

Diseño y desarrollo de una aplicación de objetos 3D multiplataforma adaptada a las necesidades comerciales de la empresa EXTRUCOL, con el fin mejorar la interacción del cliente con los productos y servicios para la línea de acueductos.

Joel David Baena Zuleta

Trabajo de grado para optar el título de ingeniero Mecatrónico

Directora

Deisy Carolina Páez Casas

Magister en Ingeniería Electrónica

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de ingenierías y arquitectura

Facultad de ingeniería mecatrónica

2023

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi familia, en especial a mis padres y a mis tres hermanos. Su amor y apoyo incondicional han sido mi mayor motivación y fortaleza a lo largo de esta carrera. Cada esfuerzo y sacrificio ha estado impulsado por el deseo de brindarles un futuro mejor. Gracias por ser mi inspiración y por haber creído en mí.

Agradecimientos

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a los compañeros que he tenido a lo largo de la carrera, con ellos he pasado momentos alegres y tristes, fueron el primer apoyo que tenía en mis dificultades durante la carrera, agradezco enormemente por todas las experiencias que tuve con ellos.

Además, me gustaría dedicar un agradecimiento especial a dos docentes excepcionales que han dejado una huella significativa en mi trayectoria. A la ingeniera Deisy, quiero agradecerle profundamente por su invaluable ayuda y orientación a lo largo de todo el proceso de desarrollo de las prácticas. Su conocimiento, paciencia y dedicación han sido fundamentales para mi crecimiento profesional. Y al ingeniero Hernán, quien me ha brindado un valioso apoyo en mi formación como ingeniero. Su disposición para compartir sus conocimientos y su capacidad para encontrar soluciones han sido de gran valor para mí.

A ambos docentes les estoy profundamente agradecido por su compromiso y por el impacto positivo que han tenido en mi formación. Sus enseñanzas perdurarán en mí a lo largo de mi carrera profesional y personal.

Contenido

Introducción	11
1. Generalidades.....	12
1.1 Planteamiento del problema	12
1.2 Justificación	13
1.3 Objetivos.....	13
1.3.1 Objetivo general.....	13
1.3.2 Objetivos específicos	13
2. Marco referencial	14
2.1 Marco contextual	14
2.1.1 Línea de producción.....	14
2.2 Marco teórico.....	15
2.2.1 Tubería de polietileno	16
3. Metodología	17
3.1 Marco SCRUM.....	17
3.2 Herramientas de desarrollo.....	18
3.2.1 Unity	18
3.2.2 Cinema 4D	18
3.2.3 GitHub	18
3.3 Fases	19
3.3.1 Fase 1: Implementación	19
3.3.2 Fase 2: Diseño 3D	20
3.3.3 Fase 3: Animación	20
3.3.4 Fase 4: Desarrollo de software.....	20

4. Resultados y discusiones	20
4.1 Base de datos de tuberías y accesorios	20
4.1.1 Toma de datos – recolección de información	20
4.1.2 Toma de medición de piezas	22
4.2 Piezas diseñadas en Cinema 4D	24
4.3 Animación de procedimientos	27
4.3.1 Procedimiento electro-fusión	27
4.3.2 Procedimiento termofusión	27
4.3.3 Procedimiento de instalación de flanged branch saddle	28
4.3.4 Procedimiento de instalación de branch saddle	29
4.3.5 Red de acueducto	30
4.4 Software	30
4.4.1 Elementos en el software	30
4.4.2 Programación de la interacción usuario – software	31
5. Conclusiones	49
6. Recomendaciones para la empresa EXTRUCOL	49
6.1 Fase 2	49
6.2 Fase 3	50
6.3 Fase 4	50
6.4 Fase 5	50
Referencias	51

Lista de figuras

Figura 1. <i>Proyecto en GitHub Desktop</i>	21
Figura 2. <i>Desglose de productos y sus actividades</i>	23
Figura 3. <i>Descripción de productos</i>	24
Figura 4. <i>Ficha técnica</i>	25
Figura 5. <i>Desglose de medidas del accesorio porta brida</i>	26
Figura 6. <i>Desglose de productos</i>	27
Figura 7. <i>Desglose de tubería</i>	27
Figura 8. <i>Desglose de accesorios fabricados</i>	28
Figura 9. <i>Desglose de accesorios comercializados</i>	28
Figura 10. <i>Captura de animación electro-fusión</i>	29
Figura 11. <i>Captura de animación termofusión</i>	30
Figura 12. <i>Captura de animación flanged branch saddle</i>	31
Figura 13. <i>Captura de animación branch saddle</i>	31
Figura 14. <i>Red de acueducto en Cinema 4D</i>	32
Figura 15. <i>Red de acueducto en Unity 3D</i>	33
Figura 16. <i>Navegación del software</i>	34
Figura 17. <i>Sección de tubería</i>	35
Figura 18. <i>Sección accesorios fabricados</i>	36
Figura 19. <i>Sección accesorios comercializados</i>	37
Figura 20. <i>Botones extra del software en la escena red de acueducto</i>	38
Figura 21. <i>Botones extra del software en la escena de productos</i>	39
Figura 22. <i>Captura de la página web de la empresa Extrucol</i>	40

Figura 23. <i>Algoritmo para reconocimiento y resaltado de objetos</i>	41
Figura 24. <i>Señalando objetos dentro del software</i>	42
Figura 25. <i>Algoritmo para el cambio de escena</i>	43
Figura 26. <i>Escena de objetos</i>	45
Figura 27. <i>Variación por presión de operación</i>	46
Figura 28. <i>Diámetros posibles</i>	47
Figura 29. <i>Variables publicas dentro de Unity</i>	48
Figura 30. <i>Software ejecutándose en Android</i>	49
Figura 31. <i>Software ejecutándose en la web</i>	50

Lista de apéndices

Apéndice A.	<i>Reporte de ventas Ene-Dic 2021.xlsx</i>	.....
Apéndice B.	<i>GUIA DE TRABAJO.pdf</i>	.....
Apéndice C.	<i>Especificaciones.xlsx</i>	.....
Apéndice D.	<i>DescripcionProductos.xlsx</i>	.....
Apéndice E.	<i>fichaTecnica.xlsx</i>	.....
Apéndice F.	<i>Electrofusion.mp4</i>	.....
Apéndice G.	<i>Termofusion.mp4</i>	.....
Apéndice H.	<i>FBS.mp4</i>	.....
Apéndice I.	<i>BS.mp4</i>	.....
Apéndice J.	<i>Carpeta videogame</i>	.....
Apéndice K.	<i>Extru.apk</i>	.....
Apéndice L.	<i>mac.app2.zip</i>	.....

Nota: Todos los apéndices son externos

Resumen

El presente informe cubre el desarrollo de un software interactivo en Unity 3D. Este software permite a los usuarios interactuar con objetos 3D de productos fabricados y vendidos por la empresa Extrucol de su línea de acueducto. Estos productos están fabricados en polietileno y consisten en tubos, tes, codos, ramales, abrazaderas de derivación, etc. El software se enfoca en brindar una experiencia de usuario intuitiva y realista, permitiendo explorar productos desde diferentes ángulos y perspectivas, visualizar características técnicas. Este software fue desarrollado con el objetivo de mejorar la comunicación entre Extrucol y sus clientes, esto se logra proporcionando herramientas interactivas para presentar productos y formas eficientes de intercambiar información técnica. El software obtenido puede tener una alta efectividad como herramienta de marketing y ventas y su potencial uso en procesos de capacitación para sus clientes.

Palabras claves: software, 3D, unity, industria

Abstract

This report covers the development of an interactive software in Unity 3D, which allows users to interact with 3D objects of products manufactured and sold by Extrucol for their water pipeline line. These products are made of polyethylene and consist of pipes, tees, elbows, branches, tapping saddles, among others. The software focuses on providing an intuitive and realistic user experience, allowing users to explore products from different angles and perspectives, and visualize technical features. This software was developed with the aim of improving communication between Extrucol and its customers, providing interactive tools for presenting products and efficient ways of exchanging technical information. The obtained software can be highly effective as a marketing and sales tool, as well as for its potential use in training processes for customers.

Keywords: software, 3D, unity, industry

Introducción

La industria a nivel mundial está haciendo la transición al mundo digital y topándose con todos los problemas que eso conlleva [1], entre los cuales un problema es escoger un método para mostrar sus productos, sea en formato de imágenes, videos, animaciones, etc., muchas empresas han optado por utilizar interfaces 3D utilizando tecnologías como IBM (Building Information Modeling), realidad aumentada, realidad virtual, entre otras, sin embargo, el uso de este tipo de tecnologías requieren de cierto hardware que puede que los clientes de las empresas no lo tengan y mucho menos en Latinoamérica donde hay una brecha tecnológica respecto a países desarrollados [2], ahí es donde algunas empresas ven una solución en el desarrollo de interfaces 3D creadas en motores de videojuegos como Unity, el cual puede crear un software que no necesite de un computador potente para su ejecución, como es el objetivo de la empresa Colombiana EXTRUCOL.

EXTRUCOL en 1988 fue la primera empresa en Colombia en realizar tubos para instalaciones de gas y desde 1998 fue abarcando los demás sectores (acueducto, minería y dragado, hidrocarburos, relleno sanitario, entre otros) y desde entonces ha sido el mayor productor de tubos extruidos en polietileno en Colombia [3]. La industria de venta de tubos en Colombia ha venido creciendo poco a poco y hasta el momento EXTRUCOL ha marcado la diferencia manteniendo la calidad por encima de cualquier cosa, sin embargo, a la hora de vender se hace necesario algo más que calidad para atraer a los clientes, ahí se destaca el uso de un software creado desde una interfaz gráfica 3D creada con Unity para mostrarle a los clientes los productos que ofrece, mediante esta herramienta el usuario podrá interactuar con los productos sin necesidad de llenarse de imágenes y fichas técnicas, un software donde se encuentre toda la información de lo que busca condensada de la mejor manera a su alcance. En este documento se explica el desarrollo de dicho software, qué herramientas se usaron, como fue el desarrollo paso a paso y finalmente los resultados obtenidos.

1. Generalidades

1.1 Planteamiento del problema

La empresa EXTRUCOL actualmente tiene falencias para dar a conocer los productos nuevos a los clientes, esto se puede evidenciar en productos nuevos como la waga, flange branch saddle y Branch saddle los cuales reportan ventas en el año 2021 (Ver Apéndice A), una de las razones puede llegar a ser el formato por el cual se les muestra a los clientes estos productos, actualmente los presenta en imágenes, videos y fichas técnicas. Sin embargo, no es suficiente en un mundo tan digitalizado, de ahí nace la necesidad de buscar otra estrategia para mostrar sus productos.

Otra problemática es capacitar a sus clientes para usar sus productos, para unir los tubos que la empresa ofrece se utilizan 2 métodos: Termofusión y electro fusión, y EXTRUCOL ofrece capacitaciones para que sus clientes puedan aprender a realizar estos procesos, sin embargo, para realizarlas tiene que mover a capacitadores para esta tarea y muchas veces requiere de tiempo y recursos económicos que puede que sus clientes no tengan, aparte de la logista que se requiere llevar a un capacitador hasta el lugar donde se encuentre el cliente.

Como practicante, mi finalidad fue desarrollar un software donde la empresa EXTRUCOL pueda mostrar todos los productos que ofrece y de paso en el mismo software realizar animaciones detalladas de los procesos requeridos para el uso correcto de sus productos, de tal manera que el cliente tenga una experiencia placentera desde la compra hasta el uso de los productos que ofrece EXTRUCOL.

1.2 Justificación

Poco a poco la industria va haciendo el paso al mundo digital, utilizar herramientas como Unity dan una solución a las empresas que quieren dar ese salto digitalizando todos sus productos de forma condensada, desde Unity se puede crear toda una interfaz gráfica donde el usuario pueda interactuar con diferentes objetos 2D y 3D, y para una empresa como EXTRUCOL que tiene demasiados productos, crear un software donde pueda mostrarle a los clientes todos sus productos y estos puedan interactuar con ellos es un avance significativo en la experiencia visual que tiene el cliente con los productos que ofrece la empresa. Estos tipos de avances también aportan al sector de la industria colombiana, por ejemplo, EXTRUCOL tiene como clientes empresas multinacionales y nacionales como DRUMMOND, CERREJON, EPM, entre otras, y ver este tipo de tecnología les puede dar una visión más amplia a estas empresas de cómo mostrar sus propios productos a sus respectivos clientes.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Desarrollar una aplicación multiplataforma adaptada a las necesidades comerciales de la empresa EXTRUCOL, con el fin mejorar la interacción del cliente con los productos y servicios para la línea de acueducto.

1.3.2 Objetivos específicos

Realizar animaciones 3D de los productos y servicios que ofrece EXTRUCOL mediante el software Cinema 4D.

Desarrollar en Unity 3D una interfaz gráfica para que el usuario pueda interactuar con los objetos 3D realizados en Cinema 4D.

Desarrollar diferentes tipos de aplicativos para el software; es decir: tener aplicativo para Android, iOS, Windows, macOS y web.

2. Marco referencial

2.1 Marco contextual

2.1.1 Línea de producción

Desde el año 1988 EXTRUCOL ha trabajado como fabricante de tuberías en el parque industrial 1, Girón, actualmente fabrica tubos por el método de extrusión para casi todos los sectores, entre los cuales destacan: tuberías para transporte y distribución de agua (tanto potable, como de alcantarillado), minería y dragado, gas, redes contra incendios, conducción e hidrocarburos, relleno sanitario, agro, entre otros, también realiza accesorios para esos sectores, tanto inyectados como termo ensamblados. Según el uso que vaya a tener la tubería se utilizan diferentes tipos de polietileno, tales como PE 100, PE 80, PE 40 y PE AL PPE.

En casi todas las líneas de producción que se explicarán a continuación no se detalla el uso, dado que PE 100, PE 80 y PE 40 son para uso general y solo PE AL PPE es para transporte de agua fría y gas.

Primera línea de producción, tubería de PE 40, PE 80 y PE 100: Línea especializada para tubería de PE 100, PE 80 y PE 40, desde 16 mm hasta 75 mm.

Segunda línea de producción, tubería de PE 40, PE 80 y PE 100: Línea especializa para tubería de PE 100, PE 80 y PE 40, también es para múltiples propósitos, desde 16 mm hasta 40 mm.

Tercera línea de producción, tubería de PE AL PPE: Línea especializada en tubería multicapa de PE AL PPE, se utiliza para transporte de agua fría y gas, se trabaja por referencias, el primer número de cada referencia es el diámetro interior y el segundo el exterior en mm. Referencias: 2 – 16, 14 – 18, 20 – 25, 26 – 32.

Cuarta línea de producción, tubería de PE 100 y PE 80 (Diámetros relativamente bajos): Se especializa en tubería hecha en PE 100 y PE 80 en diámetros grandes, desde 25 mm hasta 160

Quinta línea de producción, tubería de PE 100 y PE 80 (Diámetros medios): Se especializa en tubería hecha en PE 100 y PE 80 en diámetros grandes, desde 63 mm hasta 400 mm.

Sexta línea de producción, tubería de PE 100 (Diámetros grandes): Se especializa en tubería hecha en PE 100 en diámetros grandes, desde 160 mm hasta 800.

Líneas de producción de accesorios:

Para las líneas de producción para accesorios hay 2 de accesorios inyectados y un sector para maquinados y termo ensamblados.

2.2 Marco teórico

El presente marco teórico proporciona una base de conocimiento sobre diferentes elementos relevantes para el desarrollo de un sistema específico. En este caso, se abordan temas relacionados con la tubería de polietileno, la interfaz gráfica de usuario (GUI), la creación de un entorno 3D y la relación de dimensiones (RDE) en tuberías. A continuación, se describen brevemente cada uno de estos elementos.

2.2.1 Tubería de polietileno

Los polietilenos utilizados para tuberías son PE 100, PE 80 y PE 40, esto se debe a que son inertes (no reaccionan químicamente), atóxicos, flexibles y su coeficiente de fricción es lo suficientemente bajo para permitir que el desgaste en el transporte de hidrocarburos no sea alto.

Según la densidad de material que tenga así varía la capacidad de presión que soporta el tubo. [4]

2.2.1.1 Tubería multicapa PE AL PE. La tubería multicapa PE AL PPE. está hecha de una estructura multicapa de aluminio en el medio y polietileno en el interior y exterior, esto permite que el tubo pueda aguantar presiones lo suficientemente altas como para transportar gas y gracias al polietileno evita la corrosión. La presión máxima de trabajo es de 500 KPa (5 bar) [4].

2.2.1.2 Interfaz gráfica de usuario (GUI). Una GUI es la parte de un software que permite a las personas poder interactuar con todas las funcionalidades de dicho software. Desarrollar una GUI que sea intuitiva ha ido adquiriendo importancia en el desarrollo de un software a medida que han llegado las nuevas generaciones, la importancia de una GUI recae en poder entender cómo funciona un software sin tantas complicaciones, siendo así lo más intuitiva posible como para que hasta un niño pequeño pueda entender como navegar dentro de la aplicación que se está desarrollando. [5]

2.2.1.3 Creación de un entorno 3D. Para crear un entorno 3D primero se debe definir la utilidad del entorno, en este caso se explicará para un videojuego. Actualmente se utilizan diferentes softwares de diseño 3D, tales como 3ds MAX, Cinema4D y MAYA, estos utilizan diferentes técnicas para modelar un objeto 3D, el más general es partir de un cubo o cilindro e ir modificando sus aristas, vértices, caras, etc. Una vez se tiene un objeto, se crea la textura que tendrá dicho

material, la textura es importante porque además de darle sentido al objeto 3D, también define como la luz se va a reflejar en dicho objeto (no es lo mismo como la luz se refleja en un plástico a como lo hace en un metal). Para el proceso de modelado se puede utilizar Low Poly o High Poly. Low Poly es una malla poligonal de bajos polígonos, por otro lado High Poly es de muchos polígonos, esto define que tanta resolución tiene un objeto 3D, generalmente un videojuego de bajo presupuesto utiliza Low Poly dado que permite crear un objeto 3D sin tanto detalle, por otro lado una compañía con un presupuesto alto puede utilizar High Poly sin problemas, sin embargo, esto no siempre es así, todo dependerá de qué manera se quiere crear el videojuego, en que contexto se desarrollará, el mensaje que se le quiere dar al usuario, entre otras cosas. [6]

2.2.1.4 RDE (Relación de dimensiones). Relación del diámetro exterior entre el espesor de pared de la tubería, el cual se utiliza para especificar cuanta presión puede soportar una tubería, esta relación sirve para clasificar las tuberías por RDE o presión de operación teniendo en cuenta simplemente el diámetro exterior de la tubería.

3. Metodología

3.1 Marco SCRUM

Para el desarrollo del software se utilizó el macro SCRUM debido a que es muy útil para el cumplimiento y seguimiento de actividades a corto y largo plazo mediante “sprints”, además gracias a sus características se logra establecer metas claras mediante un documento que edita directamente el director del proyecto teniendo en cuenta que los cambios requieren un tiempo específico (para ver este documento ir a Apéndice B) [7]

Las reuniones para verificar el cumplimiento y modificación de los sprints eran semanales.

3.2 Herramientas de desarrollo

3.2.1 Unity

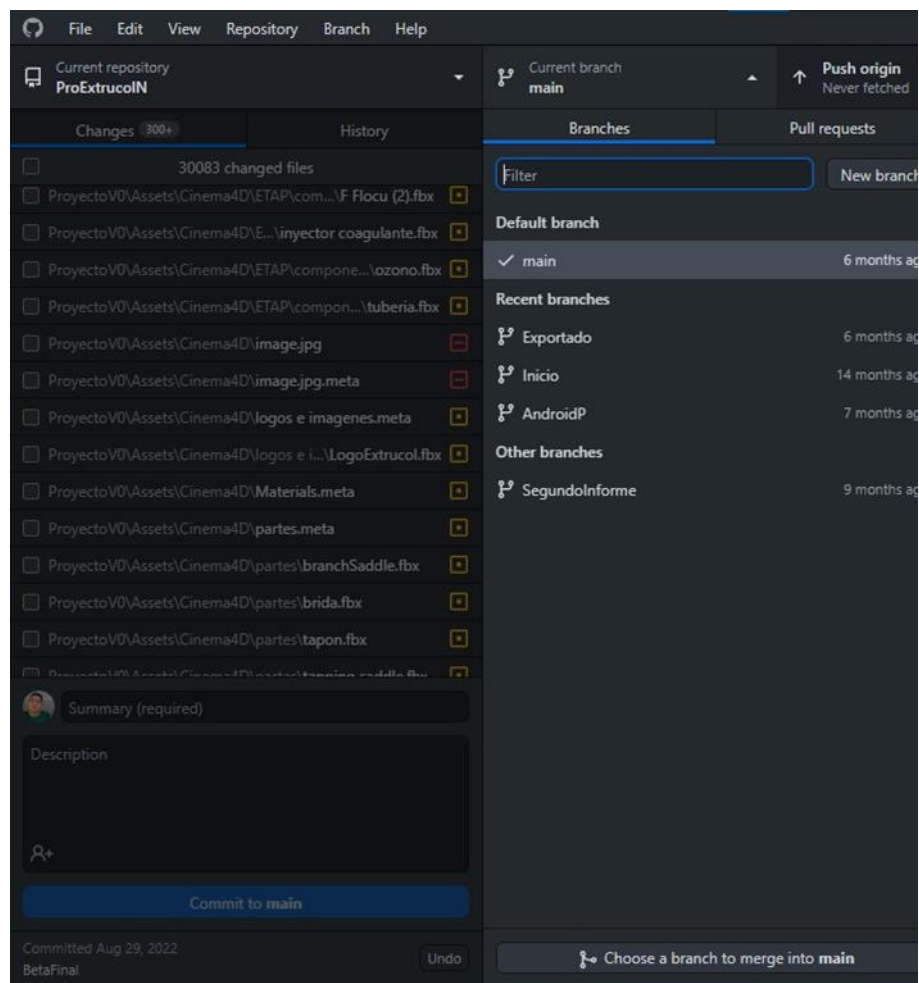
Unity es un motor para desarrollar videojuegos 2D y 3D, utilizando librerías propias, el desarrollo se hace mediante el lenguaje de programación C#. [8]

3.2.2 Cinema 4D

Cinema 4D es un software para el diseño y creación de objetos 3D, mediante él se puede crear animaciones 3D complejas con texturas muy parecidas a la realidad. [9]

3.2.3 GitHub

Para desarrollar software se necesita un control de versiones debido a que los proyectos de desarrollo generalmente tienen problemas por pérdida de registros o al hacer un cambio el proyecto se daña, por tal motivo desde un inicio se decidió hacer el desarrollo del software teniendo como control de versiones a GitHub. Como se puede ver en la Figura 1, se tienen diferentes ramas, de esta manera se podía desarrollar el software orientado a Windows y al final hacer una rama para exportar para dispositivos móviles con las modificaciones necesarias para ello.

Figura 1. Proyecto en GitHub Desktop

3.3 Fases

3.3.1 Fase 1: Implementación

En esta fase se realizó la taxonomía de familia de productos, además se definió qué información de cada producto se le iba a proporcionar al cliente, se establecieron tiempos para el desarrollo de las demás etapas, se creó el documento general de actividades para usar el marco SCRUM y se definió la forma de mostrarle la información al usuario del software.

3.3.2 Fase 2: Diseño 3D

En esta etapa se realizó el diseño 3D de cada pieza en el software Cinema 4D.

3.3.3 Fase 3: Animación

En esta etapa se desarrollaron las animaciones de los procesos como electro fusión, termofusión, entre otros que se explicarán más a detalle en la sección “RESULTADOS Y DISCUSIONES”.

3.3.4 Fase 4: Desarrollo de software

En esta etapa se incorporó toda la información, modelos 3D y animaciones en un proyecto en el software Unity 3D, se creó la interacción del usuario con los objetos y se crearon los algoritmos necesarios para que la interacción con el usuario sea de la mejor manera posible, además de que el software sea responsive.

Para finalizar se exportó el software a las diferentes plataformas para tener los ejecutables.

4. Resultados y discusiones

4.1 Base de datos de tuberías y accesorios

4.1.1 Toma de datos – recolección de información

Se inició especificando en un archivo de Excel todos los productos que se incluían en el desarrollo del software para determinar las actividades necesarias de cada producto, como se muestra en la figura 2 de manera general las actividades incluyen: diseño 3d, incluir eventos de

usuario, documentar la descripción técnica, entre otros. Los detalles por producto se pueden consultar en el Apéndice C.

La consolidación de los títulos y descripciones de cada producto se realizó en el Apéndice D.; como se presenta en la figura 3.

Figura 2. Desglose de productos y sus actividades

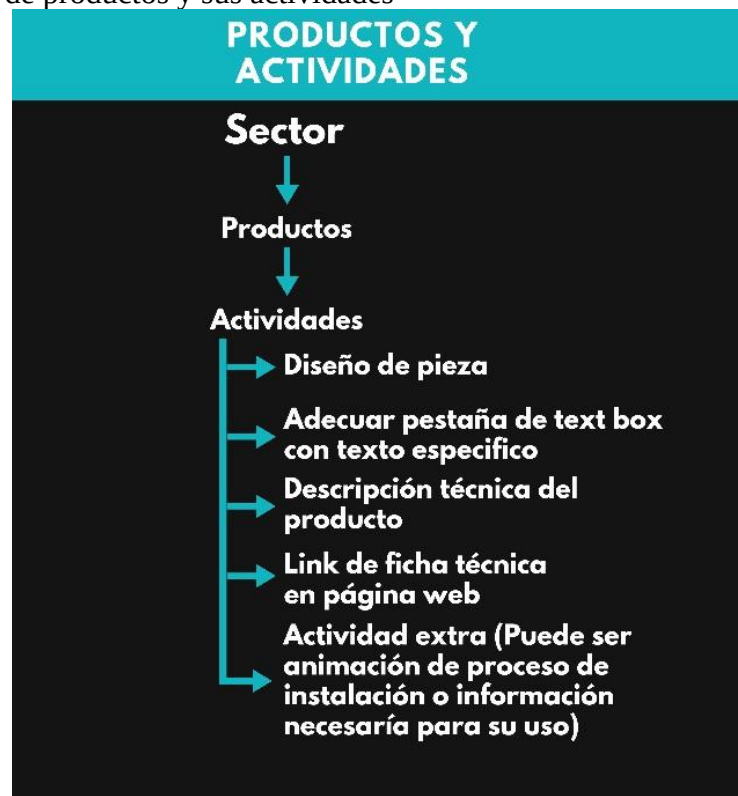


Figura 3. Descripción de productos

Estos procesos de documentos fueron fundamentales para definir y organizar la información de interés para los clientes en la interfaz de usuario.

4.1.2 Toma de medición de piezas

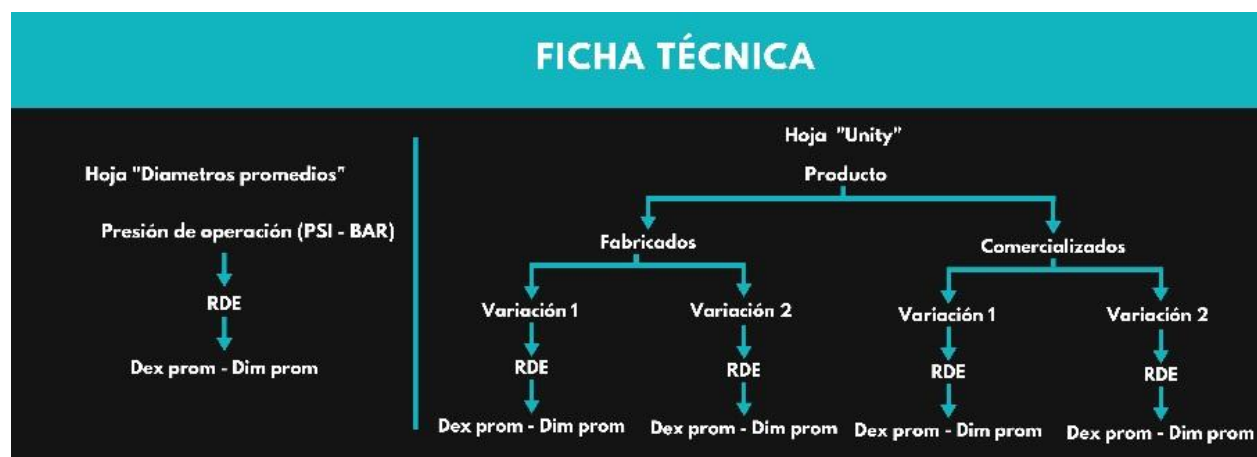
Extrucol no contaba con una ficha técnica con el listado completo de las variaciones que puede tener cada producto según su Relación del Diámetro Exterior entre el espesor de pared (RDE), solo contaba con un rango para cada producto, lo cual no es información suficiente para mostrarle al usuario, por lo tanto, se realizó la recolección de cada variante que puede tener cada producto según su RDE, para esto se siguieron los siguientes pasos:

Se calculan los diámetros internos y externos que son posibles para cada RDE.

Producto a producto, documentar que variaciones tiene (por ejemplo, algunos son fabricados y comercializados, otros solo fabricados y hay algunos especiales como la porta brida que tiene como variación el tamaño del espigo), y en cada variación especificar según el RDE que rango de diámetro tiene el producto.

Una vez que se obtuvo toda la información necesaria, se realizó una consolidación de la información como se puede ver en la figura 4.

Figura 4. *Ficha técnica*

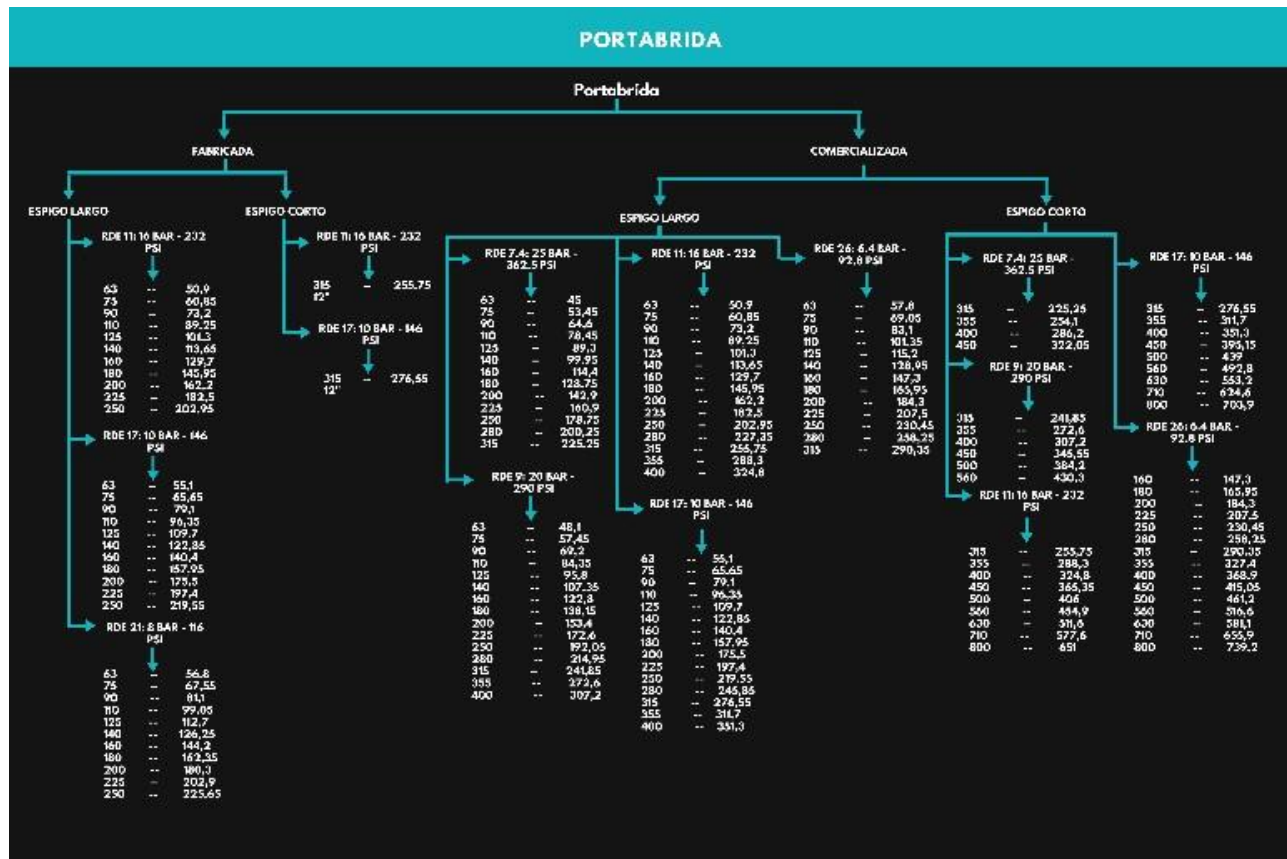


Para ver la información más a detalle ir a Apéndice E.

En la hoja “Unity” del archivo de Excel del Apéndice E se encuentra toda la información que se le va a mostrar al usuario dentro del software.

Como ejemplo de la complejidad de la distribución que tiene cada producto se muestra la figura 5. Porta brida. El cual tiene las variaciones de la porta brida y su distribución (Estas variaciones dependen de las características de cada producto, pero el ultimo nivel deben ser los diámetros posibles por cada RDE).

5. Desglose de medidas del accesorio porta brida



4.2 Piezas diseñadas en Cinema 4D

En la figura 6 se puede ver la distribución de los productos, la cual también se tiene en cuenta para el diseño del software. La primera clasificación son tuberías y accesorios que se presentan en detalle en las figuras 7 y 8, la siguiente clasificación es fabricados y comercializados como se muestra en la figura 6.

Figura 6. *Desglose de productos*

Como se puede ver en la figura 6, los productos se clasifican en diferentes niveles, primero Tuberías y Accesorios, luego comercializados y/o fabricados.

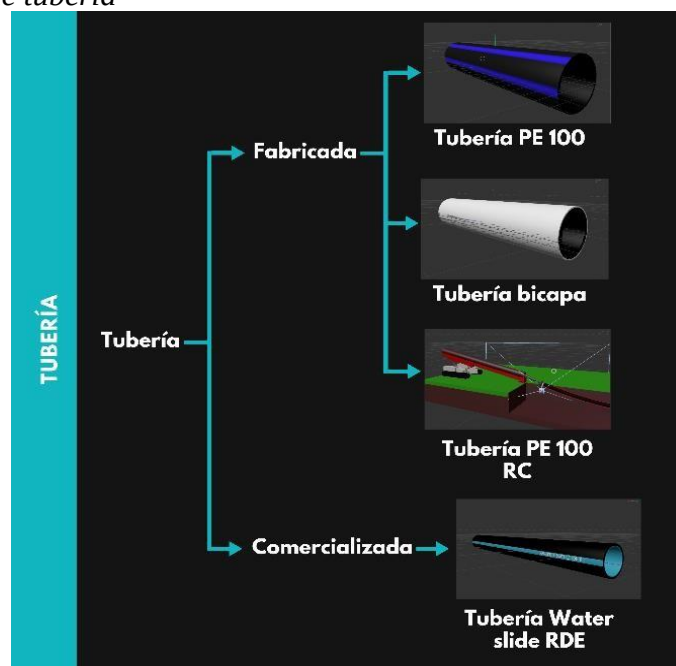
Figura 7. *Desglose de tubería*

Figura 8. *Desglose de accesorios fabricados***Figura 9.** *Desglose de accesorios comercializados*

4.3 Animación de procedimientos

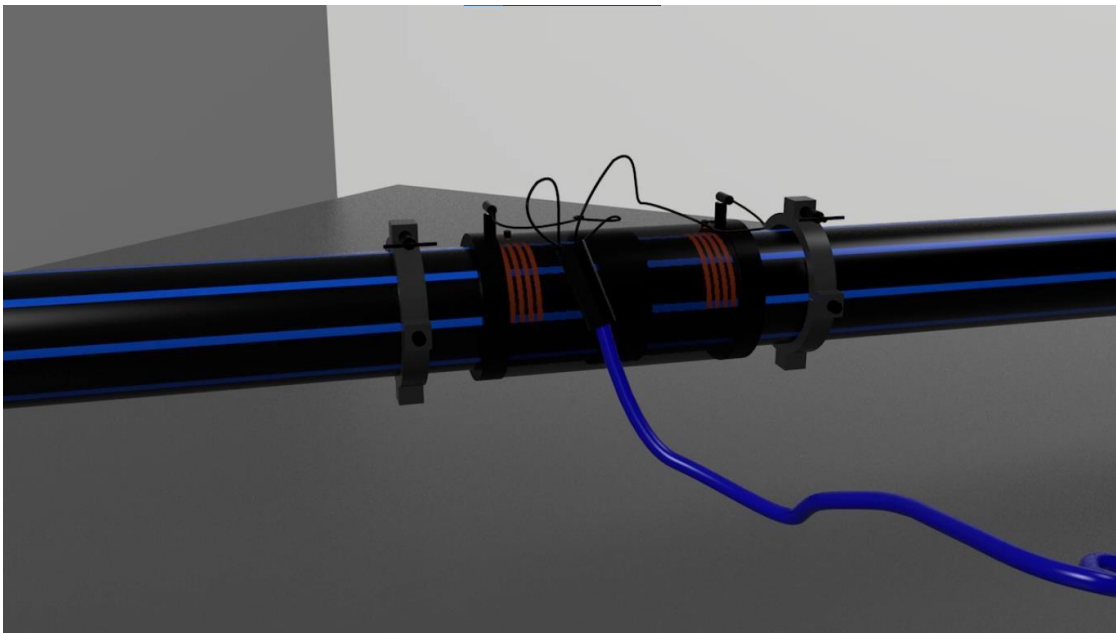
Para los procedimientos de instalación se realizaron animaciones específicas para que el usuario pueda ver y entender con facilidad como es el proceso de instalación de determinados productos que requieren instalaciones especiales, las cuales se explican a continuación.

4.3.1 Procedimiento electro-fusión

El proceso de electro fusión se usa para unir dos tuberías o conectar una derivación de electro fusión como el Branch saddle haciendo uso de electricidad.

Ver Apéndice F

Figura 10. Captura de animación electro-fusión

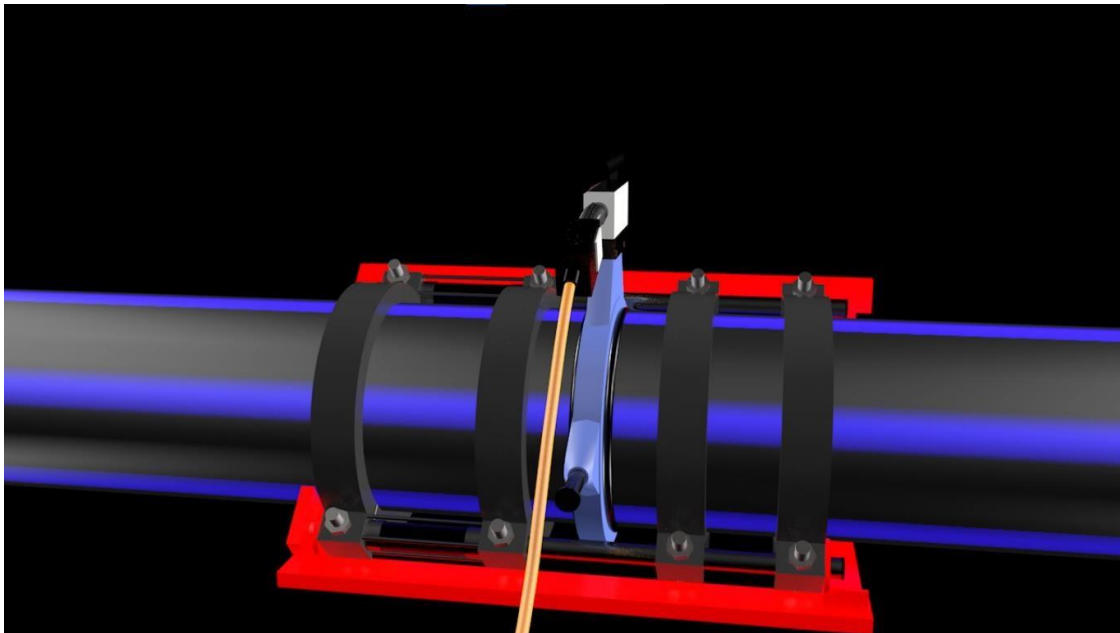


4.3.2 Procedimiento termofusión

Ver Apéndice G

El proceso de termofusión se usa para unir dos tuberías o conectar una derivación mediante altas temperaturas, primero se calientan ambas caras, debido a que la tubería es de polietileno las caras alcanzan a derretirse en la superficie y al presionar una cara con la otra quedan unidas, cuando el proceso se hace de manera correcta debe quedar un reborde donde se realizó la unión.

Figura 11. *Captura de animación termofusión*

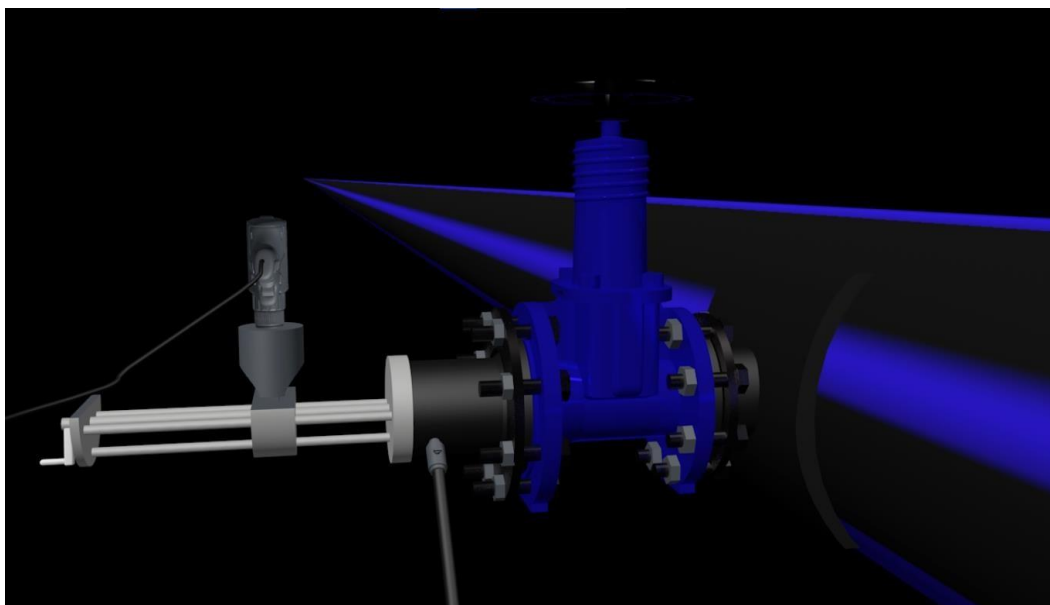


4.3.3 Procedimiento de instalación de flanged branch saddle

Ver Apéndice H

El flanged branch saddle es un branch saddle que tiene un extremo bridado, lo cual permite instalarle una válvula para cortar o dejar pasar el flujo, para instalarlo primero se verifica que el Branch saddle no tenga filtraciones, se instala la brida, se conecta la válvula, finalmente se hace la perforación para que pueda haber flujo y mediante la válvula hacer el control de flujo.

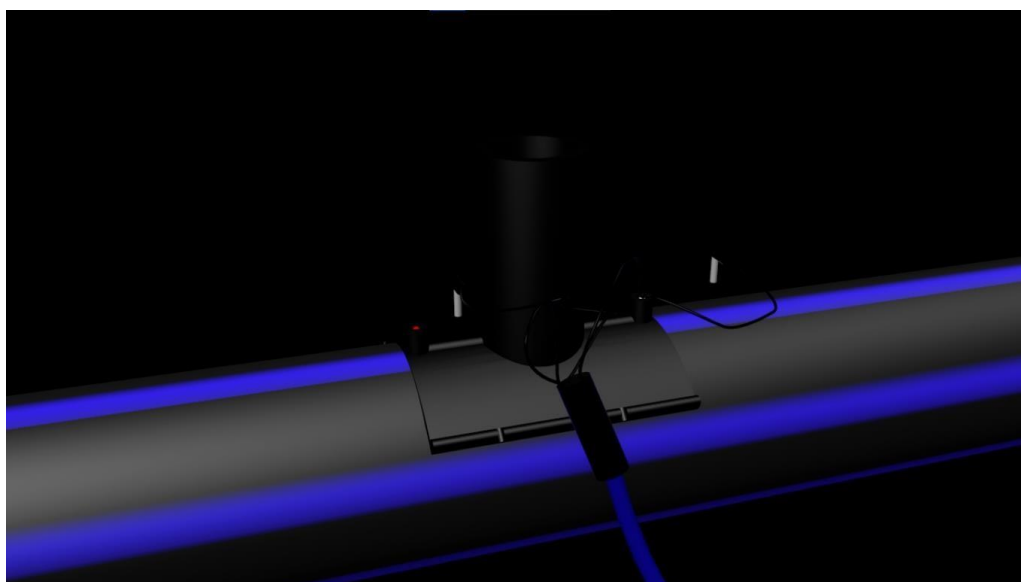
Figura 12. *Captura de animación flanged branch saddle*



4.3.4 Procedimiento de instalación de branch saddle

En este proceso se instala una derivación en T mediante el proceso de electro-fusión. Ver Apéndice I.

Figura 13. *Captura de animación branch saddle*



4.3.5 Red de acueducto

Por último, se realizó un modelo 3D de una red de acueducto para que el usuario pueda ver en qué puntos de una red puede usar los productos que ofrece la empresa EXTRUCOL, la red va desde la bocatoma de un río hasta las acometidas domiciliarias, Ver Figura 14.

Figura 14. Red de acueducto en Cinema 4D



4.4 Software

4.4.1 Elementos en el software

Una vez se tienen todos los productos y servicios que ofrece la empresa EXTRUCOL de la línea de acueducto, se procede a agregarlos a Unity 3D, para realizar esto se exporta un archivo

.fbx desde Cinema 4D y ese archivo se importa en Unity, para darle sentido a todos los productos se utiliza la red de acueducto para que el usuario interactúe en tercera persona con los diferentes productos, en la Figura 15. se puede apreciar como vería el usuario la red ya dentro del software.

Figura 15. Red de acueducto en Unity 3D



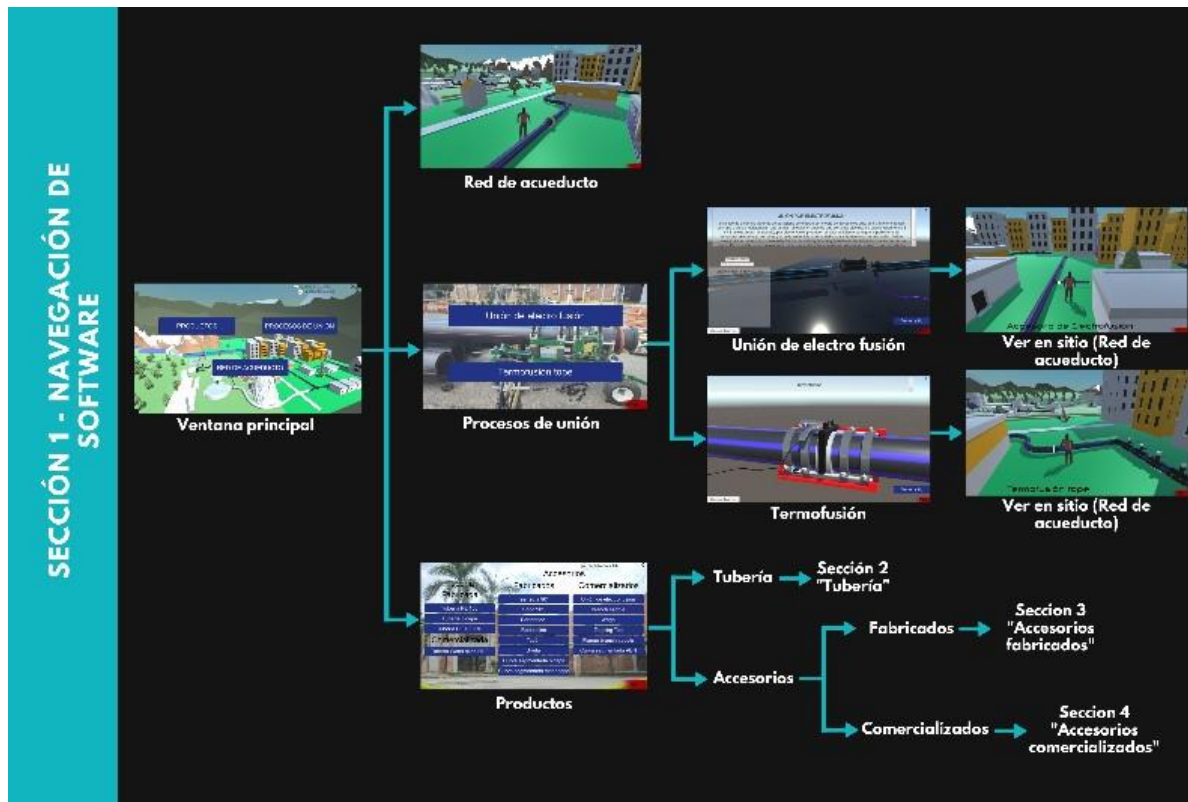
A medida que el usuario avance por la red de acueducto podrá interactuar con los productos, la interacción se explica a detalle en el inciso 7.4.2.2. “interacción con los objetos”.

4.4.2 Programación de la interacción usuario – software

4.4.2.1 Cambio de escenas. En Unity 3D una escena son las secciones que puede tener el software, también permite la posibilidad de tener un menú, sin embargo, se debe tener bien claro

cómo es la navegación y que configuración hacer a nivel de programación para que no sea un caos para el usuario.

Figura 16. Navegación del software

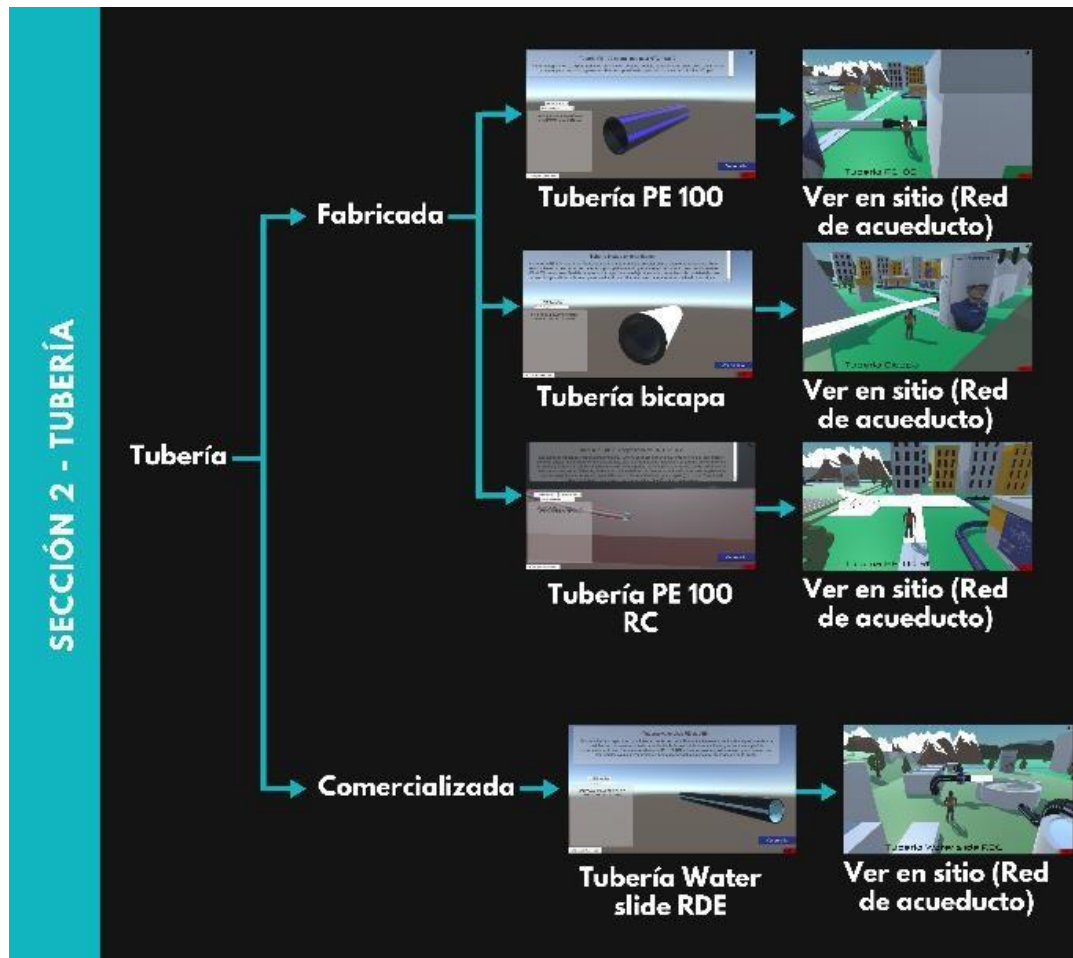


En la figura 16 se puede apreciar como es el orden de la navegación de las escenas dentro del software.

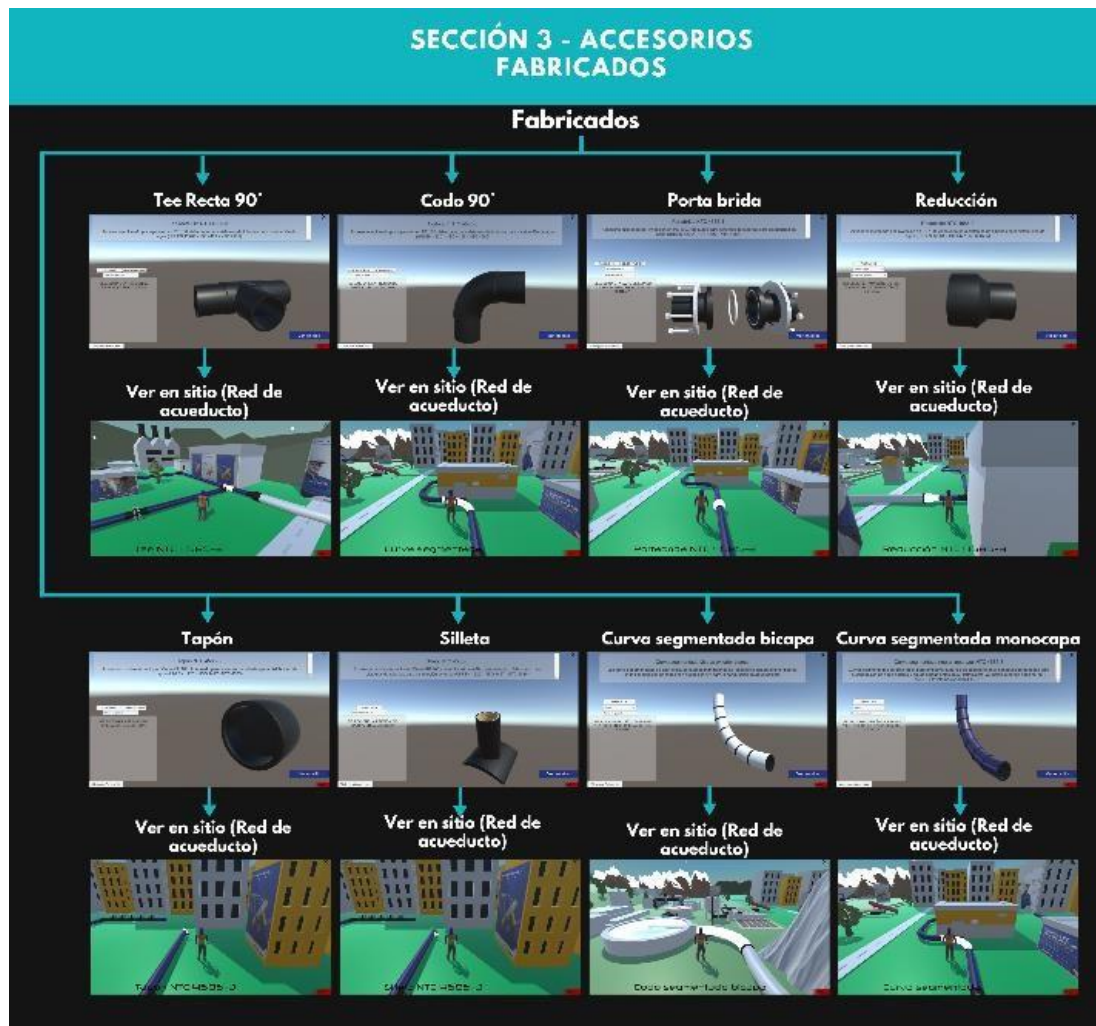
Al abrir el software se tienen las opciones que se muestra en la ventana principal, primero un botón de “Productos” para ver los productos separados por categorías, otro de “Procesos de Unión” para ver los procesos de termofusión y electro-fusión, también uno de “Red de acueducto” donde se encuentra toda la red de acueducto (Ver Figura 15). La opción de “Productos” lleva a una escena donde se puede ver toda la distribución de los productos, en la figura 16 se puede observar que la

escena de Productos tiene muchas opciones, para hacerlo más sencillo se va a explicar por secciones, primero la tubería, luego los accesorios fabricados y finalmente los accesorios comercializados.

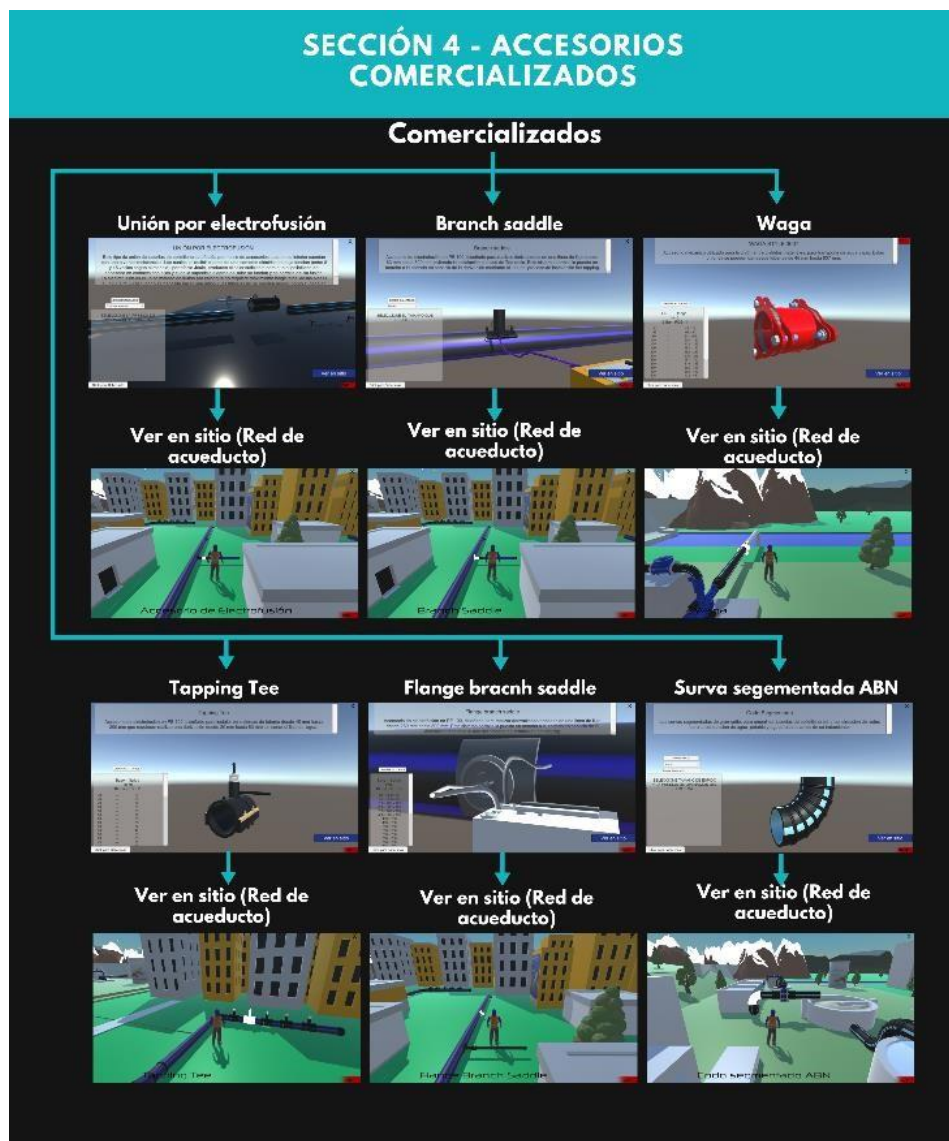
Figura 17. Sección de tubería



La sección de tubería se divide entre fabricada y comercializada, luego dentro de cada escena hay un botón de “Ver en sitio” para poder apreciar en qué parte de la Red de acueducto se encuentra el producto.

Figura 18. *Sección accesorios fabricados*

Los accesorios al igual que la tubería se dividen entre fabricados y comercializados y dentro de la interfaz también cuentan con un botón de “Ver en sitio”

Figura 19. Sección accesorios comercializados

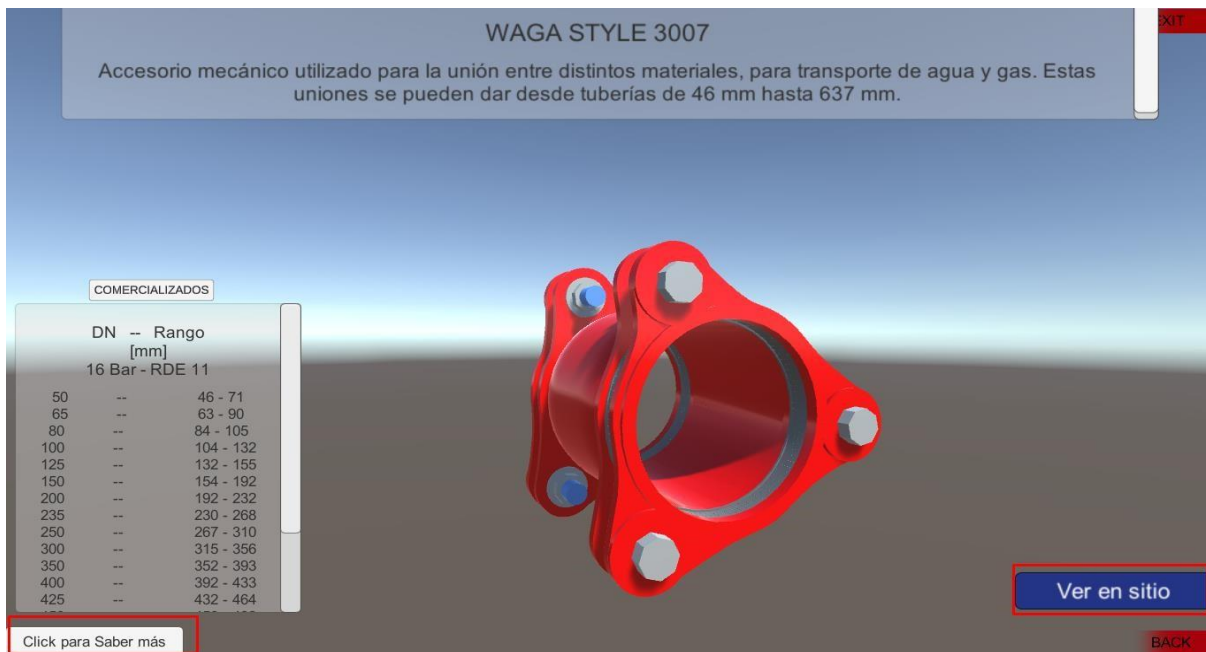
4.4.2.1.1 Botones extras. El software tiene botones que ayudan en la navegación, todas las escenas tienen un botón para cerrar el software y otro para regresar a la escena anterior.

Figura 20. Botones extra del software en la escena red de acueducto



En la figura 20 se puede apreciar en la esquina superior derecha un botón para cerrar el software y en la esquina inferior derecha el botón “Back” para regresar a la escena anterior.

En las escenas de los productos hay 2 botones, el primero es “Ver en sitio” el cual ya se ha mencionado, el botón tiene la funcionalidad de abrir la escena de la Red de acueducto y posicionar al usuario en una sección de la red donde esté instalado el producto que se estaba viendo, el otro botón de apoyo es “Click para saber más” el cual en un principio se tenía pensado que abriera una ficha técnica en la página web de la empresa EXTRUCOL, sin embargo, la empresa hasta el momento de terminar las prácticas no ha subido las fichas técnicas, por lo que el botón dirige a la página web principal de la empresa.

Figura 21. Botones extra del software en la escena de productos

En la Figura 21 se pueden ver resaltados los botones mencionados, el que se encuentra en la parte inferior derecha es el de Ver en sitio y el de la parte inferior izquierda es el de Click para saber más, en la Figura 22 se puede ver la página web que se abre al dar clic en el botón Click para saber más.

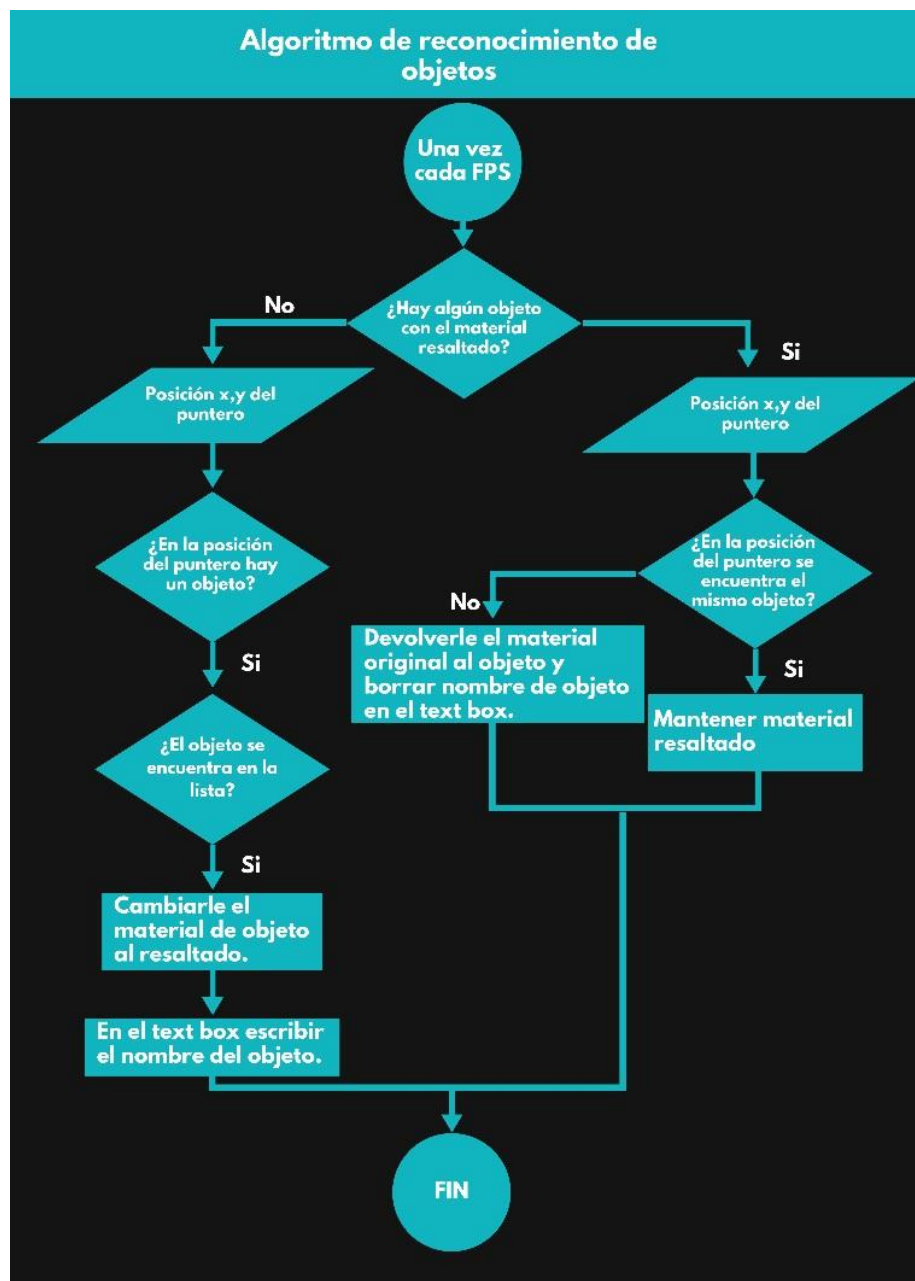
Figura 22. Captura de la página web de la empresa Extrucol [10]

4.4.2.2 Interacción con los objetos. Antes de explicar los algoritmos se explicará el funcionamiento de Unity. Los ejecutables de Unity funcionan usando multihilo nativamente, esto se debe a que normalmente este tipo de software tiene varias funciones que necesitan de scripts que se ejecutan continuamente. Debido a que los softwares desarrollados en Unity generalmente son videojuegos y estos normalmente se ejecutan a 30 o 60 fps (fotogramas por segundo), Unity se vale de esto para ejecutar los scripts en esa misma velocidad, por ejemplo, si se tiene un script que siempre está leyendo la posición del puntero y el software está corriendo a 30 fps entonces el software tomará la posición del puntero en cada fps, así se evita retrasos y la respuesta del software sería en tiempo real para el usuario.

Para la interacción con los objetos en la Red de acueducto se desarrollaron varios algoritmos, estos se explicarán mediante diagramas de flujo (Imágenes 23 y 25).

4.4.2.2.1 Resaltado de objetos. El primer algoritmo que se desarrolló fue uno en el cual al pasar el puntero por determinados objetos estos cambian su material por defecto a uno que resalte y mediante un text box se indica cual es el nombre del producto, a continuación, se mostrará y explicará el algoritmo.

Figura 23. Algoritmo para reconocimiento y resaltado de objetos



Al inicio se establece que el algoritmo se corre una vez cada fps, este algoritmo todo el tiempo está tomando la posición del puntero, si en esa posición hay algún objeto entonces se pregunta si el objeto se encuentra en una lista determinada, en caso tal que si entonces se le cambia el material a uno diferente y mediante el text box se especifica el nombre de ese objeto y una vez el puntero ya no se encuentre sobre ese objeto entonces devolverle el material original y borrar el contenido de la text box.

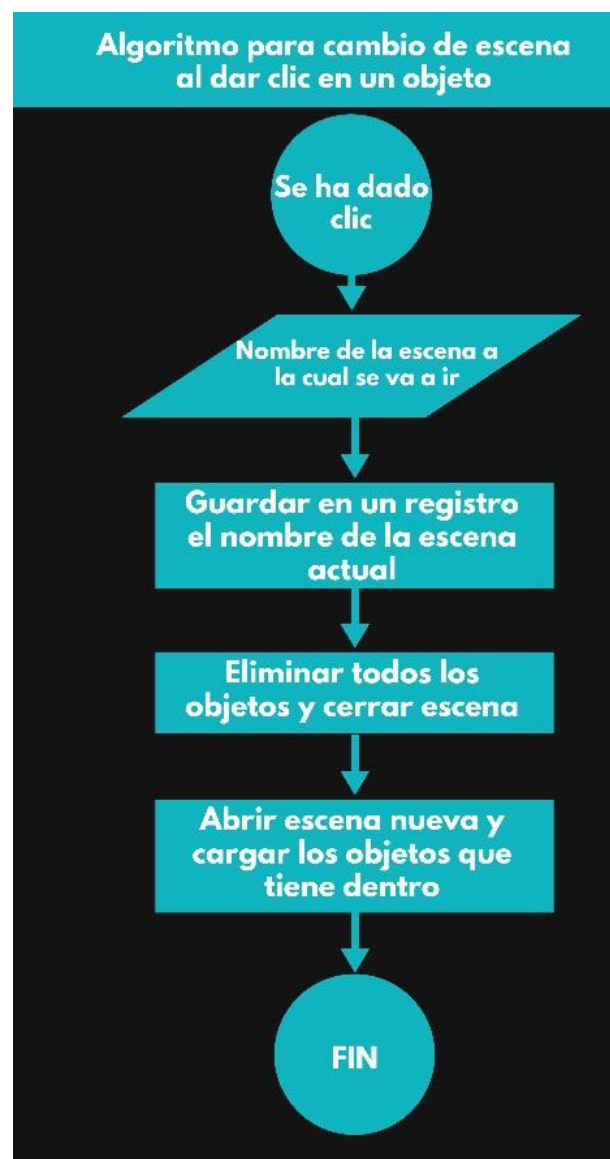
Figura 24. Señalando objetos dentro del software



En la Figura 24 se puede apreciar al puntero encima de una porta brida y su material cambia a un blanco brillante y en el text box se indica el nombre técnico, esto mismo se puede con todos los objetos que se encuentran en la Red de acueducto.

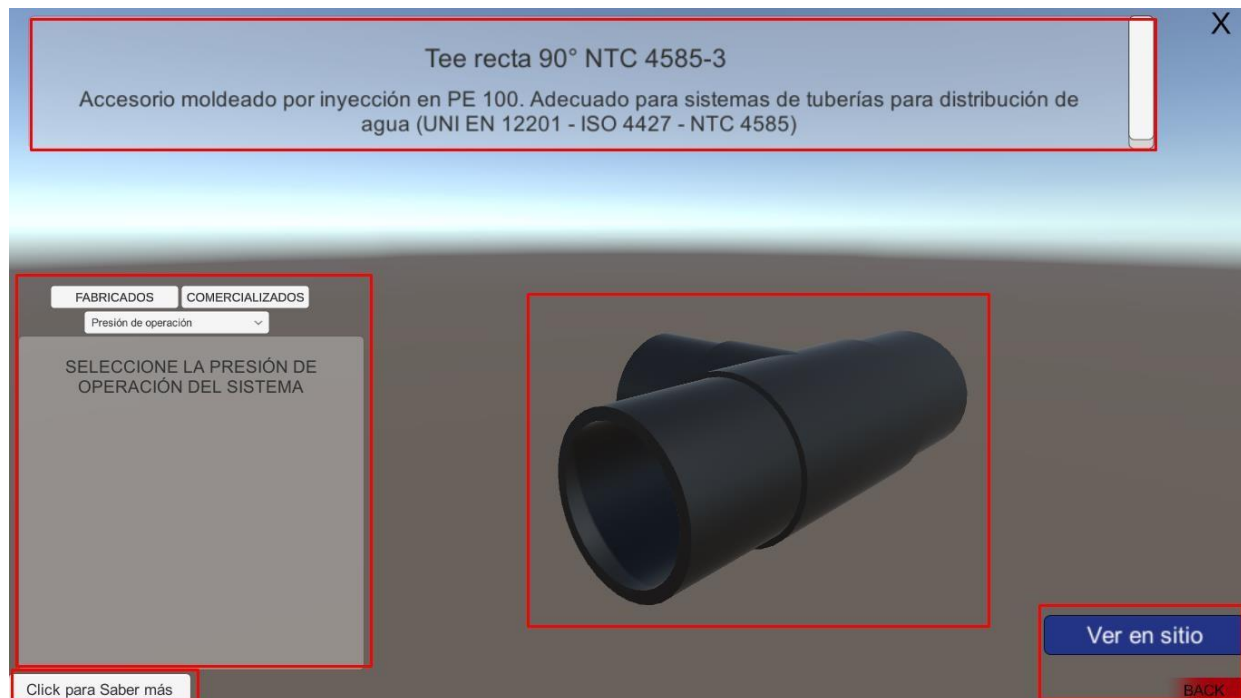
4.4.2.2 Cambio de escena al dar clic a un objeto en la Red de acueducto. Los mismos objetos que se resaltan en la Red de acueducto también tienen una escena propia para ver su información detallada, para poder acceder a esas escenas hay que clicar uno de esos objetos y automáticamente se hará el cambio de escena, esto se configura en cada objeto mediante una función que se activa al dar clic, el algoritmo para el cambio de escena es el siguiente:

Figura 25. Algoritmo para el cambio de escena



Como se puede ver en la figura 25, este se activa cada vez que el usuario da clic a determinados objetos, cada objeto tiene seteado el nombre de la escena a la cual se debe dirigir, de tal manera que se puede pedir ese nombre de escena y hacer el cambio de escena, sin embargo, antes de hacer el cambio de escena se debe guardar en algún registro el nombre de la escena actual para que al presionar el botón “BACK” una función saque el nombre de la escena anterior de ese registro y poder retroceder sin problemas, en Unity cuando se hace un cambio de escena lo que realmente pasa es que se eliminan todos los objetos que hay actualmente, se cierra la escena, se abre la nueva y carga los objetos de esa escena, sin embargo se pueden configurar algunos objetos para que no se eliminen nunca al hacer cambios de escena, para este caso se usa un objeto vacío que no se elimina al hacer cambios de escena, el cual irá guardando la información necesaria para que el botón de “BACK” funcione sin problemas, en ese objeto también se irá guardando la ubicación y rotación del avatar del usuario para que al volver a la escena Red de acueducto el avatar siga en la última posición guardada, todo con el fin de que el usuario tenga una buena experiencia en el software.

4.4.2.3 Interacción con la información presentada al usuario de cada producto. Hay dos formas de acceder a las escenas de los productos, la primera es en la página principal acceder a “Productos”, luego en la escena de Productos dar clic a un producto cualquiera y se accedería a la escena de ese producto, el otro modo es desde la Red de acueducto al dar clic a un objeto que se resalte al pasar el puntero por él, en la Figura 26 se puede observar un ejemplo de la escena de producto que se accede.

Figura 26. *Escena de objetos*

Como se puede observar, la escena tiene determinados objetos y botones, ya se explicaron los botones “Ver en sitio”, “BACK”, y “Click para saber más”, el otro objeto es un modelo 3D del producto que estará girando sobre su eje y en la parte superior se puede leer el título y una descripción técnica del producto, esa información se sacó del Apéndice D, en el lado izquierdo de la escena se puede ver una serie de botones, en este caso “FABRICADOS”, “COMERCIALIZADOS” y “Presión de operación” (Al dar clic al botón de presión de operación se despliega los RDE posibles para ese producto, esto se debe a que la presión de operación tiene relación directa con el RDE, entre más grande sea el RDE, será menor la presión de operación que tiene el producto), estos botones son para que el usuario pueda ver cuáles son los diámetros posibles del producto según su RDE, a continuación se va a mostrar su funcionamiento.

Primero, se debe escoger la primera variación, la cual sería FABRICADOS O

COMERCIALIZADOS, luego dar clic en “Presión de operación” y se desplegará de la siguiente manera:

Figura 27. Variación por presión de operación



Como se puede ver, se despliega un menú, en este caso se escogió primero “COMERCIALIZADOS” y luego se presionó el botón “Presión de operación”, ahora vamos a dar clic en RDE 17: 10 bar – 145 PSI.

Figura 28. *Diámetros posibles*

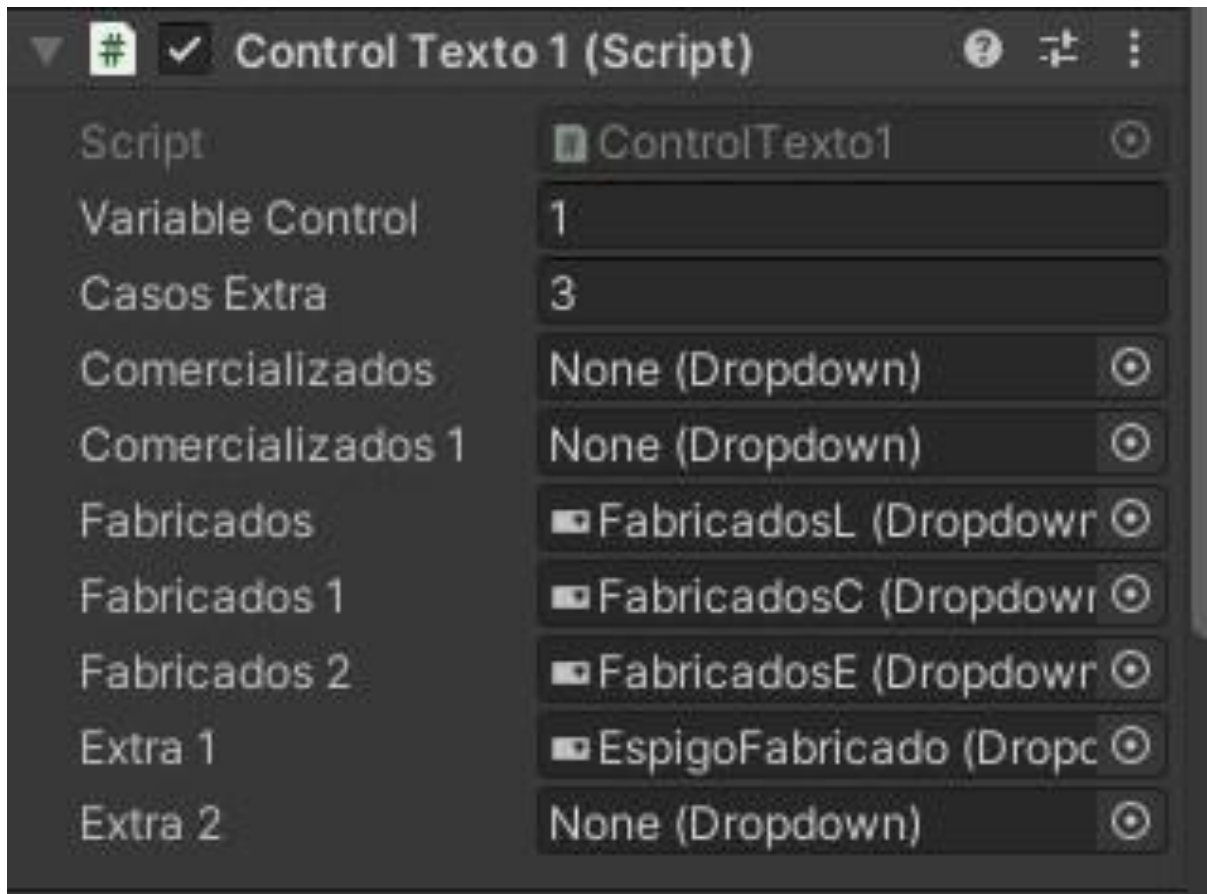
Entonces se muestran los diámetros posibles para ese RDE en específico, de esta manera el usuario puede segmentar la información según si es fabricado o comercializado, luego escoger un RDE y finalmente se muestran los diámetros posibles para ese producto en ese RDE (Tener en cuenta que cada RDE tiene una presión de operación específica).

4.4.2.4 Problemas que resultaron y su solución. El principal problema en la etapa de desarrollo del software fue desarrollar el algoritmo que se encarga de mostrarle los diámetros de operación al usuario, esto se debe a que hay objetos que tienen 2 variaciones, pero otros 3 y otros 4 y debido al tiempo no se podía desarrollar un algoritmo para cada caso, al final lo que se pensó fue desarrollar un algoritmo que tuviera variables públicas, estas variables son las que definen

cuantas variaciones va a tener determinado objeto, de tal manera que se generalizó para 3 variaciones extras aparte de las 3 que tienen por defecto los productos de forma general.

(Fabricados, comercializados y su RDE).

Figura 29. Variables publicas dentro de Unity



En la Figura 29 se pueden apreciar las variables públicas para el control de textos, de esa manera en cada escena de productos se especificaba cuantas variaciones tenía y los objetos a utilizar para mostrar la información al cliente.

4.4.2.5 Ejecutables. Unity permite exportar a diferentes plataformas sin problemas, pero para poder exportar a dispositivos móviles se debe agregar otra forma de navegación en la Red de acueducto, debido a que en el ejecutable para computadoras la entrada de comandos es por teclado y mouse, pero para dispositivos móviles se necesitaba colocar un joystick táctil, entonces se creó una rama nueva del proyecto en Git y en esa rama se desactivó la navegación por teclas y se le agregó el joystick.

4.4.2.5.1 Ejecutable Windows. Ver Apéndice J (carpeta videogame y ejecutar “v0.exe”), el ejecutable es portable, es decir, no necesita instalación, al dar doble clic se abre automáticamente.

4.4.2.5.2 Ejecutable Android. Ver Apéndice K, ejecutar el archivo a un dispositivo Android e instalar el software, debido a que el software no se encuentra registrado por una tienda oficial de la Play Store de Google puede que pida permisos especiales, pero la instalación se realiza sin problemas.

Figura 30. *Software ejecutándose en Android*



4.4.2.5.3 Ejecutable iPhone y iMac. Para dispositivos Apple no se pudo realizar pruebas debido a que se necesita una licencia aprobada por Apple para poder instalar software en sus dispositivos, sin embargo, en caso de que se adquiriera la licencia en un futuro se puede instalar el software mediante el Apéndice L.

4.4.2.5.4 Ejecutable para la web.

Figura 31. *Software ejecutándose en la web*



Para la web se puede exportar desde Unity haciendo uso de WebGL, sin embargo, su ejecución es de forma local, subirlo a la página web de EXTRUCOL ya es una tarea interna de la empresa en caso tal que quieran que sus clientes lo usen sin ninguna restricción, entre las ventajas de usarlo en la Web resalta el hecho de que no exige tantos recursos como tenerlo como aplicativo en Windows o dispositivos móviles.

5. Conclusiones

El desarrollo de las practicas fue un éxito, se pudieron cumplir los objetivos y el alcance planteado al inicio del proyecto.

El software tiene el potencial para implementarse en los demás sectores que tiene la empresa EXTRUCOL, debido a que el desarrollo del software fue un prototipo, no se tenían claros los procesos necesarios para el desarrollo de este, sin embargo, ahora si se tienen, lo que facilita bastante el trabajo si se quiere expandir el software a los diferentes sectores.

Aunque todavía las empresas sigan haciendo uso de catálogos de imágenes y fichas técnicas complejas, no hay un estándar referente a mostrarle los productos a los clientes de manera más sencilla y agradable, el software desarrollado es una herramienta que puede cumplir esa función sin ningún problema, lo que daría un plus a la empresa EXTRUCOL en caso tal que lo llegara a implementar.

Se deben implementar más procesos al software, como permitir que el usuario pueda unir distintos productos y crear su propia red de acueducto, sería una herramienta realmente útil para el cliente.

6. Recomendaciones para la empresa EXTRUCOL.

A la empresa EXTRUCOL se le realizaron una serie de recomendaciones para seguir con el proyecto de desarrollo del software, estas recomendaciones se separaron por fases:

6.1 Fase 2

Mejorar las animaciones existentes desde propuestas que aparezcan del ámbito comercial y técnico.

Enlazar las fichas técnicas de los productos con la página web de la compañía

Realizar animaciones independientes para las capacitaciones técnico-comerciales que se les imparten a los clientes.

6.2 Fase 3

Replicar toda la Fase 2 en los diferentes sectores de la empresa (gas, minería, relleno sanitario, entre otros).

6.3 Fase 4

Enlazar la interfaz con herramientas BIM que permitan una metodología de costeo e incorporación de los diseños de los clientes.

Potencializar la interfaz 3D en una interfaz de realidad aumentada.

Utilizar herramientas de RA para capacitar a los clientes de modo virtual.

6.4 Fase 5

Replicar la fase 1 y 4 en el proceso productivo de la planta (Agregar una interfaz que permita ver la planta de Extrucol donde se puedan mostrar las líneas de producción y cómo funcionan).

Referencias

- [1] U. d. Cantabria, «Universidad de Cantabria,» Septiembre 2019. [En línea]. Available: <https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/17458>.
- [2] E. D. S. Moya, «ANFORA,» 5 Febrero 2014. [En línea]. Available: <https://doi.org/10.30854/anf.v21.n36.2014.33>.
- [3] EXTRUCOL, «EXTRUCOL,» Abril 2022. [En línea]. Available: <https://extrucol.com/extrucol/>.
- [4] EXTRUCOL, «EXTRUCOL,» 2018. [En línea]. Available: <https://extrucol.com/wpcontent/uploads/2021/06/Extrucol-Brochure-Digital-201217.pdf>.
- [5] M. C. Albornoz, «Universidad Nacional de San Luis,» mayo 2014. [En línea]. Available: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/41578>.
- [6] I. M. Alonso, «Universidad de Burgos,» 6 Julio 2021. [En línea]. Available: <http://hdl.handle.net/10259/5881>.
- [7] N. K. R. y. F. Turley, Los fundamentos de Agile Scrum, Van Haren, 2019.
- [8] Unity, 2023. [En línea]. Available: <https://unity.com/es/products/unity-pro>.
- [9] Maxon, «Cinema 4D,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.maxon.net/es/cinema-4d>.
- [10] E. S.A., «EXTRUCOL,» 09 2022. [En línea]. Available: <https://extrucol.com/>. [Último acceso: 09 2022].
- [11] U. d. Deusto, «CODDI,» 2022. [En línea]. Available: <http://coddii.org/wpcontent/uploads/2016/10/Informe-CODDII-Industria-4.0.pdf>.