

#HandsOnMetrology

REPORTE DE APLICACIÓN

# Ingeniería inversa de piezas metálicas grandes y de alta resistencia

Este informe de aplicación abarca el proceso de ingeniería inversa de un brazo de pinza de alta resistencia utilizando ZEISS T-SCAN hawk 2 y ZEISS REVERSE ENGINEERING (ZRE).

La tarea principal consiste en recrear la pieza original del brazo de pinza.



## Escaneo 3D para mantenimiento, reparación y revisión

Cuando se necesita reparar un equipo pesado crítico, pero faltan los datos CAD originales, el escaneo 3D y la ingeniería inversa solucionan el problema. Con el T-SCAN hawk 2 portátil, los equipos de MRO capturan piezas desgastadas con rapidez y precisión directamente en el sitio, incluso en piezas grandes y contaminadas.

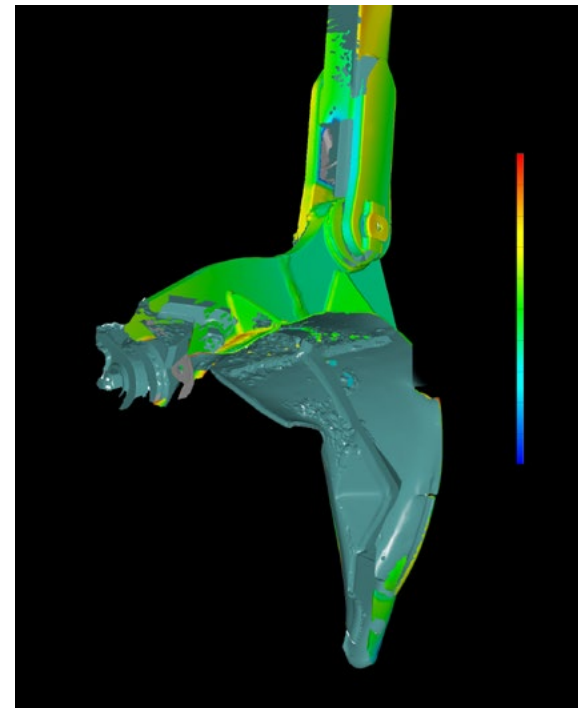
ZEISS REVERSE ENGINEERING transforma los datos del escaneo en modelos CAD robustos e idealizados, listos para la fabricación y documentación con garantía de futuro, lo que ayuda a minimizar el tiempo de inactividad y a prolongar la vida útil de los activos.



La aplicación surge en un contexto típico de la industria metalúrgica, como la producción de acero, la forja, la fabricación de equipos de minería o la manipulación de maquinaria pesada. En estas industrias, los brazos de agarre se utilizan para sujetar y mover componentes grandes y pesados. Estos están constantemente expuestos a altas cargas estáticas y dinámicas, impactos, suciedad, incrustaciones, aceite y otros contaminantes.

Con el uso prolongado, estas condiciones provocan desgaste, deformación y daños locales. En este caso, el brazo de agarre es tan antiguo que los datos de diseño originales ya no están disponibles. Sin embargo, la pieza debe reproducirse para mantener la maquinaria existente operativa y evitar costosos tiempos de inactividad.

Por lo tanto, la ingeniería inversa es la forma más eficiente de crear un modelo digital fiable que pueda utilizarse para la fabricación de nuevas piezas.



## Introducción ejecutiva



Haga clic para navegar



## Escáneres láser 3D portátiles para aplicaciones en sitio

El ZEISS T-SCAN hawk 2 se ha elegido para esta aplicación por su combinación de portabilidad, robustez industrial y precisión metrológica. Una de las características clave es el modo satélite, que permite escanear con precisión piezas de gran tamaño. Los brazos de agarre son piezas alargadas, con un grosor aproximado de entre 800 y 1200 milímetros por segmento. El modo satélite permite al operador moverse a lo largo del brazo de agarre, escaneando sección por sección, mientras el escáner mantiene un escaneo estable y preciso. Esto resulta especialmente útil en talleres donde no es posible trasladar la pieza a un laboratorio de metrología especializado.

Otra característica importante es el flujo de trabajo con botones del T-SCAN hawk 2. El escáner incluye una interfaz multibotón que permite al operador activar, pausar y cambiar de modo de escaneo directamente en el sistema. En combinación con el flujo de trabajo guiado de ZEISS INSPECT, esto facilita el uso del sistema incluso para operadores sin experiencia en metrología. En la industria metalúrgica pesada, donde el personal suele trabajar con rapidez y en condiciones exigentes, este manejo intuitivo reduce significativamente la necesidad de formación y minimiza los errores del usuario.

El gran volumen de medición del escáner también desempeña un papel importante. Permite al usuario cubrir áreas extensas del brazo de agarre sin tener que reposicionar constantemente el sistema ni añadir grandes cantidades de marcadores de referencia, como sucedería con las soluciones de seguimiento óptico.



## Preparativos para el escaneo

El procedimiento de escaneo comienza con la preparación básica del segmento del brazo de agarre. La pieza suele estar fabricada en acero o acero fundido y suele presentar signos de uso intensivo, como bordes desgastados, abolladuras, corrosión o esquinas astilladas. La superficie se limpia según sea necesario para eliminar la suciedad suelta, la cascarilla y el aceite. No se requiere spray de escaneo, ya que el T-SCAN hawk 2 puede procesar la mayoría de las superficies metálicas sin tratamiento adicional.

A continuación, se distribuyen cubos de referencia magnéticos a lo largo del brazo de agarre. Estos cubos se pueden colocar y retirar rápidamente de la superficie de acero del brazo de agarre. Al ser magnéticos, no requieren adhesivo y se pueden

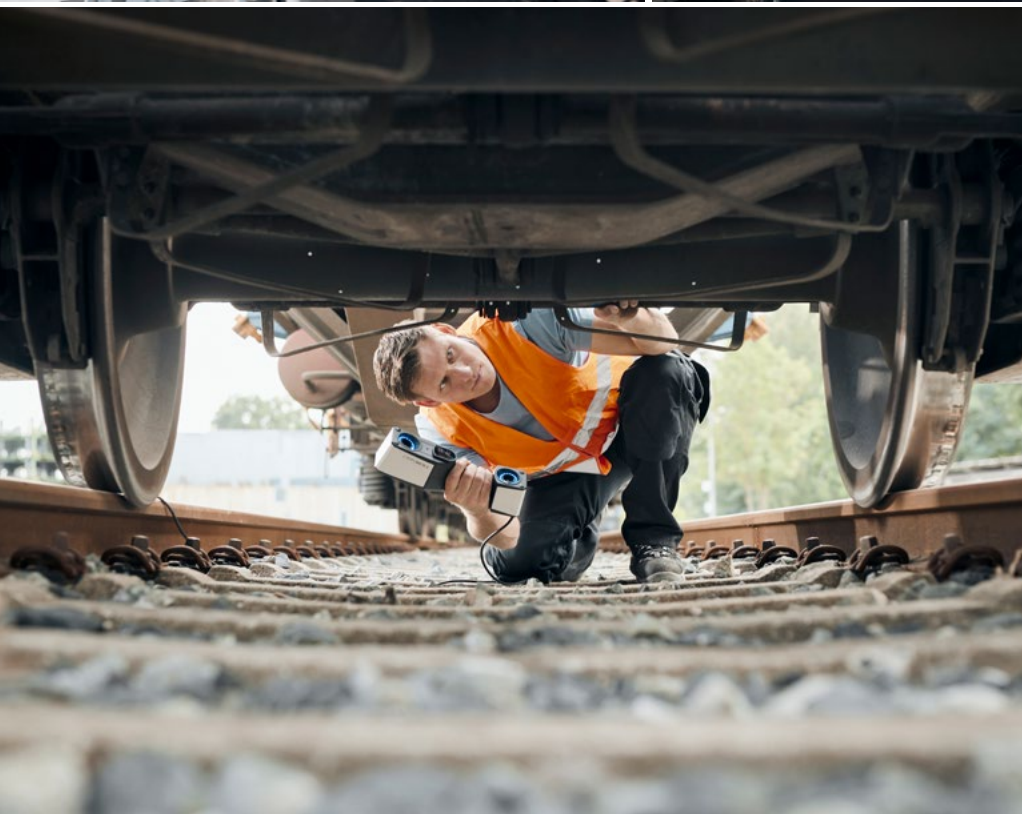
reposicionar fácilmente a medida que avanza el escaneo. Esto resulta ventajoso en superficies rugosas o aceitosas donde los marcadores adhesivos podrían fallar. El resultado es una configuración flexible y muy rápida en comparación con muchos métodos de medición tradicionales.

Tras utilizar el modo satélite para capturar los puntos de referencia, estos proporcionan una geometría de referencia estable que el escáner utiliza para mantener su seguimiento espacial. Para iniciar el proceso de escaneo de este brazo de agarre, el ZEISS T-SCAN hawk 2 se calibra para el volumen de medición extendido. Esta función permite mantener el número de cubos al mínimo y capturar la parte grande aún más rápido y con la mayor precisión posible.

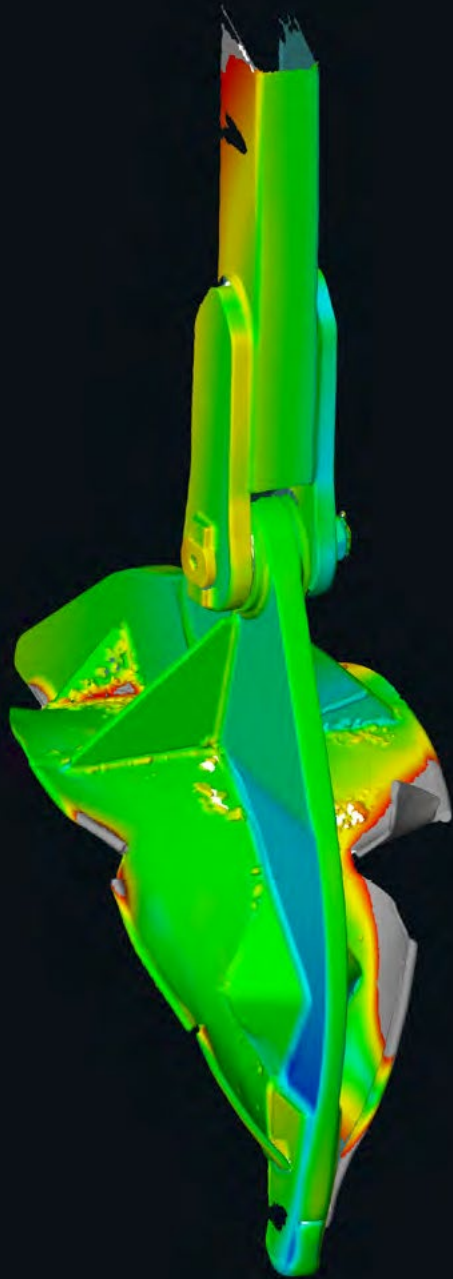


**Dimensiones:  
escaneo de piezas**

# grandes



El operador comienza con un escaneo global de las superficies accesibles, siguiendo los contornos exteriores del segmento del brazo de la pinza. En esta pasada, el escáner captura la forma general, incluyendo el cuerpo principal, las superficies de agarre y las interfaces. Tras esta cobertura inicial, el operador se centra en las regiones críticas, como las caras funcionales, las interfaces de montaje, los orificios, los barrenos y cualquier superficie esencial para el ajuste y la transferencia de carga. En estas áreas, el escáner puede utilizarse con una resolución más alta para garantizar la captura precisa de los detalles finos. Las zonas dañadas también se escanean cuidadosamente, aunque se corregirán posteriormente en el software. Capturar su estado real es importante para comprender el grado de desgaste y tomar decisiones informadas en la fase de ingeniería inversa. Una vez finalizado el escaneo, el software utiliza los puntos de referencia para fusionar los escaneos en un conjunto de datos coherente.



## Datos 3D: la base para la ingeniería inversa

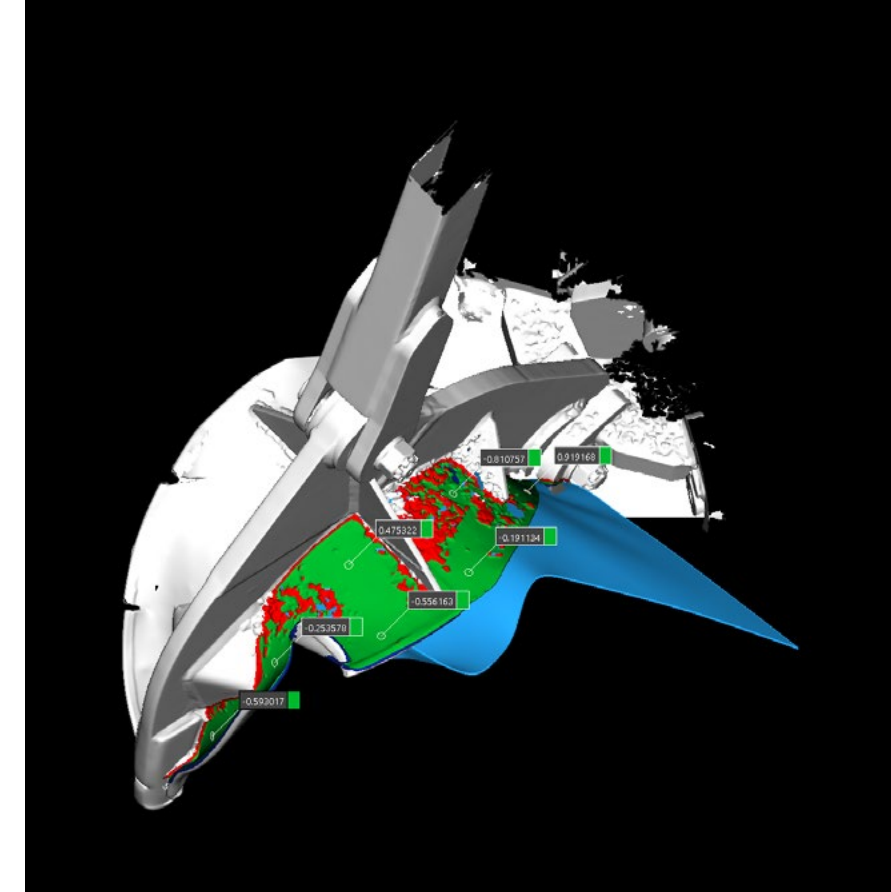
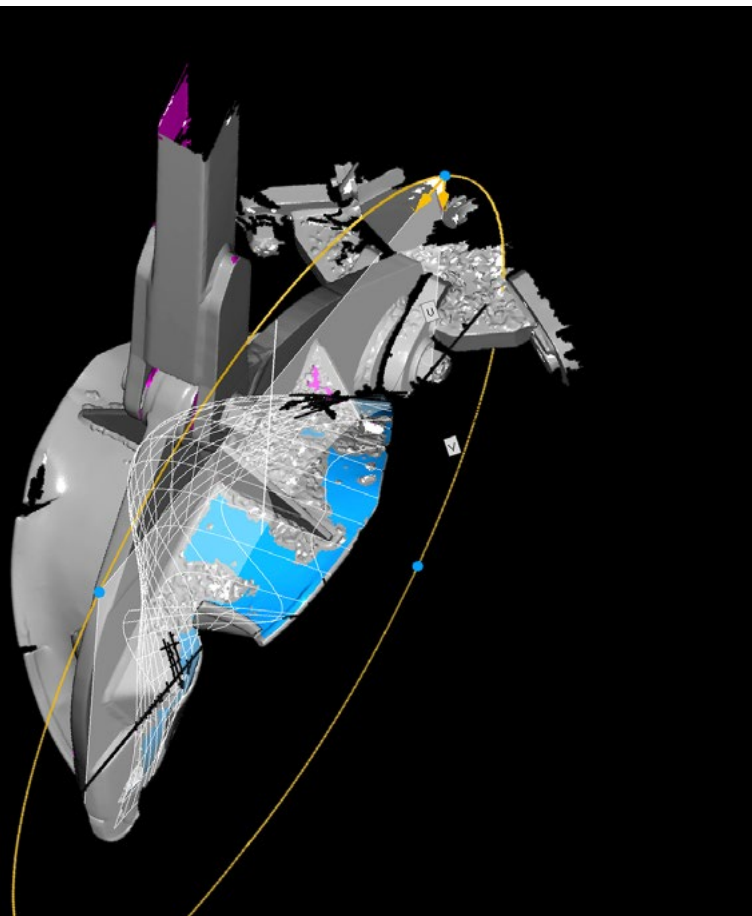
Una vez finalizado el escaneo, los datos se procesan en ZEISS INSPECT. El primer paso es limpiar los datos de escaneo sin procesar. Si existen pequeños agujeros en áreas no críticas causados por efectos de sombreado, el software puede rellenarlos, aunque se procura no modificar las regiones funcionales críticas en esta etapa. Se comprueban las áreas de escaneo individuales desde diferentes orientaciones para garantizar la alineación y el registro correctos, lo cual suele gestionarse de forma robusta mediante el seguimiento basado en los puntos de referencia.

A continuación, se establece un sistema de coordenadas global. Por ejemplo, un plano principal en el brazo de la pinza puede definir el plano base, y el eje de un orificio central puede definir el eje principal. Esta alineación es importante, ya que los procesos de CAD y fabricación posteriores se basan en un sistema de coordenadas coherente que se corresponde con el montaje o ensamblaje de la pieza en la máquina.

A continuación, el software optimiza automáticamente la malla, utilizando métodos de suavizado y reducción de polígonos cuando es necesario, pero con especial atención a la conservación de los bordes afilados y las características geométricas importantes. El objetivo es producir una malla bien estructurada, ideal para la ingeniería inversa.

## Ingeniería inversa de piezas antiguas

Esta malla optimizada se exporta directamente de ZEISS INSPECT a ZEISS REVERSE ENGINEERING (ZRE). La transferencia fluida evita problemas de compatibilidad y garantiza la conservación de la alta calidad del escaneo. En ZRE, el proceso de ingeniería inversa comienza con la confirmación de que el sistema de coordenadas global esté en la posición correcta. A continuación, la malla se segmenta en regiones geométricas lógicas. Se identifican áreas planas, características cilíndricas, superficies cónicas y regiones de forma libre.



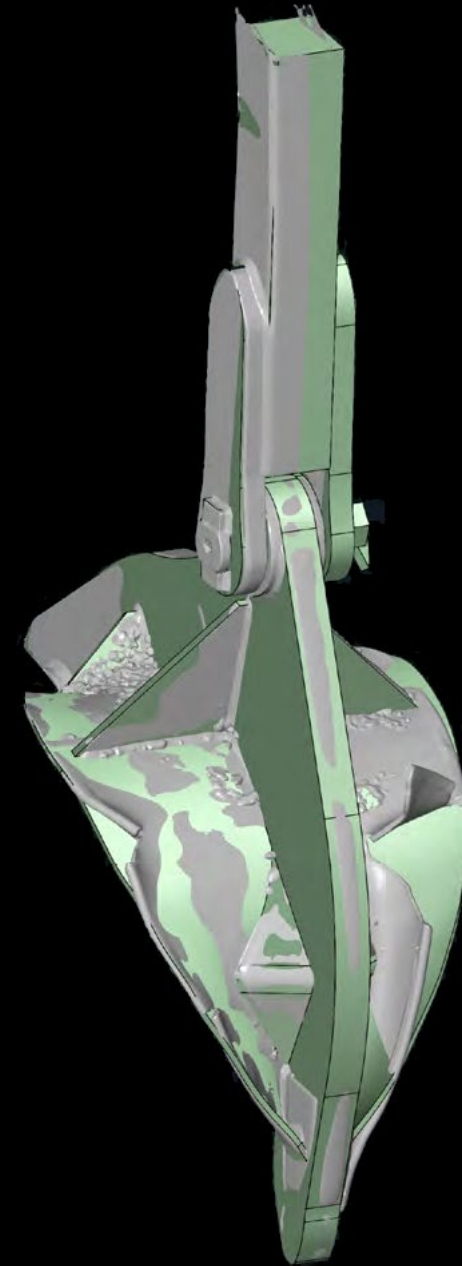
En este punto, el estado de la pieza cobra especial importancia. El brazo de la pinza está muy dañado, por lo que la geometría escaneada no representa el diseño original ideal. Por lo tanto, la tarea en ZRE no consiste simplemente en ajustar las superficies a la malla, sino en reconstruir el diseño original y corregir el desgaste y los daños. El operador utiliza las herramientas de boceto de ZRE para crear secciones transversales y bocetos directamente sobre y a través de la malla escaneada. Estos bocetos capturan la forma aproximada, pero luego se ajustan para producir una geometría idealizada. Las áreas dobladas, las superficies abolladas o los bordes astillados se corrigen redibujando las curvas y las superficies para que cumplan con las expectativas de ingeniería en cuanto a resistencia, espacio libre y función.

La simetría y las restricciones se aplican siempre que sea posible. Muchos diseños de pinzas son simétricos respecto a ciertos planos o ejes. ZRE permite aplicar explícitamente estas simetrías. Es posible incorporar en los bocetos restricciones dimensionales, como diámetros nominales para ajustes o espesores estándar de material. Esta combinación de referencia basada en escaneo y corrección paramétrica permite obtener un modelo CAD idealizado, fiel al diseño original y apto para la fabricación.

A partir de estos bocetos y curvas de referencia, se generan superficies que luego se convierten en sólidos. El objetivo es obtener un modelo sólido completamente cerrado de un segmento del brazo de la pinza. Una vez disponible, el operador añade detalles como filetes y chaflanes. Estos son importantes tanto por razones funcionales, como la distribución de tensiones y la facilidad de fabricación, como para la coincidencia con el diseño original de la pieza. ZRE permite añadir filetes y chaflanes con radios y ángulos definidos.

En este caso, el brazo de la pinza es simétrico respecto a un eje central, y el conjunto completo consta de varios segmentos idénticos dispuestos alrededor de dicho eje. En lugar de aplicar ingeniería inversa a cada segmento individualmente, solo se modela y refina completamente uno. ZRE permite copiar este segmento y rotarlo alrededor del eje central para formar el conjunto completo de la pinza. El operador especifica el número de segmentos idénticos y la separación angular entre ellos. Este método produce una simetría perfecta y reduce significativamente el tiempo y el esfuerzo necesarios.

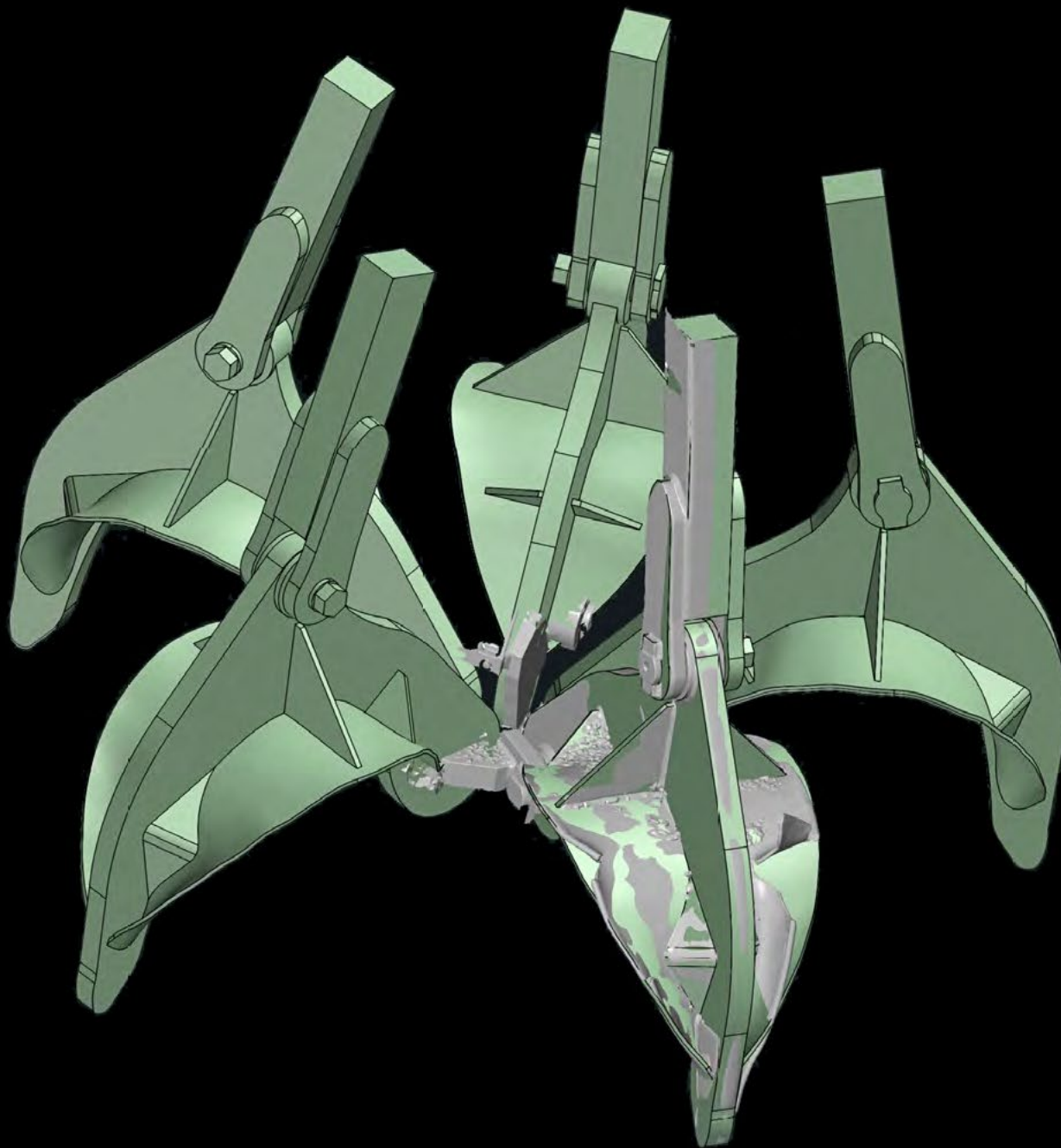
Antes de finalizar el modelo CAD, se verifica con el escaneo original. El CAD idealizado se superpone a la malla y se utilizan gráficos de desviación o comparaciones seccionales para comprobar la relación entre la nueva geometría y los datos escaneados. Este paso confirma que las correcciones aplicadas en el proceso de ingeniería inversa son adecuadas y que las áreas funcionales críticas se ajustan a las limitaciones reales de la maquinaria. Si las desviaciones son demasiado grandes en zonas importantes, se pueden realizar ajustes locales.



## Ingeniería inversa completada

El resultado es un modelo CAD limpio del segmento del brazo de la pinza y, si es necesario, de todo el conjunto de la pinza. Este modelo se puede exportar en formatos comunes como STEP o IGES. A partir de ahí, se puede utilizar para crear planos de fabricación, generar programas de mecanizado CNC o herramientas de fundición, y ejecutar simulaciones como el análisis de elementos finitos. La empresa ahora cuenta con un gemelo digital de una pieza que anteriormente solo existía como un componente físico desgastado, lo que evita la pérdida de datos de diseño en el futuro.

En este caso, no se necesitaron aplicaciones ZEISS INSPECT adicionales. El flujo de trabajo se realizó íntegramente con las funciones principales de ZEISS INSPECT para el escaneo y la preparación de la malla, y ZEISS REVERSE ENGINEERING para el modelado. Esto demuestra que, incluso sin aplicaciones especializadas, la combinación de T-SCAN hawk 2 y ZRE ofrece una solución completa para tareas complejas de ingeniería inversa.



## Resumen de la aplicación

En general, el uso de T-SCAN hawk 2 y ZEISS REVERSE ENGINEERING en esta aplicación ofrece importantes ventajas para la industria pesada. El escáner portátil puede utilizarse directamente en el entorno de producción, sin necesidad de una configuración compleja ni de ser sensible a problemas de línea de visión. El flujo de trabajo guiado por botones facilita el escaneo a nuevos usuarios. El modo satélite permite digitalizar componentes largos y pesados con precisión y rapidez. En el software, la capacidad de corregir geometrías dañadas, respetar la simetría y recrear la intención del diseño da como resultado un modelo CAD robusto y listo para la fabricación. Este enfoque reduce el tiempo de inactividad, evita errores de medición manual y garantiza la reproducción fiable de componentes heredados críticos incluso cuando la documentación técnica original ya no está disponible.





## **ZEISS T-SCAN hawk 2**

La herramienta ideal para cualquier tarea

### **Comenzar es fácil**

Capture datos de alta precisión al instante. Descubra cómo recalibrar el sensor rápidamente y con una sola toma, y descubra todo lo que hace que el T-SCAN hawk 2 sea tan fácil de usar con nuestras sesiones de introducción.

### **Opere con solo presionar un botón**

El T-SCAN hawk 2 cuenta con cuatro botones para iniciar y navegar su flujo de trabajo directamente. No necesita usar el software por separado en su computadora portátil.

### **Alternando entre diferentes tareas**

El T-SCAN hawk 2 ofrece ajustes precisos de resolución y campo de visión. Ya sean piezas pequeñas, detalles finos, objetos grandes, bolsillos profundos, espacios reducidos o áreas de difícil acceso, este escáner láser 3D cumple con su función.

### **Potente en superficies oscuras y brillantes**

El T-SCAN hawk 2 permite escanear en una amplia gama de materiales y superficies, proporcionando datos de medición 3D con la máxima precisión.

# Datos técnicos

## ZEISS T-SCAN hawk 2

Escaneado de alta velocidad	Incluido (múltiples cruces de láser azul)
Cavidades profundas	Incluido (línea láser azul sencilla)
Profundidad de campo flexible	Incluido (radar de distancia de objeto)
Escaneado detallado	Incluido
Recalibración de sensor de un disparo	Incluido (hiperescala)
Piezas grandes	Incluido (modo satélite, no se requieren objetos codificados)
VOLUMEN DE MEDICIÓN EXTENDIDO	Compatible
Patrones de longitud de fibra de carbono	Certificados (DAkks / ILAC) (1)
Precisión volumétrica	0.02 mm + 0.015 mm/m (2)
Clase de láser (IEC 60825-1:2014)	Clase 2 (seguro para los ojos)
Peso	< 1kg
Cable	10 m (ultraligero)
Software	ZEISS QUALITY SUITE / ZEISS INSPECT
Flujo de trabajo completamente remoto	Compatible

(1) D-K-21312-01-00 conforme a DIN EN ISO/IEC 17025:2018

(2) Prueba de validación basada en ISO 10360



## Casos de uso versátiles



### Automotriz

Los escáneres láser 3D complementan la industria automotriz al capturar con precisión geometrías detalladas para garantizar altos estándares de calidad. Su portabilidad permite un escaneo eficiente en la línea de producción y una rápida creación de prototipos.



### Diseño

Con T-SCAN hawk 2, digitalice fácilmente formas complejas y objetos físicos para proyectos de diseño. El modelo 3D actúa como una base ideal para modificaciones de productos, tareas de diseño de interiores y visualización 3D completa.



### Energía

T-SCAN hawk 2 es ideal para el sector energético, ya que captura rápidamente detalles intrincados de los componentes, cumpliendo con los estándares de la industria. Su portabilidad permite un escaneo eficiente in situ para una gestión integral de activos.



### Aeroespacial

El escáner láser 3D se utiliza para realizar inspecciones críticas de seguridad en grandes estructuras aeroespaciales para minimizar el tiempo de inactividad. Los datos capturados facilitan la identificación de abolladuras, protuberancias y arrugas de forma eficiente y sencilla.



## Experimente el ZEISS T-SCAN hawk 2

**Precisión portátil, desarrollado y producido por ZEISS**

El T-SCAN hawk 2 portátil es el escáner láser 3D ligero de última generación: con precisión de grado metrológico y una facilidad de uso excepcional, es la solución ideal para escanear.



**¿Quiere saber más?**

Contacte con su socio local de  
**#HandsOn** Metrology Práctica



**Carl Zeiss**  
**GOM Metrology GmbH**

Schmitzstraße 2  
38122 Braunschweig  
Alemania  
Tlf.: +49 531 390290  
[support@handsonmetrology.com](mailto:support@handsonmetrology.com)

[HandsOnMetrology.com](https://www.HandsOnMetrology.com)

