



Formación en Digitalización 3D

Print the Future

Ricardo Vela

19/10/2021



CINTECX

Universidad de Vigo

Contenido

1. INTRODUCCIÓN
2. PREPARACIÓN
3. ESCANEADO
4. LIMPIEZA
5. ALINEACIÓN
6. REGISTRO
7. FUSIÓN
8. POST PROCESO
9. TÉCNICAS AVANZADAS EN ARTEC STUDIO
10. CALIBRACIÓN Y CORRECCIÓN DE ESCÁNERES
11. PROBLEMAS HABITUALES

Introducción

Introducción

El presente documento está desarrollado para trabajar con los escáneres de Artec:



Eva/Eva Lite



Space Spider



Leo



Micro

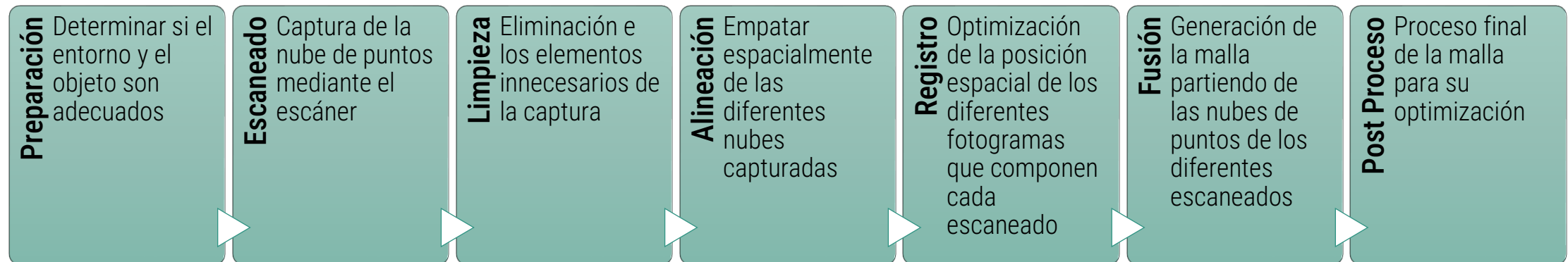


Ray

Y utilizando como software de procesamiento Artec Studio 15

Proceso de escaneo

El proceso de digitalización conlleva una serie de etapas, necesarias para tener éxito en esta tarea:



Selección del hardware adecuado

Escáner: La idoneidad del equipo a utilizar viene determinada por varios factores

- ✓ Tamaño del objeto a digitalizar
- ✓ Resolución necesaria en la captura
- ✓ Precisión de la captura
- ✓ Iluminación
- ✓ Características superficiales y de color del objeto a escanear

Hardware informático: Se pueden usar dos tipos de equipos:

- ✓ Estación de trabajo Sobremesa/Portátil
- ✓ PC gaming gama alta

Selección del escáner

La selección del equipo dependerá fundamentalmente del tamaño del objeto a digitalizar

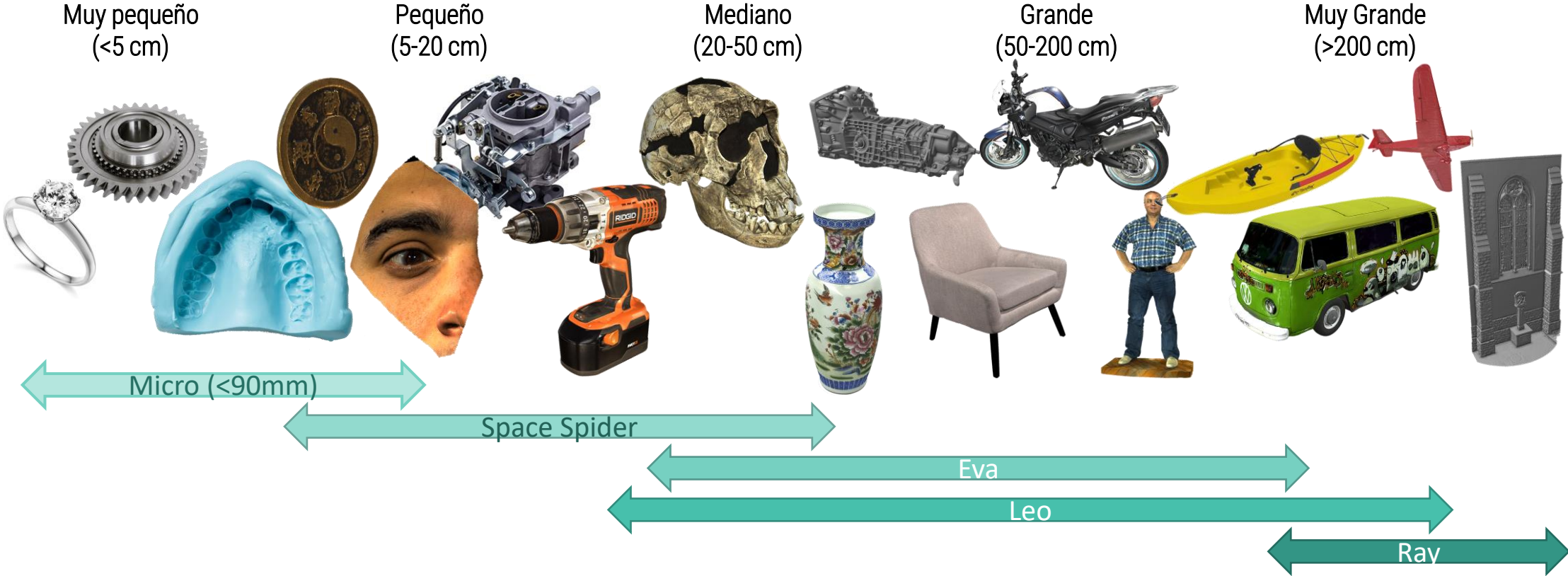


Tabla comparativa

Precisión: Diferencia entre valor medido y valor real

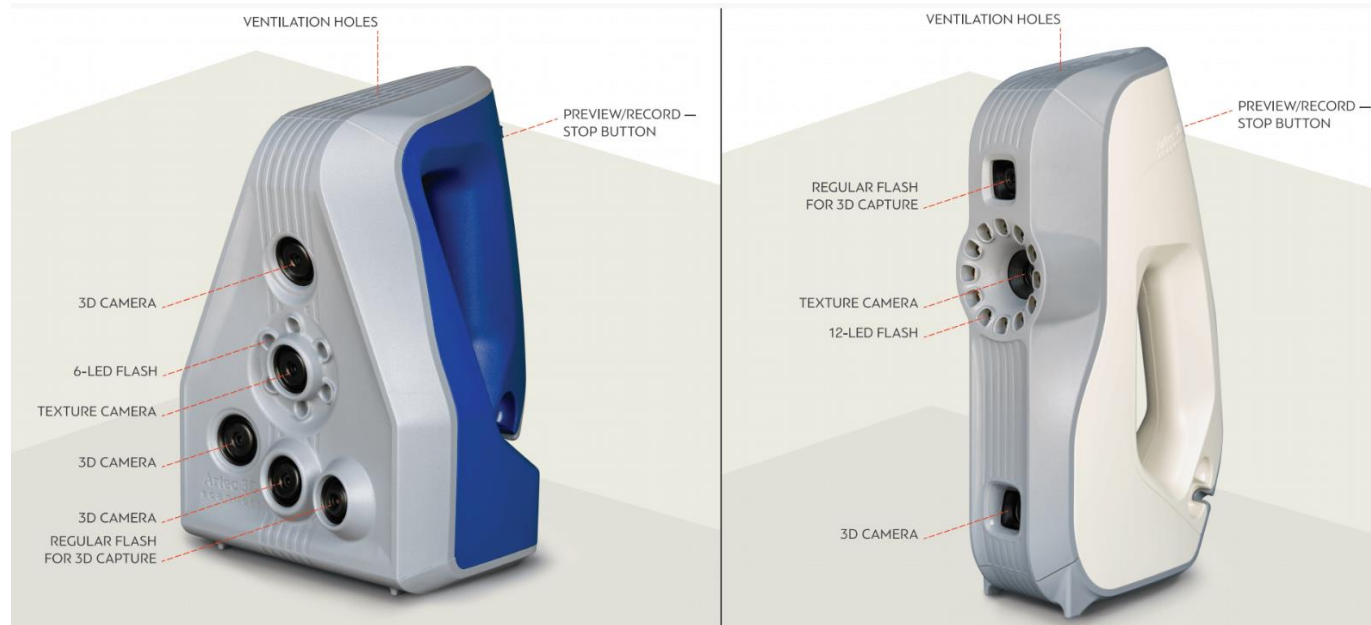
Resolución: Tamaño de triángulo

Precisión de punto:
Tolerancia entre Frames

Precisión 3D: En función del volumen de escaneo.

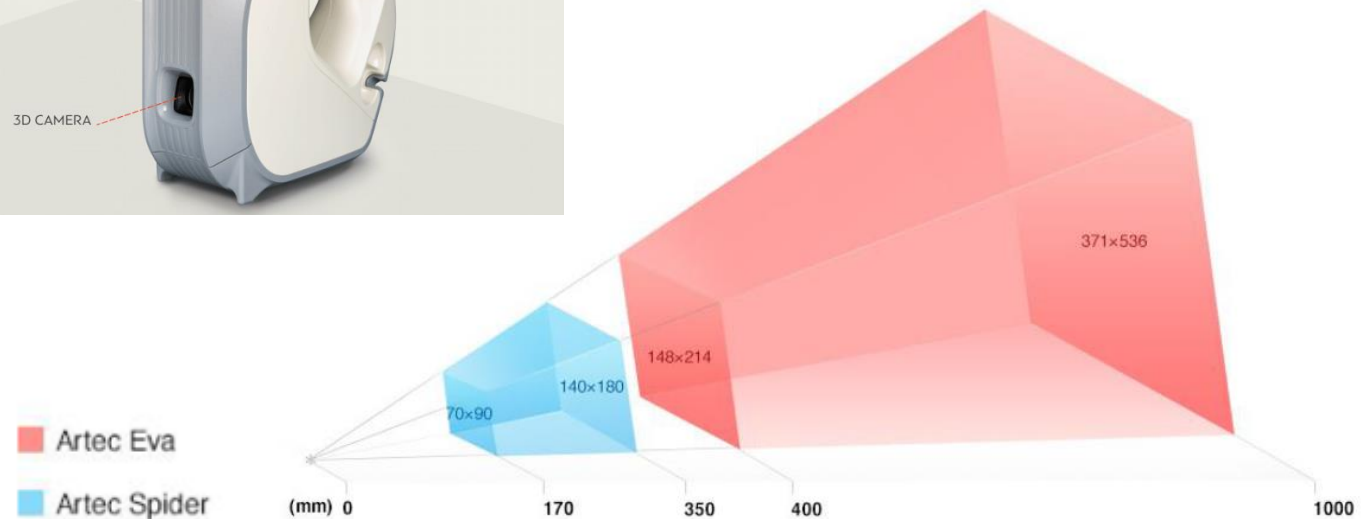
	 Micro	 Space Spider	 Eva / Eva Lite	 Leo	 Ray
Tipo de escáner	Sobremesa	De mano	De mano	Inalámbrico de mano	De largo alcance
Tamaño del objeto / área a escanear	Muy pequeño	Pequeño	Mediano	De mediano a grande	De grande a muy grande
Precisión, hasta	0,01 mm	0,05 mm	0,1 mm	0,1 mm	0.7 mm @15 m
Resolución hasta	0,029 mm	0,1 mm	0,2 / 0,5mm	0,2 mm	0.0125°
Tecnología sin marcadores	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Seguimiento de color + geometría	N/A	Sí	Sí / No	Sí	Sí
Captura de color	Sí	Sí	Sí / No	Sí	Sí
Software de escaneo	Artec Studio	Artec Studio	Artec Studio	Software integrado	Artec Studio o Artec Remote App
Software de procesamiento de datos	Artec Studio	Artec Studio	Artec Studio	Artec Studio	Artec Studio

Selección del escáner



Cuidados

- Lentes: Limpieza con artículos para fotografía
- Evitar impactos y vibraciones



Equipamiento auxiliar (I)

Además del hardware de Artec se deberá disponer de un PC para el tratamiento de las nubes de puntos, el equipo necesario debe cumplir los siguientes requisitos:

- **Sistema Operativo:** Windows 7, 8 o 10 (x64), en todos modelos de escáner salvo Micro que sólo funciona con Windows 10 x64
- **USB (tipo A):** 2.0 para Artec Eva, Spider y Space Spider, 3.0 ó 3.1 para Artec Micro y cualquiera de los anteriores para Artec Ray. Eva, Spider son compatibles con USB 3.0
- **CPU:** Intel Core i9, i7 o i5 (mínimo 76xx o posterior). AMD Ryzen Threadripper e Intel Xeon. Nota se han detectado algunos problemas con la generación 11^a de Intel 11XXX y con la 10^a 10XXGX y el escáner Leo. Recomendado i7 (Nehalem o superior) y mejor si es i9.
- **RAM:** Mínimo 12GB (Eva), 18GB (Spider) y 32GB (Leo, Micro y Ray) aunque se recomiendan 64GB. Para el modo HD (Eva y Leo) mín 32GB, se recomienda más de 64GB. Para post proceso se recomienda 3x tamaño del proyecto en Artec Studio

Equipamiento auxiliar (II)

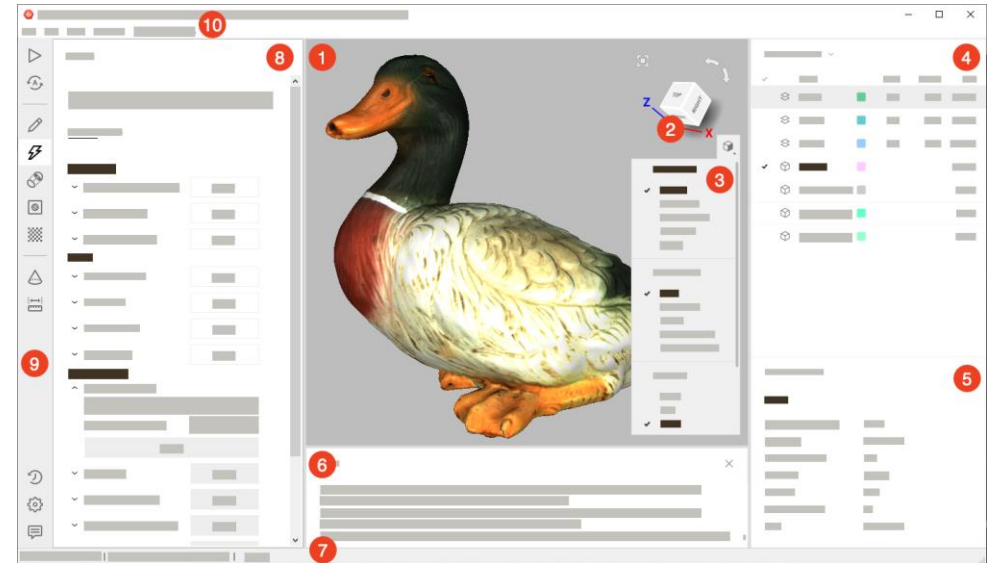
- **Tarjeta gráfica:**

- Modo SD: NVIDIA o AMD con al menos 2GB de VRAM
- Modo HD (Eva o Leo): mínimo Nvidia con CUDA 6.0 (Pascal) o superior y al menos 2GB de VRAM para Eva y 4GB para Leo. Se recomienda NVIDIA con CUDA 6,1 o superior y más de 8GB de VRAM. Configuración SLI no recomendada. En función de la velocidad buscada en la reconstrucción:

Lento (1,5 a 2,5 FPS)	Normal (2,5 a 4,5 FPS)	Rápido (más de 4,5 FPS)
GeForce 16 Series: 1650	GeForce 16 Series: 1660 Ti, 1660 Super y 1660	GeForce RTX 20 Series: 2080, 2070, 2060
GeForce 10 Series: 1050, 1050Ti	GeForce 10 Series: 1070, 1060	GeForce GTX 1080, 1080 Ti
GeForce 900 Series: 960 o 960M y superiores	Quadro: RTX 3000, P4000 (sobremesa), P3200, M3000M o superior (Portátil)	Quadro: RTX 4000, P5000 o superior (sobremesa), P4200 o superior (Portátil)
Quadro: Serie P (P2000 o superior) M2000M		Titan: Familias RTX, V, Xp

Espacio de trabajo de Artec Sudio


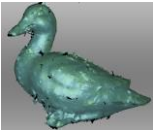

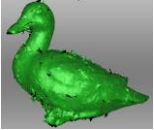

1.Vista 3D	Muestra todos los datos 3D.
2.Cubo de navegación	Orienta los objetos rápidamente.
3.Barra de herramientas 3D	Modifica la apariencia de los datos 3D
4.Panel de espacio de trabajo	Enumera y administra objetos 3D
5.Panel de propiedades	Muestra información detallada para objetos 3D.
6.Ventana de registro	Almacena registros de cualquier comando ejecutado, especificando la hora y los detalles
7.Barra de estado	Contiene información sobre la disponibilidad de memoria y el uso actual de Artec Studio. También tiene un indicador de progreso.
8.Panel izquierdo	Acomoda paneles para varios modos de aplicación, incluidos escaneo, piloto automático, editor, herramientas, alineación, reparación de agujeros , textura , construcción, medidas, configuraciones , historial y comentarios
9.Barra de herramientas izquierda	Barra de herramientas para iniciar los modos mencionados anteriormente.
10.Barra de menús	Menús desplegables con varios comandos.



Tipos de objetos del panel de espacio de trabajo

Type	Icon	Content	Origin
Escaneo		Conjunto de fotogramas	De los escáneres Eva, Spider, Leo, y Micro
HD raw data		Conjunto de fotogramas HD	Del escáner Artec Eva
Nube de puntos escaneada		Nube de puntos	Del escáner Artec Ray
Modelo		Malla poligonal	Resultado del algoritmo (Fusión) o malla importada
Modelo CAD		Modelo CAD	Importado
Cilindro		Primitiva CAD	Creado en Artec Studio
Cono		Primitiva CAD	Creado en Artec Studio
Plano		Primitiva CAD	Creado en Artec Studio
Esfera		Primitiva CAD	Creado en Artec Studio
Toroide		Primitiva CAD	Creado en Artec Studio
Forma libre		Primitiva CAD	Creado en Artec Studio
Dianas		Nube de dianas	Importado
Grupo		Grupo de objetos	Agrupación de los objetos enumerados anteriormente

Modos de visualización de color

Textura	Muestra datos texturizados; De lo contrario, el software utiliza el color predeterminado del escaneo.		Ctrl+Alt+1
Color de escaneo	Muestra el color predeterminado del escaneo; la figura muestra dos escaneos		Ctrl+Alt+2
Color de la superficie	Muestra cada fotograma en un escaneo usando un color diferente		Ctrl+Alt+3
Error máximo	Colorea los fotogramas de Eva y Spider de acuerdo con su calidad de registro de verde a rojo pasando por amarillo y naranja; rojo indica valores inaceptables y errores de registro		Ctrl+Alt+4
Radiografía	Beneficioso para datos ruidosos ya que resalta solo áreas con alta densidad de puntos; cuenta con un control deslizante para ajustar su intensidad		Ctrl+Alt+5


Proyecto de Artec Studio

Un proyecto engloba todos los datos 3D obtenidos mediante el escaneo y el pos procesamiento que se pueden guardar en el disco y acceder a ellos para su uso posterior. Además, contiene el historial de comandos y los resultados de las mediciones. Para cada proyecto, una carpeta correspondiente contiene todos los datos del proyecto y un archivo de proyecto A3D.

Hay que tener en cuenta que los datos del proyecto se almacenan como archivos .sst para las versiones 16 y posteriores, y es posible que no se pueda acceder a ellos. Las versiones 16 y superiores de Artec Studio no admiten archivos SPROJ. Los proyectos creados con versiones anteriores en el formato de archivo SPROJ deben convertirse al formato A3D para que sean compatibles.

Piloto automático (Autopilot)

Para los principiantes, la forma más sencilla de obtener un modelo 3D es utilizando el piloto automático. También es un gran ahorro de tiempo para usuarios avanzados. Ideal para obtener un modelo 3D completo sin conocer todos los entresijos del posprocesamiento. Consta de dos partes principales: semiautomática (edición y alineación) y automática.

Inicialmente solicita datos sobre el escaneo, calidad, superficies, tamaño... Pulsar  para ver la ayuda

Después se puede ajustar la configuración del piloto automático:

- El método de llenado de huecos indica al algoritmo que rellene o no rellene huecos en el modelo.
- Resolución del modelo: cuanto menor sea el valor de resolución, más nítida será la forma y más detalles verá. Si no está seguro, deje el valor como Automático.
- El recuento de polígonos determina cuántos polígonos tendrá el modelo resultante. Cuanto mayor sea el valor, mejor será la calidad y mayor será el tamaño del archivo. Si no está seguro, deje el valor como Automático.
- Textura: desactive esta casilla de verificación si no se desea aplicar textura al modelo.
- La resolución de textura toma valores específicos en el rango de 512x512 a 8192x8192 o 16384x16384 píxeles dependiendo de la memoria GPU disponible.

Piloto automático (Autopilot)

Los primeros pasos son semiautomáticos:

- Borrado de zonas escaneadas si interés
- Si hay varios escaneos es posible alinearlos de forma manual

Los pasos automáticos se pueden agrupar de la siguiente manera:

- Procesado:
 - Registro global
 - Eliminación de ruido
 - Fusión
- Post procesado:
 - Filtro de objetos pequeños
 - Simplificación de la malla
 - Texturizado

El modo de piloto automático no implementa técnicas avanzadas como Reconstrucción HD y Registro de fotografías

Preparación

Preparación

Entorno:

- ✓ Luz ambiente
- ✓ Distancia

Objeto:

- ✓ Examinar características
- ✓ Comprobar la superficie
- ✓ Asegurar la inmovilidad/rigidez del modelo durante el escaneado: Mecanismos bloqueados o evitar mover objetos no rígidos

Escaneado:

- ✓ Mantener la distancia correcta y mantener la velocidad adecuada
- ✓ Mover la muñeca para alcanzar todos los ángulos
- ✓ Mirar siempre a la pantalla

Entorno

Luminosidad

Analizar cómo afectará la luz presente en el espacio de trabajo. Esto afectará en la proyección del patrón y en su registro. Los escáneres de luz led (Space Spider y Eva) no registrarán correctamente a plane luz solar, los escáneres láser (Leo y Ray) si pueden realizar este trabajo. Se prefiere una iluminación suave y uniforme, similar al caso de la fotografía tradicional

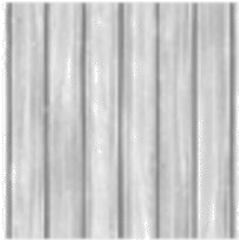
Distancia

Depende del escáner a usar, para trabajar con Eva o leo se necesita un área libre de 2 metros respecto a la pieza, además de fácil acceso a la pieza a escanear. Cuanto más lejos se escanee, menor resolución y si escaneamos muy cerca habrá ruido.

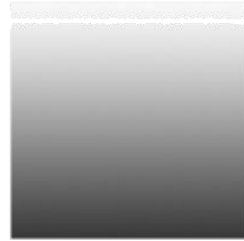
OBJETO: Examinar características

Mala Textura

Un color



Bajo contraste

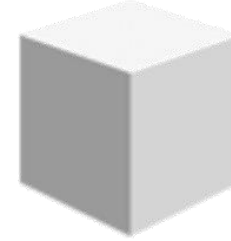


Patrón repetitivo



Mala Geometría

Geometría plana



Características finas



Geometría repetitiva



Buena Textura

Multicolor



Alto contraste



Patrón único



Buena Geometría

Geometría rica



Características grandes



Geometría única



OBJETO: Comprobar superficie

Superficies difíciles de escanear

Difícil de escanear:



Brillante



Negro



Poco definido



Transparente



Fácil de escanear:



Mate



Blanco



Bien definido



Opaco



Solución a superficies difíciles

Característica de la superficie

Negro o muy oscuro

Brillante o reflectante

Transparente o translucido (plástico o vela)

Bordes finos

Monocromático y forma simple

Posible solución

Spray de polvo antirreflejo (talco o pintura)

Spray de polvo antirreflejo, inclinar escáner al capturar

Spray de polvo antirreflejo

Agregar geometría de fondo (p.e: papel arrugado)

Pintar marcadores (p.e, "X" en cinta de carrocero) en las superficies circundantes

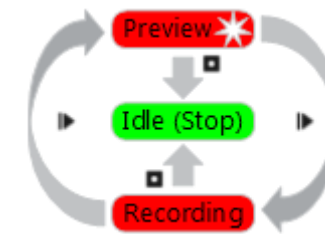
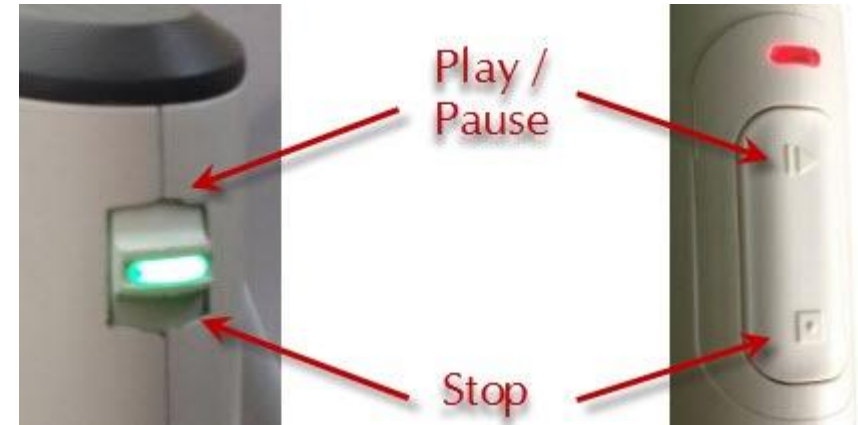
NOTA: Si el escáner admite el modo HD, puede capturar superficies oscuras o brillantes en alta resolución, en su forma original y sin pasos adicionales.

Escaneado

Botones del hardware






EVA y Space Spider tienen botones de tres posiciones:

- Play/Pause: Presionar este botón una vez para abrir el panel Escanear e iniciar el modo Vista previa. Presionar una vez más para empezar el registro. Posteriormente, al presionar este botón se cambiará entre Vista Previa y Grabación.
- Stop: Presionar una vez durante un escaneo para detener el proceso de escaneo; presione dos veces para detener el escaneo y cerrar el panel Escanear



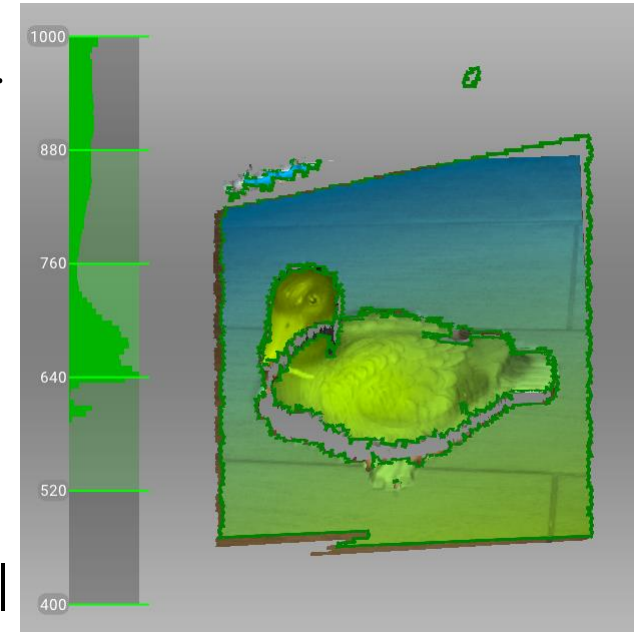
Indicadores LED de los escáneres Eva/Spider

Según el color y parpadeo del LED se puede realizar un seguimiento del proceso de escaneo:

-  Azul fijo: el escáner se está iniciando.
-  Verde intermitente: Artec Studio no puede detectar un escáner 3D.
-  Verde fijo: el escáner está conectado a la aplicación y listo para usar.
-  Parpadeando en rojo: el escáner está en modo Vista previa o se ha perdido el seguimiento en el modo Grabación .
-  Rojo fijo: el escáner está en modo de grabación y el seguimiento de objetos se está realizando correctamente.

Técnica de escaneo

- Mirar al objeto en la pantalla en lugar de mirar el objeto real.
- Asegurar que Artec Studio puede registrar con precisión los fotogramas del escáner:
 - No mover el escáner demasiado rápido
 - Mantener el objeto lo más cerca posible del centro del campo de visión
 - Mantenga la orientación del escáner de tal manera que el campo de visión esté lo suficientemente lleno de superficies
 - Intentar colocar el escáner de la forma en que la mayoría de las superficies en el campo de visión estén coloreadas en verde



Técnica de escaneo

- Al capturar un objeto en varios escaneos, capturar un área común en cada uno para garantizar la alineación
- Al capturar un objeto en un escaneo, girar alrededor del objeto, independientemente de la dirección, más un poco más de 360°
- No capturar demasiados fotogramas: Asegurar que se ha escaneado suficientemente todas las regiones, pero evitar escanearlas dos veces, excepto solapes.
- Escanear desde distintos ángulos facilitará obtener datos más fiables.

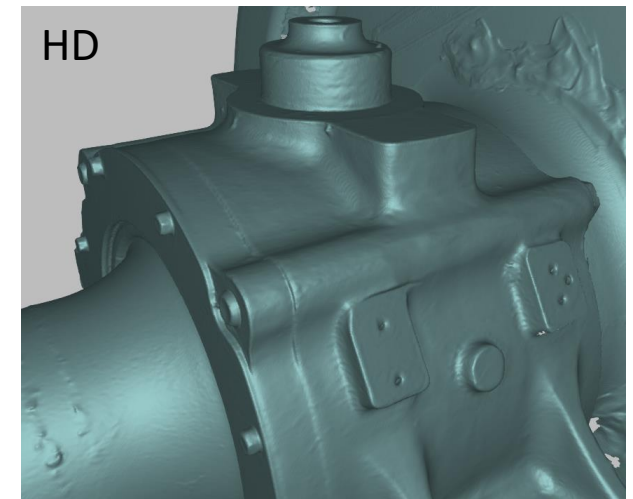
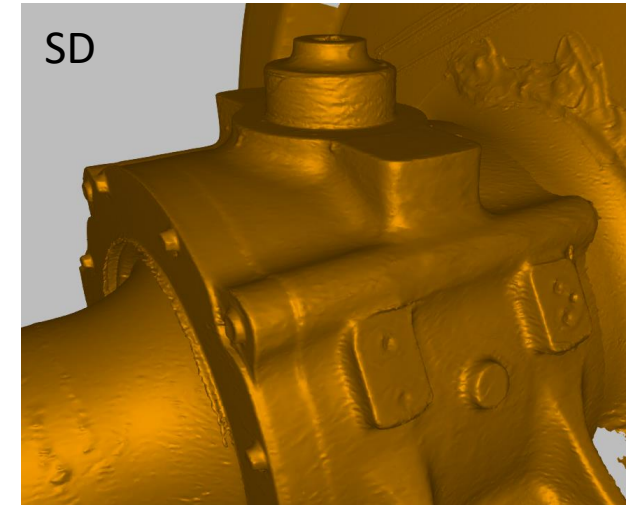
Recomendaciones: Un escaneo óptimo tiene sobre 500-1000 fotogramas, es interesante pausar y empezar un nuevo escaneo al alcanzar dichos valores. No se recomienda superar 4000 fotogramas aunque depende al equipo. Cualquier escaneo con menos de 50 fotogramas se suele borrar.

Modo HD (Eva/Leo)

Tecnología de escaneo impulsada por IA para escaneos ultranítidos, limpios y ricos en detalles. Ventajas:

- Escaneado con una alta resolución de hasta 0,2 mm
- Amplia la gama de objetos a escanear sin problemas y con gran detalle: desde piezas más pequeñas e intrincadas hasta áreas más grandes con detalles finos
- Bajo nivel de ruido en los datos sin procesar para obtener datos posprocesados más limpios y ahorrar tiempo para el modelo 3D final
- Capacidad para capturar superficies oscuras o brillantes en alta resolución, en su forma original y sin pasos adicionales

NOTA: El modo HD debe estar habilitado de antemano, antes de escanear o importar los datos HD.

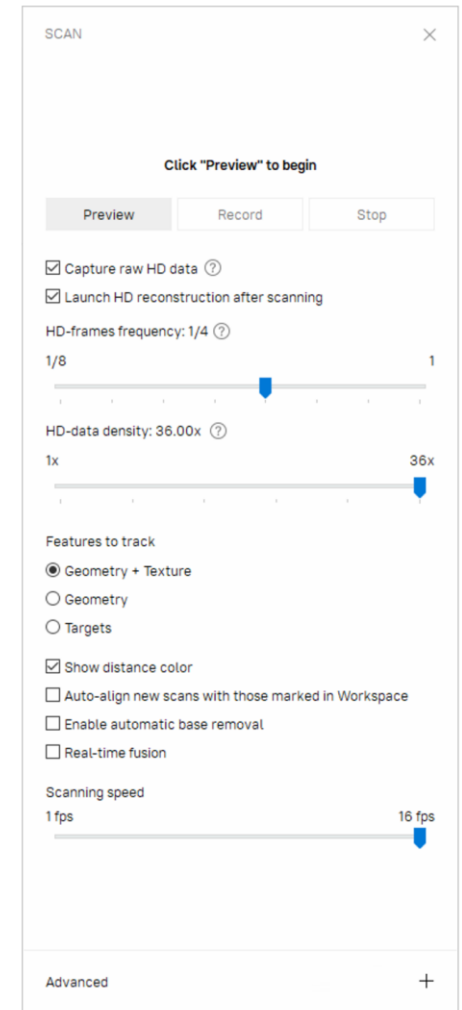


Tracking

Hay tres modos de realizar el seguimiento o cálculo de la posición del escáner en un sistema de coordenadas relativo al a escena.

- **Geometría y Textura** (Hibrido): Modo por defecto y preferido para escáneres con captura de textura. El sistema determina en que fotogramas captura textura.
- **Geometría**: Para escáneres que no capturan textura o CPUs poco potentes
- **Dianas**: Algoritmo especial para el escaneo con dianas sobre la superficie

NOTA: La luminosidad afecta directamente al tracking. Si hay mucho brillo, el escáner no podrá recoger ninguna información. En general más FPS no garantizan un buen tracking.



Pérdida de tracking

Si el escáner deja de reconocer características comunes entre fotografías, dejará de capturar la escena. Esta situación se llama pérdida de tracking; si sucede, simplemente hay que dirigir el escáner a una región capturada recientemente:

- Durante los primeros instantes se intenta recuperar el seguimiento en base al último fotograma capturado. Tracking lost-Fondo rojo
- Transcurridos unos instantes se activa la opción de autoalineamiento en base a cualquier fotograma con textura. Searching for position-Fondo verde. Si se consigue reanudar se alinean y agrupan los escaneos

Las causas más habituales de pérdida de tracking son:

- Mover el escáner demasiado rápido o hacer movimientos bruscos
- Cuando el escáner “ve” pocas superficies
- El objeto no tiene suficientes características para un correcto seguimiento



ALL OBJECTS				
✓	Name	Error	Frames	Size
📁	Group 1	🗑️		
🌀	Spider Scan 1	0.0	343	149 MB
🌀	Spider Scan 2	0.0	399	159 MB
🌀	Spider Scan 3	0.0	208	93 MB

Otras opciones de escaneo

Mostrar color de distancia: Resalta las superficies reconstruidas en el campo de visión según el rango de trabajo de un escáner en particular:

- Rojo: Las superficies están demasiado cerca del objeto.
- Naranja, verde: Corresponde a la mitad del rango. El verde representa la distancia óptima.
- Azul: Las superficies están demasiado lejos del escáner y están a punto de desaparecer.
- Sin color: La superficie no se está grabando.

En los casos en los que se quiera comprobar cómo se está grabando la textura se debe deshabilitar.

Alinear automáticamente los nuevos escaneos con los marcados en el espacio de trabajo:

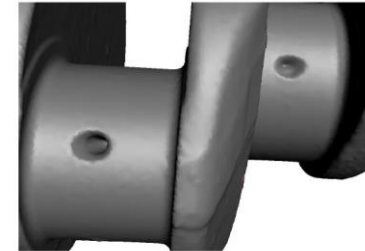
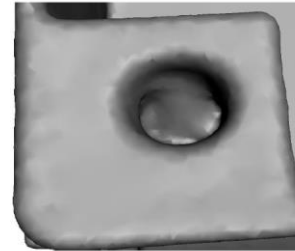
Permite el alineado automático al iniciar el siguiente escaneo, funcionamiento similar a perder el tracking. Ahorra tiempo en etapas posteriores

Eliminación automática de base: Permite eliminar la base donde se apoya el objeto apuntando inicialmente sobre ésta.

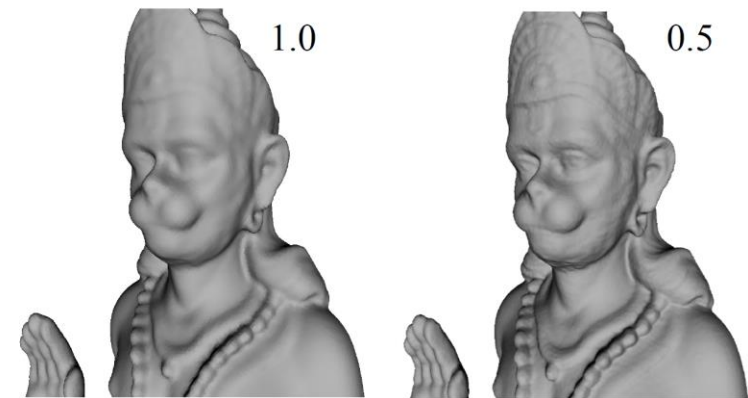
Fusión en tiempo real: Opción generación de malla rápida (baja calidad) durante la captura que permite un mayor control de las zonas capturas a costa de consumir más recursos.

Consejos para el escaneo

Escanear agujeros: No es posible escanear un hueco porque la ausencia de superficie implica que el patrón no se proyecta luego no hay nube de puntos. Para evitar esto los agujeros no se pueden escanear en la dirección del eje del mismo sino formando un ángulo. Para Eva/Leo el agujero de ser >5mm.



Escanear detalles: Lo ideal es trabajar a 90° sobre la superficie, apuntando a la normal de la superficie. El detalle también depende de la resolución de la fusión posterior.



Consejos para el escaneo

Escanear piezas pequeñas: Si no hay suficiente superficie no se captura correctamente, la solución es poner un soporte, por ejemplo un papel arrugado.

What geometry to use as a marker



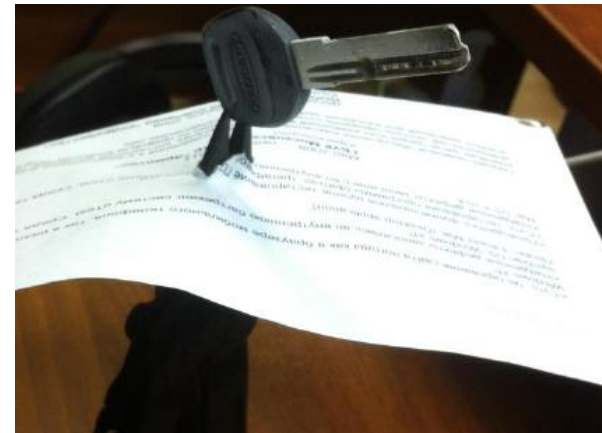
Too flat - good for tracking,
but not for accuracy



Too difficult for the scanner to
see due to sharp edges



Perfect



Limpieza

Herramienta de borrado

Normalmente durante el escaneado se capturan zonas del entorno que no interesan, el primer paso es eliminarlas para reducir el tamaño de los datos a tratar posteriormente. La herramienta permite varios métodos de selección:

- Selección 2D, es un pincel que actúa directamente sobre la superficie
- Selección rectangular
- Selección de lazo

Estos tres modos permiten la opción seleccionar a través, que permite la selección de las zonas que quedan detrás del primer plano

- Selección 3D: Selecciona sólo objetos tridimensionales
- Selección del plano de corte: Crea un plano que se puede desplazar
- Selección de la base: Reconocimiento automático de la zona de apoyo, puede llegar a perder detalles

Alineación

Alineación

Aunque Artec Studio presenta escaneo continuo, puede haber algunos casos en los que la aplicación carezca de información suficiente sobre las posiciones relativas de múltiples escaneos. Para ensamblar todos los escaneos en un solo todo, se deben convertir los datos en un solo sistema de coordenadas, Alinear. Modos de alineación:

Modo	Tipo de objetos	Objetos por operación	Marcadores por conjunto	Notas
Rígido (marcadores)	Cualquiera	2	2	Considera solo coordenadas, no geometría
Rígido (mallas)	Cualquiera	2	0 o 2	Considera las características geométricas
Rígido (textura)	Escaneos con mala geometría	2	0 o 2	Alto consumo de recursos
Rígido (automático)	Cualquiera	Cualquiera	-	Funciona si la superficie está bien texturizada
"Arrastrar"	Cualquiera	2	-	Interactivo
No rígido	Modelos de polígonos	Cualquiera	0 o 2	Deforma superficies y texturas; se requiere pre alineación
Complejo	Cualquiera	1 (al menos 2 para modelos)	Al menos 1	Preciso y flexible

Alineación Rígida/Ajuste óptimo

Es el modo de alineación estándar. Presenta alineación por selección manual de puntos afines y un modo automático llamado Auto Alineación.

- **Auto-alineación:** Tarda más que el modo manual pero funciona muy bien. El algoritmo de alineación utiliza Geometría y Textura.
- **Manual:** Se seleccionan puntos afines entre escaneos. Los que aparecen en negrita están fijos. El modo de proceder es:
 - Alinear marcadores: Acerca los puntos para facilitar el alineamiento final
 - Alinear: Registro definitivo
 - Nuevo par: Una vez creado un par de puntos, se puede modificar o cambiar de posición clicando sobre él. Si después de esto se quiere añadir otro punto, se debe seleccionar el botón Nuevo Par ó pulsar la barra espaciadora.
 - Habilitar el alineado de textura: Cuando se tienen superficies planas sin muchos detalles geométricos se alinea por textura. No es recomendado utilizar este parámetro en la herramienta de Alinear por su lentitud, si no en un posterior Registro Global.

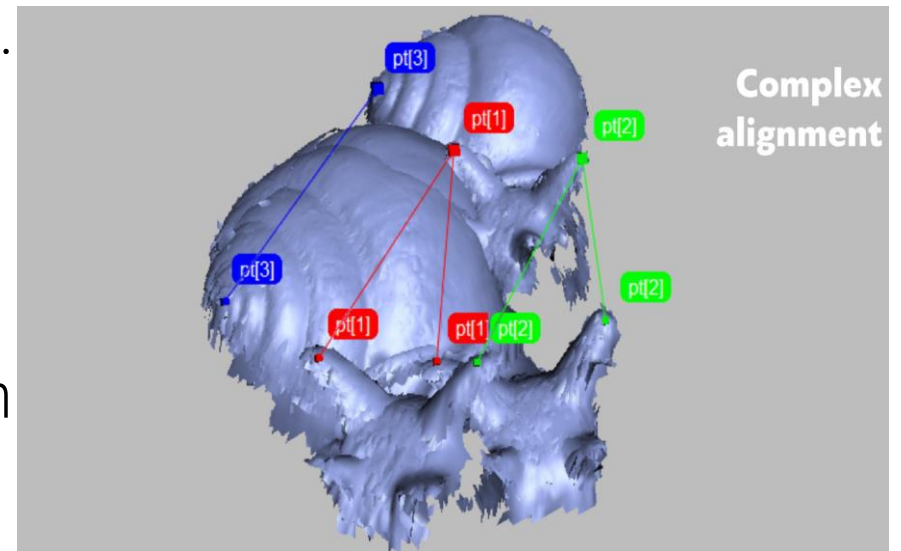
NOTA: Para una correcta alineación, no posicionar los pares de puntos en línea. Además, se recomienda no situarlos en una superficie plana.

Alineación Compleja

Permite alinear un punto inicial con 2 finales, para corregir escaneos erróneos. Solo se puede usar en objetos que cambian de posición pero no de forma. Permite alinear fotogramas dentro de un mismo escaneo o con otros.

Otra opción si el fallo está en un mismo escaneo, es separar los fotogramas en un segundo escaneo para trabajar, se busca el inicio del error y se crea dicho conjunto de fotogramas. En el modo Editor se pueden ver todos los fotogramas y ver el resultado, comprobando si la alineación es correcta.

NOTA: Si al hacer el registro global no se obtiene un buen resultado, esta herramienta puede ser la solución.



Alineación No Rígida

Este modo solo se utiliza con modelos (mallas), no con fotogramas ni escaneos. En este modo de alineación, el primero queda fijo y el segundo de deforma.

Non-rigid alignment

Rough NRA result



Good NRA result



NOTA: Una vez realizado el alineamiento, hay que fusionar los STLs.

Registro

Registro

El registro consiste en el alineamiento de las nubes de puntos de los diferentes fotogramas en base a diferentes algoritmos.

- **Aproximado (Rough):** Es el que se realiza por defecto. Es el menos preciso pero el más rápido. Es el que se usa en Real Time Fusion (RTF). Alinea los fotogramas en cadena, con el anterior y el posterior. Se activará en pocas ocasiones (además de la que se realiza automáticamente), se utiliza Global Registration “destroza” el escaneo y/o se quiere resetear.
- **Fino (Fine):** Registra solo dentro del escaneo. Es un paso obligatorio previo al Global, al igual que el aproximado alinea un fotograma con el posterior y el anterior pero procesa más datos, mejora el resultado.
- **Global (Global):** Alinea las nubes de puntos en base a todos los fotogramas que rodean al actual. Funciona con todos los escaneos activos pudiéndose ejecutar por separado, en colectivo o separado y después colectivo.

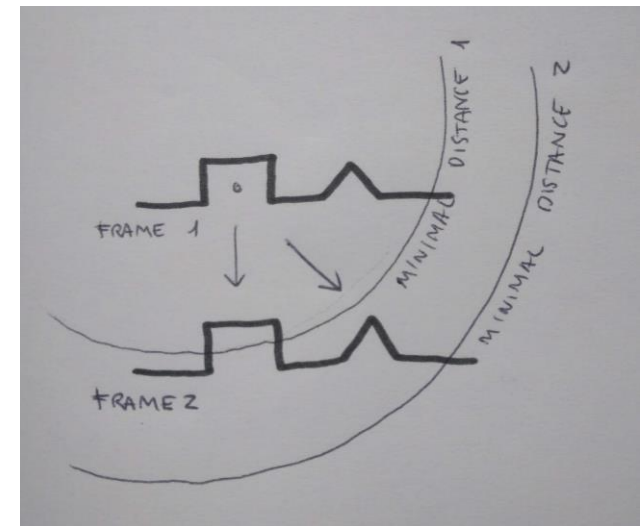
Registro global sin textura

Se usa cuando no hay buena textura o es repetitiva. En este tipo de registro tiene 2 parámetros.

- **Busque características dentro del radio**[mm]: Mínima distancia entre fotogramas, teniendo en cuenta la geometría. El valor por defecto es 5 mm en Eva, y Leo y 3-5 en Spider y no se recomienda modificarlo sin razón. Si un escaneo es muy grande interesará aumentar el valor. Bajarlo en caso de error max. alto.

En la imagen se puede observar el área de “búsqueda” de similitud de geometría en función del valor de la distancia mínima.

- **Relación de fotogramas clave**: Porcentaje de fotogramas clave alineación (0-0.6). Cuanto mayor sea el porcentaje, más pesado será el algoritmo, se puede superar 0,7 incluso llegar a 1.
- **Submuestreo**: (0,01-1) Hace que los datos de geometría de entrada sean menos densos para acelerar el procesamiento. Utilizar valores más bajos para objetos con mala geometría. Se puede hacer automático



Cuando el registro global no es bueno se obtiene errores del tipo:

- Not enough surfaces
- Not enough/bad features
- Small overlapping

Registro global con textura

Es el modo siempre es más fiable. Se usará siempre que sea posible, es decir, siempre que no haya mala textura o sea repetitiva, en cuyo caso se opta por el modo sin textura.

En este caso las opciones son similares a las anteriores pero la opción de centrarse en la geometría (para texturas pobres) aún tiene en cuenta la textura, si se activa la opción se omite la verificación de calidad de registro de la geometría, se supone que es buena.

Error máximo y calidad del registro

El error es el parámetro que refleja la calidad del registro. Para los escaneos, muestra el valor máximo entre todos los fotogramas. Cuanto mayor sea el valor, menos precisa será la alineación. Artec Studio muestra valores usables sólo para los escaneos que han pasado el registro fino, alineación y registro global. En función de escáner el error será:

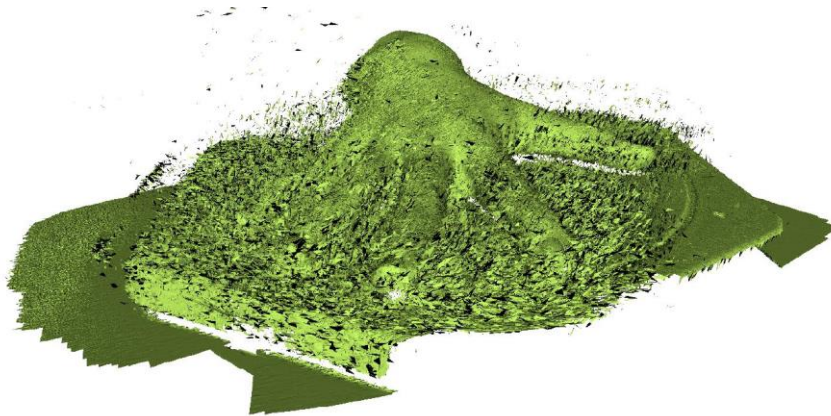
	Buenos resultados	Aceptable	Inaceptable
Spider	0.0-0.1	0,2-0,3	0,4-...
Eva	0-0,3	0,4-0,9	1.0-...
Micro	0.0	0,1	0,2-...
Leo	0,0-0,5	0,6-1,3	1.4-...
Ray	0,1-0,9	1.0-2.9	3.0-...

Fusión

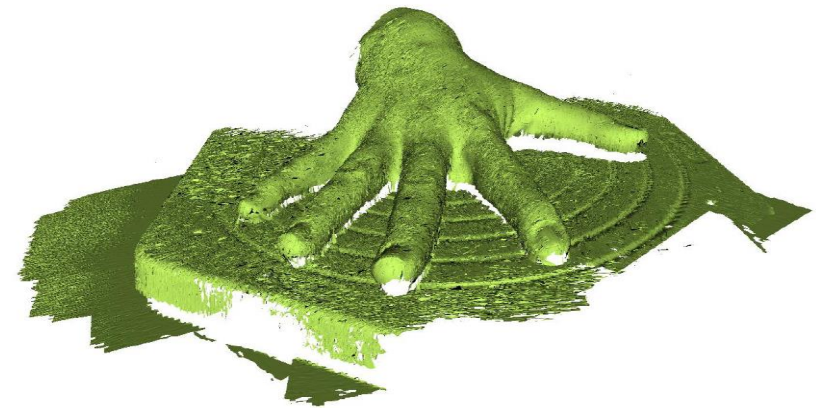
Pasos previos a la fusión

Habitualmente antes de realizar la fusión para obtener una malla se ejecuta una operación de reducción de puntos en las nubes de puntos, se trata de eliminar el ruido mediante métodos estadísticos. El ruido está siempre presente, pero es mayor en objetos brillantes o negros. La función se denomina Eliminación de ruido (Outlier Removal):

Estado inicial



Aplicación de algoritmo

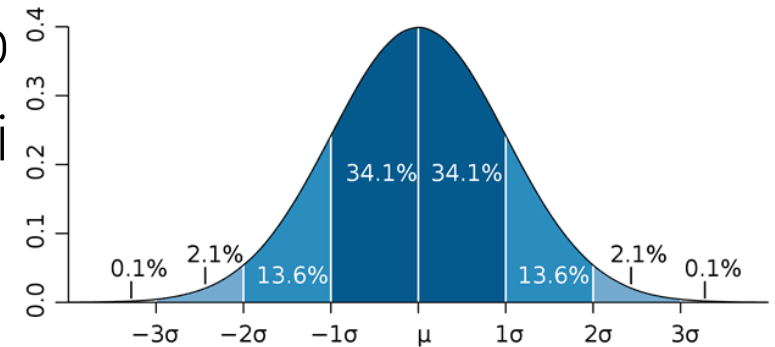


Pasos previos a la fusión

La función de eliminación de ruido tiene dos parámetros importantes:

- Nivel de ruido (`std_dev_mul_threshold`): Algoritmo que utiliza una distribución normal para determinar la cantidad de puntos a eliminar, se basa en la varianza siendo el valor predeterminado 2 y el recomendado 3, con intervalo

NOTA: En escaneado donde hay pelo y/o cables no se recomienda usarlo, ya que elimina demasiada información.



- Resolución 3D (3D Resolution): Es similar a la que se usa en la fusión. Este valor está relacionado con el Max Error.

NOTA: MAX ERROR no se mide en mm, es un valor interno de Artec3D

Tipos de Fusión

La generación de la malla se puede realizar según tres algoritmos:

- **Fusión rápida (Fast Fusion):** Es la más rápida pero da baja calidad de bordes y deja mucho ruido. No permite rellenar huecos. Puede valer para ingeniería inversa o aplicaciones que no se necesita una malla cerrada. No usarla si no se tiene suficiente RAM. No usa el mismo algoritmo que la fusión en tiempo real (Real Time Fusion)
- **Suave (Smooth Fusion):** Es la fusión que más tiempo de cálculo necesita. Elimina bastante ruido mediante un proceso similar a Outlier Removal
- **Fusión dura (Sharp Fusion):** Tiempo medio de ejecución, entre fast y smooth. Proporciona buena calidad de los bordes. Es la recomendada usarla en la mayoría de los casos



Fast Fusion

Sharp Fusion

Smooth Fusion

Resolución 3D de la fusión

La resolución 3D es el paso de la cuadrícula (en milímetros) que usa el algoritmo para reconstruir un modelo poligonal. En otras palabras, este parámetro define la distancia media entre dos puntos en un modelo. Cuanto menor sea el valor de resolución 3D, más nítida será la forma. Al especificar valores hay que tener en cuenta los valores de los límites inferiores en función del error .

Fusion resolution for Space Spider

Max error	Fusion resolution
0.0 or 0.1	0.15
0.2	0.2
0.3	0.3
0.4	0.4 for large objects only, otherwise rescan

Fusion resolution for Eva

Max error	Fusion resolution
0.0 – 0.2	0.5 – 0.8
0.3 – 0.8	1.0
0.8 – 1.2	1.5 – 2.0

Las resoluciones máximas son:

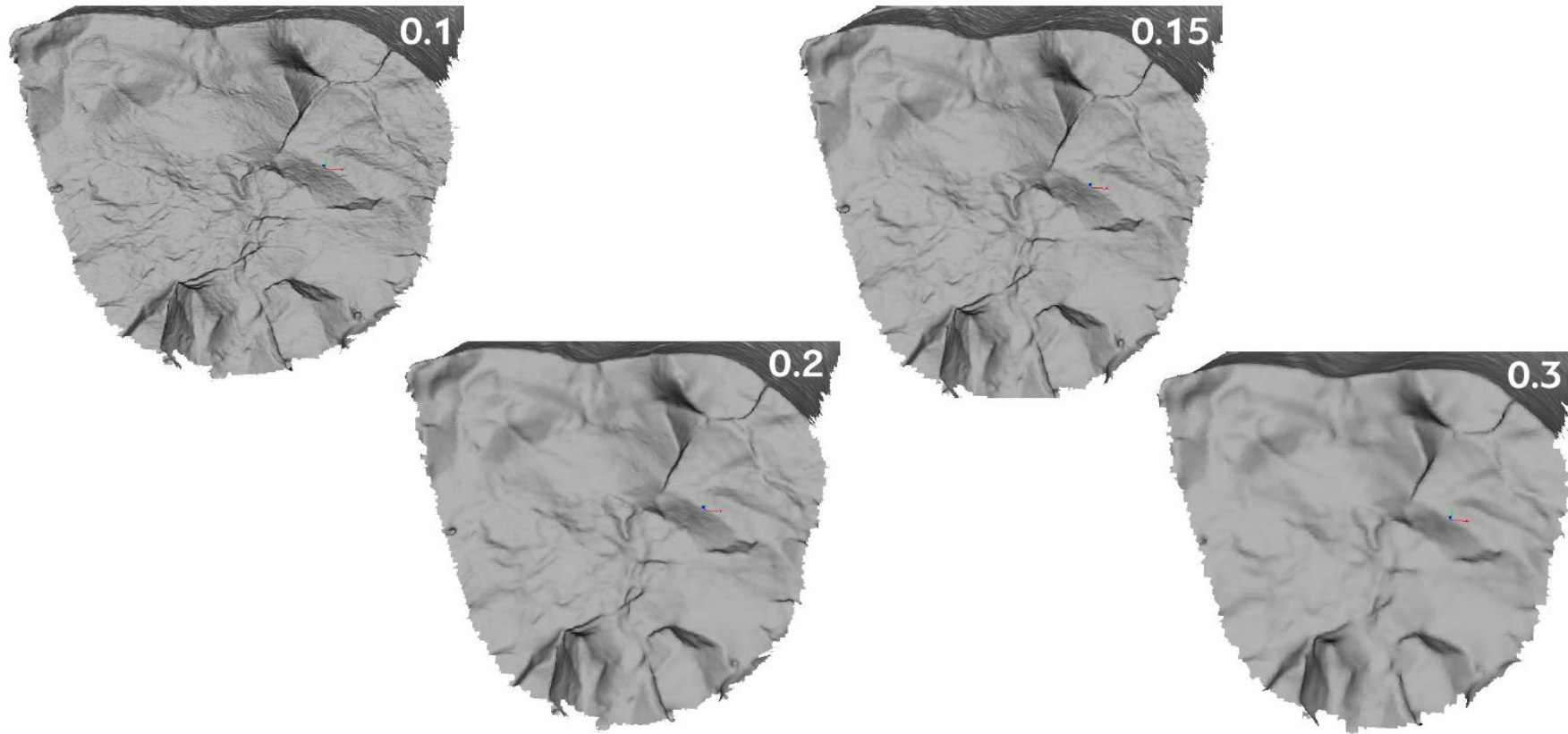
SpaceSpider: 0,1 → 0,15

EVA: 0,5 → 0,8

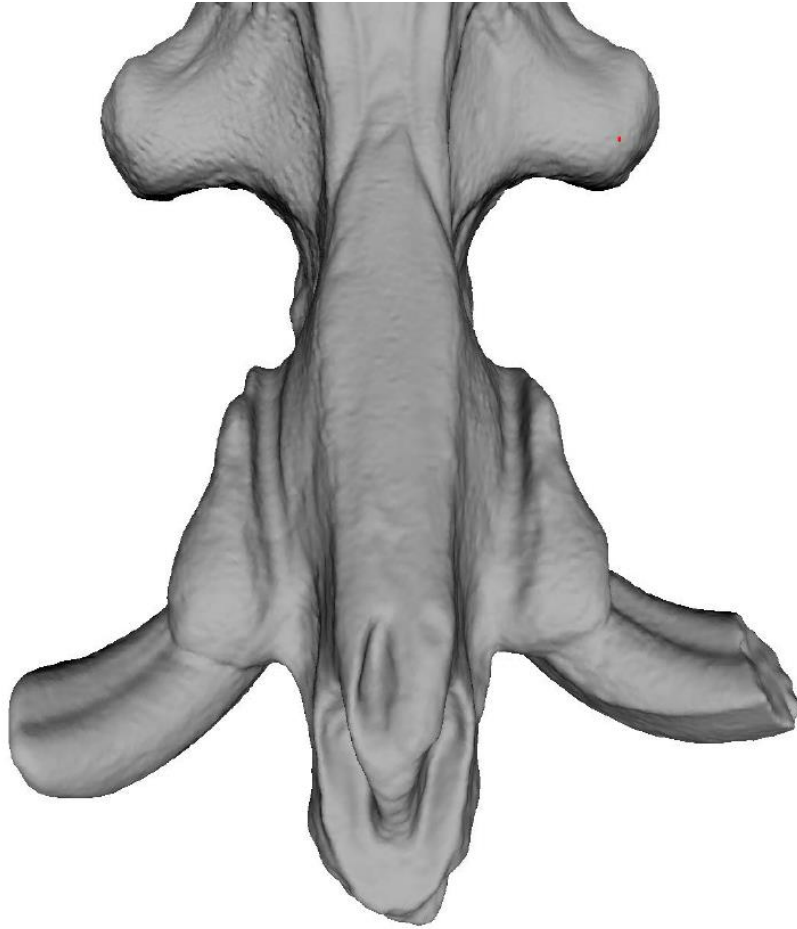
LEO: 0,5 → 0,8 máxima

Resolución 3D de la fusión

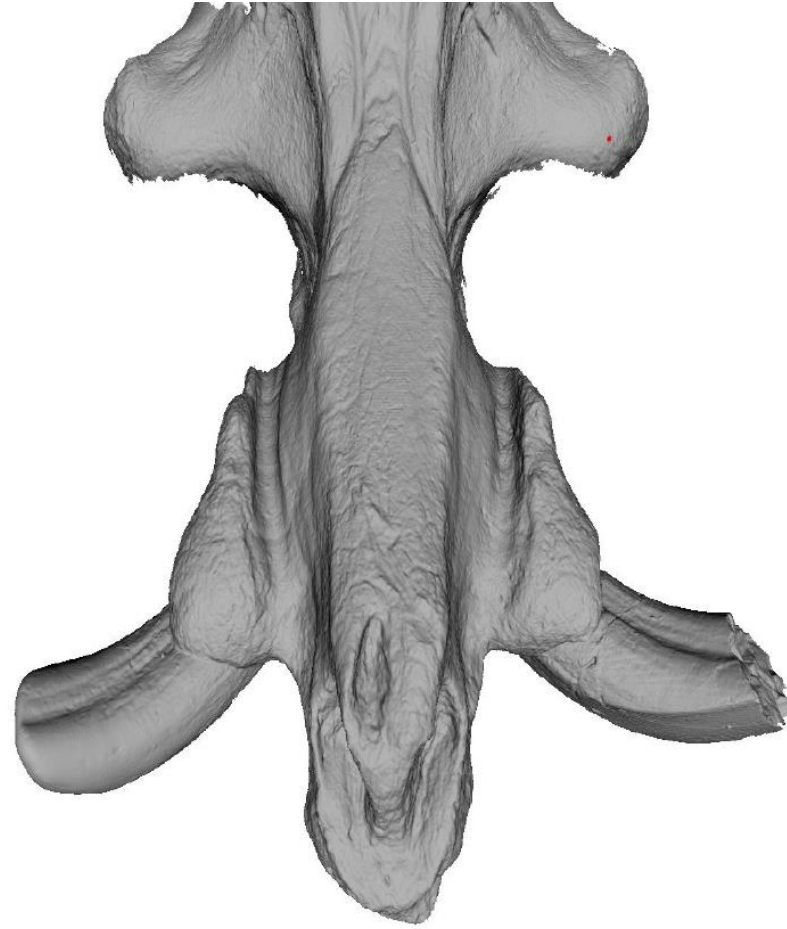
Ejemplo de resolución con Space Spider



Resolución 3D de la fusión



Eva - Sharp Fusion - 1.0 mm resolution



Space Spider - Sharp Fusion - 0.2 mm resolution

Post Procesado

Herramientas de Post procesado

Se incluyen en este grupo todas las herramientas de los grupos de:

- Herramientas de edición
- Herramientas de relleno de agujeros
- Herramientas de post procesado
- Herramientas de creación de geometría
- Herramientas de medición
- Herramientas de texturizado

Herramientas de edición

Posicionado aproximado: Solo se puede alinear con un plano. Junto a la herramienta de Transformar se puede posicionar el origen donde se desee.

Posicionado preciso: Alinea primitivas con sistema de coordenadas

Herramienta de transformación: Hay 4 comandos: Trasladar, Rotar, Escalar y Reflejar. Un valor de escalado -1 hace efecto espejo. No modifica el nº de triángulos.

Pincel de suavizado: Suaviza superficies

Borrador: Se utiliza en los escaneos, no en las fusiones (en las mallas se usa Small-objects filter)

Pincel Desfigurar (Defeature brush): Elimina triángulos y cierra el agujero

Pincel corrector de textura: Copia textura de las zonas adyacentes

NOTA Undo steps: Se recomienda un valor de 20 ya que cada Defeature brush se considera como un paso

Herramientas de relleno de agujeros

Agujeros: Permite el cierre selectivo de huecos mediante selección de los agujeros a rellenar de la lista que genera automáticamente Artec Studio. La opción de mover la cámara a la selección hace zoom al agujero seleccionado.

Aristas: Permite suavizar los bordes de los diferentes huecos controlando el nivel de suavizado. La opción de mover la cámara a la selección hace zoom al agujero seleccionado.

Puentes: Permite la creación de una zona de transición en un agujero mediante la selección de los dos bordes a unir y sus posiciones concretas. El puente se crea en base a las curvaturas iniciales y finales dadas en cada segmento y la suavidad global del puente creado. Tiene la opción de suavizar los bordes antes de construir el puente.

Herramientas de Post Procesado

Filtro de objetos pequeños: Elimina todos los elementos de menos del número de polígonos dado o manteniendo sólo el objeto mayor

Relleno de agujeros: Elimina los huecos menores de un tamaño dado

Simplificación de malla: Simplifica la malla en base al número de polígonos, a la desviación máxima, a la eliminación de polígonos pequeños o a mantener la textura

Simplificación de malla rápida: Simplifica la malla en base al número de polígonos

Remallado isotrópico: Regenera la malla en base a la resolución 3D dada, para exportar a programas que lo requieran

Suavizado: Suaviza la malla de forma recurrente

Inversión de normales: Cambia la dirección de la normal

Herramientas de Creación de Geometría

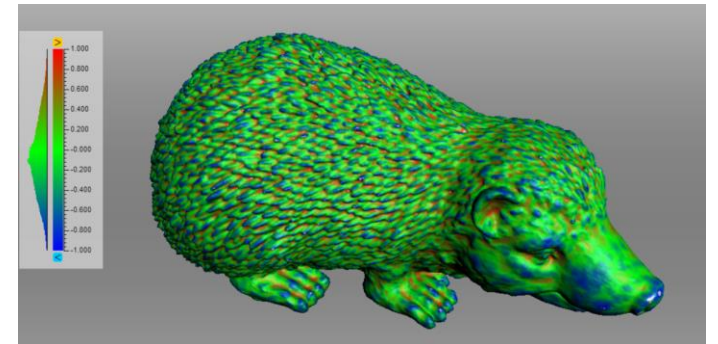
La geometría se puede usar para medir, posicionar, hacer ingeniería inversa o control dimensional.

- **Herramientas de Construir:** Crean primitivas en base a la selección de zonas de la malla. Se pueden crear: Cilindros, Conos, Esferas, Planos, Toroides y Superficies de Forma Libre. Las geometrías se pueden exportar en formatos STEP, IGES o Parasolid
- **Importación de modelos:** Se permite la importación de modelos CAD en formatos estandarizados (STEP, STP, IGES, IGS) o Parasolid (X_T)

Herramientas de Medición

Se recomienda usar mallas simplificadas para mejorar los tiempos de uso, si hay más de 300.000 triángulos saldrá un aviso.

- **Distancia:** Mide la distancia lineal entre dos puntos o bien la distancia geodésica (mínima distancia entre dos puntos medida sobre la superficie)
- **Secciones y volumen:** Se puede seleccionar 3 puntos que definan el plano y a continuación transformarlo, para cortar toda la pieza, también se puede seleccionar varios puntos, entonces calcula el plano con mejor ajuste. También permite medir en base a los planos de coordenadas o los construidos o bien medir todo el volumen. Las secciones se pueden exportar (csv, dxf, xml)
- **Mapa de distancias:** Compara mallas con mallas u objetos construidos o importados mostrando un mapa de colores de la distancia mínima



Herramientas de Texturizado

Texturizar es un proceso que proyecta texturas de los fotogramas individuales en la malla fusionada. Para acelerar el proceso conviene aplicar la textura sobre mallas simplificadas. La aplicación de la textura sobre la malla se puede realizar según varios métodos:

- Atlas de textura: Opción Exportar. Es más lento pero puede usar varias texturas. Conserva la relación de aspecto del triángulo. Permite ajustar la resolución de la imagen.
- Mapa triangular: Opción vista previa. Es rápido, sólo puede aplicar una textura. Ajustar el tamaño del triángulo y la resolución de la imagen de textura

Evitar aplicar textura a modelos que hayan sufrido cambios importantes en la geometría u orientación. El algoritmo aplicará la textura de forma incorrecta si ha realizado alguna de las siguientes acciones:

- Colocar o transformar el modelo en relación con sus escaneos de origen
- Alineación no rígida
- Borrado de las partes principales del modelo.

Conviene realizar estas operaciones solo después de texturizar

NOTA: El texturizado con la resolución de 16K (16384x16384) solo está disponible si la tarjeta gráfica tiene al menos 3 GB de memoria GPU.

Técnicas avanzadas en Artec Studio

Trabajos con varios escáneres

Escaneados a dos resoluciones

En algunos casos es interesante usar dos escáneres para conseguir detalles en zonas donde el escáner de más alcance no de la resolución adecuada. Para conseguir una malla que utilice los datos proporcionados por ambos equipos se pueden seguir dos estrategias:

- **Combinación de datos en bruto (escaneados).** Se puede hacer entre escáneres de mano, pero en el caso de Artec Ray se precisa triangulación/fusión por el tipo de datos que usa:

Eva + Spider (o Ray)

Leo+ Spider (o Ray)

Spider+Cualquier escáner Artec

- **Combinación de fusiones:** Entre cualquier tipo de escáner



Combinación de escaneos

1. Captura de datos con cada escáner



2. Procesar separadamente los datos del Eva/Leo hasta la fusión (Preset: Eva/Leo)

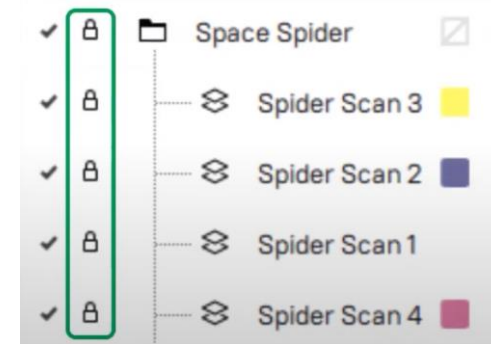


Combinación de escaneos

3. Procesar separadamente los datos del Spider hasta la fusión
(Preset: Space Spider)



4. **Bloquear** los escaneados procesados del Space Spider



Combinación de escaneos

5. Cambiar el preset a Eva/Leo y alinear ambos conjuntos juntos



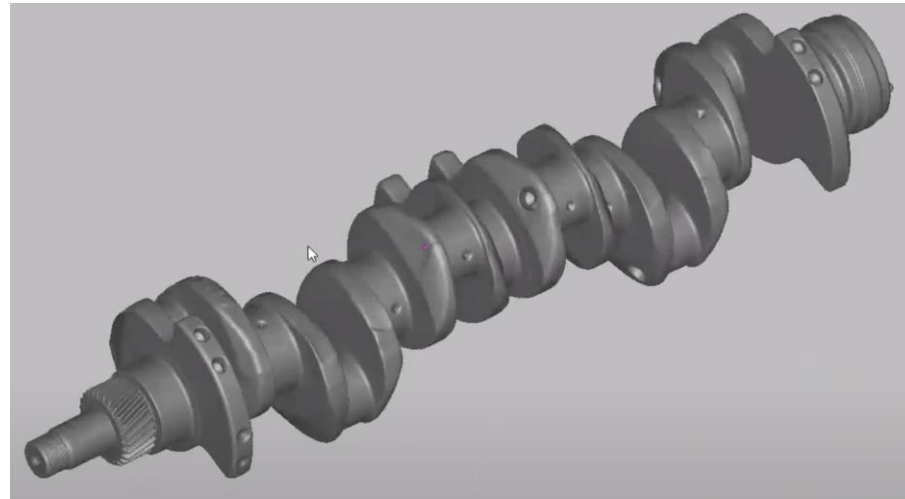
6. Realizar un registro global de los escaneados Eva/Leo, manteniendo bloqueados los escaneados del Space Spider

7. Eliminar las áreas solapadas con los escaneados de alta resolución (Spider) de los escaneados de menos resolución (Eva/Leo), pero manteniendo siempre un pequeño área de solape



Combinación de escaneos

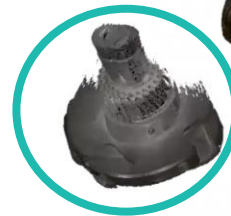
8. Realizar la fusión de los datos combinados de ambos escáneres



Nota: El Space Spider tiene mayor resolución que el Eva por lo que si se usa la resolución del Spider en las zonas capturadas con el Eva es fácil que en el resultado aparezcan “artefactos” como: Patrones ondulados artificiales, piel de naranja o huecos. Si se usara la resolución del Eva en las áreas del Spider se perdería su definición. Por tanto es muy importante definir la **resolución de la fusión combinada**

Combinación de fusiones

1. Captura de datos con cada escáner

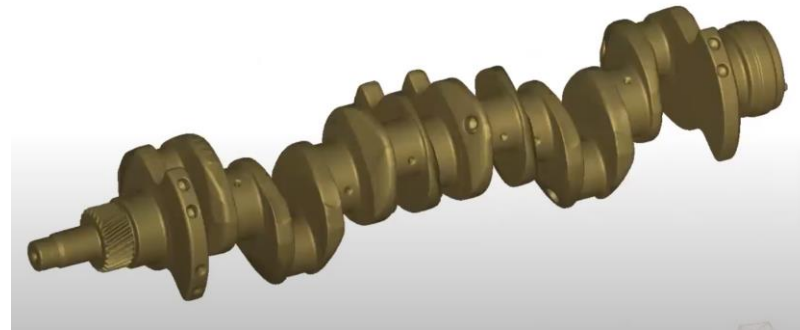


Space Spider



Eva

2. Procesar separadamente los datos del Eva/Leo para obtener su fusión sin simplificar (Preset: Eva/Leo)



Combinación de fusiones

3. Procesar separadamente los datos del Spider para obtener su fusión sin simplificar (Preset: Space Spider)



4. Cambiar el preset a Eva/Leo y alinear ambas fusiones juntas, se usa ese preset porque la mayor parte del modelo se ha hecho con ese escáner



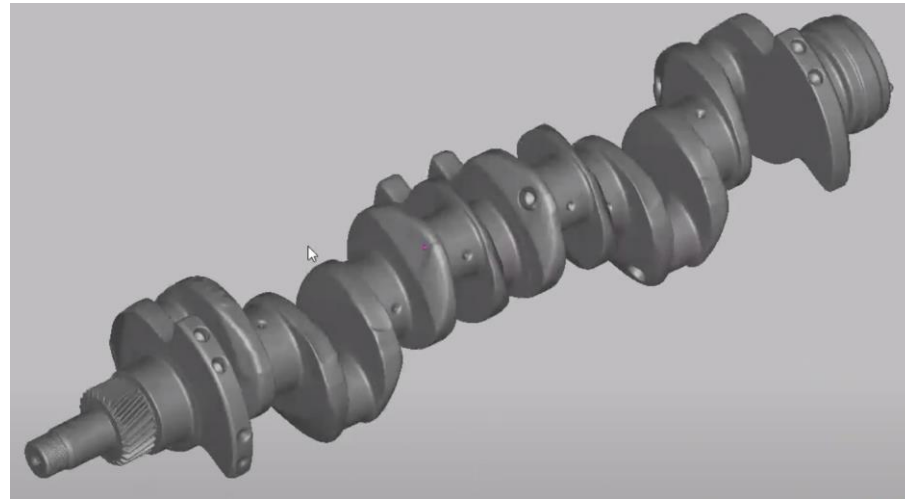
Combinación de fusiones

5. Realizar un registro global de los escaneados Eva/Leo, se hace el registro aunque se trabaje con fusiones para conseguir el mejor alineamiento posible
6. Eliminar las áreas solapadas con los escaneados de alta resolución (Spider) de los escaneados de menos resolución (Eva/Leo), pero manteniendo siempre un pequeño área de solape



Combinación de fusiones

7. Realizar la fusión de las fusiones de ambos escáneres

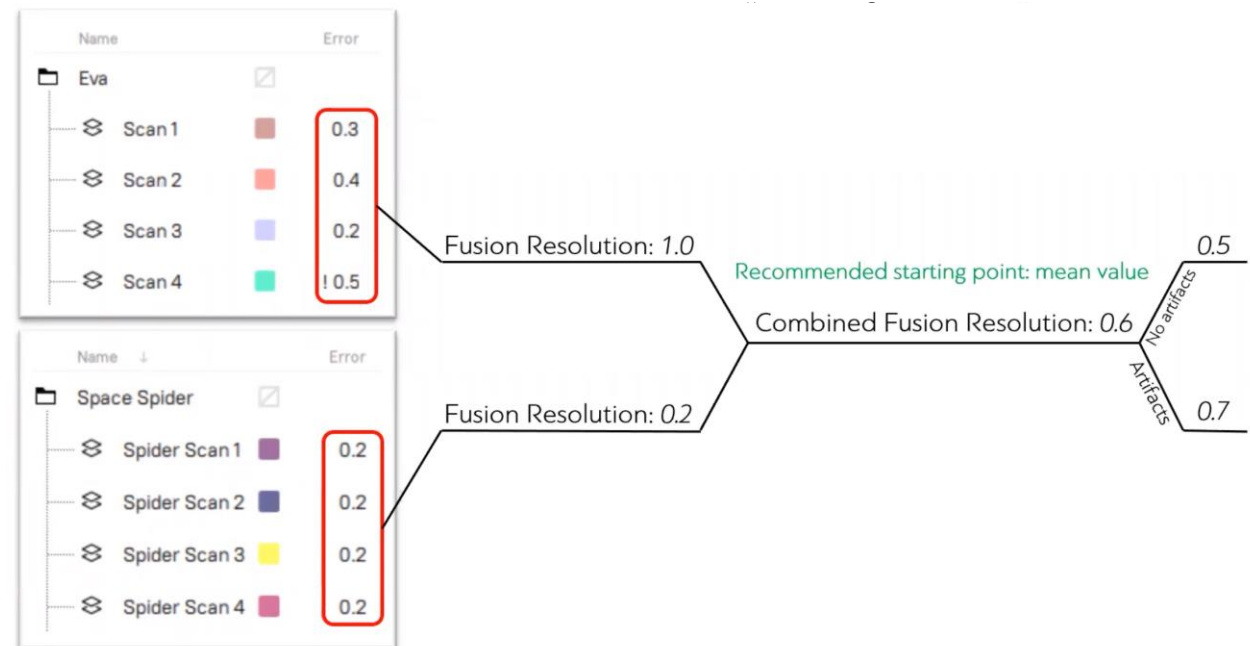


Nota: El Space Spider tiene mayor resolución que el Eva por lo que si se usa la resolución del Spider en las zonas capturadas con el Eva es fácil que en el resultado aparezcan “artefactos” como: Patrones ondulados artificiales, piel de naranja o huecos. Si se usara la resolución del Eva en las áreas del Spider se perdería su definición. Por tanto es muy importante definir la **resolución de la fusión combinada**

Resolución de la fusión combinada

Cuando se combinan escaneados no es fácil decidir cual es la resolución adecuada para cada caso. Se puede usar la regla: Tomar el valor máximo del error de cada grupo de escáneres, decidir que resolución se usaría si se fusionaran estos conjuntos de datos por separado. Calcular la media y tomarla como referencia para determinar si aparecerán

No necesariamente se obtendrá el mejor resultado con la primera fusión pero es un buen punto de partida, si no hay artefactos en la fusión se puede realizar otra fusión con un valor de resolución inferior. Y al contrario en caso de que aparezcan. En dos o tres iteraciones se obtendrá el valor óptimo de resolución para ese proyecto concreto



Comparación entre estrategias de combinación

- Combinación de escaneos: forma más natural de combinar datos por lo que sus ventajas son:
 - Tiene menos posibilidades de provocar “artefactos”
 - No requiere edición adicional ya que no provoca bordes entre escaneados ni necesita ser suavizado

Como inconveniente:

- Tiene menos resolución en las áreas de alta definición
- Combinación de fusiones: Presenta como ventajas:
 - Tiene más resolución en las áreas de alta definición
 - Trabaja bien con conjuntos de datos grandes

Como inconveniente:

- Más propenso a generar “artefactos”
- Puede requerir postproceso manual para alisado y suavizado

Combinaciones con Artec Ray

Combinación de datos con Artec Ray

Tiene sentido combinar los datos del Ray con los de cualquier otro escáner de Artec si por ejemplo:

- Hay zonas del objeto a escanear a las que es difícil acceder con el Ray solo.
- Cuando el objeto es fácil de escanear con el Leo pero se requiere más precisión
- Cuando se precisa una resolución mayor en una zona concreta de un escaneado del Ray que lo ha capturado originalmente a menos resolución.

El enfoque es el mismo que con los escáneres de mano pero teniendo en cuenta que en el caso de datos en bruto la nube de puntos del Ray debe triangularse primero.

Se dan dos casos distintos en función de la distancia al combinar Ray con Eva/Leo:

- $<15\text{m}$ \Rightarrow Los datos del Ray son más precisos \Rightarrow Registrar los datos con del Eva/Leo con la Fusión del Ray
- $>20\text{m}$ \Rightarrow Los datos de Eva/Leo/Spider son más precisos \Rightarrow Registrar los datos con del Eva/Leo separadamente de los datos del Ray

Calibración y corrección de escáneres

Herramienta de diagnóstico

Utilidad que permite calibrar los escáneres de Artec y corregir la calibración existente. En general, la calibración es el proceso de verificar y ajustar las medidas de un escáner comparándolas con los valores estándar (etalon). Cada escáner Artec se entrega precalibrado.

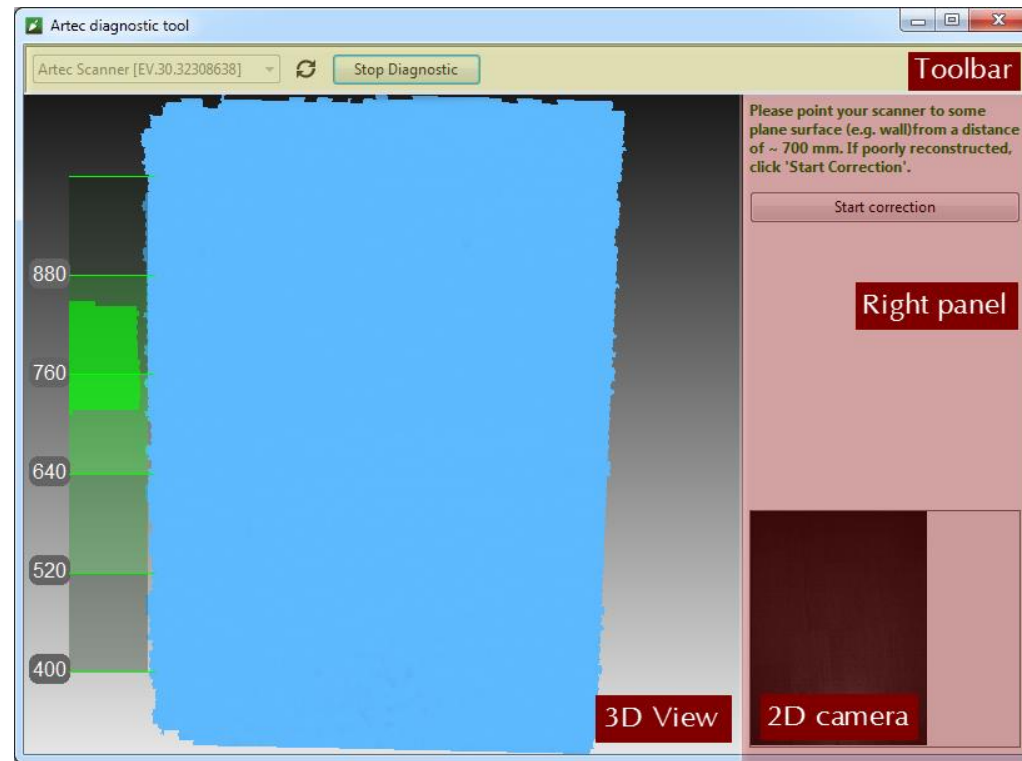
En algunos casos, debido a un manejo o transporte descuidado (sacudidas, caídas accidentales, etc), el escáner no captura las superficies correctamente, aparecen solo parcialmente reconstruidas o pueden contener agujeros. Se puede solventar corrigiendo en EVA/Spider y calibrando en Spider.

La corrección conserva la calibración actual, solo cambia la relación de corrección para permitir una buena reconstrucción. La corrección no garantiza que las formas geométricas capturadas y las medidas lineales sean precisas. Utilizar este procedimiento como medida temporal hasta que se realice la calibración.

La calibración restaura el dispositivo a la configuración original de fábrica.

Herramienta de diagnóstico

La herramienta está disponible tanto de forma aislada, en el menú inicio de Windows, como integrado en Artec Studio en el menú Archivo



Archivos de calibración

Los resultados de la calibración y la corrección se guardan en la ruta:
C:\Users\%name%\AppData\Roaming\Artec\Artec Installation Center \Devices\SP.00.00000000.

Donde %name% es el usuario actual y SP.00.00000000 el número de serie del escáner.

- Una vez que se apliquen los resultados de la corrección, el software creará un archivo ACD.
- Una vez que se apliquen los resultados de la calibración, el software creará archivos ACD y CORR.
- Todos los archivos recién creados tienen nombres con formato YYYYMMDD_HHMMSS, correspondientes a la creación del archivo.
- Los nombres originales ADD y CORR se basan en el número de serie del escáner y tienen el formulario SP.00.00000000.

Se puede restaurar la calibración inicial eliminando los archivos ACD y CORR cuyos nombres tienen la forma YYYYMMDD_HHMMSS

Si usa el escáner en varios ordenadores, no se necesita recalibrarlo en todas. Basta copiar los archivos ACD y CORR en la carpeta mencionada anteriormente en cada equipo

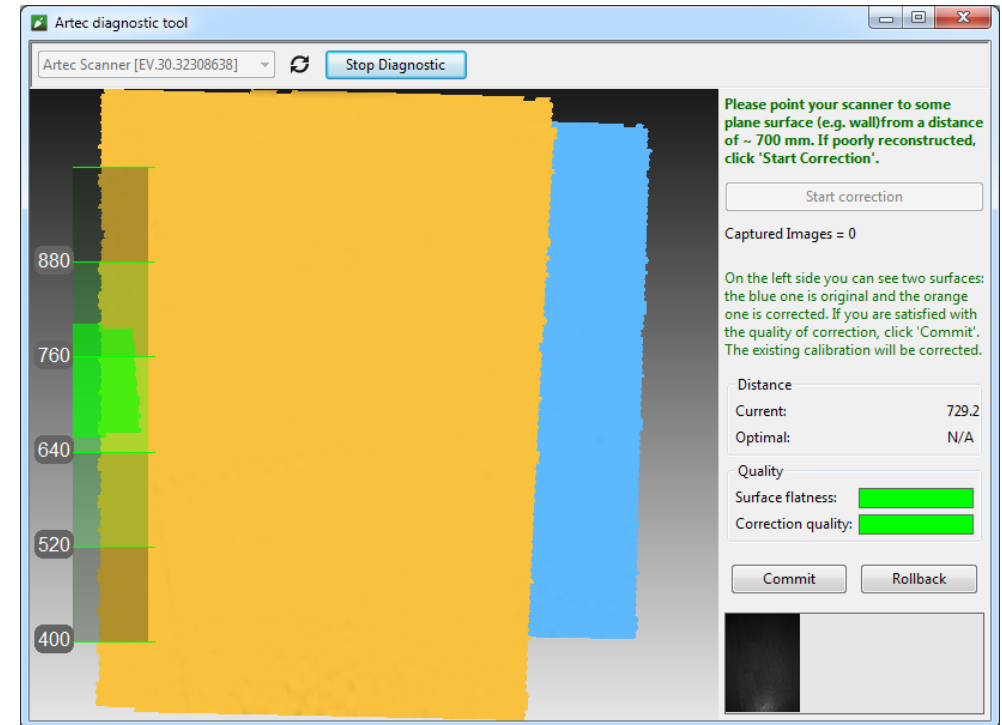
Corrección del escáner

Como realizar la corrección en Eva

Usando la herramienta de diagnóstico al apuntar a una zona plana clara (no brillante) como una pared desde 650-700 mm. Si la superficie renderizada no es plana o presenta agujeros es conveniente corregir.

Además de la superficie azul, aparecerá una superficie amarilla en la ventana Vista 3D. El azul corresponde a la superficie capturada con los datos de calibración originales; el amarillo corresponde a la superficie capturada usando los datos de calibración corregidos.

Dos indicadores en el panel derecho permiten evaluar la calidad de la superficie (verde significa buenos resultados, amarillo para satisfactorio y rojo para insatisfactorio). Si la superficie corregida (amarilla) no tiene agujeros y es lo suficientemente plana Confirmar

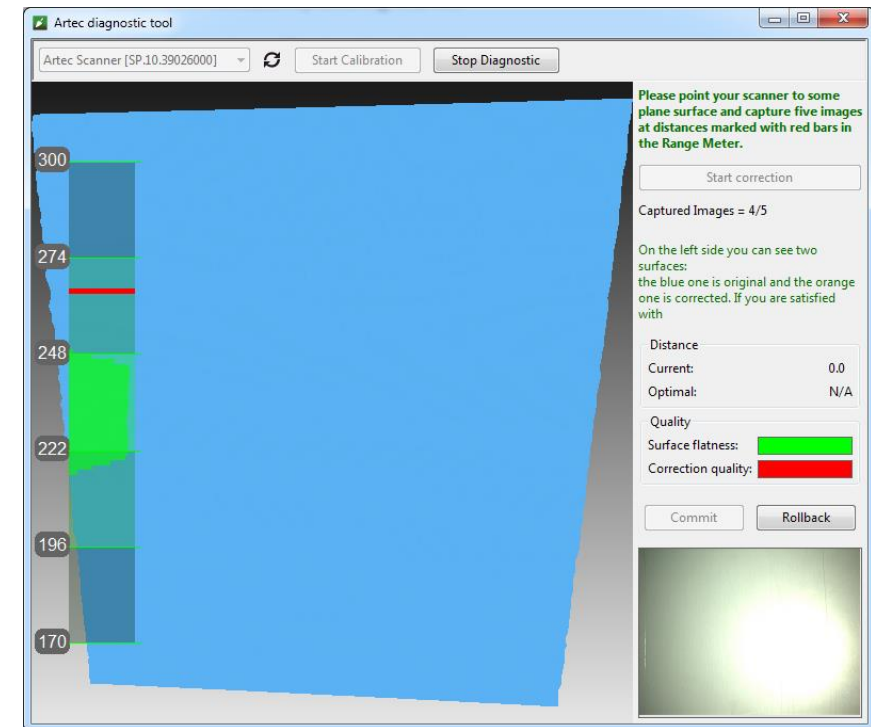
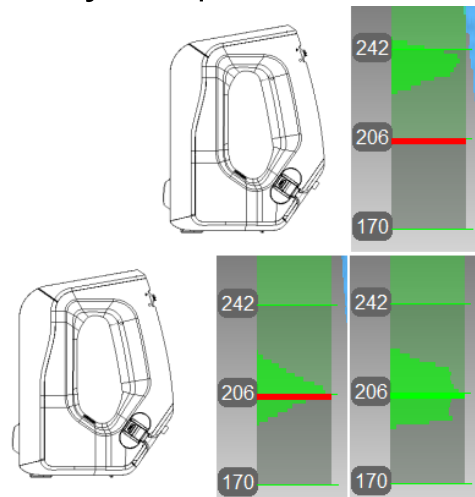


Como realizar la corrección en Spider

Usando la herramienta de diagnóstico al apuntar a una zona plana clara (no brillante) como una pared desde 190-270 mm. Si la superficie renderizada no es plana o presenta agujeros es conveniente corregir. Poner el escaner en un trípode a 190mm de la superficie e iniciar corrección.

Mover el escáner suavemente hacia la superficie plana hasta que el pico del histograma coincida con la marca roja inferior en el medidor de rango.

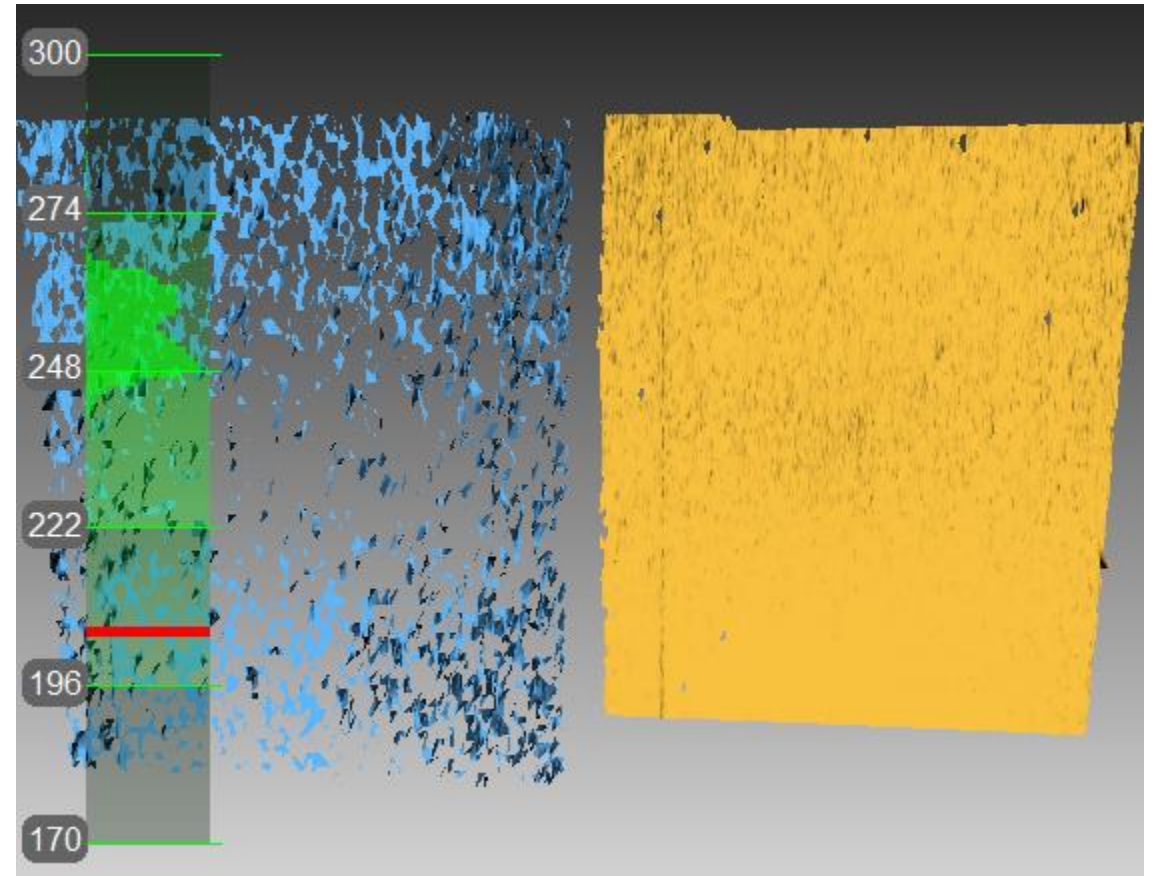
Mover suavemente el escáner lejos de la superficie plana para acercarse a la marca roja superior. Repetir este paso 3 veces



Como realizar la corrección en Spider

A continuación, aparecerá un plano amarillo que corresponde a la superficie que se capturó con la configuración de calibración corregida en la ventana Vista 3D.

Dos indicadores en el panel derecho permiten evaluar la calidad de la superficie (verde significa buenos resultados, amarillo para satisfactorio y rojo para insatisfactorio). Si la superficie corregida (amarilla) no tiene agujeros y es lo suficientemente plana Confirmar



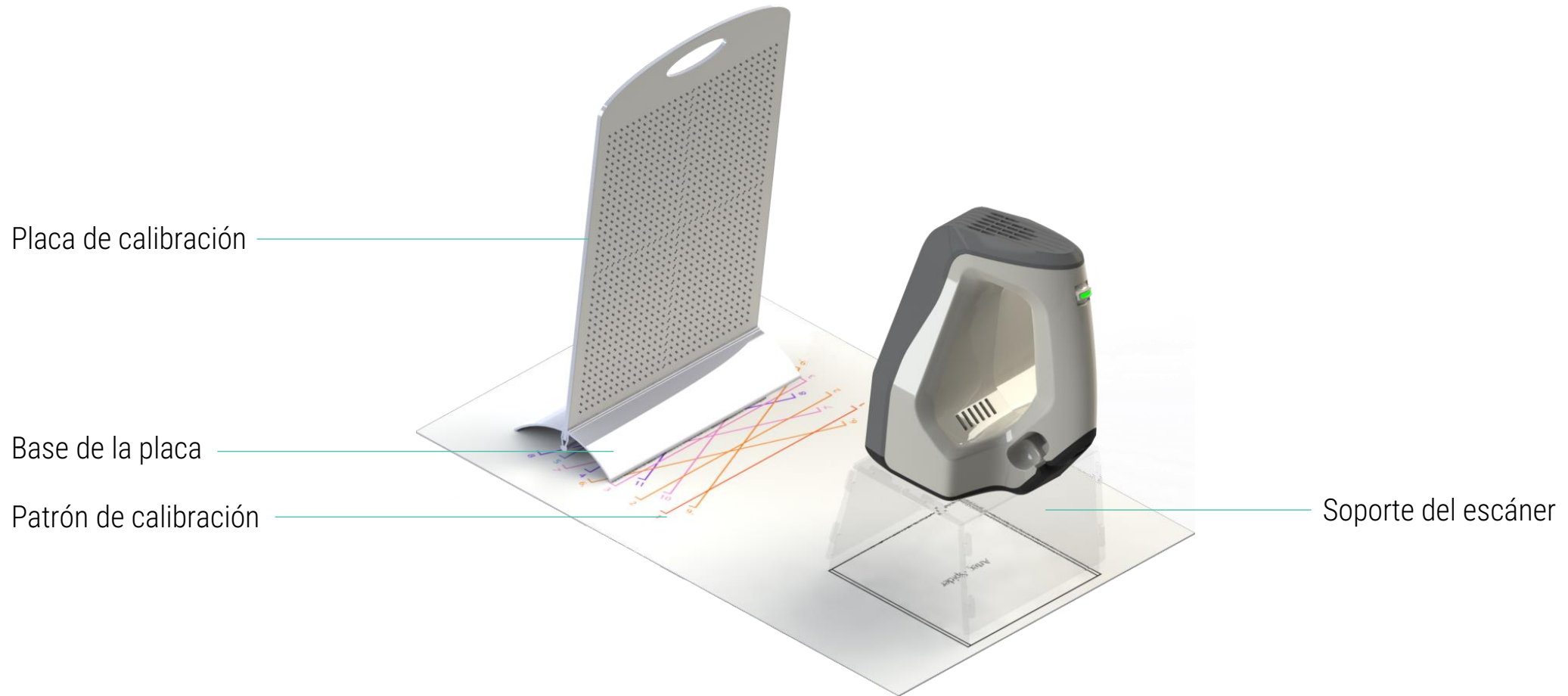
Calibración de Space Spider

Cuando realizar la calibración

- Después de transportarlo
- Una vez al año, aunque esto depende mucho del uso que se le de
- Si se requiere precisión extra, por encima de 0,05mm, se recomienda recalibrar el escáner antes de comenzar la digitalización, en la misma habitación
- Cada vez que se use un nuevo ordenador
- En general, siempre que se observe ruido al escanear dentro de la distancia óptima

Equipo necesario para la calibración

Para la calibración se precisan los siguientes componentes:



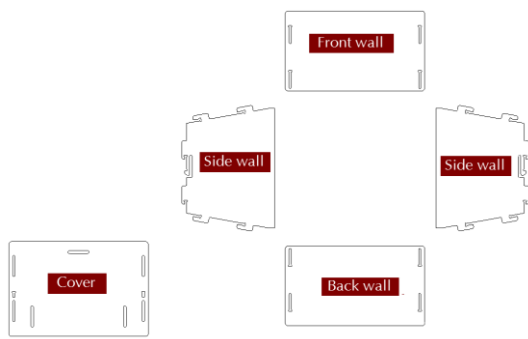
Localización del equipo de calibración

Todo se encuentra en el maletín rígido del Artec Space Spider.

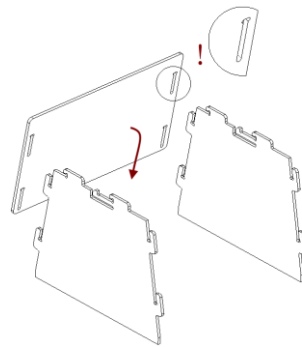
- La base de la placa de calibración en la parte superior
- La placa de calibración, el patrón de calibración y la base del escáner (desmontada) en la parte inferior del maletín, bajo las espumas.



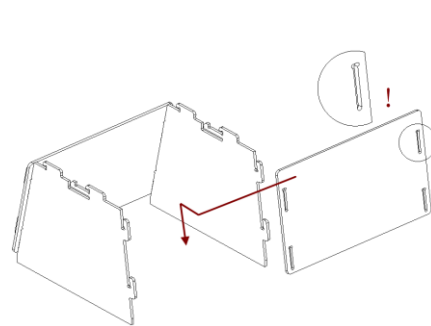
Montaje de los componentes



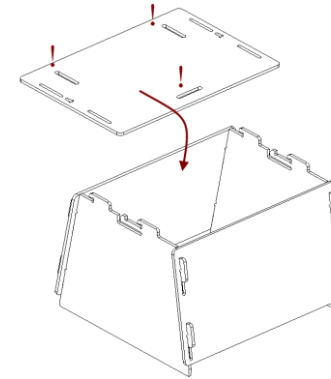
Soporte del escáner



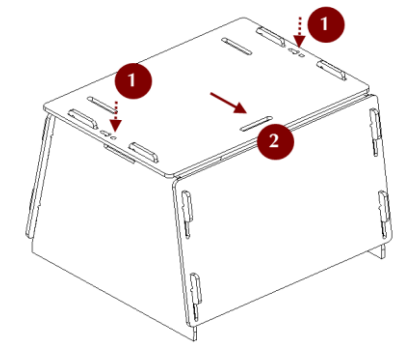
Pared frontal



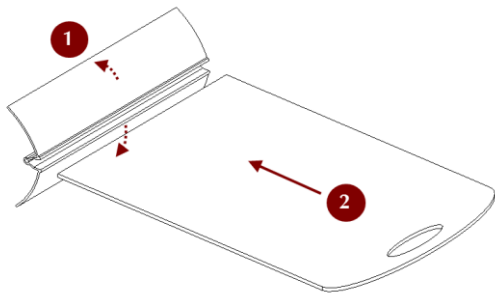
Pared trasera



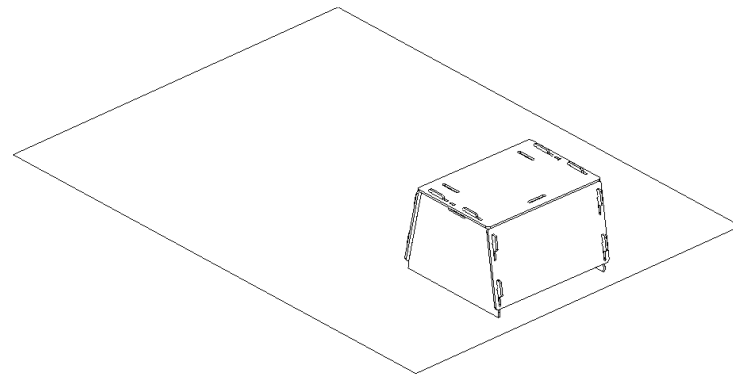
Tapa superior



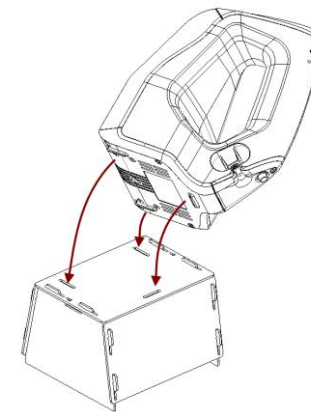
Bloqueo de la tapa



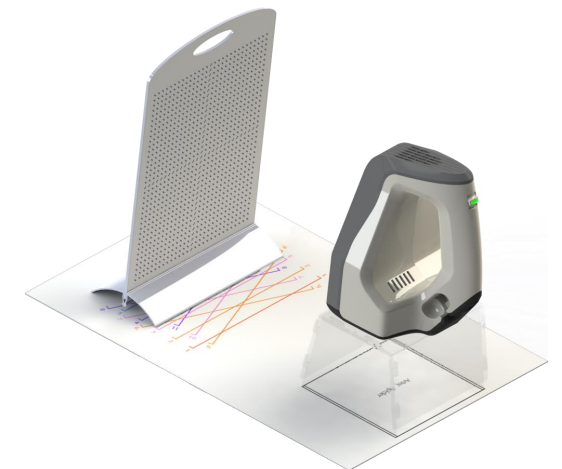
Placa de calibración



Situar soporte sobre marcas del patrón



Colocar sobre las ranuras

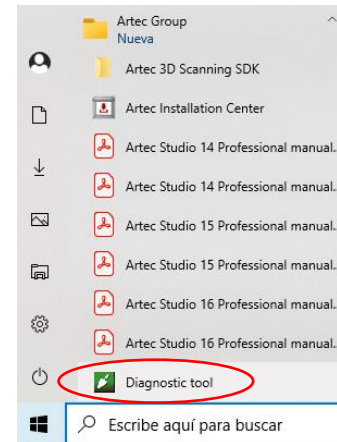
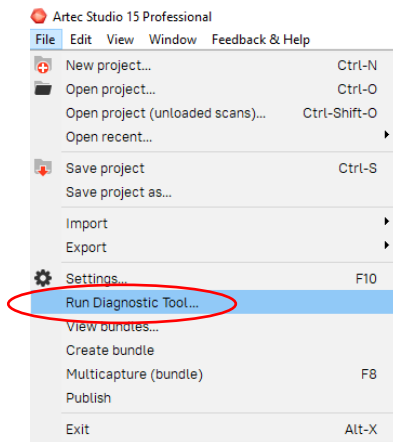


Proceso de calibración

NOTA: Antes de al calibración, el equipo debe haber alcanzado la temperatura óptima.

Iniciar la calibración desde:

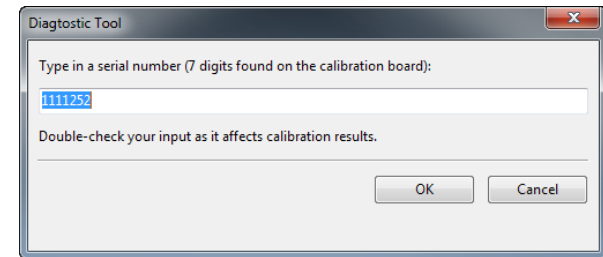
- Artec Studio: menú *File*, comando *Run Diagnostic Tool*
- Herramienta externa: desde Windows ir al Menú inicio



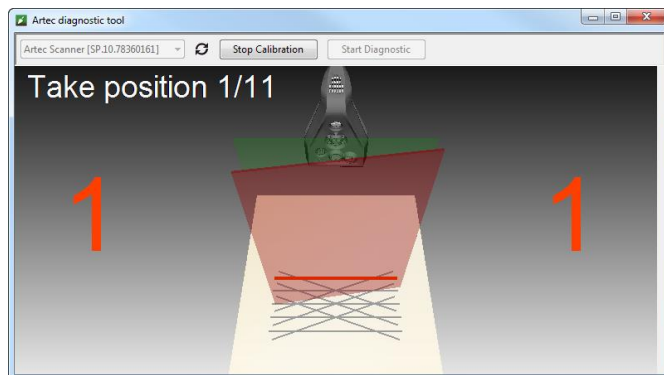
Seleccionar el escáner a calibrar de la lista desplegable (si se tiene más de un equipo)

Proceso de calibración

Pulsar *Start Calibration*. Se abre una ventana donde se debe introducir el número de serie del equipo de calibración, se puede encontrar en la placa



Colocar el borde del soporte de la placa alineado con la marca nº 1 del patrón. En la ventana del ordenador se verá un plano rojo (posición actual) y uno verde (destino). Mover la placa hasta que coincidan los planos y detenerse para que se capture el plano.

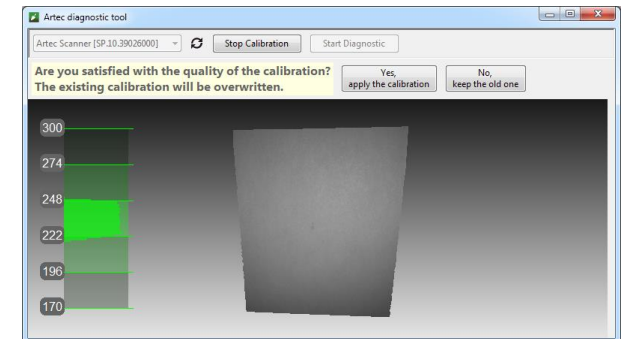


Proceso de calibración

Esperar a que el software indique que se mueva a la siguiente posición del patrón, según el número que se indica en la pantalla. Mover a la posición marcada y repetir el proceso de alineamiento de los planos.

El proceso se repite de 11 a 15 posiciones dependiendo del patrón de calibración

Una vez que haya finalizado con la última posición, aparecerá un mensaje para sobrescribir la calibración existente. Antes de tomar una decisión, dirigir el escáner hacia una superficie plana que no brille (p.e. hoja de papel) desde una distancia de unos 200 mm. Evaluar la calidad de la superficie reconstruida y comprobar si hay agujeros. Hacer clic en Yes, no aparecen agujeros en la superficie.

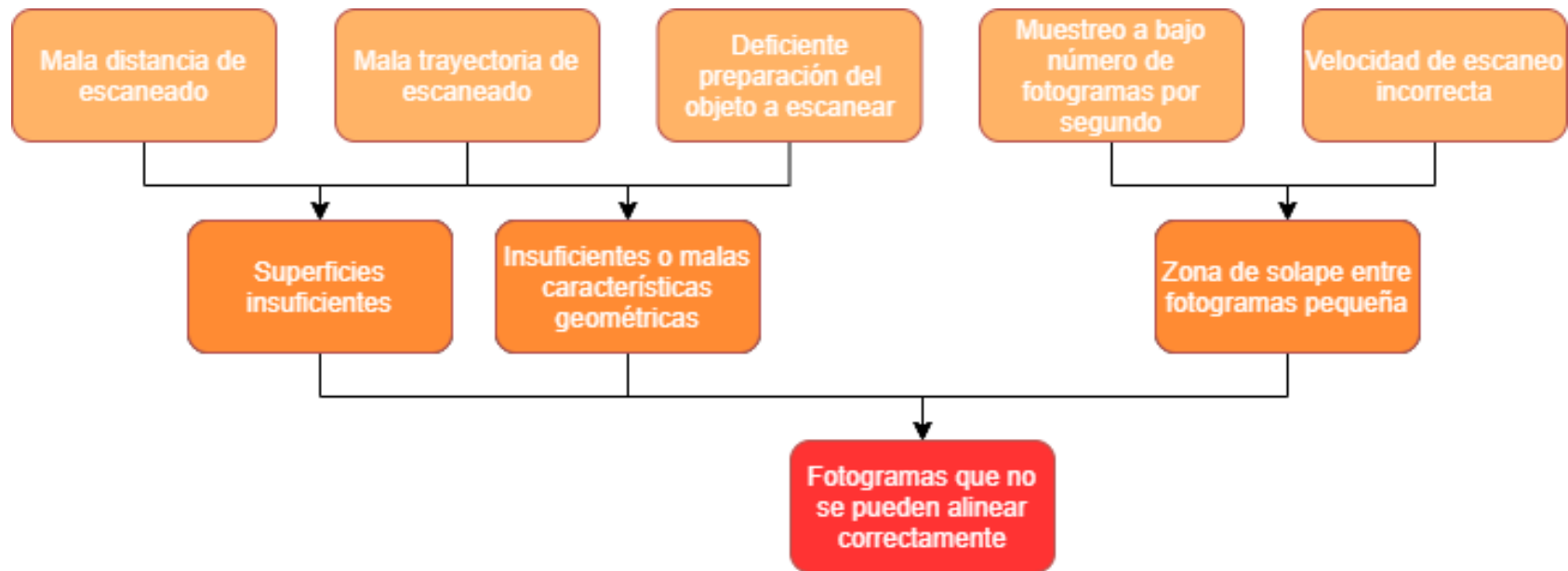


Problemas Habituales

Problemas de Calidad

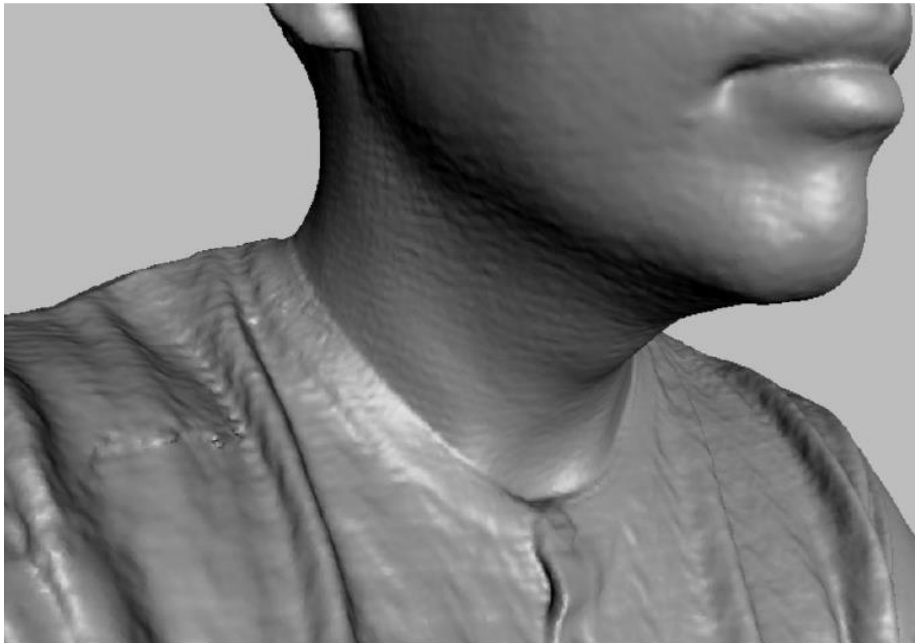
¿Por qué los fotogramas tienen mala calidad?

- No hay suficientes superficies
- No hay suficientes características geométricas o son malas
- Pequeño solape entre fotogramas

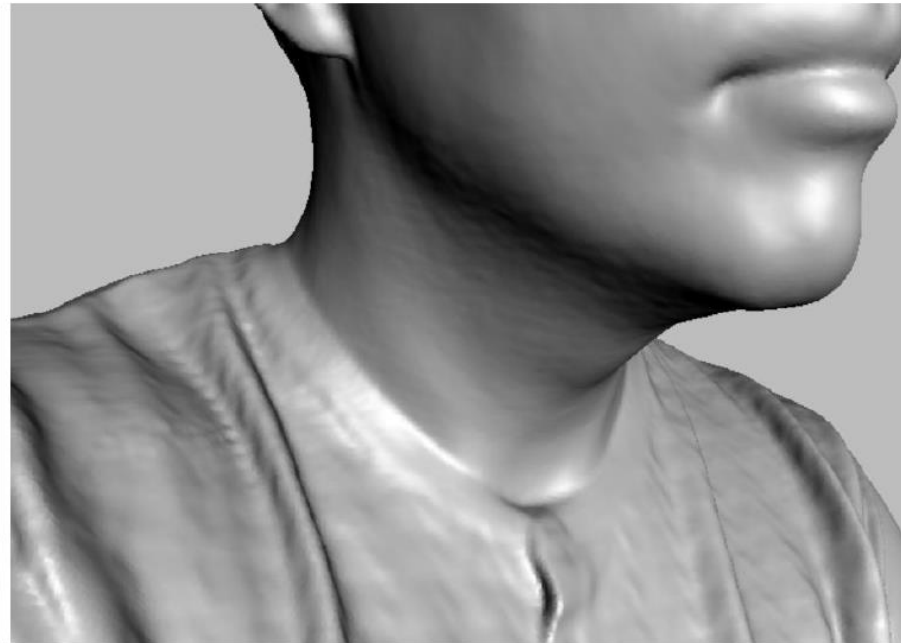


Errores de Fusión

La fusión dura puede provocar “piel de naranja” si el número de puntos es insuficiente o el registro global no arroja el error adecuado. Una solución fácil puede ser hacer un suavizado posterior de la malla.



Sharp fusion
resolution 1.0



Smooth fusion
resolution 1.0

Errores de registro global

1. Escanear nuevamente
2. Comprobar los ajustes de registro global
3. Comprobar el algoritmo por tipo de escanear (settings > performance)
4. Comprobar los ajustes de registro fino
5. Comprobar el alineamiento
6. Entrar en modo edición al escaneo y comprobar los fotogramas
7. Ordenar los fotogramas por error máximo.
 - a) Si FAILED <5% = OK
 - b) Si FAILED >5% = Crear otro escaneo y alinearlos



Print the Future

Plaza Fernando Conde Montero Ríos 9 – 36201 Vigo - (Pontevedra)