

Grado en Ingeniería Informática de Gestión y Sistemas de información

LASER TAG ROL, NUEVO JUEGO DE ROL EN VIVO

Memoria

Joel González Godoy
TUTOR: Jaume Teodoro

ESUPT - CURSO 2022-2023

Resumen

El proyecto consiste en la creación de un nuevo concepto de juego en vivo conocido como *Laser Tag*. Se utilizarán las enseñanzas obtenidas en el grado de ingeniería informática, incluyendo programación, gestión de proyectos y administración de software para crear un producto innovador y emprendedor. La actividad consistirá en un estímulo externo no dañino a través de láseres, infrarrojos y vibraciones. Se usará un microprocesador Raspberry Pi para detectar las señales externas y controlar la actividad. El objetivo es realizar un estudio de mercado para demostrar la viabilidad y rentabilidad del producto.

En conclusión, la evaluación del mercado indica que hay una demanda creciente y una oportunidad para un proyecto de *Laser Tag* innovador. Sin embargo, la competencia es fuerte y es importante diferenciarse con una oferta única y una experiencia de calidad para los clientes.

Resum

El projecte consisteix a crear un nou concepte de joc en viu conegut com a *Laser Tag*. S'utilitzaran els ensenyaments obtinguts al grau d'enginyeria informàtica, incloent-hi programació, gestió de projectes i administració de programari per crear un producte innovador i emprendedor. L'activitat consistirà en un estímul extern no perjudicial a través de làsers, infrarojos i vibracions. Es farà servir un microprocessador Raspberry Pi per detectar els senyals externs i controlar l'activitat. L'objectiu és fer un estudi de mercat per demostrar la viabilitat i rendibilitat del producte.

En conclusió, l'avaluació del mercat indica que hi ha una demanda creixent i una oportunitat per a un projecte innovador de *Laser Tag*. Tot i això, la competència és forta i és important diferenciar-se amb una oferta única i una experiència de qualitat per als clients.

Abstract

The project consists of the creation of a new live game concept known as *Laser Tag*. The teachings obtained in the computer engineering degree, including programming, project management and software administration, will be used to create an innovative and entrepreneurial product. The activity will consist of a non-harmful external stimulus through lasers, infrared and vibrations. A Raspberry Pi microprocessor will be used to detect the external signals and control the activity. The objective is to carry out a market study to demonstrate the feasibility and profitability of the product.

In conclusion, market assessment indicates that there is a growing demand and opportunity for an innovative Laser Tag project. However, the competition is strong, and it is important to differentiate yourself with a unique offer and a quality experience for customers.

Índice

Índice de figuras	VI
Índice de tablas	IX
Glosario de términos	XI
1. Introducción	1
2. Marco teórico	3
2.1. Contexto.....	3
2.2 Antecedentes.....	4
2.3 Juegos de rol	6
2.4 Laser Tag	7
2.5 Tecnologías utilizadas	9
2.6 Roles y habilidades.....	11
2.7 Experiencia de usuario.....	13
2.8. Análisis de la competencia	14
2.9 Necesidades de información	15
2.9.1 Soluciones tradicionales.....	15
2.9.2 Soluciones tecnológicas y de mercado	17
2.9.3 Electrónica en microprocesadores y microcontroladores	18
2.9.4 Microcontroladores	23
3. Objetivos y alcance	25
3.1. Necesidades del usuario.....	25
3.2. Objetivos del producto.....	25
3.3. Público potencial	26
3.4. Alcance	26
3.5. Limitaciones y supuestos.....	27
3.6. Evaluación y mejora del proyecto	28

4. Metodología.....	29
4.1 Design Thinking Toolboard Canvas	30
4.2 Agile y Waterfall	35
4.2.1 Agile.....	35
4.2.2 Waterfall.....	36
5. Definición de requerimientos funcionales y tecnológicos.....	39
5.1 Requisitos funcionales	39
5.2 Requisitos no funcionales	39
6. Desarrollo	41
6.1 Concepción global y diseño.....	41
6.2 Análisis y modelado de datos	41
6.2.1 Base de datos MySQL.....	42
6.2.2 Entorno de desarrollo IntelliJ IDEA.....	49
6.2.3 Microcontroladores ESP32 y Arduino IDE	57
6.3 Análisis funcional y diseño del producto.....	64
6.4 Ingeniería de software, herramientas y tecnologías.....	64
6.5 Decisiones de programación e implementación	65
6.6 Técnicas de testing y pruebas	65
7. Conclusiones.....	67
8. Posibles ampliaciones.....	69
9. Bibliografía.....	71

Índice de figuras

Fig. 2.1 – PHOTON, primer local de Lasertag.....	5
Fig. 2.2 – Sport laser tag championship.....	8
Fig. 2.3 – Indor Karting Laser Tag Star Wars.....	10
Fig. 2.4 – ESP32.....	12
Fig. 2.5 – Tipo de héroes Overwatch.....	14
Fig. 2.6 – Web laserwar, competencia directa.....	21
Fig. 2.7 – Arquitectura de red ESP-WIFI-MESH.....	22
Fig. 2.8 – ESP32 ESP-MESH Ejemplo Básico.....	23
Fig. 2.9 – ESP32 MAPPING.....	29
Fig. 4.1 – Metodología Agile.....	30
Fig. 4.2 – Metodología Waterfall.....	31
Fig. 4.3 – Metodología I+D.....	34
Fig. 4.4 – Análisis y síntesis en el tablero de herramientas.....	42
Fig. 6.1 – MySQL Installer.....	43
Fig. 6.2 – MySQL Workbench.....	44
Fig. 6.3 – MySQL Installer, Configuración.....	46
Fig. 6.4 – Diagrama ER.....	48
Fig. 6.5 – Trigger nuevo jugador en BBDD.....	49
Fig. 6.6 – Interfaz IntelliJ IDEA.....	50
Fig. 6.7 – Configuración Instalador IntelliJ IDEA.....	51

Fig. 6.8 – Configuración Proyecto IntelliJ IDEA.....	52
Fig. 6.9 – Configuración Proyecto IntelliJ IDEA.....	53
Fig. 6.10 – Clase Repositorio Jugador.....	53
Fig. 6.11 – Clase Controlador Jugador.....	54
Fig. 6.12 – Clase Entidad Jugador.....	55
Fig. 6.13 – Clase Entidad Jugador.....	56
Fig. 6.14 – Modelo Vista Controlador.....	57
Fig. 6.15 – ESP32-WROOM-32.....	58
Fig. 6.16 – Menú Arduino IDE.....	59
Fig. 6.17 – Gestor de placa Arduino IDE.....	60
Fig. 6.18 – Instalar placas ESP32 Arduino IDE.....	60
Fig. 6.19 – Gestor de placa Arduino IDE.....	60
Fig. 6.20 – Librerías ESP32 Arduino IDE.....	61
Fig. 6.21 – Display SSD1306.....	62
Fig. 6.22 – Fritzing Prototipo.....	63

Índice de tablas

Tabla 2.1 – Comparativa microcontroladores y microprocesadores.....	19
Tabla 7.1 – Planificación inicial.....	31
Tabla 7.2 – Presupuesto costes fijos del proyecto.....	32
Tabla 7.3 – Presupuesto costes variables del proyecto.....	33
Tabla 7.4 – Datos sobre entrevistas realizadas.....	43

Glosario de términos

Agile

ESUPT Escola Superior Politécnica – Tecnocampus

LPI Ley de Propiedad Industrial

LPI Ley de Propiedad Intelectual

RAEE Normativa sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

RGPD Reglamento General de Protección de Datos

TARGET Objetivo

TFG Trabajo Final de Grado

UE Unión Europea

WEEE Directiva 2012/19/UE de la UE sobre residuos electrónicos

Waterfall Cascada

1. Introducción

El objetivo principal es proporcionar una idea clara y concisa de lo que se pretende lograr con este trabajo y la motivación detrás de su elección. El proyecto se centra en el desarrollo y mejora de una actividad de ocio conocida como *Laser Tag*. La idea es crear un producto innovador y emprendedor que combine la diversión del juego con la aplicación de tecnología avanzada, específicamente utilizando microcontroladores *ESP32*, junto con *Spring Boot* y un servidor *MySQL* para ofrecer una experiencia única y emocionante.

La motivación para llevar a cabo este proyecto surge de la creciente demanda de juegos de rol y competencias estratégicas, así como de la necesidad de diferenciarse en un mercado altamente competitivo. Esto ha dado como resultado poder identificar una oportunidad en el sector del *Laser Tag*, el cual ha experimentado un aumento significativo en popularidad en los últimos años. Para abordar de manera estructurada las diferentes etapas del proyecto, se sigue una metodología que combina elementos de investigación y desarrollo (I+D), así como métodos *Agile* y *Waterfall*.

Se han llevado a cabo investigaciones exhaustivas para comprender las necesidades y preferencias de los jugadores de *Laser Tag*, así como para analizar las tecnologías existentes en el mercado, aplicando los principios del *Design Thinking Toolboard Canvas* para el diseño y desarrollo del sistema, permitiendo un enfoque centrado en el usuario y la generación de soluciones innovadoras. Esta metodología proporciona una guía paso a paso para la creación de un producto que cumpla con las necesidades del mercado y genere valor para los clientes.

Durante el desarrollo del proyecto, se han logrado importantes avances, como el diseño y construcción de un prototipo inicial del sistema de juego, que en sí es un punto importante para el objetivo del TFG. Este prototipo permite partidas entre dos jugadores, asumiendo el rol de soldados como primera instancia, para ello, se utilizan microcontroladores *ESP32* para el desarrollo del hardware y se implementa software de gestión y control de las partidas, habiendo integrado diferentes sensores y actuadores para proporcionar una experiencia inmersiva y emocionante para los jugadores.

Estos avances han sido posibles gracias a la combinación de la metodología *Agile*, que permite una iteración rápida y flexible en el desarrollo del proyecto, y la metodología *Waterfall*, que asegura una planificación y secuencia adecuada de las etapas del proyecto. De esta manera, se ha logrado cumplir con los objetivos planteados y obtener resultados satisfactorios en cada fase del proyecto.

2. Marco teórico

El marco teórico de este proyecto de TFG sobre el desarrollo de un nuevo sistema de juego de Laser Tag basado en roles, abarcará diversas áreas de conocimiento relevantes para el tema, así como la historia de cómo surgió a cómo ha ido expandiéndose y mejorando su implementación y desarrollo en el mercado hasta día de hoy.

En el campo del ocio, existen actividades similares como el paintball y el airsoft, que también implican el uso de armas y competir en un ambiente cerrado o abierto, pero no utilizan tecnologías avanzadas como la robótica y la programación. En los últimos años, el uso de la realidad virtual y aumentada ha aumentado en el campo del ocio, lo que sugiere que hay una oportunidad para innovar en el campo del Laser Tag.

El marco teórico para este proyecto incluirá un estudio de viabilidad sobre la actividad ya mencionada. También se investigará sobre las tecnologías de robótica y programación y cómo se pueden utilizar para mejorar dicha actividad, además, se investigará sobre el uso de microcontroladores ESP32 y cómo se pueden utilizar para detectar estímulos externos y posibles mejoras en la actividad.

En cuanto a la viabilidad económica, técnica y medioambiental, se investigará sobre los costos de desarrollo y producción, la disponibilidad de las tecnologías necesarias, y los impactos medioambientales potenciales.

Se necesitarán conocimientos sobre robótica, programación (Java, C++, SQL), gestión de proyectos, gestión de la información y análisis de mercado para llevar a cabo el proyecto. también se requerirá información sobre el funcionamiento de los microcontroladores "ESP32" y cómo utilizarlos para detectar estímulos externos y gestión lógica.

2.1. Contexto

El concepto de juego en vivo Laser Tag se ha desarrollado desde finales de los años 70 [1] y consiste en una actividad en la que los participantes utilizan armas láser para competir en un ambiente cerrado. Aunque es una actividad popular, no se ha utilizado la robótica y la programación para mejorarla hasta ahora.

En el campo del ocio, existen actividades similares como el paintball y el airsoft, que también implican el uso de armas y competir en un ambiente cerrado o abierto, pero no utilizan tecnologías avanzadas como la robótica y la programación.

En los últimos años, el uso de la realidad virtual y aumentada ha aumentado en el campo del ocio, lo que sugiere que hay una oportunidad para innovar en el campo del Laser Tag.

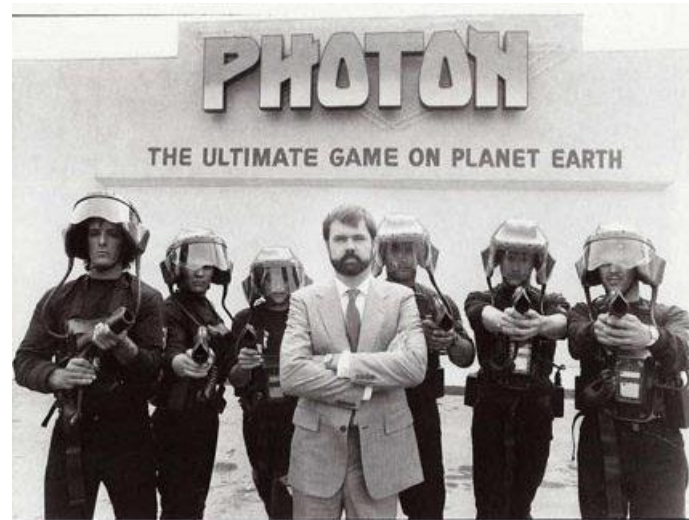
El marco teórico para este proyecto incluirá un estudio de viabilidad sobre la actividad ya mencionada. También se investigará sobre las tecnologías de robótica y programación y cómo se pueden utilizar para mejorar dicha actividad, además, se investigará sobre el uso de microcontroladores ESP32 y cómo se pueden utilizar para detectar estímulos externos en el juego.

En cuanto a la viabilidad económica, técnica y medioambiental, se investigará sobre los costos de desarrollo y producción, la disponibilidad de las tecnologías necesarias y los impactos medioambientales potenciales.

Se necesitarán conocimientos sobre robótica, programación (Java, SQL, C++), gestión de proyectos, gestión de la información y análisis de mercado para llevar a cabo el proyecto. También se requerirá información sobre el funcionamiento de los microcontroladores ESP32 y cómo utilizarlos para detectar estímulos externos y controlar la lógica del programa.

2.2 Antecedentes

El juego en vivo Laser Tag es un juego deportivo que se originó en los Estados Unidos a finales de los años 70, fue creado para entrenar a los soldados en situaciones de combate, no obstante, Georges Carter [1], el inventor, abrió la primera sala de Laser Tag en 1984, la llamó *Photon*. El juego consiste en equipar a los jugadores con pistolas que emiten luz infrarroja y detectores en los objetivos, como el cuerpo o la ropa, para registrar los "impactos" durante el juego. A lo largo de los años, el juego ha evolucionado para incluir diferentes escenarios, reglas y equipos.



GC at the New Jersey franchise, one of 70 sold worldwide.

Fig. 2.1 – PHOTON, primer local de Lasertag Fuente: Georges Carter, 1979

En los últimos años, se ha desarrollado una variedad de tecnologías y soluciones para mejorar la experiencia de juego en vivo, como la realidad virtual y la realidad aumentada, sin embargo, aún no se ha aplicado de manera significativa en la actividad de ocio Laser Tag.

En cuanto a la investigación previa, se han realizado estudios sobre el impacto de los juegos en vivo en la salud física y mental, así como sobre la seguridad y la legalidad de estas actividades, sin embargo, todavía hay una necesidad de investigar más a fondo sobre cómo mejorar las tecnologías que son aplicadas en el juego Laser Tag y cómo puede afectar a la experiencia del juego, así como a su viabilidad económica y técnica, incluyendo el enfoque de roles y habilidades únicas para los personajes en el juego, como sanadores, soldados, tanques, magos y asesinos. La viabilidad económica del proyecto puede ser evaluada a través de la investigación de los costos de producción y los ingresos esperados, para determinar si el proyecto es rentable, además, la viabilidad técnica se puede evaluar a través de la investigación de las tecnologías existentes y las soluciones disponibles, para determinar si son adecuadas para el proyecto y si es posible implementarlas.

Por último, la viabilidad medioambiental puede evaluarse a través de la investigación de los impactos ambientales que el proyecto puede tener y de las medidas que se pueden implementar para minimizarlos. Es importante tener en cuenta estos factores para asegurarse de que el proyecto sea viable y sostenible a largo plazo.

La información sobre la viabilidad económica, técnica y medioambiental del proyecto se profundizará en el documento de estudio de viabilidad. Además, se incluirá un análisis sobre los aspectos legales, que es fundamental para asegurarse de que el proyecto cumpla con todas las normativas y regulaciones aplicables.

2.3 Juegos de rol

Los juegos de rol han sido populares durante décadas y han evolucionado en diversas formas. Estos juegos se caracterizan por permitir a los jugadores asumir roles ficticios y participar en una narrativa compartida. A través de la interpretación de personajes, los jugadores toman decisiones que afectan el curso del juego y desarrollan habilidades estratégicas. Uno de los juegos de rol más conocidos es *Dungeons & Dragons* (D&D), desarrollado en la década de 1970. En D&D, los jugadores asumen el papel de aventureros o cualquier papel que haya desarrollado el *Game Master* (GM) en un mundo de fantasía, explorando mazmorras, resolviendo acertijos y luchando contra criaturas míticas. Este juego sentó las bases para los juegos de rol modernos y ha sido fuente de inspiración para numerosos juegos posteriores.

El Laser Tag es una variante del juego de rol en la que los jugadores utilizan en vez de un tablero de mesa y dados, armas láser y equipos de detección para simular combates en un entorno ficticio y seguro. Esta combinación de elementos físicos y de juego de roles proporciona una experiencia inmersiva y emocionante. Los jugadores asumen diferentes roles y trabajan en equipo para lograr objetivos dentro del juego. En el ámbito terapéutico, un estudio de Martin Fitzgerald [2] investigó los efectos de los juegos de rol en el tratamiento de trastornos de ansiedad. Los resultados indicaron que la participación en juegos de rol reducía los niveles de ansiedad y mejoraba el bienestar psicológico de los participantes.

Algunas teorías se centran en la estructura narrativa de los juegos de rol y la importancia de la coherencia y la inmersión en la experiencia del jugador. Otras teorías exploran los aspectos psicológicos de los juegos de rol, como el papel de la identidad y la motivación en la participación de los jugadores.

Investigaciones previas han demostrado los beneficios de los juegos de rol en el desarrollo de habilidades cognitivas, sociales y emocionales. Estos juegos fomentan la creatividad, la resolución de problemas, la comunicación efectiva y la colaboración. También se ha

encontrado que los juegos de rol pueden ser utilizados como herramientas educativas para enseñar conceptos complejos de una manera divertida y atractiva. En términos de tendencias actuales, se observa un crecimiento continuo en la popularidad de los juegos de rol, tanto en su forma tradicional de juegos de mesa como en las variantes digitales. Los avances tecnológicos han permitido la creación de juegos de rol en línea y la integración de elementos de realidad virtual y aumentada en la experiencia de juego.

Los antecedentes y estudios existentes en este campo son amplios y variados. Investigaciones académicas han explorado la influencia de los juegos de rol en el desarrollo de habilidades sociales y cognitivas. También se han realizado estudios sobre la efectividad de los juegos de rol en entornos educativos y terapéuticos.

2.4 Laser Tag

El Laser Tag es un juego de simulación en vivo en el que los participantes utilizan pistolas láser y chalecos equipados con sensores infrarrojos para dispararse entre sí. El objetivo del juego es acumular puntos al "eliminar" a los jugadores oponentes al dispararles con precisión. A medida que los jugadores se golpean entre sí, el chaleco o el arma láser emiten luces y sonidos para indicar que han sido alcanzados.

El Laser Tag combina elementos de estrategia, coordinación y trabajo en equipo, lo que lo convierte en una experiencia emocionante y desafiante. Los jugadores deben utilizar tácticas y habilidades para evadir los disparos del equipo contrario y eliminar a sus oponentes de manera efectiva. Esto implica el desarrollo de habilidades cognitivas, como la toma de decisiones rápidas y la planificación estratégica.

En términos de tecnología, el Laser Tag utiliza sensores infrarrojos para detectar los disparos de los jugadores. Estos sensores están integrados en los chalecos y las armas láser, y se comunican entre sí para registrar los disparos y las eliminaciones. Además, las armas láser están equipadas con luces y sonidos para proporcionar una experiencia inmersiva.

El Laser Tag se ha vuelto cada vez más popular en los últimos años, especialmente como actividad de ocio y entretenimiento en centros de juego y parques temáticos. Además, se han desarrollado competiciones y ligas de Laser Tag, donde los jugadores pueden participar en torneos y demostrar sus habilidades.



Fig. 2.2 –Sport laser tag championship Fuente: www.laserwar.com

Estudios académicos y terapéuticos demuestran que gracias a la actividad física y mental que se realiza durante esta actividad, es beneficiosa para la salud tanto para el desarrollo de habilidades sociales y cognitivas como para el estado de salud, por ejemplo, un estudio de Smith et al. (2018) encontró que el Laser Tag puede mejorar la comunicación verbal y no verbal entre los jugadores, así como promover el trabajo en equipo y la toma de decisiones colaborativas.

El Laser Tag ha evolucionado a lo largo de los años, adoptando diferentes temáticas y enfoques para adaptarse a las preferencias de los jugadores, así como adaptaciones basadas en películas populares como *Star Wars*, donde los jugadores pueden asumir roles de personajes icónicos y participar en batallas épicas. Esta adaptación temática ha contribuido al crecimiento y la diversificación del mercado del Laser Tag.



Fig. 2.3 –Indor Karting Laser Tag Star Wars Fuente:
<https://indoorkartingbarcelona.com/laser-tag/>

Esta actividad de ocio y entretenimiento también es utilizada en entornos de formación y desarrollo de habilidades para empresas, dado que, esta actividad desarrolla y fortalece el trabajo en equipo, la comunicación y la resolución de problemas a través de la propia participación. Por otra parte, en este mercado en constante crecimiento, se ha observado un aumento en la popularidad del Laser Tag “móvil”. Las empresas que brindan este servicio portátil de alquiler de equipos de Laser Tag que se pueden utilizar en cualquier ubicación, ya sea en un parque, un jardín o incluso en eventos corporativos. Esta tendencia permite una mayor flexibilidad y acceso al juego de Laser Tag.

2.5 Tecnologías utilizadas

Las tecnologías utilizadas en el Laser Tag son fundamentales para el funcionamiento del juego y para proporcionar una experiencia inmersiva a los jugadores. Uno de los componentes clave son los microcontroladores, como los microcontroladores ESP32. Estos microcontroladores son utilizados para la detección de disparos y el control de las interacciones en el juego. Gracias a su capacidad de procesamiento y comunicación, permiten registrar los impactos de los disparos y gestionar las habilidades especiales de cada jugador; las comunicaciones inalámbricas son esenciales en el Laser Tag, por ello, estas

tecnologías son necesarias para la transmisión de datos entre los dispositivos de los jugadores, como las armas láser y los chalecos con sensores. La comunicación inalámbrica garantiza una interacción fluida entre los jugadores y permite la actualización en tiempo real de la puntuación y los eventos del juego.

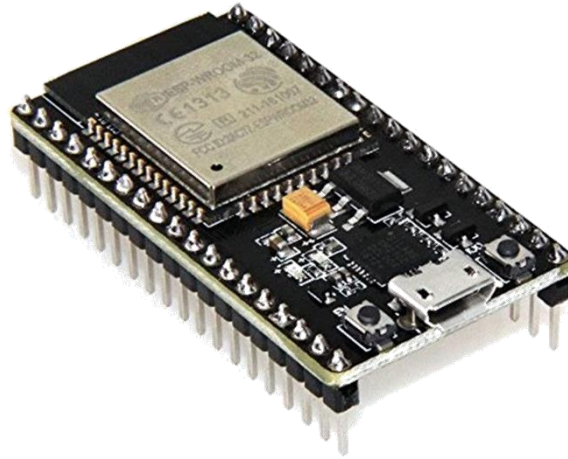


Fig. 2.4 – ESP32 Fuente: www.amazon.com

Dentro de las tecnologías utilizadas, los sensores infrarrojos desempeñan un papel fundamental en el Laser Tag. Estos sensores son responsables de detectar los disparos realizados por los jugadores y determinar si han impactado en un objetivo. Gracias a esta tecnología, se puede llevar un registro preciso de los disparos y ofrecer una experiencia de juego más realista. En algunos casos se emplean pantallas LED o LCD para mostrar información relevante durante el juego, como la puntuación de los jugadores, el tiempo restante, los eventos en curso, la vida, la munición del arma..., estas pantallas permiten a los jugadores tener un *feedback* visual inmediato y les proporcionan información crucial para tomar decisiones estratégicas durante el juego, por ende, tener una buena gestión de la información es determinante.

En algunos sistemas de Laser Tag más avanzados, se pueden integrar tecnologías de realidad aumentada. La realidad aumentada permite superponer elementos virtuales en el entorno físico, lo que puede agregar una capa adicional de inmersión y emoción al juego. Por ejemplo, a través de dispositivos de realidad aumentada, los jugadores pueden ver

proyecciones virtuales de objetivos o elementos interactivos en su entorno, lo que enriquece la experiencia de juego y estimula la creatividad y la interacción.

La aplicación de estas nuevas formas de tecnología en el Laser Tag ha llevado a la creación de nuevos y emocionantes conceptos de juego. Un ejemplo destacado es el uso de sensores de movimiento en las armas láser, que permiten a los jugadores realizar movimientos específicos para activar habilidades especiales o realizar ataques especiales. Esto añade una capa adicional de estrategia y dinamismo al juego, permitiendo a los jugadores personalizar su estilo de juego y adaptarse a diferentes escenarios.

2.6 Roles y habilidades

En el contexto del proyecto de Laser Tag, los roles y habilidades desempeñan un papel fundamental en la jugabilidad y en la creación de una experiencia de juego única. Cada rol tiene características y funciones específicas que permiten a los jugadores desempeñar diferentes estrategias y contribuir de manera diversa al equipo.

La implementación de roles en el juego de Laser Tag ofrece beneficios significativos para una empresa que busca desarrollar este proyecto. Al introducir roles específicos, se crea una experiencia de juego más completa y atractiva para los jugadores, lo que puede generar un mayor interés y participación en el juego. Esto puede traducirse en un aumento en la demanda y en la rentabilidad del proyecto, los roles en el Laser Tag fomentan el trabajo en equipo y la colaboración entre los jugadores, esto puede ser beneficioso para una empresa, ya que promueve una experiencia social y emocionante, lo que puede atraer a un público más amplio. Los jugadores pueden formar equipos y trabajar juntos para lograr objetivos comunes, lo que crea una sensación de comunidad y unión en el juego.

La inclusión de roles también agrega un componente estratégico. Los jugadores deben elegir sabiamente qué rol desempeñar y cómo utilizar sus habilidades para maximizar las posibilidades de victoria. Esto puede generar una mayor retención de los jugadores, ya que buscan perfeccionar sus habilidades y estrategias en el juego; el enfoque basado en roles permite ofrecer diferentes opciones y personalización a los jugadores. Cada rol tiene sus propias características y habilidades únicas, lo que brinda a los jugadores la oportunidad de encontrar un rol que se adapte a su estilo de juego y preferencias. Esto puede aumentar la satisfacción del jugador y promover una mayor lealtad hacia el juego.

Un ejemplo de un videojuego virtual que refleja esta dinámica de trabajo en equipo basada en roles es *Overwatch*. En este juego, los jugadores pueden elegir entre una amplia variedad de héroes/personajes, cada uno con habilidades y funciones únicas. Hay roles específicos, como tanques, sanadores y dañadores (personajes cuya función es hacer el máximo de daño por segundo), que deben trabajar juntos para lograr los objetivos del equipo. Los “tanques” protegen al equipo y absorben el daño (son personajes que brindan protección al equipo, teniendo vida, movimiento lento y poco daño), los sanadores curan a los compañeros de equipo (tienen poca vida, poco daño, pero ofrecen sanación y mejoras al equipo) y los dañadores infligen daño a los enemigos (tienen habilidades para dañar al contrincante o darse mejoras a ellos mismos). La cooperación entre estos roles es esencial para asegurar la supervivencia del equipo y lograr la victoria en el juego.

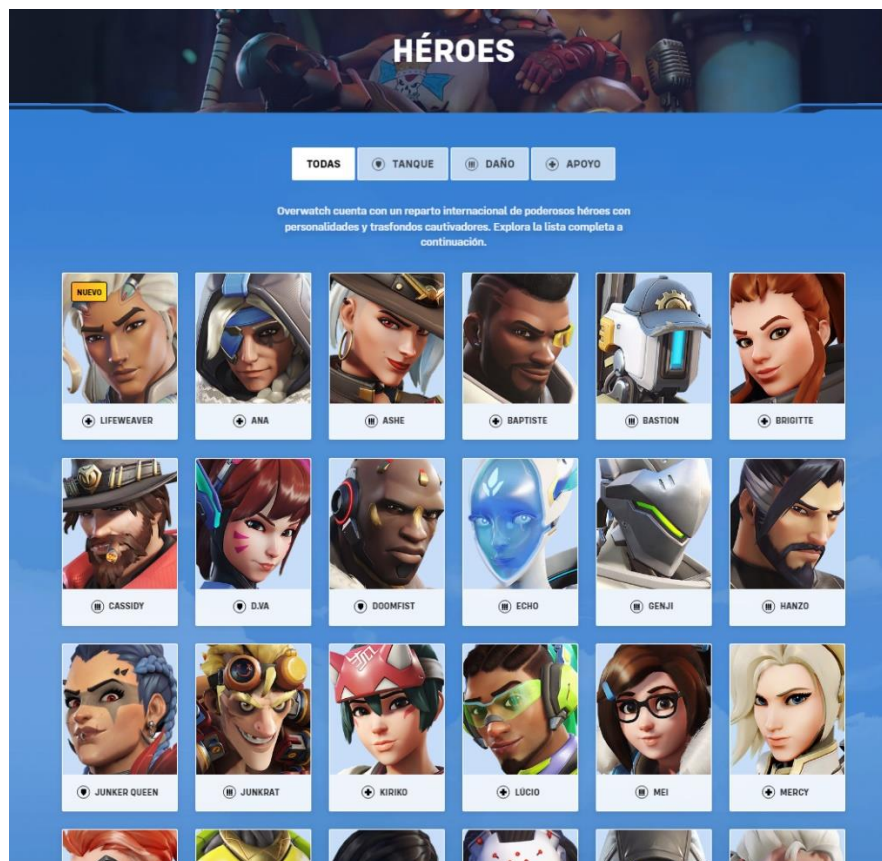


Fig. 2.5 – Tipo de héroes Overwatch Fuente: <https://overwatch.blizzard.com/es-es/heroes/>

2.7 Experiencia de usuario

La experiencia de usuario juega un papel fundamental en los juegos de rol, es importante crear una experiencia inmersiva que transporte a los jugadores a un mundo ficticio lleno de emociones y desafíos; para lograr esto, es necesario diseñar una narrativa cautivadora que envuelva a los jugadores y los motive a participar activamente en el juego. La interacción social también es un elemento crucial en la experiencia de usuario del Laser Tag, alentar a los jugadores a interactuar entre ellos y fomentar la colaboración y el trabajo en equipo puede crear una experiencia más enriquecedora y satisfactoria. Esto se puede lograr a través de la creación de misiones cooperativas y desafíos que requieran la participación de todos los jugadores. Así como obtener puntos de bonificación para el equipo por proteger, ayudar o cumplir unas premisas durante la partida.

Por otra parte, la personalización es otra clave para brindar una experiencia de usuario única. Poder permitir a los jugadores personalizar sus personajes, armas y habilidades les brinda un sentido de propiedad y les permite adaptar el juego a sus preferencias individuales. Esto puede aumentar la satisfacción del jugador y generar un mayor compromiso con el juego a largo plazo, el diseño de este proyecto es poder llegar a proyectar este objetivo para el producto final que es un prototipo ligeramente funcional.

Para crear una experiencia de usuario excepcional, es importante considerar aspectos como la facilidad de uso de los dispositivos de juego, la claridad de las instrucciones y la retroalimentación visual y auditiva. Los dispositivos de Laser Tag deben ser intuitivos y fáciles de manejar para que los jugadores puedan concentrarse en la experiencia de juego en lugar de tener dificultades técnicas, por ello se busca tener un diseño adaptado para todo tipo de jugadores, también es esencial tener en cuenta la seguridad y comodidad de los jugadores durante la experiencia. Esto implica proporcionar un equipo de juego seguro y ergonómico, así como asegurarse de que las instalaciones de juego estén diseñadas para minimizar los riesgos de lesiones y garantizar el bienestar de los participantes.

Al enfocarse en estos aspectos, se puede garantizar que los jugadores disfruten de una experiencia de juego memorable y satisfactoria.

2.8. Análisis de la competencia

En este subcapítulo se llevará a cabo un análisis de la competencia en el mercado de los juegos de rol de Laser Tag. Se identificarán y evaluarán los competidores directos e indirectos que ofrecen experiencias similares. Se analizarán factores como la calidad del juego, la innovación, la estrategia de precios y la reputación de la marca.

El mercado de los juegos de rol de Laser Tag es altamente competitivo, con numerosos competidores que buscan captar la atención de los jugadores. Algunos de los competidores directos incluyen empresas que ofrecen experiencias de juego de Laser Tag similares, con características y temáticas similares. Es importante analizar cómo se posicionan en el mercado, qué valor añadido ofrecen y cuál es su estrategia de marketing.

Algunos de estos competidores añaden precios de alimentación dentro del precio a la partida, dado que comúnmente suele aplicarse para celebraciones o grupos grandes de gente.

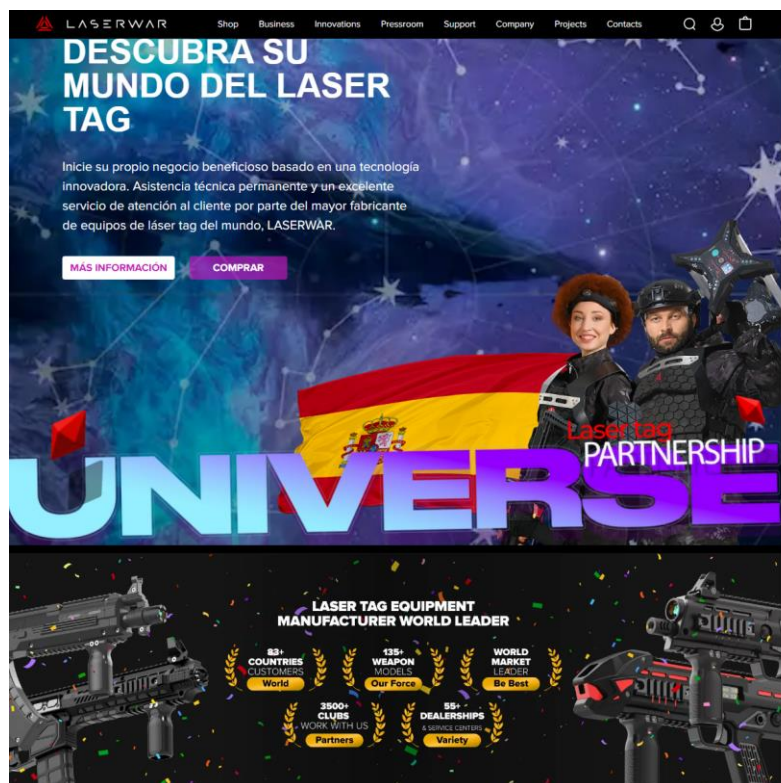


Fig. 2.6 – Web laserwar, competencia directa Fuente: <https://laserwar.com>

Además de los competidores directos, también es importante tener en cuenta a los competidores indirectos. Estos pueden incluir empresas que ofrecen otras formas de entretenimiento competitivo, como juegos de realidad virtual, *paintball* o *escape rooms*. Es necesario analizar cómo se comparan estas experiencias con el Laser Tag y qué ventajas competitivas ofrecen. Durante el análisis de la competencia, se evaluará la calidad del juego ofrecido por los competidores. Esto implica analizar la tecnología utilizada (como dispositivos, chalecos, software...), la variedad de escenarios y misiones (dependiendo de la actividad), la capacidad de personalización (si además de la partida hay recursos dentro de ella misma para obtener más puntos para ganar) y la atención al detalle en la experiencia de juego (ambientación, innovación, elementos novedosos...).

La estrategia de precios también es un factor importante que considerar en el análisis de la competencia. Se evaluará cómo se posicionan los competidores en términos de precios y qué valor ofrecen por el costo de participación. Esto permitirá determinar si hay oportunidades para diferenciarse a través de una estrategia de precios competitiva.

Por último, se examinará la reputación de la marca de los competidores. Esto incluye investigar las opiniones de los clientes, las reseñas en línea y la presencia en redes sociales. Una buena reputación de marca puede influir en la percepción de los jugadores y generar confianza en la calidad y la experiencia del juego.

2.9 Necesidades de información

2.9.1 Soluciones tradicionales

2.9.1.1 Métodos y técnicas utilizadas previamente

- **Sistema Laser Tag comercial:** Estos sistemas incluyen equipos como *Zone Laser Tag*, *Laserforce*, *Delta Strike* y *Q-Zar* [2]. Por lo general, utilizan equipos infrarrojos para marcar y detectar impactos. Los jugadores llevan chalecos y utilizan pistolas emisoras de infrarrojos para "disparar" y/o "marcar" a sus oponentes.
- **Juegos de rol en vivo (LARP):** En estos juegos [3], los participantes se dividen en diferentes roles y siguen un conjunto de reglas específicas. Utilizan armas de juguete, espadas de gomaespuma y otros accesorios para simular el combate.

2.9.1.2 Ventajas y desventajas de las soluciones existentes

- **Ventajas:**
 - Los sistemas comerciales de Laser Tag son fáciles de usar y ofrecen una experiencia de juego atractiva.
 - Los LARP permiten una experiencia de juego altamente personalizable y adaptable a diferentes temáticas y escenarios.

- **Desventajas:**
 - Los sistemas comerciales de Laser Tag suelen ser costosos y no permiten modificaciones en el hardware o software.
 - Los LARP carecen de integración tecnológica y pueden resultar menos emocionantes o realistas en comparación con el Laser Tag.

2.9.1.3 Posibles mejoras o innovaciones en métodos tradicionales

Algunas posibles mejoras que se pueden implementar son las siguientes innovaciones:

- Introducir elementos de juego de rol como clases, habilidades y objetos, que puedan ser utilizados por los jugadores para personalizar su experiencia y desarrollar estrategias en equipo.
- Utilizar los microcontroladores ESP32 para habilitar la comunicación en tiempo real entre dispositivos y permitir la sincronización de acciones, como habilidades especiales o eventos en el juego.
- Implementar un sistema de puntuación y progresión que recompense a los jugadores por sus acciones y logros en el juego, incentivando el trabajo en equipo y la cooperación.
- Diseñar una aplicación móvil para ver en vivo qué ocurre durante la partida.

2.9.2 Soluciones tecnológicas y de mercado

2.9.2.1 Innovaciones tecnológicas en el campo del Laser Tag y juegos de rol

Integración de sistemas GPS o de localización en tiempo real para rastrear la posición de los jugadores y ofrecer información útil en tiempo real, como mapas del campo de juego y ubicaciones de los compañeros de equipo y oponentes.

Uso de tecnologías de reconocimiento de voz e inteligencia artificial para permitir la comunicación entre jugadores y la activación de habilidades o acciones mediante comandos de voz.

Desarrollo de dispositivos *wearables*, como chalecos hápticos, que permitan a los jugadores sentir impactos y recibir estímulos tanto sonoros como luminosos.

2.9.2.2 Competidores en el mercado y sus características

- **Recoil:** Un sistema de Laser Tag basado en teléfonos inteligentes que utiliza la tecnología GPS y la cámara del teléfono para rastrear a los jugadores y ofrecer una experiencia de juego en tiempo real.
- **The VOID:** Una empresa que ofrece experiencias de realidad virtual y aumentada en espacios físicos, combinando la tecnología de seguimiento de movimiento y los sistemas hápticos para ofrecer una experiencia de juego inmersiva.
- **Battle Company:** Una compañía que ofrece soluciones de Laser Tag personalizadas con una variedad de equipos y opciones de software, permitiendo a los operadores de Laser Tag adaptar su oferta a las necesidades específicas de sus clientes.

2.9.2.3 Oportunidades de mercado y posibles colaboraciones

Colaboración con empresas de realidad virtual o aumentada para integrar sus tecnologías en el sistema de Laser Tag con roles y microcontroladores ESP32 sería una buena oportunidad de mercado para este proyecto, otra gran oportunidad sería asociarse con parques temáticos, centros de entretenimiento familiar y centros comerciales, para poder ofrecer esta innovadora experiencia como parte de sus atracciones.

Por último, crear una plataforma de *E-sports* para competiciones y torneos de Laser Tag, aprovechando la creciente popularidad de los deportes electrónicos y la demanda de experiencias de juego competitivas y emocionantes sería una buena oportunidad de crecimiento y expansión.

2.9.3 Electrónica en microprocesadores y microcontroladores

2.9.3.1 Selección de microcontroladores y microprocesadores adecuados

Analizar las necesidades de procesamiento, memoria y velocidad de este proyecto ha sido un punto clave para el desarrollo. Para seleccionar un microcontrolador o microprocesador que pueda satisfacer estos requisitos se ha hecho un estudio de los diferentes componentes que hay por la red (los más conocidos). Haber evaluado opciones como el microcontrolador ESP32 (mencionado anteriormente), que ofrece una amplia gama de características, como conectividad Wi-Fi y Bluetooth, bajo consumo de energía y una comunidad activa de desarrolladores, sin la necesidad de instalar ningún módulo extra al dispositivo, ni instalar un sistema operativo.

A continuación, se muestra una tabla donde comparo los diferentes dispositivos que se han evaluado para su selección e implementación en el proyecto.

ESP32	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Bajo consumo de energía, lo cual es ideal para aplicaciones portátiles y dispositivos con batería. • Conectividad integrada (Wi-Fi y Bluetooth), facilitando la comunicación entre los dispositivos del juego y el intercambio de datos en tiempo real. • Precio económico y una comunidad de desarrolladores activa, lo que facilita el acceso a recursos y soporte. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menor capacidad de procesamiento y memoria en comparación con Raspberry Pi 4. • Puede ser más difícil de programar y depurar que Arduino UNO, especialmente para principiantes.

Arduino UNO	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Fácil de programar y depurar, con una amplia comunidad de desarrolladores y recursos disponibles. • Ideal para prototipos rápidos y aplicaciones sencillas que no requieran mucha capacidad de procesamiento o memoria. 	<ul style="list-style-type: none"> • Carece de conectividad Wi-Fi y Bluetooth integrada, lo que puede complicar la implementación de la comunicación entre dispositivos. • Menor capacidad de procesamiento y memoria en comparación con ESP32 y Raspberry Pi 4. • No es óptimo para aplicaciones que requieren un alto rendimiento o la ejecución de múltiples tareas simultáneamente.
Raspberry Pi 4	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Alta capacidad de procesamiento y memoria, lo que permite ejecutar aplicaciones más complejas y realizar múltiples tareas simultáneamente. • Amplia gama de interfaces de comunicación y capacidad para ejecutar sistemas operativos completos, lo que facilita la implementación de funciones avanzadas. • Conectividad Wi-Fi y Bluetooth integrada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor consumo de energía en comparación con ESP32 y Arduino UNO, lo que puede ser problemático para dispositivos portátiles o con batería. • Precio más alto que ESP32 y Arduino UNO. • Posible sobredimensionamiento para el proyecto, ya que muchas de sus características pueden no ser necesarias para un sistema de Laser Tag con roles.

Tabla 2.1 – Comparativa microcontroladores y microprocesadores

2.9.3.2 Integración de sensores y actuadores en el sistema de Laser Tag

Utilizar sensores, como acelerómetros, giroscopios y sensores de proximidad, para detectar la posición, orientación y movimiento de los jugadores y sus equipos.

Integrar actuadores, como motores y dispositivos hápticos, para proporcionar retroalimentación táctil y efectos de movimiento en respuesta a las acciones de los jugadores.

2.9.3.3 Diseño y desarrollo de firmware y software

Desarrollar firmware y software para el microcontrolador o microprocesador seleccionado que permita controlar y coordinar los sensores, actuadores y otras funciones de este proyecto de Laser Tag con roles. Implementar algoritmos y lógica de juego para definir las reglas, roles y acciones posibles en el juego, así como la comunicación entre los dispositivos y la recopilación y análisis de datos en tiempo real.

2.9.3.4 Consideraciones de seguridad y confiabilidad

Evaluar y minimizar el riesgo de fallas en el hardware y el software, así como desarrollar estrategias de recuperación y redundancia para garantizar la continuidad y calidad del juego en caso de problemas técnicos. Algunos de los factores son:

- **Protección ocular:** Es posible que, en algún caso, el láser que sale del arma llegue a dar a los ojos de los jugadores, por ello, hay que revisar que el láser esté clasificado como seguro para la exposición ocular y cumpla con las normas de seguridad aplicables. También se deben proporcionar instrucciones claras a los jugadores sobre el uso adecuado del equipo para minimizar cualquier riesgo.
- **Protección de datos:** Los microcontroladores ESP32 pueden conectarse a Internet para funciones como el registro de puntuaciones y la sincronización de perfiles de usuario. Asegurarse de que los datos transmitidos se cifren adecuadamente y se protejan contra accesos no autorizados.
- **Estabilidad del software:** El software del sistema de microcontroladores ESP32 debe ser sometido a pruebas exhaustivas para garantizar su estabilidad y funcionamiento correcto en diversas condiciones de juego. Esto incluye la

identificación y corrección de posibles errores y vulnerabilidades que puedan afectar el desempeño del juego o la seguridad de los jugadores.

- **Resistencia de los dispositivos:** Los dispositivos de Laser Tag deben ser diseñados y construidos con materiales resistentes y duraderos que puedan soportar el desgaste típico del uso en partidas de Laser Tag. Esto incluye la protección contra golpes, caídas y condiciones climáticas adversas.
- **Conexión confiable entre dispositivos:** La comunicación entre los dispositivos de Laser Tag y los microcontroladores ESP32 debe ser estable y confiable en todo momento, para ello se usará el protocolo *ESP-WIFI-MESH* [4]. Esto puede incluir la implementación de protocolos de comunicación robustos y redundancia en las conexiones para garantizar que las señales se reciban correctamente incluso en condiciones difíciles.

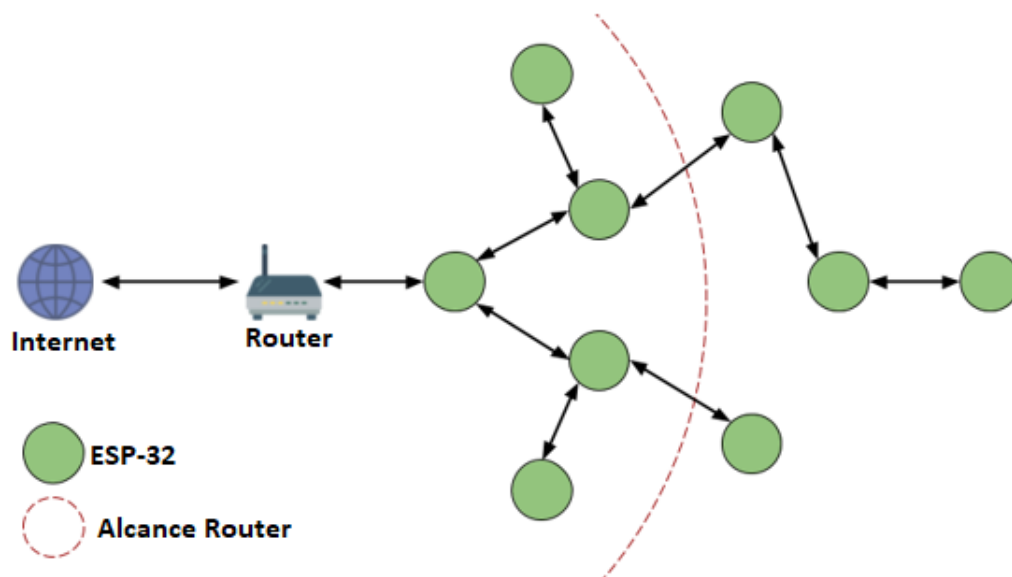


Fig. 2.7 – Arquitectura de red ESP-WIFI-MESH Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior Figura [2.8], se observa la arquitectura de red ESP-WIFI-MESH, se trata de una estructura de comunicación inalámbrica que permite a múltiples dispositivos conectarse entre sí y compartir información de manera eficiente y confiable. La red en malla se organiza de tal manera que cada dispositivo, o nodo, se conecta directamente a uno o

varios, formando una estructura similar a una malla. En lugar de depender de un único punto central para administrar la comunicación, (como en una red basada en estrella), cada nodo de la red en malla actúa como un punto de acceso independiente y puede retransmitir información a otros nodos cercanos. Esto permite que la información se propague a través de la red de manera descentralizada y, en algunos casos, más eficiente, en otras palabras, actúan como repetidores, en la siguiente imagen se puede observar una pequeña representación más visual.

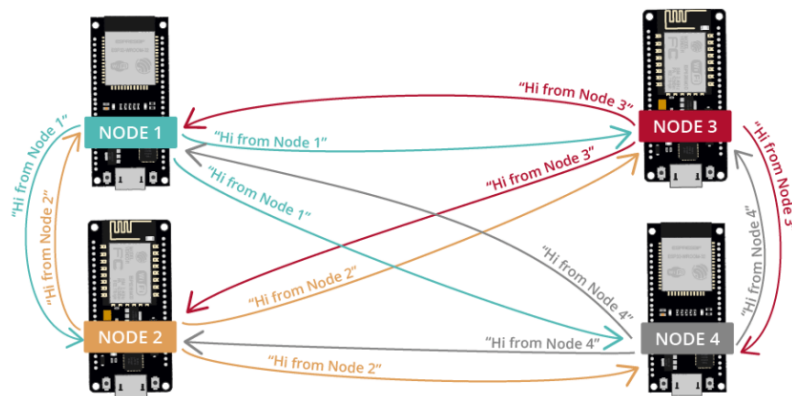


Fig. 2.8 – ESP32 ESP-MESH Ejemplo Básico, Fuente: <https://randomnerdtutorials.com/esp-mesh-esp32-esp8266-painlessmesh/>

La arquitectura de red ESP-WIFI-MESH es útil en diversas aplicaciones, incluidos entornos donde hay muchos dispositivos que necesitan comunicarse entre sí de manera confiable y en tiempo real. Algunas de las ventajas clave de esta arquitectura de red incluyen:

- **Escalabilidad:** Puede soportar un gran número de dispositivos conectados sin degradar significativamente el rendimiento de la red.
- **Autoorganización:** Los nodos de la red pueden autoconfigurarse y autoorganizarse automáticamente, lo que simplifica la configuración y el mantenimiento de la red.
- **Tolerancia a fallos:** La red puede seguir funcionando incluso si algunos nodos fallan o se desconectan, proporcionando una mayor confiabilidad.
- **Cobertura ampliada:** La red en malla puede extender la cobertura de la red a áreas más grandes y superar obstáculos que podrían dificultar la comunicación en redes tradicionales.

2.9.4 Microcontroladores

2.9.4.1 Selección del microcontrolador adecuado

Como ya se ha apreciado, en este proyecto, la selección del microcontrolador adecuado es crucial para garantizar un funcionamiento eficiente y confiable del sistema. Los principales candidatos que se ha discutido anteriormente son ESP32, Arduino UNO y Raspberry Pi 4. Dado que ESP32 es un microcontrolador con capacidades de Wi-Fi integradas y un buen rendimiento a un costo razonable, sería la opción más recomendada para este proyecto. A continuación, se dejan las especificaciones del microcontrolador.

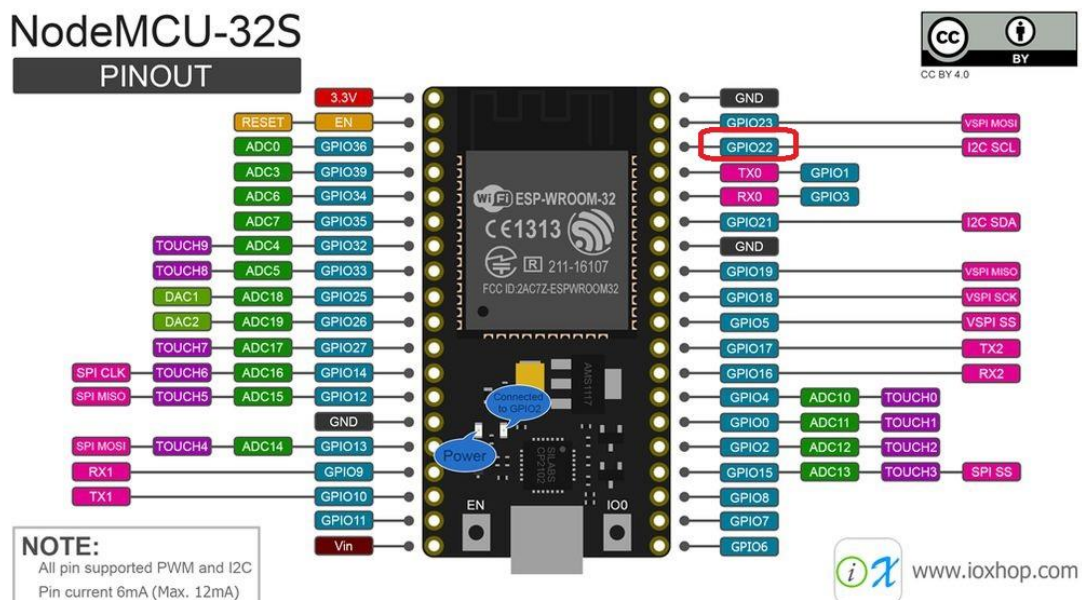


Fig. 2.9 – ESP32 MAPPING Fuente: <https://microcontrollerslab.com/wp-content/uploads/2019/03/ESP32-pin-mapping.jpg>

2.9.4.2 Integración de sensores y actuadores

Varios sensores y actuadores deben integrarse con el microcontrolador para lograr un funcionamiento adecuado del sistema. Estos pueden incluir sensores de infrarrojos para detectar y emitir disparos de láser, en caso de poder cumplir con la planificación inicial y estar dentro del presupuesto, se procederá a implementar la instalación de acelerómetros y giroscopios para rastrear el movimiento y la orientación de los jugadores, y poder visualizar ese movimiento en la aplicación móvil o programa. En este punto, es importante asegurar la compatibilidad y la integración de estos componentes con el microcontrolador. Los dispositivos serán mencionados en el punto seis, en desarrollo.

2.9.4.3 Programación y desarrollo de software

Una vez que se haya seleccionado el microcontrolador, será necesario desarrollar el software para controlar el funcionamiento. Esto puede incluir el desarrollo de protocolos para gestionar la comunicación entre dispositivos, la asignación de roles, el registro de eventos en el juego y la interacción con los sensores y actuadores. Es importante tener en cuenta las capacidades de procesamiento y memoria del microcontrolador ESP32 al desarrollar el software, así como elegir un lenguaje de programación y un entorno de desarrollo adecuados, en este caso, se programará en la herramienta Arduino IDE, bastante intuitiva y en lenguaje C++ [5].

2.9.4.4 Pruebas y depuración

Después de desarrollar el software, es fundamental realizar pruebas y depuración exhaustivas para garantizar que el sistema funcione correctamente, y así continuar con la metodología a seguir que se menciona en el punto cuatro de este documento. Esto incluye, pruebas de funcionalidad, pruebas de rendimiento, pruebas de estrés y pruebas de durabilidad. Las pruebas también deben abordar cualquier problema de seguridad y confiabilidad.

2.9.4.5 Mantenimiento y actualizaciones

Una vez implementado el funcionamiento y desarrollo tanto de hardware como de software, es crucial llevar a cabo un mantenimiento y actualizaciones periódicas de estos. Esto puede incluir la corrección de errores, la adición de nuevas funciones o la mejora del rendimiento y la eficiencia del sistema. Este proyecto es base, así que podrá moldearse y actualizarse, dado que está previsto para cumplir esas funcionalidades.

3. Objetivos y alcance

3.1. Necesidades del usuario

Algunas de las necesidades del usuario para este proyecto son:

- Experimentar un juego innovador y emocionante.
- Disfrutar de un sistema de juego que incluya roles y habilidades únicas para cada personaje.
- Encontrar un entorno seguro, cómodo y atractivo para realizar la actividad.
- Contar con un sistema de juego fácil de entender y utilizar.
- Tener acceso a un software de gestión de partidas y resultados en tiempo real.
- Visualizar y sentir los estímulos que recibe o emite.

3.2. Objetivos del producto

1. Desarrollar un sistema de software y hardware para el Laser Tag que:
 - Proporcione una experiencia de juego única y emocionante.
 - Incluya roles y habilidades únicas para los personajes en el juego.
 - Permita la creación y gestión de partidas, asignación de jugadores a equipos y seguimiento de resultados en tiempo real.
 - Se integre con sensores y dispositivos de juego para recopilar y procesar información de las partidas.
 - Ofrezca una interfaz de usuario atractiva y fácil de usar para los clientes.
 - Interactúe con un servidor remoto para gestionar la lógica del juego.
2. Investigar y utilizar tecnologías avanzadas para mejorar la calidad del juego, como microcontroladores ESP32.
3. Implementar una estrategia de marketing efectiva para atraer a un gran número de clientes al local, incluyendo:
 - Presencia en redes sociales y una página web.
 - Plan de marketing y promoción que incluya eventos y promociones.
 - Campañas publicitarias en medios locales y en línea.

4. Diseñar y construir un local atractivo y que cumpla con todas las normativas necesarias, abarcando:
 - Diseño de la disposición del local y espacios de juego.
 - Construcción de los espacios de juego con diseño personalizado.
 - Instalación de iluminación y decoración adecuadas.
5. Capacitar al personal (en caso de llegar a lanzamiento) en el uso del software, gestión de partidas y atención al cliente.

3.3. Público potencial

El público potencial de este producto incluye a personas de todas las edades que buscan una experiencia de juego innovadora y emocionante, además, el sistema de juego en vivo basado en Laser Tag con roles puede atraer especialmente a aquellos interesados en juegos de rol y competencias estratégicas. El producto está diseñado para ser utilizado en entornos cerrados, como locales grandes, centros de entretenimiento familiar y centros comerciales.

3.4. Alcance

El alcance de este proyecto abarca el desarrollo e implementación de un sistema de juego en vivo basado en Laser Tag con roles. Se realizará un prototipo inicial para permitir partidas entre dos jugadores en primera instancia, ambos jugadores asumirán el rol de soldados. El prototipo se basará en la utilización de microcontroladores ESP32 para detectar y registrar los disparos y las interacciones entre los jugadores. Las actividades clave en el alcance del proyecto son:

- Desarrollo de un software para los dispositivos.
- Investigación y aplicación de tecnologías avanzadas en el sistema de juego.
- Adquisición e instalación de los equipos de juego.
- Diseño y construcción del local.
- Marketing y promoción.
- Capacitación del personal.

El proyecto no incluye la producción en masa de los dispositivos ni la implementación a gran escala del sistema de juego. El enfoque principal estará en el desarrollo y evaluación del prototipo inicial para demostrar la viabilidad y el potencial del concepto.

3.5. Limitaciones y supuestos

Las limitaciones y supuestos del proyecto son los siguientes:

- La inversión económica necesaria para desarrollar y mantener el local y el sistema de juego.
- El prototipo inicial estará limitado a partidas entre dos jugadores en primera instancia, ambos asumiendo el rol de soldados.
- El desarrollo del software se realizará utilizando el servidor de uno de los microcontroladores ESP32 y un ordenador.
- Se asume que los participantes contarán con un nivel básico de familiaridad y habilidades en juegos de Laser Tag y/o juegos de rol.
- Se asume que los jugadores seguirán las instrucciones de uso y seguridad proporcionadas.
- La disponibilidad de tecnologías y dispositivos necesarios para implementar el sistema de juego.
- La implementación y evaluación del prototipo inicial se llevará a cabo en un entorno cerrado controlado.
- La capacidad de atraer y mantener un flujo constante de clientes para garantizar la rentabilidad del negocio.
- La adaptabilidad del proyecto a futuras regulaciones y normativas en el sector de ocio y entretenimiento.
- La capacidad de mantener el interés y la satisfacción de los clientes a medida que evoluciona el mercado de Laser Tag y los juegos de rol.

3.6. Evaluación y mejora del proyecto

Para garantizar el éxito del proyecto y mantener su calidad, es necesario llevar a cabo evaluaciones periódicas y mejoras en función de los resultados obtenidos. Esto incluye:

- Recopilar y analizar opiniones y sugerencias de los clientes para mejorar la experiencia de juego.
- Evaluar el rendimiento del sistema de software y hardware, y aplicar actualizaciones y mejoras según sea necesario.
- Monitorizar y ajustar la estrategia de marketing y promoción en función de los resultados obtenidos.
- Capacitar continuamente al personal en nuevas tecnologías y tendencias en el sector de Laser Tag y juegos de rol.
- Explorar oportunidades para expandir el negocio y alcanzar nuevos públicos, como la implementación de torneos o eventos especiales.

4. Metodología

A lo largo de este proyecto, se aplica una mezcla de metodologías con el fin de aprovechar lo mejor de cada una y crear un enfoque de desarrollo bien equilibrado y eficaz. Estas metodologías son *Design Thinking Toolboard Canvas*, *Agile* y *Waterfall*.

Design Thinking Toolboard Canvas proporciona un enfoque integral para el desarrollo de proyectos innovadores, desde la identificación de un problema o necesidad hasta la presentación de una iniciativa lista para ser invertida. Esta metodología fomenta un proceso de diseño centrado en el usuario, fomenta la creatividad y la experimentación, y permite la rápida adaptación a los cambios.

La metodología **Agile** es utilizada para dar respuesta a los cambios del entorno y las necesidades del proyecto de una manera flexible y eficiente. A través de la utilización de sprints, se garantiza la entrega de valor continuo y la posibilidad de adaptación y mejora constantes.



Fig. 4.1 – Metodología Agile Fuente: Propia

Finalmente, la metodología **Waterfall** proporciona un enfoque estructurado y lineal que resulta particularmente útil para las fases del proyecto en las que los requisitos son claros y poco probables de cambiar.

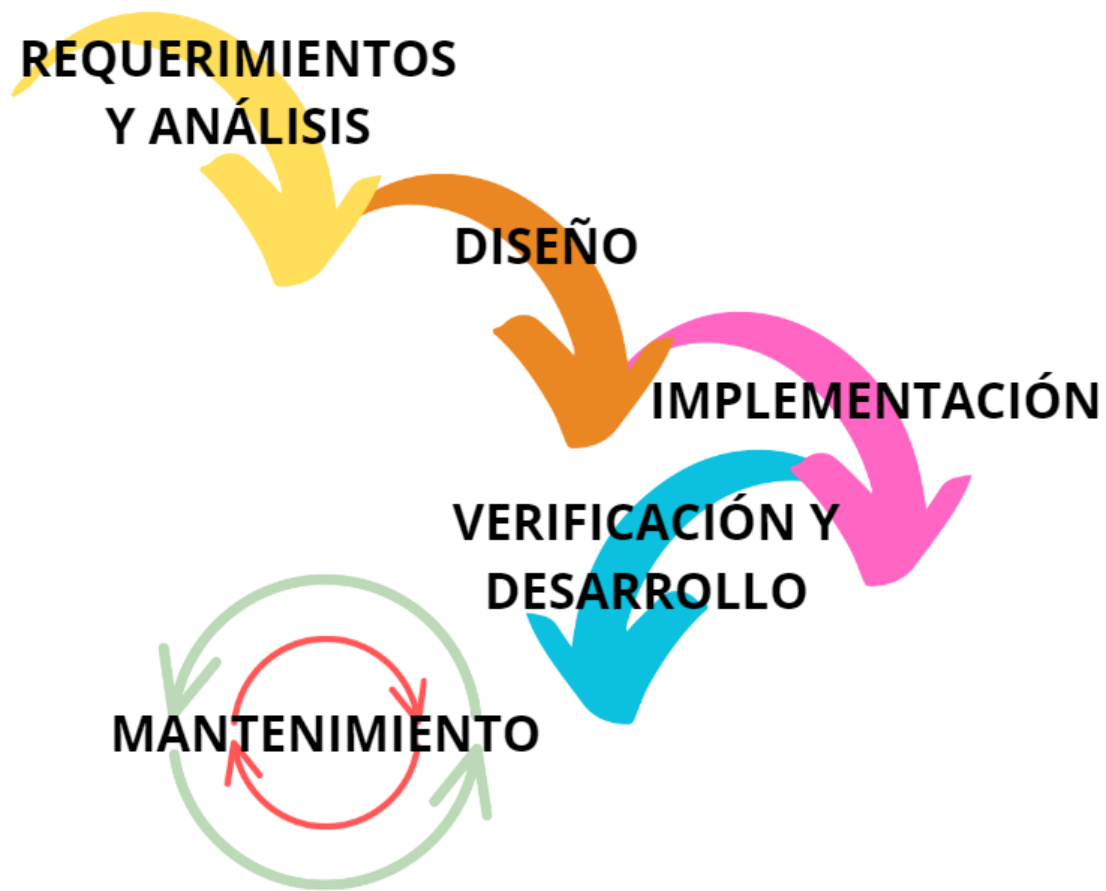


Fig. 4.2 – Metodología Waterfall Fuente: Propia

La combinación de estas metodologías permite desarrollar el proyecto de una manera organizada y eficiente, al tiempo que se mantiene la flexibilidad necesaria para adaptarse a cualquier cambio o nuevo requerimiento que pueda surgir durante su desarrollo. En los siguientes subapartados, se detallará cómo se aplican estas metodologías en las distintas fases del proyecto.

4.1 Design Thinking Toolboard Canvas

Para el desarrollo de este proyecto, se empleará la metodología **Toolboard Canvas**, creando una fusión con la metodología de investigación y desarrollo (I+D) que incluye las siguientes etapas Figura 4.3 [5]:

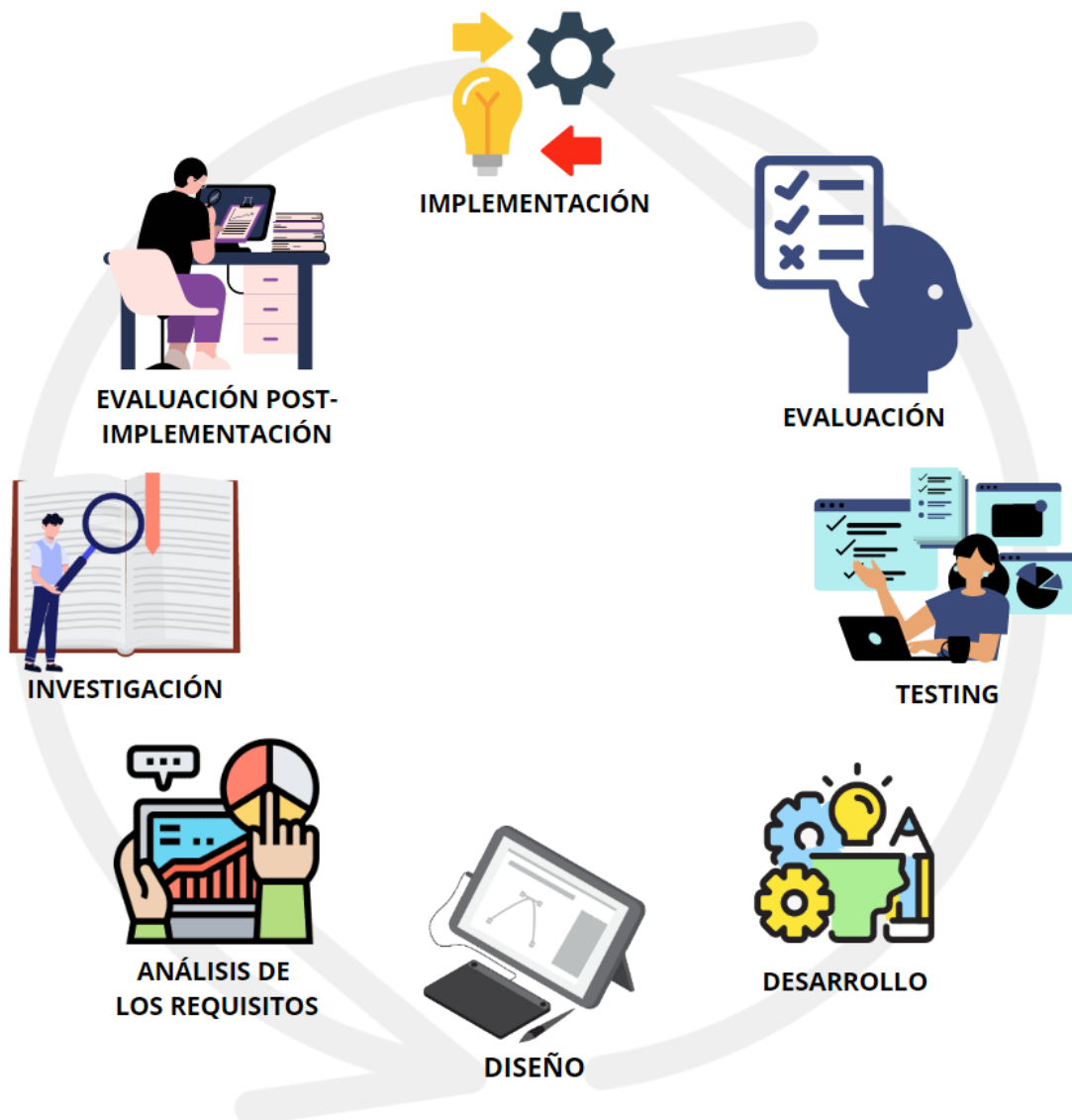


Fig. 4.3 – Metodología I+D Fuente: Propia

Investigación: Se realiza una revisión exhaustiva de la literatura relevante al Laser Tag, incluyendo la historia, los desarrollos tecnológicos, los principales proveedores de hardware y software, las regulaciones y las tendencias del mercado. En 1984, el primer local de Laser Tag, *Photon*, fue inaugurado en Dallas, Texas, y desde entonces, la popularidad de esta actividad de ocio ha crecido a nivel mundial [6]. Los desarrollos tecnológicos en el campo del Laser Tag incluyen mejoras en sensores, sistemas de comunicación y software de gestión de partidas. Algunos de los principales proveedores de hardware y software en la industria del Laser Tag incluyen *Zone Laser Tag*, *Delta Strike* y *Laserforce* [7]. Para garantizar la

seguridad y la calidad de la experiencia del Laser Tag, es necesario cumplir con las regulaciones locales y nacionales relacionadas con la construcción, la seguridad y la operación de locales de entretenimiento [8]. En cuanto a las tendencias del mercado, el Laser Tag ha experimentado un aumento en la popularidad, especialmente en grupos de amigos, familias y eventos corporativos [9].

Análisis de los requisitos: Se identifican los requisitos específicos para el sistema Laser Tag, incluyendo las funcionalidades, las características, las regulaciones y las necesidades del cliente y del público potencial. Esto implica analizar el mercado objetivo, identificar las preferencias de los clientes y evaluar las necesidades de los empleados del local. Además, se debe tener en cuenta la competencia en el área y las características que hacen que un local de Laser Tag sea exitoso, como el diseño del espacio, la calidad del equipamiento y las promociones atractivas [10].

Diseño: Teniendo en cuenta la investigación y el análisis de los requisitos, se crea un diseño detallado del sistema Laser Tag, incluyendo el hardware, el software y la disposición del local. El diseño del local debe ser atractivo y funcional, con áreas de juego bien planificadas y espacios comunes para la interacción entre los clientes y el personal. Además, el diseño debe cumplir con las regulaciones y normativas locales y nacionales relacionadas con la seguridad y la accesibilidad.

Desarrollo: Se desarrolla el sistema Laser Tag siguiendo el diseño previamente definido, incluyendo la implementación del software de gestión, la programación de los microcontroladores ESP32 y la implementación del servidor. Durante esta fase, es esencial garantizar que se cumplan los requisitos de calidad y funcionalidad.

Pruebas: Se realizan pruebas exhaustivas para asegurar que el sistema cumpla con los requisitos y funcione correctamente. Esto incluye pruebas de rendimiento, confiabilidad y usabilidad del hardware y el software, así como pruebas de cumplimiento de las regulaciones y normativas aplicables.

Evaluación: Se evalúan los resultados de las pruebas y se toman decisiones en consecuencia, incluyendo la necesidad de realizar correcciones o mejoras. Esta fase también implica la revisión de la retroalimentación de los clientes y empleados, así como el análisis de los datos de las pruebas para determinar si el sistema satisface las expectativas y los requisitos

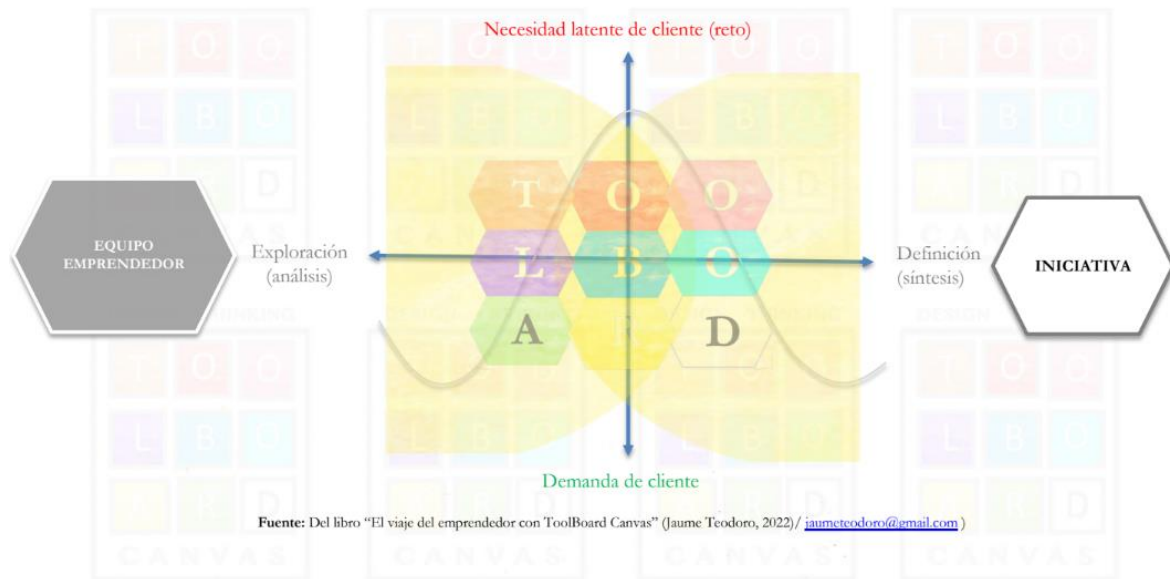
iniciales. Además, se pueden identificar oportunidades para optimizar el rendimiento y la eficiencia del sistema Laser Tag.

Implementación: Se implementa un prototipo que pueda simular el entorno y la idea principal del negocio, incluyendo la instalación del hardware y software necesario. Durante esta fase, es crucial asegurar que todos los elementos del proyecto funcionen de manera efectiva y se integren correctamente.

Evaluación post-implementación: Se realiza una evaluación post-implementación para evaluar el éxito del proyecto e identificar posibles áreas de mejora. Esto incluye la medición de la satisfacción del cliente, el análisis de los resultados de las partidas, la revisión de la rentabilidad y la identificación de áreas en las que se pueden mejorar los procesos y la experiencia del cliente.

La metodología seguida para el proyecto de Laser Tag es escalable y adaptable, por lo que puede ser modificada o ampliada en caso de ser necesario. También se tendrán en cuenta los resultados de la evaluación post-implementación para determinar la necesidad de mejoras o cambios futuros; para aplicar de forma eficiente esta forma de trabajar se utilizará el método *Design Thinking Toolboard Canvas* [1], que permite afrontar el reto de emprendimiento e innovación de principio a fin (es decir desde la investigación al diseño y entrega final de la solución) a partir de un conjunto de nueve herramientas de diseño que de forma secuencial e iterativa permiten acabar entregando una iniciativa lista para ser invertida.

La Metodología *ToolBoard* es un enfoque integral para el desarrollo de proyectos emprendedores e innovadores, desde la identificación de un problema o necesidad hasta la presentación de una iniciativa lista para ser invertida. A continuación, se presenta una adaptación de la metodología *ToolBoard* para tu proyecto de local de Laser Tag:



Se observa como el proceso creativo se basa en etapas de divergencia, donde se crean opciones, y etapas de convergencia donde se toman decisiones. En línea horizontal el progreso se da en forma de conceptualización. En línea vertical el progreso se dirige hacia el negocio. Al principio el foco está en el problema para luego situar el foco en la solución. Al final el foco está en la iniciativa emprendedora y para esta el producto es el modelo de negocio. Con ToolBoard Canvas el proceso arranca a partir del "Equipo" y entrega como resultado la "Iniciativa", perfectamente definida.

Fig. 4.4 – Análisis y síntesis en el tablero de herramientas Fuente: "El viaje del emprendedor con ToolBoard Canvas" (Jaume Teodoro, 2022) / jaumeteodoro@gmail.com

Tentativa: Identificar el problema o necesidad en el entorno del local de Laser Tag, analizar los datos disponibles, estudiar las tendencias y tecnologías existentes, y comenzar un proceso organizado de prueba y error para encontrar soluciones.

Observaciones: Realizar investigaciones centradas en las personas, incluyendo clientes, usuarios y otros grupos de interés, para obtener un conocimiento profundo acerca del problema y generar *insights* valiosos.

Oportunidad: Definir un punto de vista concreto sobre el problema, considerando las posibilidades tecnológicas y de mercado actuales, y establecer principios de diseño que guíen el desarrollo de la solución.

Leading Ideas (Llaves de ideación): Generar múltiples ideas de solución basadas en las necesidades de los clientes y seleccionar las ideas clave que conformarán la propuesta de valor para un cliente específico.

Business (Negocio): Desarrollar la idea de negocio que exprese cómo se crea valor para el cliente y para la organización que lleva a cabo el proyecto, utilizando un modelo de negocio adecuado.

Offering (Oferta): Definir el concepto de solución mediante prototipos en laboratorio, haciéndolo tangible y construyendo una oferta comercial única y diferente, lista para ser validada.

Affirmations (Afirmaciones): Realizar pruebas empíricas en el mercado con un Producto Mínimo Viable, validar hipótesis sobre el mercado y obtener conocimientos validados expresados a través de métricas.

Road Map (Hoja de Ruta): Elaborar una proyección basada en las evidencias obtenidas en la etapa anterior, identificar los recursos necesarios, y planificar los resultados esperados y las necesidades financieras.

Dissemination (Difusión): Presentar una iniciativa perfectamente definida, lista para ser invertida, capturando la esencia del proyecto y comunicándola a través de una narración impactante (PITCH de Difusión del proyecto) para atraer la atención de inversores.

Siguiendo la metodología ToolBoard, se podrá desarrollar un enfoque estructurado y ordenado en el desarrollo del proyecto, asegurando un producto de calidad que cumpla con las expectativas y necesidades de los usuarios.

4.2 Agile y Waterfall

Además de la metodología principal que se ha usado para el desarrollo del proyecto, también se han utilizado otras metodologías, en este caso, en la ejecución de este proyecto, se incorpora una combinación de metodologías Agile y Waterfall para el desarrollo del sistema. Cada una ofrece beneficios específicos que se adaptan a las distintas fases del proyecto y contribuyen a su eficiente desarrollo.

4.2.1 Agile

Agile se aplica principalmente en la fase de desarrollo, un proceso dinámico y altamente colaborativo. Mediante el uso de *sprints*, se desglosa el proceso de desarrollo en intervalos

más pequeños y manejables, lo que permite un progreso constante y adaptabilidad frente a cambios o problemas que surgen en el camino.[19]

Cada sprint incluye una serie de tareas a realizar. A continuación, se detallan algunos sprints que se han realizado:

- **Sprint 1:** Desarrollo de la arquitectura básica del sistema y establecimiento de la conexión entre los microcontroladores ESP32 y la base de datos.
- **Sprint 2:** Implementación de la lógica del juego en el servidor y pruebas de interacción entre los microcontroladores y el servidor.
- **Sprint 3:** Desarrollo de la interfaz de usuario y pruebas de usabilidad.
- **Sprint 4:** Pruebas de integración y depuración del sistema completo.

Después de cada sprint, se realiza una revisión para evaluar el progreso, resolver problemas y planificar el próximo sprint. Esto facilita la adaptabilidad y la mejora continua, aspectos clave de la metodología Agile.

4.2.2 Waterfall

La metodología *Waterfall* se utiliza en fases del proyecto que requieren una estructura más rígida y lineal, en este caso se utiliza durante las fases iniciales del proyecto, donde los requisitos son recogidos y analizados de manera exhaustiva y la planificación del proyecto se realiza en detalle. Esta metodología se basa en la finalización completa de una fase antes de pasar a la siguiente, lo que resulta útil en situaciones donde los requisitos son claros y poco probables de cambiar, como la recopilación de información sobre el Laser Tag y el análisis de las necesidades del cliente y del mercado.

La **fase de Investigación** es la primera etapa de la cascada, se realiza un profundo estudio de la literatura relevante en torno al Laser Tag, incluyendo la historia, los desarrollos tecnológicos, los principales proveedores de hardware y software, las regulaciones y las tendencias del mercado. Los resultados de esta investigación proporcionan una base sólida para el desarrollo del proyecto.

Una vez completada la fase de Investigación, se da inicio a la fase de **Análisis de los requisitos**, donde se identifican los requisitos específicos para el sistema Laser Tag, incluyendo las funcionalidades, características, regulaciones y necesidades del cliente y del

público potencial. Este análisis exhaustivo permite identificar exactamente qué es lo que se necesita para llevar a cabo el proyecto con éxito.

La **fase de Diseño** es donde se transforman los requisitos del sistema en una arquitectura específica para el sistema Laser Tag. Se crean esquemas y se trazan planes para cada componente del sistema, desde el hardware y el software hasta la disposición del local. El diseño del local debe ser atractivo y funcional, con áreas de juego bien planificadas y espacios comunes para la interacción entre los clientes y el personal.

Finalmente, la fase de **Desarrollo** es donde todo el trabajo de investigación, análisis y diseño se traduce en un producto real. Se desarrolla el sistema Laser Tag siguiendo el diseño previamente definido, incluyendo la implementación del software de gestión, la programación de los microcontroladores ESP32 y la implementación del servidor.

5. Definición de requerimientos funcionales y tecnológicos

5.1 Requisitos funcionales

- Implementar un sistema de seguimiento y puntuación en tiempo real durante el juego de Laser Tag, que incluya actualizaciones de puntuación, salud, maná, energía y tiempo de la partida.
- Integrar equipos de juego con tecnología de láser y sensores, utilizando microcontroladores ESP32 y comunicación P2P para una rápida y precisa transmisión de datos entre los dispositivos.
- Desarrollar una aplicación móvil para control de la partida.

5.2 Requisitos no funcionales

- Utilizar tecnología de láser de alta precisión y sensores infrarrojos en los equipos de juego para garantizar una detección precisa y rápida de los impactos.
- Integración Wi-Fi en los equipos de juego, para mejorar el seguimiento en tiempo real de las puntuaciones y proporcionar estadísticas de juego más precisas.
- Diseñar y desarrollar una aplicación móvil nativa para Android con una interfaz de usuario intuitiva y fácil de usar.
- Garantizar la escalabilidad y el rendimiento del sistema para manejar un creciente número de usuarios y dispositivos simultáneamente.
- Establecer un sistema de soporte y mantenimiento para garantizar la continuidad del servicio y la resolución de problemas técnicos de manera oportuna.

6. Desarrollo

En esta etapa del proyecto, se ha llevado a cabo la concepción global y el diseño del sistema de Laser Tag con roles, así como su implementación utilizando diferentes tecnologías. A continuación, se detallarán los aspectos clave del desarrollo en cada una de las áreas mencionadas. [OBJ]

6.1 Concepción global y diseño

La concepción global de este proyecto nace de la idea de combinar las actividades lúdicas al aire libre con la tecnología más innovadora, proporcionando una nueva dimensión a los juegos tradicionales de Lasertag. El diseño del sistema ha tenido en cuenta tanto los aspectos de hardware como de software, buscando siempre la integración y la compatibilidad entre los distintos componentes.

Por el lado del hardware, se han utilizado los microcontroladores ESP32 debido a su versatilidad y su capacidad para procesar y enviar señales rápidamente, algo crucial para la naturaleza en tiempo real del juego de Lasertag. Además, se han complementado los ESP32 con una serie de sensores y actuadores necesarios para detectar las interacciones en el juego, como sensores de infrarrojos para los disparos, motores de vibración para las notificaciones y pantallas OLED para mostrar información al jugador.

En cuanto al software, se han empleado diferentes lenguajes de programación y tecnologías para desarrollar la lógica del juego y la comunicación entre los microcontroladores y la base de datos. Entre ellas destacan Java, Spring Boot, Hibernate y MySQL.

6.2 Análisis y modelado de datos

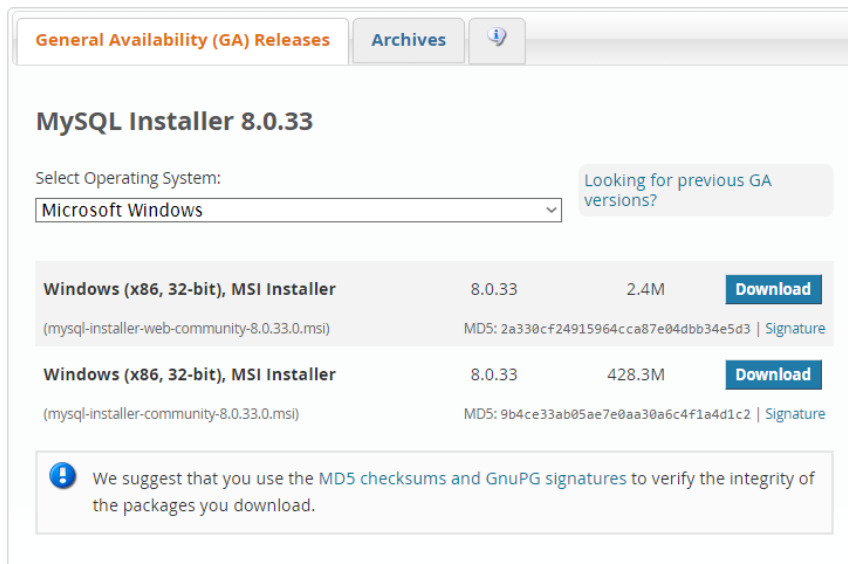
Los archivos relacionados a este proyecto están subidos a *GitHub* [18] es un repositorio online gratuito que permite gestionar proyectos y controlar versiones de código. Es muy utilizado por desarrolladores para almacenar sus trabajos dando así la oportunidad a millones de personas de todo el mundo a cooperar en ellos. Se podría hablar de *GitHub* como la red social pensada para desarrolladores, siendo este repositorio uno de los más usados a nivel mundial.

6.2.1 Base de datos MySQL

Para el almacenamiento de los datos del juego, se ha diseñado una base de datos MySQL. Esta base de datos contiene diferentes tablas que representan entidades como jugadores, partidas, roles, equipos y eventos. Para la implementación de estos modelos en la base de datos, se ha utilizado Hibernate como framework de mapeo objeto-relacional, lo que ha permitido interactuar con la base de datos de una forma más eficiente y segura. El proceso de instalación de MySQL Workbench [Fig. 6.1] se ha realizado siguiendo las instrucciones oficiales proporcionadas en su página web.

MySQL Community Downloads

MySQL Installer



General Availability (GA) Releases Archives

MySQL Installer 8.0.33

Select Operating System: Looking for previous GA versions?

Windows (x86, 32-bit), MSI Installer (mysql-installer-web-community-8.0.33.0.msi)	8.0.33	2.4M	Download
Windows (x86, 32-bit), MSI Installer (mysql-installer-community-8.0.33.0.msi)	8.0.33	428.3M	Download

We suggest that you use the MD5 checksums and GnuPG signatures to verify the integrity of the packages you download.

ORACLE © 2023 Oracle

[Privacy](#) / [Do Not Sell My Info](#) | [Terms of Use](#) | [Trademark Policy](#) | [Preferencias sobre cookies](#)

Fig. 6.1 – MySQL Installer Fuente:
<https://dev.mysql.com/downloads/windows/installer/8.0.html>

Una vez descargado, se ejecuta el archivo de instalación “MSI” y se sigue el asistente de instalación paso a paso. Se pueden escoger los componentes adicionales a instalar. Es recomendable seleccionar todas las opciones relevantes para garantizar un funcionamiento completo de MySQL Workbench.

Una vez finalizada la instalación, se puede iniciar MySQL Workbench desde el menú de inicio o el acceso directo en el escritorio. Al abrir MySQL Workbench, se muestra una ventana principal con varias secciones, como la Administración del Servidor, la Administración de la Base de Datos y el Editor SQL, tal y como se aprecia en la figura 6.2.

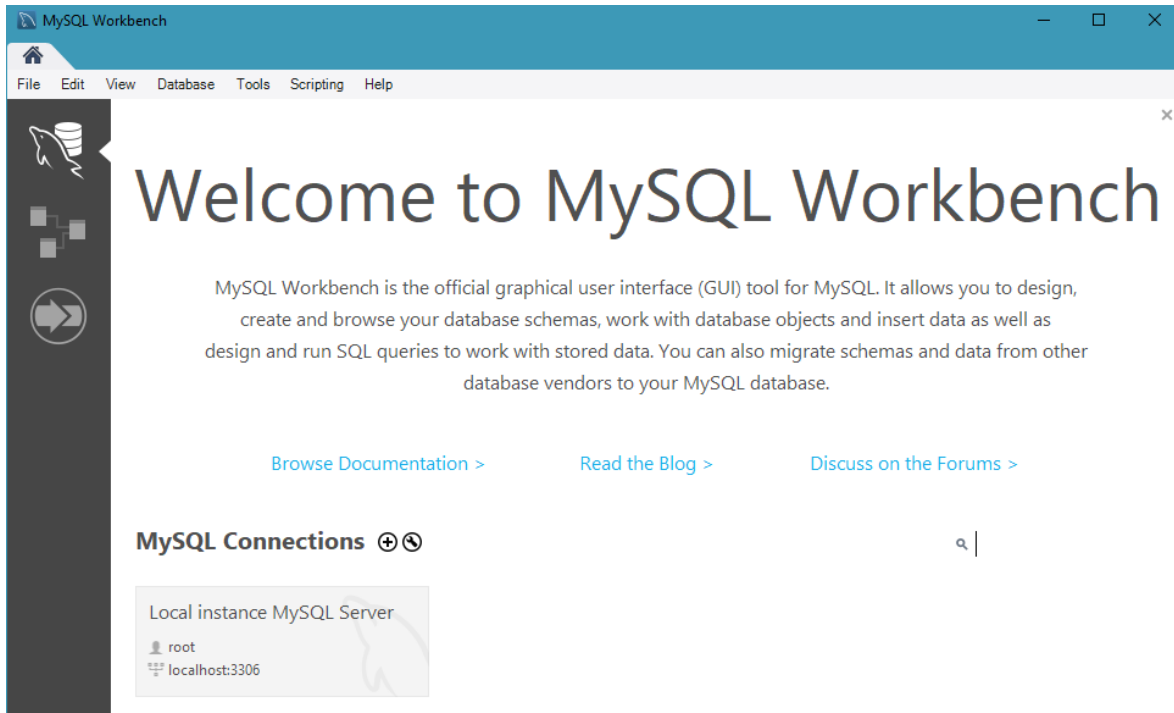


Fig. 6.2 – MySQL Workbench, Fuente:
<https://dev.mysql.com/downloads/windows/installer/8.0.html>

Para conectarse a la base de datos MySQL, se debe configurar una nueva conexión en MySQL Workbench, como se muestra en la figura 6.3. Esto se realiza proporcionando la dirección del servidor, el nombre de usuario y la contraseña correspondientes. También se pueden especificar otros detalles de la conexión, como el puerto y el nombre de la base de datos.

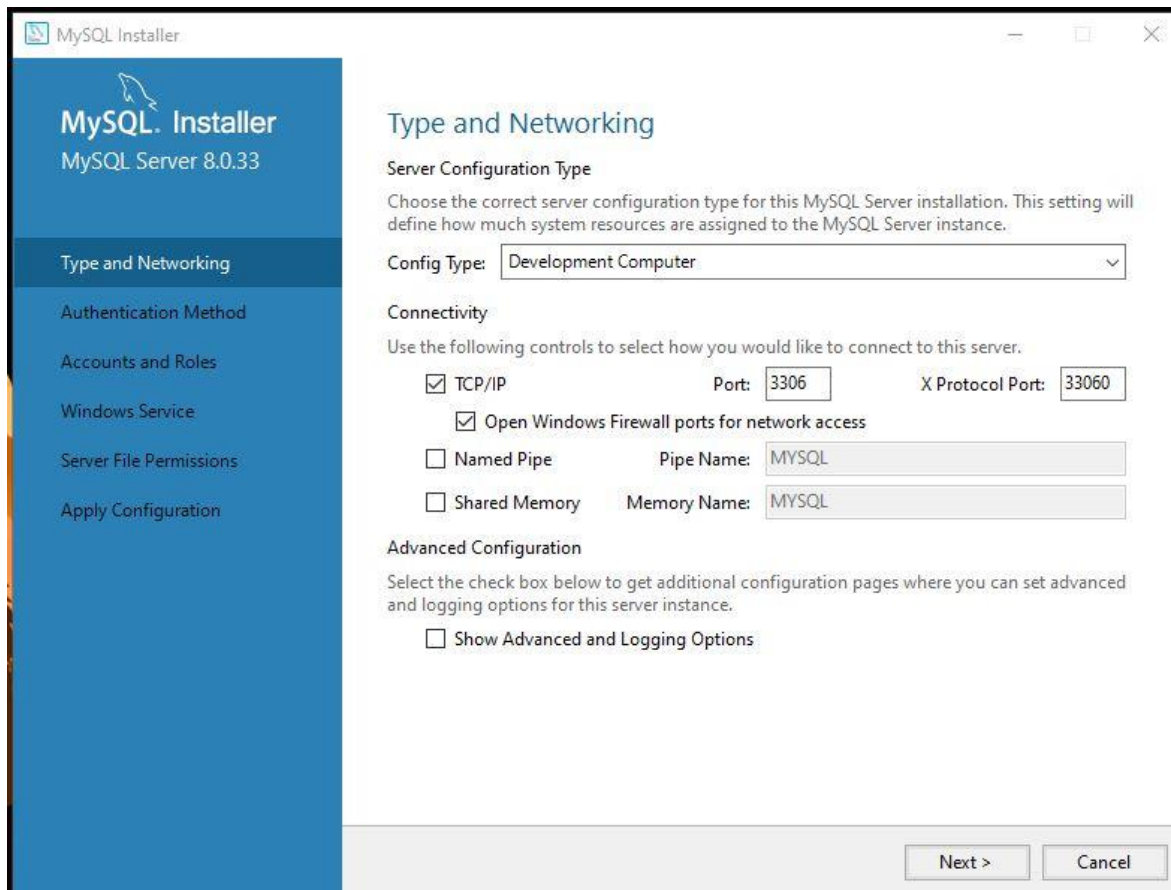


Fig. 6.3 – MySQL Installer, Configuración Fuente:
<https://dev.mysql.com/downloads/windows/installer/8.0.html>

Una vez establecida la conexión, se puede acceder y administrar la base de datos desde MySQL Workbench. Esto incluye la creación de nuevas tablas, la modificación de estructuras existentes, la inserción y actualización de datos, la ejecución de consultas SQL y la gestión de usuarios y permisos.

MySQL Workbench ofrece una interfaz gráfica intuitiva y fácil de usar, que permite a los desarrolladores y administradores de bases de datos realizar tareas de gestión y desarrollo de manera eficiente. Su amplia gama de herramientas y funciones facilita la interacción con la base de datos MySQL y ayuda a optimizar el proceso de desarrollo del proyecto de Laser Tag de rol.

La estructura de la base de datos incluye varias tablas que permiten almacenar información relevante para el juego de Laser Tag de rol. Estas tablas, mostradas en un diseño relacional, figura 6.4 incluyen los roles, las habilidades, los equipos, las partidas, los jugadores y los

disparos. Cada una de estas tablas tiene campos específicos para almacenar los datos necesarios para el funcionamiento del juego.

La tabla de **roles** almacena los datos de los diferentes roles disponibles en el juego, como el nombre, la salud, el daño, la energía y el maná. Además, se incluyen campos para las habilidades especiales de cada rol, como el tiempo de enfriamiento, la munición y la regeneración de energía y maná.

La tabla de **habilidades** contiene información sobre las habilidades específicas asociadas a cada rol. Cada habilidad tiene un nombre, un costo de energía y maná, un daño, un tiempo de enfriamiento y una descripción. También se incluye un campo de referencia al rol al que pertenece la habilidad.

La tabla de **equipos** almacena los equipos disponibles en el juego, identificados por un ID y un nombre. Esta tabla permite la asignación de jugadores a equipos y la organización de las partidas.

La tabla de **partidas** registra información sobre cada sesión de juego, como la fecha, el equipo ganador, el equipo perdedor y la puntuación final. Esta tabla permite el seguimiento y la clasificación de las partidas.

La tabla de **jugadores** contiene los datos de los jugadores, como el nombre, el ID del rol, el ID del equipo, la salud, el daño, la energía, el maná y otros atributos relacionados con cada jugador. También se incluyen campos para el ID de la habilidad asignada a cada jugador.

La tabla de **disparos** registra los disparos realizados durante las partidas, incluyendo el ID del jugador que dispara, el ID del jugador objetivo, el ID de la sesión y la fecha y hora del disparo.

El script de creación de la base de datos también incluye la creación de desencadenadores (triggers) para realizar ciertas acciones automáticamente, como asignar valores predeterminados a los jugadores al insertar nuevos registros.

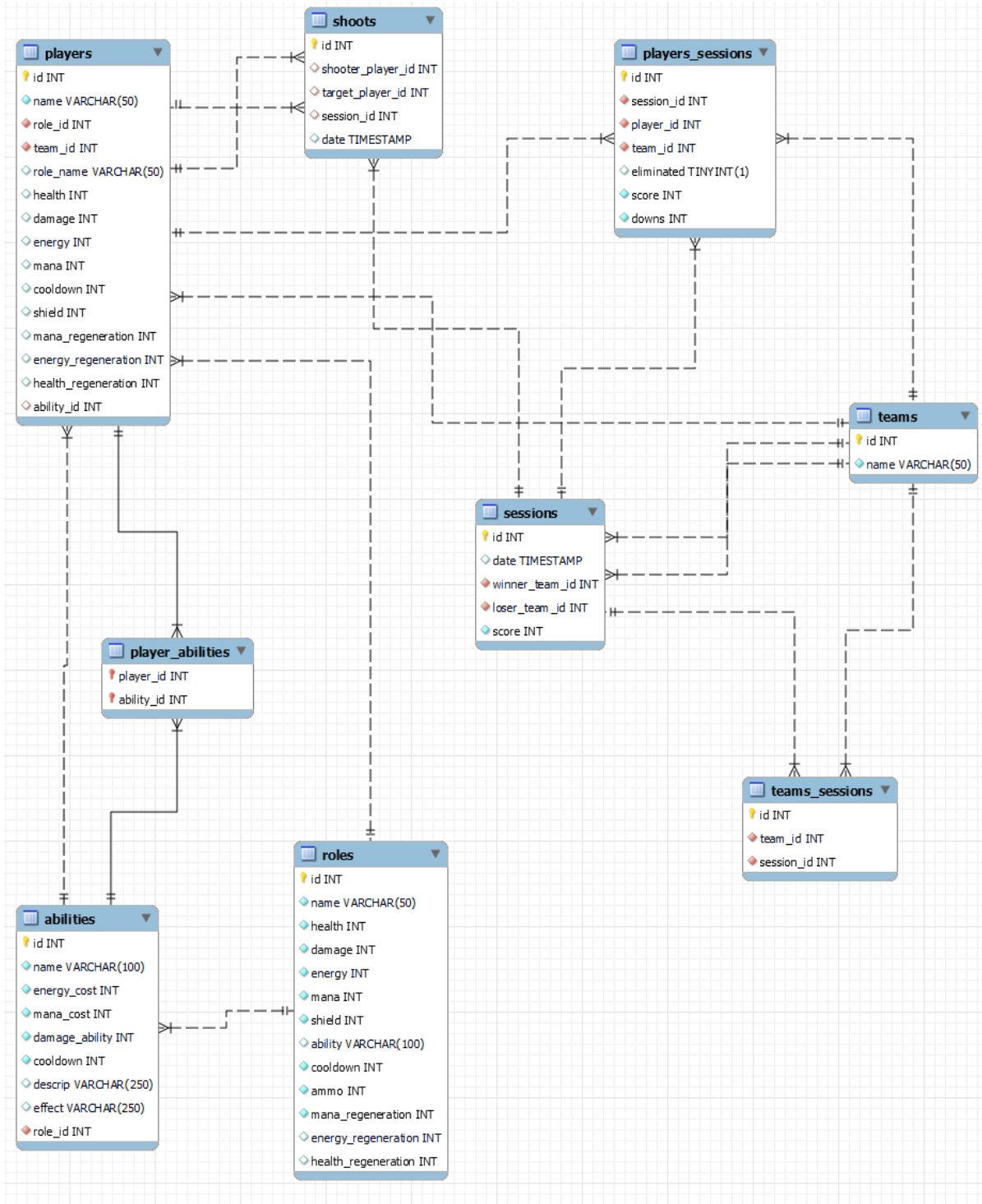


Fig. 6.4 – Diagrama ER Fuente: Creación propia

El script de *trigger* que se muestra en la figura 6.5, se ejecuta justo antes de insertar un nuevo registro en la tabla "*players*" de la base de datos. Su función es cargar y asignar automáticamente ciertos valores que corresponden a los atributos del rol que el jugador tendrá en la partida. Cuando se va a introducir un nuevo jugador en la tabla "*players*", este *trigger* se dispara. En primer lugar, declara una serie de variables para almacenar temporalmente los atributos que se van a obtener del rol del nuevo jugador. Los atributos incluyen la salud, el daño, la energía, el maná, el tiempo de enfriamiento, el escudo, y las tasas de regeneración de maná, energía y salud.

Luego, el *trigger* hace una consulta a la tabla "roles" para obtener los valores de estos atributos basándose en el ID del rol que se está asignando al nuevo jugador. Los valores obtenidos se almacenan en las variables que se declararon anteriormente, además, el *trigger* también consulta el ID de la habilidad que corresponde al rol del nuevo jugador en la tabla "*abilities*", y guarda el resultado en otra variable.

Por último, el *trigger* consulta el nombre del rol basándose en el ID del rol que se está asignando al nuevo jugador y lo almacena en una variable más.

Una vez que se han obtenido todos estos valores, el *trigger* asigna cada uno de ellos a los campos correspondientes en el nuevo registro del jugador. Así, cuando se inserta el nuevo jugador en la tabla "*players*", ya cuenta con todos los atributos correspondientes a su rol.

Este mecanismo permite simplificar el proceso de inserción de nuevos jugadores, ya que no es necesario insertar manualmente todos los atributos del rol cada vez. Además, garantiza que los valores de los atributos de los jugadores sean siempre consistentes con los de sus roles.

```

DELIMITER $$
CREATE TRIGGER before_player_insert
BEFORE INSERT ON players
FOR EACH ROW
) BEGIN
    DECLARE v_health INT;
    DECLARE v_damage INT;
    DECLARE v_energy INT;
    DECLARE v_mana INT;
    DECLARE v_cooldown INT;
    DECLARE v_shield INT;
    DECLARE v_manaRegeneration INT;
    DECLARE v_energyRegeneration INT;
    DECLARE v_healthRegeneration INT;
    DECLARE v_ability_id INT;
    DECLARE v_role_name VARCHAR(50);

    SELECT health, damage, energy, mana, cooldown, shield, mana_regeneration, energy_regeneration, health_regeneration INTO
    v_health, v_damage, v_energy, v_mana, v_cooldown, v_shield, v_manaRegeneration, v_energyRegeneration, v_healthRegeneration FROM roles WHERE id = NEW.role_id;

    SELECT id INTO v_ability_id FROM abilities WHERE role_id = NEW.role_id LIMIT 1;

    SELECT name INTO v_role_name FROM roles WHERE id = NEW.role_id;

    SET NEW.role_name = v_role_name;
    SET NEW.health = v_health;
    SET NEW.damage = v_damage;
    SET NEW.energy = v_energy;
    SET NEW.mana = v_mana;
    SET NEW.cooldown = v_cooldown;
    SET NEW.shield = v_shield;
    SET NEW.mana_regeneration = v_manaRegeneration;
    SET NEW.energy_regeneration = v_energyRegeneration;
    SET NEW.health_regeneration = v_healthRegeneration;
    SET NEW.ability_id = v_ability_id;
) END$$
DELIMITER ;

```

Fig. 6.5 – Trigger nuevo jugador en BBDD Fuente: Creación propia

6.2.2 Entorno de desarrollo IntelliJ IDEA

En la implementación del proyecto, se utiliza IntelliJ IDEA, un entorno de desarrollo integrado (IDE) muy popular en la comunidad de desarrolladores Java. IntelliJ IDEA destaca por su capacidad para facilitar la escritura, depuración y pruebas de código, así como por su soporte para diversas tecnologías y frameworks, incluyendo Spring Boot e Hibernate.

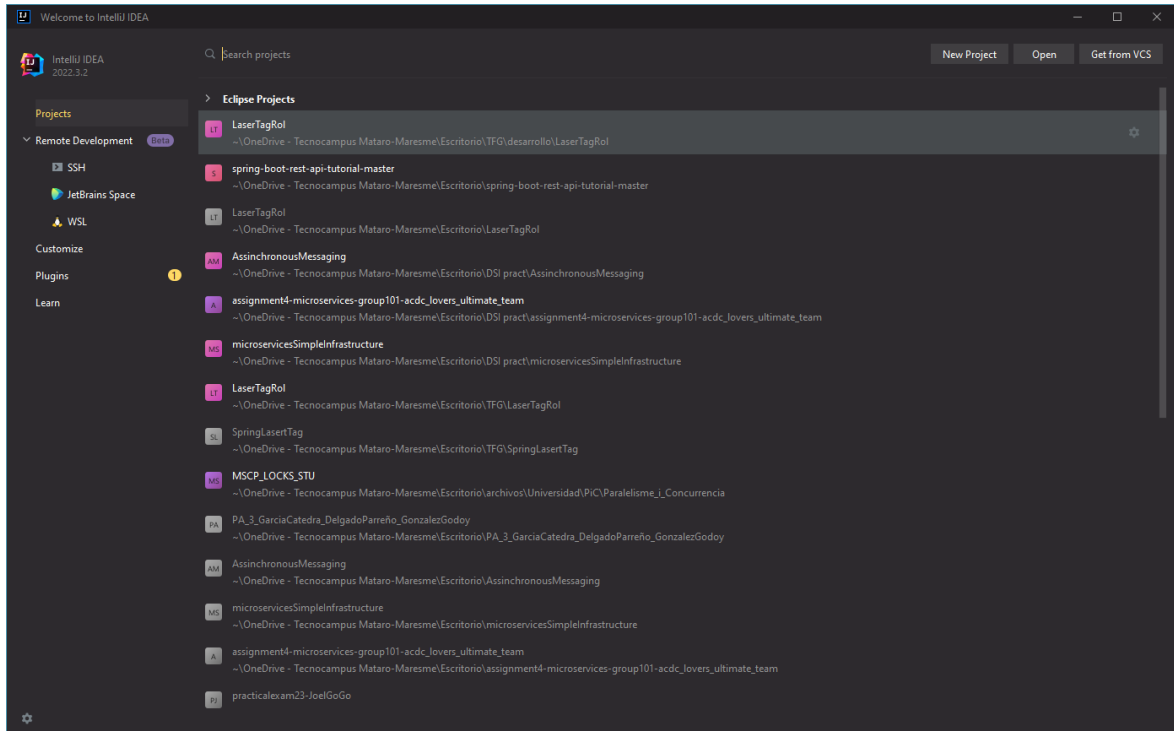


Fig. 6.6 – Interfaz IntelliJ IDEA Fuente: Creación propia

El proceso para la instalación es el mismo, es necesario tener instalado IntelliJ IDEA. La instalación es sencilla y directa, basta con seguir las instrucciones del asistente de instalación. En la figura [6.7] se especifica los valores personalizados que es mejor tener desde un principio.

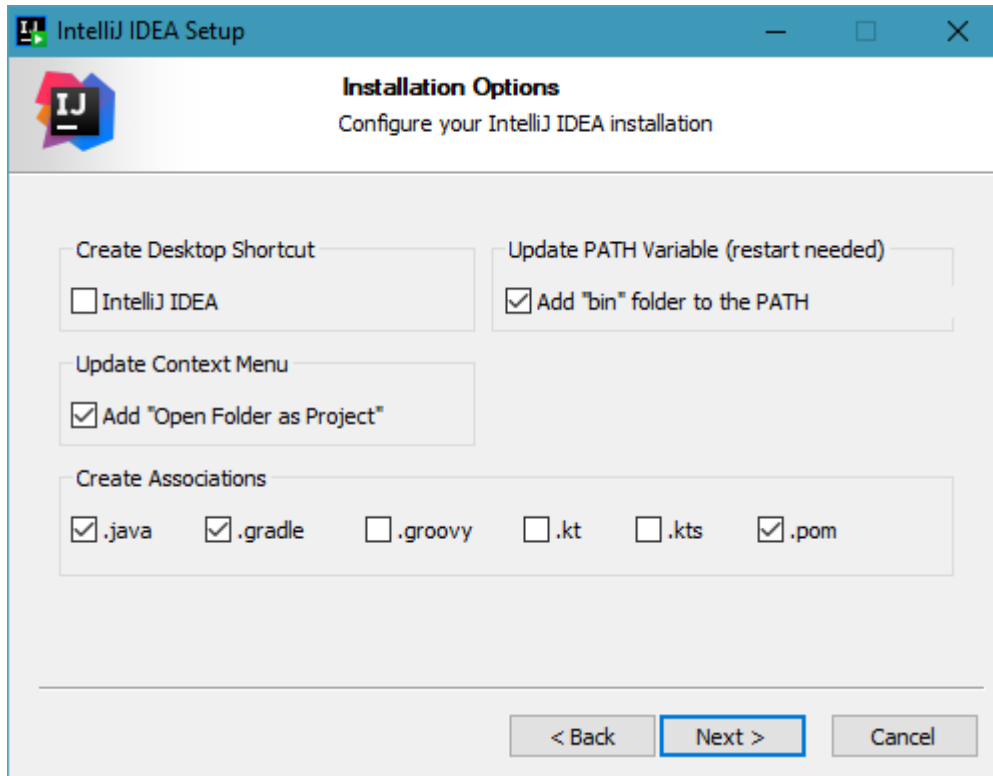


Fig. 6.7 – Configuración Instalador IntelliJ IDEA Fuente: Creación propia

Una vez instalado el entorno, se crea un nuevo proyecto. Durante la creación del proyecto, se selecciona el tipo de proyecto (en este caso, se escoge Spring Boot) y se configuran otros detalles como el nombre del proyecto y la versión del JDK, así como se muestra en la Figura [6.8].

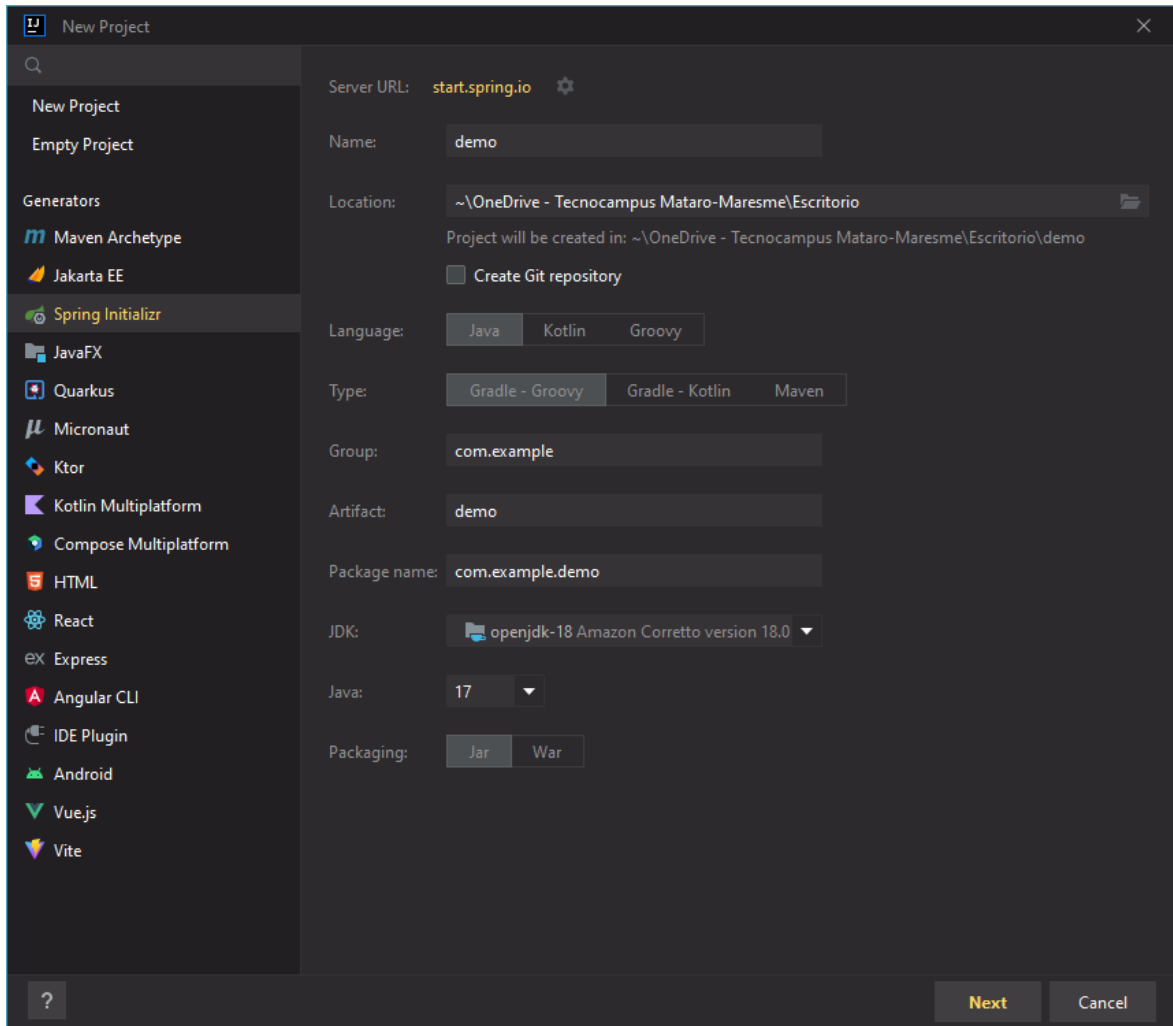


Fig. 6.8 – Configuración Proyecto IntelliJ IDEA Fuente: Creación propia

Al crear un proyecto de Spring Boot, IntelliJ IDEA genera automáticamente una estructura de directorios y archivos que se adapta a las convenciones de este framework. Esto facilita la organización del código y permite a los desarrolladores concentrarse en la lógica del juego en lugar de en la configuración del entorno. Posteriormente, se procede con la configuración de Spring Boot para conectar con la base de datos MySQL local. Para ello, se modifica el archivo `application.properties` (o `application.yml`), que se encuentra en el directorio de recursos del proyecto. Aquí se especifica el URL de la base de datos, el nombre de usuario, la contraseña y otras propiedades de conexión, cómo se muestra en la figura 6.9.

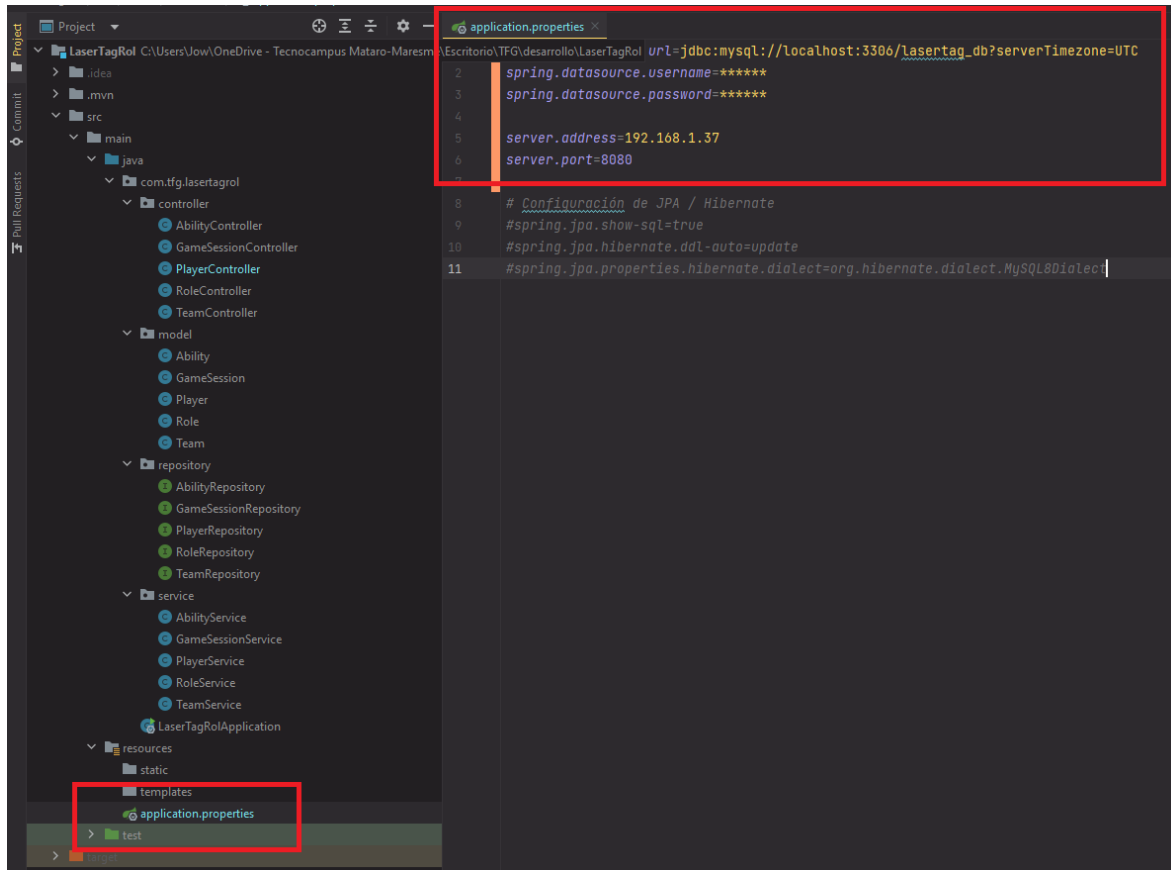


Fig. 6.9 – Configuración Proyecto IntelliJ IDEA Fuente: Creación propia

Una vez configurada la conexión con la base de datos (teniendo la base de datos encendida), se pueden crear las entidades y repositorios correspondientes a las tablas de la base de datos. IntelliJ IDEA ofrece soporte para Hibernate, lo que permite mapear las entidades de la base de datos a objetos Java de manera sencilla y eficiente; con todo configurado correctamente, se puede ejecutar la aplicación desde el propio IntelliJ IDEA, observando la salida de la aplicación en la consola del IDE y utilizando las herramientas de depuración si fuera necesario. En las siguientes figuras, figura 6.10, 6.11, 6.12, 6.13, se puede apreciar las distintas clases que componen el flujo de información que llega al *endpoint* de *player*, como controlador, entidad, repositorio y servicio.

```
PlayerRepository.java x
1 package com.tfg.lasertagrol.repository;
2
3 import com.tfg.lasertagrol.model.Player;
4 import org.springframework.data.jpa.repository.JpaRepository;
5
6 3 usages Joel
7 public interface PlayerRepository extends JpaRepository<Player, Long> {
8 }
9
```

Fig. 6.10 – Clase Repositorio Jugador Fuente: Propia

```
PlayerController.java
1 package com.tfg.lasertagrol.controller;
2
3 import com.tfg.lasertagrol.model.Player;
4 import com.tfg.lasertagrol.service.AbilityService;
5 import com.tfg.lasertagrol.service.PlayerService;
6 import org.springframework.beans.factory.annotation.Autowired;
7 import org.springframework.http.HttpStatus;
8 import org.springframework.http.ResponseEntity;
9 import org.springframework.web.bind.annotation.*;
10
11 import java.util.List;
12
13 no usages Joel
14 @RestController
15 @RequestMapping("/players")
16 public class PlayerController {
17     0 usages
18     @Autowired
19     PlayerService playerService;
20     1 usage
21     @Autowired
22     AbilityService abilityService;
23
24 no usages Joel
25 @Autowired
26 public PlayerController(PlayerService playerService, AbilityService abilityService) {
27     this.playerService = playerService;
28     this.abilityService = abilityService;
29 }
30
31 no usages Joel
32 @GetMapping
33 public ResponseEntity<List<Player>> getAllPlayers() {
34     return ResponseEntity.ok(playerService.getAllPlayers());
35 }
36
37 no usages Joel
38 @GetMapping("/{id}")
39 public ResponseEntity<Player> getPlayerById(@PathVariable Long id) {
40     return ResponseEntity.ok(playerService.getPlayerById(id));
41 }
42
43 no usages Joel
44 @PostMapping
45 public ResponseEntity<Player> createPlayer(@RequestBody Player player) {
46     Player createdPlayer = playerService.createPlayer(player);
47     return new ResponseEntity<>(createdPlayer, HttpStatus.CREATED);
48 }
49
50 no usages Joel
51 @PutMapping("/{id}")
52 public ResponseEntity<Player> updatePlayer(@PathVariable Long id, @RequestBody Player updatedPlayer) {
53     return ResponseEntity.ok(playerService.updatePlayer(id, updatedPlayer));
54 }
55
56 no usages Joel
57 @DeleteMapping("/{id}")
58 public ResponseEntity<Void> deletePlayer(@PathVariable Long id) {
59 }
60
61 Problems Spring Terminal Services
```

Fig. 6.11 – Clase Controlador Jugador Fuente: Propia

```
Player.java x
1 package com.tfg.lasertagrol.model;
2
3 import lombok.Getter;
4 import lombok.Setter;
5
6 import javax.persistence.*;
7
8 24 usages Joel
9 @Entity
10 @Table(name = "players")
11 @Getter
12 @Setter
13 public class Player {
14
15 no usages
16 @Id
17 @GeneratedValue(strategy = GenerationType.IDENTITY)
18 @Column(name = "id")
19 private Long id;
20
21 1 usage
22 @Column(name = "name", nullable = false, length = 100)
23 private String name;
24
25 1 usage
26 @ManyToOne
27 @JoinColumn(name = "role_id", nullable = false)
28 private Role role;
29
30 1 usage
31 @Column(name = "team_id", nullable = false)
32 private int team;
33
34 // Constructor with arguments
35 2 usages Joel
36 public Player(String name, Role role, int team) {
37     this.name = name;
38     this.role = role;
39     this.team = team;
40 }
41
42 no usages Joel
43 public Player() {
44 }
45
46 }
47
48 }
```

Fig. 6.12 – Clase Entidad Jugador Fuente: Propia

```
PlayerService.java x
1 package com.tfg.lasertagrol.service;
2
3 import ...
9
5 usages Joel
10 @Service
11 public class PlayerService {
12
13     7 usages
14     private final PlayerRepository playerRepository;
15
16     no usages Joel
17     @Autowired
18     public PlayerService(PlayerRepository playerRepository) { this.playerRepository = playerRepository; }
19
20     // Aquí irán los métodos para manejar las operaciones de la base de datos.
21
22     1 usage Joel
23     public List<Player> getAllPlayers() {
24         return playerRepository.findAll();
25     }
26
27     3 usages Joel
28     public Player getPlayerById(Long id) {
29         return playerRepository.findById(id).orElse( other: null);
30     }
31
32     1 usage Joel
33     public Player createPlayer(Player player) {
34         return playerRepository.save(player);
35     }
36
37     1 usage Joel
38     public Player updatePlayer(Long id, Player updatedPlayer) {
39         Player existingPlayer = playerRepository.findById(id).orElse( other: null);
40         if (existingPlayer != null) {
41             // Actualizar los atributos necesarios de existingPlayer con los valores de updatedPlayer
42             // Por ejemplo: existingPlayer.setName(updatedPlayer.getName());
43             return playerRepository.save(existingPlayer);
44         } else {
45             return null;
46         }
47     }
48
49     1 usage Joel
50     public void deletePlayer(Long id) { playerRepository.deleteById(id); }
51 }
```

Fig. 6.13 – Clase Entidad Jugador Fuente: Propia

Para el desarrollo del proyecto se ha seguido un patrón de diseño MVC (Modelo-Vista-Controlador), que ha ayudado a estructurar y organizar el código de manera eficiente.

Este patrón de diseño separa la aplicación en tres componentes principales:

1. **Modelo:** En el contexto del proyecto, estas son las clases *Ability*, *GameSession*, *Player*, *Role*, *Team* que se encuentran en el paquete model. Estas clases representan los datos y la lógica de negocio del sistema, encapsulando la información y las operaciones que se pueden realizar sobre estos datos.
2. **Vista:** Está implícita en la comunicación de las API y se gestionaría a través de la interfaz de usuario que consume estas APIs, que para este proyecto es la llamada HTTP de los microcontroladores.
3. **Controlador:** Estos son *AbilityController*, *GameSessionController*, *PlayerController*, *RoleController*, *TeamController* ubicados en el paquete controller. Los controladores son los encargados de manejar las solicitudes del usuario, interactuar con el modelo para recuperar/actualizar información y proporcionar la respuesta apropiada.

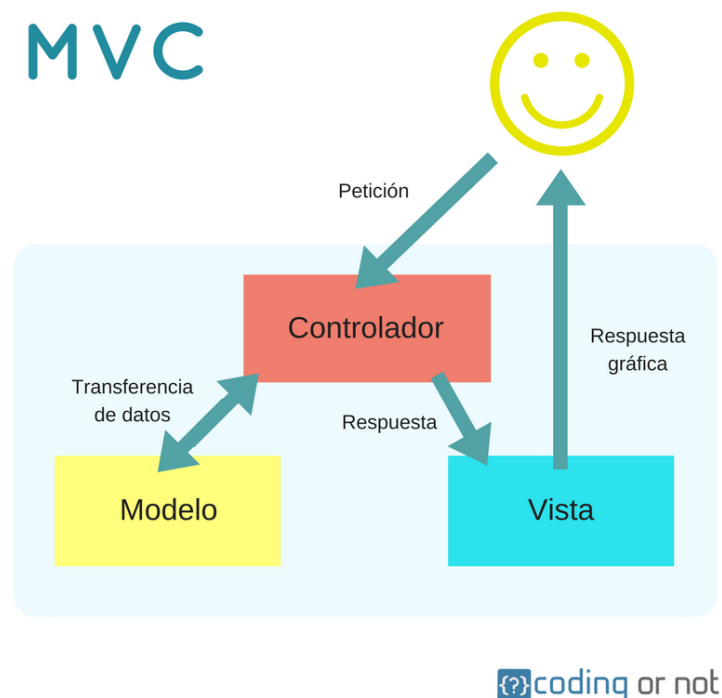


Fig. 6.14 – Modelo Vista Controlador Fuente: <https://codingornot.com/mvc-modelo-vista-controlador-que-es-y-para-que-sirve>

6.2.3 Microcontroladores ESP32 y Arduino IDE

Los microcontroladores ESP32 son la piedra angular del sistema de hardware para el juego Laser Tag de Rol. Estos dispositivos proporcionan un rendimiento superior en términos de procesamiento y transmisión de señales, ambos aspectos cruciales para un juego en tiempo real como este. Para programar los microcontroladores ESP32, se ha optado por el entorno de desarrollo de Arduino, que facilita la escritura de código en C++ y su posterior implementación en los dispositivos. Además, los microcontroladores están equipados con una serie de sensores y actuadores que permiten registrar las interacciones en el juego y proporcionar *feedback* a los jugadores. Para la conexión y programación del ESP32, se utiliza un cable *Micro-USB* que se conecta al microcontrolador y al ordenador, dispositivo que administra y configura el comportamiento del ESP32.

Para el desarrollo de la lógica y configuración del software ha sido el programa Arduino IDE [12] <https://www.arduino.cc/en/software>, la instalación ha sido seguir los pasos que marca la página oficial.

El dispositivo microcontrolador que se usa para este proyecto es un ESP32-WROOM-32 figura [6.15]

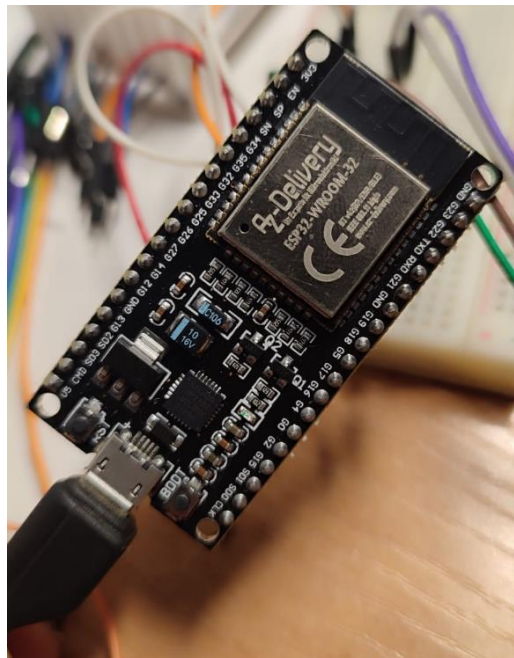


Fig. 6.15 – ESP32-WROOM-32 Fuente: Propia

Para la configuración de ESP32 en Arduino IDE se necesita agregar el soporte para la placa ESP32. Para hacer esto, se abre Arduino IDE y se va al menú Archivo -> Preferencias, figura 6.16.

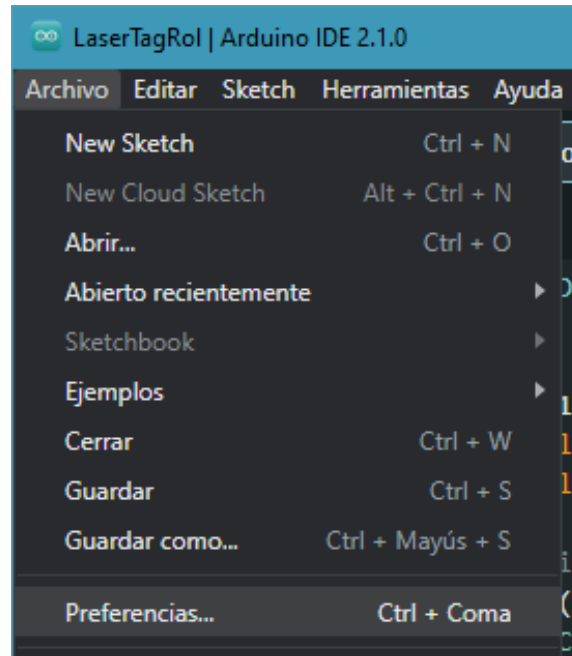


Fig. 6.16 – Menú Arduino IDE Fuente: Propia

En la ventana de preferencias, buscar el campo llamado "URLs adicionales de gestor de placas" y pegar la siguiente URL: https://dl.espressif.com/dl/package_esp32_index.json. Si ya se tiene alguna URL en este campo, se puede añadir una nueva separándola con una coma, tal y como se muestra en la figura 6.17.



Fig. 6.17 – Gestor de placa Arduino IDE Fuente: Propia

La URL que se ha insertado en el espacio de texto es un enlace al índice del paquete para las placas ESP32 en el gestor de placas de Arduino IDE. Esta URL se ha proporcionado por *Espressif Systems*, la compañía que fabrica los chips ESP32.

El archivo *package_esp32_index.json* contiene metadatos sobre el paquete ESP32, incluyendo la versión actual, las versiones anteriores, la ubicación de los archivos del paquete, y otras informaciones útiles. Estos metadatos permiten a Arduino IDE descargar e instalar automáticamente los archivos necesarios para añadir soporte para las placas ESP32.

Ahora, hay que dirigirse al menú Herramientas → Placa → Gestor de placas....

En la ventana del gestor de placas, escribe "esp32" en el campo de búsqueda y deberías ver una entrada llamada "esp32 by *Espressif Systems*". Haz clic en Instalar para instalar el soporte para la placa ESP32 figura 6.18; posteriormente reiniciar el programa y seleccionar la placa ESP32 como placa, tal y como se muestra en la figura 6.19.

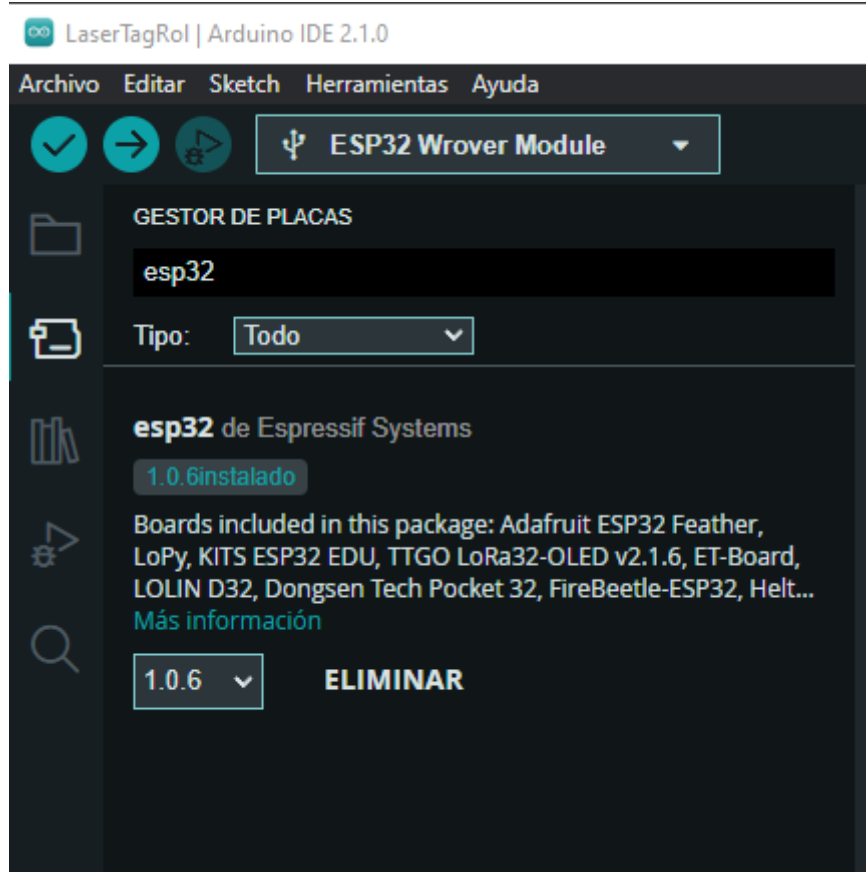


Fig. 6.18 – Instalar placas ESP32 Arduino IDE Fuente: Propia

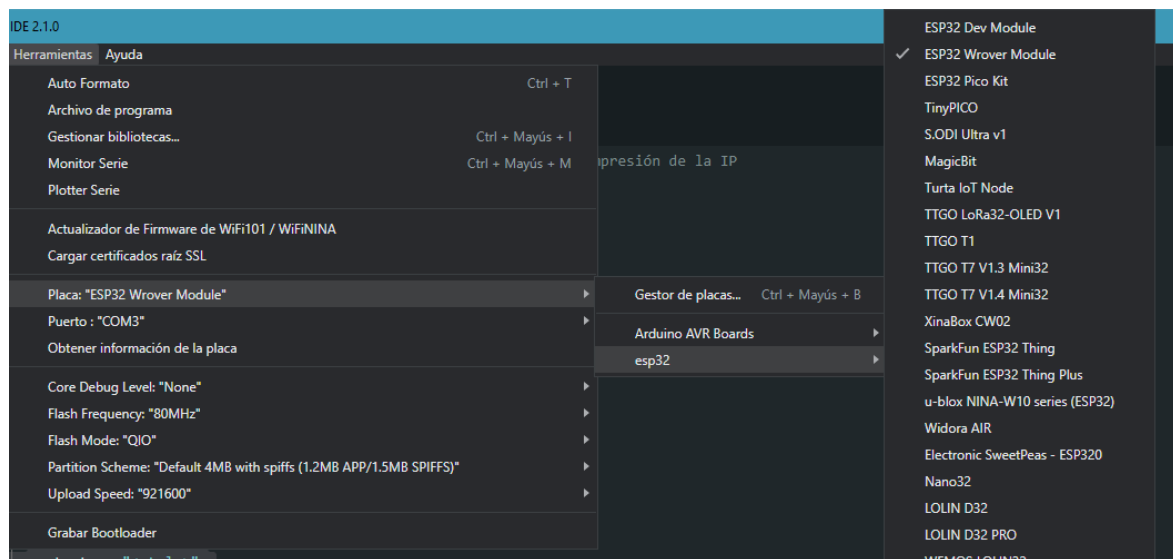


Fig. 6.19 – Gestor de placa Arduino IDE Fuente: Propia

Las librerías incluidas en el código desarrollado están incluidas junto con los anexos de este proyecto, algunas de ellas importantes son las que se muestran en la figura 6.20.

```
#include <WiFi.h>
#include <HTTPClient.h>
#include <ArduinoJson.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>
#include <Wire.h>
#include <WebServer.h>
#include <ArduinoJson.h>
```

Fig. 6.20 – Librerías ESP32 Arduino IDE Fuente: Propia

El código fuente presente en el ESP32 incluye las siguientes funcionalidades principales:

- **Conexión WiFi:** El ESP32 se conecta a una red WiFi específica que proporciona la conexión necesaria para comunicarse con el servidor del juego. Se imprimen mensajes en el puerto serie para confirmar el estado de la conexión y la dirección IP del dispositivo.
- **Interacción con el servidor:** El ESP32 interactúa con el servidor del juego utilizando el protocolo HTTP. Se realizan peticiones GET y POST para recuperar y enviar datos al servidor. Estos datos se utilizan para configurar el jugador, seleccionar el rol y el equipo, y actualizar la información del jugador durante el juego.
- **Interfaz de configuración del jugador:** Se proporciona una interfaz web para configurar el jugador. Esta interfaz permite introducir el nombre del jugador, seleccionar un rol y un equipo. Una vez completada la configuración, se crea un jugador en el servidor del juego y se guarda su identificador en el ESP32.
- **Interfaz de usuario en el *display*:** Se utiliza un display SSD1306, figura 6.12, para mostrar información en tiempo real al jugador. Esto incluye datos como el nombre del jugador, el rol, el equipo, la salud y la munición.

- **Servidor web en el ESP32:** Para facilitar la configuración del jugador, el ESP32 funciona como un servidor web. Este servidor se encarga de manejar las solicitudes de la interfaz de configuración y actualizar la configuración del jugador.
- **Actualizaciones de la información del jugador:** Durante el juego, la información del jugador se actualiza regularmente. El ESP32 hace solicitudes al servidor del juego para recuperar la información actualizada y la muestra en el display.

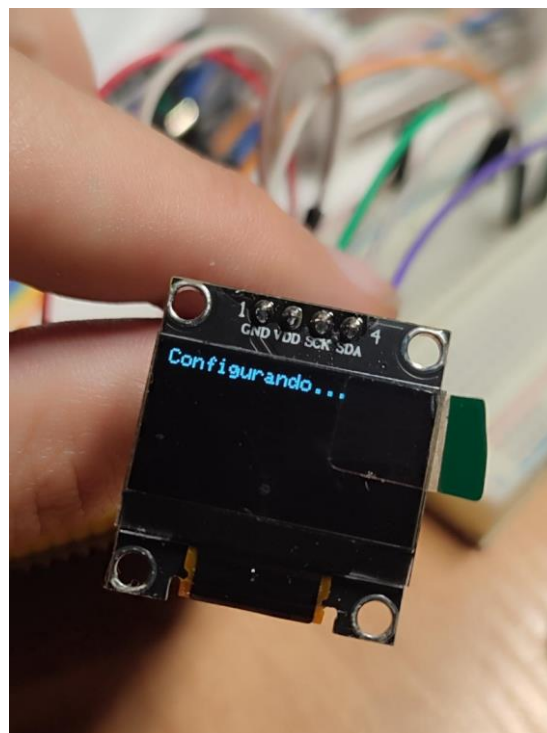


Fig. 6.21 – Display SSD1306 Fuente: Propia

6.2.3.1 Diseño del circuito del ESP32

Para ilustrar la conexión y la disposición de los componentes electrónicos necesarios para montar el prototipo del sistema Lasertag, se ha utilizado la herramienta de diseño de circuitos electrónicos *Fritzing*. Este software open-source permite a los usuarios diseñar circuitos personalizados utilizando una amplia biblioteca de componentes comunes, y es particularmente útil para la documentación de proyectos de hardware.

El diseño del circuito para este proyecto se muestra en la Figura [6.22].

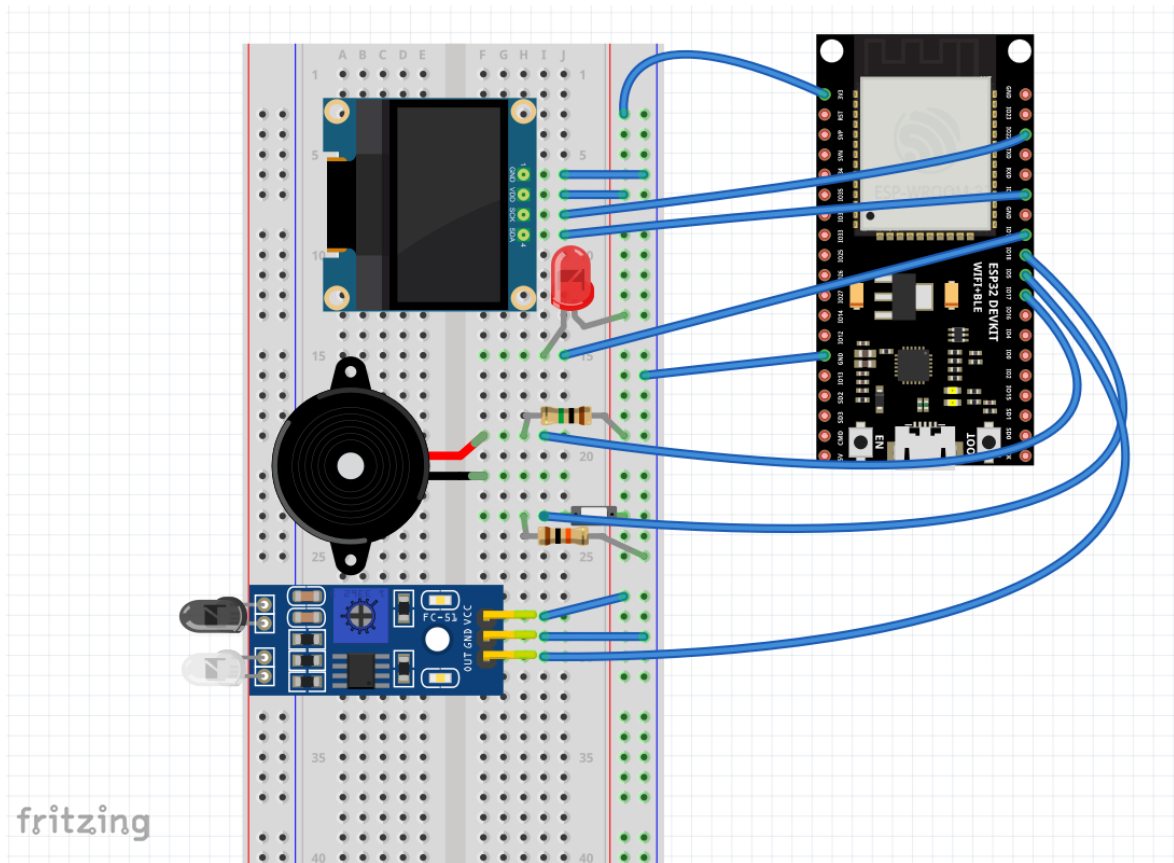


Fig. 6.22 – Fritzing Prototipo Fuente: Propia

En este diseño, se pueden ver los componentes necesarios para la construcción del prototipo y cómo están conectados. Las conexiones son claras y se muestran de manera que sea fácil replicar el diseño físicamente. El diseño incluye el ESP32, junto con los sensores y actuadores necesarios para el sistema Lasertag.

El archivo de Fritzing con el diseño del circuito está disponible en el repositorio del proyecto para aquellos interesados en ver el diseño en más detalle o en modificarlo para sus propias necesidades.

6.3 Análisis funcional y diseño del producto

El análisis funcional ha sido un elemento clave para diseñar un producto que cumpla con las expectativas de los usuarios. En este sentido, se han identificado varias funciones y características clave que el sistema de Lasertag debe proporcionar.

Entre estas funciones, destacan la creación y gestión de partidas, la asignación de roles y habilidades únicas a los jugadores, la comunicación en tiempo real entre los dispositivos, el rastreo y registro de los eventos en el juego y la visualización de información en tiempo real para los jugadores, además, se han tenido en cuenta aspectos como la usabilidad y la accesibilidad para asegurarse de que el sistema de Lasertag sea fácil de utilizar y accesible para todos los jugadores, independientemente de su nivel de experiencia o habilidad.

En cuanto a la instalación de IntelliJ IDEA, Arduino Desktop y otros programas necesarios para el desarrollo, se ha seguido la documentación oficial proporcionada por los desarrolladores de estas herramientas tal y como se ha comentado en el punto 6.2.1, 6.2.2 y 6.2.3 respectivamente.

6.4 Ingeniería de software, herramientas y tecnologías

Para desarrollar el sistema de Laser Tag, se emplearán prácticas de ingeniería de software que garanticen la calidad y la confiabilidad del producto, como en este caso:

- Diseño modular y orientado a objetos.
- Control de versiones (por ejemplo, Git).
- Pruebas unitarias y de integración.
- Documentación del código.
- Diseño electrónico con Fritzing.

Además, se utilizarán diversas herramientas y tecnologías para facilitar el desarrollo, como:

- Microcontroladores ESP32.
- Sensores y actuadores específicos (infrarrojos, botones, pantalla OLED compatible con el microcontrolador, acelerómetros, giroscopios, microcontrolador multimedia, motor de vibración...).
- Lenguajes de programación (C/C++, Java.)

- Entornos de desarrollo integrado (IDE) como Visual Studio Code, Arduino IDE e IntelliJ IDEA.

6.5 Decisiones de programación e implementación

Durante el desarrollo del proyecto, se tomarán decisiones clave en relación con la programación y la implementación del sistema, para no caer en posibles errores y cumplir con la planificación inicial expuesta en las fechas límite de entrega acordadas, para ello, se seguirán las metodologías del punto cuatro de este documento.

- Estructura del código y organización de archivos
- Selección de bibliotecas y frameworks
- Protocolos y arquitecturas de comunicación (por ejemplo, ESP-WIFI-MESH)
- Almacenamiento y gestión de datos
- Implementación de medidas de seguridad y confiabilidad

6.6 Técnicas de testing y pruebas

Para garantizar que el sistema de Laser Tag funcione correctamente, se llevarán a cabo diversas pruebas y tests, como:

- **Pruebas de funcionalidad:** asegurar que todas las funciones y características clave funcionen como se esperaba.
- **Pruebas de rendimiento:** evaluar la velocidad y eficiencia del sistema en diferentes condiciones y entornos.
- **Pruebas de estrés:** simular situaciones extremas para evaluar la resistencia y estabilidad del sistema.
- **Pruebas de durabilidad:** verificar la vida útil y fiabilidad de los componentes de hardware y software.

7. Conclusiones

El desarrollo de este proyecto ha sido una combinación armoniosa de diversas metodologías de trabajo, que han proporcionado un marco efectivo y estructurado para llevar a cabo cada fase del proyecto. La combinación de las metodologías Agile, Waterfall, ToolBoard Canvas y la investigación y desarrollo (I+D) han permitido un enfoque flexible y adaptativo en las fases del proyecto que requieren innovación y respuesta rápida a cambios, al tiempo que proporciona una estructura sólida y rigurosa para las fases que requieren un análisis exhaustivo y detallado, donde se han cumplido los tiempos propuestos como primera instancia, al tener una buena metodología y estructura inicial.

El seguir una metodología creada por el propio tutor de este trabajo Jaume Teodoro, también ha sido un punto fuerte para mantener la estructura de un trabajo formado desde unas bases comunes, la innovación y el progreso; si bien los resultados obtenidos son prometedores, la perfección es un camino continuo. Los comentarios y la retroalimentación de los clientes son de gran valor para la mejora y optimización continua de la propuesta, a medida que la tecnología y las preferencias del público cambian, debemos estar preparados para adaptar y evolucionar nuestra oferta.

La combinación de elementos de juego de rol y tecnología avanzada ofrece a los jugadores una experiencia única y emocionante. La creciente demanda de juegos de rol y competencias estratégicas, así como la popularidad creciente del Laser Tag, indica que existe una oportunidad en el mercado para este tipo de proyecto. A lo largo del desarrollo de este proyecto, se ha llevado a cabo una investigación exhaustiva sobre las tecnologías utilizadas en el Laser Tag, como es con el caso de los microcontroladores ESP32 y las comunicaciones inalámbricas; se ha estudiado el diseño de los roles y habilidades en los juegos de rol de Laser Tag, identificando la importancia de un equilibrio adecuado para una experiencia de juego dinámica y estratégica.

El análisis de la competencia ha permitido identificar a los competidores directos e indirectos en el mercado de los juegos de rol de Laser Tag. Se ha evaluado la calidad del juego, la innovación, la estrategia de precios y la reputación de marca de los competidores para comprender mejor el panorama competitivo y encontrar oportunidades para diferenciarse.

Como conclusión personal este proyecto ha logrado desarrollar un nuevo concepto de juego en vivo: el Laser Tag rol, algo que todavía no se ha visto sin implementar nuevas tecnologías como es el caso de realidad aumentada o virtual. Hay que destacar la importancia de la innovación y la diferenciación en un mercado altamente competitivo, ya sea el *Laser Tag* u otro nicho. Este proyecto ofrece una propuesta única que puede atraer a una amplia base de jugadores y generar una experiencia de juego inigualable.

“La combinación de elementos de juego de rol, tecnología y un enfoque estratégico en el diseño de roles y habilidades ha podido generar un concepto atractivo para los jugadores.”

8. Posibles ampliaciones

Una de las posibilidades de ampliación es la incorporación de nuevos roles y habilidades al juego. Esto permitiría una mayor diversidad y personalización de las estrategias de juego, brindando a los jugadores más opciones para adaptarse a su estilo de juego preferido, por ejemplo, se podrían introducir roles de apoyo como el *ingeniero*, que tendría la capacidad de reparar estructuras dañadas durante el juego, o el *explorador*, que podría revelar la ubicación de los enemigos en el mapa (incluyendo un brazalete que muestre temporalmente la ubicación del resto de jugadores).

Otra posible ampliación es la creación de escenarios y modos de juego adicionales. Esto mantendría la variedad y emoción del juego, ofreciendo a los jugadores nuevas experiencias y desafíos, por ejemplo, se podrían diseñar *escenarios temáticos*, como una ciudad en ruinas o un laboratorio futurista, cada uno con características y objetivos únicos. También se podrían implementar modos de juego especiales, como defender una posición, descubrir el infiltrado, uno contra todos...

En términos de tecnología, una ampliación interesante sería mejorar la precisión y respuesta de los dispositivos utilizados en el juego. Esto podría lograrse mediante la investigación y desarrollo de tecnologías de detección más avanzadas, como sensores de movimiento más sensibles y algoritmos de procesamiento de señales más sofisticados. Esto garantizaría una mayor precisión en la detección de disparos y movimientos, mejorando la experiencia de juego para los jugadores.

Una ampliación que podría brindar una experiencia aún más inmersiva es la integración de elementos de realidad virtual o aumentada en el juego, pero no en su totalidad. Esto permitiría a los jugadores sumergirse aún más en el entorno virtual del juego e interactuar con personajes y objetos virtuales, por ejemplo, se podrían utilizar dispositivos de hologramas para visualizar entorno experimentar una sensación más realista al moverse por el campo de juego.

Considerar un desarrollo de una plataforma en línea que permita a los jugadores competir y conectarse con otros jugadores de todo el mundo. Esto ampliaría la experiencia de juego, permitiendo organizar torneos y eventos especiales. Una plataforma en línea también podría

ofrecer características adicionales, como estadísticas de jugador, clasificaciones y sistemas de recompensas, además, podrían involucrar a patrocinadores y colaboradores para hacerlos más atractivos y ofrecer premios emocionantes.

Otra ampliación importante sería mejorar el diseño y la calidad de los accesorios utilizados en el juego. Esto incluiría las pistolas láser, escudo, varita, sensores y otros elementos físicos. Mejorar la calidad de los accesorios no solo aumentaría la durabilidad y funcionalidad de los dispositivos, sino que también contribuiría a una experiencia de juego más inmersiva y satisfactoria para los jugadores.

Otra posible ampliación sería la implementación de un sistema de progresión y recompensas para los jugadores. Esto podría motivar a los jugadores a seguir participando y mejorando en el juego, al ofrecerles desafíos y logros que desbloquear a medida que avanzan dentro de la partida. Se podrían incluir rangos, insignias y elementos personalizables para premiar el progreso y fomentar la competitividad entre los jugadores.

La integración de elementos de inteligencia artificial en el juego. Esto podría permitir la creación de personajes NPC controlados por sí mismos, (estaciones robóticas que se muevan por el campo de juego), que agregarían desafíos adicionales y realismo al juego. Estos personajes podrían tener habilidades únicas y comportamientos inteligentes, lo que añadiría una capa adicional de estrategia y emoción para los jugadores.

Una posible mejora en términos de diseño de juego sería la inclusión de escenarios dinámicos y destructibles, algo nunca visto dentro de un local de laser tag. Esto implicaría la creación de entornos que puedan cambiar y evolucionar durante el transcurso del juego, brindando a los jugadores la oportunidad de adaptarse y utilizar estrategias diferentes. Por ejemplo, se podrían agregar estructuras que puedan ser destruidas con los disparos, lo que cambiaría la configuración del campo de juego y ofrecería nuevas oportunidades tácticas.

Finalmente, una posible ampliación sería la colaboración con otras empresas o establecimientos de entretenimiento para crear experiencias interactivas y temáticas. Esto podría implicar la creación de eventos especiales donde se combine el Laser Tag de rol con otros elementos, como actores en vivo, efectos especiales y escenografía temática. Esta colaboración podría atraer a un público más amplio y brindar una experiencia única y memorable para los jugadores.

9. Bibliografía

- [1] ALFAZONE. Historia del Laser Tag [en línea] [consulta: 19/12/2022].
Disponibile en <https://www.alfazone.net/laser-game/historia-del-Laser-Tag-laser-game/>
- [2] LaserForce Tag [en línea] [consulta: 02/02/02023]
<https://laserforcetag.com>
- [3] Zone Laser Tag. Negocio Laser. [en línea] [consulta: 19/12/2022].
Disponibile en <https://Lasertag.com/como-iniciar-un-negocio-de-etiqueta-laser/?lang=es>
- [4] ALFAZONE. *Historia del Laser Tag*. Alfazone. [en línea]. Recuperado el 19 de diciembre de 2022 de <https://www.alfazone.net/laser-game/historia-del-Laser-Tag-laser-game/>
- [5] LaserForce. (s.f.). *Home*. Laserforce Tag [en línea]. Recuperado el 2 de febrero de 2023 de <https://laserforcetag.com>
- [6] Zone Laser Tag. (s.f.). *Como iniciar un negocio de etiqueta laser*. Zone Laser Tag. [en línea]. Recuperado el 19 de febrero de 2022 de <https://Lasertag.com/como-iniciar-un-negocio-de-etiqueta-laser/?lang=es>
- [7] Sara Santos. (2020). *ESP-MESH with ESP32 and ESP8266: Getting Started (painlessMesh library)*. Random Nerd Tutorials. Recuperado el 12 de abril de 2023 de <https://randomnerdtutorials.com/esp-mesh-esp32-esp8266-painlessmesh/>
- [8] Serrano Castillo, M., & Gómez Rosales, C. (2016). *Trabajo Plan de viabilidad económico-financiero. Laser Tag S.L.* [Trabajo de Final de Grado, Universidad de Jaen]. Disponible en <https://tauja.ujaen.es/bitstream/10953.1/6736/1/Trabajo-Fin-de-Grado-Miguel-angel-Serrano-Castillo-REAL-GAME-S.L-PLAN-DE-VIABILIDAD-ECONOMICO-FINANCIERO.pdf>
- [9] International Laser Tag Association (ILTA). (s.f.). *Indoor laser tag*. International Laser Tag Association. Laser Tag Museum. [en línea] Disponible en <http://www.LaserTagmuseum.com/indoor-laser-tag/indoor-companies/g-k/ilta>
- [10] Marketdata Enterprises Inc. (2018). *Laser Tag Arenas & The Audience - Market Size, Market Potential, Customer Profile, Marketing Ideas & Tips*. MarketResearch.com. Disponible en

- <https://www.marketresearch.com/Marketdata-Enterprises-Inc-v416/Laser-Tag-Arenas-Audience-11872931/>
- [11] Laser Tag.net. (s.f.). *Professional equipment for Laser Tag business*. Laser Tag.net. Disponible en <https://www.Lasertag.net/>
- [12] Delta Strike. (s.f.). *Laser Tag Technology Trends*. Delta Strike. Disponible en <https://www.deltastrike.com/laser-tag-blog/laser-tag-technology-trends/>
- [13] Duino4projects. (2016). *Arduino Laser Tag - duelsaber*. Instructables. Disponible en <https://www.instructables.com/arduino-laser-tag-duelsaber/>
- [14] Intergame. (s.f.). *The importance of testing*. Intergame Online. Disponible en <https://www.intergameonline.com/features/the-importance-of-testing>
- [15] Mckinsey & company. (s.f.). *Using data to improve the guest experience in entertainment*. Mckinsey.com. Disponible en <https://www.mckinsey.com/industries/media-and-entertainment/our-insights/using-data-to-improve-the-guest-experience-in-entertainment>
- [16] Zone Laser Tag. (s.f.). *How to start a Laser Tag business*. Zone Lasertag. Disponible en <https://www.Lasertag.com/starting-a-laser-tag-business>
- [17] Hyken, s. (2018). *10 reasons why good customer service is your most important metric*. Forbes. Disponible en <https://www.forbes.com/sites/shephyken/2018/05/20/10-reasons-why-good-customer-service-is-your-most-important-metric/?sh=58df6b221a6c>
- [18] Talent.com (s.f.). *Salario para Ingeniero Informático en España - Salario Medio*. Talent.com [en línea]. Recuperado el 3 de febrero de 2023 de <https://es.talent.com/salary?job=ingeniero+inform%C3%A1tico>
- [19] Velasco, J. (2020). *Estas son las leyes que regulan el Medio Ambiente en España*. GNDIARIO. [en línea]. Recuperado el 3 de febrero de 2023 <https://www.gndiario.com/leyes-medio-ambiente-espana>
- [20] Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. Gobierno de España. *Legislación específica del área de Calidad y Evaluación Ambiental*. MITECO. [en línea]. Recuperado el 3 de febrero de 2023 de <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/legislacion/>
- [21] Muñoz, A. (2022). *¿Qué es GitHub y para qué sirve?* - Webempresa. Webempresa. Disponible en <https://www.webempresa.com/hosting/que-es-github.html>
- [22] Techtutorialsx. (s.f.). *ESP32: HTTP GET Requests*. Techtutorialsx. [En línea], Disponible en: <https://techtutorialsx.com/2017/05/19/esp32-http-get-requests/>

- [23] Arduino-IRremote. (2023). *Arduino-IRremote* [Biblioteca de Infrarojos Remotos para Arduino]. GitHub. Disponible en: <https://github.com/Arduino-IRremote/Arduino-IRremote>
- [24] DVarrel. (2023). *ESPAsyncWebSrv* [Async Web Server para ESP8266 y ESP32]. GitHub. Disponible en <https://github.com/dvarrel/ESPAsyncWebSrv>
- [25] KukNat. (2021). *Como utilizar la OLED con tu tarjeta ESP32 / Arduino*. [Video]. YouTube. Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=njdSxIwihxY>
- [26] Arduino CC. (s.f.). *Software* [Archivo Instalable]. Arduino.cc. Disponible en <https://www.arduino.cc/en/software>
- [27] Programador Novato. (2022). *Conexión WiFi ESP32* [Video]. YouTube. Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=cxzhuWPPVfI>
- [28] Official SR. (2023). *ESP32 HTTP GET and HTTP POST with Arduino IDE (JSON, URL Encoded, Text)* [Video]. Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=j0bhm-0Z1Sw>
- [29] Programador Novato. (2022). *ESP32 ¿Qué es y para qué sirve?* [Video]. Disponible en https://www.youtube.com/watch?v=VuJkqL2Ys3Y&list=PLCTD_CpMeEKTvjzabAvLGHakg-ql6t0q6
- [30] González, J. (2023). *JoelGoGo – LaserTagRol* [Repositorio de materiales del Proyecto]. Disponible en <https://github.com/JoelGoGo/LaserTagRol/tree/main/src/main>
- [31] Asilvestrats. (s.f.). *Asilvestrats | Juegos de Láser Tag a domicilio en barcelona*. Asilvestrats Laser Tag. Disponible en <https://www.asilvestrats.com/>