto por una carretera de montaña o por una autopista, con el fin de poder desarrollar estrategias empresariales económicas y eficientes para los vehículos. Esto supone una gran simplificación especialmente en lo relativo a temas como la optimización de aplicaciones del motor y de la transmisión, pero también en lo que a la hibridación de los vehículos se refiere, ya que ahora el entorno del banco de pruebas se puede ajustar con gran precisión y ello permite realizar pruebas que hasta



ahora no se podían medir, o al menos no con tanta exactitud. Las mediciones de los gases de escape y del consumo de combustible en diferentes ciclos de conducción, así como las mediciones relativas a la respuesta de la combinación motor-transmisión al cambiar repentinamente las cargas específicas, pueden sacar a la luz nuevos potenciales de optimización que se pueden aplicar en lo referente a la dinámica, el consumo y la composición de las emisiones.

En total, en el EVZ se abordan cinco temas de desarrollo y aseguramiento generales que se complementan entre sí. Éstos son la gestión energética y del calor, la fiabilidad térmica, la respuesta a bajas temperaturas, el aseguramiento del servicio y el funcionamiento en condiciones ambientales, y el desarrollo y el aseguramiento del funcionamiento del sistema de calefacción y climatización. Por el contrario, los ensayos y experimentos para los que se necesita un mayor tiempo de prueba, como la corrosión, la resistencia a la fatiga y las pruebas de conservabilidad o de distancia recorrida, no se llevan a cabo en el EVZ.

Los bancos de pruebas del EVZ: todas las carreteras del mundo bajo un mismo techo.

El EVZ dispone en total de cinco bancos de pruebas. Aunque cada uno de ellos tiene importantes características exclusivas, en parte también presentan funcionalidades y capacidades similares e incluso idénticas. Esta redundancia es premeditada y su objetivo es garantizar una determinada flexibilidad en la utilización de los bancos de pruebas. Con esto se consigue que un ensayo no tenga que realizarse necesariamente en un determinado banco de pruebas, sino que algunos de ellos puedan llevarse a cabo en varios bancos.

“No todos los bancos de pruebas deben servir para todo sino para lo preciso. En el EVZ esto lo hemos conseguido gracias a la inteligente combinación del equipamiento de los túneles y ahora podemos realizar los ensayos de forma más práctica y realista.”

(Peter Hoff)

A la hora de implementar la infraestructura de ensayos del EVZ se prestó especial atención, por un lado, a satisfacer al máximo las necesidades para poder trabajar así de la mejor forma posible. Sin embargo, por otro lado, el objetivo era ahorrar al mismo tiempo costes y energía. En primer lugar se recabaron todas las exigencias de los departamentos técnicos para poder reproducir y probar determinadas funciones y capacidades. Sin embargo,



en una segunda fase, no se atendieron sin más todas las solicitudes sino que la infraestructura de ensayos se diseñó de forma práctica ajustándose a las exigencias de los departamentos de desarrollo externos. Así pues, no todos los bancos de pruebas ofrecen todas las funciones pero, en conjunto, todos los bancos de pruebas cubren todas las posibilidades de simulación ambiental que pueden necesitarse.

Tres túneles de viento térmicos y dos cámaras climatizadas: cinco campos de prueba de primera línea.

Por una parte, el EVZ está formado por tres túneles de viento con equipamiento específico: el “túnel de viento térmico”, el “túnel de viento climático” y el “túnel de viento ambiental”. Estos tres bancos de pruebas sirven principalmente para el aseguramiento de elementos y sistemas en condiciones extremas como calor, frío, lluvia y nieve. Los tres túneles de viento están concebidos de forma idéntica en cuanto a tamaño y geometría, lo cual significa que los ingenieros de ensayos de los distintos departamentos de desarrollo pueden cambiar entre los distintos túneles con la misma calidad de flujo de aire sin que ello repercuta en los resultados de medición. En el caso de experimentos estándar, de este modo se puede garantizar la mejor reproducibilidad con la máxima flexibilidad posible.

Una particularidad arquitectónica de los túneles de viento es que el aire circula en sentido vertical. Una vez ya pasado el trayecto de medición, el aire se reconduce por encima del banco de pruebas. En este redireccionamiento, el ventilador se encuentra aproximadamente 15 metros por encima del plenum. Para conseguir un flujo de aire lo más realista posible en torno a todo el vehículo, al entrar en el trayecto de medición el aire pasa a través de una boquilla de 8,4 m² y el plenum se dimensiona ampliamente de forma adecuada. Esta disposición vertical con la cual se ahorra espacio permite, además, disponer los tres bancos de pruebas en un orden óptimo para el proceso.

Además de los tres túneles de viento, las dos cámaras (“banco de pruebas de altitud” y “banco de pruebas de frío”) facilitan, por ejemplo, el diseño y el aseguramiento de los sistemas de calefacción y climatización y permiten medir las emisiones con altitud o frío.

Cada banco de pruebas dispone, además del trayecto de medición, de un puesto de control independiente desde el que se maneja y controla el



banco de pruebas. Un sistema de mando del banco de pruebas ultramoderno controla todos los componentes y supervisa cientos de parámetros. Así pues, proporciona diferente información sobre si los rodillos se mueven, sobre si el ventilador gira, sobre la velocidad con la que sopla el viento y sobre si los refrigeradores funcionan. Sin un sistema de estas características, el manejo de un banco de pruebas tan complejo como este sería imposible. El sistema de mando del banco de pruebas permite realizar de forma detallada y reproducible ensayos de alta dinámica con condiciones climáticas variables. Durante los ensayos, el técnico del banco de pruebas supervisa en primera línea el transcurso de los mismos a través del ordenador y de este modo puede ver y acceder a cientos de valores de medición. Así puede detectar de inmediato cualquier imprevisto y puede intervenir convenientemente. Los sistemas inteligentes de bloqueo de puertas y la videovigilancia de los bancos de pruebas contribuyen además a garantizar la seguridad de todas las personas que participan en el ensayo.

En cada uno de estos bancos de pruebas para vehículos completos, el vehículo está fijado al banco mediante correas y, por tanto, no se mueve hacia delante. No obstante, para simular la carretera en el laboratorio, por un lado se utiliza la tecnología de túneles aerodinámicos y, por otro, en el suelo de cada uno de los bancos de pruebas se han dispuesto cuatro transmisiones por rodillos. Estos rodillos cilíndricos tienen un perímetro de hasta dos metros y simulan el movimiento del subsuelo en cada una de las cuatro ruedas del vehículo. En este contexto, los rodillos funcionan como una dinamo en una bicicleta y pueden simular así diferentes situaciones de dinámica longitudinal. En ensayos de aceleración, recorridos en los que se sube una montaña y trayectos a alta velocidad, el rodillo ofrece la resistencia correspondiente a cada situación y frena el vehículo. Así pues, los rodillos trabajan a modo de generador y almacenan la corriente generada por el efecto de frenado en la red eléctrica de BMW.



“Los rodillos del banco de pruebas son nuestra carretera, pero una carretera que no acaba nunca y que puede ser cuesta arriba o cuesta abajo a nuestro antojo. Si queremos que los rodillos simulen en el banco de pruebas el descenso del monte Grossglockner, éstos prácticamente empujarán el vehículo hacia abajo igual que la fuerza de la pendiente empujaría un coche en una montaña real.”

(Roland Kleemann, Métodos y dispositivos de ensayo del EVZ)

Dado que las circunstancias de conducción pueden cambiar con gran rapidez, los rodillos se deben poder regular también muy rápidamente. Si lo que se quiere es por ejemplo simular una frenada de emergencia en una autopista a 100 km/h, los rodillos del EVZ pueden registrar un tiempo de respuesta de tan solo 50 milisegundos, lo que equivale aproximadamente a la mitad de un pestañeo. Y todo ello con una precisión increíble: la sincronización angular entre los cuatro rodillos se consigue con un desfase máximo de tan solo $\pm 0,05$ km/h. Esto, unido al hecho de que las grandes transmisiones por rodillos pueden desarrollar en poco tiempo una potencia máxima de hasta 1,4 MW, convierten a este elemento en uno de los hitos técnicos del EVZ.

El túnel de viento térmico: siempre fresco.

El túnel de viento térmico se utiliza fundamentalmente para el clásico aseguramiento térmico de los elementos y se ha diseñado adecuadamente conforme a su funcionalidad. En él se realizan principalmente recorridos con el vehículo sometido a grandes cargas, como por ejemplo con un remolque o a velocidad máxima con mucho calor y durante mucho tiempo. El objetivo es simular y reproducir todas las pruebas que ponen el vehículo al límite y que el cliente también experimenta en la “vida real”. En este sentido, no solo es especialmente interesante la simple conducción a máxima velocidad por una autovía, sino sobre todo el cambio de carga: conducir durante mucho tiempo por una autovía a plena potencia y de repente encontrar un atasco significa una gran carga para el sistema de refrigeración, que ya no cuenta con la ayuda del aire que se genera cuando el vehículo está en marcha. En este caso, la capacidad de refrigeración se reduce drásticamente mientras el motor caliente sigue desprendiendo una gran cantidad de calor. En estas situaciones límite, el sistema de refrigeración debe ser capaz, no obstante, de evacuar este calor residual.



Puesto que el túnel de viento térmico se ha diseñado sobre todo para realizar ensayos relativos a la potencia de refrigeración y a la fiabilidad térmica, el rango de temperatura realizable va de 20°C a 45°C. El ventilador genera viento a una velocidad de hasta 280 km/h para simular también la conducción a máxima potencia. Además, es el único banco de ensayos que dispone de un foso central con suelo de cristal sobre el que se puede pisar y que permite realizar análisis termográficos del subsuelo.

El túnel de viento climático: aceleración como la de un BMW M5.

Al igual que el túnel de viento térmico, el túnel de viento climático presenta algunas particularidades. Además del aseguramiento térmico de los elementos, en este caso el punto clave son los ensayos relativos a la climatización, la refrigeración de los frenos y las pruebas de alta dinámica. Con una velocidad del viento máxima de 250 km/h, el túnel de viento climático no alcanza la velocidad máxima del túnel de viento térmico pero en este caso el ventilador puede acelerar con mayor rapidez. Gracias a la utilización de palas de fibra de carbono especialmente rígidas y ligeras, en lugar de palas de aluminio como en el resto de las cámaras, aquí es posible reproducir incluso la aceleración de un BMW M5 para, por ejemplo, asegurar la misma respuesta de refrigeración que el M5 en el circuito de Nürburgring.

Además, el túnel de viento climático dispone de un sistema de simulación solar. Dimensionado para un máximo de 1200 vatios/m², 24 radiadores de alta potencia generan en este banco de pruebas una radiación solar real y homogénea. Esto permite realizar entornos más amplios relativos a la potencia de refrigeración. Para someter el sistema de refrigeración a un esfuerzo especial, tras simular un duro recorrido, el vehículo se estaciona resguardado del aire con una pesada cubierta y a pleno sol. Al viento en calma y al aire ambiente caliente hay que sumar una elevada temperatura del suelo, que puede ser superior incluso a la del aire. Aquí también se comprueba y asegura la evacuación del calor, un factor de gran importancia para que ningún elemento se caliente en exceso. Para garantizar que el aire no se mueva en absoluto, una persiana arrollable cierra la boquilla del ventilador en tan solo cinco segundos. Durante este experimento, el constante acondicionamiento térmico del banco de pruebas tiene lugar mediante rejillas de aire situadas en los laterales y encima de la boquilla.



Además de numerosos ensayos simulando zonas cálidas, en el túnel de viento climático también se pueden alcanzar temperaturas de hasta -10°C para por ejemplo analizar y optimizar la interacción del sistema de calefacción del habitáculo con el sistema de refrigeración del motor. En este túnel de viento también se realizan pruebas para diseñar el sistema de climatización, para cuya concepción y aseguramiento son especialmente relevantes los esfuerzos a los que se somete el vehículo en caso de marcha en vacío, cuando está parado, en trayectos montañosos y en ciclos de parada y arranque en caso de circulación en ciudad. Un importante aspecto con potencial para el futuro es la interacción de la gestión del calor y la climatización.

El túnel de viento ambiental: tormentas de nieve en verano.

El proceso de diseño y aseguramiento durante el desarrollo de un vehículo no solo hace referencia a ensayos a temperaturas altas o bajas. El objetivo de los ensayos es además garantizar la seguridad de funcionamiento y del tráfico bajo cualquier condición climatológica, es decir con lluvia, nieve, calor o frío y altura. Bajo el concepto “simulación ambiental compleja”, el EVZ es el único centro de experimentación que ofrece la posibilidad de someter los vehículos en el banco de pruebas a las más diversas condiciones meteorológicas.

El requisito fundamental para crear una simulación ambiental realista es conseguir, incluso a elevadas velocidades, un flujo de aire homogéneo que además envuelva al vehículo con una calidad determinada. Una elevada calidad de flujo significa que en el banco de pruebas el aire fluye alrededor del vehículo de forma prácticamente idéntica a como lo hace en carretera. Además deben reproducirse otros factores como la humedad del aire, la temperatura, el sol, la lluvia y la nieve, que deben darse simultáneamente, bien de forma constante, o bien en determinadas combinaciones y con determinadas variaciones. Con el EVZ se ha conseguido por primera vez integrar estos requisitos en un banco de pruebas: el túnel de viento ambiental.



“Con el túnel de viento ambiental, el Grupo BMW tiene por primera vez la posibilidad de comprobar, de forma individual o combinada, todos los factores ambientales en un campo de pruebas aislado. De este modo es posible reproducir las más diversas situaciones ambientales con gran detalle y, sobre todo, de forma realista.”

(Christa Hornreich; desarrolló los métodos para los bancos de pruebas térmicos)

Además de la radiación solar, en el túnel de viento ambiental también se pueden simular precipitaciones. Así, los ingenieros de ensayos pueden generar lluvia y nieve en el banco de pruebas y además con diferente intensidad. Incluso es posible variar la calidad de la nieve entre seca y mojada, es decir entre nieve polvo o nieve húmeda. El siguiente ejemplo muestra lo costosos que eran hasta ahora los ensayos con nieve en Alaska o Escandinavia: una situación especialmente crítica en Nordland (Noruega) es circular detrás de un camión por una carretera cubierta de nieve. El camión levanta una gran cortina de nieve que los vehículos que circulan tras él deben atravesar. La nieve de esa cortina es tan fina que se acumula en el sistema de aspiración del motor y puede obstruir el filtro de aire. Si esto sucede, el motor se para por falta de aire. Antes, cuando se querían ensayar estas condiciones, esta situación debía darse durante horas. Para realizar trayectos comparativos se necesitaban siempre tres vehículos con sus respectivos conductores. Ahora, esto puede realizarse de una forma considerablemente más segura y fácil en el banco de pruebas. Cuando se necesita, se despliega el lanzanieve y se simula la cortina de nieve. Para llevar a cabo este ensayo no se necesita conductor.

Otros ensayos que pueden llevarse a cabo en el túnel de viento ambiental son, por ejemplo, la comprobación y optimización del funcionamiento de los limpiaparabrisas y del concepto de colector de agua en la columna A para evitar la acumulación de agua en las lunas laterales y el autoensuciamiento de los retrovisores exteriores. También se pueden realizar ensayos relativos al funcionamiento del sistema de climatización en países cálidos o para el dimensionamiento del sistema de calefacción mediante la simulación de las pruebas en países fríos. Gracias a un sistema de medición especial, aquí



también se realizan comprobaciones de la refrigeración de los frenos. En global, en el túnel de viento ambiental se puede reproducir un rango de temperatura de entre -20°C y 55°C.

Otra importante particularidad del túnel de viento ambiental es la banda plana que permite exponer motos a determinadas condiciones ambientales en el banco de pruebas y medir su impacto. La posibilidad de ensayar con motos en el banco de pruebas en estas situaciones ambientales es única hasta ahora. La ventaja de la banda plana reside en la gran calidad de simulación en relación a la conducción por carretera. Al contrario que en el caso de un recorrido sobre rodillos, aquí no solo se mueven las ruedas motrices del vehículo sino todo el suelo bajo ellas. En el caso de las motos esto es importante porque el giro de la rueda delantera genera corrientes de aire que contribuyen considerablemente a incrementar la potencia de refrigeración (en las motos, el sistema de refrigeración del motor está detrás de la rueda delantera). Si la rueda delantera no girara, los resultados de medición no serían útiles. Por ello, precisamente en temas como el aseguramiento de la refrigeración o el diseño de la toma de aire a través del sistema de refrigeración, es de gran relevancia que toda la moto se mueva en el banco de pruebas como si circulara por la carretera. Además también existe la posibilidad de que la moto rueda sobre la banda a determinadas velocidades y “en caliente”, es decir con piloto de pruebas. En todos los demás casos, la moto se fija y se maneja desde el punto de mando.

El banco de pruebas de altitud: por todo lo alto.

El banco de pruebas climático de altitud es el gran hito del EVZ. A simple vista parece idéntico al banco de pruebas de frío, pero enseguida se aprecian algunas diferencias: el panel indicativo situado en el banco de pruebas dispone de un campo informativo en el que puede leerse “Altitud”, las ventanas son inusualmente gruesas y están provistas de marcos especialmente reforzados, y hay una robusta puerta de acero maciza que separa la sala de mediciones del banco de pruebas. Solo es posible acceder al banco de pruebas a través de una esclusa de presión. Este equipamiento adicional es necesario porque en este banco de pruebas se simula altitud. El banco de pruebas de altitud permite realizar trayectos de prueba a una altitud máxima de 4200 m sobre el nivel del mar, lo que equivale a una presión absoluta de 620 mbar. Por tanto, entre la sala de mediciones y el banco de pruebas hay una diferencia de presión de hasta 400 mbar.



“El banco de pruebas de altitud se puede comparar perfectamente con un submarino. En ambos, las condiciones de presión y las fuerzas que actúan sobre la envuelta son similares.”

(Christa Hornreich)

Un gran ventilador evacua convenientemente todo el banco de pruebas, y al hacerlo siempre compensa el aire que el motor necesita para la combustión con los gases de escape que genera. También es posible simular la sobrepresión, de modo que en Múnich se pueden realizar igualmente mediciones tanto a nivel del mar como en los Alpes. Esto es importante, entre otras cosas, para compensarlas con las mediciones que se realizaban hasta ahora en el campo de ensayos de Miramas, en el sur de Francia.

Pero el banco de pruebas permite muchas más cosas. Además de la presión atmosférica es posible crear temperaturas de entre -30° hasta 45°C, la humedad del aire es variable y el banco de pruebas dispone de un sistema para la simulación del sol. De esta forma, la simulación ambiental es completa. Aquí se pueden reproducir prácticamente todas las zonas climáticas del mundo.

Aunque este banco de pruebas es considerablemente más pequeño que los túneles de viento térmicos, dispone de la tecnología aerodinámica adecuada. Gracias a una minuciosa simulación, el diseñador del banco de ensayos ha conseguido, junto con los expertos en aerodinámica de BMW, crear en un espacio mínimo un banco de ensayos muy completo desde el punto de vista aerodinámico. La boquilla mide permanentemente dos metros cuadrados, lo que constituye una novedad en un banco de pruebas de altitud y gracias a lo cual se consigue un extraordinario flujo del aire a contracorriente por el habitáculo del motor. Por su parte, el colector situado en la base proporciona una definida corriente a favor en la parte posterior del vehículo y en el subsuelo. Toda la circulación de aire se ha diseñado de forma óptima para reducir las pérdidas y evitar corrientes aisladas. Con todas estas medidas se ha conseguido que en este banco de ensayos el viento alcance velocidades de hasta 250 km/h con un realista flujo del aire a contracorriente hasta la columna A del vehículo.

Otra característica distintiva de este banco de pruebas es la técnica de medición integrada del consumo y de las emisiones. Mientras que en los otros bancos de ensayos la técnica de medición va montada en el



vehículo, aquí lo está en el banco de pruebas. Un moderno sistema de medición de gases de escape CVS permite realizar mediciones relevantes para las posteriores homologaciones teniendo en cuenta los aspectos altitud, frío y calor. La técnica de medición es capaz de detectar de forma fiable incluso emisiones mínimas, como las que prevé la futura legislación. Gracias al mayor rango de velocidad y temperatura en comparación con el de los sencillos bancos de pruebas de rodillos para la medición de gases de escape, aquí es posible estudiar también medidas para la reducción del consumo al margen de los ciclos legales. Y es que Efficient Dynamics abarca todos los tipos de conducción relevantes desde el punto de vista del cliente. Gracias a todas estas características, el banco de pruebas climático de altitud es el ideal para el desarrollo de motores.

El banco de pruebas de altitud y el nuevo BMW TwinPower Turbo de cuatro cilindros.

En el banco de pruebas de altitud se dan las mejores condiciones para ayudar a los ingenieros en el diseño y la aplicación óptimos de motores. Así lo demuestra el nuevo BMW TwinPower Turbo de cuatro cilindros, ya que para el desarrollo de su sistema de propulsión ya se recurrió a las posibilidades del banco de pruebas de altitud. Como primer motor de cuatro cilindros BMW con inyección directa de gasolina High Precision Injection y sistema de regulación de válvulas variable VALVETRONIC, este nuevo motor sienta las bases de la eficiencia a máxima potencia. El sistema de sobrealimentación es el principal responsable de que este nuevo motor responda de una forma extraordinariamente directa. Dicho sistema funciona de acuerdo con el principio TwinScroll, lo que significa que, tanto en el colector de escape como en el turbocompresor, la tubuladura es independiente para cada dos cilindros.

En el caso de motores con turbocompresión, el análisis de la respuesta a una gran altitud es especialmente relevante ya que, por ejemplo, la presión de admisión del turbocompresor debe ir ajustándose constantemente a la presión atmosférica existente a diferentes altitudes. Cuanto mayor es la altitud a la que circula el vehículo, menor es la presión atmosférica que le rodea. Del mismo modo, para poder garantizar que el motor desarrolle de forma óptima a una altitud elevada tanto el par como la potencia, la electrónica de control debe compensar las diferentes condiciones ambientales mediante una regulación inteligente de la presión de admisión. Además, esta regulación



debe asegurar que la mayor presión de admisión relativa que se puede alcanzar a elevada altitud no supone que se exceda el régimen permitido del turbocompresor. Los cambios de la presión de admisión y la eficacia de las contramedidas adecuadas se pueden determinar y aplicar perfectamente en el banco de pruebas de altitud. En consecuencia, el nuevo BMW TwinPower Turbo de cuatro cilindros se ha configurado de forma óptima en lo que a estos aspectos se refiere.

Además, en el banco de pruebas de altitud se llevan a cabo ensayos relativos a las emisiones en altura que son relevantes para la posterior homologación. En este sentido, uno de los ensayos se centra en la regulación de emisiones a través de la ventilación del depósito. Conforme aumenta la altitud, el combustible en el depósito crea cada vez más gases. Éstos no pueden ser emitidos al medioambiente, sino que deben reconducirse al motor y quemarse allí. Una válvula especial controla la ventilación del depósito, cuya secuencia de apertura debe ajustarse al nivel de altitud. Con el denominado “ciclo Denver”, a una altitud simulada de 1620 metros se comprueba si se cumplen los valores límite correspondientes al mercado americano o si la secuencia de la válvula aún debe optimizarse en este sentido.

Colorado en Múnich.

Tras la aplicación básica en el banco de ensayos de motores fue necesario llevar a cabo el ajuste preciso del sistema de accionamiento, el cual se realizaba hasta ahora en el marco de costosos recorridos de prueba, por ejemplo, en Colorado. El banco de pruebas de altitud permite al ingeniero de ensayos trasladar su método de trabajo durante la aplicación básica al ajuste preciso en el EVZ. Pueden utilizarse los resultados de medición y la metodología. Un importante tema de estudio en el banco de pruebas climático de altitud es la aplicación turbocompresor, pero también, por ejemplo, el ajuste del tratamiento posterior de los gases de escape del vehículo.

El sistema de alimentación del combustible es otro punto clave de los ensayos. Al igual que a mayor altitud el agua comienza a hervir a menos temperatura, el punto de ebullición del combustible también es más bajo, de modo que a una elevada altitud la evaporación es mayor. La inyección de combustible debe por tanto ajustarse convenientemente. Las partículas de combustible evaporadas se captan y se conducen al motor. Así se reduce el consumo de combustible y se cuida el medioambiente.



Además, en este banco de pruebas se comprueba la función de diagnóstico a bordo (OBD). Se trata de un complejo sistema de diagnóstico en el vehículo que se activa durante la conducción. Supervisa todas las funciones del motor y de la transmisión e informa de inmediato al conductor si una función falla. Así se detectan prematuramente problemas relevantes desde el punto de vista de las emisiones y de este modo pueden solucionarse con rapidez. Este sistema controla docenas de funciones y debe funcionar en cualquier situación de conducción y bajo cualquier condición ambiental. En Estados Unidos, para obtener la homologación es necesario presentar, entre otras cosas, el certificado de que el OBD funciona en un ciclo de conducción definido.

Tras comprobar con éxito todos los componentes individuales, en el banco de pruebas de altitud es posible realizar como ensayo final un recorrido real por una carretera de montaña con la pendiente adecuada, una cada vez mayor altitud y una temperatura cada vez más baja.

La optimización de las emisiones de gases de escape y del consumo de combustible es un aspecto especial en el proceso de desarrollo de un vehículo que va mucho más allá del desarrollo del motor y que afecta a la concepción global del vehículo. Los valores límite son fijados por la legislación, que se va endureciendo periódicamente. Además, en los diferentes países se da especial importancia a distintos aspectos de la normativa. Desarrollar vehículos que, por una parte cumplan esta normativa y, por otro lado, ofrezcan al cliente el máximo nivel de confort y dinámica, es un enorme desafío. En este banco de ensayos climático especial, este tema puede abordarse de forma global. El ingeniero de ensayos puede reproducir y evaluar aquí en primer lugar un ciclo de conducción prescrito por la ley e inmediatamente después un ciclo típico de BMW.

El banco de pruebas de frío – La edad de hielo en el EVZ.

Como el banco de ensayos más pequeño de EVZ que es, el banco de pruebas de frío está concebido sobre todo para que en él se lleven a cabo los ensayos en los que se necesitan temperaturas extremadamente bajas. Puesto que para esos ensayos no se requiere que el aire fluya alrededor de todo el vehículo, en este banco no se ha instalado el costoso sistema de circulación de aire y por tanto su tamaño es considerablemente menor. El viento generado solo sirve en este caso para refrigerar el motor y garantizar así que ninguno de los componentes del vehículo resulte dañado.



Los ensayos en este banco incluyen pruebas de arranque en frío, así como pruebas para comprobar el funcionamiento de la batería en condiciones extremas, para diseñar el sistema de calefacción y comprobar su funcionamiento, y para evitar el empañamiento de las lunas. Para ello, el vehículo se rocía con agua a un temperatura de -20°C. A continuación se pone el motor en marcha y la calefacción en el interior del vehículo se fija en la posición de deshielo para comprobar que el sistema de calefacción y climatización descongela las lunas en el período de tiempo predeterminado. Para hacer un mejor seguimiento de los ensayos de descongelación, la cámara de frío dispone del denominado “sistema automático de análisis del deshielo”. A través de cuatro cámaras situadas en la parte frontal, en ambos laterales y en la parte trasera del vehículo, un sistema de procesamiento de imagen graba de forma totalmente automática la rapidez con la que la calefacción del habitáculo interior del vehículo limpia las lunas. Con estas grabaciones es posible analizar, comparar y evaluar diferentes procesos y estrategias de diseño. Este método se desarrolló hace ya 16 años y ahora ha sido modernizado de nuevo e implementado en el EVZ. La prueba es relevante para el ensayo de tipo, como también lo es el certificado del cumplimiento de disposiciones nacionales (ensayos de tipo ECE, de EE. UU., de Japón, etc.) relativas al mantenimiento de las lunas delantera y trasera libres de vaho. Por motivos de seguridad, esta función debe cumplir determinadas condiciones: todo vehículo debe eliminar el vaho de las lunas en un intervalo de tiempo determinado por ley y que varía de un mercado a otro. Para comprobar el cumplimiento de lo dispuesto, en el asiento del conductor se coloca un aparato que mediante vapor de agua provoca una gran humedad en el aire del interior del vehículo y que hace que las lunas se empañen por dentro. La función de “Deshumificación/Ventilación de lunas” del sistema de calefacción y climatización hace que el vaho de las lunas desaparezca en el plazo de tiempo predeterminado. Los resultados sirven, por ejemplo, para desarrollar y optimizar las salidas de ventilación del interior del vehículo.

Precisamente para realizar pruebas a bajas temperaturas, en la planificación de la utilización de los bancos de ensayos debía tenerse en cuenta hasta ahora el tiempo necesario para el acondicionamiento previo. En el EVZ, esos “tiempos muertos” son agua pasada ya que los vehículos acceden al banco de pruebas ya acondicionados.



Soakrooms: ultracongelación para vehículos.

En la planta baja del EVZ se ha dispuesto una instalación que supone un gran avance para que el proceso de ensayo sea eficiente: las cámaras de acondicionamiento previo, también llamadas soakrooms. En estas ocho pequeñas cámaras se lleva a cabo el acondicionamiento térmico previo de los vehículos que se van a introducir después en los bancos de ensayos. Aquí, los vehículos pueden someterse antes de la medición a temperaturas de entre -40°C hasta 55°C dependiendo de si lo que se desea es simular pruebas en zonas frías o calientes, o incluso realizar ensayos con nieve. Además, las cámaras disponen de una conexión eléctrica para que los vehículos eléctricos puedan cargarse durante el acondicionamiento. Una soakroom está provista de un sistema de aspiración de gases de escape. En ella pueden realizarse ensayos de arranque sencillos, de modo que no es necesario ocupar un banco de pruebas para realizar pruebas de este tipo.

La particularidad que presenta el concepto de las soakrooms es la separación deliberada de los procesos de preparación y de realización de los ensayos. En otros entornos de ensayo, los vehículos deben someterse durante varias horas en el banco de pruebas a la temperatura deseada y durante ese largo período de acondicionamiento no pueden llevarse a cabo otros ensayos. En el EVZ por el contrario, gracias a las soakrooms, se consigue un acondicionamiento previo de los vehículos y al mismo tiempo una rápida carga de los bancos de pruebas sin largos tiempos de espera o de ocupación. De este modo, los bancos de pruebas solo están ocupados el tiempo que dura el ensayo, lo que permite realizar muchos más ensayos en menos tiempo y conseguir así un aprovechamiento considerablemente mejor del campo de pruebas. Si por ejemplo se desea probar dos vehículos en las mismas condiciones, uno se lleva al banco de ensayos y durante este tiempo el otro se mantiene a la temperatura deseada en la soakroom. Tan pronto como el primer vehículo está listo, el otro pasa al banco de ensayos a la temperatura correcta y las pruebas continúan sin más preparativos. En el EVZ, el tiempo de transición necesario para cambiar de vehículo es aproximadamente de tan solo media hora, mientras que en el anterior entorno de ensayos de Aschheim muchas veces se necesitaban varias horas.



No muy lejos de las ocho soakrooms se encuentra la zona de calentamiento, la cual dispone de hasta diez plazas para vehículos. Aquí, los vehículos se colocan sobre una gran superficie y se exponen a una temperatura de 24°C para realizar ensayos relativos a los gases de escape. Para realizar estas pruebas es especialmente importante que el acondicionamiento térmico sea preciso y que la carga de los bancos de pruebas se realice rápidamente para que no se produzcan pérdidas de temperatura.

El principio de las distancias cortas: un engranaje perfecto.

Para garantizar la carga rápida de los bancos de ensayos, el EVZ se ha construido según el principio de las distancias cortas. Se ha tenido en cuenta hasta el más mínimo detalle para que los vehículos ya listos para ser sometidos a ensayo accedan al banco de pruebas de la forma más rápida posible. Los vehículos suben del sótano hasta la planta en la que se encuentran los bancos de pruebas mediante dos ascensores especialmente climatizados con humedad de aire mínima. Si la humedad en el ascensor fuera mayor, los vehículos enfriados hasta -30°C se helarían de inmediato. Durante el trayecto hacia arriba, unas placas giratorias dispuestas en los ascensores colocan ya el vehículo en posición correcta, de modo que puede pasar de inmediato al banco de pruebas y dar comienzo el ensayo. Para que las distancias de transporte de los vehículos ya enfriados sean siempre lo más cortas posible, los ascensores están dispuestos entre los bancos de ensayos en los que se prueban vehículos previamente acondicionados.

Entre bastidores en los bancos de pruebas: la infraestructura del EVZ

“Durante el proceso de concepción del EVZ se hizo especial énfasis en que las distancias fueran lo más cortas posible. El resultado fue un edificio muy compacto que ocupa una superficie muy reducida.”

(Peter Hoff, Planificación del Proyecto EVZ)

En total, el EVZ ocupa tres plantas y dos pisos intermedios, si bien todos los bancos de pruebas se encuentran en la planta baja. Así pues, se ha logrado una disposición en la que los principales movimientos de los vehículos tienen lugar en un solo piso. Gracias a las cortas distancias, los vehículos llegan en seguida al banco de pruebas, lo que a su vez contribuye a que los resultados estén disponibles en menos tiempo. Todas las áreas de actividad que deben estar en el entorno directo de los bancos de ensayos, ya sea por



tener relación con las pruebas que en ellos se realizan o por otras razones, se encuentran en la primera planta o en el sótano y están comunicadas con la planta de ensayos por medio de ascensores. Mientras que en el sótano los vehículos alcanzan en las soakrooms la temperatura que después se necesita en el banco de pruebas, la planta superior alberga los talleres para los vehículos en los que aún deben realizarse grandes modificaciones para después ser sometidos a ensayo.

Antes de someter un vehículo, ya sea un coche o una moto, a un ensayo, éste pasa por el Central Space. Aquí, en la zona de acceso central del EVZ y justo antes de los bancos de pruebas, se realizan las últimas modificaciones antes de los ensayos. Aquí es posible modificar y preparar en paralelo hasta un máximo de siete vehículos. Los departamentos de desarrollo tienen instrucciones de que los vehículos lleguen al EVZ listos para ser sometidos a ensayo, lo que hace que esta fase sea muy rápida.

En primer lugar, a los vehículos se les coloca lo que se denomina cubiertas para rodillo. Con esto los bancos de pruebas se mantienen limpios y la seguridad es mayor, ya que la carga sobre el rodillo es mayor. Así, la cubierta rueda sobre el vértice del rodillo y no sobre la carretera "plana". Además se monta también la correa del vehículo, con la cual éste se fijará posteriormente al puesto de mando. Los ensayos con motor en marcha requieren una conexión especial para el sistema de aspiración de gases de escape, la cual ya está prevista en el Central Space. Los mecánicos cablean los vehículos para poder supervisar los datos de medición desde la sala de mediciones, donde, adicionalmente, y en función de las necesidades, se monta un pedal acelerador. De este modo, el técnico del banco de ensayos puede acelerar el vehículo desde la sala de mediciones ya que en la mayoría de los casos las pruebas se realizan sin conductor. El ordenador controla el correspondiente vehículo con precisión y exactitud siguiendo siempre la máxima de garantizar la reproducibilidad de las condiciones y los resultados.

Justo al lado del Central Space hay una pequeña sala en la que se llevan a cabo muchas operaciones. Aquí se pueden realizar todos los trabajos que requieren un espacio cerrado para su preparación como, por ejemplo, el llenado de los depósitos con combustibles especiales, el vaciado de los depósitos o el repostaje de los objetos de ensayo. La sala dispone de su propio sistema de depósitos que no solo suministra combustible al vehículo sino que



también puede extraerlo mediante una bomba y acumularlo. El reciclaje de combustible es una prueba más de que el EVZ se ha construido hasta el último detalle para que su funcionamiento sea sostenible y extraordinariamente eficiente. Aquí se dispone además, durante todo el año, de diésel apropiado para bajas temperaturas con el fin de poder realizar pruebas de frío realistas también en verano. Por otra parte, debido a la exigente normativa de seguridad en lo relativo a la manipulación de combustibles especiales, esta pequeña sala multifunción dispone de una ventilación por aire caliente muy efectiva, por lo que también puede utilizarse como cámara de secado rápido para vehículos mojados.



4. La carretera en el laboratorio.

Llevando a la práctica una idea innovadora en primer lugar mediante experimentos es posible determinar si ésta puede aplicarse con éxito. Así se comprueba si la teoría también se ajusta a las exigencias de la realidad. Por este motivo, los trayectos de prueba siguen siendo para el Grupo BMW una parte irrenunciable del proceso de desarrollo y aseguramiento de un vehículo, durante la cual los prototipos recorren millones de kilómetros en tramos de prueba y carreteras de todo el mundo. Los vehículos deben superar viajes de prueba con frío y nieve en Alaska y Escandinavia, recorren también regiones lluviosas y húmedas para comprobar los sistemas de climatización en condiciones tropicales y, en las cumbres de los Alpes o de las Montañas Rocosas, los ingenieros de ensayos prueban, por ejemplo, los efectos sobre la gestión del motor de la falta de oxígeno en el aire a gran altitud. Los objetos de ensayo también se prueban a velocidad máxima bajo el calor del desierto de Sudáfrica y en el abarrotado centro de Tokio, donde es preciso detener y arrancar el vehículo constantemente. Y la lista no acaba aquí.

Los viajes de prueba proporcionan a los ingenieros de desarrollo de BMW valiosa información sobre la respuesta de cada uno de los componentes, así como sobre el comportamiento de todo el vehículo. Aunque las pruebas en carretera requieren un gran esfuerzo por parte de personas y del propio vehículo, no siempre tienen lugar en condiciones óptimas y la mayoría de las veces no se pueden repetir ni con la frecuencia ni con los parámetros deseados. Pero con el nuevo Centro de Experimentación Energética y Medioambiental (EVZ) del Grupo BMW esto ya no es así.

“En los nuevos bancos de pruebas, el coche se expone en pocas horas a condiciones que hasta ahora para encontrarlas había que dar la vuelta al mundo: Alaska, Sudáfrica, Suiza,...”

(Dr. Johannes Liebl, Director de Efficient Dynamics)

Muchos recorridos de prueba pueden tener lugar ahora dentro de los nuevos bancos de pruebas del EVZ. La realista simulación de condiciones ambientales como calor, frío, altura o precipitaciones en el banco de pruebas abre posibilidades de ensayo totalmente nuevas.



Independientemente de condiciones externas como las estaciones del año, la hora del día, la temperatura o las precipitaciones, los recorridos de prueba pueden realizarse en el EVZ en pocas horas o días, y no a lo largo de varias semanas, o incluso meses, como sucedía hasta ahora. Gracias a la combinación de diferentes bancos de pruebas y sofisticados métodos de ensayo de los ingenieros de métodos, en el EVZ es posible configurar todo el año mediante condiciones de ensayo ideales.

La cuestión hasta ahora era: ¿recorrido de prueba o banco de ensayos?

Las pruebas en carretera proporcionan resultados reveladores y realistas para el desarrollo y el aseguramiento de vehículos. Sin embargo, los recorridos de prueba deben realizarse de una forma significativamente exigente y además son más difíciles de interpretar que los ensayos en el banco de pruebas. Es precisamente la reproducibilidad de las condiciones de prueba lo que supone un tremendo desafío en el caso de las pruebas en carretera. Y es que, debido a la influencia de factores externos, un recorrido apenas se parece a otro, y por tanto las mediciones también son distintas. Un ejemplo: un recorrido de prueba típico para asegurar la fiabilidad térmica consiste en subir varias veces en pleno verano una empinada carretera de montaña con un remolque pesado. Múltiples factores imposibles de ponderar, como ciclistas, de repente tráfico denso, reacciones imprevisibles de otros usuarios de la vía, desvíos o cambios repentinos de temperatura o del tiempo, hacen sin embargo prácticamente imposible recorrer ese trayecto dos veces seguidas en condiciones idénticas, ya sea en lo que al tiempo, la velocidad, la temperatura ambiente o los cambios de carga se refiere. Así pues, los resultados de ambos recorridos de prueba no son comparables sin más, sino que deben ser interpretados por los ingenieros de ensayos.

Por el contrario, si los recorridos de prueba se realizan en el banco de ensayos, las condiciones del ensayo se pueden reproducir con precisión extrema ya que la tecnología de medición y de evaluación registra cualquier cambio en el vehículo. En los bancos de pruebas utilizados hasta ahora, los ensayos aún no reflejaban el total de las exigencias de un recorrido en condiciones reales. Los resultados todavía no eran directamente extrapolables y en este caso también debían ser interpretados.



“Hasta ahora siempre teníamos el mismo dilema: medir en el banco de pruebas con parámetros ajustables y reproducibles pero alejados de la realidad o realizar pruebas en carretera en condiciones reales que, sin embargo, no se pueden reproducir. Ambas cosas a la vez no era posible. Ahora sí.”

(Roland Kleemann, Métodos y dispositivos de ensayo del EVZ)

EVZ: trayectos de prueba en el banco de ensayos – lo mejor de ambos mundos.

Con el EVZ, los ingenieros de desarrollo de BMW han conseguido unir los dos mundos de los ensayos: la carretera y el banco de pruebas. Gracias a su equipamiento, el EVZ ofrece posibilidades de ensayo considerablemente mejoradas con respecto a los bancos de pruebas utilizados hasta ahora.

“La disposición de cinco bancos de pruebas climáticos bajo un mismo techo nos proporciona posibilidades de ensayo únicas para nuestros vehículos. Todos los ensayos pueden llevarse a cabo en tiempo récord: un vehículo da la vuelta al mundo en apenas ocho horas.”

(Roland Kleemann)

Así pues, aquí es posible por primera vez realizar ensayos de alta dinámica en un banco de pruebas climático. Mediante los perfiles de conducción es posible reproducir en el banco de pruebas la forma en la que el cliente conduce realmente por la carretera, es cómo acelera y cómo frena. Con la “simulación ambiental”, en el banco de pruebas se crean todas las condiciones ambientales de un trayecto en carretera. La posibilidad de simular sol, lluvia, nieve, viento, humedad del aire e incluso altitud abre, en el sentido literal de la palabra, universos de ensayo totalmente nuevos: en los bancos de pruebas del EVZ pueden tener lugar recorridos de prueba que hasta ahora solo podían realizarse en Sudáfrica, Tokio o Alaska debido a las condiciones ambientales existentes en esos lugares. Los datos obtenidos en el banco de pruebas son reproducibles y muestran con gran precisión si los elementos cumplen su función o si determinadas estrategias consiguen realmente reducir el consumo de combustible.



Numerosas ventajas para las personas, la máquina y el medioambiente.

El nuevo campo de ensayos ofrece muchas ventajas, sobre todo en lo relativo al proceso. Numerosos recorridos de prueba en países cálidos y fríos, que debido a los vuelos son muy costosos y caros y además suponen la emisión de una gran cantidad de CO₂, pueden tener lugar ahora en el EVZ independientemente de la estación del año, lo que supone un ahorro considerable y un menor impacto medioambiental. Esto hace que el proceso de desarrollo sea en conjunto más corto y más sencillo. El nuevo calendario de ensayos permite un aprovechamiento considerablemente mejor de los bancos de pruebas al mismo tiempo que se necesitan menos objetos de ensayo, ya que éstos no son probados durante semanas y por tanto no se encuentran disponibles. Los incómodos tiempos de transfer desaparecen y los ingenieros de ensayos no deben volar hasta remotas zonas de pruebas. Además, los reveladores resultados se encuentran disponibles inmediatamente después de la prueba.

Entre todos los esfuerzos por llevar la carretera al laboratorio, uno es especialmente importante para el Grupo BMW: el EVZ no es, ni pretende ser, el sustituto de las pruebas en carretera, sino que las complementa de forma eficiente. Por este motivo, los ingenieros de BMW determinan con gran precisión qué ensayos y qué recorridos de prueba se realizan en el EVZ y cuáles en carretera. Por ejemplo, las pruebas relativas a la valoración subjetiva de características de la conducción como comodidad, respuesta de arranque o aceleración transversal en trayectos inclinados o curvas deben seguir realizándose en carretera o en el campo de pruebas ya que solo así es posible evaluar realmente estos factores. Precisamente es durante las pruebas en carretera cuando siempre surgen nuevos retos para los ingenieros de desarrollo debido a la constante comparación con “el mundo y la percepción del cliente”.

“Siempre se realizarán pruebas en carretera, ya que solo así es posible comprobar la respuesta de conducción en condiciones reales. La sensación subjetiva de los conductores de pruebas y de los ingenieros de ensayos es un instrumento de medición al que no queremos renunciar.”

(Roland Kleemann)



¿Cómo se lleva la carretera al laboratorio? El desarrollo de métodos.

Para trasladar la carretera al laboratorio se necesitan por un lado bancos de pruebas con el mejor equipamiento posible. Sin embargo, los métodos de ensayo que permiten realizar trayectos verosímiles en el banco de pruebas y aprovechar por tanto lo mejor posible las condiciones del EVZ son, como mínimo, igualmente importantes. El objetivo es simular, de la forma más real posible en el banco de ensayos, las condiciones ambientales de un trayecto de prueba en carretera. Es decir, reproducir en el banco de ensayos los requisitos de los ingenieros relativos a una determinada serie de pruebas.

“Solo un método de ensayo correctamente diseñado convierte el banco de pruebas en una carretera.”

(Roland Kleemann; ha colaborado estrechamente con los ingenieros de ensayos en el desarrollo de métodos para “llevar la carretera al laboratorio”)

El proceso de desarrollo de métodos de ensayo se divide en varias fases: una vez recopiladas todas las peticiones de los departamentos de desarrollo y de aseguramiento se sopesa qué ensayos se pueden realizar en el EVZ y para cuáles resulta útil esta opción. Tras identificar las pruebas correspondientes se miden los datos relevantes de la carretera y se “trasladan” al banco de pruebas, de modo que con solo pulsar un botón se pone en marcha un determinado perfil de conducción. Por último, el ciclo de ensayo se valida y es confirmado por los ingenieros de ensayos.

Gestión de necesidades: quién quiere qué y cuándo.

Para diseñar el EVZ, en primer lugar se recopilaron las demandas que en materia de ensayo había en la empresa. En un encuesta de necesidades dirigida, los desarrolladores de los métodos de ensayo preguntaron a los potenciales “clientes de prueba” de todo el área de desarrollo de la empresa (en total más de 50 departamentos incluidos los de vehículos deportivos y de motos) qué le pedirían a un entorno de ensayos, cómo sería su campo de pruebas ideal y qué parámetros eran los más importantes para ellos. Sin embargo, el objetivo de esa encuesta no era que el EVZ satisficiera a ciegas cualquier necesidad. Se trataba, por el contrario, de elaborar un catálogo de pruebas que combinara la maximización de la intercambiabilidad con una infraestructura de bancos de pruebas visionaria para dar lugar así a un entorno de ensayos que reuniera todas las condiciones marco necesarias



para trasladar de la carretera al banco de ensayos el mayor número de pruebas posible y, a la vez, tuviera en cuenta las necesidades del futuro del automóvil, como por ejemplo ciclos de ensayo especiales para vehículos híbridos, eléctricos y de hidrógeno.

Por este motivo, en el marco de la encuesta, cada uno de los departamentos técnicos tuvo que argumentar para qué necesitaba lo que solicitaba. Y es que, además de identificar todos los posibles ensayos, se trataba sobre todo de discernir qué pruebas podían trasladarse al banco de ensayos y en qué casos resulta útil dicho traslado. Así pues, al EVZ tan solo se trasladaron los ensayos que no se pueden realizar en carretera o que se pueden realizar mejor y de forma más barata en el laboratorio.

El banco de pruebas debe convertirse en una montaña.

Tan pronto como se identificaron y argumentaron las necesidades, los expertos de BMW comenzaron a desarrollar el método de ensayo correcto para cada uno de los ensayos.

“Podemos llevar a un banco de pruebas casi cualquier circunstancia que se da en la naturaleza. Lo decisivo es combinar correctamente cada uno de los parámetros. Solo así es posible eliminar en las mediciones cualquier tipo de diferencia con los trayectos por carretera.”

(Roland Kleemann)

En efecto queda mucho por hacer para que el vehículo en el banco de pruebas no presente realmente ninguna diferencia con el recorrido de prueba. Así lo demuestra el ejemplo del trayecto dinámico con remolque en el Mount Ventoux. Descripción del ensayo: un vehículo de prueba asciende en pleno verano con un pesado remolque por esta difícil carretera de montaña para poner determinados componentes del vehículo deliberadamente al límite de su capacidad térmica. Reproducir en el banco de pruebas todas las condiciones de este recorrido que resultan relevantes para el ensayo fue tan solo uno de los muchos desafíos a los que se enfrentaron los desarrolladores de los métodos de ensayo. Y es que para ello no solo tenían que simularse condiciones ambientales como la temperatura o la radiación solar, sino que en el banco de pruebas también era preciso reproducir correctamente la resistencia al avance y del aire y la fuerza de la pendiente.



El requisito para ello es un modelo en forma de una descripción física del proceso de ensayo seguido hasta ahora en carretera. Los ingenieros de ensayos miden sus ensayos de referencia en carretera y registran las condiciones ambientales, del vehículo y de la carretera existentes durante el recorrido. Desde los trayectos por caminos o por autopistas que sirven para el acondicionamiento previo del vehículo hasta el recorrido de prueba real en montaña, el trayecto se registra desde múltiples puntos de vista. La técnica de medición registra cada décima de segundo los parámetros relevantes del vehículo y del medioambiente. Entre éstos se encuentran sobre todo la resistencia al avance, que varía constantemente y que se compone del rozamiento de los neumáticos, el rozamiento del aire, la pendiente y la inercia de masas. Las condiciones ambientales como viento, temperatura, presión atmosférica, humedad del aire, precipitaciones y radiación del sol, es decir todos los factores relevantes para los resultados que posteriormente pueden simularse y controlarse por separado en el banco de pruebas, se registran en forma de perfil. El perfil de sol representa por ejemplo la radiación solar en cada momento del ensayo. Las distintas “realidades parciales” forman el punto de partida para una posterior reproducción de la prueba en carretera en el banco de ensayos.

“Combinamos sistemáticamente los datos recopilados de la realidad y así creamos una realidad artificial en el banco de pruebas. Al final obtenemos una especie de “coreografía de ensayos” para determinadas pruebas y en el banco de pruebas podemos simular una montaña en el sur de Francia con solo pulsar un botón.”

(Roland Kleemann)

Los bancos de pruebas del EVZ permiten incluso simular trayectos con remolques sin tener que llevar realmente ningún remolque detrás. La mayor resistencia al avance causada por la tracción del remolque es trasladada a través de los rodillos del banco de pruebas al sistema de accionamiento del vehículo. Una curva característica en forma de función matemática representa qué resistencia debe superarse para que un vehículo mantenga constantemente la velocidad de ensayo correspondiente y qué fuerzas es necesario simular mediante los rodillos del banco de ensayos. Un ejemplo: para mantener un vehículo a 80 km/h en terreno llano, un BMW 5 Touring necesita un empuje constante de 430 N para superar la resistencia al



avance y del aire. Por el contrario, el mismo vehículo con un remolque de dos toneladas necesita un empuje de 1380 N para rodar de forma constante a 80 km/h, es decir aproximadamente tres veces más. Gracias a una exhaustiva recopilación de datos, en el EVZ se trasladan automáticamente al sistema de accionamiento del vehículo sometido a ensayo los valores de resistencia al avance correctos y específicos durante todo el ciclo de ensayo dinámico. Y todo ello corrigiendo la temperatura, ya que con frío la resistencia del aire del vehículo es algo mayor que con calor.

En estrecha colaboración con los clientes de pruebas, el EVZ elaboró un catálogo de más de 150 trayectos de prueba que podían simularse. Entre éstos se encuentran, entre otros, ensayos relativos al diseño del chasis en el Paso del Stelvio, pruebas de frenos en el monte Grossglockner o pruebas con lluvia a alta velocidad. Precisamente en este último caso, el traslado de estas pruebas al entorno de ensayos del EVZ contribuye también a aumentar la seguridad para las personas, porque los trayectos en condiciones extremas requieren la máxima concentración de los ingenieros de ensayos. Por el contrario, en el banco de pruebas el conductor está sentado cómodamente incluso con velocidad máxima en el puesto de mando, desde donde controla los resultados de medición.

Los futuros temas de ensayo también se tuvieron en consideración en el momento de desarrollar los métodos. Así, los desarrolladores de métodos de ensayo trabajan junto con los departamentos técnicos en ciclos para los cuales no existen datos de base. Y es especialmente en lo referente al desarrollo y el aseguramiento de vehículos híbridos y eléctricos donde el trabajo de los ingenieros de ensayos de BMW es pionero.

La sintetización de perfiles de trayecto: ahora más eficiencia.

Con los métodos de ensayo adecuados, en el EVZ es posible reproducir y recorrer con precisión casi cualquier perfil de trayecto. El ingeniero de ensayos obtiene un perfil de ensayo que se corresponde exactamente con el trayecto que se quiere recorrer en carretera. Sin embargo, en el caso de un desarrollo eficiente de vehículos, lo más importante es la rápida consecución del objetivo de ensayo y de aseguramiento. Pero el perfil de trayecto ideal para ello nunca se ha dado en las carreteras de este mundo. Aquí comienza la segunda fase del desarrollo de los métodos: la sintetización de perfiles de trayecto. Detrás de este término se esconde la simplificación y la compresión de las



secciones del perfil de trayecto medido que son fundamentales y decisivas para el ensayo. El perfil real solo sirve a los ingenieros como punto de partida.

“El objetivo de la sintetización es crear estados idénticos del vehículo en menos tiempo. Las partes irrelevantes de un recorrido de prueba real simplemente se omiten.”

(Roland Kleemann)

La base por tanto del recorrido real es crear un perfil que se pueda describir y reproducir de la forma más sencilla posible y que sea como mínimo igual de revelador. Para ello, en el ensayo se omiten las partes que no influyen en el resultado, como por ejemplo curvas que solo se pueden tomar a baja velocidad o el tiempo de acondicionamiento previo. La compresión de los perfiles de trayecto permite disponer de los resultados en poco tiempo y ahorra valiosos recursos, ya que el banco de pruebas no funciona innecesariamente.

Además, el EVZ permite combinar entre sí los perfiles medidos y sintetizados, es decir agrupar características de distintos trayectos de prueba en un único perfil de trayecto más largo.

“Aquí creamos perfiles sustitutivos que nos permiten alcanzar más rápidamente el objetivo de desarrollo que nos hemos fijado. Podemos crear trayectos de prueba totalmente nuevos que constituyen un conglomerado de exigentes tramos. De este modo, teóricamente podemos circular por la mañana en Noruega con ventisca y tan solo tres horas después probar con temperaturas de verano el sistema de climatización en el denso tráfico urbano de Nápoles, teniendo que detener y arrancar continuamente el vehículo. En un único espacio, con un único coche.”

(Roland Kleemann)

Sin embargo, la sintetización de perfiles de trayecto es tan solo una parte del camino hacia el entorno de ensayos ideal. Además, los desarrolladores de los métodos de ensayo trabajan en la definición de instrucciones unívocas para el aseguramiento de un vehículo, por ejemplo fuerzas de carga y de tracción, que deben observarse específicamente en los ensayos y las series. Este tipo de estándares permiten comparar los resultados de medición con pruebas reales en carretera y un aseguramiento eficiente y válido en el EVZ.



De la carretera al laboratorio, pero ahora bien.

Tras la recopilación de datos, el desarrollo de los métodos, la sintetización de los trayectos y su implementación en los bancos de ensayos tan solo queda validar los métodos. Se verifica la fiabilidad con la que los bancos de ensayos representan las realidades parciales en su simulación y que los resultados de las pruebas en carreteras coincidan con los obtenidos en el banco de ensayos. Solo así se considera que el banco de ensayos es útil.

La ambiciosa meta es recorrer determinados entornos únicamente en el banco de pruebas y tan solo realizar pruebas en carretera de forma aislada. En el futuro, el 80% de todos los ensayos relacionados con la fiabilidad térmica, la gestión energética y del calor, la respuesta del vehículo a bajas temperaturas, así como el aseguramiento de servicio y de funcionamiento en diferentes condiciones ambientales tendrán lugar en Múnich, en el EVZ.

Ensayos visionarios, el futuro es hoy en el EVZ: Efficient Dynamics – equilibrio de cargas.

El traslado de las pruebas en carretera al banco de ensayos también ofrece numerosas ventajas para futuros desarrollos en el campo de la investigación de la eficiencia energética. Justamente para el desarrollo de medidas de ahorro es condición sine qua non contar con un preciso campo de pruebas. En el EVZ, determinadas mediciones se pueden llevar a cabo con una precisión hasta ahora insólita. En lo que respecta, por ejemplo, a la determinación de emisiones de CO₂, ahora es posible identificar medidas que proporcionan un ahorro de hasta un gramo de CO₂/km. Lo que en las pruebas en carretera entraba dentro del terreno de las dispersiones de medición debido a las influencias externas y, por tanto, no podía valorarse, en el EVZ es ahora fácilmente demostrable. Esto es de gran relevancia en lo que a la estrategia Efficient Dynamics se refiere, ya que la base de ésta es, también y precisamente, la suma de los efectos de muchas medidas de menor envergadura.

Pero en el EVZ no solo se diseñan medidas actuales para incrementar la eficiencia y reducir las emisiones, sino que aquí también se desarrollan ya métodos de ensayo para temas de investigación y formas de movilidad del futuro. Un ensayo especialmente importante que hoy en día se puede realizar ya correctamente y de forma precisa en el banco de pruebas es el del equilibrio de cargas de la batería del vehículo. Con el equilibrio de cargas es posible analizar la influencia de los distintos elementos que consumen energía



eléctrica bajo determinadas condiciones claramente definidas. En un futuro cercano se investigarán y desarrollarán aquí nuevas estrategias empresariales, como la gestión energética. En este sentido, el vehículo se acondiciona de tal modo que, en función de cada situación de conducción, dirige todos los parámetros a la consecución de la máxima eficiencia o dinámica. Así por ejemplo, para ahorrar energía la batería no debe cargarse de inmediato cuando desciende por debajo de una tensión determinada, sino cuando esa carga resulta más útil, por ejemplo al descender por una carretera de montaña o cuando se prevé que se va a frenar en un semáforo en rojo.

El equipamiento de los bancos de pruebas y la sintetización de los ciclos de ensayos en el EVZ permitirán también en el futuro adaptar los vehículos de la mejor forma posible y aprovechar al máximo el potencial de ahorro existente. Esto es de especial importancia sobre todo a largo plazo y en lo relativo a la cada vez mayor electrificación e hibridación de los vehículos y por este motivo los ingenieros trabajan ya en el desarrollo de perfiles de ensayo especiales para vehículos eléctricos. Un simulador híbrido proporciona la energía para la fuente de accionamiento y al mismo tiempo está equipado con sensores de medición muy sensibles, de modo que los ingenieros pueden leer en tiempo real el consumo energético actual y sacar conclusiones sobre los elementos responsables del consumo y su repercusión. Este procedimiento es, hasta ahora, único y un buen ejemplo de cómo se recopilaban y tuvieron en cuenta las necesidades de ensayo orientadas al futuro de los desarrolladores.



5. Sostenibilidad en Grupo BMW: Efficient Dynamics = Efficient Testing.

BMW pretende participar activamente en el diseño del futuro. Como sólido principio para el diseño de procesos y desarrollos futuros, una conducta sostenible debe convertirse en un valor añadido a largo plazo para el mundo empresarial, el medioambiente y la sociedad. Por tanto, la sostenibilidad, tal y como la entiende BMW, es un prisma de muchas caras: BMW asume responsabilidades en el terreno económico, ecológico y social, y la sostenibilidad se ha convertido en el principio básico de su estrategia empresarial.

Precisamente es en época de dificultades económicas cuando el crecimiento orientado al futuro es un requisito imprescindible para poder sacar provecho a largo plazo de las oportunidades que ofrece una crisis. Por este motivo, el crecimiento, una activa planificación de futuro y el acceso a nuevas tecnologías y clientes son los cuatro ejes que impulsan la estrategia del Grupo BMW, para quien esto significa, literalmente, invertir en el futuro. De este modo, la empresa se concentra básicamente en el aprovechamiento y la creación de valor a largo plazo. Y es que solo una economía sostenible constituye el caldo de cultivo para el éxito sostenible.

Efficient Dynamics es la estrategia de producto de BMW más conocida y de mayor éxito en materia de sostenibilidad. Con esta estrategia y el innovador paquete de medidas implementadas hasta la fecha, el Grupo BMW ha conseguido resolver lo que hasta ahora era un conflicto de intereses: reducir el consumo de combustible y las emisiones de CO₂ al mismo tiempo que se incrementa la dinámica durante la conducción y la potencia del motor. Con esta estrategia se consigue, sobre todo en toda la flota de vehículos, una significativa reducción del consumo de combustible y de las emisiones. El nuevo Centro de Experimentación Energética y Medioambiental contribuye de forma decisiva al perfeccionamiento de esta estrategia.



Efficient Testing: el Centro de Experimentación Energética y Medioambiental de BMW.

El principio básico de sostenibilidad se aplica no solo en la estrategia de producto Efficient Dynamics, sino también en el eficiente diseño de los procesos de desarrollo. Un paso importante en este sentido es el nuevo Centro de Experimentación Energética y Medioambiental de BMW (el EVZ por sus siglas en alemán), el cual, gracias a su funcionamiento económico, ecológico y socialmente responsable, refleja los tres puntos clave de la sostenibilidad.

Como nuevo e importante módulo de procesos, el EVZ reduce significativamente el tiempo de desarrollo debido a la centralización y al hecho de poder realizar ensayos independientemente de las estaciones del año. Un completísimo equipamiento inteligentemente organizado permite además un desarrollo más eficiente de conceptos de movilidad con visión de futuro. El EVZ es una meditada inversión para el futuro del Grupo BMW y, por tanto, para el futuro de la movilidad.

El balance ecológico del EVZ habla por sí solo.

Ya en la fase de concepción del EVZ, los responsables del proyecto trabajaron de forma consecuente e hicieron especial hincapié en el uso razonable de los recursos. Gracias a la arquitectura inteligente y al eficiente diseño de los bancos de pruebas, el funcionamiento del EVZ es ecológicamente sostenible.

Para que en el EVZ sea posible por primera vez simular con gran realismo dentro de un banco de pruebas prácticamente todas las condiciones ambientales como radiación solar, calor, frío, precipitaciones e incluso altitud se necesitan grandes sistemas de generación de viento y frío e instalaciones para la simulación de la radiación solar o de precipitaciones. La concepción de la instalación se rigió por la máxima eficiencia energética.

Esta inteligente gestión de la energía queda patente en muchos aspectos del equipamiento de los bancos de pruebas del EVZ. Durante un trayecto de prueba, por ejemplo, los rodillos del banco de ensayos absorben la energía motriz del vehículo y la convierten en corriente gracias a un generador integrado. El combustible consumido se recicla así en forma de energía eléctrica. Esta recuperación activa también se da en los ventiladores centrales de los bancos de pruebas. Por ejemplo, en caso de cambios dinámicos de carga, el ventilador se acelera y vuelve a frenarse a menudo



en intervalos breves. Gracias a la recuperación de la energía de frenado, sistema que BMW Efficient Dynamics también aplica a los vehículos, cada vez que se frena esta energía se transforma en corriente.

“Cada banco de pruebas es una pequeña central eléctrica. Tan pronto como un banco de pruebas se pone en funcionamiento, en él no solo se consume energía sino que también se genera de nuevo.”

(Jürgen Engelmann, Jefe de Servicio del EVZ)

Los bancos de pruebas están dotados de un aislamiento especialmente sofisticado y por ello se pueden acondicionar térmicamente de una forma muy eficiente. Además, los intercambiadores térmicos de rotación y de gases de escape permiten una recuperación de hasta el 75% del calor evacuado. Para no solo recuperar la energía de la mejor forma posible, sino también para no utilizar una gran cantidad de ella, los transformadores del EVZ están conectados en red entre sí de una forma inteligente. De este modo, en conjunto se necesitan menos transformadores, lo cual reduce la disipación de calor debido a pérdidas durante el funcionamiento sin carga.

Frío a demanda: Efficient Cooling.

Al contrario que los sistemas de refrigeración habituales, la refrigeración de los bancos de pruebas en el EVZ se ha diseñado de una forma especialmente cuidadosa, ya que se ha aplicado un concepto de refrigeración en cascada. Si se utilizara un acumulador de frío central para todos los rangos de temperatura, la generación de frío y su puesta a disposición constante supondría un elevado consumo energético ya que se crearía una enorme reserva de frío en forma de agua marina a -50°C a la que se recurriría cuando fuera necesario. Gestionar esa reserva supone, no obstante, un elevado coste energético incluso cuando la refrigeración no es necesaria. En el EVZ, este problema se soluciona con el principio “frío a demanda”, según el cual solo se proporciona el frío que se necesita en cada momento. En función de la demanda de frío del banco de pruebas se van accionando los diferentes niveles del sistema de refrigeración. La reserva permanente de frío se reduce al mínimo y la refrigeración funciona así de una forma energéticamente eficiente.



“Con el sistema de refrigeración en cascada del EVZ cumplimos el exigente objetivo que el Grupo BMW se ha propuesto: utilizar los recursos de forma extremadamente responsable.”

(Peter Hoff, Planificación del Proyecto EVZ)

El primer nivel de la refrigeración en cascada se denomina “refrigeración libre” y está permanentemente activo. En él, el aire ambiente del EVZ se utiliza para refrigerar el banco de pruebas. Si, por ejemplo, en el banco de pruebas se alcanza una temperatura de 35° C y fuera de tan solo 10° C, el aire exterior más frío puede refrigerar el banco de pruebas sin que ello suponga un gran consumo energético. Y es que un banco de pruebas “caliente” debe refrigerarse constantemente para que se mantenga a la temperatura necesaria. A partir del momento en el que el vehículo se pone en marcha con carga, la temperatura en el banco de pruebas aumenta. Junto al calor que despide el vehículo, el ventilador también emite una parte de su energía motriz en forma de calor de fricción, lo que supone un calentamiento adicional del aire en el banco de pruebas.

Cuando la refrigeración libre ya no es suficiente o cuando se necesitan temperaturas más bajas se pone en marcha el segundo nivel, el “frío normal”. En este caso, en función del frío demandado, se activa además uno de los dos módulos de frío. Solo cuando se necesitan temperaturas negativas se activa otra máquina de frío cuyo rango de funcionamiento se encuentra a bajas temperaturas.

Para complementar el funcionamiento en cascada de los sistemas, cada banco de pruebas dispone de su propio circuito cerrado de refrigeración. Todos ellos suponen en conjunto un menor consumo de energía ya que solo deben ponerse en funcionamiento sistemas de refrigeración más pequeños y no siempre uno grande. Únicamente el túnel de viento ambiental y el climático comparten un circuito cerrado de refrigeración, ya que ambos bancos de ensayos deben satisfacer necesidades similares y casi nunca requieren bajas temperaturas al mismo tiempo. Esto es tenido especialmente en cuenta por los operadores del EVZ a la hora de planificar su utilización. La introducción de factores de simultaneidad para dos bancos de pruebas permite un aprovechamiento mucho mejor de los sistemas de frío y que éstos puedan funcionar permanentemente a un nivel de servicio óptimo.



Únicamente con esta medida es posible ahorrar ya diez megavatios de energía.

Por lo que respecta al consumo de agua potable, el principio de sostenibilidad se aplicó ya en la fase de planificación. Como mínimo, el 80% del agua que se consume en el EVZ es un agua subterránea, especialmente preparada para ser destinada a aplicaciones industriales, la denominada agua de alcantarilla. Se utiliza para cualquier técnica de proceso, para los mecanismos de refrigeración híbrida de la cubierta del edificio y en la zona de sanitarios. Tan solo en las centrales técnicas y en las áreas sociales se consume, por razones técnicas e higiénicas, agua potable.

El balance de CO₂ del EVZ.

No solo las instalaciones de ensayo funcionan de forma extremadamente eficiente. Gracias a la simulación ambiental en el EVZ, una parte de los recorridos de prueba pueden llevarse a cabo ahora en el banco de ensayos. Además de las ventajas que supone para el proceso de desarrollo de los vehículos debido a la infraestructura de ensayos integrada y no supeditada a las estaciones del año, el traslado de trayectos de prueba al EVZ permite reducir las emisiones de CO₂. Tan solo la supresión del transporte hasta los lugares de todo el mundo en los que se realizaban los ensayos equivale aproximadamente al consumo energético que se necesita para el funcionamiento de todo el EVZ. Además desaparecen algunos viajes de repetición que a menudo deben realizarse en los ensayos en carretera debido a que las condiciones no son lo suficientemente estables.

Por otra parte, el EVZ permite realizar ensayos de repetición con precisión científica gracias a que las condiciones son similares a las que se dan en un laboratorio. Así es posible analizar de forma específica la influencia de cada uno de los componentes con tal grado de detalle que se abre un gran potencial para conseguir un ahorro de energía aún mayor. La precisión de los resultados obtenidos en condiciones de laboratorio pone de manifiesto nuevas formas de aprovechamiento del potencial de ahorro. Únicamente con que las posibilidades del nuevo entorno de ensayos en el EVZ permitan identificar una medida con la que se pueda ahorrar tan solo 0,1 gr. de CO₂/km y aplicarla a todos los vehículos nuevos, así se compensan ya el 80% de las emisiones de CO₂ producidas por el EVZ en todo un año.



Nuevas condiciones de trabajo. ¿Qué significa el EVZ para los empleados?

Para BMW, trabajar de forma sostenible implica también asumir responsabilidades sociales. Así lo demuestra el trato a los empleados de los departamentos que participan en los ensayos. Y es que la puesta en funcionamiento del EVZ ha venido acompañada de una reestructuración de la infraestructura de ensayos y de aseguramiento de BMW y, por tanto, también de las condiciones de trabajo de los ingenieros de ensayos.

Gracias al traslado de muchos trayectos de prueba al EVZ se han eliminado algunas tareas penosas, como por ejemplo los frecuentes y agotadores viajes y el trabajo bajo condiciones climáticas extremas. Además, en el EVZ se han creado nuevos puestos de trabajo muy cualificados para técnicos que se han seleccionado y formado en el marco de una ofensiva de cualificación llevada a cabo dentro de BMW.



6. Datos y hechos: el nuevo Centro de Experimentación Energética y Medioambiental de BMW.

Datos de construcción

Inicio de las obras	Junio de 2007
Cierre de la cubierta	Junio de 2008
Viento en los túneles aerodinámicos	Enero de 2010
Traslado de los empleados	Diciembre de 2009
Cantidad total de hormigón	16.400 m ³
Cantidad total de acero de armadura	2.900 t
Superficie total de fachada	6.850 m ²
Inversión total en edificio, tecnología y equipamiento	130 millones de euros

Datos del edificio

Longitud del edificio	51 m
Anchura del edificio	75 m
Altura del edificio	22 m
Número de plantas	6
Superficie bruta	14.840 m ²

Túneles de viento térmicos

Superficie de plenum (longitud / anchura)	13,6 x 10 m
Flujo del aire	vertical
Diámetro del ventilador	4.750 mm
Régimen máx. del ventilador	455-518 rpm
Potencia del ventilador	1.500-2.060 kW
Velocidad máxima del viento	250-280 km/h
Volumen total de conducción de aire	3072 m ³

Banco de pruebas de altitud

Superficie de plenum (longitud / anchura)	12 x 6 m
Flujo del aire	vertical
Diámetro del ventilador	2.240 mm
Régimen del ventilador	1.350 rpm
Potencia del ventilador	900 kW
Velocidad máxima del viento	250 km/h
Volumen total de conducción de aire	505 m ³

Banco de pruebas de frío

Superficie de plenum (longitud / anchura)	10 x 5 m
Flujo del aire	vertical



Diámetro del ventilador	1.000 mm
Régimen del ventilador	1.760 rpm
Potencia del ventilador	110 kW
Velocidad máxima del viento	130 km/h

Si desea realizar una consulta, diríjase por favor a:

Katharina Singer, Comunicación sobre Tecnología, Portavoz de Investigación y
Desarrollo

Teléfono: +49-89-382-11491, fax: +49-89-382-28567

Sitio web: www.press.bmwgroup.com

Correo electrónico: presse@bmw.de

