



i n s t r u m e n t s



## SOLUCIONES PARA ENSAYOS DE BATERÍA



NEURTEK · T. +34 943 82 00 82 · [info@neurtek.com](mailto:info@neurtek.com) · [www.neurtek.com](http://www.neurtek.com)

# CONTENIDO

06

MATERIALES

- 03 PROLOGO  
HACEMOS POSIBLE EL PROGRESO
- 05 ENTREVISTA A UN EXPERTO  
EL PAPEL DE LOS ANALISIS DE LABORATORIO
- 06 **MATERIALES BÁSICOS**  
METALES, GRAFITO Y POLIMEROS
- 09 COMPONENTES  
POLVOS DE ELECTRODOS, ANODOS Y  
CATODOS, ELECTROLITOS Y SEPARADORES
- 14 **MONTAJE**  
UNIDADES Y BATERIAS
- 18 **RECICLAJE**  
MATERIALES VALIOSOS



Este folleto se ha producido con papel reciclado certificado por la UE, emisiones minimizadas de CO<sub>2</sub> y electricidad 100% ecológica procedente de fuentes renovables.

# ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA DEL FUTURO: HACEMOS POSIBLE EL PROGRESO

La industria energética y nuestras sociedades en su conjunto se enfrentan a un cambio de época: En la lucha contra la crisis climática, la producción de energía debe hacerse sostenible en muy poco tiempo y tenemos que abandonar los combustibles fósiles. Una de las cuestiones cruciales para el éxito de este empeño es cómo almacenar la energía eléctrica y hacer que esté disponible en cualquier momento y lugar.

Por tanto, las baterías primarias y secundarias potentes, eficientes y reciclables son una tecnología clave para el futuro. No es de extrañar que los expertos prevean que la demanda mundial de baterías crezca aproximadamente un 25% anual, hasta alcanzar los 2.000 GWh en 2030.

En todo el mundo, los científicos trabajan en la mejora técnica de las pilas existentes y en el desarrollo de nuevas soluciones para productos de consumo y aplicaciones industriales.

Entre los retos figuran el avance de las nuevas tecnologías, el uso económico de las materias primas, la eficiencia de los procesos de producción, la mejora de la seguridad de las baterías o la reducción del peso, por citar sólo algunos.

Fieles a nuestro principio rector ENABLING PROGRESS, Verder Scientific puede ayudarle a mejorar continuamente la tecnología de las baterías, a hacer un uso más eficiente de los recursos, a garantizar la calidad y a asegurar la máxima sostenibilidad.

Bajo nuestro paraguas combinamos los conocimientos técnicos de cinco renombrados desarrolladores y fabricantes de equipos científicos: RETSCH, MICROTRAC MRB, ELTRA, QATM y CARBOLITE GERO se encuentran entre los principales especialistas en sus respectivos campos de actividad, que son la molienda y el tamizado, la caracterización de partículas, el análisis elemental, la materialografía y los ensayos de dureza, y el tratamiento térmico.

En las páginas siguientes presentamos una selección de soluciones específicas para aplicaciones de investigación y desarrollo, producción y reciclado de baterías.

Para consultas específicas en profundidad, nuestro equipo de expertos estará encantado de responder a sus preguntas en cualquier momento.



Dr. Jürgen Pankratz  
Director General de Verder Scientific

# PROGRESS.

## MATERIALES

### BÁSICOS METALES, GRAFITO Y POLÍMEROS

- | Preparación de muestras de minerales para análisis
- | Preparación materialográfica de partículas de óxido metálico de litio
- | Análisis de nitrógeno y oxígeno del nitruro de silicio
- | Caracterización de partículas relacionada con el proceso

## COMPONENTES POLVOS DE ELECTRODOS, ÁNODOS Y CÁTODOS, ELECTROLITOS Y SEPARADORES

- | Tratamiento térmico del material carbonoso
- | Molienda de bolas para pulverizar y mezclar el material de los electrodos
- | Caracterización granulométrica del material del electrodo (densidad, porosidad, área superficial, distribución del tamaño de los poros, tamaño y forma de las partículas).



## RECICLAJE MATERIALES VALIOSOS

- | Trituración de pilas, fraccionamiento por tamizado
- | Análisis en línea de partículas de pilas trituradas
- | Tratamiento térmico para extraer componentes reutilizables
- | Homogeneización de fracciones de material
- | Análisis elemental de subproductos como la escoria

## MONTAJE UNIDADES Y BATERÍAS

- | Preparación materialográfica de muestras de baterías de iones de litio mediante corte, esmerilado y pulido antes del análisis de microestructuras.
- | Análisis de carbono y azufre de los componentes de plomo

## ENTREVISTA A UN EXPERTO

# LA BATERÍA DEL FUTURO NECESITA EQUIPOS DE LABORATORIO DE ÚLTIMA GENERACIÓN

LAS BATERÍAS SON CADA VEZ MÁS POTENTES, LIGERAS Y SOSTENIBLES. ¿QUÉ PAPEL DESEMPEÑAN LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO EN EL DESARROLLO, PRODUCCIÓN Y RECICLAJE DE UNIDADES DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA? EN ESTA ENTREVISTA, EL DR. JÜRGEN ADOLPHS, DIRECTOR DEL CENTRO DE APLICACIONES DE MICROTRAC MRB, RESUME LA SITUACIÓN ACTUAL.

Dr. Adolphs, en su opinión, ¿cuáles han sido los avances más importantes en tecnología de pilas en el pasado?

Hace más de 200 años, Alessandro Volta inventó la pila. El principio físico permanece inalterado hasta hoy, pero a lo largo de los años se ha desarrollado una gran variedad de sistemas materiales.

Se lograron avances significativos cuando las baterías de pequeño tamaño pasaron de ser baterías primarias no recargables a baterías secundarias recargables. Las baterías de litio como portadoras de energía en fuentes de alimentación móviles y estacionarias son hoy el estándar en todos los teléfonos móviles y vehículos eléctricos. Para algunos campos de aplicación, por ejemplo la tecnología espacial, se desarrollaron soluciones especiales como las baterías de Ni-Cad.

¿Cuáles son los mayores retos actuales? Necesitamos soluciones inteligentes para diversas aplicaciones. El almacenamiento eficiente de energía es sin duda una de las tareas más apremiantes en términos de mayor densidad de energía y potencia, capacidad, eficiencia de carga, estabilidad de ciclo y tamaño. La sostenibilidad, la reutilización mediante reciclaje y, por supuesto, la seguridad de las baterías son otros de los retos.

¿Qué métodos de análisis ayudan a desarrolladores y productores?

En la investigación de baterías, el desarrollo de materiales sólidos, por ejemplo para electrodos y separadores, se apoya en la medición del tamaño y la morfología de las partículas, así como en el análisis de la densidad, el área superficial y la porosidad.



Dr. Jürgen Adolphs  
Especialista de producto, Microtrac MRB

El análisis elemental de materiales básicos también es esencial. Estos métodos son útiles para el control de calidad, sin embargo, cualquier resultado de análisis sólo puede ser tan bueno como la muestra analizada. Por lo tanto, la preparación de muestras representativas y reproducibles mediante homogeneización, o seccionamiento, esmerilado y pulido es un paso indispensable del proceso.

¿Qué es importante a la hora de elegir un equipo analítico? En primer lugar, los equipos analíticos deben ser capaces de analizar los rasgos característicos elegidos. Además, la estabilidad del rendimiento y la precisión de los resultados son obligatorias. Un manejo sencillo y un procesamiento seguro, respaldado por un servicio fiable en todo el mundo, son los puntos importantes.

¿Cuáles son las ventajas de trabajar con VERDER SCIENTIFIC?

VERDER SCIENTIFIC cubre diferentes tecnologías con sus cinco etapas de fabricación, a saber, preparación de muestras, tratamiento térmico, análisis elemental y caracterización de partículas. Este enfoque interdisciplinar es lo que nos distingue de otros proveedores de soluciones que normalmente solo cubren un paso de la cadena de procesos.

¿Cómo ve la tecnología de las pilas dentro de diez años?

Se están realizando enormes esfuerzos a nivel mundial en investigación y desarrollo para todo el proceso del ciclo de vida, con el apoyo del aprendizaje automático. El empleo de la Inteligencia Artificial conducirá a resultados más rápidos que harán avanzar realmente el desarrollo de las baterías. El Internet de las Cosas (IoT) puede llegar a ser importante como herramienta de control de la comunicación para el suministro ininterrumpido de energía eléctrica a los consumidores, desde los paquetes de baterías a pequeña escala hasta las grandes plantas de energía de baterías. El siguiente paso en el desarrollo traerá consigo baterías ligeras, no sólo con mayor densidad energética, sino también con capacidad de carga a alta velocidad. Además de la tecnología de alta tensión, afectarán claramente a la electromovilidad.



MATERIALES BÁSICOS

# METALES, GRAFITO Y POLÍMEROS

DESDE EL PRIMER PASO DEL CICLO DE LA PILA: LA MINERÍA Y LA EXTRACCIÓN DE MATERIALES BÁSICOS - LAS TECNOLOGÍAS DE VERDER SCIENTIFIC GARANTIZAN EL CUMPLIMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LOS ELEVADOS ESTÁNDARES DE CALIDAD EXIGIDOS.

Dependiendo del tipo, se requiere una gran variedad de materiales para producir una batería. Una batería de iones de litio, por ejemplo, implica el uso de níquel, manganeso, cobalto, grafito y negro de carbón para los electrodos, así como aluminio, cobre, aglutinantes y polímeros empleados como separadores.

Que la pila ofrezca finalmente la calidad y las propiedades prometidas depende en gran medida del grado y la pureza de estas materias primas.

Tomemos como ejemplo los materiales básicos metálicos: El primer paso consiste en moler y homogeneizar la muestra de forma reproducible para garantizar que todos los resultados de los análisis posteriores sean fiables. En el siguiente paso, se realiza un análisis preciso del material y se determina el contenido de metal de una mina.

mineral, así como la determinación exacta de las composiciones químicas y las purezas, proporcionan la base para evaluar la idoneidad y el valor de mercado.

## QUÉ PODEMOS HACER POR USTED

Los equipos de laboratorio y análisis de VERDER SCIENTIFIC garantizan un control de calidad fiable de las materias primas mediante la homogeneización de muestras, la preparación metalográfica, el análisis elemental y la caracterización de partículas.

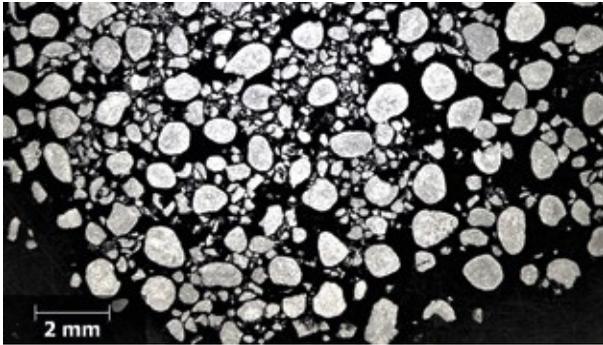
Teniendo en cuenta la limitada disponibilidad de algunas materias primas y su elevada participación en los costes globales de producción, el control fiable de la calidad de estos materiales es un paso esencial en la cadena del proceso.

## MATERIALOGRAFÍA

### INVESTIGACIÓN DE PARTÍCULAS DE ÓXIDO METÁLICO DE LITIO

Las partículas de óxido metálico de litio se someten a preparación metalográfica y se examinan mediante microscopía óptica y microscopía electrónica de barrido con detector EDX para investigar su tamaño y composición química.

Los materiales de montaje en frío a base de epoxi de QATM (KEM 90 y KEM 92) permiten montar los polvos de partículas de óxido sin huecos, preparándolos para el esmerilado y el pulido. Gracias a una amplia selección de paños de pulido y suspensiones de diamante de pulido, se puede preparar una gran variedad de partículas de óxido de metal de litio. El sistema Qdoser se utiliza para la dosificación automatizada durante el pulido y el pulido fino.



Un ejemplo de partículas de polvo montadas en KEM 90.



SISTEMA DE DOSIFICACIÓN AUTOMÁTICA QDOSER ECO & CONSUMIBLES

#### DATOS BREVES

- Preparación metalográfica para la investigación con microscopía óptica
- Consumibles correspondientes para preparación de la carcasa de la batería

#### CAMPO DE USO

- Investigación y control de calidad

**QATA**



## ANÁLISIS ELEMENTAL

### ANÁLISIS DE NITRÓGENO Y OXÍGENO DEL NITRURO DE SILICIO

Las baterías de litio pueden incorporar nitruro de silicio como parte de un electrodo. El contenido de nitrógeno se mide para indicar la pureza del nitruro de silicio, mientras que el contenido de oxígeno se determina para evaluar las propiedades eléctricas. El ELEMENTRAC ONH-p 2 es perfectamente adecuado para realizar mediciones precisas de ambos elementos. Los detectores de alta sensibilidad utilizados en los analizadores elementales ELTRA determinan con precisión concentraciones de elementos que van desde un bajo contenido en partes por millón hasta porcentajes elevados.

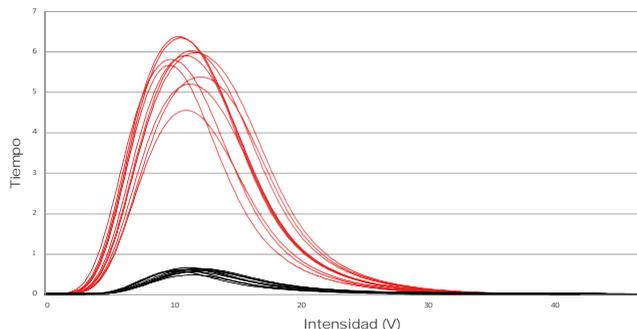


Gráfico de medición ELEMENTRAC ONH-p-2

La curva roja muestra la liberación de nitrógeno, la curva negra la liberación de oxígeno.

#### RESULTADOS DEL ANÁLISIS

Nitruro de silicio ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) (material de referencia de BAM: ED 101)  
Contenido de oxígeno: 2,06%  $\pm$  0,05; Contenido en nitrógeno: 43,54%  $\pm$  0,19



ANALIZADOR DE OXÍGENO / NITRÓGENO / HIDRÓGENO ELEMENTRAC ONH-p 2

#### DATOS BREVES

- Medición de amplio rango de O/N/H para investigación y control de la producción
- Analizador de fusión de gas inerte con TCD y detección IR

#### CAMPO DE USO

- Investigación

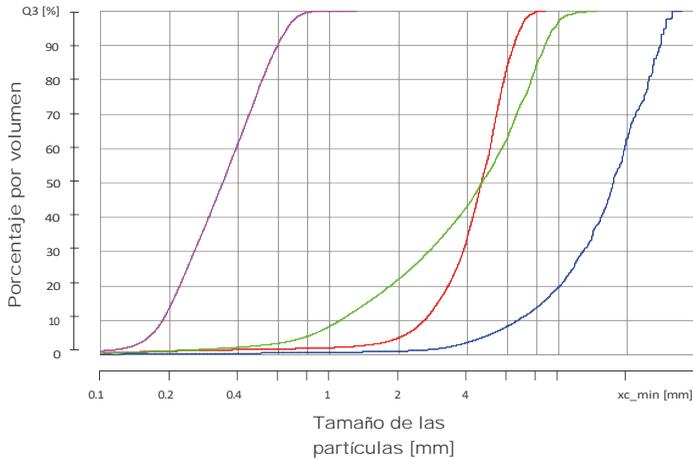
**ELTRA**



## ANÁLISIS DEL TAMAÑO Y LA FORMA DE LAS PARTÍCULAS

### MEDICIÓN DE PARTÍCULAS RELACIONADAS CON EL PROCESO

La distribución granulométrica del material mineral triturado es importante para controlar las distintas fases del proceso de fabricación de pilas. Para ello, es crucial un registro completo de los parámetros de tamaño importantes. El CAMSIZER 3D proporciona parámetros de tamaño y forma relevantes en muy poco tiempo y puede utilizarse en entornos de producción difíciles. Esto permite detectar desviaciones en los procesos y realizar ajustes casi de inmediato. El CAMSIZER 3D también está disponible en una versión para medición en línea y en una versión XL para tamaños de partícula de hasta 135 mm.



Análisis CAMSIZER 3D de diferentes leyes de una muestra de mineral (nótese la escala logarítmica del eje x)



ANALIZADOR DE TAMAÑO Y FORMA DE PARTÍCULAS CAMSIZER 3D

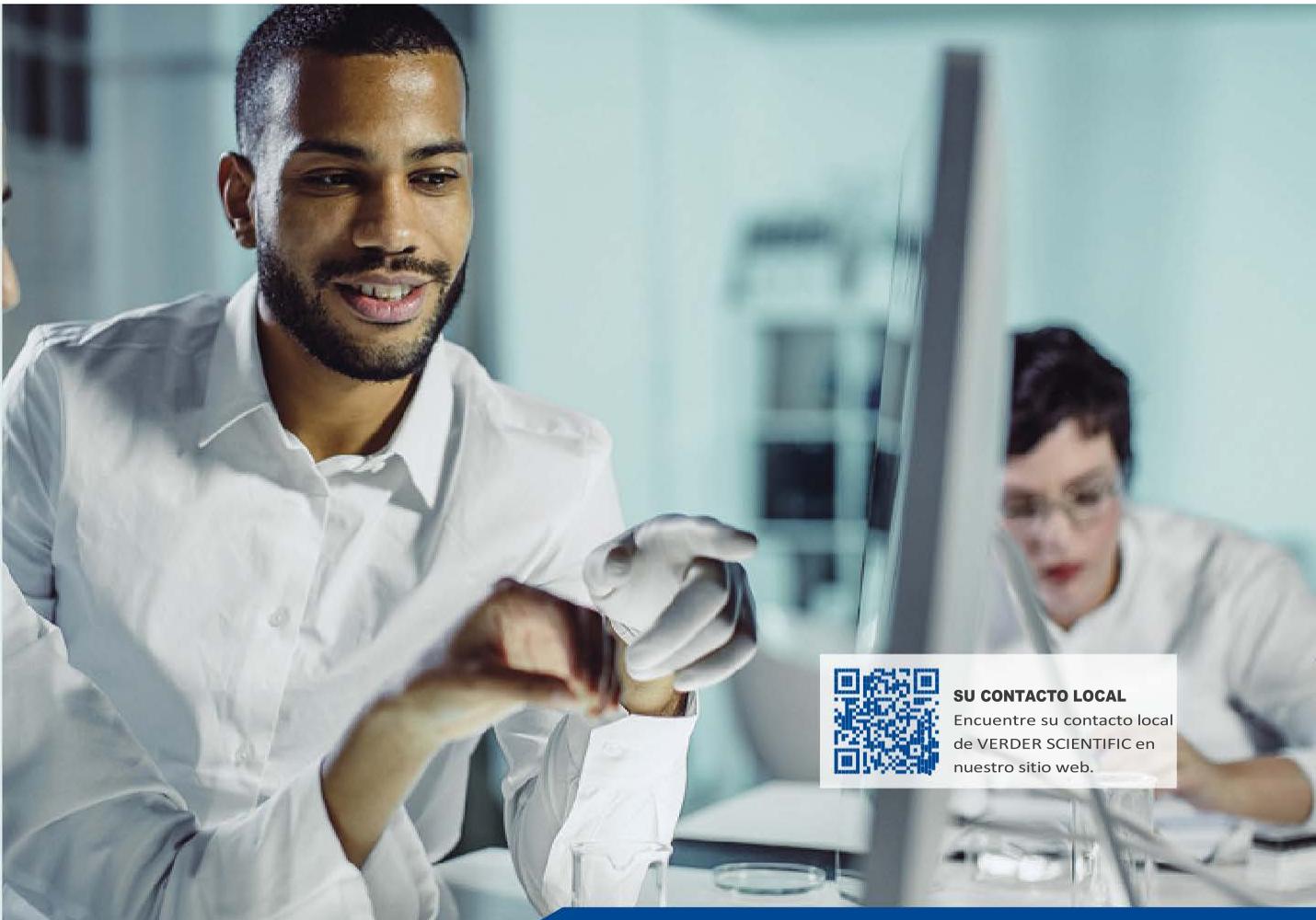
#### DATOS BREVES

- Análisis dinámico de imágenes para analizar el tamaño y la forma de las partículas
- Caracterización tridimensional de partículas

#### CAMPO DE USO

- Investigación y control de calidad

MICROTRAC  
MGB



#### SU CONTACTO LOCAL

Encuentre su contacto local de VERDER SCIENTIFIC en nuestro sitio web.

## COMPONENTES

# POLVOS DE ELECTRODOS, ÁNODOS Y CÁTODOS, ELECTROLITOS Y SEPARADORES

LOS ELECTRODOS, SEPARADORES Y ELECTROLITOS SON COMPONENTES ESENCIALES DE LAS BATERÍAS. LA FORMULACIÓN DE SUS MATERIALES Y LA CALIDAD DEL PRODUCTO DEFINEN EL RENDIMIENTO DE LA BATERÍA Y TAMBIÉN LA SOSTENIBILIDAD Y EL COSTE GLOBAL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN.

### FORMULACIÓN QUÍMICA

Los distintos tipos de baterías requieren materiales básicos diferentes. La formulación química y la calidad de los materiales de los electrodos influyen en las características fundamentales de la batería, como la densidad energética, la densidad de potencia, la vida útil, la velocidad de carga o la estabilidad térmica. En las baterías de iones de litio, por ejemplo, los óxidos multimetálicos de cobalto, níquel y manganeso son actualmente los materiales catódicos más comunes, mientras que los ánodos se basan principalmente en el grafito.

Para mejorar el rendimiento de las pilas, los investigadores se centran en el desarrollo de nuevas composiciones químicas de los polvos de los electrodos, los separadores y los electrolitos.

### CALIDAD DEL MATERIAL Y CONTROL DE PROCESOS

La fabricación de componentes de electrodos listos para el montaje implica varios pasos. Para producir polvos de electrodo y láminas de electrodo para baterías de iones de litio, la reducción del tamaño de las partículas, el tratamiento térmico, la mezcla de lodos, el recubrimiento, el secado y el calandrado son solo algunos de los procedimientos necesarios.

Los fabricantes no sólo se centran en un alto grado de pureza del grafito y los metales adquiridos, sino también en la limpieza de los procesos de producción y transporte. Cualquier contaminación del material con sustancias extrañas, impurezas o humedad inducida por la maquinaria, los seres humanos o el medio ambiente

Para garantizar una alta calidad constante de los componentes de la batería, deben evitarse las influencias externas. La composición química, el tamaño de las partículas, la superficie específica o la Los valores de pH de los distintos lotes se analizan constantemente durante toda la producción para garantizar un control de calidad sin lagunas.

### NUESTRA CONTRIBUCIÓN

VERDER SCIENTIFIC apoya a los fabricantes de materiales activos y componentes de baterías en todos estos retos. Nuestras soluciones le ayudan a seguir desarrollando sus productos y procesos de producción y a garantizar una alta calidad constante.

A escala de laboratorio, los molinos de RETSCH se utilizan para reducir el tamaño de las partículas de materiales de electrodos y producir mezclas homogéneas. Los hornos de alta temperatura de CARBOLITE GERO permiten procesar térmicamente materiales catódicos y anódicos.

Con los analizadores de MICROTRAC MRB puede determinar la densidad del material, la porosidad, la distribución del tamaño de los poros, la homogeneidad, la calidad del recubrimiento, el tamaño y la forma de las partículas y mucho más, para comprobar las propiedades del material o la estructura física o química exacta.

Y esto es sólo el principio: Nuestros especialistas en aplicaciones estarán encantados de presentarle otras soluciones de la cartera de nuestro grupo.



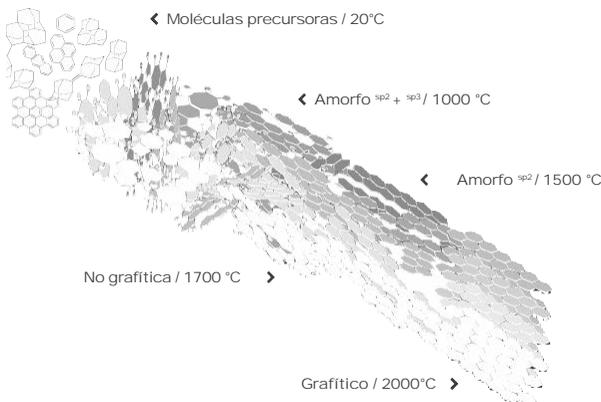
## TRATAMIENTO TÉRMICO

### TRATAMIENTO TÉRMICO DEL MATERIAL CARBONOSO HASTA 3000 °C PARA PRODUCIR MATERIAL DE ELECTRODO DE ALTA CALIDAD

El material carbonoso se convierte en capas uniformes y apiladas sometándolo a un tratamiento a alta temperatura. Las nanoestructuras resultantes se mantienen unidas por fuerzas de Van der Waals, que son fuerzas intermoleculares débiles que se producen entre moléculas o átomos. Las series de hornos HTK y GLO están diseñadas específicamente para optimizar el control de la temperatura para la producción de materiales consistentes y uniformes. Disponen de sistemas de tratamiento de gases de escape para garantizar la seguridad y el cumplimiento de la normativa medioambiental. La uniformidad de las capas apiladas mejora el movimiento de electrones e iones a través del material, una característica esencial para aplicaciones de alto rendimiento como las baterías.



HORNOS DE CÁMARA PARA GRAFITIZACIÓN



Cambios de fase en el carbono para producir estructuras de carbono amorfo.

#### DATOS BREVES

- Desarrollo de grafito de alta calidad para material de electrodos
- Tratamiento térmico a 3000 °C en atmósfera inerte
- Sistema de gestión de gases nocivos, seguro y respetuoso con el medio ambiente

#### CAMPO DE USO

- Investigación y control de calidad

**CARBOLITE**  
**IGERO**



## ANÁLISIS DEL TAMAÑO Y LA FORMA DE LAS PARTÍCULAS

### DIFRACCIÓN LÁSER Y ANÁLISIS DINÁMICO DE IMÁGENES PARA MEDIR EL TAMAÑO Y LA FORMA DE LAS PARTÍCULAS DE MATERIALES DE ELECTRODOS, ELECTROLITOS Y SEPARADORES

El NMC (Níquel Manganese Cobalto) y el Litio son los principales componentes activos del cátodo en las LIB (Baterías de Iones de Litio), mientras que el grafito es un material típico para el ánodo. Tanto la distribución del tamaño de las partículas como la forma de los materiales de los electrodos son criterios importantes para la calidad de las baterías. El tamaño y la forma pueden afectar a la cinética y la reactividad de los materiales de la pila, determinando la velocidad de difusión, la densidad de potencia, la porosidad de la capa del ánodo y la velocidad de descarga. El tamaño típico de las partículas de los materiales de los electrodos es de aproximadamente 6 micras. La distribución del tamaño y la forma de las partículas se miden de forma fiable mediante una combinación de difracción láser y análisis dinámico de imágenes.

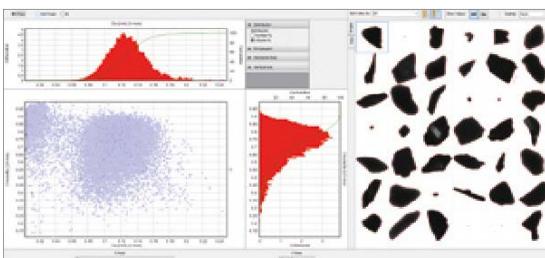


Diagrama de dispersión del diámetro equivalente de área y la esfericidad del material del ánodo



ANALIZADOR DE TAMAÑO Y FORMA DE PARTÍCULAS SYNC

#### DATOS BREVES

- Difracción laser y análisis dinámico de imágenes para analizar el tamaño de las partículas.
- Distribución granulométrica y forma de materiales activos para baterías.

#### CAMPO DE USO

- Investigación y control de calidad

**MICROTRAC**  
**M2B**



## MEDICIÓN DE LA DENSIDAD

### PICNÓMETROS DE GAS PARA MEDIR LA DENSIDAD DE LOS MATERIALES DE LOS ELECTRODOS

Los principales componentes activos del cátodo de una batería de iones de litio (LIB) son el níquel, el manganeso, el cobalto (NMC) y el litio, mientras que el grafito se utiliza habitualmente como material del ánodo.

La densidad ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) es un factor crucial para caracterizar y evaluar los materiales activos de las pilas. Un picnómetro de gas determina la densidad de los materiales de los electrodos midiendo la cantidad de gas desplazado (helio).

Polvo de grafito medido con BELPYCNO L, densidad =  $2,223 \text{ g}/\text{cm}^3$ .



PERMITIR EL PROGRESO | [www.verder-scientific.com](http://www.verder-scientific.com)



PICNÓMETRO DE GAS  
BELPYCNO L

#### DATOS BREVES

- Picnómetro de gas a temperatura controlada para la medición de la densidad
- Caracterización del esqueleto densidad del material activo de la batería
- Método estándar para I+D y CC

#### CAMPO DE USO

- Investigación y control de calidad

**MICROTRAC**  
MB



# ENABLING PROGRESS.

TRATAMIENTO TERMICO

ANALISIS ELEMENTAL

MATERIALOGRAFIA Y ENSAYOS DE DUREZA

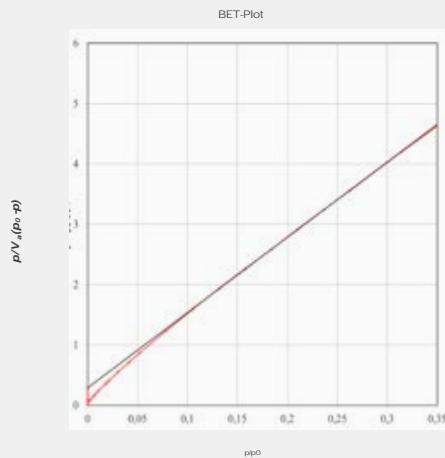
CARACTERIZACION DE PARTÍCULAS

Bajo el techo de VERDER SCIENTIFIC ayudamos a miles de clientes de todo el mundo a hacer realidad la ambición que compartimos. Como su socio tecnológico entre bastidores, les proporcionamos las soluciones que necesitan para progresar y mejorar la vida cotidiana de innumerables personas. Juntos, hacemos del mundo un lugar más sano, seguro y sostenible.

## MEDICIÓN DE LA ADSORCIÓN DE GASES

### ADSORCIÓN DE GASES PARA ESPECIFICAR EL ÁREA SUPERFICIAL Y LA DISTRIBUCIÓN DEL TAMAÑO DE LOS POROS DE LOS MATERIALES DE LOS ELECTRODOS

El área superficial específica y la distribución del tamaño de los poros de los materiales de los electrodos pueden obtenerse a partir de la isoterma de sorción de gas medida. El área superficial relacionada con la masa como área superficial específica ( $\text{m}^2/\text{g}$ ) es un parámetro importante en la caracterización y evaluación de materiales activos para baterías, ya que su morfología tiene un impacto directo en el rendimiento de la batería.



Superficie específica BET (SSA) de NMC con  $0,34\text{m}^2/\text{g}$  derivada con dispositivos de adsorción de gas Belsorp Mini X

## POROSIMETRÍA

### POROSIMETRÍA DE MERCURIO PARA DETERMINAR LA POROSIDAD DE LOS MATERIALES DE ELECTRODOS Y SEPARADORES

La porosimetría de intrusión de mercurio (MIP) se utiliza para evaluar la porosidad de los materiales de electrodos y separadores. El grafito se utiliza habitualmente como material del ánodo, mientras que las variaciones de polímeros porosos constituyen la base de los separadores. El volumen y la distribución del tamaño de los poros son parámetros cruciales para caracterizar y evaluar las baterías. Otros resultados que pueden obtenerse son la superficie específica, la densidad aparente y aparente y el módulo aparente de los electrodos.



BELPORE Distribución del tamaño de los poros de una membrana separadora bimodal



ANALIZADOR DE ÁREA SUPERFICIAL Y DISTRIBUCIÓN DEL TAMAÑO DE LOS POROS BELSORP MINI X

#### DATOS BREVES

- | Sorción de gas para caracterizar la superficie específica y la distribución del tamaño de los poros (<1nm hasta >300nm)
- | Caracterización de la porosidad de material activo de la batería
- | Método estándar para I+D y CC

#### CAMPO DE USO

- | Investigación y control de calidad

MICROTRAC  
M&B



POROSÍMETRO DE MERCURIO SERIE BELPORE

#### DATOS BREVES

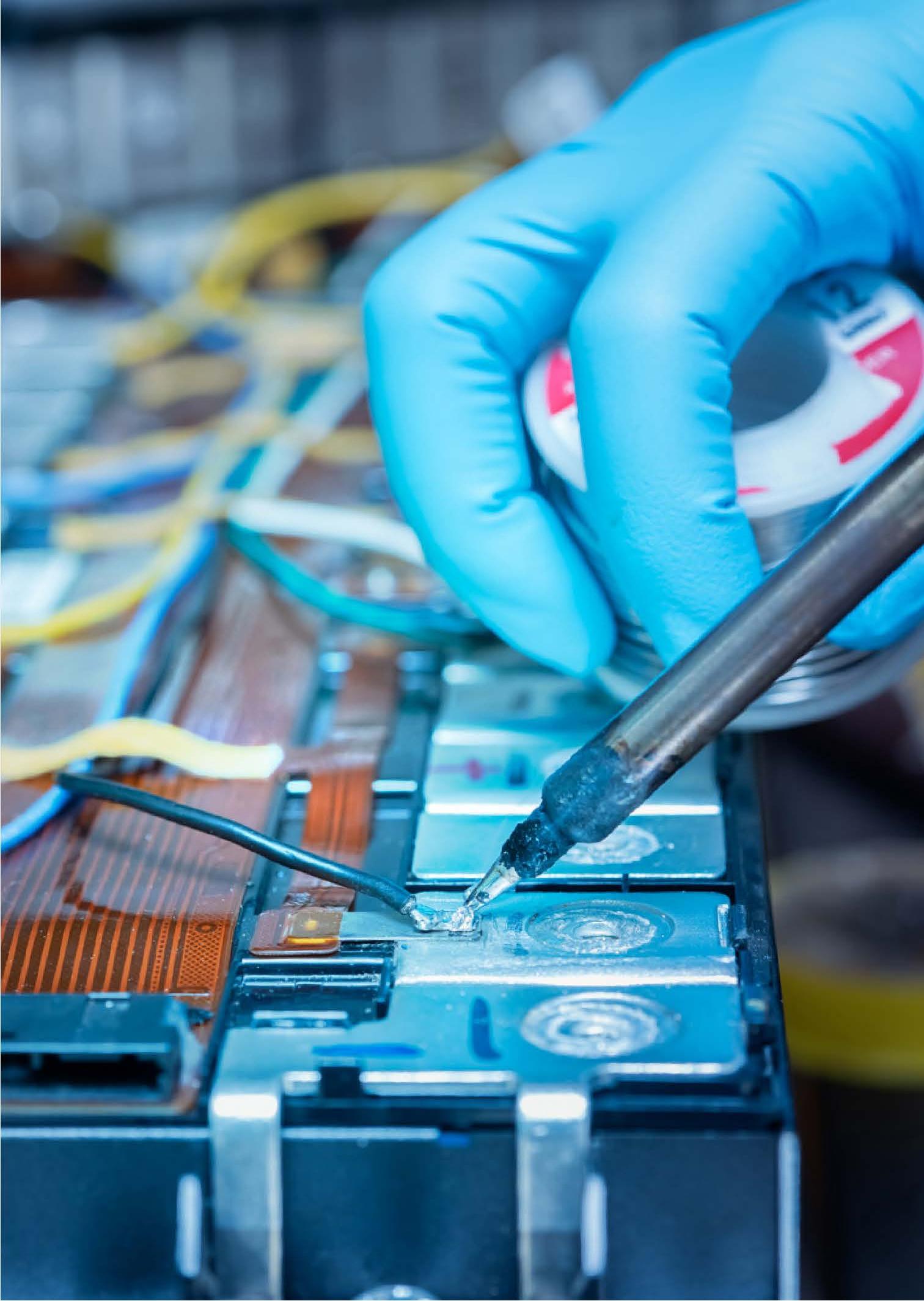
- | Intrusión de mercurio para medir la porosidad en un rango de De 3,6 nm a más de 1 mm
- | Caracterización de la porosidad de electrodos y separadores porosos
- | Método estándar para I+D y CC

#### CAMPO DE USO

- | Investigación y control de calidad

MICROTRAC  
M&B





## MONTAJE

# UNIDADES Y BATERÍAS

EL TODO ES MÁS QUE LA SUMA DE SUS PARTES: ESTA EXPRESIÓN TAMBIÉN SE APLICA A LAS PILAS. EL ENSAMBLAJE DE LOS DISTINTOS COMPONENTES EN UNA CÉLULA DE BATERÍA FUNCIONAL ES COMPLEJO. EL CONTROL DE CALIDAD SIN FISURAS Y EL ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO SON ESENCIALES PARA LA MEJORA CONTINUA DEL PRODUCTO Y DEL PROCESO.

El diseño y la fabricación de las baterías influyen considerablemente en su rendimiento. Los fabricantes de baterías necesitan garantizar continuamente la calidad de su proceso de producción, cuyas bases se sientan en el laboratorio. Se enfrentan al reto de hacer evolucionar constantemente sus formulaciones y procedimientos para dar respuesta a las nuevas demandas del mercado.

### PROCESO DE FABRICACIÓN

Hasta cierto punto, los pasos de producción son los mismos para todos los tipos de baterías; no obstante, cada sistema de baterías individual también requiere pasos específicos y un control del proceso. El montaje está automatizado en gran medida, pero para la creación de prototipos y la investigación y el desarrollo también es habitual el montaje semiautomatizado o manual.

Tomando como ejemplo una batería de iones de litio, el montaje se basa en 5 pasos:

1. Las bobinas anódicas y catódicas se cortan al formato requerido.
2. Los electrodos y separadores se apilan, enrollan o pliegan para formar una célula cilíndrica, prismática o en bolsa.
3. Los contactos para los electrodos positivo y negativo se crean, por ejemplo, soldando las lengüetas sin recubrimiento de una célula de bolsa.
4. Tras el alojamiento, las pilas se llenan de electrolito y se desgasifican, si es necesario. Por último, se sella la pila.
5. A continuación, la LIB se inicia en condiciones definidas en un primer círculo de carga y descarga, para formar la capa de interfaz entre el electrolito y el electrodo.

También forman parte del proceso la maduración de las unidades de baterías, la prueba de funcionalidad y las pruebas de rendimiento. El último paso de las pruebas se centra en la estabilidad del rendimiento electroquímico y la seguridad de la batería. Se comprueban la capacidad, la resistencia interna y la tasa de autodescarga para determinar las propiedades de la unidad recién fabricada. Si todas las pruebas son satisfactorias, la batería está lista para su uso o para su integración en un pack de baterías.

### SOLUCIONES QUE SE ADAPTAN A SUS NECESIDADES

Los equipos de VERDER SCIENTIFIC ayudan a los fabricantes a lo largo de todo el proceso de producción y garantía de calidad. En cada una de las tres fases -montaje, envejecimiento y pruebas-, las soluciones de preparación de muestras, tratamiento térmico y análisis desarrolladas bajo el paraguas de nuestro grupo ayudan a alcanzar parámetros de calidad clave.

Por ejemplo, los fabricantes los utilizan para garantizar que el revestimiento del electrodo tenga un grosor uniforme y sin grietas, se adhiera de forma óptima al sustrato y muestre una alta calidad de corte y precisión de alineación geométrica.

Sólo si se consigue todo esto se pueden producir cátodos y ánodos con la misma capacitancia, un aislamiento eléctrico duradero y un sellado fiable del envase. En este contexto se utilizan analizadores elementales de ELTRA y dispositivos para la preparación metalográfica de muestras de QATM.

## MATERIALOGRAFÍA

### CORTE DE BATERÍAS DE IONES DE LITIO

El corte LIB puede variar en función del resultado deseado. Se pueden utilizar máquinas de corte para seccionar la carcasa de la batería y extraer todo el rollo de gelatina, o para cortar la batería completa con carcasa y electrodos, mientras que un bisturí es adecuado para seccionar únicamente las láminas de los electrodos.

Se utiliza una herramienta de sujeción giratoria para cortar la carcasa y sacar el rollo de gelatina. Las tronzadoras QATM ofrecen una amplia gama de herramientas de sujeción para seccionar baterías enteras. La imagen siguiente muestra un proceso de corte LIB.



Seccionamiento de una LIB completa con la tronzadora QATM



TRONZADORA  
QCUT 350 A

#### DATOS BREVES

Ahorro tiempo cortando la muestra cerca de la superficie del objetivo.

- Utilización de un dispositivo de rotación para sujetar el muestras.

#### CAMPO DE USO

- Investigación y control de calidad

**QATM**



## MATERIALOGRAFÍA

### MONTAJE DE BATERÍAS DE IONES DE LITIO

El montaje de baterías de iones de litio requiere diferentes técnicas en función de los componentes que se manipulen. La carcasa y la soldadura por puntos pueden montarse en caliente en algunos casos, pero los electrodos requieren un montaje en frío debido a su sensibilidad a la temperatura y la presión. El montaje puede realizarse antes del corte para garantizar que las láminas y otros componentes permanezcan en la muestra. También puede realizarse después del corte para preparar la muestra para el esmerilado y el pulido. Para evitar huecos entre los materiales de montaje y la muestra durante el montaje en frío, se recomienda utilizar materiales de montaje con una contracción de volumen y una temperatura de polimerización mínimas. Para el montaje de LIBs, los materiales de montaje en frío a base de epoxi QATM KEM 90 y KEM 92 son las mejores opciones debido a su baja temperatura de polimerización de 60°C y 35°C, respectivamente, y a la mínima formación de huecos.



Muestras LIB montadas en frío



PRENSA DE MONTAJE  
EN CALIENTE

#### DATOS BREVES

- Utilización de materiales de montaje en frío de base epoxídica con temperatura de polimerización y contracción mínimas.

- Gran flexibilidad gracias al montaje en caliente a la función de precalentamiento, los modos de refrigeración, las tareas de mantenimiento y la función de gestión de cuentas de usuario.

#### CAMPO DE USO

- Investigación y control de calidad

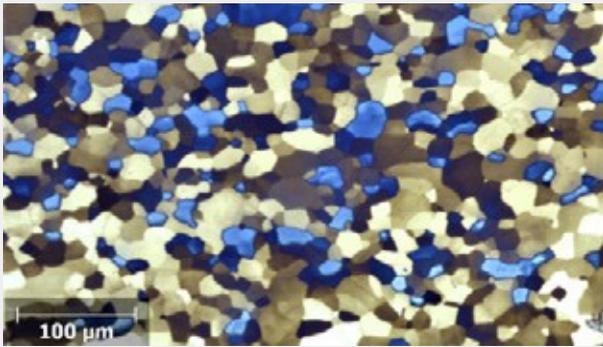
**QATM**



## MATERIALOGRAFÍA

### ESMERILADO Y PULIDO DE BATERÍAS DE IONES DE LITIO

El esmerilado y el pulido pueden realizarse en diferentes partes de las LIB. A veces hay que preparar la carcasa y examinarla con microscopio óptico o SEM (también con detector EBSD), en otros casos hay que preparar los electrodos o las soldaduras por puntos. La tapa de la LIB es, en muchos casos, de acero de bajo contenido en carbono con recubrimiento de Ni. La imagen muestra la tapa de una LIB después de 1 µm de pulido y grabado con Klemm I. Para alimentar determinados dispositivos, se necesitan grandes paquetes de baterías formados por múltiples células de iones de litio conectadas en configuraciones en serie paralela. Una soldadura por puntos robusta y sin defectos es una preocupación crítica para muchas industrias, como la aeroespacial. Otra parte importante de la LIB son los electrodos. El ánodo suele ser una lámina de cobre recubierta por una o ambas caras con grafito, y el cátodo es, en muchos casos, una lámina de aluminio recubierta por una o ambas caras con partículas de óxido metálico (por ejemplo, partículas de  $\text{LiNiMnCoO}_2$ ).



Microestructura de la carcasa de la LIB después de grabarla con Klemm I durante 40 segundos.

## ANÁLISIS ELEMENTAL

### ANÁLISIS DE CARBONO Y AZUFRE DE COMPONENTES DE PLOMO

La medición del azufre mediante análisis de combustión se utiliza para el control de calidad final de las baterías de plomo cargadas. Los electrodos están compuestos de plomo y óxido de plomo y deben estar libres de azufre. Las propiedades de la pasta de la batería influyen en su rendimiento y vida útil, y el sulfato de plomo contenido determina sus cualidades. Los analizadores C/S de ELTRA proporcionan una medición rápida y fiable de la concentración de carbono y azufre desde el rango bajo de ppm hasta el 100%.

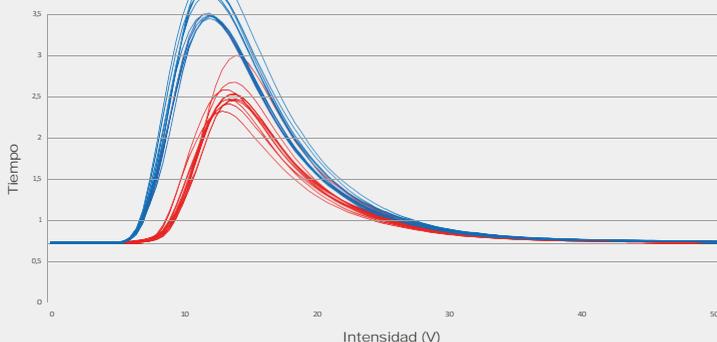


Gráfico de medición ELEMENTRAC CS-i: Medición de  $\text{PbSO}_4$ . La curva roja muestra la liberación de azufre y la azul, la de carbono.

#### RESULTADOS DEL ANÁLISIS

Sulfato de plomo - Contenido de carbono 0,15 % ± 0,01 ; Contenido de azufre: 5,78 % ± 0,21 Carbonato de plomo - Contenido de carbono: 3,23 % ± 0,07 ; Contenido de azufre: 1,15 % ± 0,04



RECTIFICADORA Y PULIDORA  
QPOL 250 A2-ECO

#### DATOS BREVES

- Suspensiones y lubricantes de pulido sin agua
- Alta reproducibilidad gracias a preparación automática

#### CAMPO DE USO

- Investigación, control de calidad y producción

**RATA**



ANALIZADOR DE CARBONO /  
AZUFRE ELEMENTRAC  
CS-i

#### DATOS BREVES

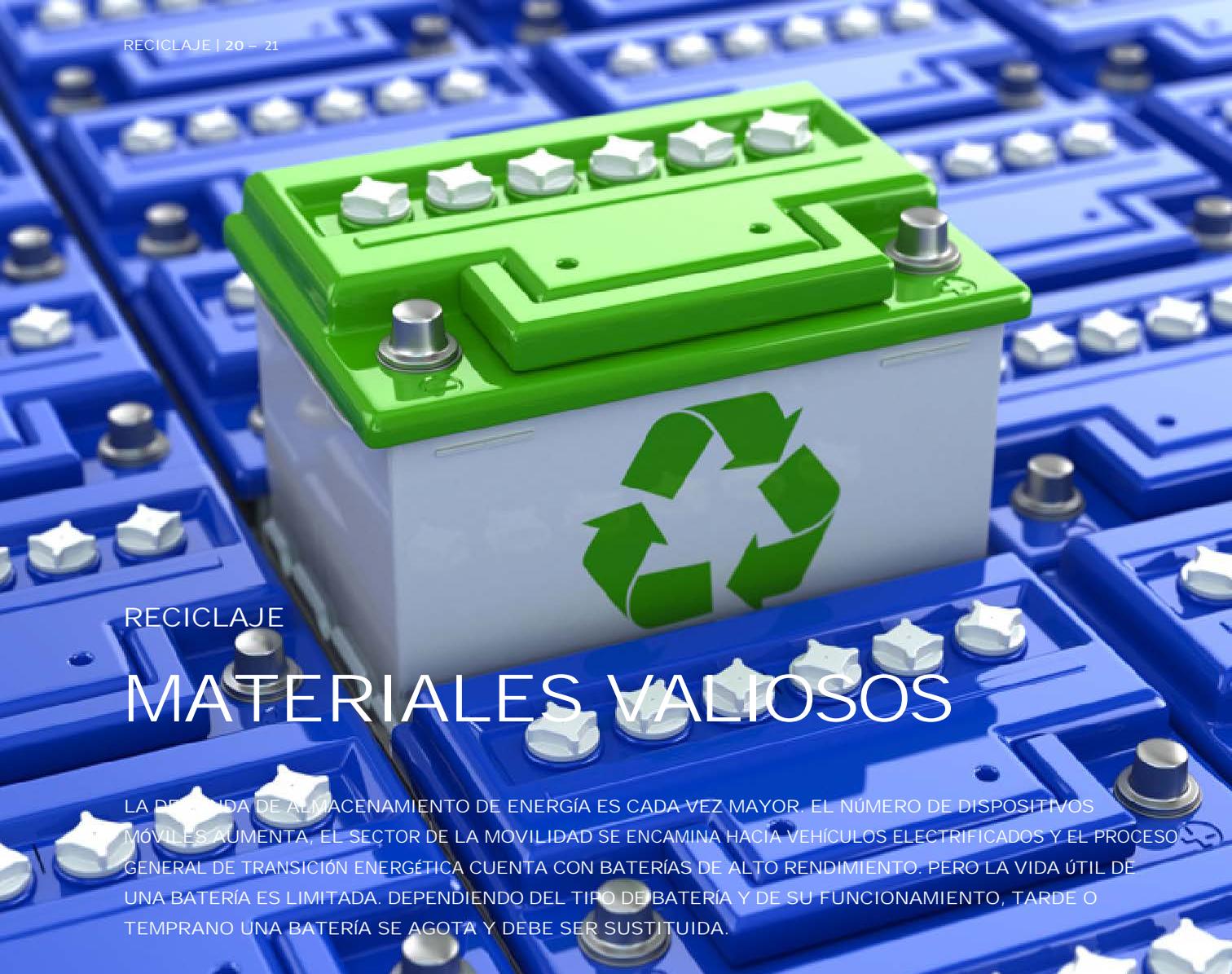
- Análisis C/S rápido y fiable en todos los componentes relevantes de la batería
- Cumple todas las normas pertinentes como ASTM E 1019

#### CAMPO DE USO

- Producción

**ELTRA**





RECICLAJE

# MATERIALES VALIOSOS

LA DEMANDA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA ES CADA VEZ MAYOR. EL NÚMERO DE DISPOSITIVOS MÓVILES AUMENTA, EL SECTOR DE LA MOVILIDAD SE ENCAMINA HACIA VEHÍCULOS ELECTRIFICADOS Y EL PROCESO GENERAL DE TRANSICIÓN ENERGÉTICA CUENTA CON BATERÍAS DE ALTO RENDIMIENTO. PERO LA VIDA ÚTIL DE UNA BATERÍA ES LIMITADA. DEPENDIENDO DEL TIPO DE BATERÍA Y DE SU FUNCIONAMIENTO, TARDE O TEMPRANO UNA BATERÍA SE AGOTA Y DEBE SER SUSTITUIDA.

Por razones de rentabilidad, estabilización de la cadena de suministro y protección del medio ambiente, es esencial diseñar la producción de pilas de acuerdo con la economía circular y recuperar los materiales básicos de las pilas agotadas para su reutilización.

La tasa de recuperación alcanzable depende en gran medida del sistema de baterías. La tasa de reciclado de las baterías de plomo-ácido o alcalinas-manganeso, por ejemplo, es notablemente alta, gracias a rutas de retorno bien establecidas de las baterías agotadas y a tecnologías de proceso de reciclado bien desarrolladas.

## LOS PROCESOS COMPLEJOS EXIGEN UN CONTROL DE CALIDAD SIN FISURAS

El proceso de reciclado comienza con las pruebas sanitarias, la descarga y el desmontaje de las baterías. A continuación, se aplican tratamientos mecánicos, térmicos y químicos para separar, extraer y refinar los materiales valiosos. Para controlar la calidad, se analiza continuamente la composición química de los productos intermedios o finales. Al fin y al cabo, las normas de calidad de las materias primas secundarias y primarias son las mismas.

La recuperación y el tratamiento de las baterías de iones de litio son extremadamente complejos, ya que su composición química no está normalizada, y

En el mercado existen diversas formas geométricas. En la actualidad, se emplean diferentes tecnologías de reciclado para recuperar de la mejor manera posible el acero y el plástico de la carcasa y los metales valiosos del material activo de la pila. La separación y extracción sostenibles de metales valiosos como el litio, el cobalto, el manganeso, el níquel o el cobre de las fracciones compuestas es una tarea difícil. La recuperación del grafito es cada vez más importante, pero aún no se ha establecido una solución común.

## TRABAJAMOS PARA HACER POSIBLE LA ECONOMÍA CIRCULAR

Para apoyar a las empresas especializadas y a los productores de baterías en el control de calidad y la optimización del proceso de reciclado, las empresas de VERDER SCIENTIFIC ofrecen diversas soluciones para la preparación de muestras y el análisis de sólidos.

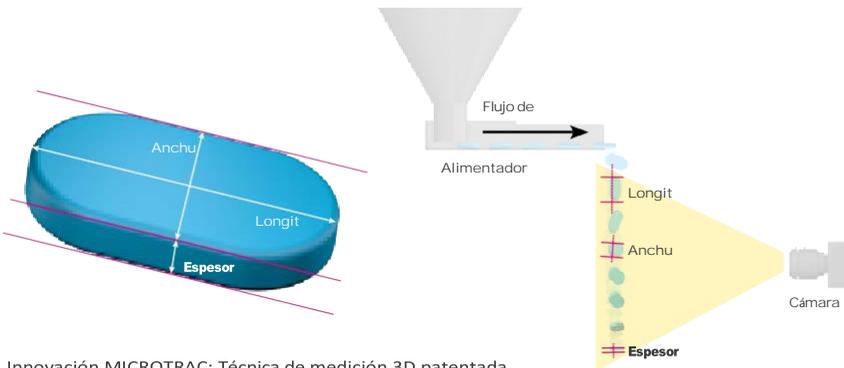
Los analizadores elementales ELTRA, por ejemplo, ayudan a realizar análisis de degradación y de fin de vida útil. Para la trituración, homogeneización y clasificación mecánica se utilizan molinos de laboratorio y tamizadoras de RETSCH. Los datos en tiempo real sobre el tamaño y la forma de las partículas de los materiales triturados se controlan continuamente con los analizadores de partículas en línea de MICROTRAC. De este modo, nuestras soluciones ayudan a desarrollar procesos de reciclaje rentables y energéticamente eficientes, así como respetuosos con el medio ambiente.

## NÁLISIS DEL TAMAÑO Y LA FORMA DE LAS PARTÍCULAS

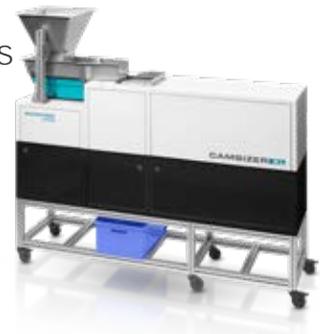
### ANÁLISIS EN LÍNEA DE PARTÍCULAS DE MATERIAL DE PILAS TRITURADAS

Durante un proceso de reciclado de baterías se controlan continuamente datos en tiempo real sobre el tamaño y la forma de las partículas. Los resultados se transfieren a un sistema de control de procesos que permite optimizar y automatizar en gran medida el proceso de reciclado. MICROTRAC utiliza tecnología patentada de análisis 3D en línea con el CAMSIZER ONLINE y el CAMSIZER ONLINE XL. Contamos con más de 25 años de experiencia ayudando a los departamentos de producción a mejorar la calidad de sus productos con el análisis dinámico de imágenes en línea.

- I Caracteriza 32 parámetros morfológicos de su material, incluidas mediciones en 3D
- I Medición sin contacto de partículas secas de 160 µm - 135 mm
- I A prueba de explosiones
- I Optimizado para su uso en salas de control
- I Acondicionamiento de muestras personalizable



Innovación MICROTRAC: Técnica de medición 3D patentada



**ANALIZADOR DE TAMAÑO Y FORMA DE PARTÍCULAS CAMSIZER ONLINE XL**

#### DATOS BREVES

- I Análisis dinámico de imágenes para analizar el tamaño y la forma de las partículas
- I La medición en línea proporciona datos en tiempo real

#### CAMPO DE USO

- I Control de calidad

**MICROTRAC**  
MGB



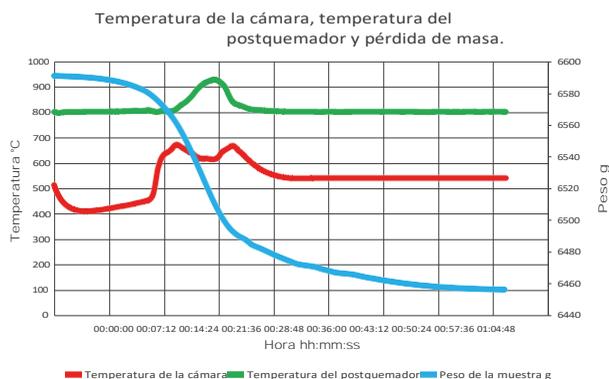
## TRATAMIENTO TÉRMICO

### TRATAMIENTO TÉRMICO DE MATERIALES RECICLADOS DE BATERÍAS PARA EXTRAER ELEMENTOS REUTILIZABLES

El procesamiento térmico es un paso del proceso que puede utilizarse en aplicaciones de investigación para procesar lotes de material con el fin de recuperar elementos reciclables y metales preciosos en atmósfera modificada y en aire. Los hornos discontinuos CARBOLITE GERO pueden incorporar una balanza para medir la pérdida de peso con el tiempo y en función de la temperatura. Hay disponibles sistemas de manejo de gases apagados para garantizar que se minimiza el impacto medioambiental. Conforme a la Directiva europea 2013/56/UE El 50% en masa de los materiales de las pilas deben reciclarse.



**HORNO DE CENIZAS AAF - BAL**



Medición de la pérdida de ignición del material para determinar la pérdida de masa, indicando la temperatura del horno, la temperatura del oxidador térmico y el cambio de masa de la muestra.

#### DATOS BREVES

- I Extracción térmica de materiales deseables a partir de componentes reciclados de baterías
- I Pérdida en las pruebas de encendido

#### CAMPO DE USO

- I Investigación y control de calidad

**CARBOLITE**  
GERO



## ANÁLISIS ELEMENTAL

### DETERMINACIÓN DE C/S EN SUBPRODUCTOS COMO LA ESCORIA

El contenido de plomo de las baterías puede reciclarse para su uso en baterías nuevas de forma respetuosa con el medio ambiente. El plomo está presente como sulfato de plomo en las baterías agotadas, y también en las escorias que son un subproducto de la producción y reciclaje de baterías. El sulfato puede medirse con precisión utilizando los analizadores de combustión C/S de ELTRA, lo que permite determinar rápida y fácilmente el plomo presente.



**ANALIZADOR DE CARBONO /  
AZUFRE ELEMENTRAC  
CS-i**

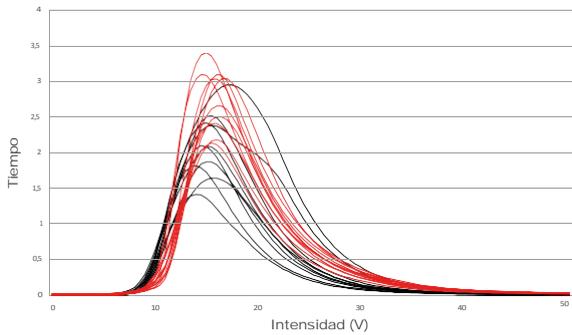


Gráfico de medición ELEMENTRAC CS-i  
La curva roja muestra la liberación de azufre, la curva negra la liberación de carbono.

#### RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS (ESCORIA DE PLOMO)

Contenido de carbono: 9,7 +- 3,4 % ; Contenido de azufre: 10,9 +- 1,9 %

#### DATOS BREVES

Medición C/S mediante análisis de combustión con detección IR

Amplio rango de medición C/S desde ppm hasta el 100%

#### CAMPO DE USO

Control de calidad

**ELTRA**



## NUESTROS SEMINARIOS WEB CONOCIMIENTOS ESPECIALIZADOS SOBRE APLICACIONES Y PRODUCTOS.

Las empresas de VERDER SCIENTIFIC ofrecen periódicamente una amplia selección de seminarios web gratuitos, en directo o a la carta, sobre temas específicos



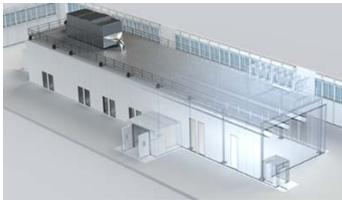
[www.verder-scientific.com/webinar](http://www.verder-scientific.com/webinar)



## De la pila de botón a una batería de alto voltaje

Pruébala. Caliéntela. Enfríalo.

Ya sea electrónica de consumo, robots o coches eléctricos: la tecnología del futuro es eléctrica. Las baterías potentes y duraderas suelen ser la fuerza motriz. weisstechnik es su socio competente tanto para la producción como para las pruebas: Suministramos salas limpias y secas para una producción óptima, así como cámaras de ensayo e inspección para un control de calidad fiable. Con nuestras soluciones climáticas, siempre tendrá las condiciones bajo control y podrá confiar en sus productos, con toda seguridad.



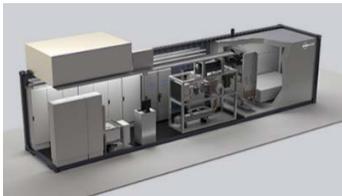
✓ Salas Secas



✓ Salas Blancas



✓ Secado por vacío



✓ Laboratorio de Ensayo



✓ Ensayo de Baterías

## Descubra nuestros bancos de ensayo

Calor, frío, humedad, viento y polvo: en el mayor centro de ensayo de baterías del mundo, los dispositivos de almacenamiento de energía se someten a una amplia variedad de simulaciones ambientales.



➤ Test System for Lithium Ion Energy Storage Systems



➤ Air pollutant test chamber, Type AirEvent



➤ Vibration Testing Cabinets, Type ShakeEvent



➤ Climate Test Chambers, Type ClimeEvent



➤ Walk-in Chambers, Type ClimeEvent



➤ Benchtop Temperature Test Chambers, Type LabEvent



➤ Laboratory Test Chambers, Type LabEvent



➤ EMC Test Cabinets, Type LabEvent



➤ Assembly Test Chambers, Type LabEvent



➤ Walk-in Stability Test Chambers



➤ Air dehumidification system



➤ Test System for Lithium Ion Energy Storage Systems



i n s t r u m e n t s

## NEURTEK, TU PROVEEDOR DE CONFIANZA

Calidad / Fiabilidad / Profesionalidad

### SOLUCIONES Y EQUIPOS PARA ENSAYOS Y CONTROL DE CALIDAD



ENSAYOS  
AMBIENTALES



COLOR  
Y BRILLO



METALOGRAFÍA  
Y HORNOS



ANÁLISIS  
DE MATERIALES



PINTURA  
Y RECUBRIMIENTO



SERVICIOS

- ✓ Fabricantes y Distribuidores de primeras marcas
- ✓ Más de 45 años de experiencia
- ✓ Profesionales y Expertos
- ✓ Calidad y Cercanía  
Red de Venta y Servicio Post Venta integral en toda la península. Contamos con una red internacional de representantes en diversos países
- ✓ Servicio Técnico Propio
- ✓ Laboratorio de Calibración acreditado ISO 17025
- ✓ Showroom

### LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

COLOR BRILLO E ILUMINACIÓN

TEMPERATURA Y HUMEDAD

VISCOSIDAD



PUESTA EN MARCHA  
FORMACIÓN  
MANTENIMIENTO  
INSPECCIÓN Y REPARACIÓN  
RECAMBIOS Y ACTUALIZACIONES



Automoción



Aerespacial



Electrónica



Pintura



Universidad  
y Centro  
Tecnológico



Química y  
Farmacia



Plásticos



Construcción



Alimentación

T. +(34) 943 82 00 82

info@neurtek.com

[www.neurtek.com](http://www.neurtek.com)

Eibar | Madrid | Barcelona | Valencia | Sevilla | Vigo | Oporto | Bruselas