



Treball Final de Grau – Narratives visuals

Grau Multimèdia

Menció en Comunicació Visual i Creativitat

# Desarrollo práctico del proceso de captura y tratamiento digital en 3D de imágenes para ser utilizadas en impresión 3D y aplicaciones de Animación y Realidad Aumentada.

(Junio 2014)

Alumno: **Joan Soler Abelló**  
[jsolerab@uoc.edu](mailto:jsolerab@uoc.edu)

Consultor: Llogari Casas Torres

Profesor: Antoni Marín Amatller

- Introducción y Motivación
- Descripción y Target
- Objetivos (generales y específicos)
- Proceso de trabajo . Etapas / Planificación
- Desarrollo del TFG (Processing, 123D Catch y Skanect)
  - Modelos
  - Captura y pre-procesado. (Conceptos importantes)
  - Resultados antes de procesar
  - Procesado de resultados. Resultados preparados para impresión 3D
- Aplicaciones: Animación 3D / Realidad Aumentada
- Problemas encontrados. Decisiones importantes
- Hardware y software utilizado
- Conclusiones
- Proyección de futuro
- Fuentes de información

Actualmente multitud de noticias, en los medios, sobre IMPRESIÓN 3D tales como:

- Revolución industrial (microfábricas)
- Próxima revolución mayor que la de Internet (BBC)
- Máquinas que se fabrican a sí mismas (C/I/D)
- Copiar el mundo.
- Crear piezas únicas, personalizadas,
- Reducción de las emisiones (en el transporte)
- Fabricación piezas imposibles con tecnología tradicional (proceso aditivo, sin moldes, ... )
- Reproducción de órganos para trasplantes.
- Impresión de implantes médicos
- Construcción de casas en China
- Impresión 3D de personas (selfies?)
- etc.

# Introducción (ii)

## Algunos ejemplos impresión 3D:

Piezas y productos



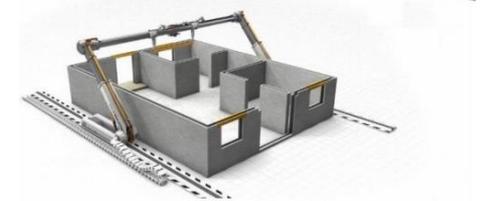
Implantes médicos



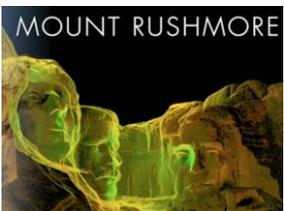
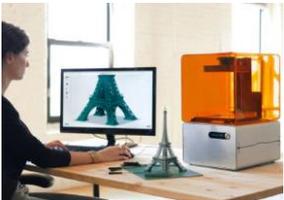
Réplica personas



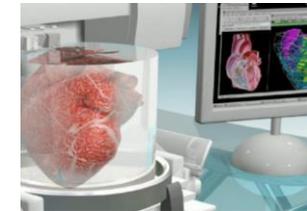
Construcción



Lugares y monumentos



Órganos humanos



Las impresoras 3D para funcionar dependen de “datos” preparados para ello.

“Preparación” → Modelo digital 3D cortado en “rodajas” para poder imprimir capa a capa



PERO, ¿dónde podemos obtener el modelo digital 3D?

- Diseñar
- Internet
- **Escanear**

Define el motivo de este TFG con el fin de capturar modelos 3D y demostrar su funcionalidad en impresión 3D, Animación 3D y Realidad Aumentada

# Descripción y Target

---

Elaboración de una descripción práctica desde la captura de objetos 3D hasta su impresión y aplicaciones en Animación y Realidad Aumentada.

## Target:

- Usuarios que dan sus primeros pasos en la captura de figuras /objetos de su entorno y deseen imprimirlos 3D o usarlos en otras aplicaciones
- Diseñadores que ofrecen su producto on-line
- Interesados en la revolución industrial y en el mercado que representará la impresión 3D

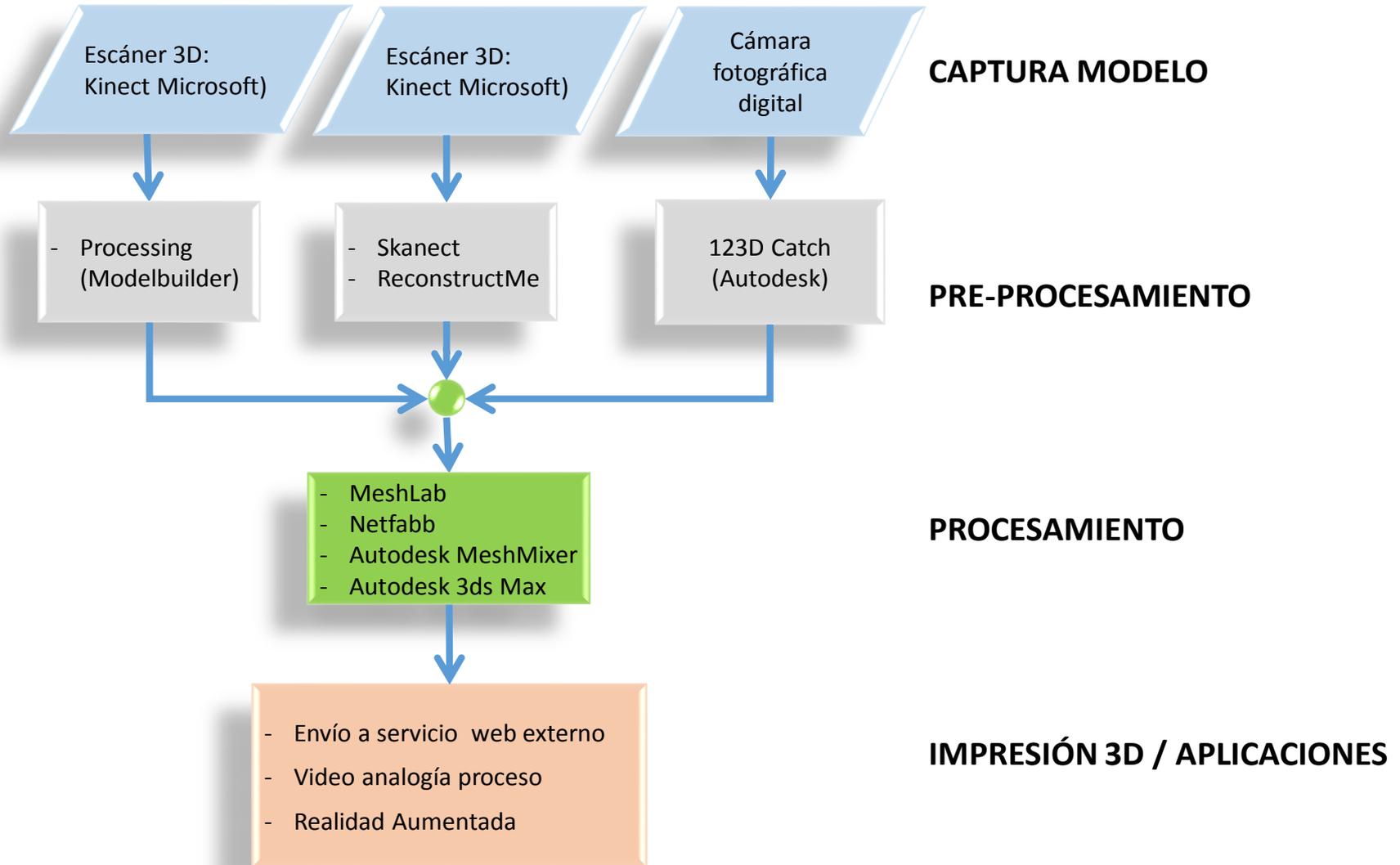
## Objetivos generales

- Elaboración de un documento en que los procesos descritos se prueben y sean asequibles al usuario de esta guía práctica.
- Generar un resultado lo más claro posible y que genere interés en la tecnología que se usa,
- Conseguir la descripción de un proceso lo más actualizado posible aun cuando es conocida la variabilidad actual del tema que se trata.
- Crear una guía de consulta útil a utilizar como herramienta.
- Evitar incluir descripciones correspondientes al procedimiento principal no probadas.

## Objetivos específicos

- Uso de software libre cuando sea posible
- Facilidad del proceso siempre que no sea perjudicial en alto grado a la calidad del resultado
- Uso de dispositivos asequibles económicamente y disponibles en el mercado.
- Plantear vías o soluciones paralelas a la solución principal que aun cuando no se desarrollen queden lo mejor informadas posibles en contenidos que se indiquen.
- Introducir posibilidades futuras

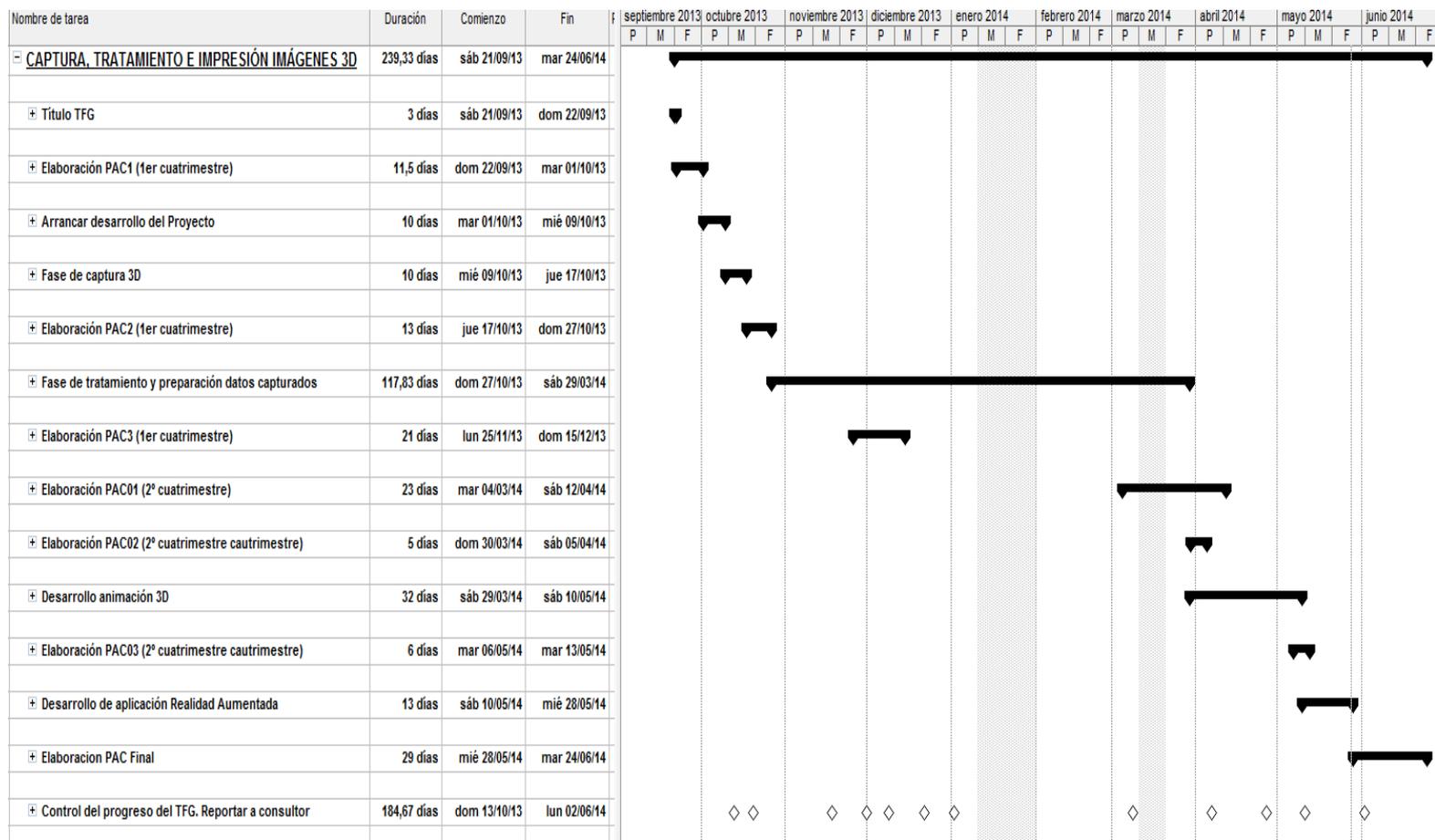
# Proceso de trabajo



Se han considerado las siguiente Etapas:

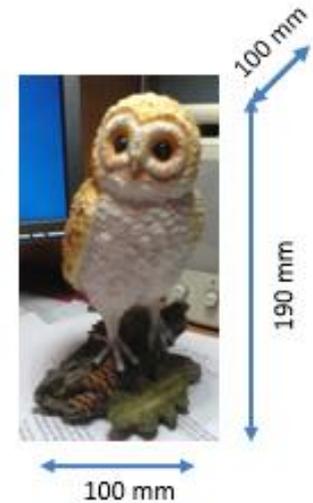
- Investigación general (escenario actual)
- Selección procesos viables
- Selección modelos
- Proceso captura 3D
- Preparación / reparación para impresión y uso
- Aplicación:
  - Animación 3D
  - Realidad Aumentada

El TFG se inicia el 21 de Septiembre de 2013 y finaliza el 24 de Junio de 2014.

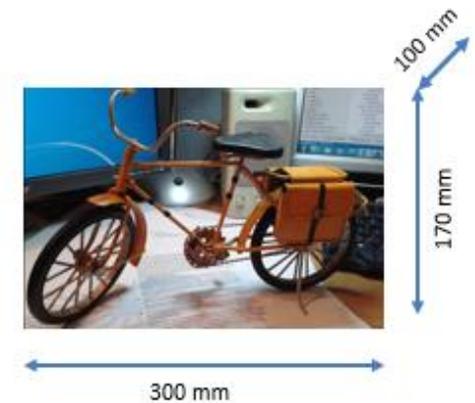


## Descripción de las piezas a escanear :

- Figura convencional: un búho decorativo (“mussol”)



- Bicicleta de paseo a escala (“bici”)



## El código de programación en Processing:

- Captar coordenadas “x” e “y” proyectadas en un plano relacionándolas con la coordenada de su profundidad. Se usa el escáner Kinect al que indicamos que haga barridos almacenando las ternas (x,y,z).
- Dos rutinas separadas mostrar: el resultado en pantalla o escanear y grabar en fichero STL.
- Proceso de limpieza y reparación del resultado obtenido e inserción de una placa posterior en la imagen escaneada

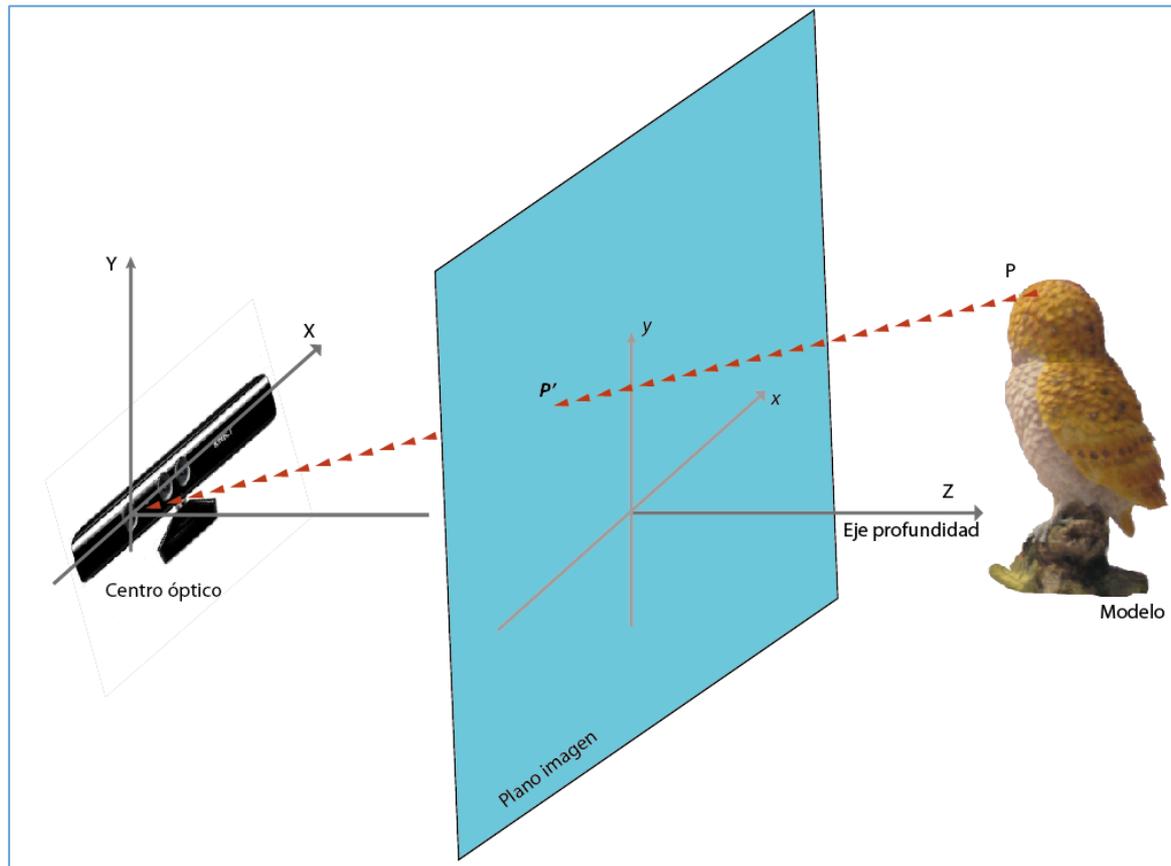
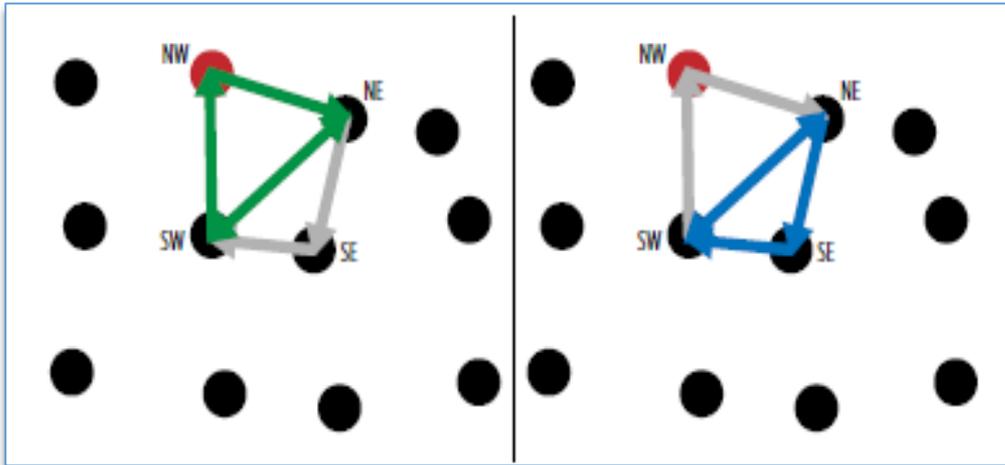


Diagrama representativo de la proyección de puntos

# Conceptos importantes: Creación mallas



Los dos triángulos que se forman conectan los puntos con sus contiguos

Se construyen dos triángulos (con los valores z de profundidad) entre cuatro puntos contiguos según su posición (x,y) en el plano imagen de forma que compartan uno de los lados.

En la programación posterior con Processing se usa una convención “geográfica” (por ejemplo consideramos que NW sea el punto que nos ocupa y “spacing” el valor definido de la resolución de la malla (distancia entre dos puntos rastreados):

NW (North West) = punto actual (x, y)

NE (North East) = (x+ spacing, y)

SW (South West) = (x, y+ spacing)

SE (South East) = (x+ spacing, y+ spacing)

# Desarrollo: Flujo programa en Processing (i)

P

Importar librerías

Se importan la librerías opengl, modelbuilder y simpleOpenNI

Declara variables

Destacar :  
**scanning** : Si activada crea la geometría de malla y graba fichero STL. No activada sólo visualiza la nube de puntos en pantalla  
**spacing**: define la resolución de la malla  
**maxZ**: no escaneará más allá de ese valor  
**g**: grosor de la placa posterior

Iniciar configuración

Se establece dimensiones pantalla, se crea instancia de simpleOpenNI, se indica que se quiere acceder a los valores de profundidad suministrados por la Kinect y se inicia el modelo

Definir librería obtención datos

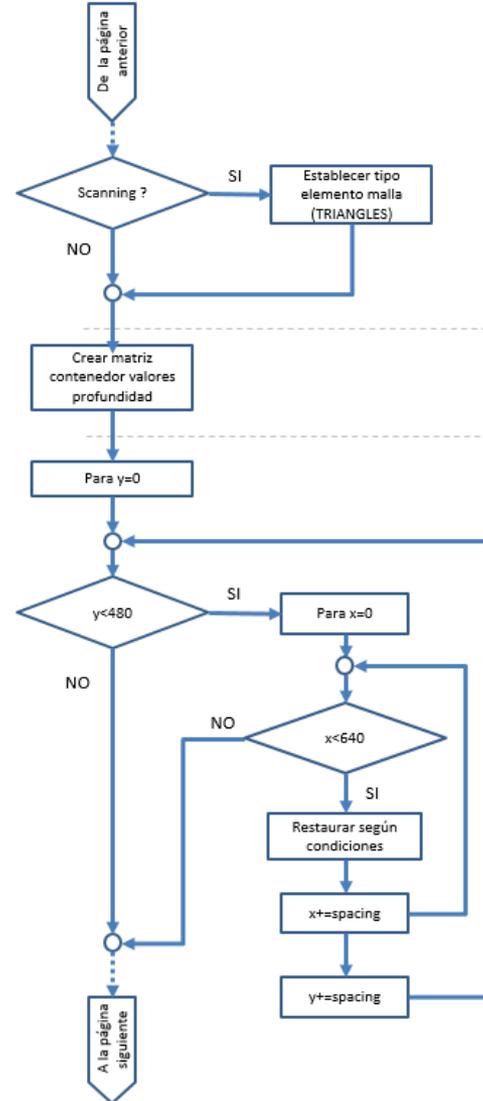
Se indica la librería que obtendrá nuevos datos desde la Kinect

Traslación y rotación

Trasladamos ejes para centrar la imagen y rotamos sobre el eje x para enderezar la nube de puntos. Ello es debido a la distinta alineación del sistema de coordenadas de la cámara.

A la página siguiente

P



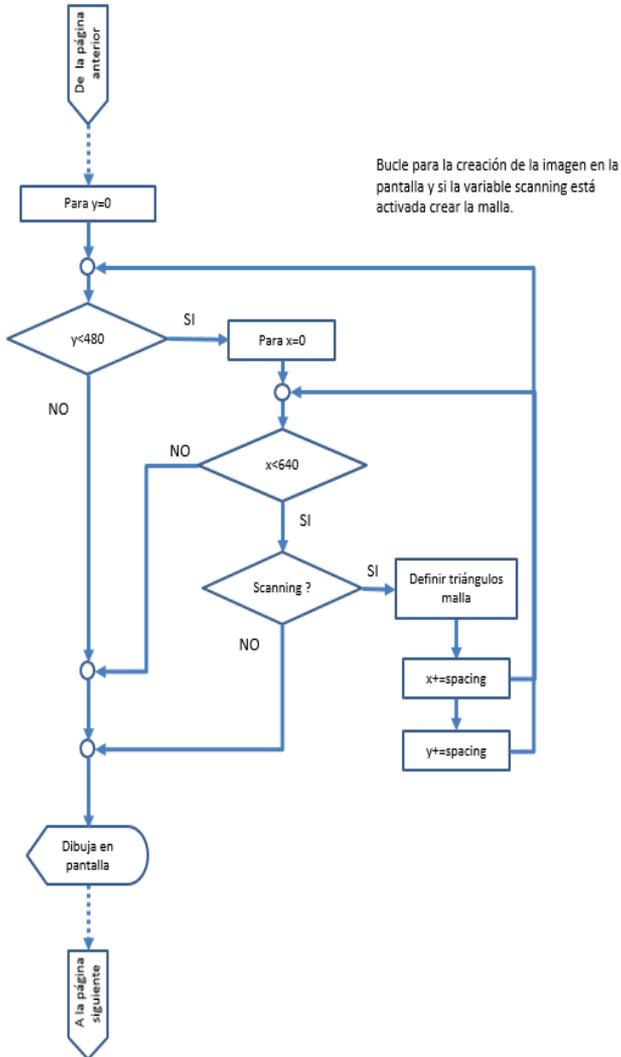
Si la variable scanning está activada (al presionar la barra espaciadora) se establece el tipo de malla a utilizar.

Se prepara una matriz de vectores en la que se almacena la variable profundidad correspondiente a cada punto..

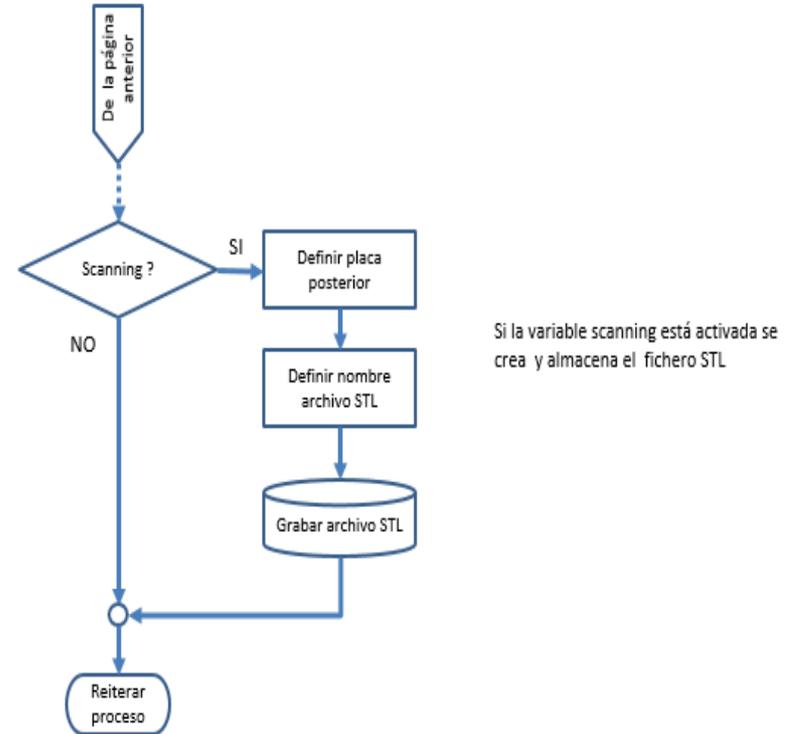
Bucle restauración quitando lo sobrante  
 - Se eliminan las áreas donde el valor de profundidad sea 0 o con valor muy bajo  
 - Se reparan los bordes de la imagen  
 - Se aplica una profundidad máxima z

# Desarrollo: Flujo programa en Processing (ii)

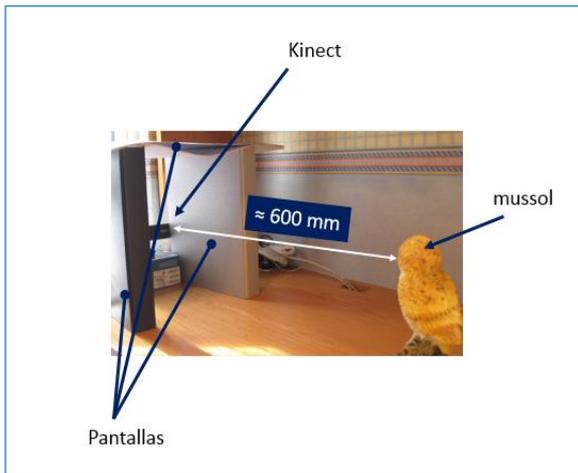
P



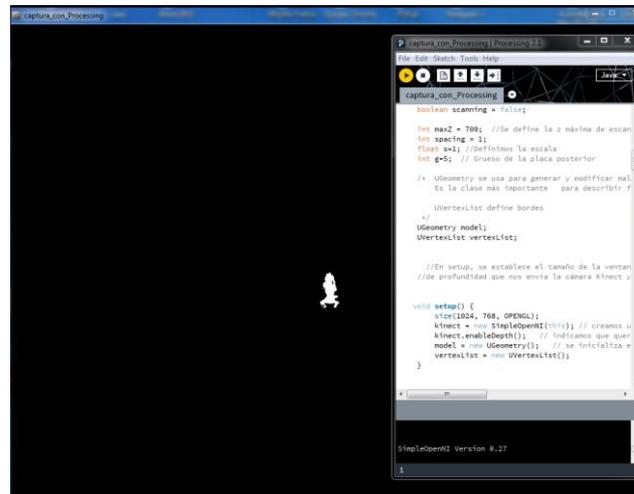
P



# Desarrollo: Captura y pre-procesado del “mussol” con Processing

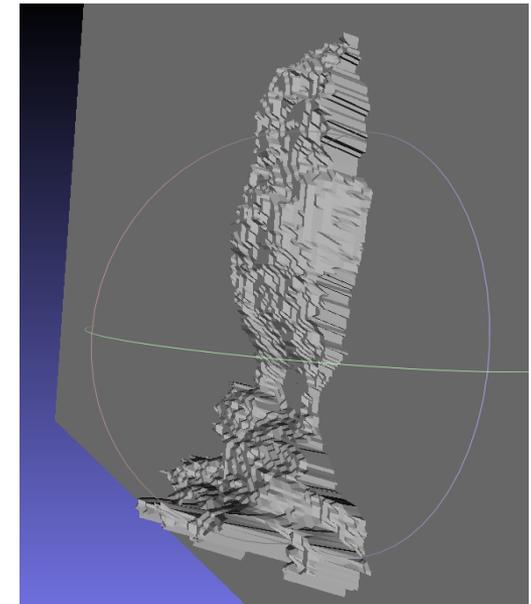


Montaje escaneo mussol con Processing



Pantalla de captura de mussol con Processing

Detalle del escaneo del mussol mediante Processing



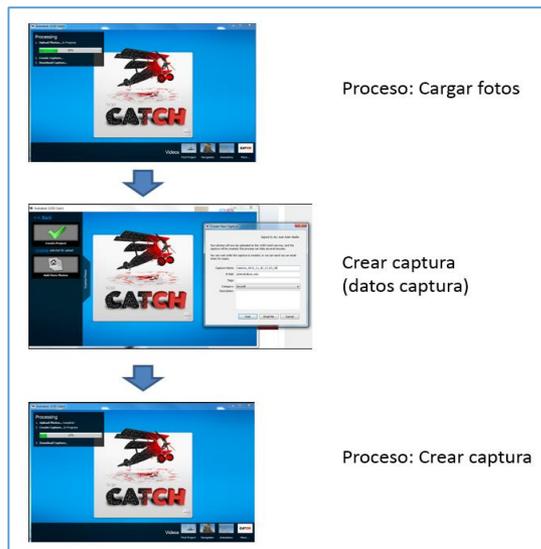
## Consejos importantes a tener en cuenta:

- Evitar objetos brillantes o transparentes así como aquellos que reflejen la imagen
- Girar alrededor del objeto tomando las fotos necesarias de forma que un detalle aparezca al menos en 3 fotografías. Dicho de otra forma: tomar una fotografía cada 5-10° de giro.
- Girar alrededor del objeto a varios niveles de altura y varios ángulos. No olvidar planos cenitales. Se recomienda planear el proceso antes de empezar.
- Añadir puntos o piezas de que puedan ser útiles como referencia de situación para que la aplicación “no se pierda” al recomponer el objeto. Fondos planos no son recomendables. Una forma de conseguir que el “tracking” de la aplicación no de problemas es colocar el modelo sobre una hoja de periódico.
- No variar la dirección de la cámara. Esto significará tomar todas las fotos con la cámara horizontal o todas con la cámara vertical.
- No usar variaciones de zoom.
- La iluminación debe ser lo más uniforme posible.
- Mantener la profundidad de campo y el enfoque en todo el proceso de captura.
- No es necesaria una cámara de gran calidad ya que la aplicación admite imágenes incluso hechas con la cámara del teléfono móvil además de iphone e ipad.

# Desarrollo: Captura y pre-procesado del “mussol” con 123D Catch



Proceso toma fotos mussol con 123D Catch, girando alrededor del modelo.



Proceso 123D Catch: Cargar fotos y Crear captura



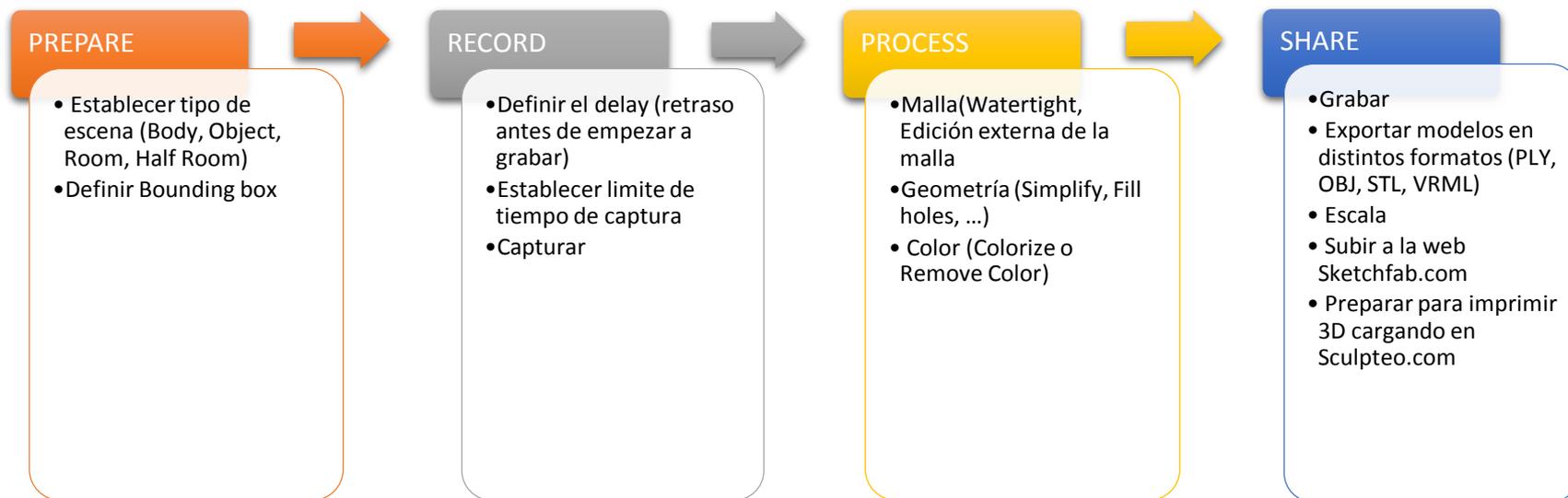
Ruta cámara seguida en captura mussol con 123D Catch.



Vista en la web de Autodesk del modelo 3D resultante del mussol capturado mediante el proceso 123D Catch

Número de fotografías : 68

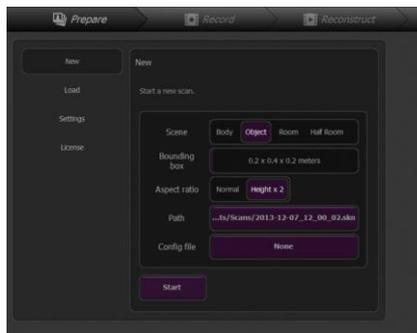
Se utiliza el escáner Kinect de Microsoft y el software Skanect



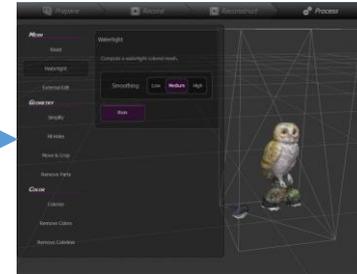
# Desarrollo: Captura y pre-procesado del “mussol” con Skanect



Preparación de escaneado del mussol con Skanect



Pantalla de preparación (Prepare) de Skanect : objeto, caja de 0,2x0,4x0,2 m.



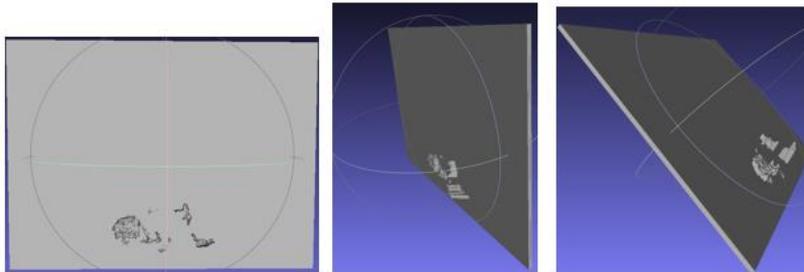
Proceso de grabación del mussol con Skanect. Watertight con un suavizado medio



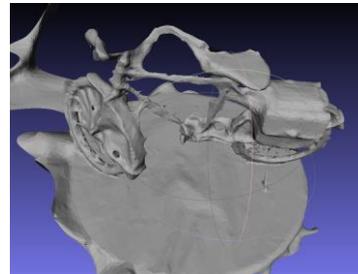
Vistas desde MeshLab del resultado obtenido al escanear el mussol con Skanect

# Desarrollo: Problemas captura modelo “bici”

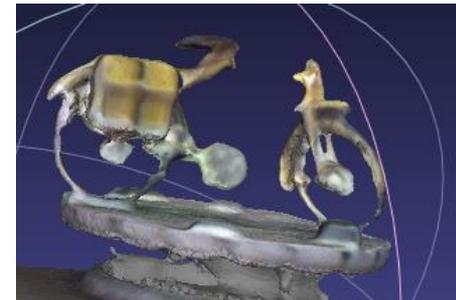
En ninguno de los 3 sistemas usados ha sido posible la captura del modelo “bici”



Captura «bici» con Processing

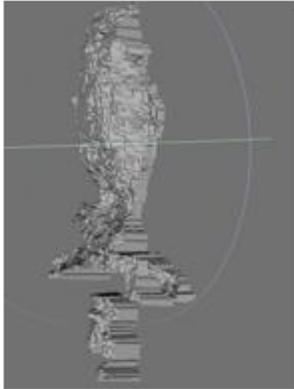
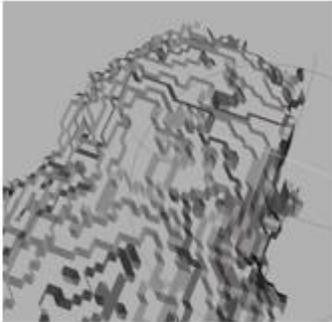
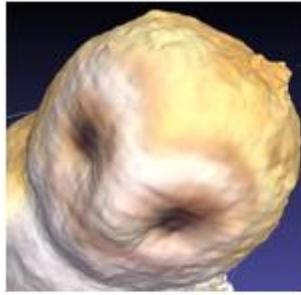


Captura «bici» con  
123D Catch



Captura «bici» con Skanect

**Motivo:** limitaciones en el escaneo o captura de piezas de dimensiones reducidas debido a la utilización de sensores de profundidad de bajo coste o de cámara fotográfica que no logran detectar partes del objeto de tan sólo algunos milímetros

	Processing	123D Catch	Skanect
Vista general			
Detalle			

Visualización resultados antes de procesar

# Desarrollo: Procesado resultado Processing

Meshmixer:  
SELECT

Meshmixer:  
EDIT /ERASE

Meshmixer:  
EDIT / PLANE CUT

Meshmixer:  
ANALYSIS / UNIT / SCALE

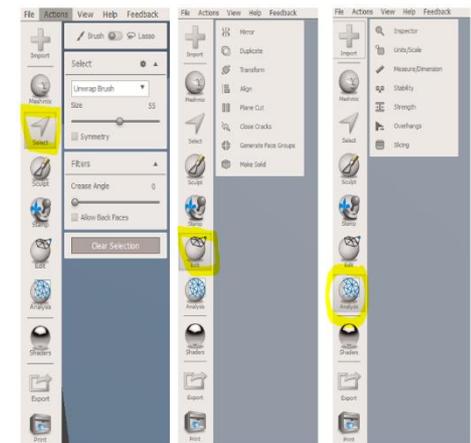
Meshmixer:  
ANALYSIS INSPECTOR

Meshmixer:  
EDIT / MAKE SOLID

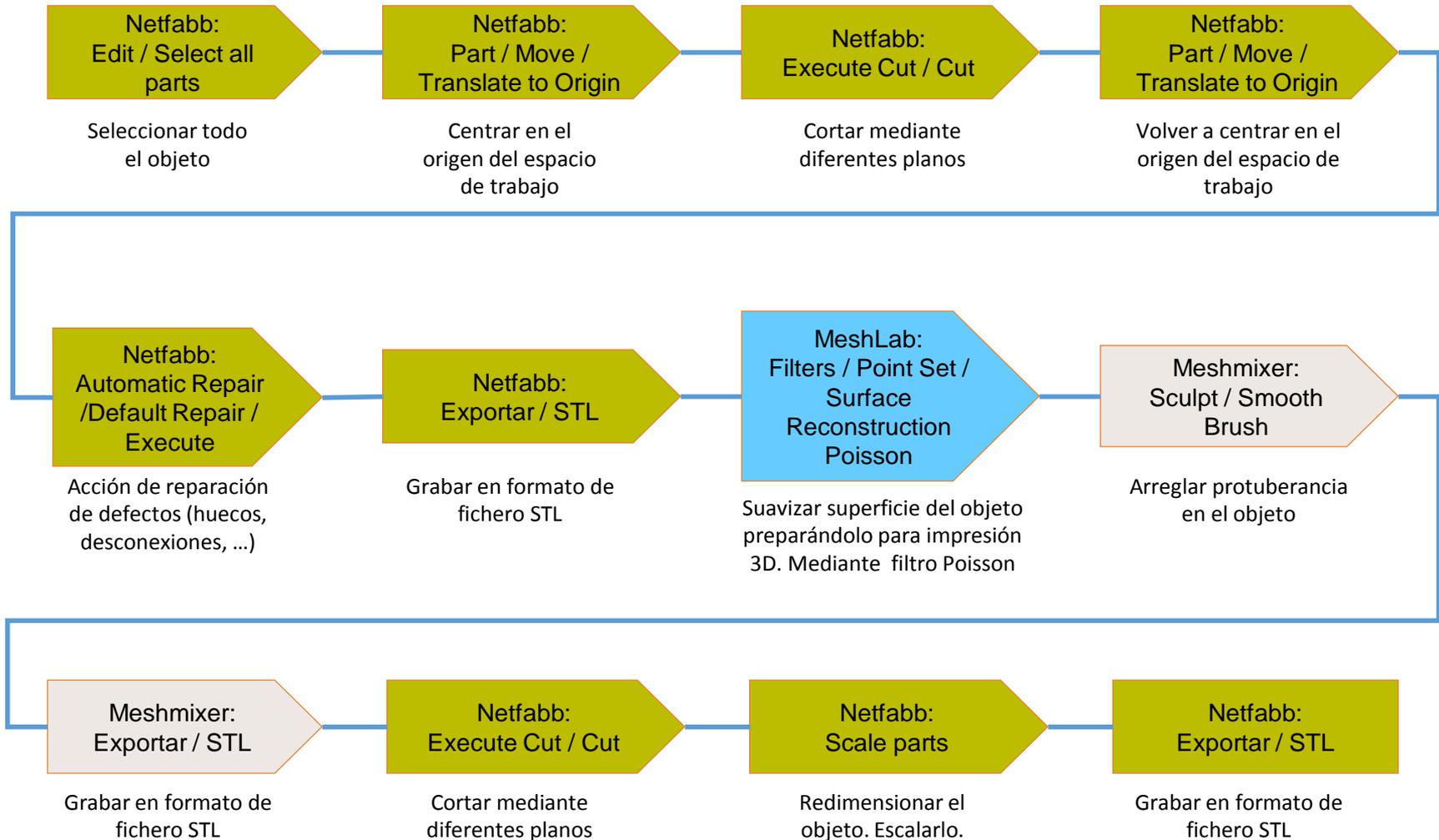
Meshmixer:  
PRINT /MAKERBOT Replicator 2

Meshmixer:  
EXPORT / STL

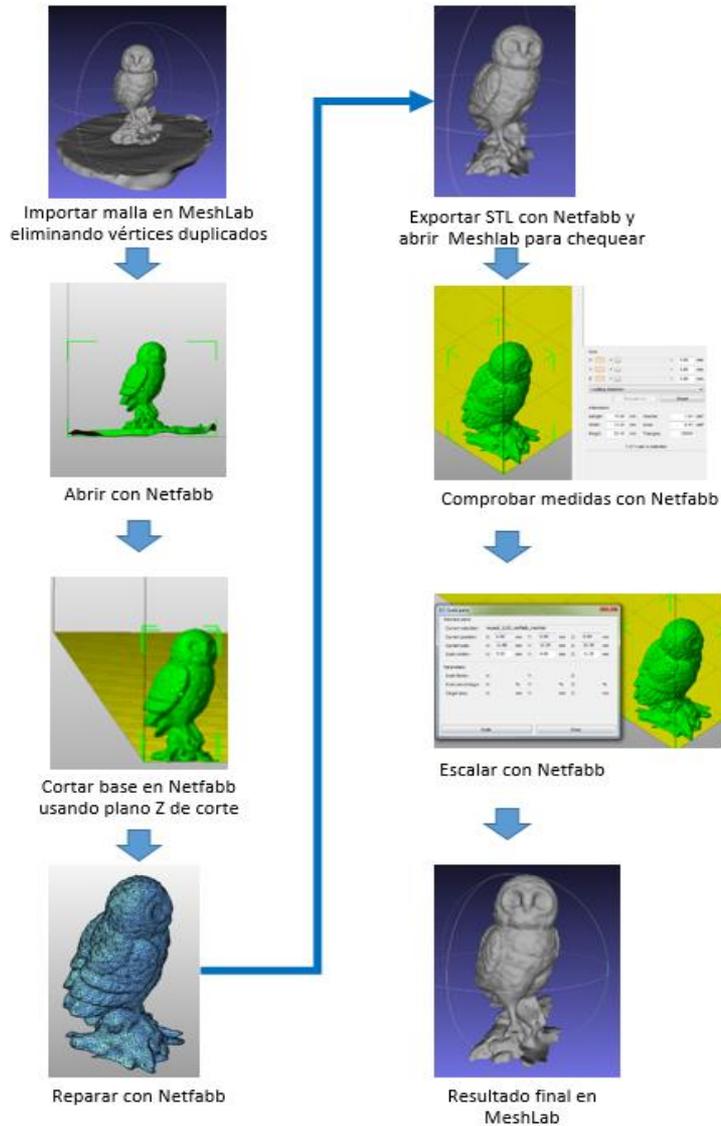
- Seleccionar los elementos o fragmentos sobrantes a eliminar
- Eliminar elementos seleccionados
- Cortar el plano posterior
- Escalar, cambiando medidas objeto
- Verificar y solucionar si el objeto contiene huecos o elementos desconexiónados
- Convertir objeto en un sólido
- Utilidad para verificar que el objeto está preparado para su impresión
- Grabar en formato STL



# Desarrollo: Procesado resultado Skanect

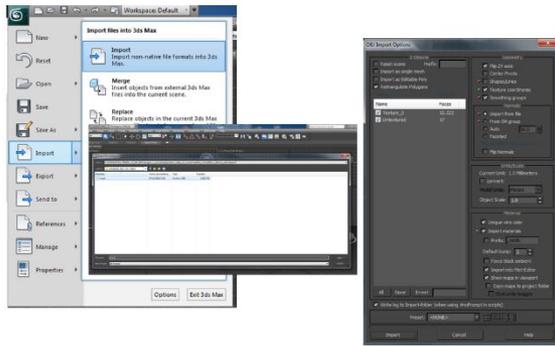


# Desarrollo: Procesado resultado 123D Catch (B/N)

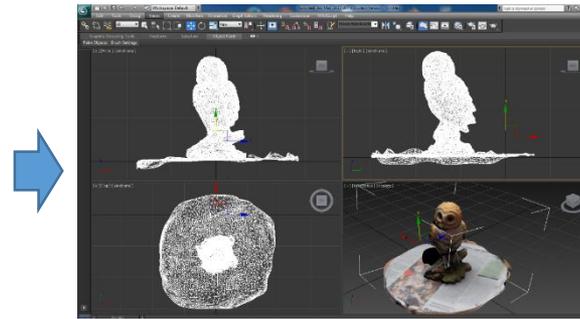


Esquema del proceso seguido para el procesado del modelo "mussol" obtenido con 123D

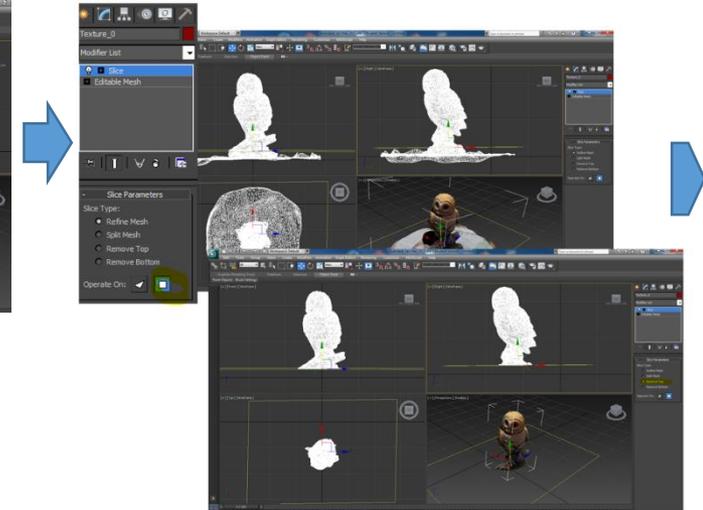
# Desarrollo: Procesado resultado 123D Catch color



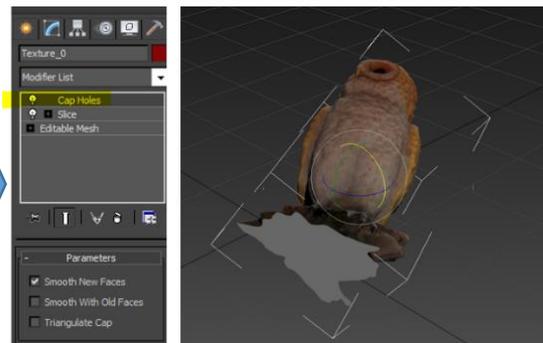
Importación del modelo "mussol", con 3DS Max, obtenido con 123D Catch



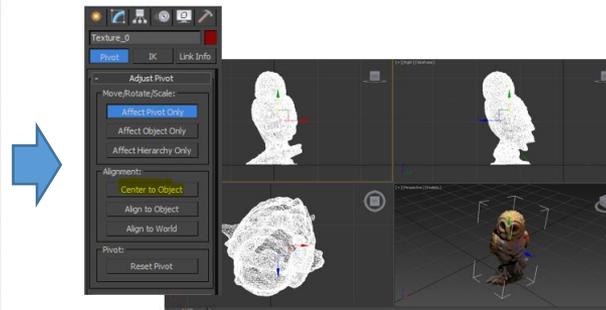
Visualización del objeto "mussol" en pantalla 3ds Max una vez importado



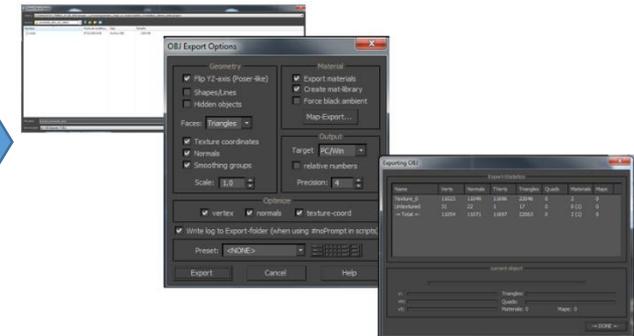
Proceso de eliminación parte inferior objetos con modificador Slice de 3ds Max



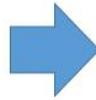
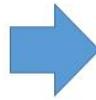
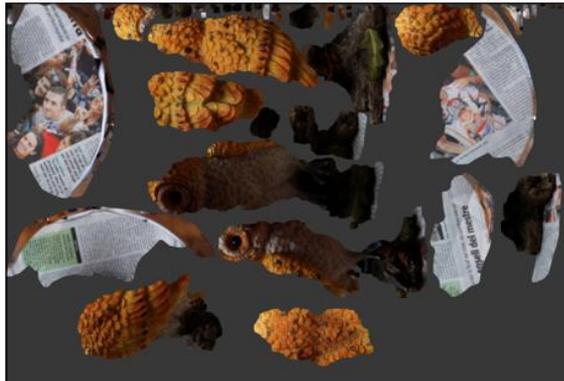
Tapado del hueco de la base del objeto con el modificador Cap Holes de 3ds Max



Escalado y centrado del Pivote (en 3ds Max) , finalizando el proceso de "mussol" de 123D Catch en color



Exportación desde 3ds Max en formato OBJ del objeto "mussol" en color, obtenido con 123D Catch



Se edita con Adobe Photoshop el fichero de textura creado en la captura (tex\_0.jpg) solucionando el problema surgido en la parte frontal del resultado la cual era oscura

Comparación resultados antes y después de tratar el fichero tex\_0.jpg con Photoshop

# Desarrollo: Resultados preparados para impresión 3D

## Resultado mediante Processing

**Sculpteo** [http://www.sculpteo.com/en/design/mussol\\_processing\\_final\\_to\\_print/fjq8XYVL](http://www.sculpteo.com/en/design/mussol_processing_final_to_print/fjq8XYVL)

**Sketchfabb** <https://skfb.ly/zDJx>

## Resultado mediante Skanect

**Sculpteo** [http://www.sculpteo.com/en/design/mussol\\_skanect\\_final\\_to\\_print/7YoKw8Sa](http://www.sculpteo.com/en/design/mussol_skanect_final_to_print/7YoKw8Sa)

**Sketchfabb** <https://skfb.ly/zDJK>

## Resultado mediante 123D Catch (B/N)

**Sculpteo** [http://www.sculpteo.com/en/design/mussol\\_123d\\_final\\_to\\_print/FfEZYBYc](http://www.sculpteo.com/en/design/mussol_123d_final_to_print/FfEZYBYc)

**Sketchfabb** <https://skfb.ly/zDJO>

## Resultado mediante 123D Catch (color)

**Sculpteo** [http://www.sculpteo.com/en/design/mussol\\_color\\_123d\\_to\\_print-1/9zMdNHDU](http://www.sculpteo.com/en/design/mussol_color_123d_to_print-1/9zMdNHDU)

**Sketchfabb** <https://skfb.ly/zHPJ>

# Aplicación: Animación 3D

## Storyboard de Analogía de los procesos de captura, reparación de modelos e impresión 3D:

Storyboard de: TFG de Joan Soler Abelló  
(Captura y tratamiento digital para impresión 3D)

página 1 de 3  
Con After Effects de añadirán los títulos, textos explicativos y transiciones necesarios



ESCENA 1  
Vista alrededor del modelo a "capturar".



ESCENA 2  
Proceso captura con Processing. Vista del escáner tomando puntos



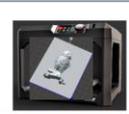
ESCENA 3  
(En After Effects se insertará plano del código de programa "comiendo")



ESCENA 4  
Vista de pantalla de PC donde se crea una figura 3D con el resultado de Processing



ESCENA 5  
(En After Effects pasarán como texto los programa y utilidades más importante utilizados para procesar el resultado)



ESCENA 6  
Vista de impresora 3D imprimiendo el objeto Processing

Storyboard de: TFG de Joan Soler Abelló  
(Captura y tratamiento digital para impresión 3D)

página 2 de 3  
Con After Effects de añadirán los títulos, textos explicativos y transiciones necesarios



ESCENA 7  
Proceso captura con Skanect. Vista del escáner tomando puntos. Figura girando



ESCENA 8  
(En After Effects se insertará vista del interface del programa Skanect)



ESCENA 9  
Vista de pantalla de PC donde se crea una figura 3D con el resultado del escaneo con Skanect



ESCENA 10  
(En After Effects pasarán como texto los programa y utilidades más importante utilizados para el procesado)



ESCENA 11  
Vista de impresora 3D imprimiendo el objeto Skanect

Storyboard de: TFG de Joan Soler Abelló  
(Captura y tratamiento digital para impresión 3D)

página 3 de 3  
Con After Effects de añadirán los títulos, textos explicativos y transiciones necesarios



ESCENA 12  
Proceso captura con 123D Catch. Vista de la cámara tomando fotos.



ESCENA 13  
(En After Effects se insertará vista del interface del programa 123 Catch)



ESCENA 14  
Vista de pantalla de PC donde se crea una figura 3D con los dos resultados desde 123D Catch (bin y color) a la vez



ESCENA 15  
(En After Effects pasarán como texto los programa y utilidades más importante utilizados para el procesado)



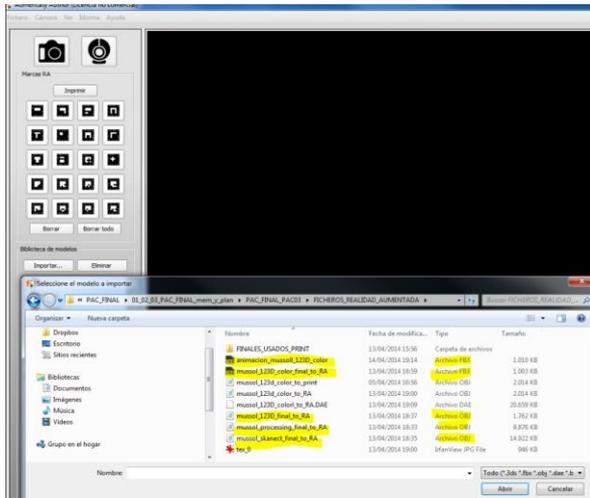
ESCENA 16  
Vista de impresora 3D imprimiendo los objetos obtenidos con 123D Catch



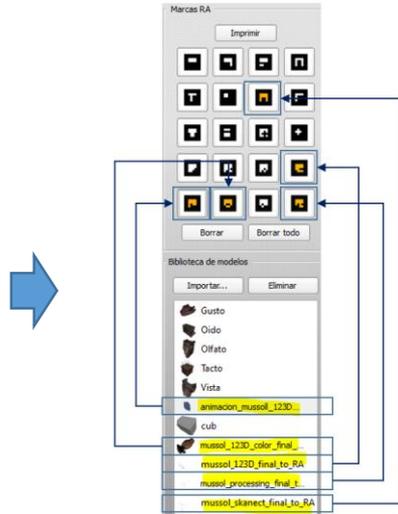
ESCENA 17  
Ultima escena con todos los resultados juntos girando.

# Aplicación: Realidad Aumentada

## Software usado: Aumentaty Author

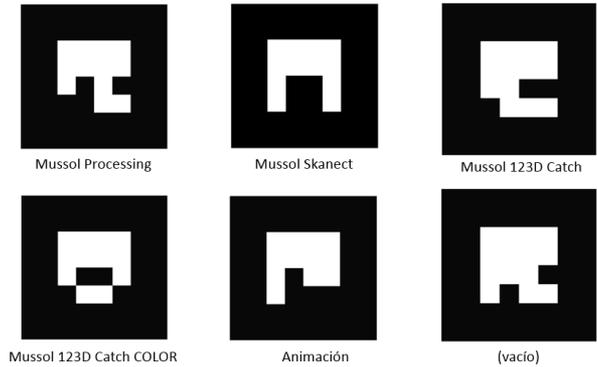


Importación modelos 3D a Aumentaty Author

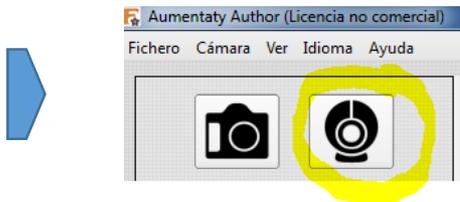


Asignación de marcas de RA a cada modelo 3D y animación

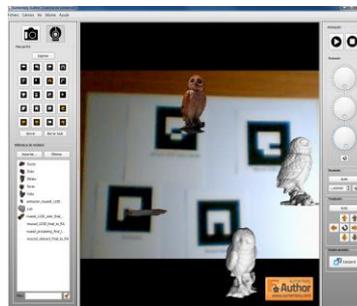
MARCAS para "mussol" TFG / UOC: jsolerab



Detalle relación marcas RA con cada modelo



Arranque de la webcam para visualizar la RA



Arranque de la webcam para visualizar la RA

## Resultado Animación 3D



<https://vimeo.com/96621608>



<http://youtu.be/SNMo2eNFRYw>

Composició de vídeo realitzada amb Adobe After Effects partint de Animació 3D amb Autodesk 3ds Max

## Resultado aplicación Realidad Aumentada



<https://vimeo.com/92226249>

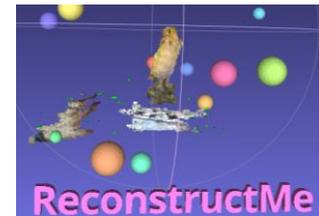


<http://youtu.be/M9Ds6YYzQ9w>

Composició de vídeo realitzada amb Adobe After Effects

Los problemas más importantes a mencionar:

- Imposibilidad de captura del modelo “bici” (debido a las dimensiones reducidas del modelo)
- Uso de ReconstructMe (problemas de configuración) sin solución.
- No todos los programas usados en la reparación de los resultados admiten el objeto 3D en color.



Las principales decisiones tomadas con impacto sobre el TFG han sido:

- ✓ Mostrar los resultados de las capturas en los visores 3D de suministradores de impresión en vez de imprimir un objeto.
- ✓ Crear como aplicación para animación 3D una analogía animada de los procesos usados para una mayor comprensión del usuario.
- ✓ Mejorar el aspecto de los resultados en color

# Hardware y software utilizado (i)

---

## Hardware:

- Escáner 3D KINECT for Windows
- Cámara fotográfica digital: Canon EOS 5D Mark II
- Tarjeta gráfica: NVIDIA GeForce 9800 GT

## Software de captura

- Processing (añadiendo librería Modelbuilder)
- Skanect
- 123D Catch (Autodesk)

## Software procesamiento 3D

- MeshLab
- Netfabb
- Autodesk MeshMixer

## Hardware y software utilizado (ii)

---

### Software edición y animación 3D

- Autodesk 3DS Max (2013)

### Software Realidad Aumentada

- Aumentaty Author

### Software edición imágenes, video y audio

- Adobe Photoshop CS5
- Adobe After Effects CS5
- Audacity

## Conclusiones (proyecto):

- Se adivinan grandes oportunidades y posibilidades de aplicación
- Ha sorprendido la calidad obtenida mediante el método de 123D Catch (captura con cámara digital)
- No muy buena calidad en los resultados obtenidos con escáner 3D (baja gama)

# Proyección de futuro (i)

La impresión 3D representa ya una revolución tanto industrial como social

La captura de objetos en 3D será sin duda una pieza clave de dicha revolución ya que dichas impresoras deberán “alimentarse de datos” para su funcionamiento.

## REVOLUCIÓN SOCIAL

Al igual como la máquina fotográfica se popularizó en su momento (tanto en su versión analógica como digital), y también lo hizo el video, teléfonos móviles, etc. **¿Por qué no puede hacerlo la captura 3D ya bien sea mediante escáner o registrando imágenes?**

Ejemplos:

- Impresión souvenirs en nuestra propia impresora 3D de sobremesa tras un viaje turístico (obtenidos de la web o capturados con nuestra cámara o teléfono portátil)
- Réplicas en 3D de nuestras personas queridas, familiares o amigos. ¿Por qué no tener un objeto que podamos tocar y no tan sólo contemplar en 2D? ¿Selfies 3D?
- Más posibilidades: Animaciones 3D, Realidad Aumentada, hologramas, etc

# Proyección de futuro (ii)

---

## REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

Se prevén grandes cambios en la vertiente industrial basados en:

- Menor coste (en cuanto se popularice). Eliminación de muchos tiempos de montaje.
- Menor desperdicio (método aditivo).
- Niveles de stock de productos, mucho menores. Aumento de la viabilidad de fabricar totalmente bajo demanda.
- Reducción del tiempo de producción
- Reducción de costes de transporte y menor huella de carbono
- Ausencia de moldes para la producción y de juntas en el producto.
- Aumento de las microfábricas
- Obtención de productos imposibles de fabricar mediante las tecnologías tradicionales posibilitando la fabricación de productos más complejos.
- ....

# Proyección de futuro (iii)

---

## POSIBILIDADES EN OTROS ÁMBITOS

Además de las posibilidades enunciadas anteriormente de abren grandes perspectivas u opciones en diversos campos:

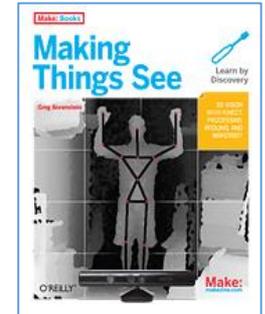
- MEDICINA: implantes, órganos para trasplantes, prótesis, ...
- CONSTRUCCIÓN: diseño e impresión de casas, muebles, lámparas, ...
- ALIMENTACION: impresión de elementos de repostería, chocolate, dulces, ...
- TOPOGRAFIA : representaciones en 3D de lugares, terrenos.
- MUSEOLOGÍA: archivo, restauración, conservación y reproducción de piezas.
- MODA : vestidos, zapatos, complementos, ... personalizados.
- ECOLOGÍA: restauración de zonas y entornos naturales dañados.
- ENSEÑANZA: posibilidad de disponer de mayor números de objetos reales pudiendo interactuar con ellos.
- Etc.

**¿Preparados para “escanear” el mundo  
que nos rodea?**

**... e incluso a nosotros mismos !!**

«Magazine MAKE,» 20 Febrero 2013. <http://makezine.com/>.

«Ultimate Guide for 3D Printing,» MAKE, 20 Febrero 2013.



G. Borenstein, Making Things See. 3D vision with Kinect, Processing, Arduino, and MakerBot, O'Reilly, 2012.

A. K. F. J. S. Bre Peetis, Getting Started with MakerBot, O'Reilly, 2012.

D. Shiffman, «Learning Processing,» <http://www.learningprocessing.com/>

D. Shiffman, «Getting Started with Kinect and Processing,» <http://shiffman.net/p5/kinect/>

