



**Universidad**  
**Zaragoza**

## Trabajo Fin de Grado

**Diseño y desarrollo de un entorno virtual interactivo que facilite el aprendizaje de los procesos de mecanizado**

Design and development of an interactive virtual environment to facilitate learning of machining processes

## **ANEXOS**

Autora

**Victoria Carolina Montañés Fray**

Director

**Sergio Aguado Jiménez**

Grado de Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo del Producto

ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
2020-2021

## INDICE

Anexo 1: Recursos Y Planificación .....	3
A.1.1 Recursos Digitales Utilizados .....	3
A.1.2 Planificación Semanal .....	5
Anexo 2: Entorno Del Taller Real.....	6
A.2.1 Fotos Tomadas .....	6
A.2.2 Muestras De Materiales .....	15
Anexo 3: Modelos CAD Utilizados .....	19
A.3.1 Maquinaria .....	19
A.3.2 Herramientas .....	19
A.3.3 Mobiliario .....	20
A.3.4 Demás Modelos E Imágenes .....	21
Referencias .....	23

# ANEXO 1: RECURSOS Y PLANIFICACIÓN

## A.1.1 RECURSOS DIGITALES UTILIZADOS

Las herramientas utilizadas para la totalidad del proyecto son las siguientes:

- ▣ Unity: motor de videojuegos multiplataforma, disponible de forma gratuita para estudiantes o de forma personal para usuarios individuales, aficionados y pequeñas empresas con ingresos inferiores a 100.000 USD (1)
- ▣ Unity Asset Store (2): repositorio de la web de Unity donde los miembros comparten de forma gratuita o no distintos recursos para utilizar en Unity, como modelos 2D y 3D, texturas, plantillas, elementos de interacción, audios, videos...
- ▣ Grabcad (3): entorno de colaboración donde se permite la subida y descarga de forma gratuita de modelos CAD realizados con todo tipo de software de modelado 3D
- ▣ Warehouse de SketchUp (4): entorno de colaboración donde se permite la subida y descarga de forma gratuita de modelos CAD realizados en SketchUp
- ▣ SolidWorks: software de modelado 3D paramétrico de uso profesional, usado la versión estudiante
- ▣ Autodesk Inventor: software de modelado 3D paramétrico de uso profesional, usado la versión estudiante
- ▣ CAD Exchanger (5): conversor online de modelos 3D a distintos formatos, requiere registro y, en su versión gratuita, permite hasta 10 conversiones y descargas al mes
- ▣ Adobe Capture (6): app gratuita para móvil y compatible con otras herramientas de Adobe, permite vectorizar imágenes, identificar tipografías, crear paletas de colores y generar texturas, entre otras funciones, tomando simplemente una fotografía
- ▣ Filter Forge (7): software gráfico de pago, versión de prueba de 1 mes, que permite acceder a una biblioteca de filtros fotográficos y texturas y modificar sus parámetros para la generación y descarga de las distintas capas que estén disponibles en cada caso (color, normales, de alturas, de reflexión...)
- ▣ SketchBook Pro 2021 (8): Software de dibujo para ordenador y móvil, permite uso de capas, pinceles y herramientas de apoyo como regla,

perspectivas, simetrías... Se ha usado la versión estudiante de Autodesk, pero ahora se ha desvinculado y solo está disponible la versión de pago

- ▣ MakeHuman: software gratuito que permite configurar formas humanas asignando los parámetros deseados, vestirlas, asignar expresiones faciales, posturas.... También dispone de acceso a una comunidad de usuarios donde se permite la descarga de ropa, accesorios, pelo...
- ▣ Wings3D: software de modelado 3D por subdivisión
- ▣ Mixamo (9): recurso online de Adobe que permite la creación y animación de personajes
- ▣ Storyboarder: software específico para el bocetado e ilustración de secuencias animadas
- ▣ Trello (10): plataforma de organización de trabajo individual y colaborativa basada en tarjetas
- ▣ Timeular: software asociado al producto físico (un octaedro) con el mismo nombre que permite el control del tiempo invertido en tareas asignadas a cada una de sus caras
- ▣ Google Meet: herramienta de Google que permite videollamadas
- ▣ Google Drive: herramienta de Google que permite almacenamiento de archivos en la nube y accesibilidad a aquellos usuarios que se elijan

## A.1.2 PLANIFICACIÓN SEMANAL

La distribución del trabajo semanal durante el proyecto se muestra en la tabla 1:

	Trabajo semanal	Fase del proyecto
Semana 1	Estudio propuesta TFG	Fase 0: preparación de la propuesta TFG
Semana 2	Revisión material asignatura	
Semana 3	Establecimiento de objetivos	
Semana 4	Definición recursos digitales	
Semana 5	Planificación	
Semana 6	Sobre herramientas docentes	Fase 1: investigación
Semana 7	Sobre entorno taller real	
Semana 8	Búsqueda modelos CAD	
Semana 9	Búsqueda modelos CAD	
Semana 10	Revisión modelos CAD	
Semana 11	Modificaciones modelos CAD	
Semana 12	Ficha protopersona	Fase 2: conceptualización
Semana 13	Storyboard	
Semana 14	Storyboard	
Semana 15	Layout y assets básicos en taller	Fase 3: elaboración
Semana 16	Layout y assets básicos en taller	
Semana 17	Estructura arquitectónica e iluminación del taller	
Semana 18	Modelado y animación del personaje. Detalles del taller	
Semana 19	Escenas aisladas: torno y fresa	
Semana 20	Escenas aisladas: monofiló, multifilo y viruta	
Semana 21	Escenas inicio y videos	
Semana 22	Escena auxiliar y menús pop-up	
Semana 23	Scripts	
Semana 24	Scripts	
Semana 25	Test de usuarios	Fase 4: implementación y test de usuarios
Semana 26	Correcciones y construcción final	

Tabla 1: Planificación semanal

## ANEXO 2: ENTORNO DEL TALLER REAL

### A.2.1 FOTOS TOMADAS

A continuación, se muestran las fotografías más representativas de las tomadas en el taller de mecánica de precisión, situado en el edificio Torres Quevedo de la EINA. Se han clasificado según los puntos sobre los que se precisaba información:

- Distribución de la maquinaria en el espacio del taller (*layout*) (ilustraciones 1-3)



*Ilustración 1: Vista general del taller*



*Ilustración 2: Vista parcial del taller mostrando espacio restante*



*Ilustración 3: Vista acceso a oficina y salida al pasillo*

- Elementos de iluminación en techo y paredes (ilustraciones 4-7)



*Ilustración 4: Luminarias de techo*

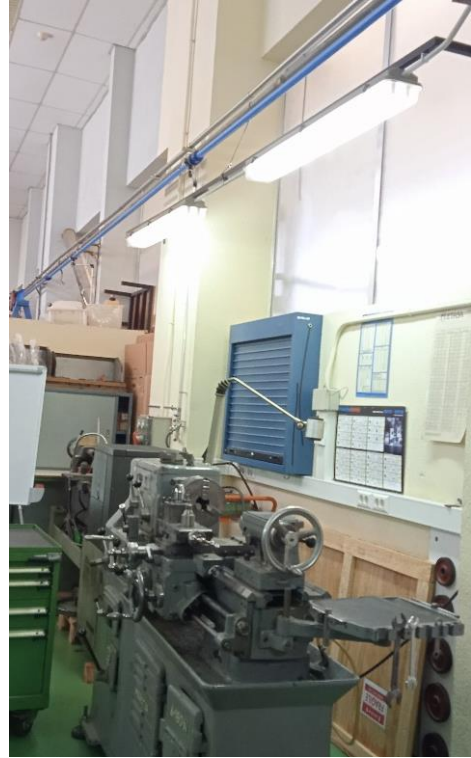


*Ilustración 5: Luminaria de techo e iluminación natural en ventana*





*Ilustración 6: Luminaria en pared*



*Ilustración 7: Luminaria colgante*

- Estructura arquitectónica: altura de paredes, ubicación de ventanales... (ilustraciones 8-10)



*Ilustración 8: Referencia pared y ventana*



*Ilustración 9: Referencia altura techo*





*Ilustración 10: Relación de tamaño del ventanal*

- Elementos habituales en un taller: carros de herramientas, mesas de trabajo, bidones de deshecho de viruta, extintores... (ilustraciones 11-20)



*Ilustración 11: Puerta de taller*



*Ilustración 12: Estantería material*



*Ilustración 13: Soportes de herramientas fresadora*



*Ilustración 14: Zona de desechos*



*Ilustración 15: Carrito de herramientas*



*Ilustración 16: Mesa de trabajo, armarios y herramientas*





*Ilustración 17: Bidón de plástico*



*Ilustración 18: Reciclado de viruta*



*Ilustración 19: Lavadero*



*Ilustración 20: Zona de trabajo con taburete*

- Elementos decorativos: carteles de catálogos, señalización de seguridad, relojes, calendarios... (ilustraciones 21-25)



*Ilustración 21: Posters de catálogos*



*Ilustración 22: Extintor*



*Ilustración 23: Cuadro eléctrico*





*Ilustración 24: Elementos variados*



*Ilustración 25: Lámina de micrómetro*

- Mobiliario de oficina y elementos habituales en ella (ilustraciones 26-28)



*Ilustración 26: Estantería y archivador de oficina*



*Ilustración 27: Zona de mesa 1 oficina*



*Ilustración 28: Zona mesa 2 oficina*



- Modelos y materiales de puertas (ilustraciones 29 y 30)



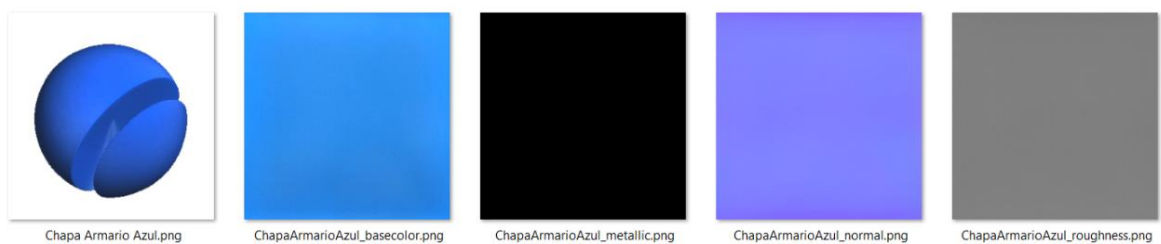
*Ilustración 29: Puerta oficina*



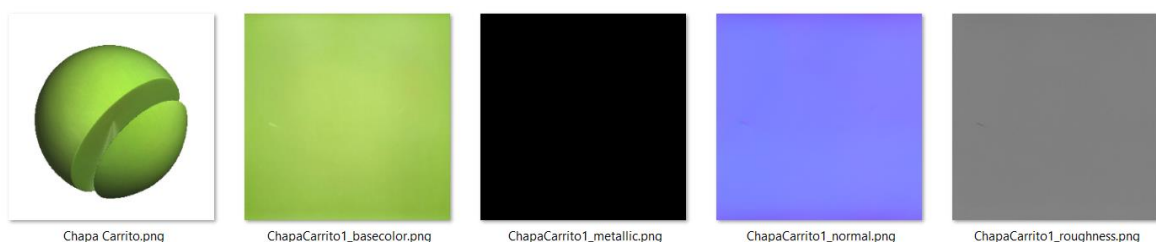
*Ilustración 30: Puerta pasillo*

## A.2.2 MUESTRAS DE MATERIALES

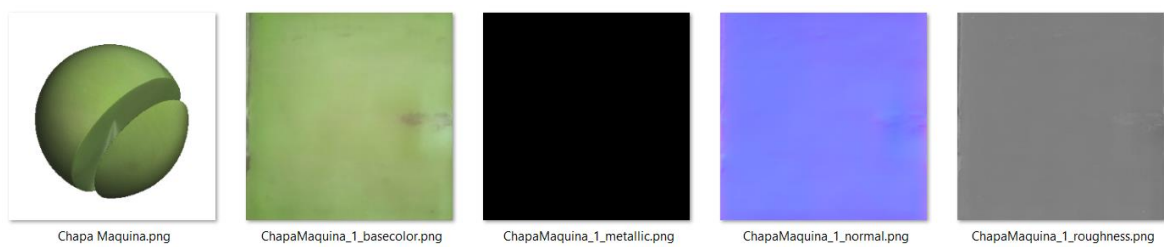
Algunas muestras tomadas como referencias de colores, texturas y materiales en suelo, paredes, maquinaria... y las capas obtenidas con la app *Adobe Capture* (ilustraciones 31-45 )



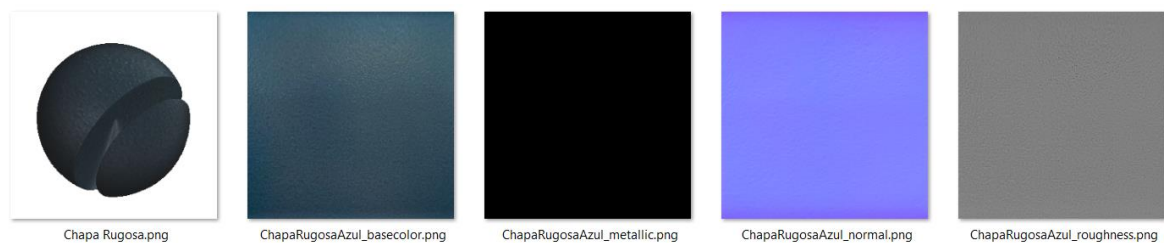
*Ilustración 31: Muestra de armario de chapa azul*



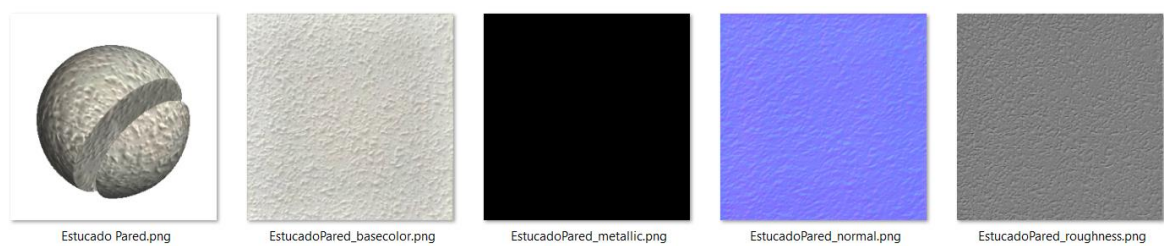
*Ilustración 32: Muestra de carrito de chapa verde*



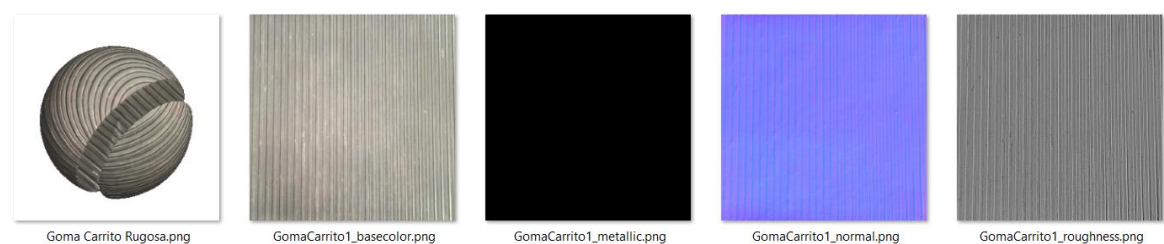
*Ilustración 33: Muestra de máquina de chapa verde*



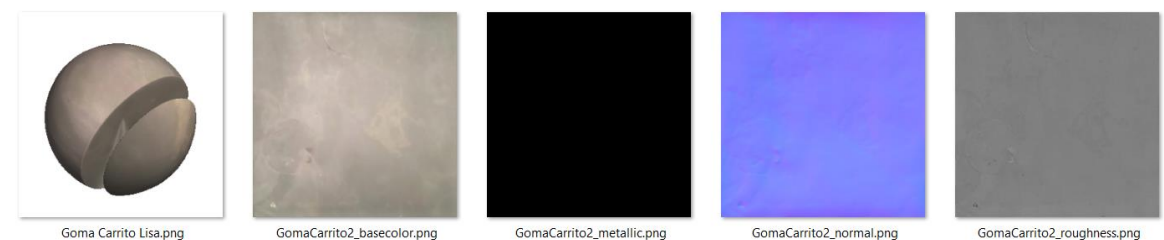
*Ilustración 34: Muestra de armario de chapa azul rugosa*



*Ilustración 35: Muestra de estucado*



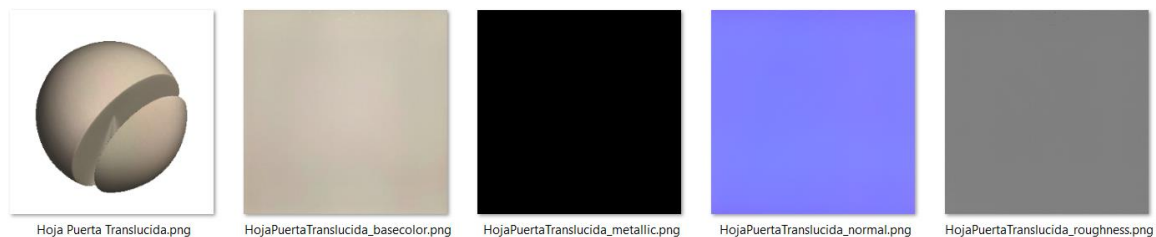
*Ilustración 36: Muestra de goma rugosa de un carrito*



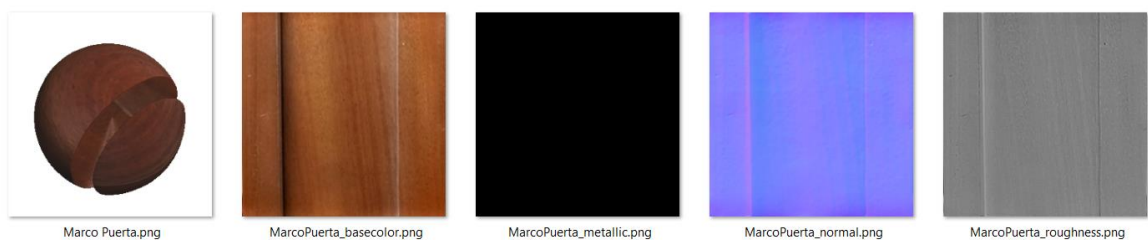
*Ilustración 37: Muestra de goma lisa de un carrito*



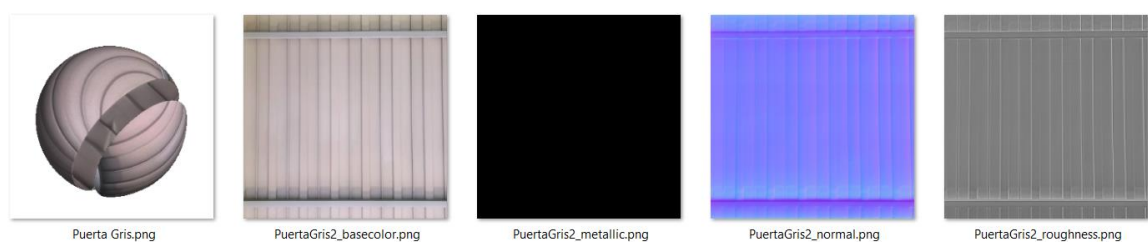
*Ilustración 38: Muestra de panel de puerta de madera*



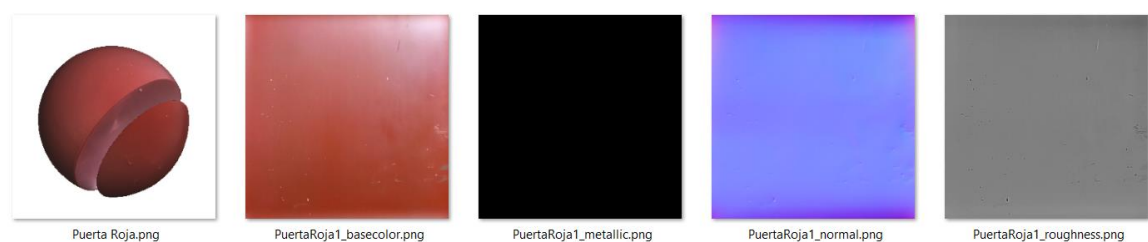
*Ilustración 39: Muestra de panel de puerta translúcida*



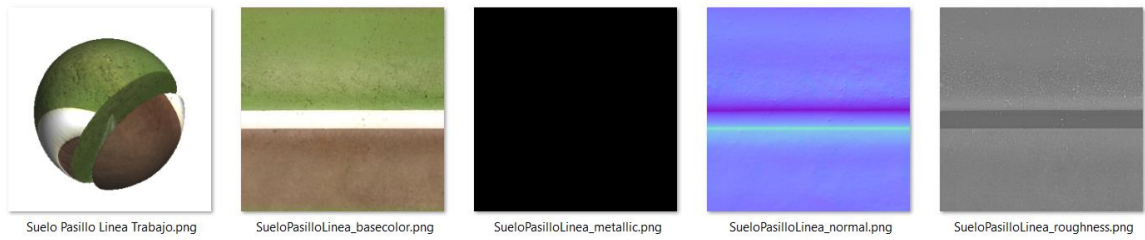
*Ilustración 40: Muestra de marco de puerta*



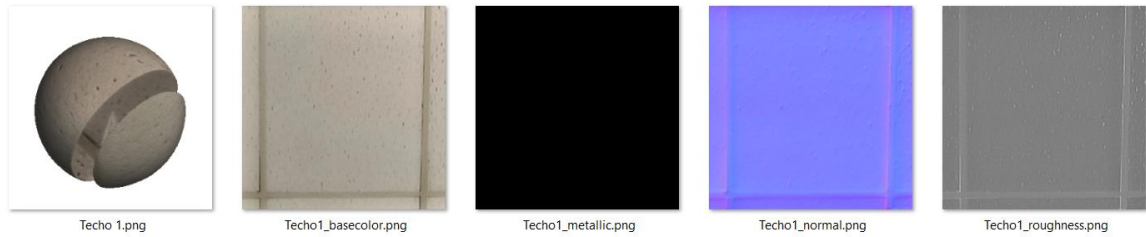
*Ilustración 41: Muestra de puerta exterior gris*



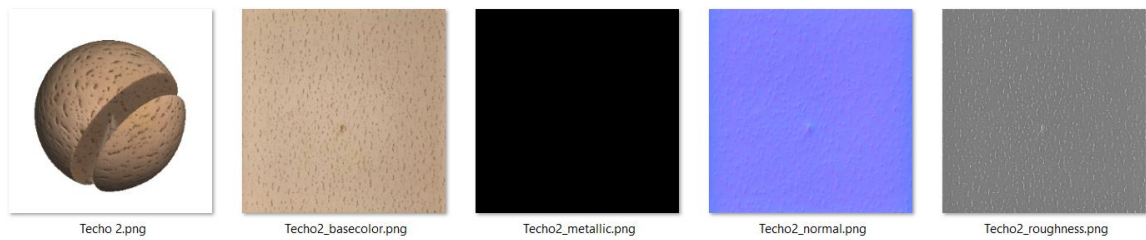
*Ilustración 42: Muestra de puerta exterior roja*



*Ilustración 43: Muestra de suelo en pasillo, línea divisoria y zona de trabajo*



*Ilustración 44: Muestra de techo en taller*



*Ilustración 45: Muestra de techo en oficina*

Como se ha comentado en la memoria, las capas obtenidas no eran las adecuadas para aplicar directamente a los materiales, pero han servido de referencia para tomar colores y adaptar algunas texturas, como el estucado o el suelo.

## ANEXO 3: MODELOS CAD UTILIZADOS

### A.3.1 MAQUINARIA

Relación de la maquinaria empleada, autor y procedencia:

- ▣ Tornos y centros de mecanizado:
  - Automated Lathe Machine, Derek Savickis (Grabcad) (3)
  - CNC Lathe, Matt Rose (Grabcad)
  - Mazak i200/i200s (adjustable sizes), Mehmet OZ\_ (Grabcad)
  - Torno – lathe, Alfredo Porras Arancibia (Grabcad)
- ▣ Fresadoras:
  - Haas VF-2 YT (web del fabricante) (11)
  - Original Milling Machine, Imura Industries (Grabcad)
  - Milling machine-fresadora, Andres Murcia (Grabcad)
- ▣ Rectificadoras:
  - Rectificadora-grinding machine, Juan Ramón Castillo (Grabcad)
  - Small grinding machine, cityking (Grabcad)
- ▣ Mecanizado no convencional:
  - CNC milling machine, Ivan Pantic (Grabcad)
  - CNC plasma & oxy fuel cutter 1500x3000, Nebojsa (Grabcad)
  - Electric discharge machine, Navdeep Kumar (Grabcad)
  - My laser cutting mashine on Chine parts v3, Anton Batashov (Grabcad)
- ▣ Sierra de cinta:
  - Brick cutting machine, Artyom Magnickijj (Grabcad)

### A.3.2 HERRAMIENTAS

Relación de las herramientas empleadas, autor y procedencia:

- ▣ Herramientas monofilo, catálogo Sandvik Coromant (web del fabricante) (12)
  - Herramienta de refrentado/cilindrado (desbaste)
  - Herramienta de cilindrado (acabado)
  - Herramienta de cilindrado/escuadra (acabado)
  - Herramienta de mandrinado
  - Herramienta de roscado
  - Herramienta de ranurado

- Herramienta de ranurado frontal
- Herramienta de ranurado interior
- Herramienta de tronzado
- Herramientas multifilo:
  - End mil 3 cutting edges, Vinicius Gumiere (Grabcad)
  - Fresa de facear aluminio fase milling, Marcos Fernandes Da Silva (Grabcad)
  - Glodalo milling tool, Raletić Ilija (Grabcad)
  - Milling cutter carbide tipped, cevi taufik (Grabcad)
  - Milling head, Doc Show (Grabcad)
  - Milling tool, Joel Varughese Kalarickal (Grabcad)
  - Herramientas del catálogo Sandvik Coromant (web del fabricante) (12)
    - Fresas de escuadrado
    - Fresas de planeado
    - Fresas de punta esférica
    - Fresas de superficies intermitentes
  - Configuración positiva-positiva (++) : facemill-o125-, cevi taufik (Grabcad)
  - Herramientas del catálogo Sandvik Coromant (web del fabricante) (12)
    - Configuración positiva-negativa (+-)
    - Configuración negativa-negativa (--)

### A.3.3 MOBILIARIO

Relación del mobiliario empleado y autor, clasificado por procedencia:

- Warehouse de SketchUp (4)
  - Portón de garaje y contador de luz, Gakramosxx 5.
  - Mesa de trabajo con taburete y gavetas, MB H.
  - Caja de luz, FRUTI
  - Fluorescentes de techo, Frimi
  - Lavadero, Siul
  - Secamanos, depeng X.
  - Carro herramientas,190Mike
  - Centro de trabajo, Christian B.
  - Armario herramientas y mesa de trabajo, Organic Zero
  - Armario y botiquín, NOVENO (usado solo botiquín)
  - Puerta pasillo/puerta oficina, Marcel R.
  - Libro, Ahmad B.



- Teléfono de escritorio, SketchUp
- Cubículo, Quixote
- Lámpara escritorio, Vinh Háo
- Pila de papeles, Staci N.
- Archivador de cajones, Cannor Manor
- Carpetas sobre archivador, nguyenquocthanh
- Reposapiés, Berke Alp
- Ratón, AS96
- Armario archivador, chocolate\_fou
- Silla de oficina, ARTMAN
- Portalápices, Alina V.
- Armario superior, Adrienne H.
- Portacelo, Angry Puppy
- Archivador escritorio, lavikätzchen
- Librería, Jose B.
- Ordenador, Thomas D.
- Perchero, YAIZA\_MÁRQUEZ
- ▣ Grabcad (3)
  - Estantería material: Cantilever Shelving, Oscar Augusto Lara
- ▣ Unity Asset Store (2)
  - Standard Assets (for Unity 2018.4), Unity Technologies
  - FREE Stylized PBR Textures Pack, Lumo-Art 3D
  - Texture Glass Transparent Window, GlowFox Games
  - POLYGON office building, 255 pixel studios
  - Yughues Free Concrete Materials, Nobiax/Yughues
  - Garage Props Pack, Abandoned World
  - Plastic Trash Bins, SpaceZeta

### A.3.4 DEMÁS MODELOS E IMÁGENES

Relación de los demás modelos e imágenes empleados, autor y procedencia:

- ▣ Modelos de Unity Asset Store (2)
  - Industrial Vacuum Cleaner, Rescue3D Game Assets
  - Forklift, Nova Shade
  - Boxes, Wing13GD
  - PBR Tile Texture Floor, randomze
  - Carpenter Tool Set, FunFant
  - Allen Key Set-PBR, VIS Games
  - Double Open End Wrench, BSW\_Studio

- ▣ Imágenes:
  - Calendario laboral, CEPYME (13)
  - Señal de extintor, web extinhouse (14)
  - Carteles de Corodril, web Sandik Coromant (15)
  - Cuadro eléctrico, web roadcomponents (16)
  - Cartel seguridad, Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (17)
  - Emergencias, Unidad De Prevención De Riesgos Laborales de UNIZAR (18)
  - Fichas de seguridad en máquinas, , Unidad De Prevención De Riesgos Laborales de UNIZAR (18)
  - Salida emergencia puerta, extinhouse (14)
  - Salida emergencia paredes, web Bauhaus (19)
  - Viruta acero, web pikist (20)
  - Textura viruta, web textures (21)
  - Icono salida inicio y menú auxiliar, web pngegg (22)
  - Flechas e icono WASD, elaboración propia a partir del icono de salida
  - Icono taller (icono aplicación), web pngwing (23)

## REFERENCIAS

1. [En línea] <https://store.unity.com/es/products/unity-personal>.
2. [En línea] <https://assetstore.unity.com/>.
3. [En línea] <https://grabcad.com/>.
4. [En línea] <https://3dwarehouse.sketchup.com/>.
5. [En línea] <https://cloud.cadexchanger.com/>.
6. [En línea]  
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.adobe.creativeapps.gather&hl=es&gl=US>.
7. [En línea] <https://filterforge.com/>.
8. [En línea] <https://www.sketchbook.com/apps>.
9. [En línea] <https://www.mixamo.com/#/>.
10. [En línea] <https://trello.com/es>.
11. Haas. [En línea] <https://www.haascnc.com/es/machines/vertical-mills/vf-series/models/small/vf-2yt.html>.
12. Sandvik Coromant. [En línea] <https://www.sandvik.coromant.com/es-es/products/pages/toolguide.aspx>.
13. CEPYME. [En línea] [https://www.cepymearagon.es/wp-content/uploads/CalendarioLaboral\\_2021\\_CEPYME.pdf](https://www.cepymearagon.es/wp-content/uploads/CalendarioLaboral_2021_CEPYME.pdf) .
14. [En línea] <https://extinhouse.es/producto/senal-de-extintor/>.
15. [En línea] <https://www.sandvik.coromant.com/es-es/downloads/pages/default.aspx>.
16. [En línea] <https://roadcomponents.com/es/peligro/172-senal-pvc-cuadro-electrico.html> .
17. [En línea] <https://www.insst.es/documentacion/catalogo-de-publicaciones/senalizacion-de-seguridad-en-los-centros-de-trabajo> .
18. [En línea] <https://uprl.unizar.es/seguridad-laboral>.

19. [En línea] <https://www.bauhaus.es>.
20. [En línea] <https://www.pikist.com/free-photo-ivgbd/es>.
21. [En línea] <https://www.textures.com/browse/3d-scans/114548>.
22. [En línea] <https://www.pngegg.com/es/png-zedak/download>.
23. [En línea] <https://www.pngwing.com/es/free-png-ywdaw>.