



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

DOBLE GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA Y ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Plan de negocio de empresa basada en Internet de las Cosas y el lanzamiento de un producto: regulador de puerta de garaje por reconocimiento de matrículas de coche mediante Raspberry Pi

Autor: Eladio Sánchez Checa

Tutor Informática: Miguel Ángel Patricio Guisado

Tutor ADE: César Moreno Pascual

Agradecimientos

A mis dos tutores: Miguel Ángel Patricio Guisado y César Moreno Pascual, por su labor guiándome este proyecto, pues sin ellos no habría podido hacerlo.

A Berlanga y Jesús, que han sido mis co-tutores y este proyecto también es suyo.

A Kike y Álvaro que han sido ejemplo para mí desde programación orientada a objetos.

A Jacobo, por ser compañero de trabajo y de lo que haga falta. Y a sus esbirros. ¡Claro que sí!

A Alba, que no ha sido una compañera, ha sido la compañera.

A mis demás compañeros de universidad: Esther, Mario, Andrea, Diego, Plácido, Izuzquiza, Corominas, Páez, Jorge, Súper, Guille, Álvaro, Kevin, la lista sigue y sigue.

A Carlos y Aitor, por sus reuniones, reuniones, reuniones.

A Ernesto, ejemplo de rectitud, honor y amistad.

A Thais, sin su apoyo esto no habría sido posible.

A María, Pablo, Leo y Saguardia.

A mis padres y mis hermanas, por aguantarme.

Y por último al resto de mi familia y en especial a mi abuela, que estará muy orgullosa.

Tabla de contenido

1.	Introducción	13
1.1.	Motivación	13
1.2.	Objetivos	14
1.2.1.	Empresa.....	14
1.2.2.	Producto.....	14
1.3.	Medios.....	15
1.4.	Estructura del documento.....	17
1.4.1.	Introducción	17
1.4.2.	Estado del arte	17
1.4.3.	Empresa.....	17
1.4.4.	Producto	18
1.4.5.	Conclusiones y trabajos futuros	18
1.4.6.	Bibliografía	19
1.4.7.	Anexos	19
2.	Estado del arte	20
2.1.	Producto.....	20
2.1.1.	Internet de las cosas.....	20
2.1.2.	Productos similares	21
2.2.	Tecnología	22
2.2.1.	Plataforma.....	22
2.2.2.	Librería de visión artificial	27
2.2.3.	Algoritmos de aprendizaje automático.....	28
3.	Empresa.....	36
3.1.	Resumen ejecutivo.....	36
3.2.	Propuesta de valor	37
3.3.	Análisis estratégico.....	38
3.3.1.	PESTL	38
3.3.2.	Porter.....	40
3.3.3.	Análisis interno: Capacidad y recursos necesarios y disponibles.....	45
3.3.4.	DAFO.....	46
3.3.5.	Conclusión	47
3.4.	Plan de marketing	48
3.4.1.	Posicionamiento y segmentación.....	48

3.4.2.	4 P's	49
3.4.3.	Conclusión y cuadro resumen	50
3.5.	Plan de operaciones	52
3.5.1.	Objetivo de las operaciones	52
3.5.2.	Cadena de valor.....	53
3.6.	Personas	56
3.6.1.	Equipo.....	56
3.6.2.	Organización.....	57
3.6.3.	Plan de incorporaciones.....	59
3.7.	Forma jurídica y fiscalidad.....	60
3.8.	Plan económico financiero.....	61
3.8.1.	Modelo de ingresos, costes e inversión	61
3.8.2.	P&L	67
3.8.3.	Flujo de caja.....	69
3.8.4.	Valoración de la empresa.....	72
3.8.5.	Balance	74
3.8.6.	Sensibilidad	75
3.8.7.	Indicadores financieros	79
3.9.	Plan de acción	80
4.	Producto.....	82
4.1.	Configuración de la Raspberry Pi y cámara.....	82
4.1.1.	Instalando el sistema operativo	82
4.1.2.	Actualizando el firmware	83
4.1.3.	Instalando la cámara	83
4.1.4.	Instalando OpenCV.....	85
4.1.5.	Instalando otros paquetes importantes.....	86
4.1.6.	Instalando los drivers de la cámara.....	86
4.1.7.	Probando un programa de ejemplo	87
4.2.	Reconocimiento de matrículas.....	89
4.2.1.	Detección de matrículas.....	90
4.2.2.	Reconocimiento de caracteres.....	91
4.3.	Análisis del sistema	93
4.3.1.	Definición del sistema	93
4.3.2.	Requisitos de usuario	94

4.3.3.	Casos de uso	105
4.3.4.	Requisitos de software	109
4.3.5.	Matriz de trazabilidad	125
4.4.	Diseño del sistema	126
4.4.1.	Arquitectura del sistema	126
4.4.2.	Subsistemas.....	127
4.4.3.	Interfaces de usuario.....	134
4.4.4.	Ejemplo de uso	142
4.5.	Planificación y presupuesto	147
4.5.1.	Planificación	147
4.5.2.	Presupuesto.....	150
4.6.	Manual de usuario	153
4.6.1.	Página web	153
4.6.2.	Aplicación móvil	159
4.7.	Marco regulatorio	163
5.	Conclusiones y futuros trabajos.....	164
5.1.	Conclusiones.....	164
5.1.1.	Empresa.....	164
5.1.2.	Producto.....	166
5.1.3.	General.....	166
5.2.	Futuros trabajos	167
5.2.1.	Algoritmo.....	167
5.2.2.	Sistema software.....	168
6.	Bibliografía	169
7.	Anexos.....	176
7.1.	Anexo I: Glosario de acrónimos y definiciones	176
7.1.1.	Acrónimos	176
7.1.2.	Definiciones.....	178
7.2.	Anexo II: Datos económicos y financieros completos.....	181
7.3.	Anexo III: Introducción y conclusiones en inglés	210

Índice de ilustraciones

Ilustración 1 - Raspberry Pi utilizada en el proyecto.....	16
Ilustración 2 - Banana Pi - via www.lemaker.org	23
Ilustración 3 - BeagleBone Black - via www.adafruit.com	24
Ilustración 4 - MinnowBoard MAX - via www.minnowboard.org	25
Ilustración 5 - Odroid via www.hardkernel.com	25
Ilustración 6 - Logo de OpenCV.....	27
Ilustración 7 - Ejemplo de árbol de decisión.....	29
Ilustración 8 - Ejemplo KNN.....	30
Ilustración 9 - SVM - Autor: José Luis Alba Castro, Universidad de Vigo.....	31
Ilustración 10 - Funcionamiento de una neurona artificial.....	31
Ilustración 11 - Funciones de activación.....	32
Ilustración 12 - Red de neuronas artificiales, perceptrón multicapa.....	32
Ilustración 13 - K-Means 1ª iteración.....	33
Ilustración 14 - K-Means 2ª iteración.....	34
Ilustración 15 - Cuadro resumen Porter.....	44
Ilustración 16 - Secuencia de Actividades de Negocio.....	53
Ilustración 17 - Cadena de valor añadido.....	55
Ilustración 18 - Organigrama Inicial.....	57
Ilustración 19 - Organigrama Futuro.....	58
Ilustración 20 - Plan de acción.....	81
Ilustración 21 - Raspberry Pi y cámara - vía thepihut.com	84
Ilustración 22 - Detalle de colocación de la cámara - vía thepihut.com	84
Ilustración 23 - Panel de configuración de Raspberry Pi - vía thepihut.com	85
Ilustración 24 - Detalle de matrícula extraído del BOE.....	89
Ilustración 25 - Proceso de reconocimiento de matrículas.....	89
Ilustración 26 - Diagrama de casos de uso.....	109
Ilustración 27 - Arquitectura del sistema.....	126
Ilustración 28 - Funcionamiento servidor web.....	130
Ilustración 29 - Funcionamiento página web.....	131
Ilustración 30 - Diagrama de flujo actualizador de lista de matrículas permitidas.....	132
Ilustración 31 - Diagrama cliente-servidor Raspberry Pi.....	133
Ilustración 32 - Prototipado app - Login.....	135

Ilustración 33 - Prototipado app - Principal	136
Ilustración 34 - Prototipado app - Matrículas permitidas	137
Ilustración 35 - Prototipado app - Historial	138
Ilustración 36 - Prototipado web - Principal.....	139
Ilustración 37 - Prototipado web - Matrículas permitidas	140
Ilustración 38 - Prototipado web - Historial	141
Ilustración 39 - Ejemplo de uso - Alta de matrícula	142
Ilustración 40 - Ejemplo de uso - Actualización listado.....	143
Ilustración 41 - Ejemplo de uso - Nuevo registro en historial.....	144
Ilustración 42 - Ejemplo de uso - Comprobar historial	145
Ilustración 43 - Diagrama de Gantt - Compacto.....	148
Ilustración 44 - Ciclo de trabajo	148
Ilustración 45 - Diagrama de Gantt - Expandido	149
Ilustración 46 - Página web - Principal	153
Ilustración 47 - Página web - Registrado con éxito	154
Ilustración 48 - Página web - Principal	155
Ilustración 49 - Página web - Logueado con éxito.....	155
Ilustración 50 - Página web - Gestión de matrículas.....	156
Ilustración 51 - Página web - Historial de matrículas.....	157
Ilustración 52 - Página web - Desconexión	158
Ilustración 53 - App - Login.....	159
Ilustración 54 - App - Principal	160
Ilustración 55 - App - Gestión de matrículas	161
Ilustración 56 - App - Historial.....	162

Índice de tablas

Tabla 1 - Características del equipo de desarrollo	15
Tabla 2 - Especificaciones de la Raspberry Pi	15
Tabla 3 - Comparativa modelos Raspberry Pi	22
Tabla 4 - Comparativa alternativas a Raspberry Pi	26
Tabla 5 - Cuadro resumen PESTL.....	40
Tabla 6 - Cuadro resumen DAFO	47
Tabla 7 - Segmentos de potenciales usuarios	48
Tabla 8 - Cuadro resumen 4Ps Marketing.....	51
Tabla 9 - Factores de ingresos de los productos	62
Tabla 10 - Ingresos anuales	64
Tabla 11 - Costes anuales	65
Tabla 12 - Datos sobre inversión y amortización	66
Tabla 13 - Inversiones y amortizaciones anuales.....	66
Tabla 14 - Cuenta de resultados.....	68
Tabla 15 - Flujos de caja	70
Tabla 16 - Deuda	71
Tabla 17 - Flujo de caja del accionista.....	71
Tabla 18 - Beta cualitativa	72
Tabla 19 - Betas y tasas de descuento anuales.....	73
Tabla 20 - Valores descontados	73
Tabla 21 - VAN y TIR	74
Tabla 22 – Balance.....	74
Tabla 23- Variación de los supuestos.....	76
Tabla 24 - Indicadores financieros	79
Tabla 25 - Plantilla de requisito.....	95
Tabla 26 - RUC-01	96
Tabla 27 - RUC-02	96
Tabla 28 - RUC-03	97
Tabla 29 - RUC-04	97
Tabla 30 - RUC-05	98
Tabla 31 - RUC-06	98
Tabla 32 - RUC-07	99

Tabla 33 - RUC-08.....	99
Tabla 34 - RUC-09.....	100
Tabla 35 - RUC-10.....	100
Tabla 36 - RUC-11.....	101
Tabla 37 - RUC-12.....	101
Tabla 38 - RUC-13.....	102
Tabla 39 - RUC-14.....	102
Tabla 40 - RUR-01.....	103
Tabla 41 - RUR-02.....	103
Tabla 42 - RUR-03.....	104
Tabla 43 - RUR-04.....	104
Tabla 44 - Plantilla de caso de uso	105
Tabla 45 - Caso de uso Registrarse.....	106
Tabla 46 - Caso de uso Autenticarse	106
Tabla 47 - Caso de uso Desconectarse	106
Tabla 48 - Caso de uso Consultar matrículas autorizadas.....	107
Tabla 49 - Caso de uso Dar de alta una matrícula.....	107
Tabla 50 - Caso de uso Dar de baja una matrícula	107
Tabla 51 - Caso de uso Consultar historial	108
Tabla 52 - Caso de uso Acceder al garaje.....	108
Tabla 53 - RSF-01.....	110
Tabla 54 - RSF-02.....	111
Tabla 55 - RSF-03.....	111
Tabla 56 - RSF-04.....	112
Tabla 57 - RSF-05.....	112
Tabla 58 - RSF-06.....	113
Tabla 59 - RSF-07.....	113
Tabla 60 - RSF-08.....	114
Tabla 61 - RSF-09.....	114
Tabla 62 - RSF-10.....	115
Tabla 63 - RSF-11.....	115
Tabla 64 - RSF-12.....	116
Tabla 65 - RSF-13.....	116
Tabla 66 - RSF-14.....	117
Tabla 67 - RSF-15.....	117

Tabla 68 - RSF-16.....	118
Tabla 69 - RSF-17.....	118
Tabla 70 - RSF-18.....	119
Tabla 71 - RSR-01.....	119
Tabla 72 - RSR-02.....	120
Tabla 73 - RSR-03.....	120
Tabla 74 - RSI-01.....	121
Tabla 75 - RSI-02.....	121
Tabla 76 - RSI-03.....	122
Tabla 77 - RSO-01.....	122
Tabla 78 - RSO-02.....	123
Tabla 79 - RSD-01.....	123
Tabla 80 - RSD-02.....	124
Tabla 81 - RSS-01.....	124
Tabla 82 - Matriz de trazabilidad.....	125
Tabla 83 - Servlets y clientes.....	129
Tabla 84 - Servlets e información enviada y respuesta.....	129
Tabla 85 - Características equipo de desarrollo.....	150
Tabla 86 - Características Raspberry Pi.....	150
Tabla 87 - Características smartphone.....	151
Tabla 88 - Costes de hardware.....	151
Tabla 89 - Costes de software.....	151
Tabla 90 - Costes de personal.....	152
Tabla 91 - Costes totales.....	152
Tabla 96 - Ingresos Año 0.....	182
Tabla 97 - Ingresos Año 1.....	183
Tabla 98 - Ingresos Año 2.....	184
Tabla 99 - Ingresos Año 3.....	185
Tabla 100 - Ingresos Año 4.....	186
Tabla 101 - Costes Año 0.....	188
Tabla 102 - Costes Año 1.....	190
Tabla 103 - Costes Año 2.....	192
Tabla 104 - Costes Año 3.....	194
Tabla 105 - Costes Año 4.....	196
Tabla 106 - Inversión y amortización Año 0.....	197

Tabla 107 - Inversión y amortización Año 1	197
Tabla 108 - Inversión y amortización Año 2	197
Tabla 109 - Inversión y amortización Año 3	198
Tabla 110 - Inversión y amortización Año 4	198
Tabla 111 - Cuenta de Resultados Año 0.....	201
Tabla 112 - Cuenta de Resultados Año 1.....	203
Tabla 113 - Cuenta de Resultados Año 2.....	205
Tabla 114 - Cuenta de Resultados Año 3.....	207
Tabla 115 - Cuenta de Resultados Año 4.....	209

Índice de gráficos

Gráfico 1 - Facturación del negocio de la seguridad	41
Gráfico 2 - Facturación de las principales empresas de seguridad	42
Gráfico 3 - Número de trabajadores de las principales empresas de seguridad	42
Gráfico 4 - Dimensiones operativas	53
Gráfico 5 - Número de usuarios	63
Gráfico 6 - Ingresos mensuales	63
Gráfico 7 - Costes acumulados	65
Gráfico 8 - Evolución de los beneficios	69
Gráfico 9 - Distribución de probabilidad del número inicial de usuarios.....	75
Gráfico 10 - VAN sin Terminal Value	77
Gráfico 11 - TIR sin Terminal Value	77
Gráfico 12 - VAN con Terminal Value.....	78
Gráfico 13 - TIR con Terminal Value.....	78
Gráfico 14 - Datos estadísticos sobre las predicciones	79

1. Introducción

1.1. Motivación

Comencé este proyecto por una beca de colaboración con el Grupo de Inteligencia Artificial Aplicada (GIAA) del campus de Colmenarejo de la Universidad Carlos III de Madrid. En este departamento buscaban realizar proyectos basados en visión computerizada [1][2]. El departamento tenía múltiples propuestas, unas orientadas más hacia la investigación y otras más hacia crear una aplicación. Dado que yo quería hacer un proyecto que aunara las dos carreras que he realizado, me decidí por la segunda opción.

Mi tutor de informática, Miguel Ángel Patricio, me mostró su interés por trabajar con Raspberry Pi [3] a la hora de desarrollar una aplicación de este tipo. Me pareció una idea muy interesante, pues siempre he echado en falta en la carrera una parte más hardware y en mi rama (computación) no tuve la asignatura en la que se manejaban los Arduinos [4].

Entre las distintas ideas que surgieron la que más me interesaba es de la que trata este proyecto. Una Raspberry Pi capaz de reconocer automáticamente matrículas de coche y abrir una puerta de garaje al reconocer ciertas matrículas. Además me pareció que era la que más salida comercial podía tener.

Una vez decidido esto, busqué un tutor que me llevase la parte empresarial del proyecto. Fue entonces cuando hablé con César Moreno Pascual. Al plantearle la idea, le pareció interesante pero fue más allá. Me propuso no circunscribir el alcance de la empresa a únicamente la comercialización de este producto, sino pensar más a lo grande para crear una empresa basada en Internet de las Cosas [5][6], con mayores aspiraciones. Esto me pareció una gran idea, pues aunque añadiera dificultad al proyecto, sería más profesional y tendría más sentido.

De este modo, con la orientación de mis dos tutores realicé este proyecto, que me ha servido para culminar de forma satisfactoria este periodo de mi vida.

1.2. Objetivos

Los objetivos de este proyecto pueden dividirse en dos vertientes: los objetivos enfocados al ámbito empresarial por un lado y por otro los objetivos orientados al producto, que tendrán un tono más técnico.

1.2.1. Empresa

En este proyecto se pretende crear una empresa basada en Internet de las Cosas (IoT). Esta empresa tendrá como núcleo la innovación. A lo largo de este documento se detallará el plan de negocio propuesto para llevar a cabo la creación de esta empresa de modo que sus probabilidades de éxito sean altas.

La empresa comercializará inicialmente el producto reconocedor automático de matrículas de coche del que se hablará detalladamente en el apartado 4. Esa será la primera fase de la empresa, mientras que la segunda consistirá en la creación de un producto concentrador de IoT que permitirá la comunicación entre distintos aparatos del hogar.

El principal objetivo de este trabajo respecto al ámbito empresarial es realizar un análisis completo tanto de la empresa como del sector para determinar si es factible la constitución de dicha empresa y realizar una correcta planificación de su desarrollo.

1.2.2. Producto

Los objetivos de los que consta el proyecto, relativos al producto están relacionados con la carrera de ingeniería informática y más concretamente con la rama de computación, ya que todo el producto está orientado al concepto de visión computarizada.

El primer objetivo es el análisis de las capacidades del ordenador de placa reducida (SBC, Single Board Computer) Raspberry Pi, de cara al procesamiento de imágenes. Es decir, comprobar de qué es capaz este pequeño ordenador de bajo coste, con sus características limitadas, en cuanto al reconocimiento de objetos y patrones en imágenes y si es posible procesar imágenes en tiempo real.

El siguiente objetivo es la configuración de la Raspberry Pi, desde el sistema operativo a cualquier software y hardware necesario, incluyendo la cámara para poder captar las imágenes a procesar, así como sus drivers y librerías que permitan conectar la cámara con las librerías de OpenCV [7], que facilitarán el procesamiento de imágenes.

El objetivo final es el desarrollo de un producto que es capaz de reconocer matrículas de coche en tiempo real, para poder abrir una puerta de garaje al reconocer una matrícula autorizada.

También es un objetivo la creación de una aplicación web y una aplicación móvil que permitan la gestión de las matrículas autorizadas, así como el acceso a un historial de los coches que han entrado en el garaje.

1.3. Medios

Los medios utilizados para el desarrollo de este proyecto han sido un ordenador y una Raspberry Pi con sus accesorios. Todo el equipo ha sido provisto por el Grupo de Inteligencia Artificial Aplicada (GIAA). A continuación se describen las características de ambos:

Ordenador

Procesador	Intel Core 2 Quad Q9300 (2.5 GHz)
Memoria RAM	6 GB
Disco Duro	1 TB
Sistema Operativo	Windows 7 (64 bits)

Tabla 1 - Características del equipo de desarrollo

Coste aproximado del equipo: 700€

Raspberry Pi

Modelo	B
CPU	ARM1176JZF-S (700 MHz)
GPU	Broadcom VideoCore IV (250 MHz)
Memoria RAM	512 MB (compartido con GPU)
USB	2 USB 2.0
Ethernet	Sí
Salida de vídeo	HDMI, RCA
Salida de audio	3.5mm jack, HDMI
Almacenamiento	Tarjeta SD
Tamaño	85.6 x 56 mm

Tabla 2 - Especificaciones de la Raspberry Pi

Además de la Raspberry se compraron ciertos accesorios para su correcto funcionamiento, entre los que se incluyen:

- Carcasa de metacrilato
- 2 tarjetas SD de 8GB con NOOBS
- Cámara
- Cámara sin filtro infrarrojo
- Conversor HDMI-VGA
- Adaptador WiFi USB

Coste: 126€



Ilustración 1 - Raspberry Pi utilizada en el proyecto

1.4. Estructura del documento

En este apartado se explicará de qué apartados y subapartados consta este documento, con el objetivo de facilitar al lector la búsqueda de información concreta a lo largo del documento y la comprensión del mismo.

1.4.1. Introducción

La memoria de este trabajo de fin de grado consta de siete grandes apartados. El primero es la **introducción**, en la cual se encuentra este subapartado. En la introducción se explica, de un modo superficial, en qué consiste el proyecto, por qué se ha elegido este proyecto, cuáles son los objetivos que se pretenden conseguir, qué medios se han empleado para llevarlo a cabo y qué información contiene el documento.

1.4.2. Estado del arte

En este apartado se explicará el contexto en el que se inscribe este trabajo, indicando otros productos similares y tecnologías empleadas así como otras alternativas que finalmente fueron descartadas.

1.4.3. Empresa

El siguiente apartado tratará todo el aspecto de la **empresa**. Los distintos subapartados que contiene describirán las distintas facetas del plan de negocio de la empresa. Comienza con el resumen ejecutivo, que expresa a grandes rasgos en qué consiste la empresa, a qué se va a dedicar. El siguiente subapartado es la propuesta de valor. Esta indica por qué debería realizarse, qué aporta interesante para los consumidores y la sociedad.

El análisis estratégico es una visión a todos los factores relevantes a la hora de hacer la empresa, tanto el contexto en el que se encuentra, como un análisis interno, etc. Con toda esta información se pueden tomar decisiones importantes sobre el futuro de la empresa, tales como a quién debe dirigirse, cómo orientarla, cuáles son los puntos fuertes y los puntos débiles de la empresa.

El plan de marketing es el siguiente apartado y explica cómo se hará que el producto sea atractivo para los potenciales clientes, cómo se va a atraer clientes para que adquieran el producto. También se determina qué tipos de clientes potenciales hay y cuál será el enfoque para cada tipo.

El plan de operaciones explica cómo funciona todo el proceso del negocio, la cadena de valor, explicando dónde está situada nuestra empresa y cómo se relaciona con proveedores y distribuidores para lograr su objetivo.

El siguiente apartado es el relativo a las personas que conforman la empresa. Se explica la función de cada integrante de la empresa, su situación dentro del organigrama y cómo se espera que el organigrama evolucione con el tiempo.

A continuación se trata el tema de la forma jurídica y la fiscalidad, es decir, se explica qué forma jurídica tendrá la empresa y por qué se ha tomado esta decisión.

El apartado del plan económico explicará cómo obtendrá ingresos la empresa, cuáles son los costes, cuál será la valoración de la empresa y otros aspectos económicos relevantes.

El plan de acción establecerá la cronología adecuada para cumplir las tareas y asegurar el correcto desarrollo de la empresa.

1.4.4. Producto

El tercer apartado contiene todo lo relativo al **producto** a desarrollar. Este apartado es más técnico, puesto que está más orientado a la parte informática. Consta de seis subapartados. El primero trata sobre la configuración de la Raspberry Pi y su cámara, en el que se explicarán los pasos necesarios para poner la Raspberry Pi a punto para comenzar el desarrollo del software.

El siguiente subapartado, nombrado “4.2. Reconocimiento de matrículas” explica en detalle el algoritmo empleado para la funcionalidad del reconocimiento de matrículas de coche mediante la Raspberry Pi.

El subapartado “4.3. Análisis del sistema” se obtendrán las especificaciones del sistema, recopilando todo lo que debe hacer el sistema. A continuación el subapartado “4.4 Diseño del sistema” tratará sobre cómo resolver el problema planteado durante el análisis del sistema, detallando la arquitectura del sistema y sus distintos componentes.

El subapartado 4.5 contendrá una planificación y presupuesto estimados del proyecto software realizado. Por último, el subapartado 4.6 contendrá un manual que indica cómo utilizar el software orientado al usuario final.

1.4.5. Conclusiones y trabajos futuros

El apartado de **conclusiones y trabajos futuros** analizará, por una parte, si los objetivos planteados en la introducción se han visto cumplidos y en qué medida, además de qué se ha aprendido durante la realización de este proyecto. También se reflexionará sobre cómo se podría mejorar el software desarrollado o cuáles serían los siguientes pasos a dar, tanto con el producto como con la empresa.

1.4.6. Bibliografía

Este apartado contiene las fuentes que han sido consultadas a la hora de realizar este proyecto. Cada una de ellas tendrá un número asociado, de modo que cuando se mencione algo en el texto que tenga una cita bibliográfica asociada se pueda encontrar con facilidad.

1.4.7. Anexos

Por último, habrá un apartado de **anexos**, que incluirá contenido relevante para el proyecto pero no esté incluido en la propia estructura del documento. Los anexos que contiene son un glosario de acrónimos y definiciones, un desglose en más detalle de los datos económicos y financieros de la empresa y una traducción al inglés de la introducción y las conclusiones de este proyecto.

2. Estado del arte

En este apartado se realizará un análisis que contemple dos vertientes. La primera hace referencia a las soluciones actuales propuestas para el problema del reconocimiento automático de matrículas o ALPR (Automatic License Plate Recognition)[8][9][10], así como el estado actual del paradigma de Internet de las Cosas (IoT) [11][12]. Esto facilitará la contextualización de este proyecto, definiendo el entorno en el que se encuentra.

La otra vertiente trata sobre las tecnologías y técnicas empleadas en el desarrollo de este producto, así como posibles alternativas a las utilizadas.

2.1. Producto

2.1.1. Internet de las cosas

Lo primero para situar el contexto de este proyecto es hablar sobre **Internet de las Cosas** (IoT, Internet of Things) [13]. Se trata de un nuevo paradigma en el que los objetos físicos comunes, como pueden ser los coches, los electrodomésticos, los contenedores de basura y un largo etcétera, cuentan con sensores propios y pueden conectarse a internet, siendo conscientes de su entorno e interactuando entre ellos.

De un modo análogo al cambio que produjo el internet tradicional en la vida de las personas, Internet de las Cosas pretende revolucionar el modo de interactuar con nuestro entorno. Internet de las Cosas será la intersección entre Internet y el mundo físico.

Todos los objetos de IoT tendrán un **identificador único**, que permitirán diferenciar a ese objeto concreto de cualquier otro, de modo unívoco. Dependiendo de cuál sea su función, estos objetos pueden recibir información a través de unos **sensores**. Por ejemplo, un recipiente podrá percibir cómo de lleno está. Por último, dispondrán de un modo de **conectarse a Internet**. La combinación de estas características supondrá que estos objetos pueden ser consultados por su estado o controlados remotamente, desde cualquier parte del mundo con acceso a Internet.

Las posibilidades asociadas a este nuevo paradigma son innumerables. Información abundante sobre cualquier objeto, monitorización, eficiencia energética, logística, localización de objetos son algunos de los posibles usos de Internet de las Cosas.

IoT se enmarcará en un contexto en el que el **almacenamiento en la nube** será rápido y barato, por lo que almacenar la información generada por las cosas no supondrá un problema. Internet de las Cosas también será parte importante del fenómeno conocido como **Smart Cities** [14][15] o ciudades inteligentes, que consisten en ciudades en las que se utilizará la información generada por los habitantes y otros sistemas (IoT) para mejorar la eficiencia de las mismas.

2.1.2. Productos similares

Los sistemas de reconocimiento automático de matrículas no son algo nuevo. Ya existen y son utilizados en parkings, empresas, para identificar automáticamente a infractores de las leyes de tráfico, etc.

En España se encuentran múltiples empresas que ofrecen este servicio, como es el caso de Quadrex [16], Precisión Consulting [17] o Innova Systems Group [18].

Por supuesto, España no es el único lugar donde existen empresas que ofrezcan este servicio. Por ejemplo, en el caso de Reino Unido, donde la videovigilancia es ampliamente utilizada en temas de seguridad, la policía utiliza reconocimiento automático de matrículas [19] para “detectar, disuadir e interrumpir la criminalidad a nivel local, regional y nacional”. Mediante su sistema detectan las matrículas de los coches y las contrastan con una base de datos de vehículos sospechosos. Las cámaras que efectúan este servicio están instaladas en vehículos policiales así como en lugares fijos de localización no revelada por motivos evidentes.

Por lo tanto el objetivo de este proyecto no es crear algo totalmente novedoso, sino adaptar un producto existente (reconocedor automático de matrículas) a unas necesidades y un entorno concreto.

De este modo se pretende usar un algoritmo de reconocimiento automático de matrículas a una plataforma de pequeñas dimensiones (Raspberry Pi), a un precio reducido, con el objetivo de que llegue también a particulares, no solamente a empresas.

Muy recientemente (30 de Agosto de 2014) apareció un proyecto en un blog [20] en el que también se desarrolla un algoritmo de reconocimiento automático de matrículas para Raspberry. Este proyecto utiliza frameworks y librerías externas, además de usar un script en Python, lo que supone unos tiempos de procesado quizás demasiado elevado, entorno a los 10-13 segundos, según el desarrollador.

2.2. Tecnología

2.2.1. Plataforma

La plataforma escogida para implementar el algoritmo de reconocimiento automático de matrículas ha sido **Raspberry Pi**. Como ya se indicó en el apartado 1.2.2, Raspberry Pi es un ordenador de placa reducida (SBC, Single Board Computer). Sin embargo no es el único ordenador de estas características.

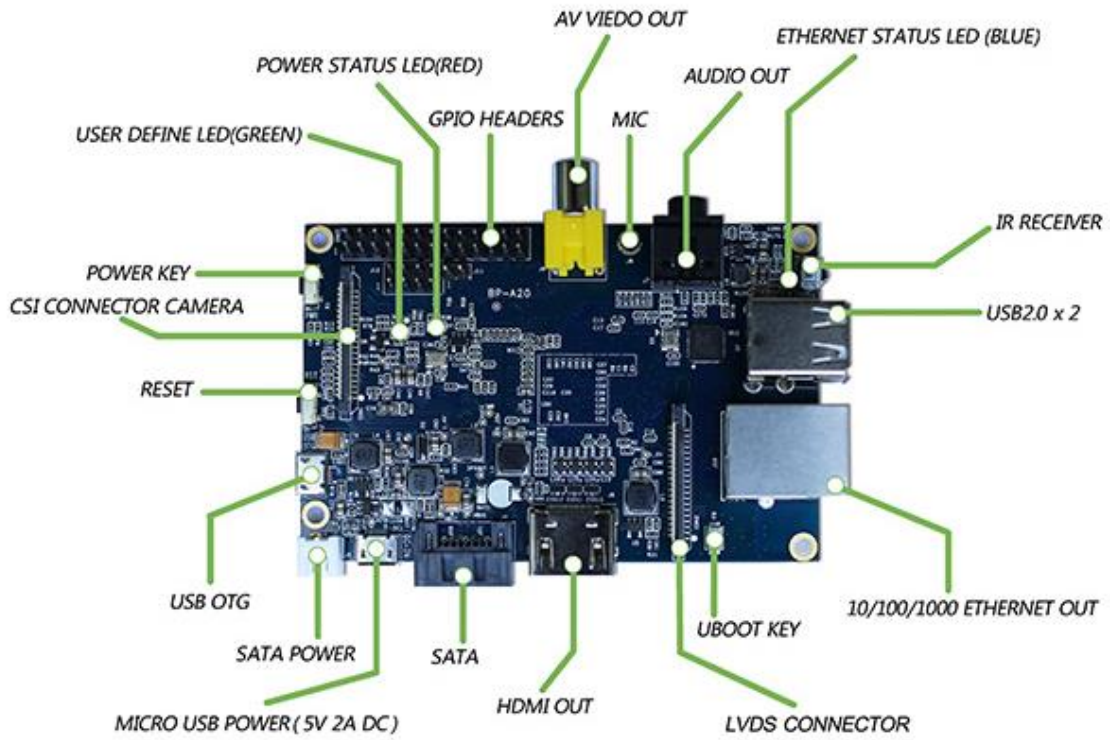
Dentro de Raspberry Pi encontramos dos modelos (A y B) en el momento de iniciar el proyecto, aunque el 14 de Julio de 2014, se lanzó el modelo B+ [21]. Ambos modelos son muy similares y a continuación se detallan sus características:

Modelo	A	B	B+
CPU	ARM1176JZF-S (700 MHz)	ARM1176JZF-S (700 MHz)	ARM1176JZF-S (700 MHz)
GPU	Broadcom VideoCore IV (250 MHz)	Broadcom VideoCore IV (250 MHz)	Broadcom VideoCore IV (250 MHz)
Memoria RAM	256 MB (compartido con GPU)	512 MB (compartido con GPU)	512 MB (compartido con GPU)
USB	1 USB 2.0	2 USB 2.0	4 USB 2.0
Ethernet	No	Sí	Sí
Salida de vídeo	HDMI, RCA	HDMI, RCA	HDMI, RCA
Salida de audio	3.5mm jack, HDMI	3.5mm jack, HDMI	3.5mm jack, HDMI
Almacenamiento	Tarjeta SD	Tarjeta SD	Tarjeta Micro SD
Tamaño	85.6 x 56 mm	85.6 x 56 mm	85.6 x 56 mm
Consumo energético	300 mA (1.5W)	700 mA (3.5W)	600 mA (3.0W)

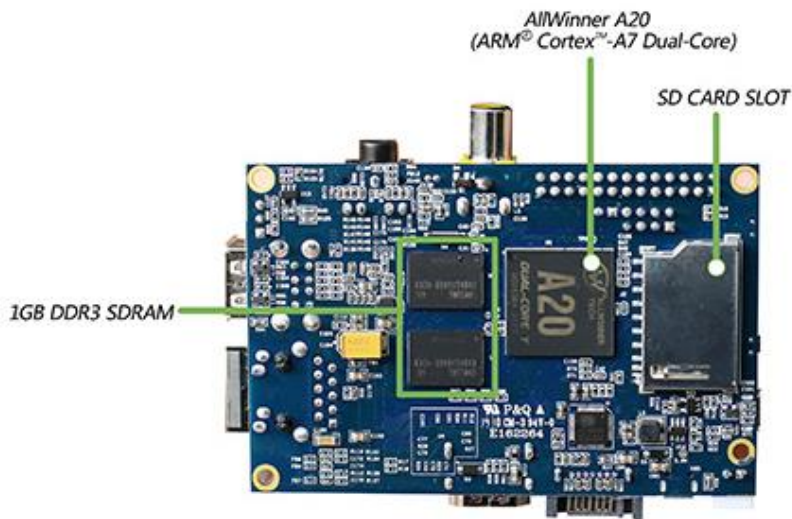
Tabla 3 - Comparativa modelos Raspberry Pi

Tal como se observa, no existen grandes diferencias entre los modelos. Sin embargo, para la tarea de procesamiento de imágenes requeriremos más memoria RAM, por lo que finalmente fue elegido el modelo B. De haber estado disponible el modelo B+ en el momento de comenzar el proyecto, este hubiera sido elegido, puesto que el mayor número de USB y la posibilidad de usar una tarjeta micro SD resultarían más cómodos, además de que el consumo eléctrico es menor.

Fuera de Raspberry Pi encontramos otras alternativas. Entre ellas está **Banana Pi** [22]. Se trata de un SBC muy similar a Raspberry Pi, con mejores características, entre las que encontramos un procesador ARM de doble núcleo de 1 GHz y una memoria RAM de 1 GB compartida con GPU. El tamaño es ligeramente mayor que el de Raspberry Pi, al igual que su precio, que es de 50\$, respecto a los 35\$ del modelo B de Raspberry Pi.



Front side



Back side

Ilustración 2 - Banana Pi - via www.lemaker.org

Por un precio ligeramente mayor a Banana Pi, 55\$, está la **BeagleBone Black** [23]. La principal ventaja de esta SBC es que posee almacenamiento interno de 4 GB. También cuenta con un procesador ARM de 1 GHz, respecto a los 700 MHz de Raspberry Pi. Su memoria RAM coincide con la de Raspberry, 500 MB.

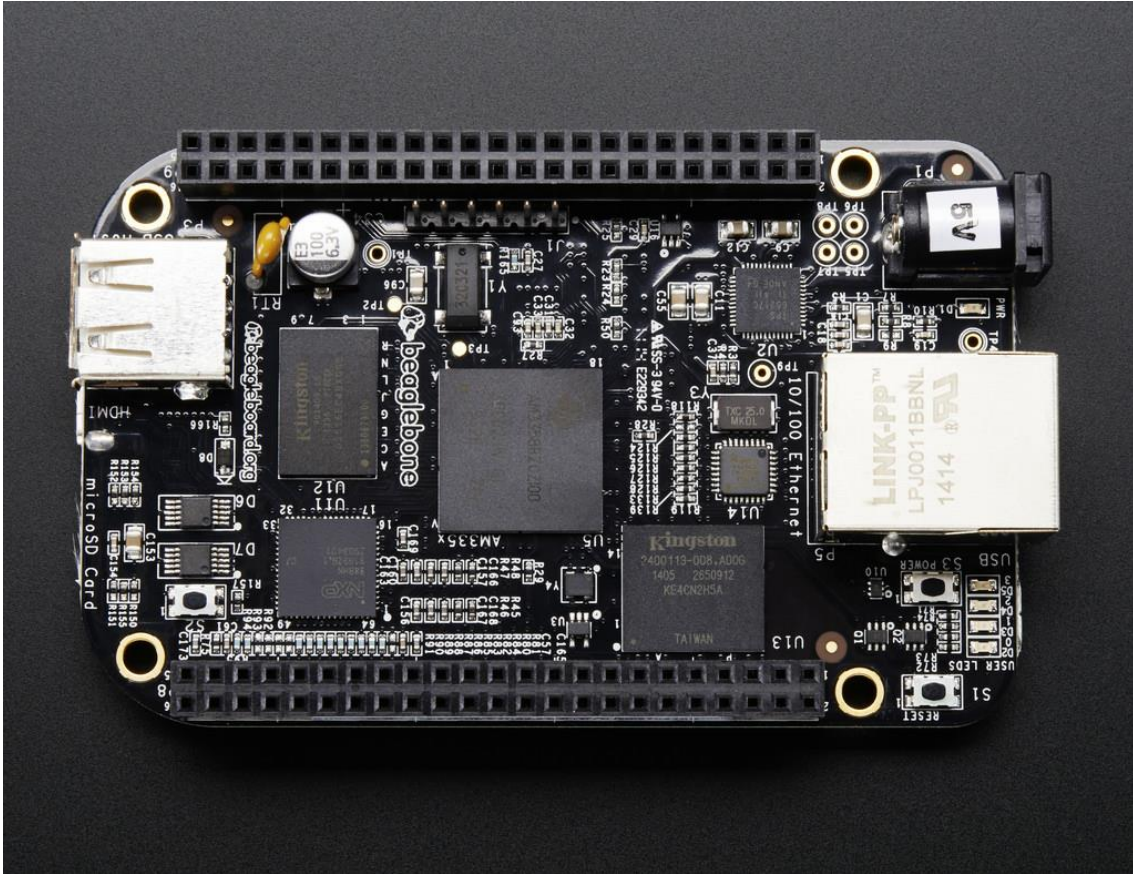


Ilustración 3 - BeagleBone Black - via www.adafruit.com

En otra escala de precios, está **MinnowBoard Max** [24], que aún no está a la venta. Contará con dos modelos, el más barato de 99\$, y el más caro de 139\$. Su tamaño es mayor al de Raspberry Pi, siendo la placa de 99 x 74 mm. Su procesador, de la familia Intel Atom será de un núcleo y 1.46 GHz el modelo más barato y de doble núcleo y 1.33 GHz el más caro. En cuanto a la memoria RAM, será de 1 GB el modelo inferior y de 2 GB el modelo superior. En cuanto a USB, contará con uno de tipo 2.0 y otro de tipo 3.0. Como vemos, se trata de un producto con unas características (y precio) bastante superiores a la Raspberry Pi.

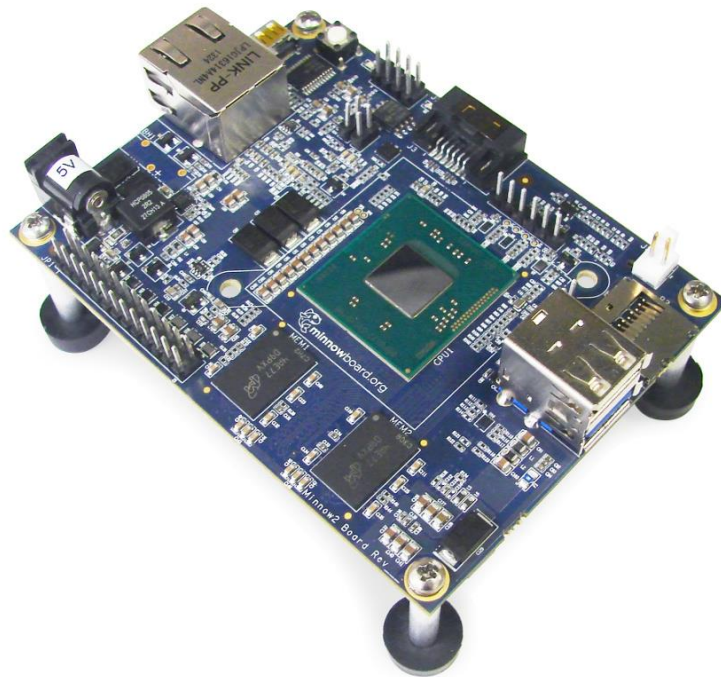


Ilustración 4 - MinnowBoard MAX - via www.minnowboard.org

Otra alternativa muy interesante es **Odroid** [25], se trata de un SBC de un tamaño más reducido que Raspberry Pi (83 x 44 mm), cuenta con 3 puertos USB 2.0, un procesador Quad-Core de 1.76 GHz (el mismo que el que se utiliza en el Smartphone Samsung Galaxy S3), y 2 GB de RAM. El precio de este producto es de 65\$, por lo que es una muy buena alternativa a Raspberry Pi.



Ilustración 5 - Odroid via www.hardkernel.com

Estas son sólo algunas de las alternativas a Raspberry Pi. A continuación se muestra una tabla comparativa con las características más relevantes de estos productos:

Modelo	CPU	Memoria RAM	USB	Tamaño	Precio
Raspberry Pi-B	Single core 700 MHz	512 MB	2 USB 2.0	85.6 x 56 mm	35 \$
Banana Pi	Dual core 1 GHz	1 GB	2 USB 2.0	92 x 60 mm	50 \$
BeagleBone Black	Single core 1 GHz	512 MB	1 USB 2.0	86.4 x 53.3 mm	55 \$
MinnowBoard MAX - Inferior	Single core 1.46 GHz	1 GB	1 USB 3.0 1 USB 2.0	99 x 74 mm	99 \$
MinnowBoard MAX - Superior	Dual core 1.33 GHz	2 GB	1 USB 3.0 1 USB 2.0	99 x 74 mm	139 \$
Odroid	Quad core 1.7 GHz	2 GB	3 USB 2.0	83 x 48 mm	65 \$

Tabla 4 - Comparativa alternativas a Raspberry Pi

Queda patente en esta tabla que existen alternativas más potentes que Raspberry Pi. **¿Entonces por qué decidimos usar Raspberry Pi?** Principalmente por la gran comunidad que hay entorno a Raspberry Pi. Es el SBC más utilizado actualmente, por lo que existe una gran cantidad de información al respecto y muchos proyectos de código abierto desarrollados para esta plataforma. De este modo, es más probable que los errores comunes hayan sido identificados y solucionados, ya sea de modo oficial o mediante respuestas en foros por otros miembros de la comunidad.

¿Ha sido una buena elección usar Raspberry Pi en este proyecto? Seguramente hubiera ido mejor con otra de las alternativas propuestas, ya que en retrospectiva, opino que Raspberry Pi se ha quedado corta en características para ejecutar fluidamente el algoritmo de reconocimiento automático de matrículas.

¿Qué SBC utilizaría hoy si tuviese que volver a hacer el proyecto? Elegiría **Odroid**, puesto que cuenta con unas características muy superiores al modelo B de Raspberry Pi: 4 veces más núcleos a más del doble de frecuencia, 4 veces más memoria RAM, un USB 2.0 más, un tamaño más reducido y todo por un precio inferior al doble, sólo 30\$ más.

2.2.2. Librería de visión artificial

La librería empleada para procesamiento de imágenes ha sido **OpenCV**. Se trata de una librería orientada principalmente a visión artificial y aprendizaje automático creada por Intel en 1999. Es un software de código abierto que contiene más de 2.500 algoritmos optimizados.



Ilustración 6 - Logo de OpenCV

OpenCV está escrito nativamente en C++, aunque cuenta también con interfaces en C, Python, Java y Matlab. Los sistemas operativos que soporta son Windows, Linux, Android y Mac OS. Por lo tanto, es una librería muy versátil que se puede ejecutar prácticamente en cualquier plataforma y en una gran variedad de lenguajes.

Los algoritmos de OpenCV han sido utilizados con muchos objetivos, entre los que se cuentan reconocimiento facial, identificación de objetos, clasificación de acciones humanas, seguimiento de movimiento de objetos, realidad aumentada, edición de imágenes y por supuesto, reconocimiento automático de matrículas.

OpenCV cuenta con una comunidad activa de más de 47.000 usuarios y un número de descargas estimado en 7 millones. Se trata de un producto muy maduro, con gran cantidad de documentación y proyectos de ejemplo. Sin embargo, contrastaremos con otras posibles alternativas.

La primera alternativa que encontramos es **SimpleCV** [26]. Se trata de un framework de código abierto que posee un conjunto de librerías (entre ellas OpenCV) usadas para desarrollos de visión artificial. Está escrito en Python y puede ejecutarse en Mac OS, Windows y Ubuntu, según su documentación, aunque he encontrado ejemplos de que se ha podido ejecutar en una Raspberry Pi con el sistema operativo Raspbian [27].

SimpleCV es más lento que OpenCV, principalmente debido a que está escrito en Python mientras que OpenCV está escrito en C++. SimpleCV no surge con la intención de sustituir a OpenCV, sino para complementarlo.

Por otro lado encontramos **CCV** [28], que es otra librería de código abierto de visión artificial. Es bastante nueva, por lo que no cuenta con tantas características como OpenCV. Toda su API está escrita en lenguaje C.

CCV, en oposición a OpenCV, es muy ligero. No se instala, sino que simplemente se enlaza estáticamente la librería al proyecto. CCV surge como alternativa a OpenCV en cuanto a que OpenCV a lo largo de los años ha crecido mucho y ha abarcado tanto que, según los

desarrolladores de CCV, es difícil de adaptar. CCV en cambio es una librería ligera que permite usar una lista de algoritmos eficientes de visión artificial, pero su alcance es mucho menor.

En conclusión, **OpenCV ha sido la decisión acertada**. Y de esto destaco varios puntos clave, que enumero a continuación. Primero la velocidad de los algoritmos, y el lenguaje C++, que es muy importante a la hora de desarrollar sobre una plataforma de características limitadas como es la Raspberry Pi. Segundo la enorme comunidad que tiene, así como la gran documentación, que ha permitido encontrar mucha información relevante referida al uso conjunto de OpenCV y Raspberry Pi. Por último sus algoritmos de aprendizaje automático, que han sido muy útiles a la hora de crear los clasificadores del reconocedor automático de matrículas.

2.2.3. Algoritmos de aprendizaje automático

Para el desarrollo del reconocedor automático de matrículas se necesitan dos clasificadores: uno para clasificar si un segmento de la imagen es una matrícula y otro clasificador para el OCR (Optical Character Recognition, Reconocimiento Óptico de Caracteres) [29], que determinará qué carácter es cada segmento de la imagen una vez segmentada por caracteres (consultar apartado 4.2).

Existen multitud de algoritmos de **aprendizaje automático** que podemos utilizar para esta tarea. Pero primero definamos el concepto de aprendizaje automático. El aprendizaje automático (Machine Learning) [30][31] es una disciplina de la inteligencia artificial y las ciencias de la computación que trata sobre programas que mejoran en base a la experiencia.

Los algoritmos de aprendizaje automático pueden ser clasificados en dos tipos principalmente: los algoritmos de aprendizaje supervisado y los algoritmos de aprendizaje no supervisado. Existen otros tipos, pero no entraremos en detalle sobre ellos. A continuación explicaremos sus diferencias y se indicarán algunos ejemplos de cada uno de ellos.

Aprendizaje supervisado

Los algoritmos de aprendizaje supervisado son aquellos que reciben información sobre la clasificación de un conjunto de elementos (**entrenamiento**). Dicho de otro modo, si un algoritmo se encargase de clasificar elementos como positivos o negativos (por ejemplo “¿es la figura de la imagen una persona?”), habría que proporcionarle una serie de ejemplos positivos (imágenes en las que aparezca una persona, siguiendo el ejemplo), indicando al algoritmo que efectivamente, esos elementos son positivos, y hacer lo mismo con ejemplos negativos. De este modo, el algoritmo, en base a estos ejemplos debería ser capaz de determinar, cuando reciba un nuevo elemento, si pertenece al conjunto de los elementos positivos o el de los negativos. En este ejemplo sólo hemos determinado dos posibles clasificaciones, positivo o negativo, aunque también puede realizarse con un número mayor de clases posible, dependiendo del algoritmo. A continuación explicaremos brevemente algunos de estos algoritmos:

El algoritmo de **árbol de decisión** primero recibe un conjunto de entrenamiento con ejemplos positivos y negativos. Tras extraer las características de estos elementos, selecciona aquella que mejor separe los elementos en sus dos clases, es decir, se selecciona el atributo de menor entropía (desorden). Se realiza esta acción tantas veces como sea necesario hasta que finalmente se hayan dividido todos los elementos en las dos clases. La siguiente imagen muestra un ejemplo de árbol de decisión sobre si debería dejar propina en un restaurante:

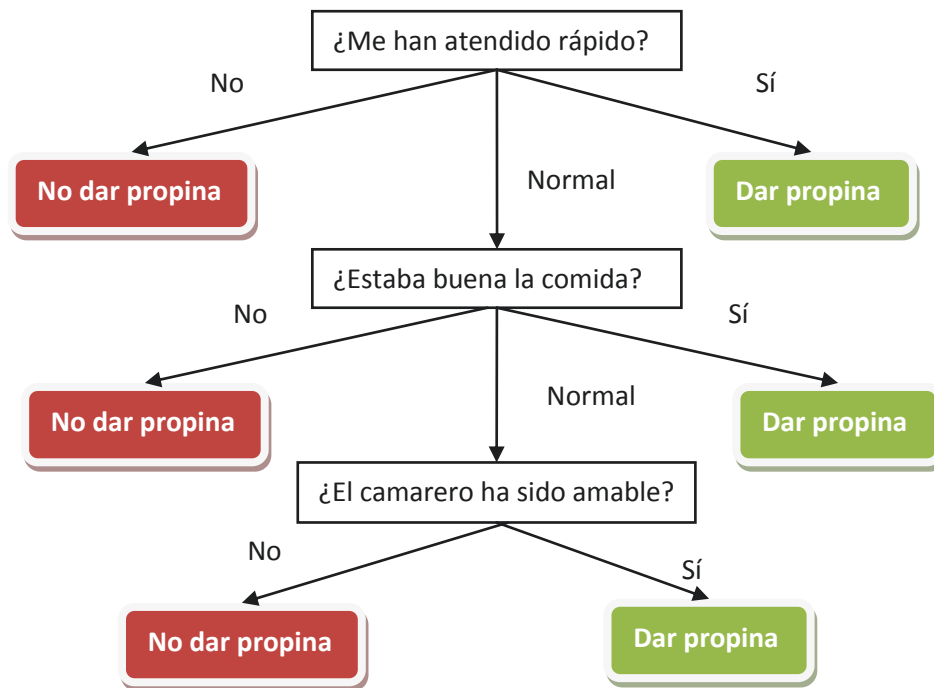


Ilustración 7 - Ejemplo de árbol de decisión

Los árboles de decisión también pueden ser expresados como un conjunto de reglas if-else. De este modo, si se tiene un árbol bien entrenado, clasificar un nuevo elemento (siguiendo el ejemplo, la experiencia en un nuevo restaurante) será bastante rápido.

Otro algoritmo de aprendizaje supervisado es el **KNN** (K Nearest Neighbours, K vecinos más cercanos). Se trata de un algoritmo en el que se tiene un conjunto de instancias ya clasificadas. Cada nueva instancia recibida calculará su distancia a las demás instancias ya clasificadas y se quedará con las “k” instancias más cercanas a ella, siendo k un número impar para evitar empates. La clase más abundante entre estos k vecinos más cercanos será la clase que se le asigne a esta nueva instancia. El concepto de distancia variará en función del problema concreto. Para entender de un modo visual este algoritmo se propone un ejemplo en el que los atributos de las instancias son numéricos y sólo existen dos atributos, por lo que puede ser representado en un plano.

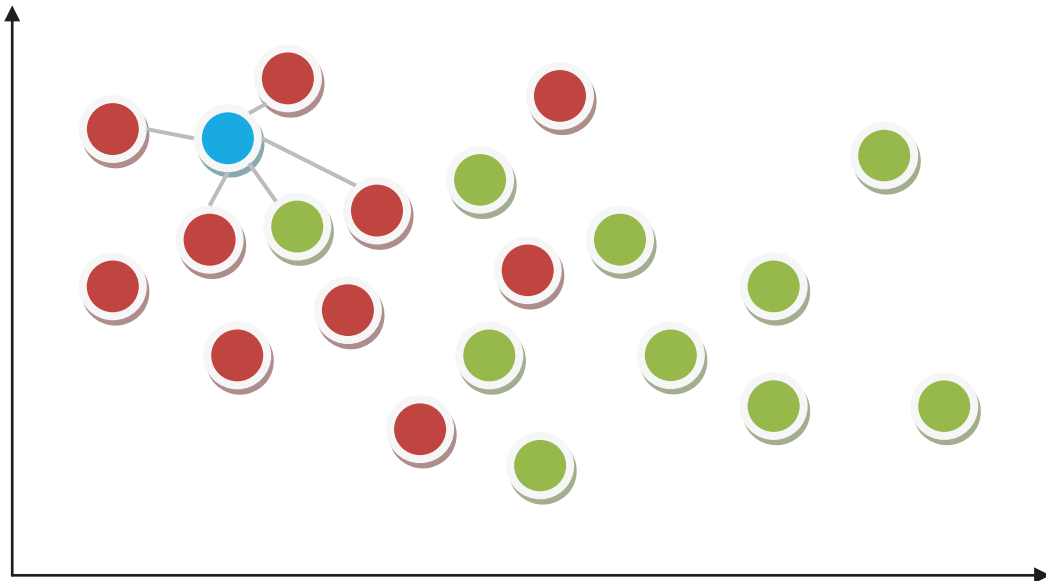


Ilustración 8 - Ejemplo KNN

En la figura anterior tenemos una serie de instancias clasificadas como positivas (verdes) o negativas (rojas). Introducimos una nueva instancia (azul). Para clasificarla, utilizando un valor $k=5$, elegimos las 5 instancias más cercanas y observamos que cuatro de ellas son rojas, mientras que la otra es verde, por lo que la nueva instancia será clasificada como negativa (roja). El coste de aprendizaje de este algoritmo es muy bajo, sólo tiene que almacenar los atributos de cada instancia y su clasificación. Sin embargo, el coste de clasificación es muy alto, puesto que cada nueva instancia tiene que calcular su distancia a todas las demás instancias existentes, lo que puede llegar a ser muy costoso si hay muchas instancias, tienen muchos atributos, o el cálculo de la distancia es costoso.

Otro algoritmo de aprendizaje supervisado son las **máquinas de vectores de soporte** (SVM, Support Vector Machine) [32][33]. Este es un algoritmo de aprendizaje supervisado originalmente diseñado para categorización binaria, es decir, clasificando en dos clases posibles, aunque es posible emplearlo para múltiples categorías por otros medios.

El algoritmo SVM trata de, dado un conjunto de puntos en un espacio n -dimensional, categorizados en dos posibles clases, predecir a qué categoría pertenecerá un nuevo punto. Para ello crea un hiperplano que separa los puntos. Los que estén a un lado del hiperplano pertenecerán a una categoría mientras que los que estén en el otro lado del hiperplano pertenecerán a la otra categoría. El caso más simple de visualizar es cuando nos encontramos en un espacio en 2 dimensiones, el cuyo caso el hiperplano que separa ambos conjuntos es una línea recta:

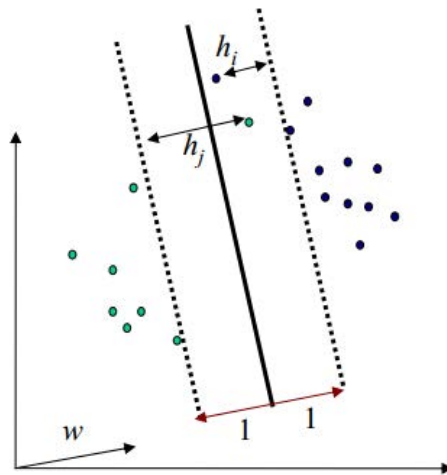


Ilustración 9 - SVM - Autor: José Luis Alba Castro, Universidad de Vigo

El último algoritmo que aprendizaje automático supervisado que comentaremos serán las **redes de neuronas artificiales** (ANN, Artificial Neural Networks) [34][35][36]. Este algoritmo trata de emular el comportamiento de las redes de neuronas biológicas.

Cada neurona artificial recibe un conjunto de señales de entrada (inputs), procedentes del exterior o de otras neuronas. Cada input se recibe por una conexión, que tiene asociado un número real conocido como peso. La neurona procesa esas señales mediante operaciones sencillas y finalmente emite una señal de salida (output). A continuación se muestra de forma esquemática el funcionamiento de una neurona artificial:

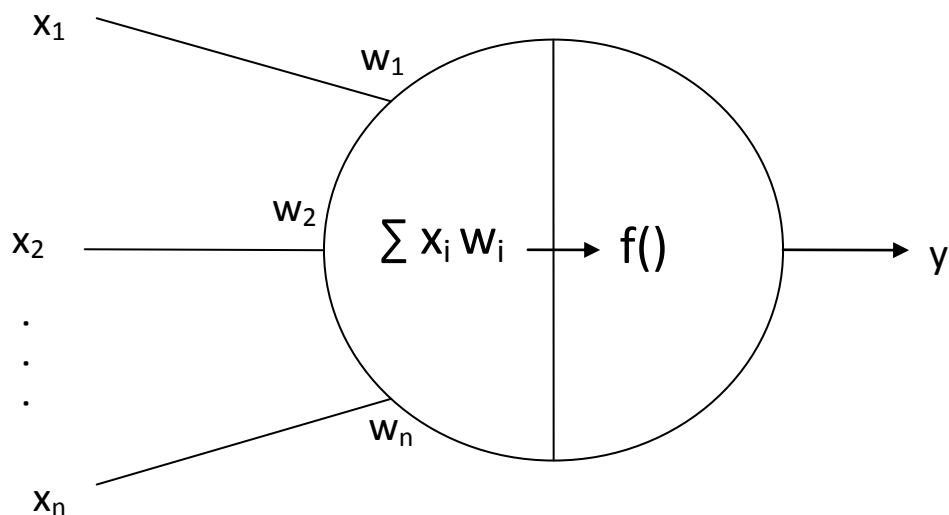


Ilustración 10 - Funcionamiento de una neurona artificial

La función $f()$ mostrada en la figura anterior se conoce como función de activación y puede tener diversas formas, como se muestra a continuación:

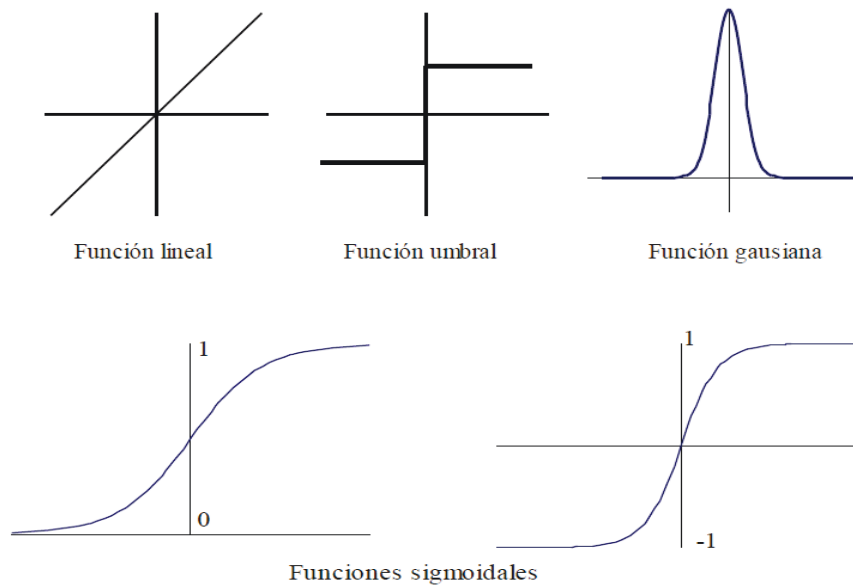


Ilustración 11 - Funciones de activación

Sin embargo esto es sólo una neurona. El algoritmo de redes de neuronas consta de varias de estas neuronas artificiales. Se organizan en diversas capas paralelas. La primera capa es la capa de entrada, es la que recibe los inputs del algoritmo. Las capas intermedias son capas ocultas. La última capa es la capa de salida, cuyas neuronas proporcionan las salidas que representan el resultado del algoritmo. Esto se conoce como perceptrón multicapa. A continuación se muestra un ejemplo de red de neuronas.

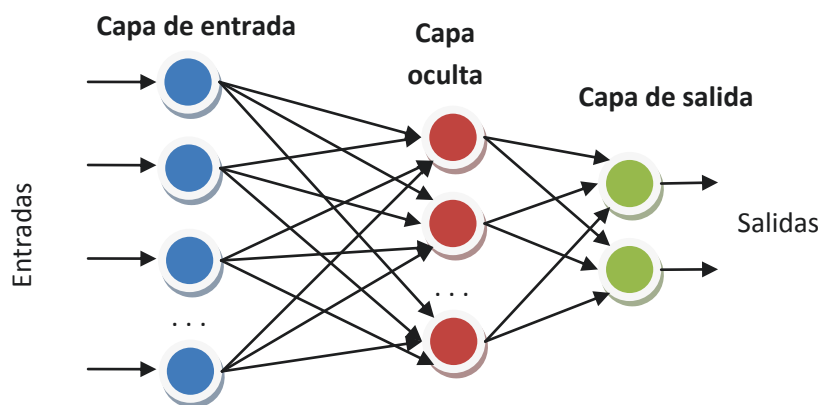


Ilustración 12 - Red de neuronas artificiales, perceptrón multicapa

En este algoritmo, se inicializan los pesos de las neuronas aleatoriamente y se van ajustando de modo iterativo hasta que las entradas producen las salidas esperadas.

Aprendizaje no supervisado

Los algoritmos de aprendizaje no supervisado se diferencian de los algoritmos de aprendizaje supervisado en que no requieren un conjunto de entrenamiento en el que se indique la clase de cada elemento.

El ejemplo paradigmático del aprendizaje no supervisado es el clustering (agrupamiento). Esta clase de algoritmos reciben un conjunto de inputs y los dividen en diversos grupos, aunque el algoritmo no tengo información previa sobre esos grupos. Por ejemplo, puede recibir un conjunto de fotografías y las dividirá en tres grupos que serán caras humanas, paisajes y coches, aunque el algoritmo no las denomine así, simplemente podrá distinguir que son categorías distintas.

Existen múltiples algoritmos de clustering, aquí explicaremos el **k-means**. Este algoritmo funciona de la siguiente manera: primero se seleccionan k elementos aleatorios que serán las semillas del total de elementos existentes. El resto de elementos calcularán sus distancias a las semillas, siendo asignados a la clase correspondiente a la semilla más cercana. De cada clase, se elegirá el punto medio de todos sus elementos y estos serán las nuevas semillas. Se repite el procedimiento hasta que en dos iteraciones seguidas no varíe la asignación de los elementos a las clases. A continuación se muestra un ejemplo gráfico del funcionamiento del algoritmo:

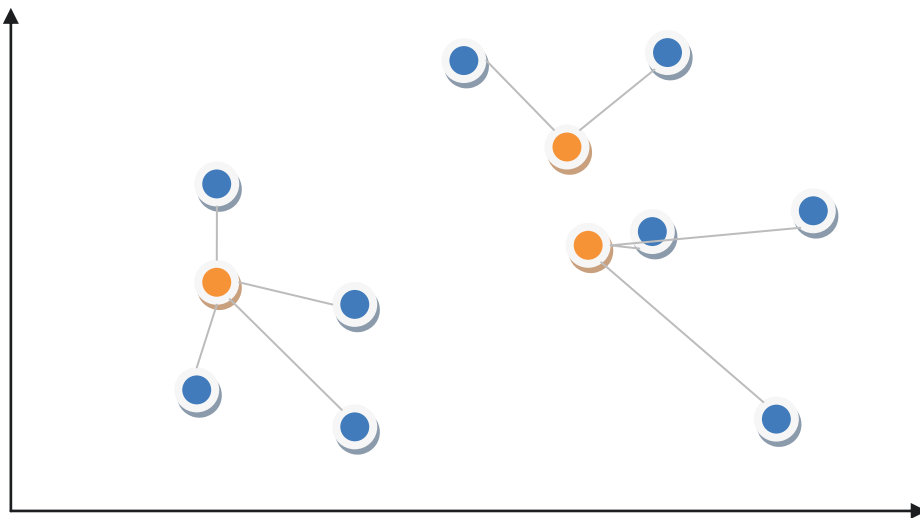


Ilustración 13 - K-Means 1ª iteración

En este ejemplo se está ejecutando k-means para $k=3$, es decir, habrá tres semillas iniciales y por tanto, tres clusters finalmente. Tal como se ve, se han seleccionado aleatoriamente las tres semillas, representadas por los elementos naranjas.

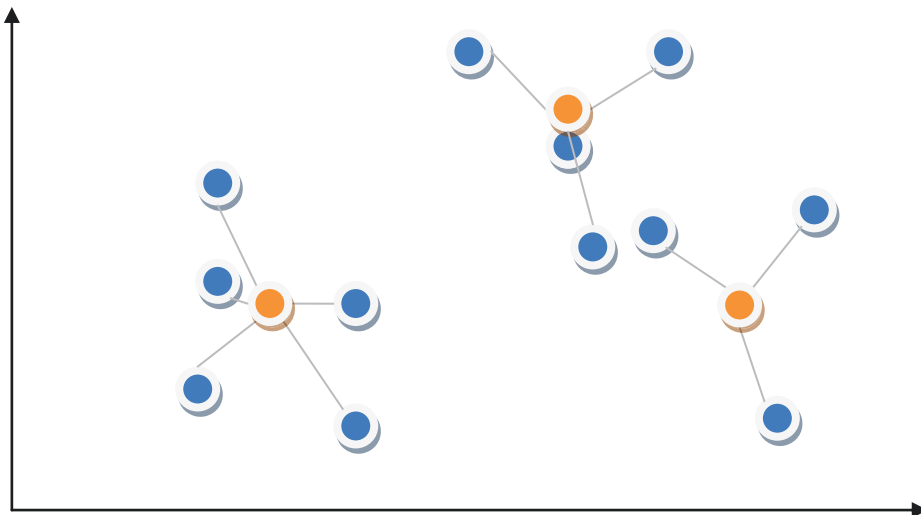


Ilustración 14 - K-Means 2ª iteración

En esta iteración se ha calculado el centro geométrico de cada cluster, posicionando en cada centro la nueva semilla (que no es parte de los elementos, sólo representa el centro del cluster). Se observa que la antigua semilla del cluster más a la derecha ha cambiado al cluster de arriba. En la siguiente iteración ningún otro elemento iba a cambiar de cluster, por lo que el algoritmo se da por finalizado, con los tres clusters establecidos.

Existe una mejora a este algoritmo, conocida como **k-means++**. La diferencia entre este algoritmo y k-means consiste en la elección de las semillas. La primera semilla se elige aleatoriamente, pero para elegir cada nueva semilla se calculará la distancia al cuadrado de cada elemento a su semilla más cercana y se elegirá la nueva semilla de modo aleatorio proporcional a la distancia al cuadrado calculada. Esto se hará hasta que se tengan k semillas. La ventaja de este modo de elegir las semillas es que es más probable que estén más repartidas, lo que implicará unos clusters mejor distribuidos y por lo general con un menor número de iteraciones.

Algoritmos seleccionados

Dados los problemas a los que nos enfrentamos, clasificar si la figura de la imagen es una matrícula y clasificar qué carácter es el de la imagen (OCR), se ha optado por emplear algoritmos de tipo supervisado, a los cuales se les dará unos conjuntos de entrenamiento para crear el clasificador.

Empecemos por el problema de clasificar si una imagen concreta se trata o no de una matrícula (ver apartado 4.2.1). Para este problema se ha optado por un clasificador **SVM**, porque se trata de un algoritmo muy eficiente tanto a la hora del entrenamiento como de la clasificación, especialmente dado que el problema es binario. Además, las funciones de OpenCV nos permiten usar este algoritmo de un modo muy sencillo, cargando los segmentos de las imágenes, tanto positivas como negativas y exportando esta información a un archivo XML, que luego será cargado para usar el clasificador.

En cuanto al OCR (ver apartado 4.2.2) el algoritmo seleccionado ha sido una **red de neuronas**. El motivo por el que se ha elegido este algoritmo es porque tradicionalmente ha dado buenos resultados tanto en tasa de aciertos como en velocidad, aunque seguramente otros algoritmos como KNN podrían resultar efectivos.

3. Empresa

3.1. Resumen ejecutivo

Esta es una empresa basada en Internet de las Cosas (IoT), cuya base es la innovación. La empresa no crea nuevas tecnologías sino que utiliza tecnologías existentes para desarrollar productos comercializables. Como tal, la empresa no se encargará de la producción y distribución de estos productos, sino que se centrará en el desarrollo y la innovación de los mismos.

La empresa tratará de conseguir un contrato con una empresa de seguridad, que será la encargada de la distribución y la instalación de los productos. También obtendrá un contrato con una empresa que se encargue del ensamblaje del producto. Nuestra empresa se situará entre ambas, coordinando ambos procesos, asegurando una correcta comunicación y funcionamiento.

Este negocio constará de dos fases diferenciadas. Durante la primera fase, el producto que desarrolla es un aparato de tamaño reducido que permite abrir la puerta de un garaje sólo ante coches cuya matrícula haya sido permitida. Este producto se pondrá en fase de prueba los primeros meses con los clientes de la empresa de seguridad. Posteriormente se espera que el número de usuarios aumente a un ritmo acelerado hasta que se acabe estabilizando.

Mientras este producto se asienta en el mercado se irá desarrollando la segunda fase de la empresa, en la que se lanzará un nuevo producto. Este producto consistirá en un sistema concentrador de Internet de las Cosas que permitirá la comunicación de los diversos objetos del hogar con Internet, así como relacionarse con otras empresas de consumo. Este producto entrará en el mercado cuando el producto anterior ya esté maduro y su número de usuarios sea haya estabilizado o incluso esté decreciendo. Este punto se calcula a los tres años de la creación de la empresa.

Dado que nuestra empresa no fabrica ni distribuye el producto, los costes variables serán muy bajos. A pesar de percibir sólo una pequeña cantidad de dinero por cada unidad vendida, la rentabilidad obtenida será considerablemente alta. También recibiremos ingresos fijos por la labor de coordinación entre proveedores y distribuidores, más otros ingresos fijos por ceder la tecnología a la empresa de seguridad.

3.2. Propuesta de valor

En la actualidad existe una tendencia al Internet de las Cosas (IoT), que consiste en la adición de funcionalidades a los objetos cotidianos mediante su interconexión y su conexión a internet. Hoy por hoy, este tipo de comunicación no está estandarizado, dando como resultado un conjunto de elementos con un gran potencial, que no está siendo aprovechado.

Nuestra propuesta de valor consiste en hacer llegar el mundo del Internet de las Cosas al público general, partiendo desde nuestro prototipo regulador de puerta de garaje y posteriormente avanzando a un sistema centralizado que creará un estándar en la intercomunicación de los distintos dispositivos del hogar, aportando a los usuarios más información y más funcionalidades.

3.3. Análisis estratégico

El análisis estratégico es una parte clave a la hora de crear la empresa, porque nos permite conocer los factores relevantes para el éxito de la empresa. Mediante este proceso de análisis seremos capaces de conocer en qué contexto se va a situar nuestra empresa, cuáles serán los puntos fuertes y los puntos débiles, con lo que podremos hacer un mejor uso de nuestras mejores características y estar preparados para los potenciales problemas, puesto que ya habrán sido identificados. En definitiva, un buen análisis estratégico aumentará las probabilidades de éxito de la empresa.

"Conoce al adversario y concómete a ti mismo, y en cien batallas, no correrás jamás el más mínimo peligro"

Sun Tzu, *El arte de la Guerra*[37]

3.3.1. PESTL

Comenzamos con el análisis del macro entorno. PESTL son las siglas de Político, Económico, Sociocultural, Tecnológico y Legal, por lo que estos serán los factores del macro entorno que analizaremos.

Político

El aspecto político no es a simple vista relevante para esta empresa, sin embargo no se descarta que en un futuro pudiese establecerse un estándar a nivel nacional sobre Internet de las Cosas, en el que nuestra empresa podría participar o al menos verse involucrada de algún modo.

Económico

Internet de las Cosas aspira a la eficiencia. Esto implica que una casa que conste de dispositivos interconectados con Internet de las Cosas será una casa más eficiente y por tanto reportará un ahorro económico.

Un ejemplo de esto es el ahorro energético: mediante los sensores adecuados y una inteligencia artificial que sepa interconectarlos y realizar acciones con la información emitida por estos, se pueden hacer cosas como regular la temperatura de modo automatizado sin que se desperdicie calor, apagar automáticamente las luces de habitaciones en las que no haya nadie y otras muchas aplicaciones. Por lo tanto, en esta situación económica en la que nos encontramos, tiene sentido potenciar el Internet de las Cosas.

Inicialmente nuestra empresa irá orientada a un nicho de mercado de personas con una renta media-alta, ya que el primer producto irá enfocado a las personas que dispongan de garaje propio.

Sin embargo, la empresa aspira a largo plazo a llegar a un público más general, cuando desarrolle su segundo producto, el concentrador IoT. Se pretende que este producto sea usado habitualmente por el ciudadano medio.

Sociocultural

La principal pregunta respecto al aspecto sociocultural es la siguiente: ¿Está preparada la gente para que diversos objetos de su hogar estén conectados a Internet? A primera vista podría pensarse que es un cambio demasiado drástico y podría generar desconfianza entre el público, entre otros aspectos, a nivel de privacidad.

Sin embargo, estamos viviendo en una época de rápidos avances tecnológicos, que están calando en la sociedad con facilidad. El ejemplo más paradigmático es el de los smartphones. Hace diez años nadie hubiera imaginado la acogida que han tenido los smartphones entre la gente. Prácticamente todo el mundo tiene uno actualmente, y sin duda son más vulnerables a violaciones de privacidad, por la gran cantidad de datos privados que todo el mundo tiene en su móvil y lo sencillo que es que se extravíe, se filtre información a internet o incluso que se localice geográficamente al portador.

Por lo tanto, aunque parezca que es un cambio tecnológico difícil de asumir para el público general, las evidencias muestran que la población actual se adapta con facilidad a nuevas tecnologías, especialmente si estas le facilitan la vida, como es el caso de los productos que esta empresa pretende desarrollar.

Tecnológico

En el aspecto tecnológico, actualmente se dispone de la tecnología suficiente para desarrollar ambos productos, tanto el regulador automático de puerta de garaje como el intercomunicador de IoT.

Sin embargo, el intercomunicador lo que hace es recibir información de los distintos elementos IoT, es decir, que dispongan de sensores y emisores, que estén conectados a Internet. Y en ese aspecto, actualmente no está demasiado desarrollado. Hay multitud de aparatos que sí están conectados, pero para que el Internet de las Cosas sea realmente efectivo, cuantos más elementos estén conectados, se dispondrá de más información y habrá más aplicaciones.

Todo esto dependerá de empresas ajenas a la nuestra, que deberán decidir implantar estos sensores a sus productos. Pero aparentemente, la tendencia es positiva, por lo que cada vez habrá más de estos elementos conectados.

Cabe remarcar la posibilidad de que mediante el desarrollo de nuestro producto concentrador IoT se defina un estándar en las comunicaciones de este tipo.

Los detalles técnicos del dispositivo regulador automático de puerta del garaje se tratarán extensamente en el apartado 4.

Legal

En cuanto al aspecto legal, la empresa ha de cumplir con la Ley Orgánica 15/1999 de 13 de diciembre de Protección de Datos de Carácter personal o LOPD [38][39]. El propósito de esta ley orgánica es proteger la seguridad de los datos personales de los clientes. Según esta ley, existen ciertos criterios para medir el nivel de protección requerida para los distintos tipos de datos.

Por lo tanto, los productos que se desarrollen en la empresa deberán contar con medidas que garanticen el cumplimiento de esta ley.

Por otro lado, nuestra empresa patentará sus productos, por lo que se ajustará a lo estipulado en la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes.

Cuadro resumen

Político	<ul style="list-style-type: none">• Posible creación de estándar de comunicación IoT a nivel nacional.
Económico	<ul style="list-style-type: none">• IoT implica eficiencia económica.• Inicialmente nuestro producto está orientado a un nivel de renta media-alta.• En un futuro se pretende acceder a un segmento mayor de la población
Social	<ul style="list-style-type: none">• La población se adaptará al nuevo paradigma de Internet de las Cosas, debido a la utilidad que le aporta.
Tecnológico	<ul style="list-style-type: none">• Ya existe la tecnología necesaria para desarrollar nuestros productos.• Se requieren más elementos IoT para que el concentrador IoT tenga aplicación.
Legal	<ul style="list-style-type: none">• La empresa deberá seguir la LOPD para proteger los datos de los usuarios.• Para patentar los productos se seguirá la Ley de Patentes.

Tabla 5 - Cuadro resumen PESTL

3.3.2. Porter

El análisis de las cinco fuerzas de Porter permite analizar la competitividad del sector en el que se encuentra la empresa. Según Michael Porter existen cinco fuerzas competitivas básicas que pueden determinar el futuro de la empresa. Estas cinco fuerzas son: proveedores, clientes, productos sustitutivos, barreras de entrada y competencia actual. A continuación analizamos las cinco fuerzas para el caso concreto de nuestra empresa.

Proveedores

El proveedor de nuestra empresa sería una fábrica o centro de ensamblaje, a la que le proporcionaríamos el diseño concreto del producto. En este caso sería una Raspberry Pi, con una carcasa especial (dado que el producto puede estar al aire libre y debe ser resistente a condiciones climáticas y otras situaciones) y otras especificaciones acordadas con la empresa de seguridad.

El poder de negociación de esta fábrica será moderado, dado que el ensamblaje no es un proceso complejo. Existen varias de estas empresas en España, como pueden ser Fast Components Europe S.L. [40], Mondragon Assembly S. Coop. [41], o Prat Sola Electrónica S.L [42].

De todos modos si no se encontrase una empresa en España que satisficiera esta necesidad, se estudiaría la opción de buscar una planta de ensamblaje en otros países donde la mano de obra fuese barata y compensase los gastos de transporte, como por ejemplo China, donde tienen experiencia en este tipo de actividades.

Clientes

Esta fuerza competitiva es clave para esta empresa. Nuestro cliente inicialmente sería una empresa de seguridad. Nos interesa que sea una empresa grande, dado que eso permitirá llegar a un mayor número de usuarios. Sin embargo, eso le da un gran poder de negociación.

Existen una cantidad enorme de empresas de seguridad en España, pero el 54% de la facturación se concentra en 5 empresas importantes [43]. A continuación se muestran unos gráficos que ilustran la situación actual de las empresas de seguridad en España:

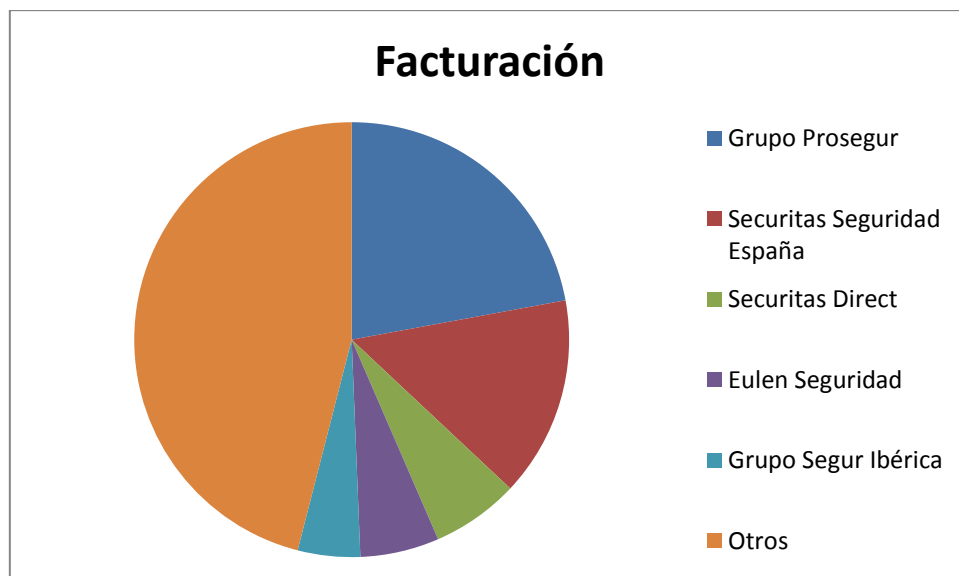


Gráfico 1 - Facturación del negocio de la seguridad

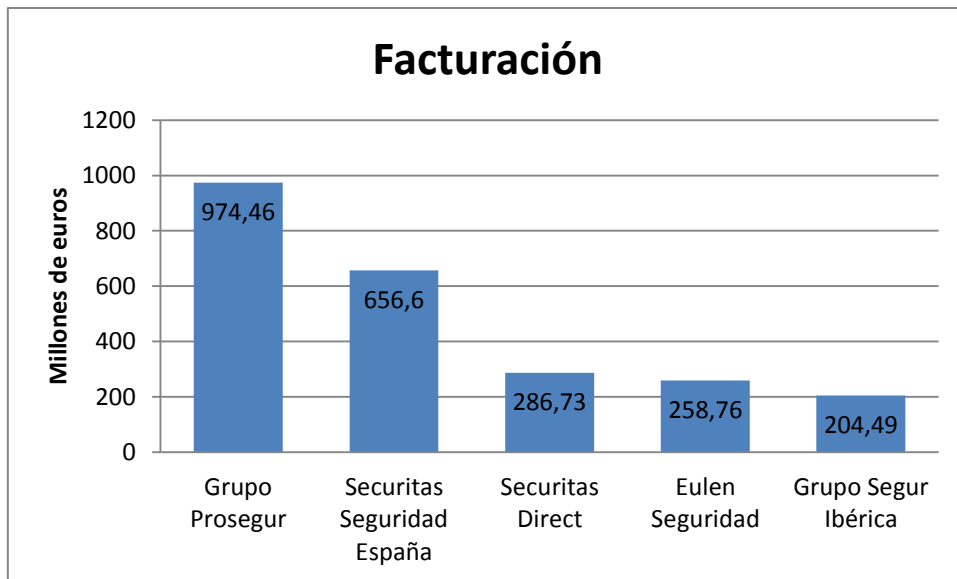


Gráfico 2 - Facturación de las principales empresas de seguridad

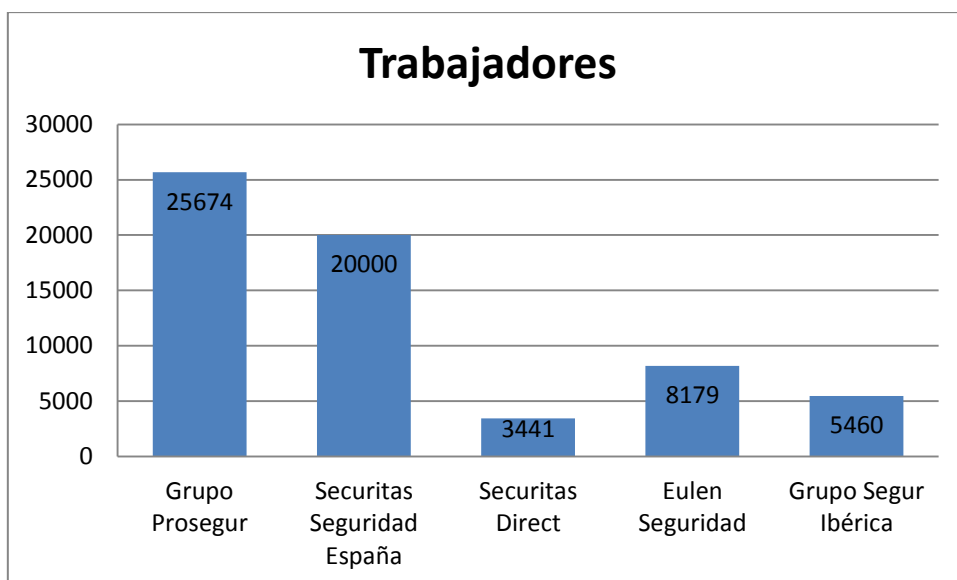


Gráfico 3 - Número de trabajadores de las principales empresas de seguridad

Si no conseguimos un contrato con ninguna de las mejores empresas de seguridad, no podremos entrar en el mercado, por lo que esta fuerza competitiva ha de tenerse muy en cuenta.

Productos sustitutos

Una forma de producto sustitutivo al concentrador IoT es que cada empresa utilice su propio sistema de comunicación y este no sea abierto, lo que impida interconectar los dispositivos y haría inútil nuestro concentrador.

Un producto sustituto de nuestro dispositivo regulador de puertas de garaje sería el sistema tradicional de apertura de puertas, ya sea mando a distancia, llave convencional, etc.

Barreras de entrada

La principal barrera de entrada al sector es la reticencia al cambio, tanto por parte de los usuarios como por parte de las empresas involucradas en la cadena de valor. Esta es la principal barrera de entrada. Por ejemplo, la cantidad de capital inicial no es un barrera de entrada demasiado grande, dado que externalizamos manufactura y distribución, lo que supone un ahorro considerable. El dinero inicial se necesita para pagar los sueldos de los trabajadores, el equipo informático que no es particularmente caro y el alquiler de una oficina, principalmente. Esto se debe a la colocación estratégica en la que nos situamos en la cadena de valor, evitando incluir la producción y la distribución de los productos, que de otra manera supondría unos costes mucho más elevados, e inversión en activos fijos, que reducirían la rentabilidad final. Esto además nos proporciona una gran flexibilidad.

Competencia actual

En la actualidad no existe mucha competencia en el sector de Internet de las Cosas. Dado que es un sector muy nuevo, aún no queda claro qué es competencia y qué es positivo para el desarrollo de nuestra empresa. Dado que nuestro segundo producto es un intercomunicador de dispositivos con Internet de las Cosas, es bueno que cada vez haya más dispositivos de este tipo para que puedan ser interconectados por nuestro producto. Como posible competencia encontramos loBridge[44], que mediante un dispositivo hardware de pequeño tamaño permite hacer desarrollos orientados a “conectar cosas”. Esto podría ser visto como una competencia directa o como una oportunidad. Podríamos estudiar el usar la tecnología que ofrece loBridge para desarrollar el concentrador de IoT, dado que podría simplificar los desarrollos considerablemente.

En cuanto al dispositivo regulador de puerta de garaje, existen actualmente soluciones similares, capaces de detectar matrículas de coche y registrar los vehículos que han accedido o salido de un parking. Esto se suele dar en centros comerciales y empresas. Sin embargo, el enfoque de nuestro producto es distinto, en cuanto a que el sistema es mucho más pequeño, compacto y barato, lo que permite que sea accesible a particulares (además de a empresas) por un precio asequible.

El sector en el que nos encontramos es un sector de rápida obsolescencia, lo que puede ser un problema si se invierte mucho en un producto que puede quedar rápidamente desfasado, por lo que es importante centrarse en la innovación.

Factores de éxito

Un factor de éxito con el que cuenta la empresa es la buena colocación en la cadena de valor, sin tener que encargarse de la producción y distribución. El otro es el enfoque de la empresa hacia la innovación, para luchar contra el entorno de rápida obsolescencia en el que se encuentra.

Cuadro resumen

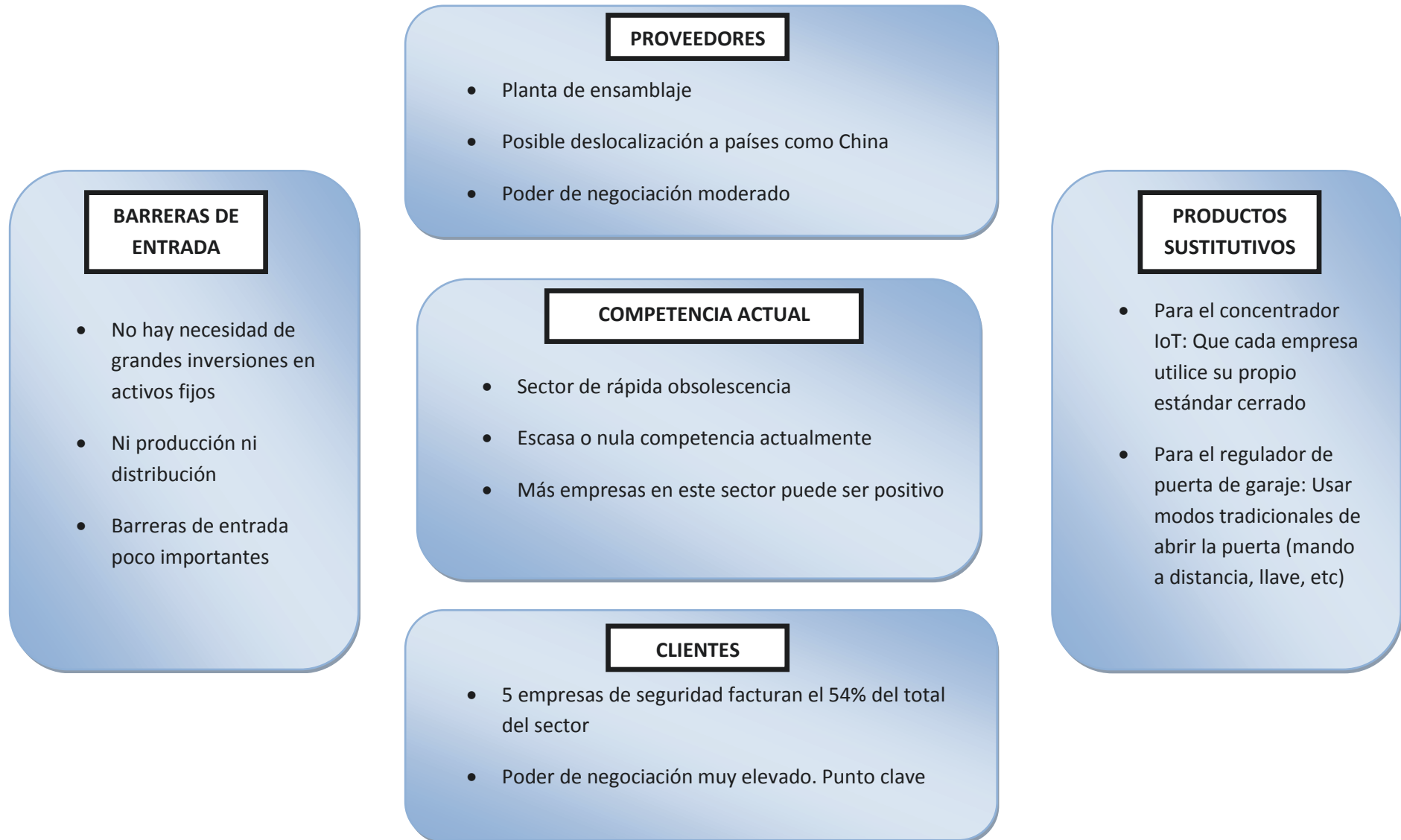


Ilustración 15 - Cuadro resumen Porter

3.3.3. Análisis interno: Capacidad y recursos necesarios y disponibles

Este análisis interno nos permite conocer qué tiene la empresa de valioso y qué puede hacer para llevar a cabo su actuación competitiva. Los recursos y capacidades se definen como el conjunto de elementos, factores, activos, habilidades y atributos que la empresa posee, controla o puede acceder y que le permiten formular y poner en marcha una estrategia competitiva.

Recursos

Primero comenzaremos analizando los recursos. Los recursos de una empresa son la base de su ventaja competitiva. Los recursos pueden clasificarse del siguiente modo: tangibles, intangible y humanos.

Los recursos **tangibles** a su vez, se dividen en físicos y financieros. En los recursos físicos se engloban terrenos, edificios, materias primas, etc. Nuestra empresa no posee ninguno de estos recursos, dado que no son necesarios para ejercer la actividad, salvo una oficina donde se desarrolle el trabajo. Con esto hemos identificado un recurso necesario, la oficina, que deberá ser adquirido o alquilado.

En cuanto a recursos financieros, la empresa requerirá un capital inicial para comenzar su actividad y poder pagar los salarios de sus empleados y el equipamiento antes de comenzar a percibir beneficios.

Los recursos **intangibles** son la tecnología, la reputación y la cultura empresarial. Contamos con la tecnología, que nos permite desarrollar nuestros productos. En cuanto a patentar la tecnología empleada, no supondría una gran diferencia, puesto que es potencialmente replicable sin necesidad de violar patentes. Para evitar que esto afecte al futuro de la empresa, es necesario que obtenga el siguiente recurso, la reputación. Si conseguimos una buena reputación en el sector de Internet de las Cosas y un gran número de usuarios, dificultará que estos y otros usuarios cambien a otra tecnología similar. Este fenómeno se denomina externalidad de red. En cuanto a la cultura empresarial, inicialmente no disponemos de una como tal, sino que se irá desarrollando según vaya avanzando la empresa.

En cuanto a los recursos **humanos**, es un tema en el que se profundizará en el apartado 3.6. Los recursos humanos son una pieza clave de la empresa. Para la empresa es importante contar con un grupo de personas capaces de llevar a cabo el cometido de la empresa. El grupo de desarrollo informático debe tener conocimientos especializados y saber adaptarse a las nuevas tecnologías, dado que en ese aspecto, nuestra empresa debe ser pionera. El director del departamento de desarrollo debe ser una persona de gran capacidad e innovación. Por otra parte, el director comercial debe tener buenas habilidades de comunicación para poder coordinar correctamente a distribuidores y proveedores. Ambas figuras deberán trabajar estrechamente. Es importante que la empresa sea capaz de retener el talento, que reside en las personas. También debemos contar con un socio accionista que tenga contactos importantes que ayuden a sacar adelante los productos.

Capacidades

Las capacidades podrían considerarse como una combinación de los recursos y habilidades orientados a desarrollar una tarea concreta. El objetivo es emplear estas capacidades para desarrollar una ventaja competitiva sobre el resto y que esta pueda ser mantenida a lo largo del tiempo.

La principal capacidad de la empresa es la de saber identificar y reconocer una necesidad, una forma de facilitar la vida a los usuarios y poder convertirla en un producto comercializable, utilizando los recursos disponibles para sea realizado por un coste mínimo. De aquí extraemos dos ventajas competitivas importantes, que son la **innovación en el largo plazo** dado que siempre estaremos desarrollando nuevos productos innovadores, y el **liderazgo en costes a corto plazo** que se debe a nuestra capacidad de escalar nuestros productos a coste reducido. Si se consiguen mantener estas ventajas, la empresa crecerá satisfactoriamente.

Ventajas competitivas

Por lo tanto, tendremos dos ventajas competitivas principales. Primero será nuestra **flexibilidad para la innovación**. Esta flexibilidad parte de no integrar a nuestra empresa la producción y distribución, con lo que no nos atamos a grandes activos fijos ni altas inversiones, por lo que podemos centrarnos en desarrollar nuevos e innovadores productos por un coste asumible.

La otra ventaja competitiva es nuestra **capacidad de entrega en el corto plazo**. Al conseguir un contrato con una gran empresa se seguridad (o telefonía si se diese el caso), conseguimos una red de distribución con una gran capilaridad, aprovechándonos de la red de instaladores de esa empresa con la que tendríamos el contrato.

3.3.4. DAFO

El análisis DAFO (SWOT en inglés) combina el análisis estratégico interno y externo, considerando los aspectos positivos y negativos de cada uno, proporcionando así una visión global de la empresa. DAFO son las siglas de Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades. Las debilidades y fortalezas hacen referencia al análisis interno de la empresa, mientras que amenazas y oportunidades son las que nos brinda el entorno de nuestra empresa.

<p><u>DEBILIDADES</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Escasos ingresos unitarios. • Falta de experiencia. 	<p><u>AMENAZAS</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Resistencia de los usuarios al cambio. • Las empresas de seguridad no estén interesadas en trabajar con nosotros. • Competidor realice producto similar y obtenga el liderazgo en número de usuarios.
<p><u>FORTALEZAS</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Pocos recursos iniciales necesarios. • Coste variable cercano a cero. • Rentabilidad elevada. • Gran capacidad para la innovación. • Usar una red de distribución muy extensa ya existente. 	<p><u>OPORTUNIDADES</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ausencia de competidores • Gran nicho de mercado sin explotar, con tendencia a crecer exponencialmente en los próximos años.

Tabla 6 - Cuadro resumen DAFO

3.3.5. Conclusión

A lo largo de este análisis estratégico han salido ideas muy interesantes que ayudarán a enfocar correctamente la empresa, a diseñar una estrategia ganadora y a cuidar de los puntos débiles.

A la vista de lo analizado, podemos afirmar que el principal punto débil de esta empresa es no lograr el contrato clave con una gran empresa de seguridad. Si las principales empresas de seguridad no desean colaborar con este proyecto, la empresa podría pivotar hacia las empresas de telefonía, que también son un buen objetivo para la empresa, puesto que también disponen de instaladores y se trata de empresas tecnológicas. Si tampoco se lograra un contrato con una empresa telefónica, la empresa sencillamente no podrá despegar.

También ha quedado claro que la empresa ha de centrarse en la innovación y evitar la integración vertical. Por lo tanto, observamos que tiene mucho sentido la posición en la cadena de valor en la que nos situamos, coordinando la producción y la distribución de nuestros productos pero sin integrarlos a nuestra propia empresa. Esto, unido a la estrategia de mantener un bajo coste en los desarrollos llevará la empresa a un gran número de usuarios y una alta rentabilidad.

3.4. Plan de marketing

3.4.1. Posicionamiento y segmentación

Segmentación

La segmentación consiste en dividir el mercado, los potenciales clientes, en distintas categorías. Nos interesa dividirlos porque a cada segmento del mercado lo trataremos con una estrategia de marketing distinta, incluso puede haber segmentos a los que no nos interese acceder. A la hora de segmentar el mercado, definimos dos variables de segmentación. La primera es si el potencial consumidor tiene ya contratado un servicio de seguridad. La segunda, que está ligada a la primera, es que si tiene un servicio de seguridad contratado, si es con la empresa de seguridad con la que estamos trabajando. Es decir, encontramos con esto tres segmentos: los que no tienen sistema de seguridad, los que tienen sistema de seguridad con “nosotros” y los que tienen sistema de seguridad con otra compañía.

Esa sería una segmentación general, válida para el intercomunicador IoT, el segundo producto de la empresa que saldría a la venta en la segunda fase. Sin embargo, para el producto regulador automático de puerta de garaje hay que segmentar el mercado mediante otra variable, que es si disponen de un garaje. Obviamente para este producto estamos interesados en el segmento que sí que dispone de un garaje.

Esta segmentación se ha hecho pensando en que los consumidores son particulares, pero también habría que considerar, para el regulador de puerta de garaje, las empresas como potenciales clientes. Podría serle útil el producto para abrir la puerta automáticamente a los coches de sus trabajadores.

Con estas variables de segmentación, este es el esquema con los diferentes segmentos encontrados:

	CON PUERTA DE GARAJE			SIN PUERTA DE GARAJE		
	SIN SEGURIDAD CONTRATADA	CON SEGURIDAD CONTRATADA		SIN SEGURIDAD CONTRATADA	CON SEGURIDAD CONTRATADA	
		CON NOSOTROS	CON OTRA COMPAÑÍA		CON NOSOTROS	CON OTRA COMPAÑÍA
PARTICULAR	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
EMPRESA	(7)	(8)	(9)	(10)		

Tabla 7 - Segmentos de potenciales usuarios

Posicionamiento

Mediante este análisis hemos identificado 10 segmentos diferentes. Cada segmento será tratado distinto, pues unos nos resultarán más atractivos, otros más difíciles de acceder, y cada uno podrá interesarle una combinación distinta de productos. Con estos segmentos podemos realizar algunas afirmaciones:

- El producto regulador de puerta de garaje sólo puede interesar a los segmentos 1, 2, 3, 7, 8 y 9.
- El segmento 10 no nos interesa en absoluto.
- Los segmentos del 1 al 6 pueden estar interesados en el producto intercomunicador IoT.
- Los segmentos 2, 5 y 8 (los que ya tienen seguridad contratada con nosotros) serán los más sencillos en lo que penetrar, dado que mostrarán mayor lealtad hacia la empresa de seguridad, y por tanto, será más probable que adquieran nuestros productos.
- Los segmentos 1, 4 y 7 (los que no tienen seguridad contratada) serán más difíciles de acceder, porque implicará contratar seguridad, con el gasto que eso supone.
- Penetrar en los segmentos 3, 6 y 9 dependerá de la lealtad que estos potenciales consumidores tengan hacia su empresa de seguridad

3.4.2. 4 P's

La mejor forma de marketing para nuestra empresa es el trade marketing. Esta disciplina del marketing se establece como una alianza estratégica y operativa de carácter vertical entre nuestra empresa y el distribuidor del producto, que es la empresa de seguridad que se encargará de la instalación.

Ahora analizaremos esta estrategia desde el punto de vista del marketing mix, lo que se conoce como las 4 P's, por los nombres en inglés de los elementos que lo conforman. Estos son Producto, Precio, Promoción y Distribución (Place).

Producto

Es importante transmitir a los consumidores la sensación de que no están adquiriendo el producto en sí, sino todos los beneficios asociados a él. Esto se conoce como “producto aumentado”.

Al comprar el producto, también están adquiriendo la instalación del mismo. Esto, desde luego, es algo importante, dado que pocos consumidores serían capaces de instalarlo por ellos mismos, lo que supondría que se venderían muchos menos. El producto debe estar bien diseñado estéticamente, pues eso también forma parte del producto ampliado, ya que es algo que los consumidores valoran.

Dada la fidelidad de los consumidores hacia su empresa de seguridad, tendrán una sensación de confianza en el producto. No es lo mismo que la empresa que se encarga de mantener segura tu casa instale un producto que regula tu puerta de garaje, a que se encargue una empresa que ni siquiera conoces.

Además, el consumidor también contará con mantenimiento necesario en caso de mal funcionamiento, así como actualizaciones a nuevas características de los productos. En el caso del regulador de la puerta de garaje, existen ciertas mejoras posibles, tal como se muestra en el apartado 5 (conclusiones y futuros trabajos). En el caso del intercomunicador IoT, será un

producto más dinámico, en cuanto a que según vayan apareciendo nuevos elementos con los que pueda comunicarse, nuestra empresa desarrollará módulos que permitan la interacción con ellos.

Precio

Como se ha comentado en apartados anteriores, el precio que cobraremos a la empresa de seguridad por cada producto será bastante bajo. Sin embargo, dado nuestros bajos costes por nuestro posicionamiento en la cadena de valor, obtendremos buena rentabilidad. Tras un análisis económico (consultar apartado 3.8), se ha establecido el precio en 1.5€ para el producto reconocedor automático de matrículas, mientras que para el comunicador IoT se ha establecido un precio de 2€.

Promoción

En cuanto a la promoción, dada nuestra estrategia de trade marketing, nosotros aportaremos una cantidad determinada de dinero a la empresa de seguridad para promocionar nuestros productos como parte de su oferta de seguridad. Mediante esta operación, ambas partes saldrán beneficiadas, ya que la empresa de seguridad puede captar más clientes, o hacer que sus actuales clientes contraten packs de seguridad que les reporten más ingresos, con unos costes de marketing reducidos.

Por otro lado, nuestra empresa también ingresará más, dado que obtendremos más consumidores, sin necesidad de que contemos con un departamento de marketing o de que lancemos una gran campaña de marketing, sólo será necesario financiar parcialmente la campaña de marketing de la empresa de seguridad.

Distribución

La distribución será llevada a cabo por la empresa de seguridad. Esta introducirá nuestros productos en sus distintos packs de seguridad y será la encargada de la instalación de los mismos en los hogares de los consumidores. Por lo tanto nuestra empresa no tiene poder de decisión sobre este aspecto, pues se encuentra fuera del alcance de nuestra actividad comercial. Sin embargo, será nuestro director comercial y de operaciones el que gestione y coordine las operaciones. Si la empresa de seguridad percibe un aumento de demanda se pondrá en contacto con nuestro director comercial, que a su vez contactará con el proveedor para solicitar más unidades.

3.4.3. Conclusión y cuadro resumen

En conclusión el trade marketing es la estrategia idónea para nuestra empresa, dado que una pequeña empresa recién creada no puede asumir todo el proceso de captación de clientes, dado que requeriría unos recursos (tanto humanos como económicos) que afectarían gravemente a nuestros beneficios. Sin embargo, mediante nuestra estrategia, podemos

obtener clientes contando con el prestigio y la capacidad de marketing de una gran empresa de seguridad, a cambio de financiar parcialmente su campaña de marketing.

A continuación se muestra un cuadro que resume las 4 P's del plan de marketing:

<p style="text-align: center;"><u>PRODUCTO</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Producto aumentado• Instalación incluida• Mantenimiento• Actualizaciones de los productos	<p style="text-align: center;"><u>PRECIO</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Precio bajo• Regulador de puerta de garaje: 1.5€• Comunicador IoT: 2€
<p style="text-align: center;"><u>PROMOCIÓN</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Trade marketing• Aporte de dinero para la campaña de marketing de la empresa de seguridad• Beneficioso para ambos	<p style="text-align: center;"><u>DISTRIBUCIÓN</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Distribución realizada por la empresa de seguridad• Director comercial y de operaciones coordinará producción y distribución

Tabla 8 - Cuadro resumen 4Ps Marketing

3.5. Plan de operaciones

3.5.1. Objetivo de las operaciones

El objetivo de las operaciones en llevar a la realidad lo descrito es la propuesta de valor, es decir, hacer llegar el producto al cliente. Es importante que los clientes sean de gran importancia para la empresa, pues de ese modo se logrará su satisfacción.

La empresa pretende elaborar un plan de entrega de innovación comercial cada dos años. De este modo, con nuevos productos innovadores llevados al mercado regularmente evitaremos los inconvenientes del entorno de alta obsolescencia en el que nos encontramos. Además, estas producciones se realizarán a un coste bajo y alta rentabilidad por unidad dado que la producción y la distribución son externas a nuestra empresa.

Para definir nuestra propuesta operativa utilizaremos cinco dimensiones o criterios: coste, tiempo, gama, innovación y consistencia. Se explicará cómo describen estos factores el funcionamiento de nuestra empresa.

El **coste** implica la eficiencia asociada al flujo de dinero. No incluye sólo el coste de producción sino también los costes para el cliente. En el caso de nuestra empresa el coste de la producción es importante a corto plazo, mientras que para los desarrollos se trata de mantener el coste bajo a largo plazo pero se da más importancia a la innovación.

El **tiempo** se refiere tanto al plazo de entrega como de reacción ante el entorno, etc. Como ya se ha comentado, el tiempo de reacción ante el entorno será bajo, dado que siempre intentaremos anticiparnos al entorno para evitar quedarnos atrás. En cuanto al tiempo de entrega, al contar con una gran red de distribución con gran capilaridad este tiempo no será demasiado largo.

La **gama** o amplitud se refiere a la variedad de productos que ofrece la empresa. Hay que distinguir entre la gama real de la potencial. En nuestra empresa inicialmente habrá una gama muy reducida, ya que el único producto comercializable será el regulador de puerta automática. Sin embargo en un futuro se irán ampliando el número de productos, a una razón media de uno cada dos años, por lo que aun así la gama no será demasiado amplia.

Se considera **innovación** la capacidad de hacer e implantar cambios en los que la variabilidad es la clave. En nuestra empresa la innovación es una parte muy importante pues trata de sacar nuevos productos innovadores periódicamente cada dos años aproximadamente.

La **consistencia** es la coherencia en cuanto a tener poca variabilidad en la prestación de los servicios, en particular en el resto de las variables.

Es importante comprender para nuestra empresa cómo de importantes son relativamente cada una de estas dimensiones operativas. Para ello se presenta el siguiente gráfico radial, que muestra de un modo visual qué importancia le asignamos a cada una de las dimensiones.



Gráfico 4 - Dimensiones operativas

3.5.2. Cadena de valor

Para explicar la cadena de valor, hablaremos de la SAN (Secuencia de Actividades de Negocio), que es una ampliación de la cadena de valor de Porter. Consiste en 10 actividades distintas, estructuradas en tres subcadenas: la cadena de diseño, la cadena de valor añadido y la cadena de servicio. No se trata de una estructura lineal dado que todas las actividades están relacionadas.

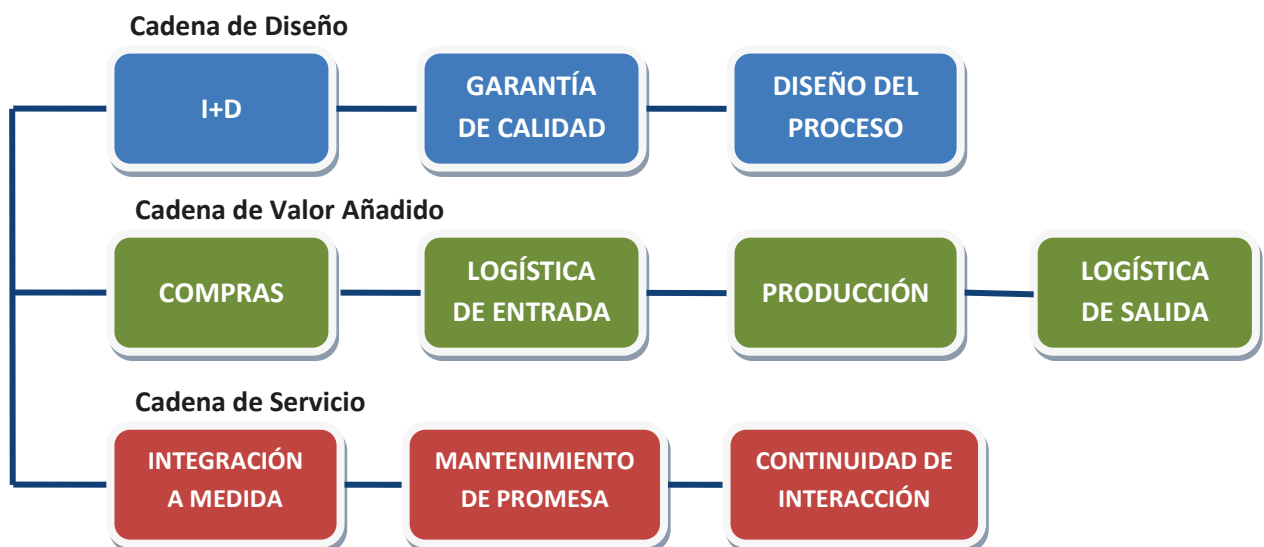


Ilustración 16 - Secuencia de Actividades de Negocio

Cadena de diseño

Esta es la subcadena más importante para nuestra empresa. Primero está la actividad de **I+D**, que es pieza central de nuestro proceso. Como se ha comentado anteriormente, la empresa se centrará mucho en innovación para no quedarse atrás en un entorno de alta obsolescencia.

En cuanto a la **garantía de calidad**, todo el software desarrollado por el equipo sería probado para comprobar el correcto funcionamiento del mismo y descubrir todos los errores posibles. Además, se establecería un mecanismo de feedback por el cual los usuarios podrían reportar fallos en el funcionamiento, de modo que el equipo de desarrollo pueda solventarlos rápidamente.

El **diseño del proceso** define las fases de producción de nuestros productos. Nuestro equipo de desarrollo es el encargado de crear nuevos productos. Cuando la empresa comience su segunda fase (lanzamiento de su segundo producto), el equipo de desarrollo habrá crecido y se habrá dividido en varios equipos de desarrollo. Estos se dedicarán a realizar desarrollos, que luego el director comercial se encargará de evaluar si esos productos serán viables comercialmente o canalizarlos a una versión más comercializable (o descartarlos definitivamente). El director comercial se encargará de darle salida a comercial comunicándose con la empresa de seguridad (o cualquier otra empresa con la que se haya establecido un contrato para entonces). En esa situación se procedería seguramente a una prueba con un pequeño número de clientes y si tiene buena acogida, se pondría a disposición del público general.

Una vez que el producto está siendo comercializado, es fundamental la labor de nuestro departamento comercial y de operaciones, que establecerían un sistema de información para coordinar la producción y distribución. Esto incluye realizar previsiones de demanda para gestionar correctamente la producción.

Dada esta situación se podría pensar que proveedor y distribuidor podrían acordar prescindir de nuestra mediación. Sin embargo, dada nuestra capacidad de innovación, no les conviene ya que les produciría más beneficios seguir trabajando con nosotros y poder comercializar nuevos productos.

Cadena de valor añadido

La cadena de valor añadido es la más larga de toda la secuencia de actividades de negocio. Nuestra empresa se sitúa fuera de esta cadena, coordinando el proceso. En nuestro caso, esta subcadena es más larga de lo que se muestra en la figura anterior. La cadena total sería como se muestra a continuación:

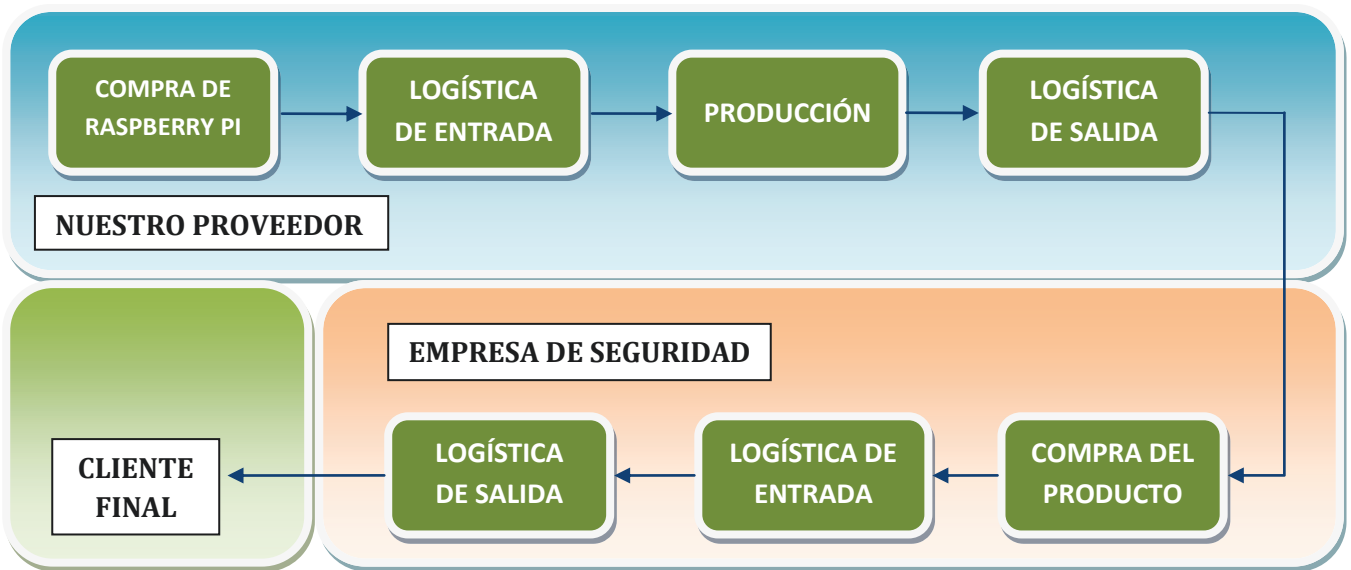


Ilustración 17 - Cadena de valor añadido

Tal como se puede observar en la figura, nuestro proveedor compraría las Raspberry Pi (y otras materias primas necesarias), tras eso efectuarían la logística de entrada para llevar esas materias primas a sus fábricas, posteriormente procederían a la producción, es decir, al ensamblado del producto. Una vez terminado y según demanda, enviarían sus productos a la empresa de seguridad. Esto cubre las etapas de compra de logística de salida, compra del producto y logística de entrada de la empresa de seguridad. Finalmente, la empresa de seguridad se encargaría de distribuir e instalar el producto al cliente final mediante su red de instaladores.

Cadena de servicio

Esta subcadena es la de menos importancia en nuestra empresa, dado que no estamos en contacto directo con el cliente final. Esta sección de la cadena de valor atañe más a la empresa de seguridad, quienes sí están en contacto con el cliente. Sin embargo, nos afecta en lo relativo al mantenimiento. Si algún cliente tuviera algún problema con uno de nuestros productos, nuestra empresa estaría encargada de solucionar su problema en la medida de lo posible.

3.6. Personas

3.6.1. Equipo

Las personas de esta empresa son el elemento central. Toda la actividad comercial surge de ellos. No contamos con una tecnología especial ni unos activos tangibles destacables. La innovación surge de este grupo de personas, igual que la capacidad de comunicación y coordinación con los demás elementos de la cadena de valor de nuestros productos, por lo que son las personas quienes pueden hacer que esta empresa tenga éxito.

La primera pieza del equipo es el **director general**. Este es el propietario de la empresa y accionista mayoritario. Su labor es la de coordinar las dos ramas de su empresa: la de desarrollo y la rama comercial y de operaciones.

En cuanto a la rama de desarrollo contaríamos inicialmente con un pequeño equipo de desarrollo, compuesto por el **director del departamento de desarrollo** y otros dos desarrolladores. Este director de desarrollo es una de las personas más importantes de la empresa. Ha de ser una persona con gran capacidad de innovación y visión de futuro. Además de tener unas grandes habilidades técnicas y de liderazgo es importante que tenga nociones empresariales para que tenga presente la faceta comercial a la hora de realizar sus desarrollos. Los otros desarrolladores han de tener grandes habilidades técnicas para asegurarse de crear productos de calidad, que no contengan fallos en la medida de lo posible y que sean capaces de realizar desarrollos ágiles.

Por otro lado, en la rama comercial y de operaciones contaríamos con un **director comercial de marketing y operaciones**. Esta es otra pieza clave en nuestra empresa. Debe contar con grandes habilidades comunicativas y tener una buena formación empresarial. Será nuestro enlace con el proveedor y con la empresa de seguridad (o cualquier otra con la que obtengamos contratos) para dar salida comercial a nuestros nuevos productos, igual que coordinar la producción de los actuales. Además, esta persona deberá tener ciertos conocimientos técnicos, ya que trabajará estrechamente con el director del departamento de desarrollo para evaluar y orientar correctamente los productos que estos estén desarrollando, y para ello debe comprender en qué consisten.

Bajo este director comercial y de operaciones estará el **key account**. Las responsabilidades de este puesto son las de coordinar en el día a día la producción y distribución de los productos comercializados. Mientras que el director comercial se encarga de las grandes operaciones y conexiones importantes, esta figura tiene una responsabilidad a más bajo nivel.

Esta sería la visión general de las personas de nuestra empresa en un primer momento, aunque en el futuro el número de trabajadores iría aumentando según lo haga la empresa, como se mostrará en el siguiente apartado.

En cuanto a los accionistas, es importante que las personas de gran relevancia para la empresa sean accionistas de la misma, de este modo, alineando sus intereses con los de la empresa, evitaremos que abandonen la empresa, lo que afectaría muy negativamente al futuro de la misma.

Estas personas importantes que deben ser accionistas son: el director general, ya que será el dueño de la empresa; el director del departamento de desarrollo y el director comercial y de operaciones. Además también deberíamos contar, como ya se indicó en el apartado 3.3.3, con un socio accionista que disponga de contactos importantes, lo que puede dar un gran empujón a la empresa.

3.6.2. Organización

En cuanto a la organización, a continuación se muestra un organigrama que ilustra el equipo descrito en el apartado anterior:

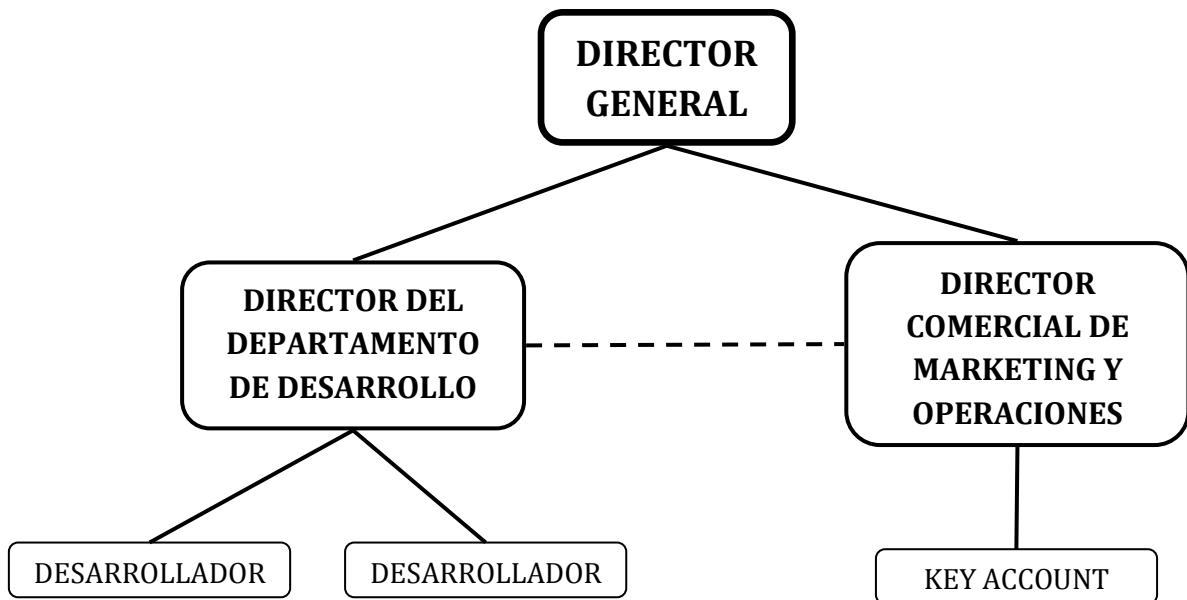


Ilustración 18 - Organigrama Inicial

En este organigrama, la línea de puntos describe la estrecha colaboración entre los directores de ambos departamentos.

Una vez la empresa crezca, también lo hará su organigrama, integrando a más personal para satisfacer las necesidades de la empresa, que habrán aumentado. A continuación se muestra el organigrama que podría tener la empresa en su segunda fase, es decir, en aproximadamente dos años.

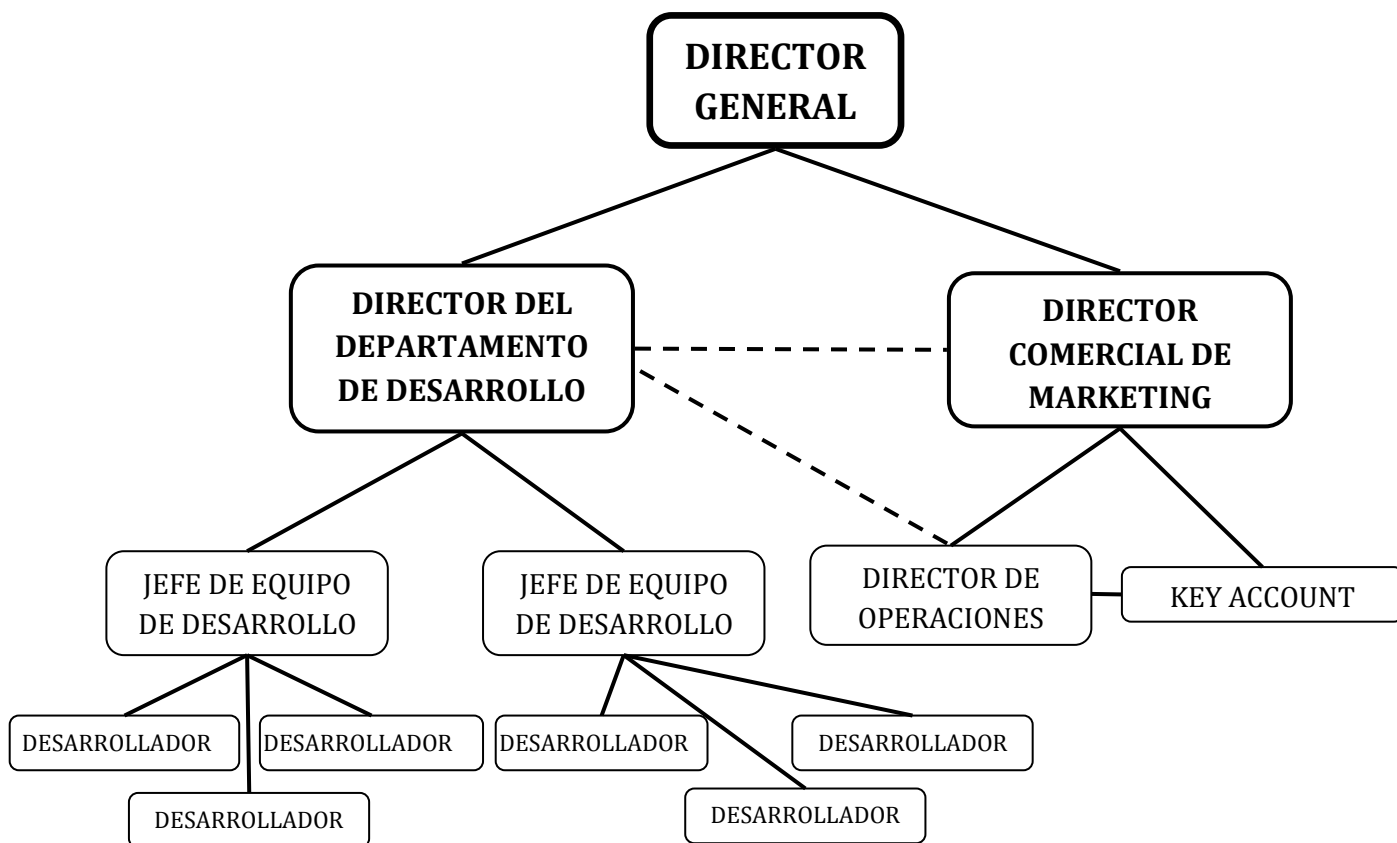


Ilustración 19 - Organigrama Futuro

Tal como se observa la estructura organizativa de la empresa ha aumentado en profundidad, concretamente en el departamento de desarrollo. Ahora existen dos equipos de desarrollo, coordinador por el director del departamento de desarrollo. Cada uno de estos equipos de desarrollo trabajará en proyectos distintos, aunque estén relacionados. El objetivo de paralelizar el proceso de desarrollo es fomentar la creatividad e innovación.

En cuanto a la otra rama de la empresa, la figura del director de operaciones se ha visto desligada de la del director comercial de marketing. Este nuevo director también trabajará estrechamente con el director del departamento de desarrollo, así como con el key account.

Tal como se observa, en ninguno de los dos organigramas encontramos roles tales como director de recursos humanos, departamento de contabilidad o similar, dado que estas tareas no son nucleares para la empresa, por lo que se ha tomado la decisión de externalizarlas.

Tampoco se contempla incluir un director financiero, que podría ayudarnos a conseguir financiación para desarrollar nuevos productos. Esto se debe a que nuestros desarrollos no deberían requerir grandes inversiones (maquinaria, etc.), sino simplemente supondría asignar más recursos humanos a un proyecto concreto, o en todo caso ampliar la plantilla del equipo de desarrollo.

3.6.3. Plan de incorporaciones

Dado que se trata de una empresa pequeña, no habrá un plan de incorporación de personal continuado, sino que cuando se requiera ampliar la plantilla (normalmente de la rama de desarrollo), se realizará un proceso de selección. El director del departamento de desarrollo, o en su defecto, el jefe del equipo de desarrollo al que se vaya a unir el nuevo desarrollador.

Las características que se buscan para un nuevo desarrollador serán trabajo en equipo para poder coordinarse correctamente con el resto del equipo de desarrollo, grandes conocimientos técnicos especialmente relativos a nuevas tecnologías, soltura en la programación y gran capacidad de aprendizaje. Los desarrolladores con este perfil ayudarán a desarrollar productos innovadores y a estar a la vanguardia en nuevas tecnologías.

En cuanto a los jefes de equipo de desarrollo, se tratarán de ascender a desarrolladores que muestren dotes de liderazgo e iniciativa. En caso de que ningún desarrollador en plantilla mostrase estas características, se procedería a contratar a alguien con un perfil similar al de desarrollador pero con estas características mencionadas.

A la hora de contratar al director de operaciones, este sería seleccionado por el director comercial, pues es el que mejor conoce el puesto. Se buscaría a una persona con amplios conocimientos empresariales y de nuevo, con nociones técnicas, dado que deberá relacionarse con el director del departamento de desarrollo y deberá poder comunicarse con él, entendiendo los aspectos técnicos.

3.7. Forma jurídica y fiscalidad

La forma jurídica de esta empresa será **sociedad limitada** [45][46]. Esta forma jurídica es la que más se ajusta a la empresa y la que mejores beneficios reporta. La responsabilidad de los socios en esta empresa estará limitada al capital aportado, con lo que se crea una distinción entre las personas físicas y las jurídicas.

A diferencia de la sociedad anónima, en la cual el aporte mínimo de capital es de 60.000 €, en la sociedad limitada esta cantidad es de 3.000 €, lo que se ajusta más a la magnitud de la empresa. En la sociedad limitada, al igual que en la sociedad anónima, no existe un máximo de capital.

La sociedad limitada es la forma jurídica de empresa más empleada en España, y se adecua correctamente a las pequeñas y medianas empresas, lo que hace que sea la forma jurídica indicada para nuestra empresa.

En cuanto a la fiscalidad, se aplicará el Impuesto de Sociedades, conforme al Real Decreto Legislativo 4/2004 de 5 de marzo y el Real Decreto 1777/2004 de 30 de Julio.

También se realizará un **pacto de accionistas**. En este pacto se tratan temas como la ampliación de capital o la venta de la empresa. En el caso de la ampliación de capital, para evitar que un accionista mayoritario forzase la dilución excesiva de las acciones de los demás accionistas, la ampliación de capital no se realizará por mayoría simple, sino que se requerirá que dos tercios de la junta de accionistas estén de acuerdo para que esta se realice.

En cuanto a la venta de la empresa, se realizará por mayoría simple, es decir, la mitad de los votos más uno. Además se incluirá una cláusula de arrastre. Esto es así para que el accionista mayoritario que en principio será el dueño de la empresa pueda tomar la decisión de vender su empresa incluso si los demás accionistas están en contra.

3.8. Plan económico financiero

En este apartado se explicará el plan económico financiero de la empresa. La información detallada se encontrará en anexos, mientras que aquí se explicará la información relevante y cuadros resumen.

3.8.1. Modelo de ingresos, costes e inversión

Este apartado es de gran importancia, pues detalla cómo obtiene dinero la empresa y cuáles son sus costes e inversiones.

Ingresos

Nuestros ingresos se derivarán de la venta de nuestros productos. Estos productos son el aparato regulador de puerta de garaje y el comunicador de Internet de las Cosas. Aunque el plan de negocio cuenta con sacar nuevos productos periódicamente en el futuro, para este modelo de ingresos sólo tendremos en cuenta estos dos productos.

La empresa de seguridad con la que obtengamos el contrato incluirá estos productos en sus diversos paquetes de seguridad y se encargarán de instalarlos en los hogares de sus clientes, por un precio añadido.

Dado que producción y distribución están a cargo del proveedor y la empresa de seguridad, el margen de beneficio por aparato instalado será pequeño, ya que lo que aporta nuestra empresa es el know-how y el software de los productos.

Planteamos inicialmente tres modelos optativos de retribución a nuestra empresa, para elegir el más conveniente.

- a) **Fijo:** Mediante este sistema de retribución nuestra empresa recibiría mensualmente una cantidad fija de dinero independientemente del número de usuarios que adquiriesen el producto.
- b) **Variable:** Obtendremos una pequeña cantidad de dinero por cada producto adquirido. De este modo nuestros beneficios totales serán proporcionales al éxito de nuestros productos.
- c) **Fijo + variable:** Este modo es una combinación de los anteriores. Recibiremos una retribución mensual fija más una parte proporcional al número de unidades vendidas.

La opción a no es recomendable, porque la retribución fija que obtendríamos de la empresa de seguridad no sería muy elevada, y en caso de que los productos tuviesen mucho éxito, no percibiríamos ese éxito en forma de beneficios más elevados.

La opción b tiene sentido dado que nuestros beneficios sí irán correlacionados al éxito de nuestros productos, pero al no haber una retribución fija, los primeros meses nuestros ingresos serían cercanos a cero.

Por esto la opción que más sentido sería la c, que aúna las ventajas de las dos opciones anteriores.

Para modelizar el número de usuarios, se han utilizado una fórmula que consta de una serie de factores. La fórmula es la siguiente:

$$f(t) = f(t - 1) * (1 + k)$$

Donde “f(t)” es el número de usuarios en el mes “t”, “f(t-1)” es el número de usuarios en el mes “t-1” y “k” es el factor de crecimiento de los usuarios.

El número inicial de usuarios “f(0)” es un factor que se fija.

El factor de crecimiento de usuarios no es fijo, puesto que eso implicaría una función exponencial de la forma “f(t) = f(0) * (1+k)^t”, lo cual supondría que el número de usuarios crecería indefinidamente de modo acelerado, siendo esto imposible. En lugar de ello, este factor de crecimiento comienza a reducirse a partir de otro factor llamado punto de inflexión.

La fórmula que indica la evolución del factor de crecimiento es la siguiente:

$$k(t) = \begin{cases} k(0) & \text{si } t < p \\ k(t - 1) * (1 - d) & \text{si } t \geq p \end{cases}$$

Siendo en esta fórmula, “p” el punto de inflexión, es decir, el mes en el que el factor de crecimiento “k” comienza a disminuir. La manera de reducir el factor de crecimiento es multiplicando el factor de crecimiento del mes anterior por uno menos el factor de decrecimiento “d”.

De este modo, los factores que se fijan y definen la forma de la curva de usuarios son los siguientes:

- f(0): Número de usuarios del primer mes.
- k(0): Factor inicial de crecimiento.
- p: Punto de inflexión, mes en el cual el factor de crecimiento comienza a disminuir.
- d: Factor de decrecimiento aplicado al factor de crecimiento a partir del mes “p”.

Hay otro factor relacionado con cada producto y es el precio inicial de cada producto, que aumentará anualmente por la inflación. Por lo tanto esta es la tabla que muestra los valores de los distintos parámetros característicos de cada producto:

	Regulador automático de puerta de garaje	Comunicador IoT
Número inicial de usuarios	350	550
Factor de crecimiento	23%	30%
Punto de inflexión	14	12
Factor de decrecimiento	10%	12%
Precio inicial	1.50 €	2 €

Tabla 9 - Factores de ingresos de los productos

El primer producto se lanzaría a la venta en el mes 7, mientras que el segundo lo haría dos años más tarde. A continuación se muestra una gráfica que indica la evolución en el número de usuarios de ambos productos a lo largo de los cinco primeros años:

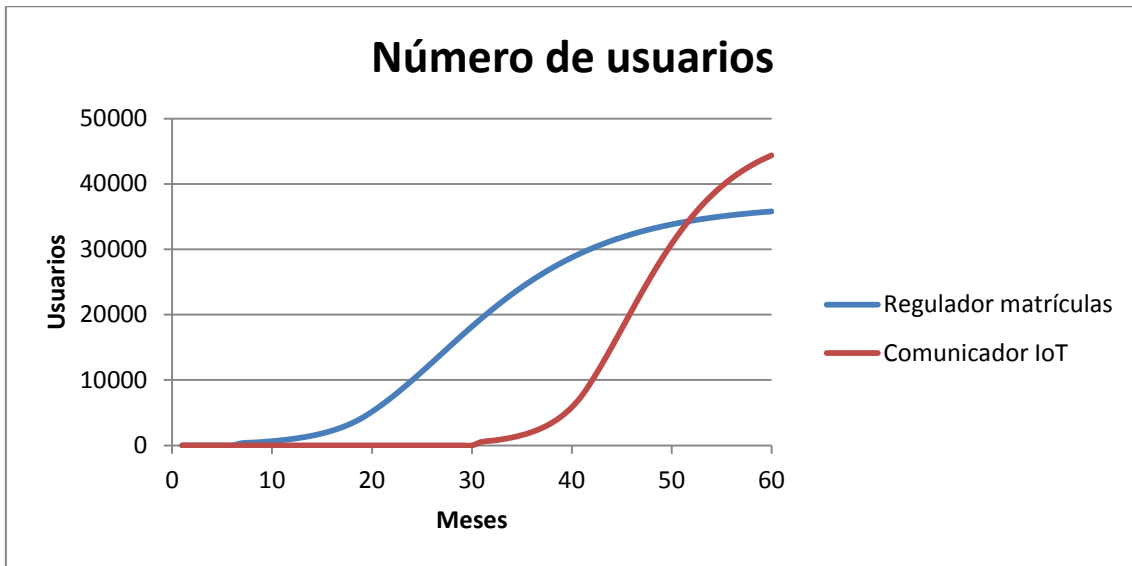


Gráfico 5 - Número de usuarios

En esta gráfica se observa una curva habitual en los productos tecnológicos, con un comienzo lento, seguido de un crecimiento acelerado hasta alcanzar un número de equilibrio, que en futuro acabaría decayendo. Se espera, según este modelo, que el número de usuarios del comunicador IoT supere al del primer producto cuando el crecimiento de este empiece a estancarse.

En la siguiente gráfica se muestran los ingresos de la empresa a lo largo de los cinco primeros años. Se indican tanto los ingresos de cada producto, como los ingresos fijos (inicialmente 2.700 €/mes), así como los ingresos totales (la suma de todos los anteriores):

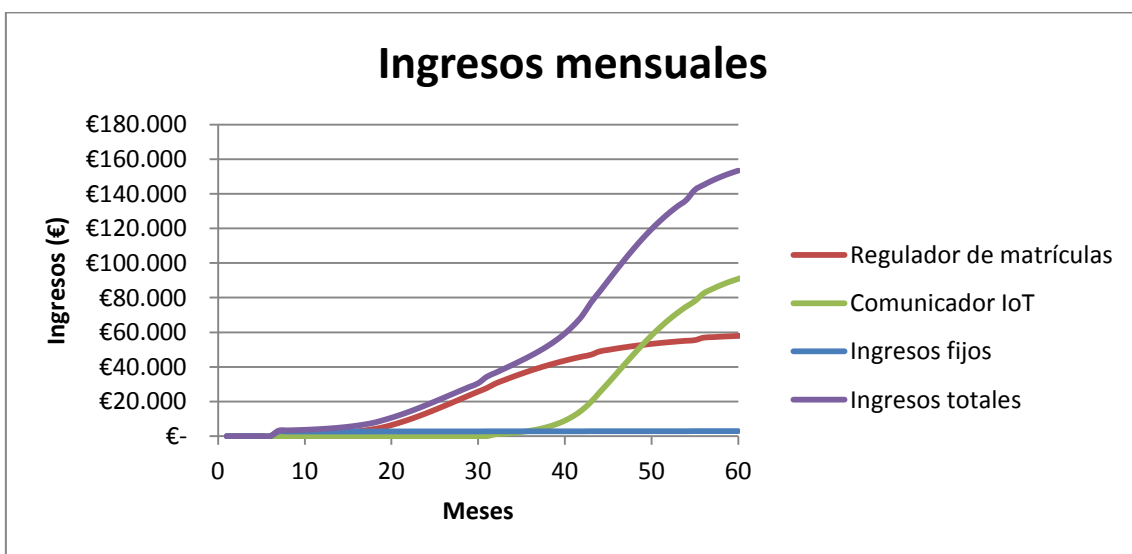


Gráfico 6 - Ingresos mensuales

En la siguiente tabla se muestra un desglose de los ingresos anuales durante los primeros cinco años:

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Regulador de matrículas	5.621,67 €	83.031,75 €	345.622,49 €	570.407,02 €	672.000,32 €
Comunicador IoT	- €	- €	14.031,63 €	302.790,74 €	939.478,12 €
Ingresos fijos	16.200,00 €	32.724,00 €	33.378,48 €	34.046,05 €	34.726,97 €
Ingresos totales	21.821,67 €	115.755,75 €	393.032,60 €	907.243,81 €	1.646.205,41 €

Tabla 10 - Ingresos anuales

Costes

Los costes de la empresa han sido divididos en cinco categorías distintas: personal, marketing, oficina, costes de representación y gestoría. Dado el modelo de negocio que hemos establecido para nuestra empresa no contamos con costes derivados de la compra de materias primas, ensamblaje, almacenamiento de stock ni distribución. Esto implica unos costes muy bajos comparados a un modelo de empresa más industrial.

Los costes de **personal** consisten en los salarios de los trabajadores de la empresa. El número de trabajadores de la empresa va incrementando hasta establecerse el organigrama final descrito en el apartado 3.6.2. Estos costes representan la mayor parte de los costes totales de la empresa.

Los costes de **marketing** se dividen en tres partes distintas. Por un lado las campañas de marketing, que son ofertas de trade marketing acordadas con la empresa de seguridad para promocionar los productos y se producen anualmente. Además también se pagará a una empresa externa para que cree una página web corporativa para la empresa. Esta empresa deberá además realizar una actualización general de la web anualmente. Por último existe un coste de marketing variable relativo a los ingresos de los productos. Esto es así porque el coste de marketing aumentará de un modo proporcional al número de clientes.

Los costes de **oficina** incluyen aquellos necesarios para desarrollar la actividad de la empresa en una oficina. De este modo están incluidos el alquiler, la electricidad, el teléfono e internet.

Los **costes de representación** son unos costes destinados a comidas, viajes, etc. para reuniones con la empresa de seguridad y la empresa de ensamblaje, así como otros costes misceláneos, como cestas de navidad para los trabajadores.

Por último están los costes de la **gestoría**. Esta gestoría se encargará de realizar tareas de contabilidad, finanzas y otros trámites que externalizamos, porque realizar estas tareas dentro de la empresa supondría un coste muy elevado.

Nuestra empresa siempre trata de externalizar las tareas menos importantes o que no aportan valor directo, mientras que mantienen las tareas nucleares de la empresa, que en este caso es la innovación y desarrollo de nuevos productos así como la coordinación de las demás fases de la cadena de valor.

En la siguiente tabla se detallan los costes anuales de los cinco primeros años:

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
PERSONAL					
Director General	33.000,00 €	36.300,00 €	39.930,00 €	43.923,00 €	48.315,30 €
Departamento de desarrollo					
Director departamento de desarrollo	26.400,00 €	29.040,00 €	31.944,00 €	35.138,40 €	38.652,24 €
Desarrolladores	36.000,00 €	69.300,00 €	108.900,00 €	143.748,00 €	158.122,80 €
Jefes de equipo de desarrollo	- €	24.000,00 €	52.800,00 €	58.080,00 €	63.888,00 €
Subtotal	62.400,00 €	122.340,00 €	193.644,00 €	236.966,40 €	260.663,04 €
Departamento comercial					
Director comercial	26.400,00 €	29.040,00 €	31.944,00 €	35.138,40 €	38.652,24 €
Director de operaciones	- €	13.500,00 €	29.700,00 €	32.670,00 €	35.937,00 €
Key Account	21.000,00 €	23.100,00 €	25.410,00 €	27.951,00 €	30.746,10 €
Subtotal	47.400,00 €	65.640,00 €	87.054,00 €	95.759,40 €	105.335,34 €
Total personal	142.800,00 €	224.280,00 €	320.628,00 €	376.648,80 €	414.313,68 €
MARKETING					
Campañas de marketing	10.000,00 €	15.000,00 €	20.000,00 €	30.000,00 €	45.000,00 €
Web corporativa	500,00 €	200,00 €	250,00 €	300,00 €	350,00 €
Costes variables de marketing	327,93 €	4.843,52 €	21.038,29 €	52.198,16 €	97.917,40 €
Total marketing	10.827,93 €	20.043,52 €	41.288,29 €	82.498,16 €	143.267,40 €
OFICINA					
Alquiler	12.000,00 €	13.200,00 €	14.520,00 €	15.972,00 €	17.569,20 €
Electricidad	1.200,00 €	1.296,00 €	1.399,68 €	1.511,65 €	1.632,59 €
Teléfono e Internet	360,00 €	378,00 €	396,90 €	416,75 €	437,58 €
Total oficina	13.560,00 €	14.874,00 €	16.316,58 €	17.900,40 €	19.639,37 €
COSTES DE REPRESENTACIÓN					
Costes de representación fijos	13.000,00 €	15.600,00 €	18.720,00 €	22.464,00 €	26.956,80 €
Costes de representación variables	229,55 €	3.390,46 €	14.726,80 €	36.538,71 €	68.542,18 €
Total costes de representación	13.229,55 €	18.990,46 €	33.446,80 €	59.002,71 €	95.498,98 €
GESTORÍA	4.800,00 €	6.000,00 €	7.200,00 €	8.400,00 €	9.600,00 €
TOTAL	184.987,93 €	280.797,52 €	404.152,87 €	507.911,36 €	613.777,25 €

Tabla 11 - Costes anuales

Tal como se observa en la tabla, los costes aumentan rápidamente con los años. Esto se debe a la intención crecimiento de la empresa. También se observa, como se ha comentado previamente, que los gastos de personal representan un porcentaje muy importante de los costes totales. A continuación se muestra un gráfico circular que ilustra esta situación:

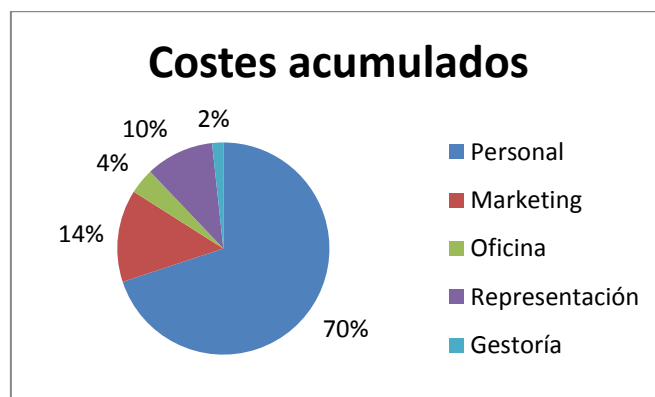


Gráfico 7 - Costes acumulados

Inversión

La inversión de la empresa consiste en la compra de los equipos informáticos, las Raspberry Pi y un software ERP (sistema de planificación de recursos empresariales) que ayude a gestionar la empresa. Cada uno de estos elementos tiene un coste y un periodo de amortización.

Para todos ellos se ha supuesto una amortización lineal, lo que implica que para calcular su amortización se dividirá su coste entre el número de meses de su periodo de amortización, de lo que resultará la amortización mensual.

A continuación se mostrará en una tabla los distintos elementos que forman parte de la inversión, así como los datos relativos a su amortización:

	Inversión unitaria	Periodo de amortización	Amortización mensual unitaria
Ordenador	1.000 €	36 meses	27'78 €
Raspberry Pi	126 €	36 meses	3'5 €
ERP	60.000 €	60 meses	1.000 €

Tabla 12 - Datos sobre inversión y amortización

A lo largo del periodo de la empresa analizado (cinco años) se planea que la empresa vaya comprando nuevos ordenadores y Raspberry Pi según vayan quedando obsoletos o deteriorándose. El software ERP, sin embargo sólo se comprará una única vez.

En la siguiente tabla se muestran las inversiones y amortizaciones realizadas en este periodo de cinco años, desglosadas en los distintos elementos de los que consta la inversión.

		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
INVERSIÓN	Ordenador	6.000 €	5.000 €	0 €	8.000 €	5.000 €
	Raspberry Pi	378 €	0 €	0 €	378 €	0 €
	ERP	60.000 €	0 €	0 €	0 €	0 €
	TOTAL	66.378 €	5.000 €	0€	8.378 €	5.000 €
AMORTIZACIÓN	Ordenador	2.000 €	3.000 €	3.666'68 €	4.333'33 €	4.333'33 €
	Raspberry Pi	126 €	126 €	126 €	126 €	126 €
	ERP	12.000 €	12.000 €	12.000 €	12.000 €	12.000 €
	TOTAL	14.126 €	15.126 €	15.792'67 €	16.459'33€	16.459'33€

Tabla 13 - Inversiones y amortizaciones anuales

Tal como se observa, un gran porcentaje de la inversión ha ido a parar al sistema ERP. Sin embargo, consideramos que se trata de una inversión necesaria pues facilitará en gran medida la labor de la gestión de la empresa.

3.8.2. P&L

En este apartado se comentarán las pérdidas y ganancias de la empresa (P&L, Profit & Loss). En el anexo se puede encontrar desglosada mensualmente durante los cinco años. Sin embargo aquí se comentará solamente a nivel anual.

Lo primero que se contabiliza son los **ingresos** obtenidos por la empresa. A esta cifra se le resta el coste de ventas para obtener el **margen bruto**. Los costes de ventas suelen incluir material, etc., pero dado que en nuestra empresa no hay gastos de ese tipo, se contabilizan los costes implicados directamente en la producción y venta. En este caso han sido contabilizados como los costes de personal del equipo de desarrollo ya que ellos son los que producen el software y crean los productos, así como el coste del key account, puesto que él es el que se encarga de gestionar en el día a día la coordinación entre la empresa ensambladora y la empresa distribuidora.

Este margen bruto es el beneficio que se obtiene al contabilizar únicamente los costes implicados en la producción, pero hay muchos costes que no se están teniendo en cuenta para este factor. Al restar los **demás costes** de la empresa (otros costes de personal, así como los de oficina, representación y gestoría) se obtiene el **EBITDA** (Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization, es decir, beneficio antes de intereses, impuestos, depreciación y amortización).

Si al EBITDA se le resta los intereses de la deuda, así como la amortización se obtiene el **BAI** (Beneficio Antes de Impuestos). Y finalmente tras sustraer el importe de los impuestos, establecido en el 20%, se obtiene el **beneficio neto**.

A continuación se muestra una tabla resumida con la cuenta de resultados de los cinco primeros años de la empresa:

Cuenta de Resultados	Total AÑO 0	Total AÑO 1	Total AÑO 2	Total AÑO 3	Total AÑO 4
INGRESOS	21.821,67 €	115.755,75 €	393.032,60 €	907.243,81 €	1.646.205,41 €
COSTE DE VENTAS	83.400,00 €	145.440,00 €	219.054,00 €	264.917,40 €	291.409,14 €
Departamento de desarrollo	62.400,00 €	122.340,00 €	193.644,00 €	236.966,40 €	260.663,04 €
Key Account	21.000,00 €	23.100,00 €	25.410,00 €	27.951,00 €	30.746,10 €
MARGEN BRUTO	- 61.578,33 €	- 29.684,25 €	173.978,60 €	642.326,41 €	1.354.796,27 €
	-282%	-26%	44%	71%	82%
TOTAL GASTOS	101.737,84 €	137.571,70 €	194.631,18 €	265.017,61 €	361.426,38 €
RRHH no de producción	59.400,00 €	78.840,00 €	101.574,00 €	111.731,40 €	122.904,54 €
Director general	33.000,00 €	36.300,00 €	39.930,00 €	43.923,00 €	48.315,30 €
Director comercial	26.400,00 €	29.040,00 €	31.944,00 €	35.138,40 €	38.652,24 €

Director de operaciones	- €	13.500,00 €	29.700,00 €	32.670,00 €	35.937,00 €
Gastos Generales	42.337,84 €	58.731,70 €	93.057,18 €	153.286,21 €	238.521,84 €
Camapañas de marketing	10.000,00 €	15.000,00 €	20.000,00 €	30.000,00 €	45.000,00 €
Web corporativa	500,00 €	200,00 €	250,00 €	300,00 €	350,00 €
Costes variables de marketing	281,08 €	4.151,59 €	17.982,71 €	43.659,89 €	80.573,92 €
Total marketing	10.781,08 €	19.351,59 €	38.232,71 €	73.959,89 €	125.923,92 €
Alquiler oficina	12.000,00 €	13.200,00 €	14.520,00 €	15.972,00 €	17.569,20 €
Electricidad	1.200,00 €	1.296,00 €	1.399,68 €	1.511,65 €	1.632,59 €
Teléfono e Internet	360,00 €	378,00 €	396,90 €	416,75 €	437,58 €
Total Oficina	13.560,00 €	14.874,00 €	16.316,58 €	17.900,40 €	19.639,37 €
Costes de representación	13.196,76 €	18.506,11 €	31.307,89 €	53.025,92 €	83.358,55 €
Gestoría	4.800,00 €	6.000,00 €	7.200,00 €	8.400,00 €	9.600,00 €
EBITDA	-163.316	-167.256	-20.653	377.309	993.370
	-748%	-144%	-5%	42%	60%
Resultado financiero		6.009	4.006	2.003	
Amortización inmovilizado	14.126	15.126	15.793	16.459	16.459
BAI	-177.442	-188.391	-40.452	358.846	976.911
Acumulado 3 años	-177.442	-365.834	-406.285	130.003	1.295.305
tipo impositivo	20%	20%	20%	20%	20%
Impuestos (20%)	0	0	0	26.001	195.382
BENEFICIO NETO	-177.442	-188.391	-40.452	332.846	781.528

Tabla 14 - Cuenta de resultados

En esta cuenta de resultados se observa que en el tercer año ya se cuenta con un margen bruto positivo. Sin embargo, el resto de costes hacen que no se alcance un beneficio neto hasta el cuarto año.

A continuación se mostrará una gráfica que muestre la evolución de los siguientes indicadores: margen bruto, EBITDA, BAI y beneficio neto. De este modo se podrá obtener una idea del crecimiento de esta empresa.

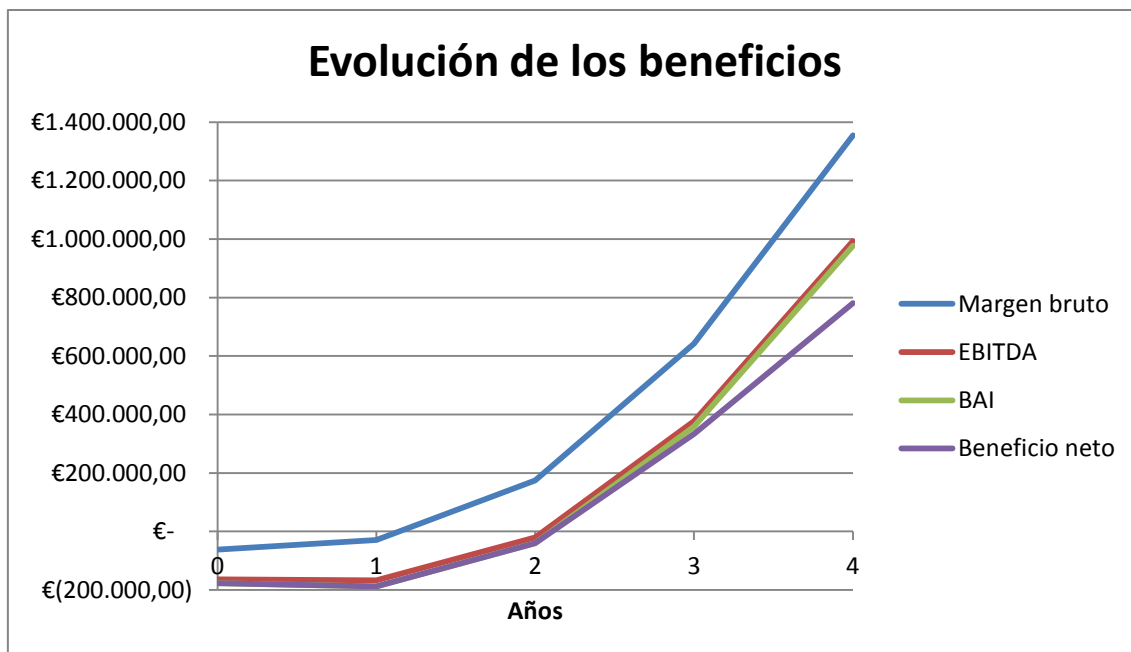


Gráfico 8 - Evolución de los beneficios

En esta gráfica se aprecia un buen crecimiento de los beneficios de la empresa. Se observa que el beneficio neto crece en menor medida que el BAI cuando el BAI acumulado es positivo y por lo tanto la empresa comienza a pagar impuestos.

3.8.3. Flujo de caja

Mientras que en la cuenta de resultados se muestran los ingresos y gastos anotados en el momento en el que se acuerdan, a pesar de que no se produzca un intercambio real de dinero en ese momento. Esto se conoce como **principio de devengo**. Sin embargo, en este apartado se trata el flujo de caja (cash flow), que contabiliza los pagos y cobros, es decir, cuando se hace efectivo el intercambio de dinero real.

En este apartado calculamos tanto el flujo de caja operativo como el flujo de caja del accionista. El **flujo de caja operativo** es igual al beneficio neto, menos la variación de las necesidades operativas de fondos (NOF), menos el incremento del activo fijo neto.

Las **necesidades operativas de fondo** son los fondos necesarios para poder financiar las actividades de la empresa. Las NOF se calculan como la suma de la caja mínima, clientes y stock, menos proveedores.

La **caja mínima** es el importe necesario en caja para poder operar. Nuestra empresa no cuenta con **stock**, por lo que esa parte del cálculo se puede obviar. Los **clientes** se contabilizan como los días de clientes, multiplicado por el volumen de negocio anual entre 365 días. Los “días de clientes” quiere decir el número de días que transcurren entre que el cliente final adquiere un producto y nuestra empresa recibe el dinero correspondiente. Hemos determinado este número en un valor de 90. A nuestra empresa le interesa que ese lapso de tiempo sea cuanto más pequeño mejor, puesto que es dinero nuestro pero no podemos disponer de él hasta

pasado ese tiempo. Con los **proveedores** sucede justo al contrario. La fórmula de cálculo es similar: días de proveedores, multiplicado por, en nuestro caso, la suma de costes de personal, marketing y gestión anuales, divididos entre 365 días. Dado que los costes que hemos asignado a proveedores son pagados mensualmente, el valor de “días de proveedores” es de 30.

Para calcular el **activo fijo neto** (AFN) simplemente se calcula la inversión acumulada menos la amortización acumulada.

Es importante observar que para calcular el flujo de caja operativo no estamos restando las NOF y el activo fijo neto al beneficio neto, sino que estamos restando la variación de NOF y la variación de activo fijo neto, y con variación nos referimos al valor del año actual menos el valor del año anterior.

A continuación se muestra una tabla que muestra los flujos de caja operativos anuales durante los primeros cinco años.

Flujo de Caja	Total AÑO 0	Total AÑO 1	Total AÑO 2	Total AÑO 3	Total AÑO 4
(+)Beneficio Neto	-177.442	-188.451	-40.492	332.850	781.528
(-)Variación de NOF	363	15.662	58.800	119.152	174.744
caja mínima	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000
clientes	5.381	28.543	96.912	223.704	405.914
días de clientes	90	90	90	90	90
stock	0	0	0	0	0
días de stock	0	0	0	0	0
proveedores	13.018	20.518	30.087	37.727	45.192
gestoría + personal + marketing	158.381	249.632	366.061	459.009	549.838
días de proveedores	30	30	30	30	30
Necesidades Operativas de Fondos (NOF)	363	16.025	74.825	193.977	368.722
(-)Variación activo fijo	52.252	-10.126	-15.793	-8.081	-11.459
inversión	66.378	5.000	0	8.378	5.000
inversión acumulada	66.378	71.378	71.378	79.756	84.756
amortización	14.126	15.126	15.793	16.459	16.459
amortización acumulada	14.126	29.252	45.045	61.504	77.963
Activo fijo neto	52.252	42.126	26.333	18.252	6.793
CF OPERATIVO O DE PROYECTO	-230.057	-193.987	-83.499	221.779	618.243
CF acumulado	-230.057	-424.044	-507.544	-285.765	332.479

Tabla 15 - Flujos de caja

En este punto calcularemos la deuda que necesita nuestra empresa. El objetivo de la deuda será financiar las inversiones y las necesidades operativas de fondos. Para ello tomaremos el cash flow operativo acumulado mínimo (-507.544€ en el año 2) y le restaremos el beneficio acumulado mínimo (-406.385€ en el año 2). El resultado de esta operación es de 101.158€, que será la deuda a solicitar.

En la siguiente tabla se muestra la información correspondiente a la deuda:

		AÑO 0	AÑO1	AÑO2	AÑO3	AÑO4
N(Deuda viva)			101.158	67.439	33.719	-
Devolución principal				33.719	33.719	33.719
Intereses	6%		6.069	4.046	2.023	-
Plazo devolución	3					
ΔDEUDA		-	101.158	- 33.719	- 33.719	- 33.719

Tabla 16 - Deuda

Una vez que conocemos la deuda, podemos calcular el **flujo de caja del accionista**, que es igual al flujo de caja operativo más el incremento de la deuda. En la siguiente tabla se muestra el flujo de caja del accionista a lo largo de los primeros cinco años:

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4
Flujo de caja operativo	-230.057	-193.987	-83.499	221.779	618.243
(+) incremento de deuda	0	10.1158	-33.719	-33.719	-33.719
Flujo de caja accionista	-230.057	-92.829	-117.218	188.059	584.524
Flujo accionista acumulado	-230.057	-322.886	-440.105	-25.2045	332.479

Tabla 17 - Flujo de caja del accionista

Por último, el beneficio neto negativo y la devolución de la deuda no cubierta por el beneficio serán financiados mediante fondos propios. Esto implica que los fondos propios de la empresa, es decir, el capital que los socios han de aportar en el arranque de la empresa coincidirá con el mínimo del flujo de caja del accionista acumulado, que tal como se observa en la tabla anterior es 440.105€.

3.8.4. Valoración de la empresa

En este apartado se tratará de dar un valor económico a la empresa según una serie de criterios.

El primer paso es tratar de calcular una beta para esta empresa. La beta es una medida del riesgo o volatilidad de la empresa, relativa a la del mercado, siendo una beta de valor uno un indicador de que la volatilidad de la empresa coincide con la del mercado.

Dado que no existen empresas comparables a esta, a las que tengamos acceso, no podemos suponer una beta equivalente. Sin embargo, Aswath Damodaran, experto en valoración de empresas, tiene en su página web una estimación de la beta de diferentes sectores.

El sector de esta empresa es difícil de clasificar, por lo que tomaremos sectores similares y realizaremos un promedio de sus betas. Los sectores más relacionados con nuestra empresa son "Internet software and services" (beta = 1.01) y "Telcom. Equipment" (beta = 1.04). Por lo que el promedio de estas es una beta de valor 1.025.

Sin embargo, este valor no es demasiado fiable, por lo que procedemos a calcular la beta de manera cualitativa. Este proceso consiste en, a cada aspecto o fuente de riesgo de la empresa, se le asigna un medidor de riesgo (bajo, normal, notable, alto o muy alto). Cada fuente de riesgo tendrá un peso asociado, por el que será ponderado. Finalmente, la suma ponderada de estos riesgos será dividida entre dos, obteniendo así un valor para la beta.

A continuación se muestra la tabla empleada para calcular nuestra beta cualitativa:

BETA CUALITATIVA		bajo	normal	notable	alto	muy alto
		1	2	3	4	5
25%	Negocio, sector y producto			3		
10%	Apalancamiento operativo		2			
15%	Directivos		2			
5%	Exposición a otros riesgos		2			
15%	Mercado relevante			3		
5%	Flujos		2			
5%	Liquidez de la inversión		2			
5%	Acceso a fuentes de fondos	1				
5%	Socios	1				
10%	Estrategia			3		

Tabla 18 - Beta cualitativa

Realizando los cálculos antes mencionados, se obtiene una beta de valor igual a 1.2. A las betas a las que nos hemos estado refiriendo son las betas desapalancadas, es decir, la beta que tendría la empresa si no tuviese deuda.

Para calcular el valor de la beta apalancada multiplicamos el valor de la beta desapalancada por los fondos más la deuda entre los fondos propios. De esto modo obtenemos la beta apalancada para cada año, en función de la estructura de capital de la empresa.

Para poder valorar correctamente la empresa, necesitamos la tasa de rendimiento esperada de la empresa, que será la tasa a la que descontaremos el valor anual de la empresa. Para calcularla emplearemos el CAPM (Capital Asset Pricing Model, es decir, modelo de valoración de activos financieros). La fórmula del CAPM es la siguiente:

$$r_E = r_f + \beta_E[r_m - r_f]$$

Siendo r_E la tasa de rendimiento esperado de la empresa, r_f la tasa libre de riesgo, β_E la beta desapalancada y $[r_m - r_f]$ la prima de riesgo de mercado.

De esta fórmula nos falta la tasa que queremos calcular, la tasa libre de riesgo y la prima de riesgo de mercado. Para la tasa libre de riesgo utilizaremos la del bono a diez años, que actualmente se encuentra en 2.2%. Para la prima de riesgo de mercado usaremos 4.5%.

Ya con todos los datos, mostraremos en la siguiente tabla los valores de ambas betas y la tasa de descuento por año:

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Beta desapalancada	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Beta apalancada	1,20	2,84	3,60	1,31	1,20
Tasa de descuento	7,60%	14,96%	18,40%	8,10%	7,60%

Tabla 19 - Betas y tasas de descuento anuales

Una vez que contamos con las tasas de descuento, podemos proceder a descontar los flujos de caja del accionista:

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Flujo de caja del accionista	-230057	-92829	-117218	188059	584524
Tasa de descuento	7,60%	14,96%	18,40%	8,10%	7,60%
Valor descontado	-213807,84	-70239,85	-70622,15	137735,10	405266,79

Tabla 20 - Valores descontados

Finalmente para calcular el VAN (Valor Actual Neto), simplemente tendríamos que sumar los flujos descontados. Esta suma da un valor de **188.332 €**. Y la TIR (Tasa Interna de Retorno) asociada a estos flujos de caja es del **20,19%**. Esto significaría que nuestra empresa tendría como promedio una rentabilidad anual del 20,19%, lo cual es un valor bastante adecuado.

Sin embargo, sólo estamos contabilizando los flujos de los primeros cinco años de empresa. Para obtener un valor más acertado introduciremos el concepto de **valor terminal**, que

representa el valor descontado de todos los flujos futuros hasta el infinito. Obviamente esto no es algo que vaya a suceder, pero es una herramienta financiera que nos permite obtener datos más realistas sobre la valoración de la empresa. Este valor es de 3.463.005 €, por lo que el VAN de la empresa con valor terminal es de **3.624.337 €**. Y por tanto, la TIR asociada es del **84,14%**.

A continuación se muestra una tabla que resume estos datos:

SIN VALOR TERMINAL		CON VALOR TERMINAL	
VAN	TIR	VAN	TIR
188.332 €	20,19%	3.624.337 €.	84,14%

Tabla 21 - VAN y TIR

En conclusión podemos afirmar que la creación de esta empresa se trata de un proyecto viable, pues su VAN (tanto con valor terminal como sin él) es superior a cero.

3.8.5. Balance

En este apartado se mostrará el balance de la empresa, contando el arranque de la misma y los cinco primeros años:

	ARRANQUE	AÑO 0	AÑO1	AÑO2	AÑO3	AÑO4
ACTIVO	440.105	275.680	195.887	131.245	438.015	1.193.290
Caja	440.105	218.047	125.218	8.000	196.059	780.583
CajaExtra	440.105	210.047	117.218	0	188.059	772.583
Caja minima		8.000	8.000	8.000	8.000	8.000
Clientes		5.381	28.543	96.912	223.704	405.914
Stock		0	0	0	0	0
AFN		52.252	42.126	26.333	18.252	6.793
PASIVO	440.105	275.680	195.887	131.245	438.015	1.193.290
Proveedores		13.018	20.518	30.087	37.727	45.192
Deuda			101.158	67.439	33.719	-
Fondos propios	440.105	262.662	74.211	33.719	366.569	1.148.098
Capital	440.105	440.105	262.662	74.211	33.719	366.569
Resultado del ejercicio		- 177.442	- 188.451	- 40.492	332.850	781.528
Dividendo		0	0	0	0	0

Tabla 22 – Balance

En el arranque tenemos el capital aportado por los socios en el pasivo y su contrapartida es la caja en el activo. Como se indicó en el apartado 3.8.3, se ha establecido una caja mínima de 8.000€ que será necesaria para que la empresa lleve a cabo su actividad. Las cuentas de clientes, stock y proveedores se calcularon en el apartado 3.8.3, en el que fueron explicadas.

Se puede observar que la caja va disminuyendo según avanzan los periodos, debido a que el resultado del ejercicio es negativo, hasta el punto en el que la caja extra llega a ser cero en el Año 2. Sin embargo, a partir de este punto, comienza a crecer junto al resultado del ejercicio.

Tal como se indica en la tabla, se ha establecido una política de no otorgar dividendos por dos motivos principales. El primero es que el objetivo de este estudio es analizar la viabilidad de la empresa, por lo que la política de dividendos, en este aspecto, queda fuera del alcance. Por otro lado, al tratarse esta de una empresa de alta innovación, siguiendo el ejemplo de otras como fue Microsoft en sus primeros años, preferimos no dar dividendos para disponer de más caja que nos permita continuar con nuestra innovación.

3.8.6. Sensibilidad

Para realizar el análisis de sensibilidad, usaremos un software que es un plugin para Excel. Se llama Oracle Crystall Ball y permite realizar simulaciones escogiendo una serie de valores como supuestos, bajo una determinada distribución de probabilidad y eligiendo otros como pronóstico. De este modo, observaremos como al variar estos parámetros por pura probabilidad, se obtienen unos resultados u otros.

Para nuestro análisis seleccionaremos una serie de factores y les aplicaremos una distribución triangular, que es como una distribución normal simplificada, en la que tenemos un punto mínimo y un máximo de probabilidad cero, un punto medio de alta probabilidad y los puntos restantes tendrán una probabilidad intermedia, que aumenta al acercarse al punto medio.

A continuación se muestra la distribución de probabilidad del número inicial de usuarios del producto regulador de puerta de garaje:

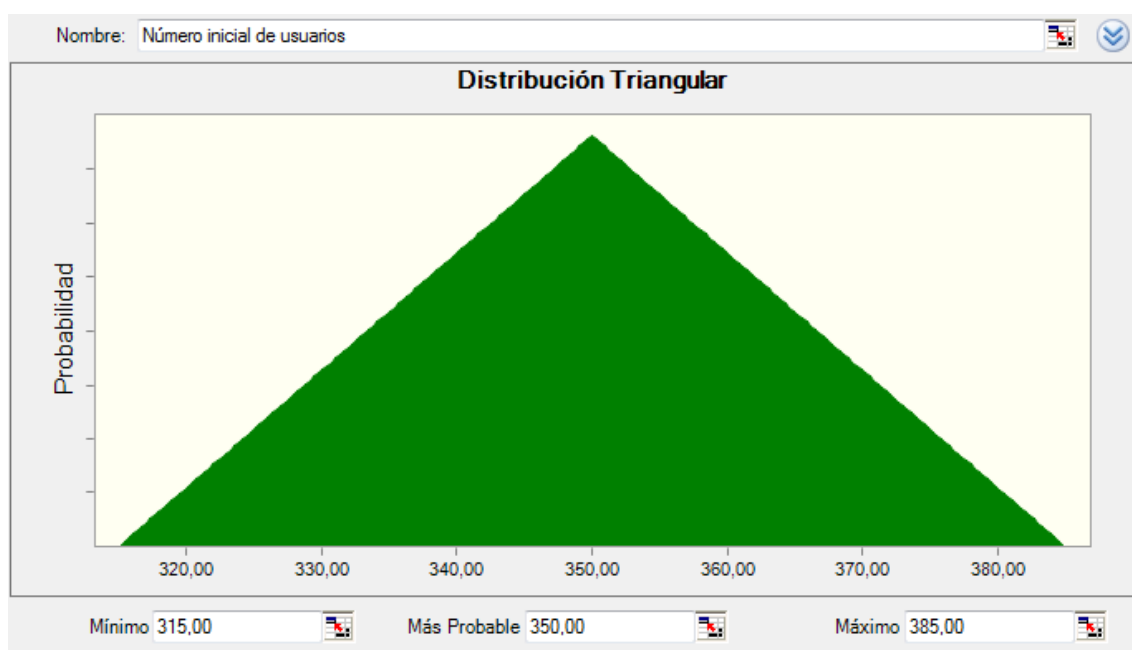


Gráfico 9 - Distribución de probabilidad del número inicial de usuarios

En la siguiente tabla se muestran los distintos parámetros seleccionados como supuestos, indicando sus valores mínimo, medio y máximo:

Parámetro	Valor mínimo	Valor más probable	Valor máximo
Número inicial de usuarios regulador puerta de garaje	315	350	385
Precio inicial regulador puerta de garaje	1.35€	1.5€	1.65€
Tasa de crecimiento regulador puerta de garaje	21%	23%	25%
Tasa de decrecimiento regulador puerta de garaje	9%	10%	11%
Punto de inflexión regulador puerta de garaje	12	14	16
Número inicial de usuarios comunicador IoT	495	550	605
Precio inicial regulador comunicador IoT	1.8€	2€	2.2€
Tasa de crecimiento regulador comunicador IoT	27%	30%	33%
Tasa de decrecimiento regulador comunicador IoT	13%	15%	17%
Punto de inflexión regulador comunicador IoT	10	12	14
Ingresos fijos	2430€	2700€	2970€
Tasa de crecimiento de sueldos	9%	10%	11%
Tasa de crecimiento de alquiler	9%	10%	11%
Tasa de crecimiento de electricidad	7.2%	8%	8.8%
Tasa de crecimiento de teléfono e internet	4.5%	5%	5.5%
Porcentaje de costes variables de marketing sobre ingresos de productos	4.5%	5%	5.5%
Porcentaje de costes variables de representación sobre ingresos de productos	3.15%	3.5%	3.85%

Tabla 23- Variación de los supuestos

Para los pronósticos se seleccionarán los valores del VAN y la TIR, tanto con valor terminal como sin él. Una vez ejecutada una simulación de 500 iteraciones obtenemos los siguientes resultados:

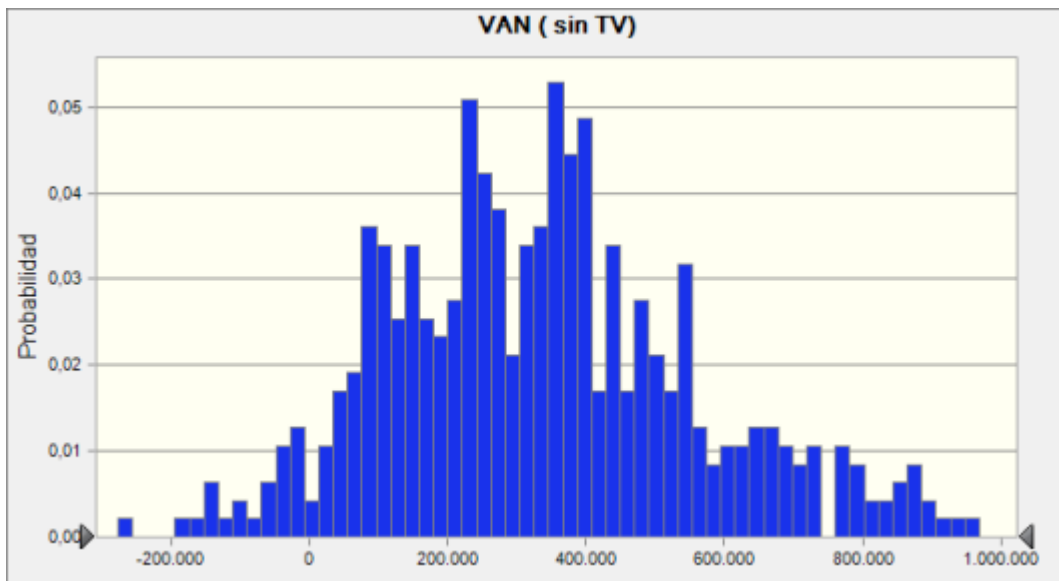


Gráfico 10 - VAN sin Terminal Value

Tal como se observa en la gráfica, existe un número no despreciable de casos en los que el VAN obtiene un valor menor que cero, por lo que si se da una situación suficientemente desventajosa la empresa podría no salir rentable.

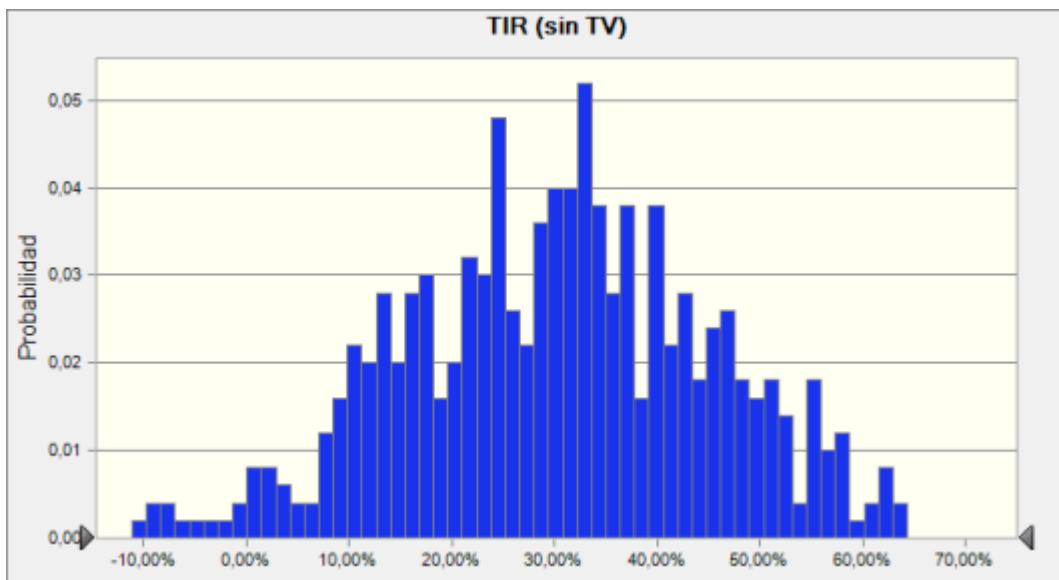


Gráfico 11 - TIR sin Terminal Value

De un modo análogo, lo mismo ocurre con la TIR, que en determinados casos obtiene un valor negativo.

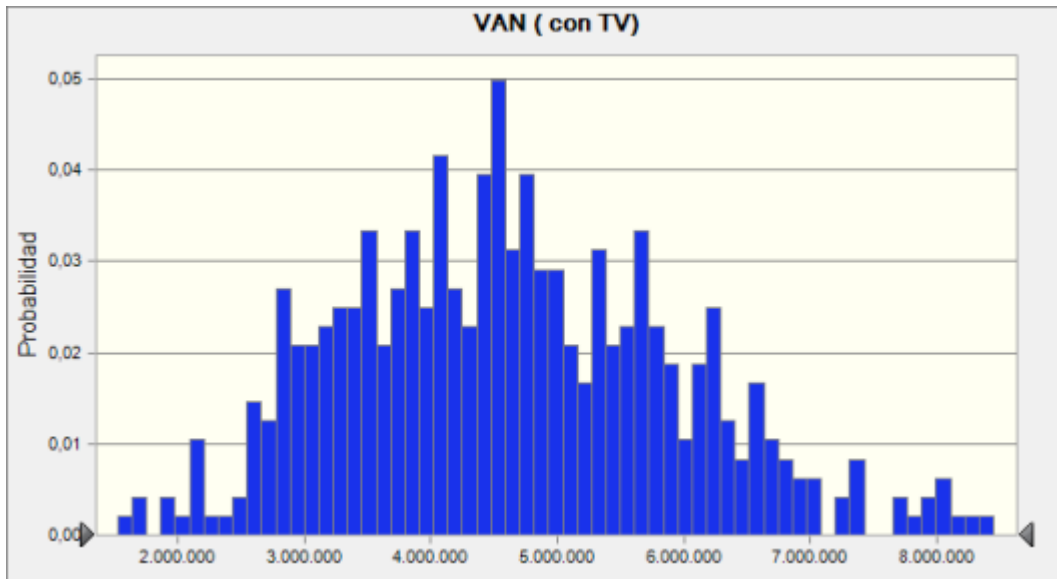


Gráfico 12 - VAN con Terminal Value

En el caso del VAN con terminal value, incluso en el peor de los casos es positivo, por lo que aunque durante los primeros años sucediese que nuestra empresa no es rentable, si lográsemos mantenerla en pie, a largo plazo se obtendría una valoración positiva.

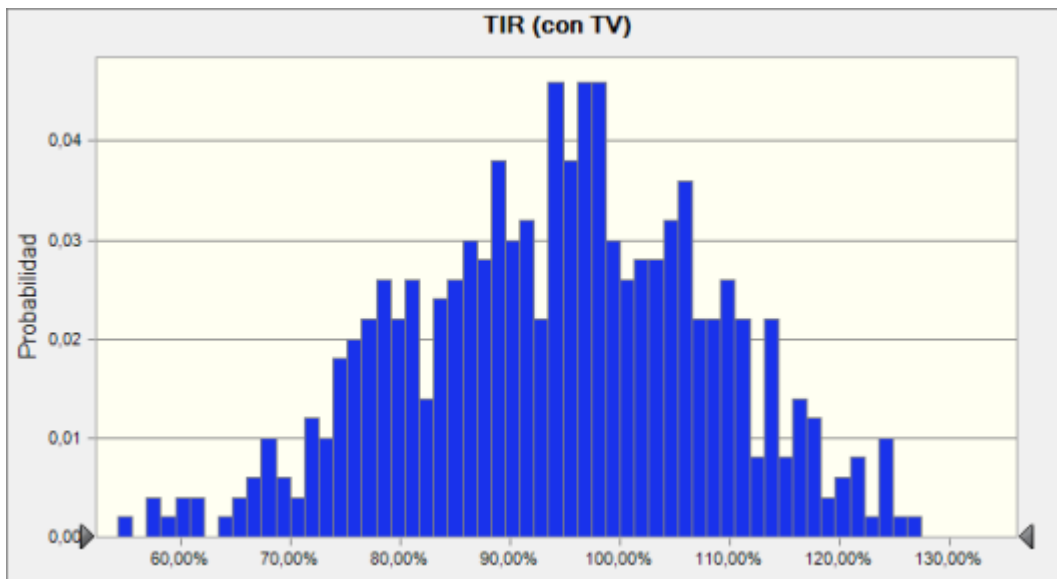


Gráfico 13 - TIR con Terminal Value

Lo mismo sucede con la TIR con terminal value. Incluso los valores mínimos son bastante elevados.

A continuación se muestra una tabla con los datos estadísticos de cada uno de los factores que se ha tratado de predecir mediante la simulación:

	SIN VALOR TERMINAL		CON VALOR TERMINAL	
	VAN	TIR	VAN	TIR
Media	340.803	30,11%	4.653.250	94,12%
Desviación estándar	231.711	15,21%	1.355.466	14,22%
Varianza	53.689.940.285	2,31%	1.837.288.743.611	2,02%
Mínimo	-277.018	-20,79%	1.529.455	48,15%
Máximo	1.030.911	72,70%	10.044.840	135,38%

Gráfico 14 - Datos estadísticos sobre las predicciones

En efecto observamos valores negativos para el VAN y la TIR en los peores escenarios simulados, pero en promedio nos encontramos con unos valores medios superiores a los calculados sin la simulación.

3.8.7. Indicadores financieros

En este apartado se mostrarán algunos indicadores financieros para aportar información adicional sobre la empresa. Estos indicadores serán el **apalancamiento financiero** (deuda entre fondos propios), **ratio de endeudamiento** (deuda entre activo total) y el **ROE** (o return on equity, beneficios después de impuestos entre fondos propios). Estos datos se muestran por años en la siguiente tabla:

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Apalancamiento financiero	0,00	1,36	2,00	0,09	0,00
Ratio de endeudamiento	0%	58%	67%	8%	0%
ROE	-67,56%	-253,94%	-120,08%	90,80%	68,07%

Tabla 24 - Indicadores financieros

Tal como se observa en la tabla, el ROE alcanza su valor más bajo en el año 1. Sin embargo los beneficios netos no disminuyeron en gran medida del año 0 al año 1 (consultar apartado 3.8.2). Lo que sí disminuyó en mayor medida fueron los fondos propios, por lo que el cociente aumentó mucho, siendo de signo negativo al tener beneficios negativos.

3.9. Plan de acción

En este apartado se comentarán los distintos hitos y acciones previstos en el plan de la empresa. Para simplificar, suponemos que la empresa comienza su actividad el 1 de enero de 2014.

- 1 de enero de 2014: La empresa comienza su actividad. La plantilla consta de 6 personas (consultar apartado 3.6.2). Se compran 6 equipos informáticos, uno para cada persona de la empresa. También se compran 3 Raspberry Pi para el equipo de desarrollo. Se contrata un software ERP.
- 1 de julio de 2014: Tras acordar los términos y obtener un contrato con la empresa de seguridad se lanza el producto regulador automático de puerta de garaje. Se realiza una oferta de trade marketing para publicitar este lanzamiento.
- 1 de enero de 2015: Se contrata a un nuevo empleado para el departamento de desarrollo. Se compra un equipo informático para él.
- 1 de julio de 2015: Se realiza una ampliación de plantilla. Se contrata a cuatro nuevos empleados, de los cuales tres serán desarrolladores mientras que el otro será el nuevo director de operaciones (consultar apartado 3.6.2). Se comprarán equipos para estos nuevos cuatro empleados. De nuevo se realizará una nueva campaña de marketing en la que nuestra empresa asumirá parte del coste.
- 1 de julio de 2016: Se inicia el lanzamiento de nuestro segundo producto, el comunicador IoT. Se realizará una campaña de marketing para anunciar este nuevo producto.
- 1 de enero de 2017: Se contratarán dos nuevos desarrolladores. En este punto se alcanza el segundo organigrama mostrado en el apartado 3.6.2. Se comprarán 8 nuevos equipos, de los cuales 2 serán para los nuevos desarrolladores mientras que los otros 6 reemplazarán a los primeros equipos que se compraron, que ya habrán quedado obsoletos. También se adquirirán otras 3 Raspberry Pi.
- 1 de julio de 2017: De nuevo se realizará un gasto en marketing para promocionar ambos productos.
- 1 de enero de 2018: Compra de un equipo para reemplazar el equipo obsoleto comprado tres años atrás.
- 1 de julio de 2018: Compra de cuatro equipos para reemplazar los equipos comprados hace tres años. De nuevo gastos de marketing para promocionar los productos.

A continuación se muestra una línea temporal esquemática con los hitos del plan de acción.

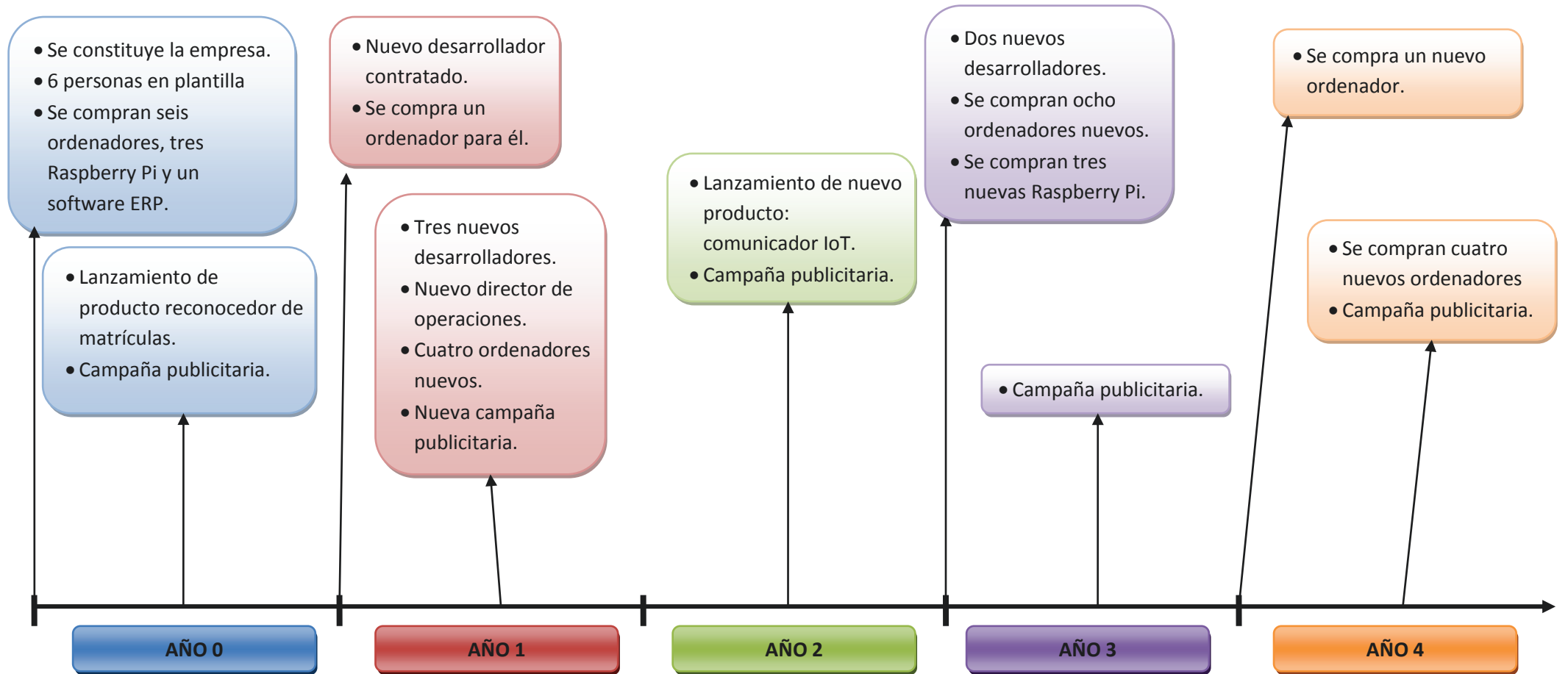


Ilustración 20 - Plan de acción

4. Producto

4.1. Configuración de la Raspberry Pi y cámara

El proyecto está basado en el Single Board Computer conocido como Raspberry Pi. Lo primero que debemos hacer es configurarla correctamente para poder instalar la cámara, instalar las librerías de OpenCV y conectar las imágenes tomadas de la cámara con estas librerías, para que puedan ser tratadas mediante funciones que facilitarán el desarrollo.

4.1.1. Instalando el sistema operativo

La Raspberry Pi no cuenta con un disco duro. Su sistema de almacenamiento consiste en una tarjeta SD conectada en uno de los laterales. Inicialmente la Raspberry Pi no tiene ningún sistema operativo instalado en la tarjeta SD adquirida, sin embargo, contienen la aplicación NOOBS (New Out Of Box Software). Este software, que hace un juego de palabras con el término “noob” (de “newbie”, novato en inglés), permite instalar distintas distribuciones Linux en la Raspberry Pi. Entre estas distribuciones encontramos ArchLinux, OpenELEC, Pidora, RaspBMC, RiscOS o Raspbian.

El sistema operativo instalado fue Raspbian. Esto se debe a que es un sistema operativo basado en Debian, por lo que es sencillo de usar, es ampliamente utilizado por los usuarios y por tanto, existe una gran cantidad de documentación al respecto. Distintos análisis lo califican como el sistema operativo más versátil para Raspberry Pi.

Una vez instalado el sistema operativo, el siguiente paso aunque opcional, es cambiar la contraseña. En Raspbian, los valores de autenticación por defecto son:

- Usuario: pi
- Contraseña: raspberry

Al encender Raspberry Pi, lo primero que hay que hacer es autenticarse. Una vez hecho esto, ya se puede empezar a utilizar, aunque partimos desde la consola. Para utilizar el entorno gráfico hay que introducir el comando “startx”.

Raspbian tiene por defecto varios programas instalados, entre los que más utilizaremos están LXTerminal que abre un terminal, Midori que es un navegador, Leafpad es un procesador de textos y para editar texto desde la consola utilizaremos el editor nano.

Es recomendable en este punto actualizar los paquetes. Para ello simplemente ejecutaremos estos dos comandos:

```
sudo apt-get update
sudo apt-get upgrade
```

4.1.2. Actualizando el firmware

A continuación, actualizamos el firmware. Para ello es necesario estar conectado a internet, ya sea mediante Ethernet o WiFi. Hay que seguir los siguientes pasos

1. Comprobar la versión actual del firmware

```
/opt/vc/bin/vcgencmd version
```

2. Instalar paquetes

```
sudo apt-get install ca-certificates git-core binutils
```

3. Descargar script que facilita la actualización del firmware y darle permisos de ejecución

```
sudo wget https://raw.githubusercontent.com/Hexxeh/rpi-update/master/rpi-update  
sudo cp rpi-update /usr/local/bin/rpi-update  
sudo chmod +x /usr/local/bin/rpi-update
```

4. Ejecutar el script

```
sudo rpi-update
```

5. Reiniciar la Raspberry Pi

6. Comprobar la nueva version

```
/opt/vc/bin/vcgencmd version
```

4.1.3. Instalando la cámara

La cámara de Raspberry Pi es bastante delicada, por lo que hay que tener cuidado para no dañarla al instalarla. La electricidad estática puede dañar la cámara, así que es conveniente, antes de manipularla, que el usuario se deshaga de su electricidad estática, tocando un radiador o un grifo, por ejemplo. A continuación se muestran los pasos necesarios para instalarla [47]:

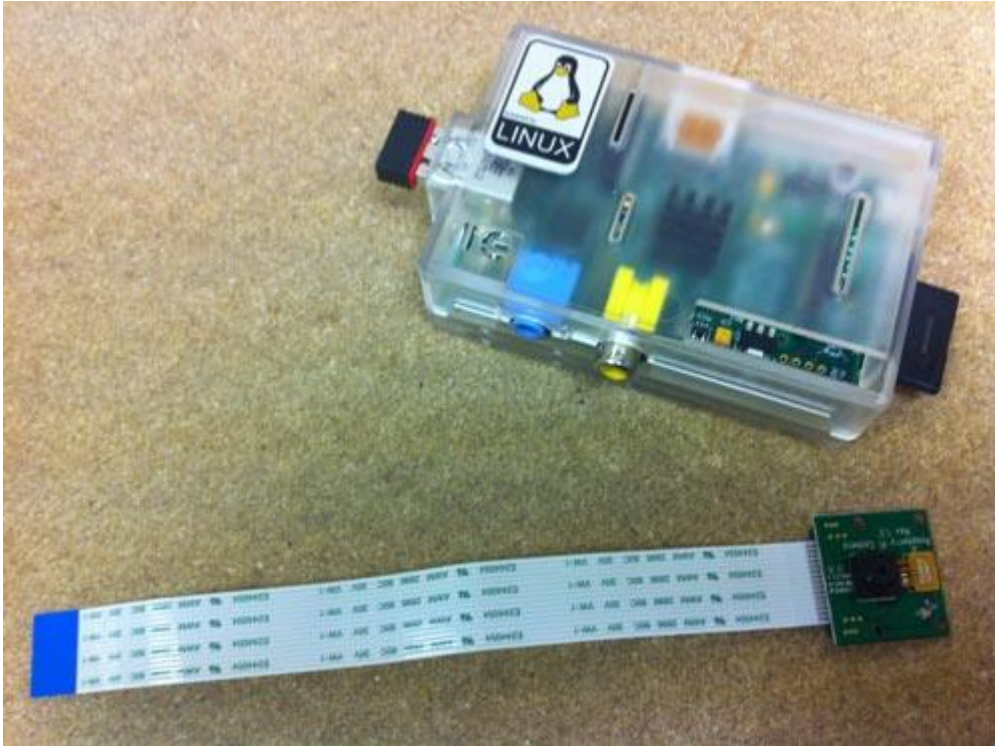


Ilustración 21 - Raspberry Pi y cámara - vía thepihut.com

El cable de la cámara deberá ser introducido en el conector existente entre el HDMI y el conector Ethernet. Los conectores plateados deben ir orientados hacia el conector HDMI.



Ilustración 22 - Detalle de colocación de la cámara - vía thepihut.com

Una vez instalada la cámara, hay que encender la Raspberry Pi para activarla. Para ello se ejecutará el siguiente comando:

```
sudo raspi-config
```

Esta es la ventana que debe aparecer:



Ilustración 23 - Panel de configuración de Raspberry Pi - vía thepihut.com

Hay que seleccionar la opción camera y elegir "Enabled". Tras reiniciar la Raspberry Pi comprobaremos que la cámara funciona correctamente, para lo que introduciremos el siguiente comando:

```
raspistill -o prueba.jpg
```

Este comando toma una foto con la cámara y la guarda en el archivo prueba.jpg. Si no ha dado ningún problema, la cámara estará instalada correctamente.

4.1.4. Instalando OpenCV

Actualmente la última versión de OpenCV soportada por Raspberry Pi es la 2.3.1, por lo que descargar la última versión manualmente y compilarla, es un proceso que tardará muchas horas y no resultará efectivo. Por lo tanto, lo más cómodo es simplemente ejecutar este comando:

```
sudo apt-get install libopencv-dev
```

Este comando tarda en ejecutar unos diez minutos aproximadamente. Dado que el proyecto será programado en C++ no es necesario instalar el paquete python-opencv, que también es muy popular a la hora de procesar imágenes en Raspberry Pi.

4.1.5. Instalando otros paquetes importantes

Hay otros paquetes que se deben instalar, como pkg-config y cmake, que facilitarán sustancialmente compilar los proyectos que creemos. Para instalarlos, simplemente introducir el siguiente comando:

```
sudo apt-get install pkg-config cmake
```

4.1.6. Instalando los drivers de la cámara

La instalación de los drivers de la cámara facilita enormemente el trabajo de conectar las imágenes de la cámara con las librerías de OpenCV. La alternativa a esto es modificar el código fuente del programa raspistill mencionado en el apartado 4.1.3, que sirve para capturar imágenes con la cámara. Sin embargo para ello hay que manejar un código fuente bastante engorroso y difícil de modificar.

Sin embargo, mediante este driver, en muy pocas líneas de código se puede transformar una imagen obtenida por la cámara a un objeto de OpenCV. Para instalarlo basta con ejecutar estos comandos:

```
sudo apt-get install autoconf gettext libtool libjpeg62-dev
cd v4l-utils
autoreconf -vfi
./configure
make
sudo make install
```

Una vez instalado el driver, hay que cargar el módulo de la cámara, mediante este comando:

```
sudo modprobe bcm2835-v4l2
```

Cada vez que se quiera usar la cámara con estos drivers habría que cargar este módulo. Para evitar esto, haremos que cargue el módulo automáticamente al encenderse la Raspberry Pi. Esto se hace modificando el archivo /etc/modules añadiendo en una nueva línea el nombre del módulo, en este caso "bcm2835-v4l2".

4.1.7. Probando un programa de ejemplo

En este apartado vamos a crear un pequeño programa de ejemplo que simplemente toma una imagen de la cámara, la muestre en una ventana y guarde el archivo, empleando funciones de OpenCV. Primero mostraremos el código del programa “test.cpp”:

```
#include <opencv2/opencv.hpp>
#include <opencv2/core/core.hpp>
#include <opencv2/highgui/highgui.hpp>
#include <opencv2/imgproc/imgproc.hpp>
#include <iostream>
#include <vector>
#include <unistd.h>
#include <stdio.h>

using namespace std;
using namespace cv;

int main(int argc, char *argv[])
{
    VideoCapture cap(0); // Selecciona la cámara

    if(!cap.isOpened()) // Error si no se puede abrir la cámara
    {
        cout << "No se ha detectado cámara" << endl;
        return 0;
    }

    // Establece la resolución
    cap.set(CV_CAP_PROP_FRAME_WIDTH,800);
    cap.set(CV_CAP_PROP_FRAME_HEIGHT,600);

    Mat frame;
    cap >> frame; // Copia el frame actual a una matriz
    imshow("FRAME",frame); // Muestra la imagen en una ventana
    imwrite("test.jpg",frame); // Guarda la imagen a un archivo

    while(1){ // Finaliza al pulsar ESC
        int c;
        c = waitKey(10);
        if( (char) c == 27)
            break;
    }
    return 0;
}
```

Como se ve, es un programa muy sencillo y el manejo de las imágenes es bastante intuitivo. Para compilar este programa necesitaremos un archivo “CMakeLists.txt”, que indicará cómo ha de compilarse y qué librerías usar:

```
cmake_minimum_required(VERSION 2.8)
project( test )
SET(COMPILE_DEFINITIONS -Werror)
find_package( OpenCV REQUIRED )

add_executable(test test.cpp)
target_link_libraries( test  ${OpenCV_LIBS} )
```

Finalmente solo habría que compilarlo y ejecutarlo, usando los siguientes comandos:

```
cmake .
make
./test
```


4.2. Reconocimiento de matrículas

En esta sección se explicará el algoritmo de reconocimiento automático de matrículas, también conocido como ANPR (Automatic Number Plate Recognition) [48][49]. Este proceso puede dividirse en dos etapas fundamentales: la detección de matrículas y el posterior reconocimiento de sus caracteres. Para la detección de matrículas se ha utilizado una máquina de vectores de soporte (SVM), mientras que para el reconocimiento de caracteres (OCR) se ha utilizado una red de neuronas artificial (ANN).

El algoritmo está diseñado para reconocer matrículas españolas. Existe una variedad de matrículas permitidas en España. Sin embargo, este algoritmo está orientado al reconocimiento de matrículas ordinarias largas. Este es el esquema del BOE [50] mostrando las características y dimensiones de este tipo de matrícula:

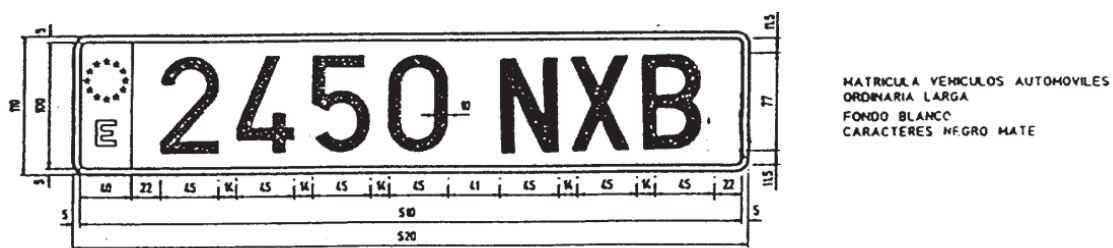


Ilustración 24 - Detalle de matrícula extraído del BOE

Este algoritmo también podría reconocer otras matrículas aunque la probabilidad de acierto se vería afectada negativamente.

A continuación se muestra una simplificación del proceso de reconocimiento automático de matrículas.

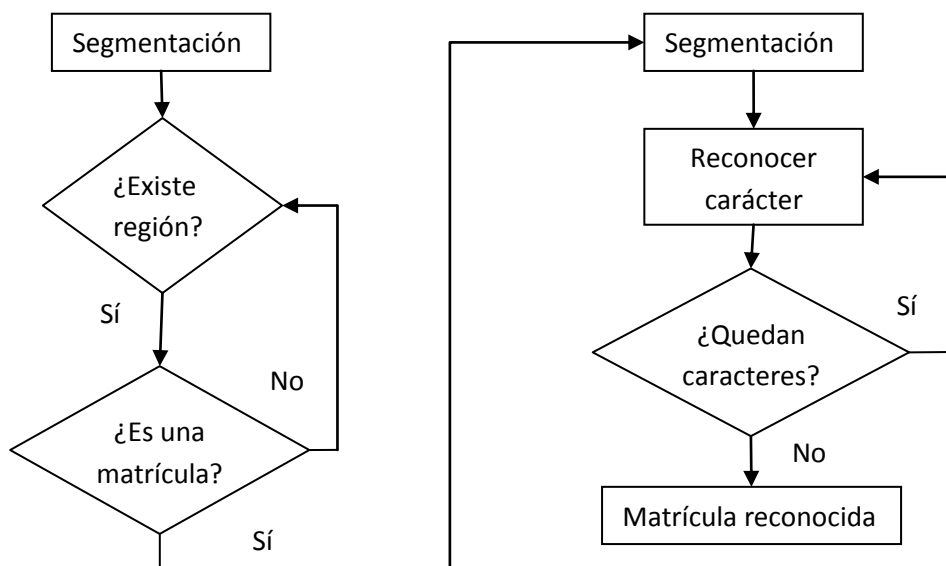


Ilustración 25 - Proceso de reconocimiento de matrículas

4.2.1. Detección de matrículas

La detección de matrículas se centra únicamente en detectar si en la imagen recibida existen matrículas y si es así, detectar en qué parte de la imagen se encuentran. Esta fase puede dividirse en dos partes: la segmentación y la clasificación [51][52].

Segmentación

La segmentación consiste en obtener segmentos de la imagen original en los que puede que haya una matrícula de coche. La distancia y orientación del coche son factores importantes a la hora de encontrar un segmento válido en el que haya una matrícula. En el proceso de segmentación se aplican una serie de filtros y algoritmos de contorno para buscar matrículas en la imagen.

El primer tratamiento que se hace a la imagen es el de convertir la imagen a escala de grises y aplicar un desenfoque gaussiano para reducir el ruido de la imagen. Una característica importante de las matrículas es que contienen un gran número de bordes verticales, por lo que si en un segmento no se encuentran líneas verticales es descartado. Nótese que para que esta acción tenga sentido, la matrícula debe estar recta. Para detectar las líneas verticales se aplica la función “sobel” de OpenCV que permite resaltar los bordes.

A continuación se aplica la función threshold (umbral) con el objetivo de obtener una imagen binaria (sólo blancos y negros). El valor del umbral óptimo se calcula automáticamente indicando el parámetro CV_THRESH_OTSU, que obtiene el valor óptimo del umbral del algoritmo Otsu.

El siguiente paso es una operación morfológica que elimina los espacios en blanco entre bordes verticales, conectando las regiones que poseen múltiples bordes verticales. De este modo podremos encontrar regiones en la imagen susceptibles de contener matrículas.

Sin embargo es probable que la mayoría de estas regiones no contengan matrículas. Para ello el siguiente paso es utilizar la función findContours, que permite encontrar contornos en una imagen. Una vez que los tengamos, se trata de buscar que formen rectángulos con un ratio ancho/alto determinado. El ratio que buscamos ha de coincidir con el de una matrícula de coche, que aproximadamente es $520/110 = 4.727272$, tal como hemos visto en el esquema extraído del BOE.

Una vez que disponemos de estas regiones que potencialmente contienen matrículas, procedemos a unificar su tamaño absoluto y a ecualizar su intensidad para facilitar el proceso de clasificación, puesto que las regiones pueden tener inicialmente tamaños distintos y estar sometidas a distintas condiciones de luz. Una vez hecho todo esto, el segmento está listo para ser clasificado como matrícula o no matrícula.

Clasificación

Para realizar la clasificación de un segmento utilizaremos un algoritmo SVM o Máquina de Vectores de Soporte (consultar apartado 2.2.3).

El paso previo a tener el clasificador preparado es entrenarlo. En este caso, el clasificador ha sido entrenado con 75 segmentos que son matrículas y 35 que no lo son. Los segmentos tienen un tamaño de 144 x 33 píxeles. El conjunto de entrenamiento no es particularmente grande, dado que no se dispone de una gran base de datos de matrículas, pero es suficiente para demostrar el concepto y obtener un funcionamiento aceptable.

Al entrenarlo, decimos al clasificador qué muestras son positivas y cuáles negativas. Con esta información se generará el hiperplano.

La información derivada del entrenamiento se almacena en un archivo XML para poder ser utilizada posteriormente por el clasificador. Una vez este ha recibido la información del XML llama a la función predict, pasando como parámetro el segmento que queremos clasificar. Si la función devuelve "1", el segmento es una matrícula y pasará a la siguiente fase, el reconocimiento de sus caracteres.

4.2.2. Reconocimiento de caracteres

Una vez detectada la matrícula, se procede a reconocer sus caracteres. Al igual que en la detección de matrículas, primero se segmenta, en este caso la matrícula en sus caracteres, y posteriormente se clasifica a qué carácter corresponde cada segmento [53][54].

Segmentación

De un modo análogo a la segmentación de la imagen original para obtener segmentos donde se encuentren matrículas, cuando tenemos la matrícula también trataremos la imagen para extraer la información que queremos, en este caso, segmentos de la matrícula que contienen los caracteres.

Lo primero que hacemos es aplicar la función threshold (umbral) para obtener una imagen binaria (blanco y negro). El siguiente paso es emplear la función findContours, que nos permite obtener los segmentos de los caracteres. Posteriormente se verifica el tamaño de los segmentos para comprobar que efectivamente tienen el tamaño adecuado de un carácter de matrícula. Hecho esto, tenemos imágenes de 20 x 20 píxeles con cada carácter.

Clasificación

Nuestro clasificador consiste en una red de neuronas artificiales (ANN). Concretamente se ha utilizado un perceptrón multicapa, lo que supone que se trata de un algoritmo de aprendizaje supervisado.

Esta red neuronal consta de tres capas. La primera capa es la de los inputs del algoritmo, es decir, el carácter que queremos clasificar. Dado que la imagen que recibimos es de 20 x 20 píxeles, significa que tenemos 400 píxeles de entrada, por lo tanto la primera capa consta de 400 neuronas. La capa oculta intermedia consta de 16 neuronas. Este valor ha resultado ser satisfactorio, pero podría ser optimizado para mejorar el funcionamiento de la red de neuronas.

Por último la tercera capa consta de 30 neuronas. Esto se debe a que cada neurona es una de las categorías posible. Estas categorías son los posibles valores que los caracteres pueden tomar. En este caso, para este tipo de matrículas los caracteres pueden ser números del 0 al 9 y consonantes menos la “Ñ” y la “Q”.

El entrenamiento se hizo con aproximadamente 180 caracteres. Sin embargo, dado el proceso de selección de matrícula, había ligeras variaciones en los píxeles de los caracteres de una ejecución a otra, por lo que se realizaron tres ejecuciones y se consiguió multiplicar el tamaño del conjunto de entrenamiento por 3. La forma de entrenar es por cada carácter escribir una línea en un fichero de texto. Esta línea constará de los valores de los 400 píxeles separados por comas (0 blanco, 1 negro) y al final de la línea el carácter que representa (letra o número). Con esta información se entrena la red de neuronas y se genera un archivo XML, que de modo análogo al SVM, será cargado al clasificador para clasificar correctamente. El clasificador recibirá el conjunto de píxeles (unos y ceros) y determinará a qué clase pertenece. Realizando este proceso con cada carácter de la matrícula obtendremos finalmente las letras y números que componen la matrícula.

4.3. Análisis del sistema

En este apartado se obtendrán las especificaciones del sistema software a desarrollar. El objetivo es, sin entrar en detalles de diseño, recopilar todo lo que debe hacer el sistema. El análisis ha de ser riguroso y minucioso para evitar dejar fuera de las especificaciones funcionalidades importantes o incluir especificaciones incompatibles.

4.3.1. Definición del sistema

El paso previo a la recopilación de requisitos del sistema es la definición del mismo. Esto incluye una delimitación de su alcance, es decir, acotar el problema que resuelve el sistema; las restricciones a las que estará sometido y el entorno operacional, esto es, en qué dispositivos se ejecutará.

Alcance

El sistema a desarrollar consiste en un dispositivo que reconoce matrículas de coche y cuando detecta una matrícula de coche permitida activa la apertura de la puerta de garaje y registra la entrada de ese coche.

Para informar al sistema de qué matrículas son permitidas se necesita que el usuario pueda dar de alta y baja las matrículas que desee. Para esto se desarrollarán una página web y una aplicación móvil para Android que hagan esto posible y además permitan consultar el registro de coches que han sido detectados por el dispositivo.

Restricciones

A continuación se muestran un conjunto de restricciones impuestas al proyecto:

- El software de reconocimiento de matrículas ha de estar programado en el lenguaje C++.
- La página web y la aplicación móvil han de estar programadas en lenguaje Java.
- Las interfaces de la web y la aplicación móvil han de ser simples y sencillas de usar para el usuario.
- La aplicación móvil debe poder ejecutarse el mayor número de terminales Android posible.
- Toda la información enviada al servidor ha de ser autenticada mediante el par usuario y contraseña correspondiente.
- Las contraseñas de los usuarios serán cifradas mediante un algoritmo criptográfico seguro.
- Todas las funcionalidades extraídas de los requisitos de usuario deben implementarse en el sistema.

Entorno operacional

En este apartado se especificará en qué dispositivos se ejecutará cada una de las partes mencionadas del sistema.

- El reconocimiento de matrículas se ejecutará en una Raspberry Pi Modelo B, como la mencionada en el apartado 1.3.
- La aplicación móvil se ejecutará en cualquier dispositivo Android cuya versión del sistema operativo sea mayor o igual a la 2.2 (Froyo).
- La página web podrá ejecutarse en cualquier navegador web, ya sea de ordenador o móvil, siempre que esté conectado a internet.

4.3.2. Requisitos de usuario

Los requisitos de usuario deberían extraerse de reuniones con el cliente, pero dado que es un proyecto de fin de grado y no hay cliente, los requisitos de usuario provienen de decisiones propias y reuniones con el tutor de informática Miguel Ángel Patricio.

Estos requisitos se dividirán en **requisitos de capacidad** y **requisitos de restricción**. Los requisitos constan de diversos campos que se explican a continuación:

- **Identificador:** Se trata de una referencia unívoca al requisito. Cada identificador consta de unas siglas y de un número separadas por un guión. Las siglas identifican el tipo de requisito, en este caso RUC para Requisito de Usuario de Capacidad y RUR para Requisito de Usuario de Restricción. El número constará de dos cifras. Ejemplo: RUC-42.
- **Título:** Ha de ser unívoco, conciso y que defina correctamente el requisito.
- **Descripción:** La descripción del requisito ha de ser clara, no muy extensa y que no dé lugar a ambigüedades.
- **Prioridad:** Determina la importancia que tiene ese requisito concreto. Estas son las tres prioridades posibles:
 - Alta: Los requisitos de alta prioridad son los que más importancia tienen, por lo que su desarrollo ha de anteponerse a los de menor prioridad.
 - Media: A pesar de no ser tan esenciales como los de prioridad alta, los requisitos de prioridad media deberán cumplirse siempre, de lo contrario, la calidad y funcionalidad del sistema disminuiría considerablemente.
 - Baja: Los requisitos de prioridad baja serán los últimos en desarrollarse ya que no son vitales para el sistema.
- **Necesidad:** Esto define cómo de útil será para el proyecto. Existen tres niveles de necesidad:
 - Esencial: Un requisito con necesidad esencial ha de ser cumplido obligatoriamente.
 - Deseable: Su cumplimiento no es obligatorio, aunque mejoraría la calidad general del sistema.
 - Opcional: Estos requisitos pueden no ser cumplidos.

- **Verificabilidad:** Esta propiedad define cómo de factible es comprobar que realmente el requisito se está cumpliendo. Los niveles de verificabilidad pueden ser alta, media y baja. En el caso concreto de los requisitos de usuario la verificabilidad siempre será alta.
- **Estabilidad:** La estabilidad de un requisito indica cómo de probable es que este se vea modificado a lo largo del proyecto. Existen tres niveles de estabilidad:
 - Alta: El requisito no podrá ser modificado.
 - Media: El requisito puede ser modificado debido a cambios en el proyecto.
 - Baja: El requisito puede ser modificado regularmente a lo largo del proyecto.
- **Fuente:** Esto es el origen del requisito, quién lo ha emitido. En este caso puede ser el tutor o el alumno.

A continuación se muestra una tabla con la plantilla de un requisito:

Identificador:	
Título	
Descripción	
Prioridad	<input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	<input type="checkbox"/> Alumno <input type="checkbox"/> Tutor

Tabla 25 - Plantilla de requisito

Usaremos esta plantilla para listar los requisitos. A continuación identificamos los requisitos de usuario, divididos en requisitos de capacidad y de restricción.

Requisitos de capacidad

Identificador: RUC-01	
Título	Registro
Descripción	El usuario podrá registrarse en la página web.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	<input type="checkbox"/> Alumno <input checked="" type="checkbox"/> Tutor

Tabla 26 - RUC-01

Identificador: RUC-02	
Título	Autenticación web
Descripción	El usuario podrá autenticarse en la página web.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	<input type="checkbox"/> Alumno <input checked="" type="checkbox"/> Tutor

Tabla 27 - RUC-02

Identificador: RUC-03	
Título	Autenticación móvil
Descripción	El usuario podrá autenticarse en la aplicación móvil.
Prioridad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Alumno <input type="checkbox"/> Tutor

Tabla 28 - RUC-03

Identificador: RUC-04	
Título	Desconexión web
Descripción	El usuario podrá desconectarse en la página web.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	<input type="checkbox"/> Alumno <input checked="" type="checkbox"/> Tutor

Tabla 29 - RUC-04

Identificador: RUC-05	
Título	Desconexión móvil
Descripción	El usuario podrá desconectarse en la aplicación móvil.
Prioridad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Alumno <input type="checkbox"/> Tutor

Tabla 30 - RUC-05

Identificador: RUC-06	
Título	Consulta matrículas web
Descripción	El usuario podrá consultar la lista de matrículas autorizadas desde la página web.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	<input type="checkbox"/> Alumno <input checked="" type="checkbox"/> Tutor

Tabla 31 - RUC-06

Identificador: RUC-07	
Título	Consulta matrículas móvil
Descripción	El usuario podrá consultar la lista de matrículas autorizadas desde la aplicación móvil.
Prioridad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Alumno <input type="checkbox"/> Tutor

Tabla 32 - RUC-07

Identificador: RUC-08	
Título	Dar de alta matrícula web
Descripción	El usuario podrá dar de alta una matrícula como autorizada desde la página web.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	<input type="checkbox"/> Alumno <input checked="" type="checkbox"/> Tutor

Tabla 33 - RUC-08

Identificador: RUC-09	
Título	Dar de alta matrícula móvil
Descripción	El usuario podrá dar de alta una matrícula como autorizada desde la aplicación móvil.
Prioridad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Alumno <input type="checkbox"/> Tutor

Tabla 34 - RUC-09

Identificador: RUC-10	
Título	Dar de baja matrícula web
Descripción	El usuario podrá dar de baja una matrícula autorizada desde la página web.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	<input type="checkbox"/> Alumno <input checked="" type="checkbox"/> Tutor

Tabla 35 - RUC-10

Identificador: RUC-11	
Título	Dar de baja matrícula móvil
Descripción	El usuario podrá dar de baja una matrícula autorizada desde la aplicación móvil.
Prioridad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Alumno <input type="checkbox"/> Tutor

Tabla 36 - RUC-11

Identificador: RUC-12	
Título	Consultar historial web
Descripción	El usuario podrá consultar, desde la página web, el historial de coches que han accedido a su garaje.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	<input type="checkbox"/> Alumno <input checked="" type="checkbox"/> Tutor

Tabla 37 - RUC-12

Identificador: RUC-13	
Título	Consultar historial móvil
Descripción	El usuario podrá consultar, desde la aplicación móvil, el historial de coches que han accedido a su garaje.
Prioridad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Alumno <input type="checkbox"/> Tutor

Tabla 38 - RUC-13

Identificador: RUC-14	
Título	Acceder a garaje
Descripción	El usuario podrá acceder al garaje si posiciona su vehículo frente al dispositivo de reconocimiento de matrícula, llevando una matrícula autorizada.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	<input type="checkbox"/> Alumno <input checked="" type="checkbox"/> Tutor

Tabla 39 - RUC-14

Requisitos de restricción

Identificador: RUR-01	
Título	Longitud de matrícula
Descripción	Las matrículas introducidas por el usuario tendrán un tamaño específico de 7 caracteres alfanuméricos.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Alumno <input type="checkbox"/> Tutor

Tabla 40 - RUR-01

Identificador: RUR-02	
Título	Tipo de matrícula
Descripción	El único tipo de matrícula aceptado será el de matrícula ordinaria española actual. (Consultar apartado 4.2)
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	<input type="checkbox"/> Alumno <input checked="" type="checkbox"/> Tutor

Tabla 41 - RUR-02

Identificador: RUR-03	
Título	Idioma
Descripción	El idioma empleado en la interfaz será el español.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Alumno <input type="checkbox"/> Tutor

Tabla 42 - RUR-03

Identificador: RUR-04	
Título	Conexión a internet.
Descripción	Se requerirá conexión a internet para todas las acciones que requieran intercambiar información con el servidor.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Alumno <input type="checkbox"/> Tutor

Tabla 43 - RUR-04

4.3.3. Casos de uso

De los requisitos de usuario identificados en el apartado anterior se derivan los casos de uso. Denominamos casos de uso a las posibles acciones que los usuarios pueden realizar sobre nuestro sistema.

De un modo análogo a los requisitos, se usarán tablas para definir los casos de uso. A continuación se indican los distintos atributos de los que consta cada caso de uso:

- **Caso de uso:** Es el nombre del caso de uso. Ha de ser unívoco, conciso y que defina correctamente el caso de uso.
- **Actores:** Son los roles de los usuarios que pueden ejecutar el caso de uso.
- **Objetivo:** Es la finalidad del caso de uso. Ha de ser claro, no muy extenso y que no dé lugar a ambigüedades.
- **Precondiciones:** El estado en el que se encuentra el sistema previo a ejecutar el caso de uso.
- **Postcondiciones:** El estado en el que se encuentra el sistema tras ejecutar el caso de uso.
- **Requisitos relacionados:** Son los requisitos de usuario que están relacionados con este caso de uso.

Esta es la plantilla que se usará para definir los distintos casos de uso:

Caso de uso	
Actores	
Objetivo	
Precondiciones	
Postcondiciones	

Tabla 44 - Plantilla de caso de uso

En cuanto a los **actores**, definiremos dos tipos de actores:

- **Usuario anónimo:** Es un usuario que no está autenticado en el sistema.
- **Usuario autenticado:** Es un usuario autenticado en el sistema.

Esta es la lista de casos de uso identificados:

Caso de uso	Registrarse
Actores	Usuario anónimo
Objetivo	Obtener una cuenta de usuario válida con la que autenticarse en el sistema.
Precondiciones	El usuario no está registrado en el sistema.
Postcondiciones	El usuario está registrado en el sistema.
Requisitos relacionados	RUC-01

Tabla 45 - Caso de uso Registrarse

Caso de uso	Autenticarse
Actores	Usuario anónimo
Objetivo	Estar identificado en el sistema para poder realizar acciones como usuario autenticado.
Precondiciones	No estar autenticado en el sistema.
Postcondiciones	Estar autenticado en el sistema.
Requisitos relacionados	RUC-02, RUC-03

Tabla 46 - Caso de uso Autenticarse

Caso de uso	Desconectarse
Actores	Usuario autenticado
Objetivo	Dejar de estar autenticado en el sistema.
Precondiciones	Estar autenticado en el sistema.
Postcondiciones	No estar autenticado en el sistema.
Requisitos relacionados	RUC-04, RUC-05

Tabla 47 - Caso de uso Desconectarse

Caso de uso	Consultar matrículas autorizadas
Actores	Usuario autenticado
Objetivo	Acceder al listado de matrículas autorizadas por el usuario.
Precondiciones	Estar autenticado en el sistema.
Postcondiciones	Se mostrará el listado de matrículas autorizadas por el usuario.
Requisitos relacionados	RUC-06, RUC-07

Tabla 48 - Caso de uso Consultar matrículas autorizadas

Caso de uso	Dar de alta una matrícula
Actores	Usuario autenticado
Objetivo	Que una nueva matrícula esté en la lista de matrículas autorizadas.
Precondiciones	Estar autenticado en el sistema. Que la matrícula a dar de alta no esté ya en la lista como matrícula autorizada.
Postcondiciones	La matrícula introducida pasa a ser una matrícula autorizada.
Requisitos relacionados	RUC-08, RUC-09, RUR-01

Tabla 49 - Caso de uso Dar de alta una matrícula

Caso de uso	Dar de baja una matrícula
Actores	Usuario autenticado
Objetivo	Que una matrícula autorizada deje de serlo.
Precondiciones	Estar autenticado en el sistema. Tener al menos una matrícula en el listado de matrículas autorizadas.
Postcondiciones	La matrícula deseada dejará de ser matrícula autorizada.
Requisitos relacionados	RUC-10, RUC-11

Tabla 50 - Caso de uso Dar de baja una matrícula

Caso de uso	Consultar historial
Actores	Usuario autenticado
Objetivo	Consultar qué matrículas han sido detectadas por el reconocedor de matrículas y por tanto, han accedido al garaje.
Precondiciones	Estar autenticado en el sistema.
Postcondiciones	Se mostrará el listado de matrículas detectadas por el dispositivo reconocedor de matrículas, incluyendo fecha y hora de cada una.
Requisitos relacionados	RUC-12, RUC-13

Tabla 51 - Caso de uso Consultar historial

Caso de uso	Acceder al garaje
Actores	Usuario autenticado, usuario anónimo
Objetivo	Acceder al garaje con un vehículo con matrícula permitida
Precondiciones	Estar colocado frente al dispositivo con un vehículo con matrícula permitida.
Postcondiciones	Ser reconocido por el dispositivo y se abra la puerta del garaje.
Requisitos relacionados	RUC-14

Tabla 52 - Caso de uso Acceder al garaje

A continuación se mostrarán mediante un diagrama los casos de uso, para poder entender la interacción del usuario de modo sencillo y visual:

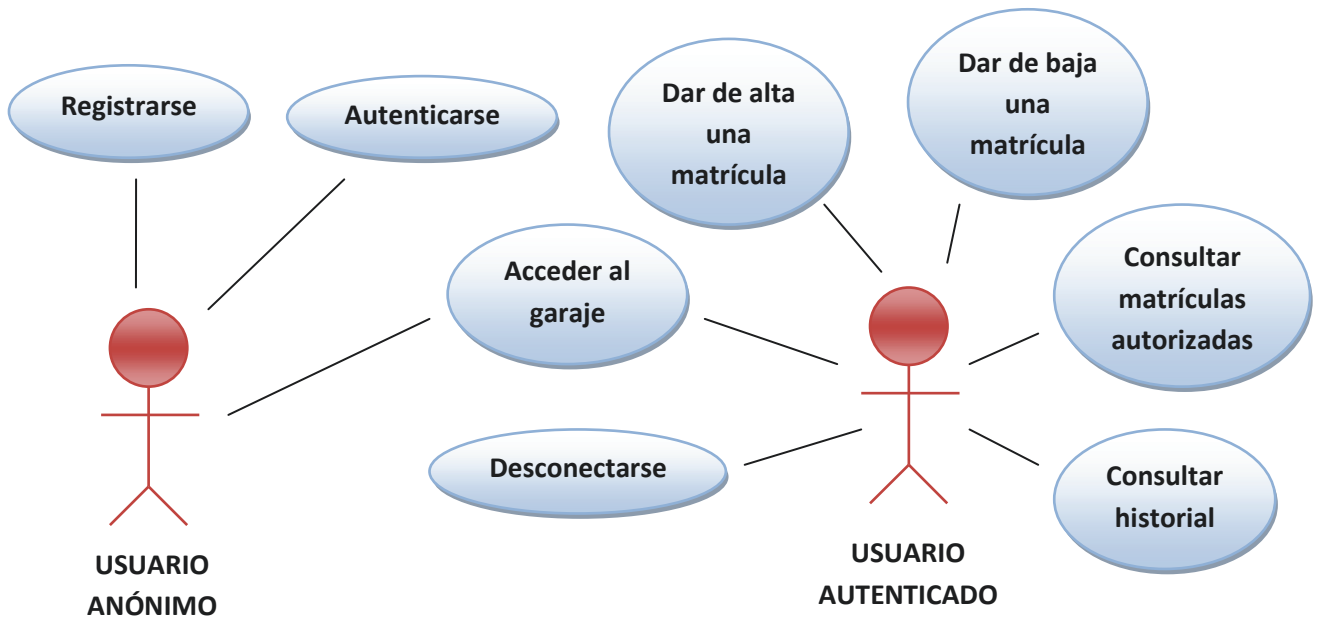


Ilustración 26 - Diagrama de casos de uso

4.3.4. Requisitos de software

Los requisitos de software definen qué debe hacer el sistema, sin entrar en detalles sobre cómo debe hacerlo. Estos requisitos se obtienen a partir de los casos de uso y los requisitos de usuario.

El formato que seguirán estos requisitos es muy similar al de los requisitos de usuario. Estos son los atributos de los que constan los requisitos de software.

- **Identificador:** Se trata de una referencia unívoca al requisito. Cada identificador consta de unas siglas y de un número separadas por un guión. Las siglas identifican el tipo de requisito, en este caso RSF para Requisito de Software Funcional, RSR para Requisito de Software de Rendimiento, etc. El número constará de dos cifras. Ejemplo: RSF-15.
- **Título:** Ha de ser unívoco, conciso y que defina correctamente el requisito.
- **Descripción:** La descripción del requisito ha de ser clara, no muy extensa y que no dé lugar a ambigüedades.
- **Prioridad:** Determina la importancia que tiene ese requisito concreto. Estas son las tres prioridades posibles:
 - Alta: Los requisitos de alta prioridad son los que más importancia tienen, por lo que su desarrollo ha de anteponerse a los de menor prioridad.
 - Media: A pesar de no ser tan esenciales como los de prioridad alta, los requisitos de prioridad media deberán cumplirse siempre, de lo contrario, la calidad y funcionalidad del sistema disminuiría considerablemente.

- **Baja:** Los requisitos de prioridad baja serán los últimos en desarrollarse ya que no son vitales para el sistema.
- **Necesidad:** Esto define cómo de útil será para el proyecto. Existen tres niveles de necesidad:
 - **Esencial:** Un requisito con necesidad esencial ha de ser cumplido obligatoriamente.
 - **Deseable:** Su cumplimiento no es obligatorio, aunque mejoraría la calidad general del sistema.
 - **Opcional:** Estos requisitos pueden no ser cumplidos.
- **Verificabilidad:** Esta propiedad define cómo de factible es comprobar que realmente el requisito se está cumpliendo. Los niveles de verificabilidad pueden ser alta, media y baja.
- **Estabilidad:** La estabilidad de un requisito indica cómo de probable es que este se vea modificado a lo largo del proyecto. Existen tres niveles de estabilidad:
 - **Alta:** El requisito no podrá ser modificado.
 - **Media:** El requisito puede ser modificado debido a cambios en el proyecto.
 - **Baja:** El requisito puede ser modificado regularmente a lo largo del proyecto.
- **Fuente:** Los requisitos de usuario de los que parten este requisito.

Estos requisitos se dividen en dos categorías principales: requisitos funcionales y requisitos no funcionales. A su vez los requisitos no funcionales se dividen en requisitos de rendimiento, de interfaz, de operación, de documentación y de seguridad. Pueden existir más categorías, pero para evitar dejar categorías vacías, no serán contemplados

Requisitos funcionales

Los requisitos funcionales delimitan qué hace el sistema. Estos se derivan de los casos de uso y de los requisitos de usuario de capacidad.

Identificador: RSF-01	
Título	Registro
Descripción	El sistema permitirá al usuario registrarse en el sistema mediante la página web.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	RUC-01

Tabla 53 - RSF-01

Identificador: RSF-02	
Título	Autenticación web
Descripción	El sistema permitirá al usuario autenticarse en la página web mediante su usuario y contraseña.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	RUC-02

Tabla 54 - RSF-02

Identificador: RSF-03	
Título	Autenticación móvil
Descripción	El sistema permitirá al usuario autenticarse en la aplicación móvil mediante su usuario y contraseña.
Prioridad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	RUC-03

Tabla 55 - RSF-03

Identificador: RSF-04	
Título	Desconexión web
Descripción	El sistema permitirá al usuario desconectarse en la página web.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	RUC-04

Tabla 56 - RSF-04

Identificador: RSF-05	
Título	Desconexión móvil
Descripción	El sistema permitirá al usuario desconectarse en la aplicación móvil.
Prioridad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	RUC-05

Tabla 57 - RSF-05

Identificador: RSF-06	
Título	Consulta matrículas web
Descripción	El sistema permitirá al usuario consultar la lista de matrículas autorizadas desde la página web.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	RUC-06

Tabla 58 - RSF-06

Identificador: RSF-07	
Título	Consulta matrículas móvil
Descripción	El sistema permitirá al usuario consultar la lista de matrículas autorizadas desde la aplicación móvil.
Prioridad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	RUC-07

Tabla 59 - RSF-07

Identificador: RSF-08	
Título	Dar de alta matrícula web
Descripción	El sistema permitirá al usuario dar de alta una matrícula como autorizada desde la página web, siempre que estas tengan una longitud específica de 7 caracteres alfanuméricos.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	RUC-08, RUR-01

Tabla 60 - RSF-08

Identificador: RSF-09	
Título	Dar de alta matrícula móvil
Descripción	El sistema permitirá al usuario dar de alta una matrícula como autorizada desde la aplicación móvil, siempre que estas tengan una longitud específica de 7 caracteres alfanuméricos.
Prioridad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	RUC-09, RUR-01

Tabla 61 - RSF-09

Identificador: RSF-10	
Título	Dar de baja matrícula web
Descripción	El sistema permitirá al usuario dar de baja una matrícula autorizada desde la página web.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	RUC-10

Tabla 62 - RSF-10

Identificador: RSF-11	
Título	Dar de baja matrícula móvil
Descripción	El sistema permitirá al usuario dar de baja una matrícula autorizada desde la aplicación móvil.
Prioridad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	RUC-11

Tabla 63 - RSF-11

Identificador: RSF-12	
Título	Consultar historial web
Descripción	El sistema permitirá al usuario consultar, desde la página web, el historial de coches que han accedido a su garaje.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	RUC-12

Tabla 64 - RSF-12

Identificador: RSF-13	
Título	Consultar historial móvil
Descripción	El sistema permitirá al usuario consultar, desde la aplicación móvil, el historial de coches que han accedido a su garaje.
Prioridad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	RUC-13

Tabla 65 - RSF-13

Identificador: RSF-14	
Título	Listado local de matrículas
Descripción	El sistema almacenará en la Raspberry Pi una copia local de la lista de matrículas permitidas, para que la puerta de garaje pueda abrirse aun si falla la conexión a internet.
Prioridad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	RUC-14

Tabla 66 - RSF-14

Identificador: RSF-15	
Título	Actualización del listado local de matrículas
Descripción	El sistema actualizará el listado local de matrículas permitidas de la Raspberry Pi periódicamente cada 5 minutos.
Prioridad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	RUC-14

Tabla 67 - RSF-15

Identificador: RSF-16	
Título	Reconocimiento de matrículas
Descripción	El software de la Raspberry Pi deberá ser capaz de reconocer matrículas ordinarias largas españolas actuales. (Consultar apartado 4.2)
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	RUC-14, RUR-02

Tabla 68 - RSF-16

Identificador: RSF-17	
Título	Apertura de puerta
Descripción	El software de la Raspberry Pi deberá mandar una señal de apertura a la puerta de garaje si detecta una matrícula autorizada.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	RUC-14

Tabla 69 - RSF-17

Identificador: RSF-18	
Título	Registro de matrícula reconocida
Descripción	El software de la Raspberry Pi deberá registrar en la base de datos que ha detectado una matrícula autorizada, indicando la matrícula, fecha y hora.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	RUC-14

Tabla 70 - RSF-18

Requisitos de rendimiento

Los requisitos de rendimiento muestran mediante valores numéricos los valores de rendimiento que ha de tener el sistema.

Identificador: RSR-01	
Título	Tiempo de reconocimiento de matrícula
Descripción	El software de la Raspberry Pi deberá ser capaz de reconocer la matrícula de un vehículo que tenga delante en un tiempo máximo de 10 segundos.
Prioridad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	RUC-14

Tabla 71 - RSR-01

Identificador: RSR-02	
Título	Tiempo de carga web
Descripción	La página web ha de poder cargar en un tiempo máximo de 5 segundos con una conexión de 5 Mbps.
Prioridad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	

Tabla 72 - RSR-02

Identificador: RSR-03	
Título	Tiempo de peticiones HTTP
Descripción	Las peticiones HTTP (conexiones al servidor realizadas desde aplicación móvil y Raspberry Pi) tardarán un máximo de 5 segundos con una conexión de 5 Mbps.
Prioridad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	

Tabla 73 - RSR-03

Requisitos de interfaz

Estos requisitos indican cómo han de comunicarse los distintos módulos del sistema de software, tanto a nivel software como hardware.

Identificador: RSI-01	
Título	Gestión de peticiones
Descripción	Todas las peticiones HTTP (incluidas las de la página web) serán procesadas por un servidor web.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	

Tabla 74 - RSI-01

Identificador: RSI-02	
Título	Almacenamiento de datos
Descripción	Los datos estarán almacenados en una base de datos que será accesible sólo desde el servidor web.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	

Tabla 75 - RSI-02

Identificador: RSI-03	
Título	Idioma de interfaz
Descripción	Toda la interfaz de usuario estará en español.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	RUR-03

Tabla 76 - RSI-03

Requisitos de operación

Los requisitos de operación indican cómo se realizarán las tareas del sistema.

Identificador: RSO-01	
Título	Tiempo operativo
Descripción	El sistema deberá estar operativo un 99'9% del tiempo.
Prioridad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input checked="" type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	

Tabla 77 - RSO-01

Identificador: RSO-02	
Título	Conexión a internet
Descripción	Se requerirá conexión a internet para todas las acciones que requieran intercambiar información con el servidor.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	RUR-04

Tabla 78 - RSO-02

Requisitos de documentación

Los requisitos de documentación especifican cómo se realizará la documentación del proyecto, además de lo contenido en los estándares.

Identificador: RSD-01	
Título	Idioma del código fuente
Descripción	Todo el código fuente debe estar escrito en inglés.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	

Tabla 79 - RSD-01

Identificador: RSD-02	
Título	Comentarios del código fuente
Descripción	Los comentarios del código fuente han de complementar el código. Sólo estará comentado lo que requiera explicación adicional o facilite la comprensión del código. El idioma de los comentarios será inglés.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	

Tabla 80 - RSD-02

Requisitos de seguridad

Los requisitos de seguridad especifican las características que ha de tener el sistema para que sea seguro y se mantenga la confidencialidad de los usuarios y la integridad del sistema.

Identificador: RSS-01	
Título	Contraseñas cifradas
Descripción	Las contraseñas se enviarán siempre cifradas y el algoritmo de cifrado ha de ser seguro.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Verificabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Fuente	

Tabla 81 - RSS-01

4.3.5. Matriz de trazabilidad

La matriz de trazabilidad permite comprobar que todos los requisitos de usuario han sido cubiertos por los requisitos de software.

	RUC-01	RUC-02	RUC-03	RUC-04	RUC-05	RUC-06	RUC-07	RUC-08	RUC-09	RUC-10	RUC-11	RUC-12	RUC-13	RUC-14	RUR-01	RUR-02	RUR-03	RUR-04
RSF-01	X																	
RSF-02		X																
RSF-03			X															
RSF-04				X														
RSF-05					X													
RSF-06						X												
RSF-07							X											
RSF-08								X							X			
RSF-09									X						X			
RSF-10										X								
RSF-11											X							
RSF-12												X						
RSF-13													X					
RSF-14														X				
RSF-15														X				
RSF-16														X		X		
RSF-17														X				
RSF-18														X				
RSR-01														X				
RSR-02																		
RSR-03																		
RSI-01																		
RSI-02																		
RSI-03																	X	
RSO-01																		
RSO-02																		X
RSD-01																		
RSD-02																		
RSS-01																		

Tabla 82 - Matriz de trazabilidad

4.4. Diseño del sistema

Una vez realizado el análisis del sistema, ya hemos identificado, descrito y acotado el problema. El siguiente paso es determinar el modo de resolverlo y en eso consiste este apartado.

Primero se mostrará la arquitectura del sistema total para obtener una perspectiva general del conjunto formado por los distintos subsistemas, que serán explicados en mayor detalle más adelante.

4.4.1. Arquitectura del sistema

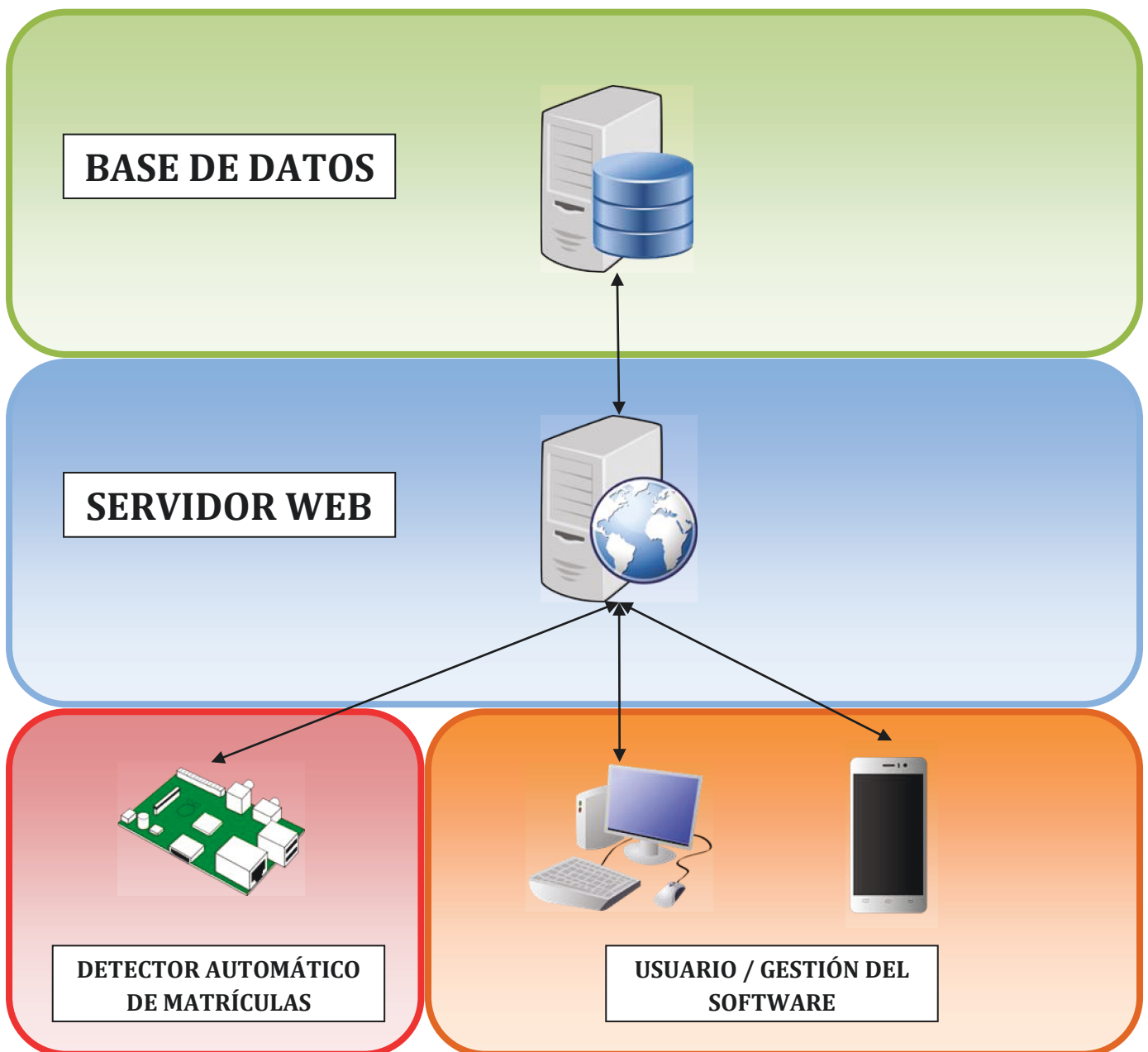


Ilustración 27 - Arquitectura del sistema

Tal como se aprecia en el esquema, el sistema se estructura en tres capas. La capa superior es la base de datos. Contiene toda la información de todos los usuarios, incluyendo pares usuario-contraseña, matrículas permitidas de cada usuario y el registro de matrículas detectadas por cada Raspberry Pi.

La siguiente capa es el servidor web. Esta capa es el controlador, dado que gestiona todas las peticiones http recibidas y actúa en consecuencia, obteniendo o registrando datos en la base de datos y devolviendo a los demás dispositivos la información requerida. En este servidor también está almacenada la página web desde la que se puede gestionar el software.

La última capa se divide en dos. Por un lado está el detector automático de matrículas y por otro lado, la parte del sistema con la que se relaciona el usuario. Esto es la aplicación móvil y la página web que recibe el usuario en su ordenador desde el servidor web. Tanto el detector automático de matrículas como la aplicación móvil se basan en el paradigma cliente-servidor.

4.4.2. Subsistemas

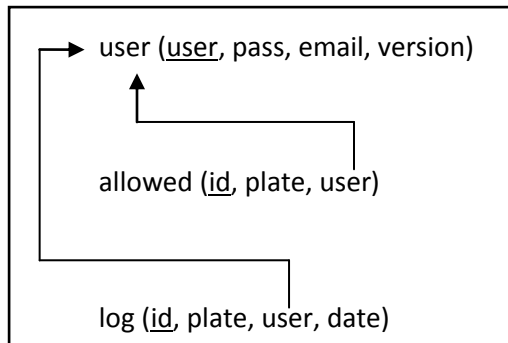
En este apartado vamos a explicar por separado los distintos componentes que conforman la arquitectura. Estos son la base de datos, el servidor web (como gestor de peticiones en el paradigma cliente-servidor), la página web, el detector automático de matrículas y la aplicación móvil.

Base de datos

La base de datos, como se ha explicado anteriormente, contiene toda la información de todos los usuarios. Estas son las distintas tablas que la conforman:

- La tabla **user** almacena la información de usuario, es decir, nombre de usuario, contraseña, email y versión. La columna versión se incrementa cada vez que hay un cambio en el listado de matrículas permitidas del usuario. Esta información se utiliza para actualizar o no el listado local del reconocedor de matrículas, como se explicará más adelante.
- La tabla **allowed** contiene las matrículas permitidas. Cada registro tiene un identificador numérico, los caracteres de la matrícula y el usuario que ha introducido esa matrícula en su listado de permitidas.
- La tabla **log** contiene un historial de las matrículas reconocidas y aceptadas por el reconocedor de matrículas. Sus atributos son un identificador numérico único, los caracteres de la matrícula, el usuario al que pertenece y la fecha y hora en la que fue reconocida la matrícula.

A continuación se muestra el diseño relacional de la base de datos:



Mediante estas tres tablas se puede modelar toda la información necesaria para el correcto funcionamiento del sistema. El sistema gestor de bases de datos utilizado será MySQL.

Servidor web

El servidor web será programado en Java, como un proyecto J2EE. El contenedor de servlets que utilizará será un Apache Tomcat 7. El servidor web, sin contar la página web, se encarga de gestionar las peticiones http mediante servlets. Un servlet es una clase Java que se encarga de recibir peticiones, procesarlas y enviar de vuelta una respuesta.

Este servidor contiene la lógica de la gestión de usuarios y matrículas, es decir, hace de enlace entre los clientes (detector de matrículas, aplicación móvil y página web) y la base de datos. Es el controlador.

Cuando se recibe una petición http a un servlet, esta quiere introducir u obtener datos de la base de datos. Para ello, mediante JDBC se establece una conexión a la base de datos. Por cada tabla de la base de datos hay una clase Java que contiene todos sus atributos. Cada objeto de esta clase será la representación en Java de un registro de la base de datos. Además, por cada una de estas clases o entidades (usuario, matrícula permitida y registro de matrícula) existe una clase DAO (Data Access Object). Cada DAO contiene distintos métodos que son acciones sobre la tabla correspondiente en la base de datos (inserciones, borrados, selección de conjuntos, etc). Estos métodos contienen la sentencia SQL que se ejecutará en la base de datos.

La respuesta, ya sea simplemente una confirmación (como en una petición de login), como una petición de datos (listado de matrículas), se envía en la respuesta (response) de la petición http. Será codificada mediante JSON, que es un formato de intercambio de datos ligero y de fácil lectura, cuyo uso ha aumentado significativamente como alternativa a XML.

A continuación se muestra una tabla de los distintos servlets que existen en el servidor, y qué dispositivos realizarán peticiones a esos servlets.


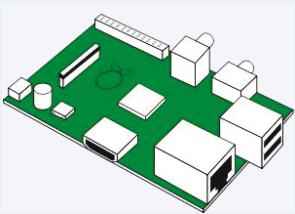
	 Aplicación móvil	 Raspberry Pi
AddAllowedPlate	✓	✗
AddLoggedPlate	✗	✓
CountLoggedPlates	✓	✗
GetUserVersion	✗	✓
ListAllowedPlates	✓	✓
ListLoggedPlates	✓	✗
Login	✓	✗
RemoveAllowedPlate	✓	✗

Tabla 83 - Servlets y clientes

A continuación se muestra qué información se envía en cada petición http y qué se espera recibir. En todas ellas siempre se puede recibir un “Usuario o contraseña incorrecto”.

	Información enviada	Respuesta
AddAllowedPlate	Usuario, contraseña, matrícula	OK / ERROR
AddLoggedPlate	Usuario, contraseña, matrícula	OK / ERROR
CountLoggedPlates	Usuario, contraseña	Número de registros en el historial
GetUserVersion	Usuario, contraseña	Versión de usuario
ListAllowedPlates	Usuario, contraseña	Lista de matrículas permitidas
ListLoggedPlates	Usuario, contraseña, página, tamaño de página	Subconjunto de registros del historial
Login	Usuario, contraseña	OK
RemoveAllowedPlate	Usuario, contraseña, matrícula	OK / ERROR

Tabla 84 - Servlets e información enviada y respuesta

En el siguiente diagrama se muestra de modo más detallado, mediante el paradigma cliente-servidor, cómo se relaciona el servidor tanto con los clientes como con la base de datos.

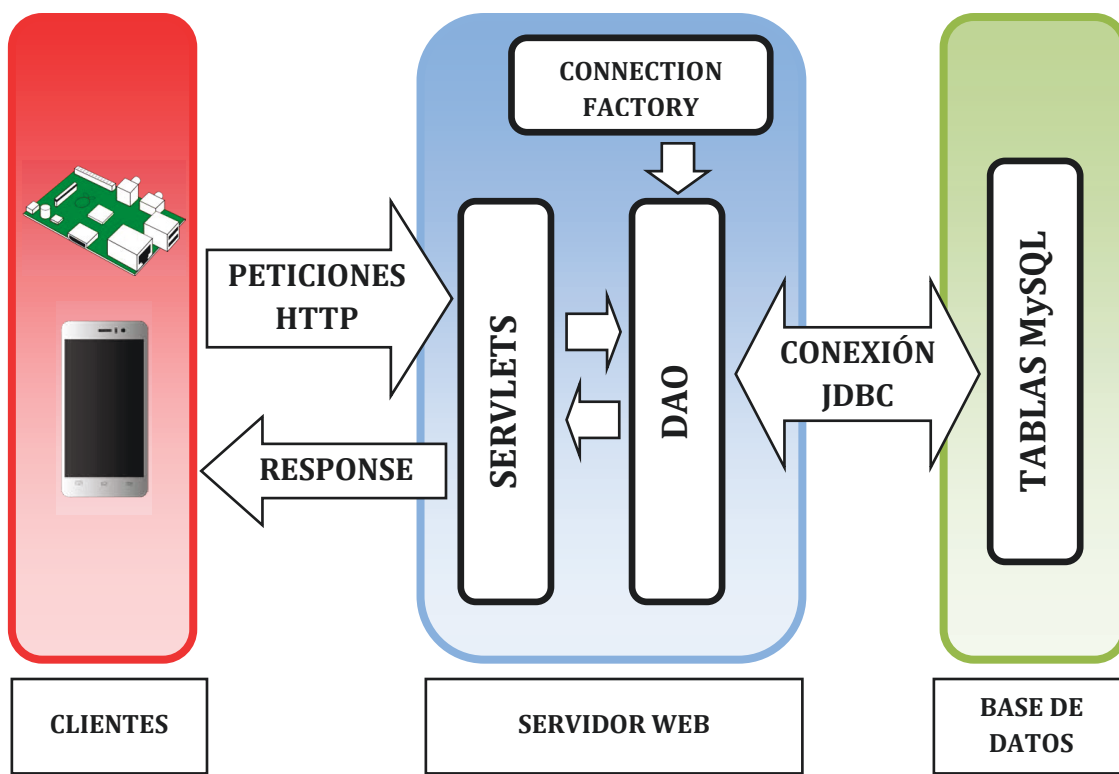


Ilustración 28 - Funcionamiento servidor web

Página web

La página web se conforma bajo el patrón Modelo-Vista-Controlador (MVC). La página web forma parte del mismo proyecto J2EE que el resto del servidor web. El contenedor de servlets que utilizará será un Apache Tomcat 7. Se utilizará el framework JSF 2.2 (Java Server Faces), bajo la implementación Mojarra, que facilitará el desarrollo de la interfaz de usuario mediante páginas xhtml. Concretamente se utilizará el plugin Primefaces para JSF, que permite de modo sencillo actualizaciones parciales de la página web mediante Ajax.

Ahora definiremos las tres capas que conforman el patrón MVC. Empezamos con la capa con la que interactúa el usuario, esta es la Vista. La Vista la forman las diversas páginas xhtml. Por cada página, existe un Managed Bean, que es una clase Java que se encarga de insertar y recoger información de la página xhtml, intercambiando así la información entre el usuario y el servidor. El controlador es el que contiene la lógica de la página web, es decir, coordina y gestiona la información entre la vista y el modelo. Esto se hace a través de los beans y los DAO principalmente. El modelo son los datos, que en este caso es la base de datos que ya ha sido explicada anteriormente.

En el siguiente diagrama se muestra el funcionamiento de la página web, distinguiendo entre las tres capas de las que consta este subsistema: vista, controlador y modelo.

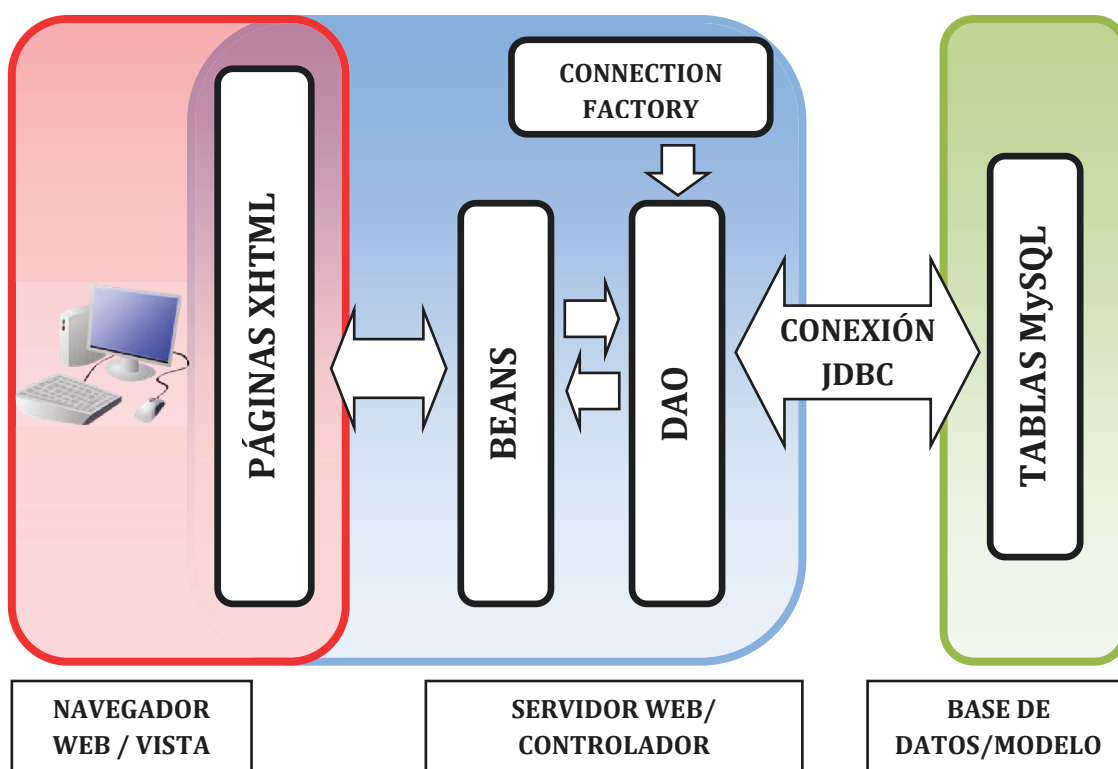


Ilustración 29 - Funcionamiento página web

Detector automático de matrículas

En este apartado no se detallará el proceso de reconocimiento automático de matrículas, pues ya ha sido tratado en el apartado 4.2. En lugar de eso, se explicará su comunicación con el servidor y su funcionamiento interno, considerando el reconocimiento de matrículas una caja negra.

Existen dos programas que se ejecutarán simultáneamente en la Raspberry Pi de modo constante. El primer programa se asegura de obtener y mantener actualizada la lista local de matrículas autorizadas.

Para ello primero solicita y almacena en memoria la versión actual del usuario. Cada vez que se realiza un cambio en el listado de matrículas permitidas, se actualiza la versión del usuario, por lo que nos sirve para comprobar rápidamente si el listado ha cambiado. También descarga el listado de matrículas autorizadas y lo escribe al fichero designado para tal uso. A continuación el programa espera durante 5 minutos. Tras este tiempo, solicita la versión actual del usuario. Si esta no ha cambiado, procede a esperar otros 5 minutos. Si esta sí ha cambiado, procede a actualizar su número de versión en memoria, descargar el nuevo listado de matrículas autorizadas y escribirlo de nuevo en el fichero, tras lo cual el programa espera otros 5 minutos y prosigue con el bucle.

A continuación se muestra el diagrama de flujo que describe el funcionamiento de este programa:

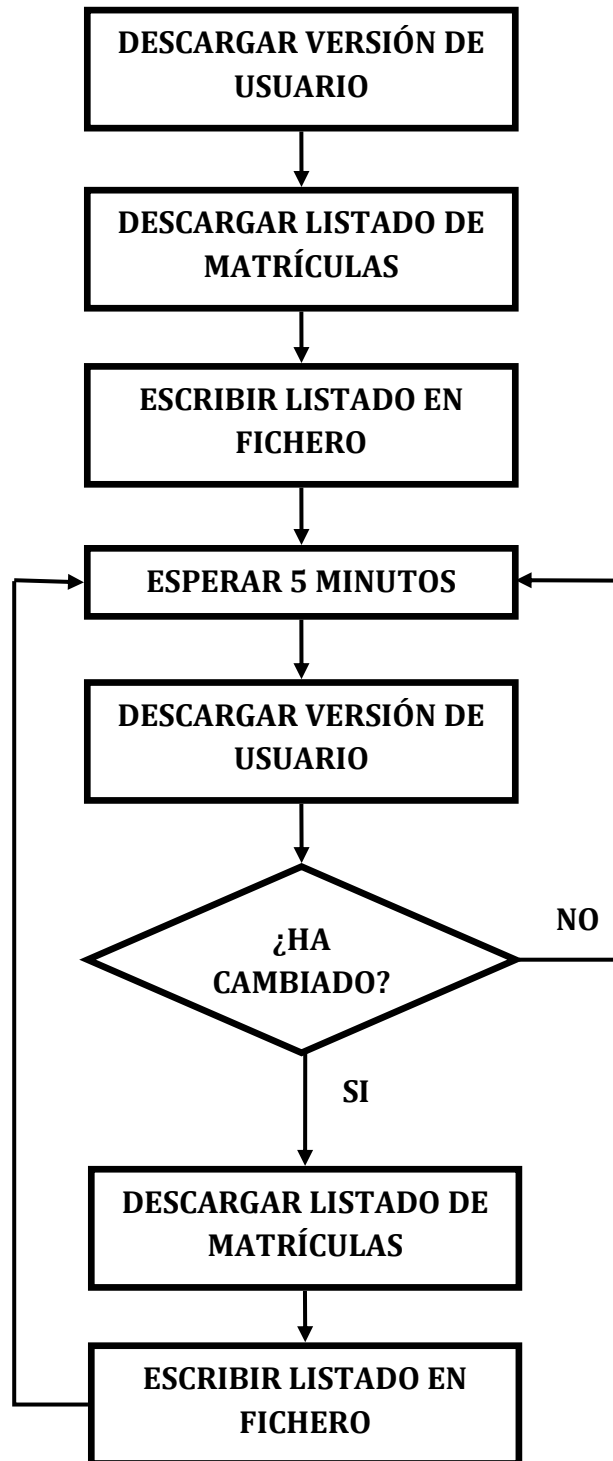


Ilustración 30 - Diagrama de flujo actualizador de lista de matrículas permitidas

El motivo por el cuál se ha diseñado este programa es para evitar el acceso continuado al servidor, además de asegurarnos de que siempre habrá una copia local de las matrículas

permitidas para que el sistema pueda abrir la puerta de garaje a pesar de que haya fallado la conexión a internet.

El segundo programa es el reconocedor automático de matrículas. Una vez haya reconocido una matrícula autorizada, mandará una señal de apertura a la puerta de garaje y enviará una petición http al servidor para registrar en el historial la entrada de ese vehículo concreto.

A continuación se muestra de forma esquemática la interacción de esos programas entre sí y con el servidor web.

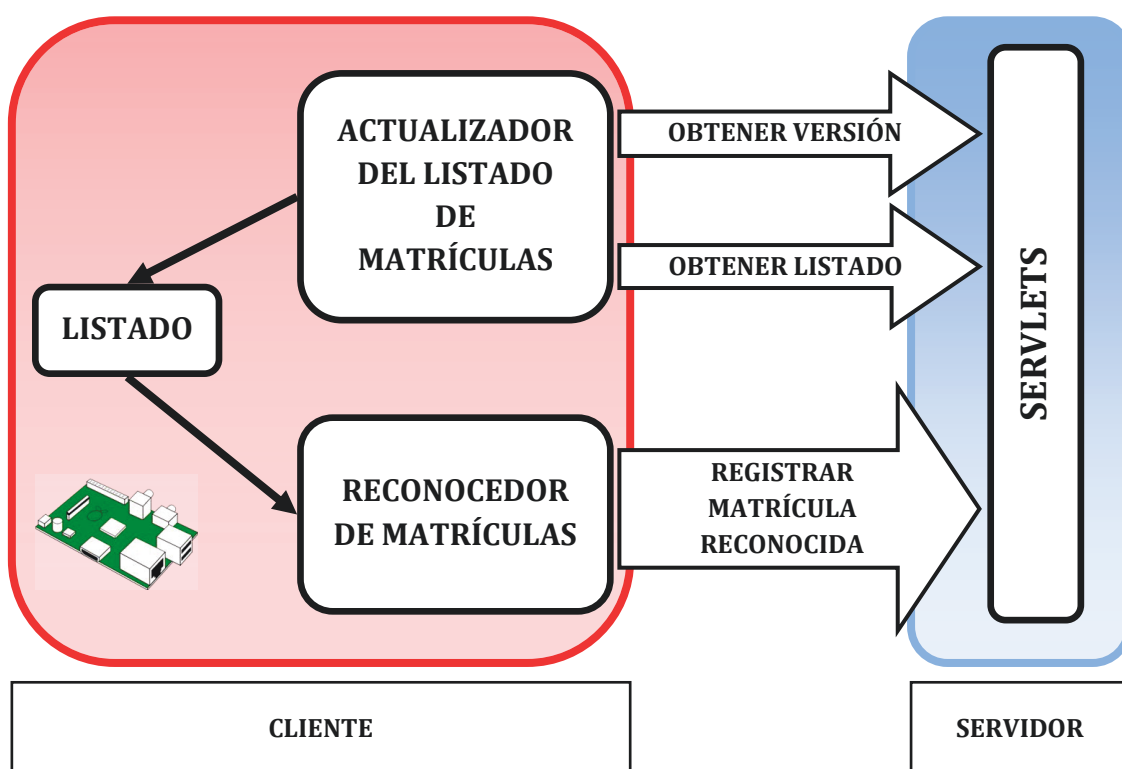


Ilustración 31 - Diagrama cliente-servidor Raspberry Pi

Nótese que no se ha detallado el interior completo del servidor ni su relación con la base de datos. Para profundizar en estos aspectos consultar el anterior apartado “Servidor web”.

Aplicación móvil

La aplicación móvil es muy similar a la página web, pues cumple las mismas funcionalidades excepto el registro. Sin embargo, a nivel interno es bastante distinta. La aplicación móvil se conforma en una arquitectura cliente-servidor, de un modo muy similar a la Raspberry Pi. En este caso no se incluye un diagrama concreto para esta relación cliente-servidor, pues está suficientemente bien expresada en el diagrama del apartado servidor web.

Al inicio de la aplicación, si el usuario no se ha autenticado nunca, deberá introducir su usuario y contraseña para enviar una petición http que confirme que sus datos de acceso son

correctos. Si esto se produce, la aplicación recordará la autenticación para futuras ocasiones salvo si el usuario elige expresamente desconectarse del sistema.

Una vez autenticado contra el servidor, el usuario puede elegir visualizar el listado de matrículas permitidas o el historial de matrículas reconocidas. En el apartado de matrículas autorizadas, el usuario puede elegir entre dar una de alta o dar de baja una de las existentes.

La visualización del historial, contando con que será extenso, se realizará mediante paginación. En la propia petición http se indicará el tamaño de la página deseado y el número de página que se quiere mostrar actualmente. Según el usuario vaya navegando entre páginas, estas se irán solicitando al servidor.

4.4.3. Interfaces de usuario

Los dos componentes del sistema con los que se relacionará el usuario son la aplicación móvil y la página web. A continuación se mostrará el prototipado de las interfaces de estos componentes.

Aplicación móvil

En este apartado se mostrarán las distintas pantallas de las que constará la aplicación móvil.

Para crear estas pantallas se han seguido los consejos de la página oficial de desarrollo de Android. Se ha tratado de crear una interfaz minimalista, que marque muy claramente y de un modo sencillo las opciones útiles para el usuario, sin incluir contenido que pueda suponer una distracción.

En todas las pantallas de la app se ha incluido una barra de acción que incluye el logo de la aplicación y en algunas ocasiones, cuando sea necesario, un botón que permite navegar a la pantalla anterior.

En cuanto a la navegación se ha incluido una barra de tabs, que permite en todo momento al usuario navegar entre las dos funciones principales de la app, sabiendo en cuál se encuentra en cualquier momento dado.

La primera pantalla, si el usuario no está autenticado en el sistema, es la de autenticación. En esta pantalla el usuario ha de introducir su usuario y contraseña para poder autenticarse en el sistema.



El prototipo muestra una interfaz de usuario para el inicio de sesión. En la parte superior, hay una barra de estado negra con los íconos de Wi-Fi, señal de red y batería, y el tiempo 9:25. Debajo de esto, una barra azul contiene el texto "LOGO" en blanco. El cuerpo principal de la pantalla es blanco y contiene dos campos de entrada de texto: "Usuario" y "Contraseña", cada uno con un cursor al final. Debajo de los campos, hay un botón rectangular negro con el texto "Conectar" en blanco.

Ilustración 32 - Prototipado app - Login

La siguiente pantalla se muestra cuando el usuario ya está autenticado en el sistema. Permite navegar a las pantallas de matrículas permitidas y la del historial de matrículas registradas. También tiene un botón que permite desconectarse del sistema.



Ilustración 33 - Prototipado app - Principal

La pantalla de matrículas permitidas permite consultar la lista de matrículas permitidas, agregar una nueva matrícula permitida y eliminar una matrícula nueva. También se puede pulsar “Atrás” para volver a la pantalla principal así como utilizar el tab correspondiente para acceder a la pantalla del historial.

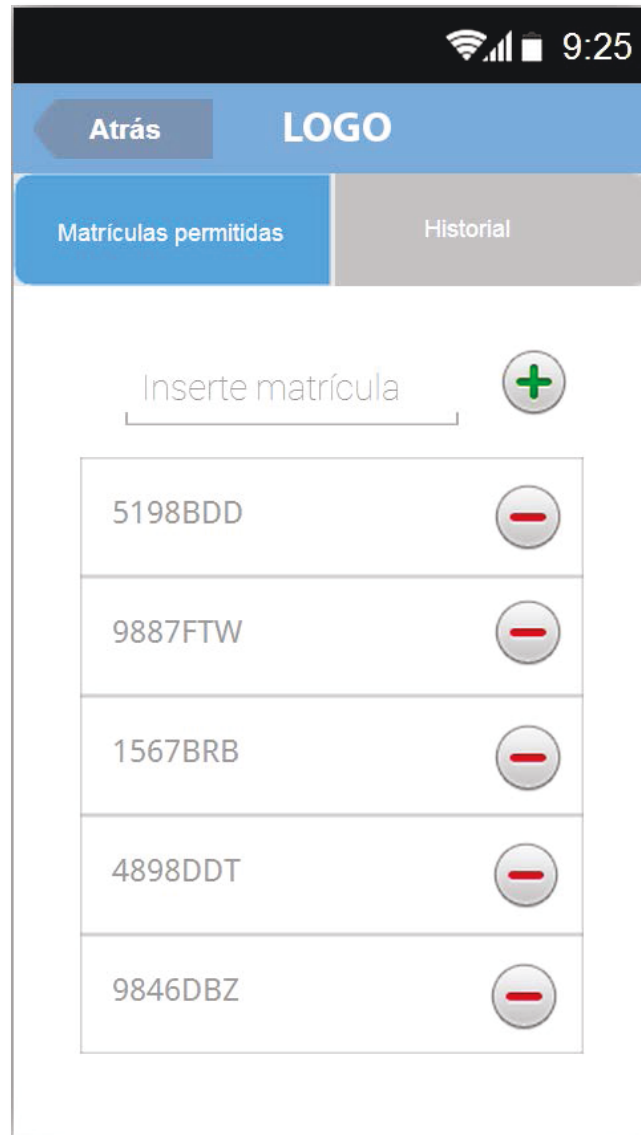


Ilustración 34 - Prototipado app - Matrículas permitidas

La siguiente pantalla muestra la lista paginada del historial de matrículas autorizadas reconocidas por el reconocedor automático de matrículas. También se puede pulsar “Atrás” para volver a la pantalla principal así como utilizar el tab correspondiente para acceder a la pantalla de matrículas permitidas.

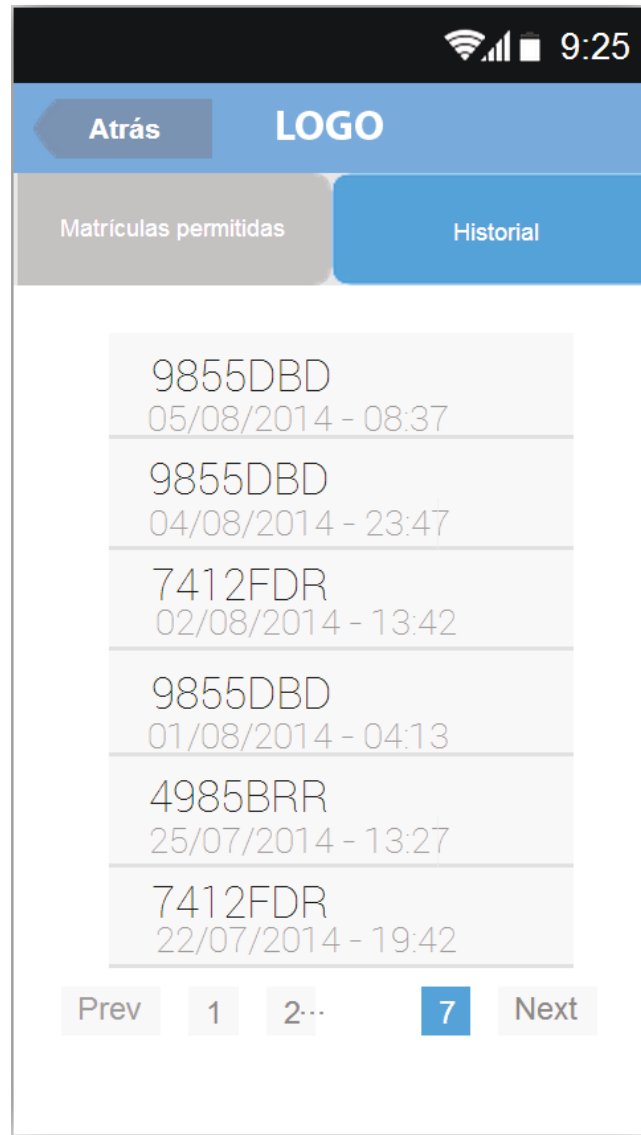


Ilustración 35 - Prototipado app - Historial

Página web

De un modo análogo al de la aplicación Android, se ha tratado de mantener una apariencia minimalista, centrada en las opciones útiles para el usuario. Del mismo modo también se ha conservado la navegación por tabs.

Cuando un usuario accede a la página web se mostrará la página principal que le permite autenticarse o registrarse.

El prototipo de la página principal de la web se muestra dentro de un recuadro gris. En la parte superior izquierda hay un recuadro azul con el texto "LOGO". El contenido principal está dividido en dos secciones por una línea vertical:

- Registro:** Incluye cuatro campos de texto etiquetados "Usuario", "Contraseña", "Confirmar contraseña" y "Email". Un botón "Comprobar" está situado a la derecha de los campos "Usuario" y "Contraseña". Un botón "Enviar" está situado debajo del campo "Email".
- Login:** Incluye dos campos de texto etiquetados "Usuario" y "Contraseña". Un botón "Enviar" está situado debajo del campo "Contraseña".

Ilustración 36 - Prototipado web - Principal

Una vez autenticado, la página navega a la gestión de matrículas permitidas. Desde aquí se muestra la lista de matrículas permitidas, la opción de eliminar cada una de ellas y añadir una nueva. También se puede desconectar o navegar al historial de matrículas registradas.

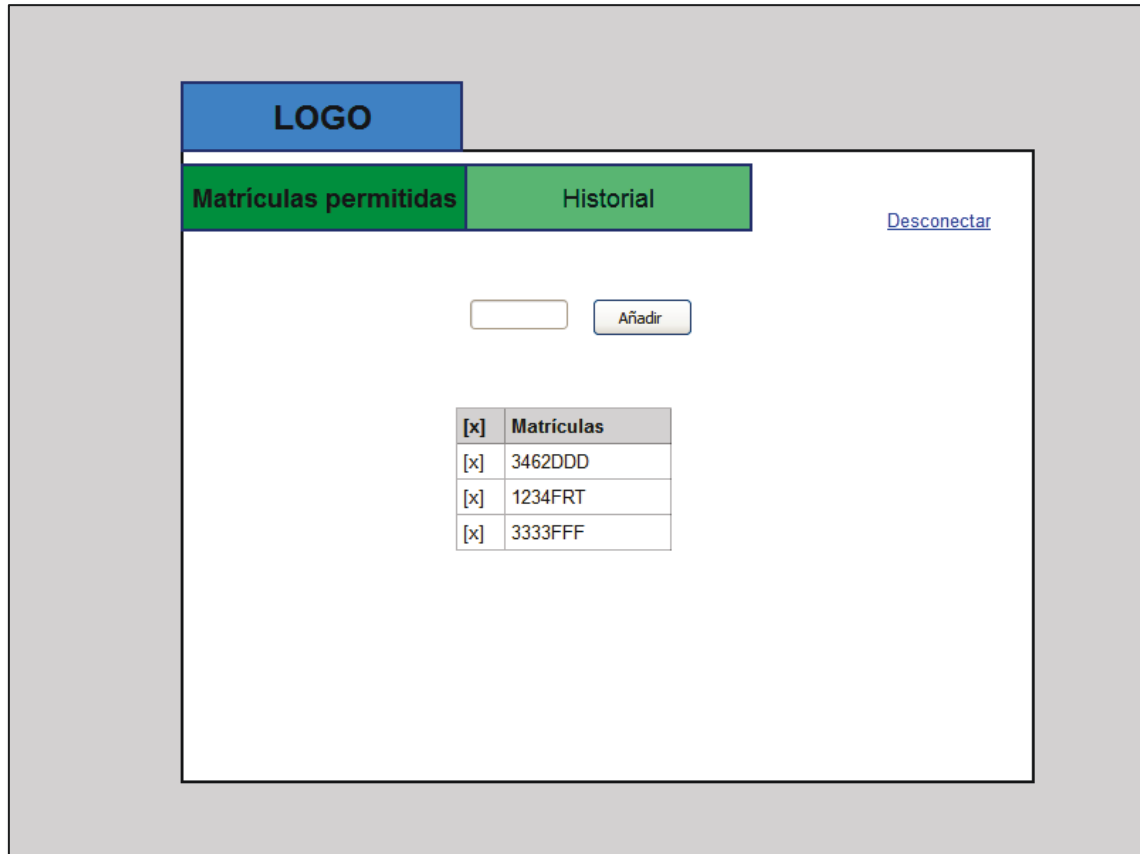


Ilustración 37 - Prototipado web - Matrículas permitidas

La página del historial mostrará una lista paginada con todas las matrículas registradas. Desde esta página es posible desconectarse o navegar a la gestión de matrículas permitidas.

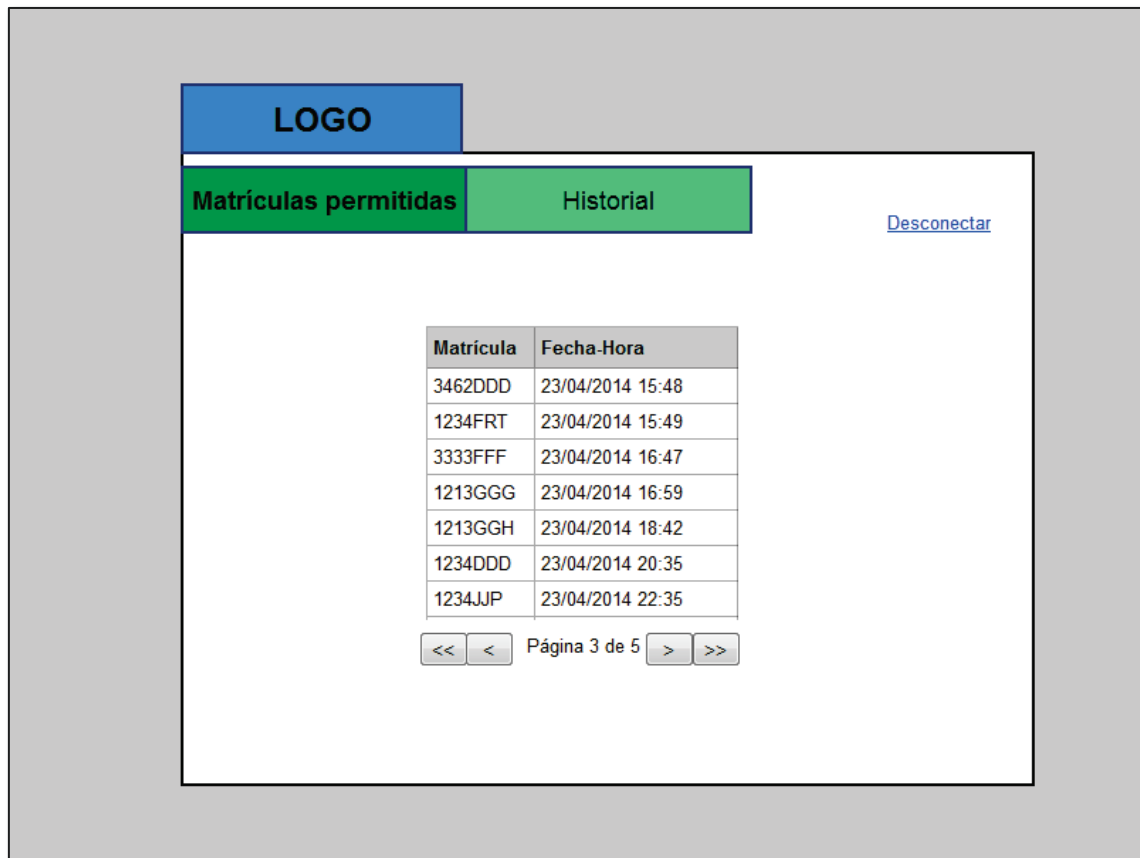


Ilustración 38 - Prototipado web - Historial

4.4.4. Ejemplo de uso

En este apartado se mostrará un ejemplo de uso que cubra las principales acciones que se pueden realizar en el sistema. Para ello se creará una situación hipotética que podría darse en la vida real.

Ángel está en el trabajo cuando recibe una llamada de Blanca. Esta le dice que va a hacerle una visita sorpresa y se está dirigiendo en coche a su casa. Sin embargo aún queda un rato para que Ángel salga del trabajo y no quiere tener a Blanca esperando en la puerta de su casa, por lo que le pregunta a Blanca su matrícula del coche. Una vez la tiene, entra desde el pc de su trabajo a la página del servicio de reconocimiento de matrículas automatizado. Inicia sesión con su usuario y contraseña y navega a la página de gestión de matrículas. Una vez ahí, añade la matrícula de Blanca a su lista de matrículas permitidas.

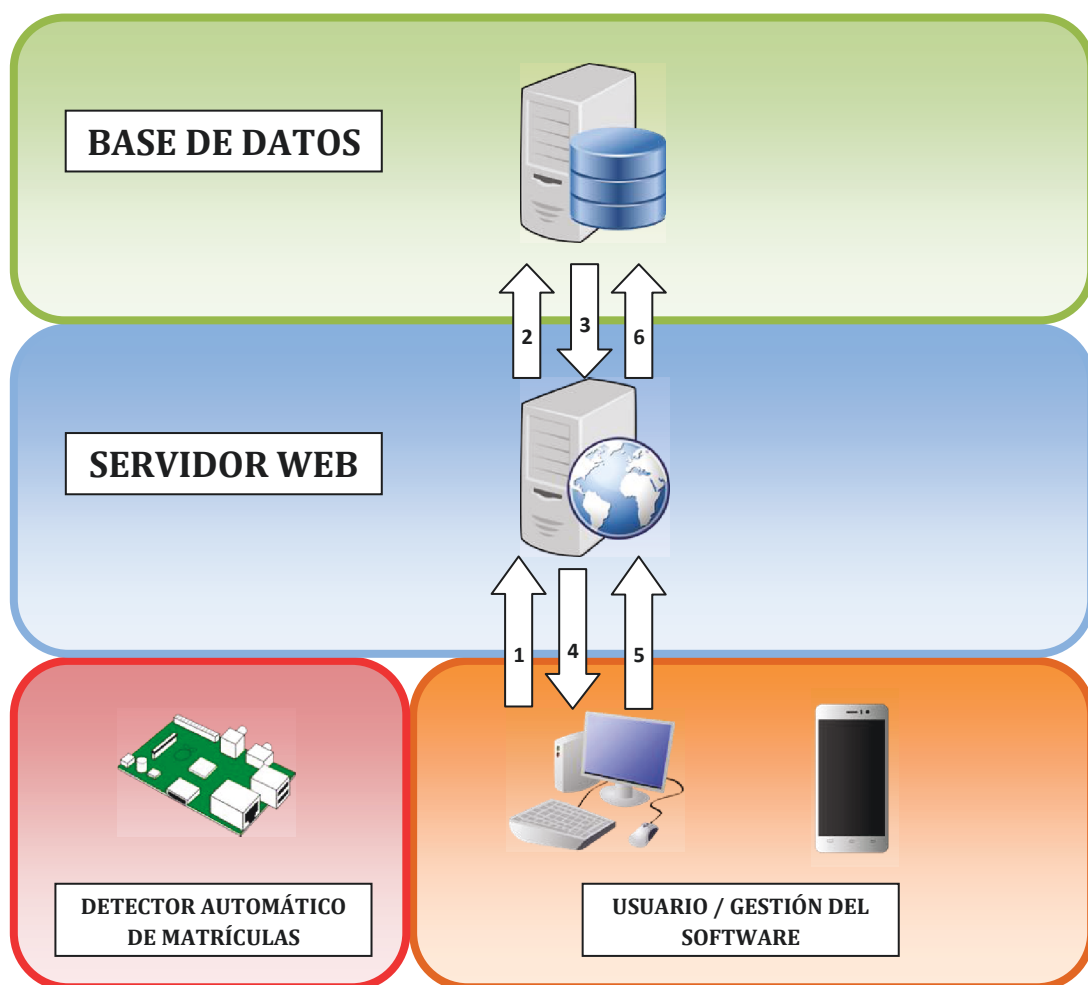


Ilustración 39 - Ejemplo de uso - Alta de matrícula

La imagen muestra lo que ha sucedido hasta este punto. A continuación se muestra una breve explicación del significado de cada flecha según su número:

1. Autenticación: Ángel rellena el formulario de autenticación de la página web y lo envía al servidor.

2. Comprobación de los datos: El servidor web se conecta a la base de datos para comprobar si su nombre de usuario y contraseña son correctos.
3. Obtención de datos: La base de datos devuelve la fila de la tabla de usuarios correspondiente al usuario de Ángel.
4. Identidad confirmada: El servidor comprueba que el usuario y contraseña son correctos, lo que permite a Ángel entrar en la gestión de sus matrículas permitidas (esto supondría flechas adicionales, pero no se contemplan por simplificar la explicación).
5. Ángel indica la matrícula de Blanca y emite hacia el servidor la acción de añadirla a sus matrículas permitidas.
6. El servidor inserta una nueva fila en la tabla de matrículas permitidas de la base de datos, indicando que para el usuario de Ángel ahora la matrícula de Blanca está autorizada.

Mientras, en casa de Ángel, el programa encargado de actualizar la lista local de matrículas permitidas de la Raspberry Pi se está ejecutando y le toca comprobar si ha habido cambios en la lista de matrículas permitidas de Ángel.

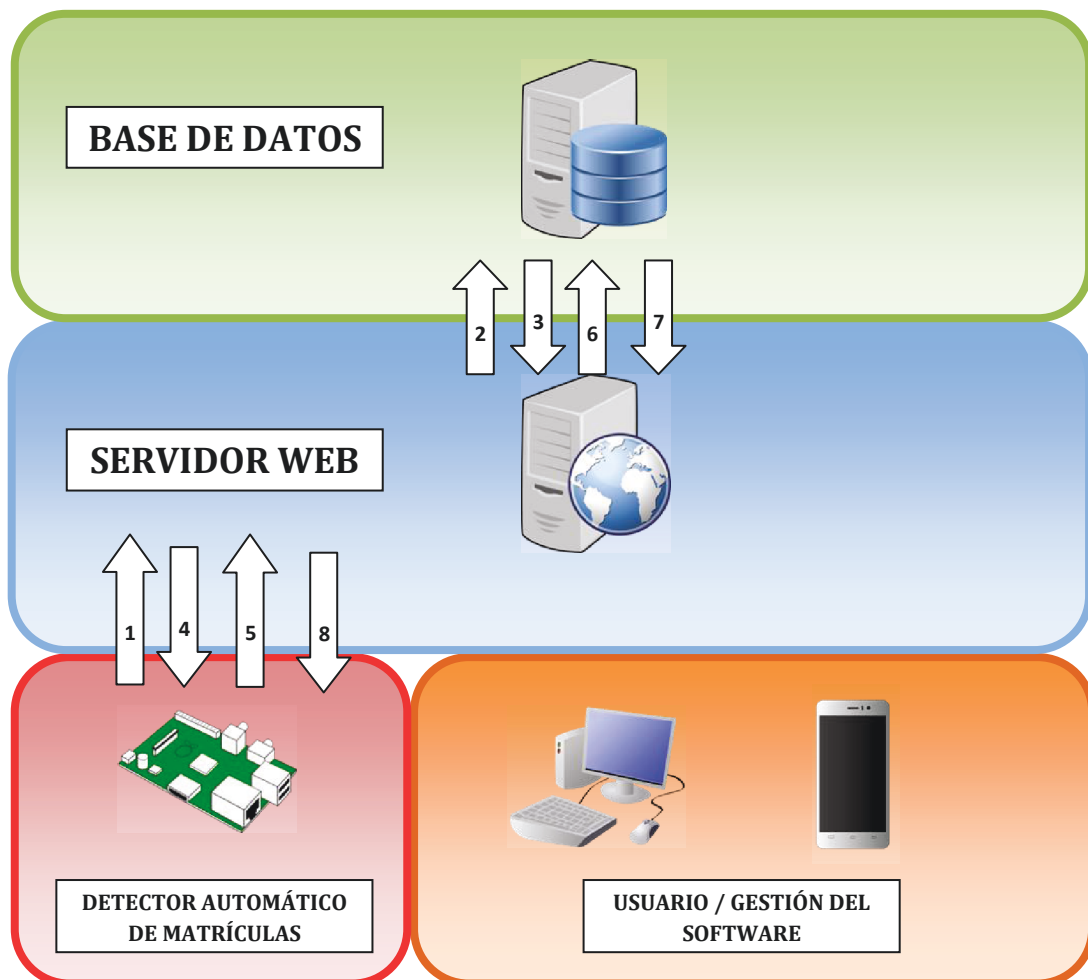


Ilustración 40 - Ejemplo de uso - Actualización listado

Lo que ha ocurrido ha sido lo siguiente:

1. El programa encargado de actualizar la lista solicita al servidor el número de versión del usuario de Ángel, mandando una petición al servlet "GetUserVersion".
2. El servidor pide a la base de datos la fila de la tabla de usuarios correspondiente al usuario de Ángel.
3. La base de datos le envía esa información al servidor.
4. El servidor comprueba que el usuario y contraseña indicados en la petición coinciden con los de la base de datos, por lo que envía a la Raspberry Pi el número de versión del usuario de Ángel.
5. El programa de actualización del listado de matrículas se da cuenta de que el número de versión ha cambiado, lo que significa que su listado local de matrículas está obsoleto, por lo que pide al servidor la lista completa de matrículas autorizadas de Ángel.
6. El servidor solicita esta información a la base de datos.
7. La base de datos devuelve esta información al servidor.
8. El servidor proporciona la lista a la Raspberry Pi en formato JSON. El programa se encarga de escribir en el fichero correspondiente la lista.

Unos minutos después, llega Blanca frente al garaje de Ángel, que detecta su matrícula y abre la puerta para ella.

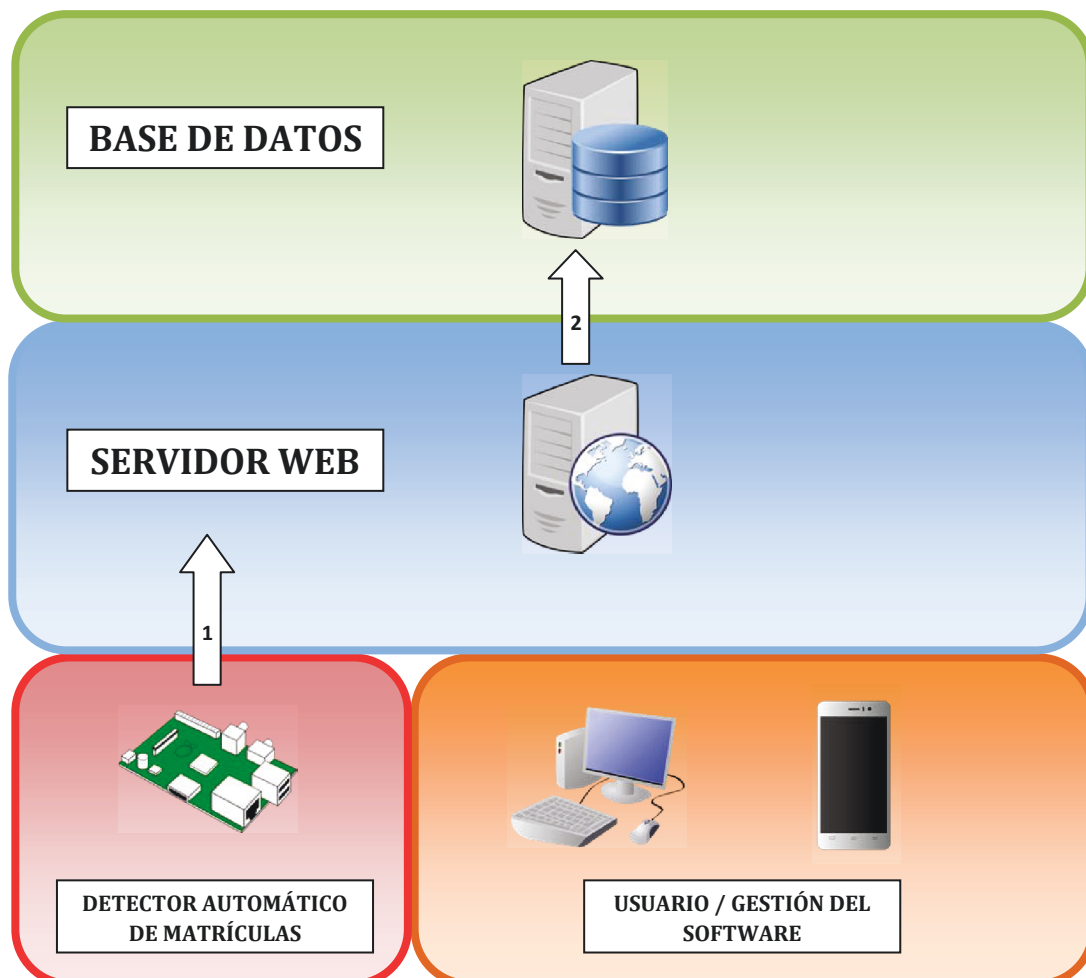


Ilustración 41 - Ejemplo de uso - Nuevo registro en historial

1. El reconocedor automático de matrículas de Ángel ha detectado una matrícula frente a su garaje, por lo que ha acudido al fichero donde almacena su lista local de matrículas autorizadas. Al comprobar que el coche de Blanca tiene permiso para entrar, manda una señal a la puerta de garaje para que se abra. Además de esto, manda una petición al servidor para almacenar en el historial de Ángel que un coche ha entrado en su garaje.
2. El servidor realiza una inserción en la base de datos, en la tabla de historial. A las 17.07h un coche con la matrícula de Blanca ha accedido al garaje de Ángel.

Ángel acaba de salir del trabajo y supone que Blanca ya debe de haber llegado a su casa. Mientras se dirige al parking de su empresa, entra con su móvil en la app de gestión del servicio de reconocimiento de matrículas, en el historial y ve que hay una entrada de hace unos minutos, con la matrícula de Blanca.

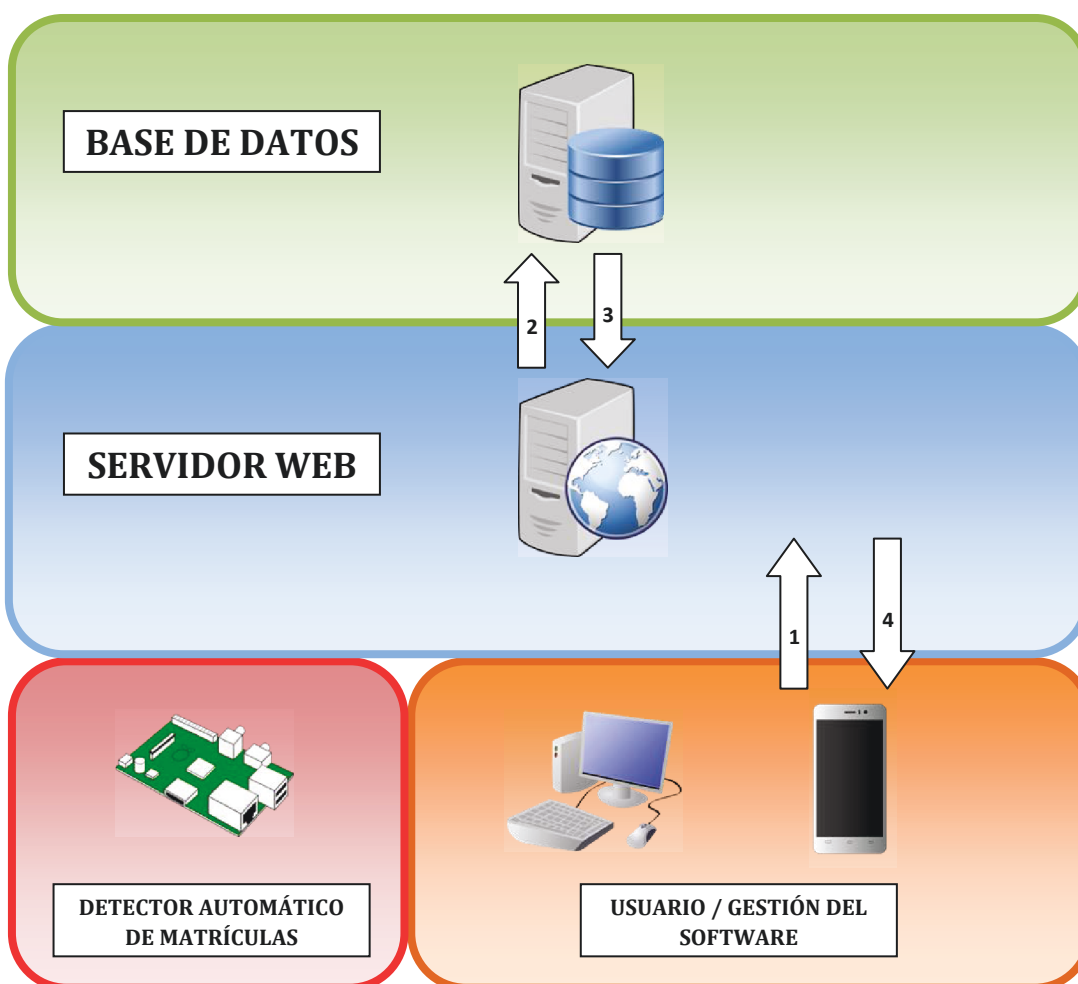


Ilustración 42 - Ejemplo de uso - Comprobar historial

Lo que por debajo está sucediendo es lo siguiente:

1. Desde la aplicación móvil se manda una petición al servlet “ListLoggedPlates”, para obtener el historial de Ángel. En realidad esto se realizaría en varias peticiones, dado que el historial se muestra por páginas, pero esto es una explicación simplificada.
2. El servidor pide a la base de datos la lista con el historial de Ángel, concretamente la página más reciente.
3. La base de datos envía al servidor esta información.
4. El servidor envía en formato JSON la lista que la aplicación pidió, en la que se encuentra la entrada del coche de Blanca en el garaje a las 17.07h.

4.5. Planificación y presupuesto

4.5.1. Planificación

En esta sección se describe la planificación necesaria para desarrollar este sistema. Se definirán las distintas fases de las que constará el proyecto.

Estas fases son análisis del sistema, diseño del sistema y por último implementación y pruebas. Sin embargo estas fases no son totalmente secuenciales, pues a lo largo del desarrollo del proyecto, este sufre revisiones y cambios, por lo que las fases se solaparán en el tiempo.

Análisis del sistema

Como se ha explicado en el apartado 4.3, el análisis del sistema permite definir el problema, es decir, obtener las especificaciones sobre qué debe hacer el sistema, sin entrar en cómo debería hacerlo.

En esta fase se extraerán las funcionalidades de las que constará el sistema, por lo que si durante la fase de desarrollo o implementación se proponen nuevas funcionalidades, se retomará la fase de análisis para incluirlas, a lo que seguirá su diseño e implementación.

Diseño del sistema

Esta fase, tal como se describe en el apartado 4.4, consiste en determinar el modo de resolver el problema identificado y descrito a lo largo de la fase de análisis. En esta fase, además de explicar cómo se resolverá el problema, se identificarán las tecnologías que se utilizarán para ello, así como una visión de la arquitectura del sistema.

Tal como se ha comentado, si durante el desarrollo del proyecto surgen nuevas funcionalidades, deberán ser sometidas de nuevo a la fase de diseño para incluirlas en el diseño del sistema.

Implementación y pruebas

En esta fase, se procederá a ejecutar la solución descrita en la fase de diseño, utilizando las tecnologías y herramientas estipuladas para tal fin.

La fase de pruebas y la de implementación están unidas como una sola porque se producirán simultáneamente. Durante la implementación de cada módulo, este se irá probando, y cuando varios módulos hayan sido implementados y probados, se procederá a realizar las pruebas de integración correspondientes.

También existiría una fase posterior de mantenimiento y gestión del sistema, pero esta queda fuera del alcance de este apartado, pues este sólo se refiere al desarrollo del sistema.

Diagrama de Gantt

El mejor modo de mostrar visualmente la planificación de este proyecto es mediante un diagrama de Gantt. Este diagrama muestra cómo se prolongan las distintas tareas en el tiempo. A continuación se muestra este diagrama sólo con las tareas principales, sin entrar en sus divisiones:

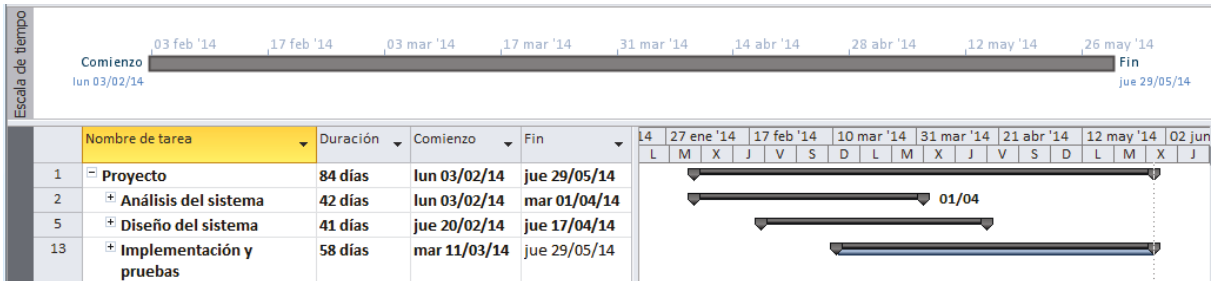


Ilustración 43 - Diagrama de Gantt - Compacto

Tal como se observa, las tareas se ven solapadas. Esto es así debido a que, como se ha comentado previamente, las tareas no se ejecutarán secuencialmente, sino que según avance el proyecto se procederá a realizar revisiones y cambios, lo que formará un ciclo de trabajo en el que análisis, diseño e implementación se sucederán unos a otros hasta que el proyecto haya sido refinado lo suficiente.

A continuación se muestra una imagen que ilustra esta idea del ciclo de trabajo:

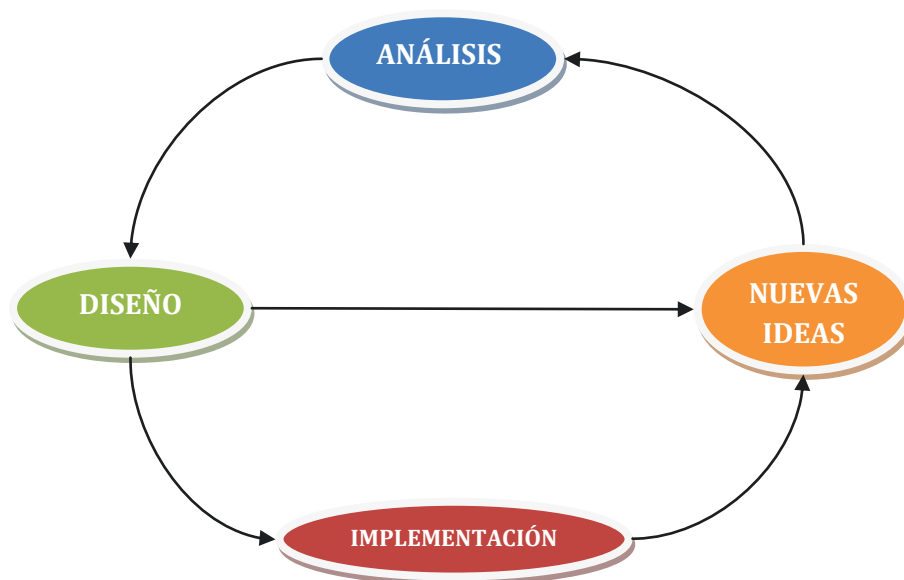


Ilustración 44 - Ciclo de trabajo

En el siguiente diagrama se muestra de un modo más detallado, con las distintas subtareas que componen cada fase:

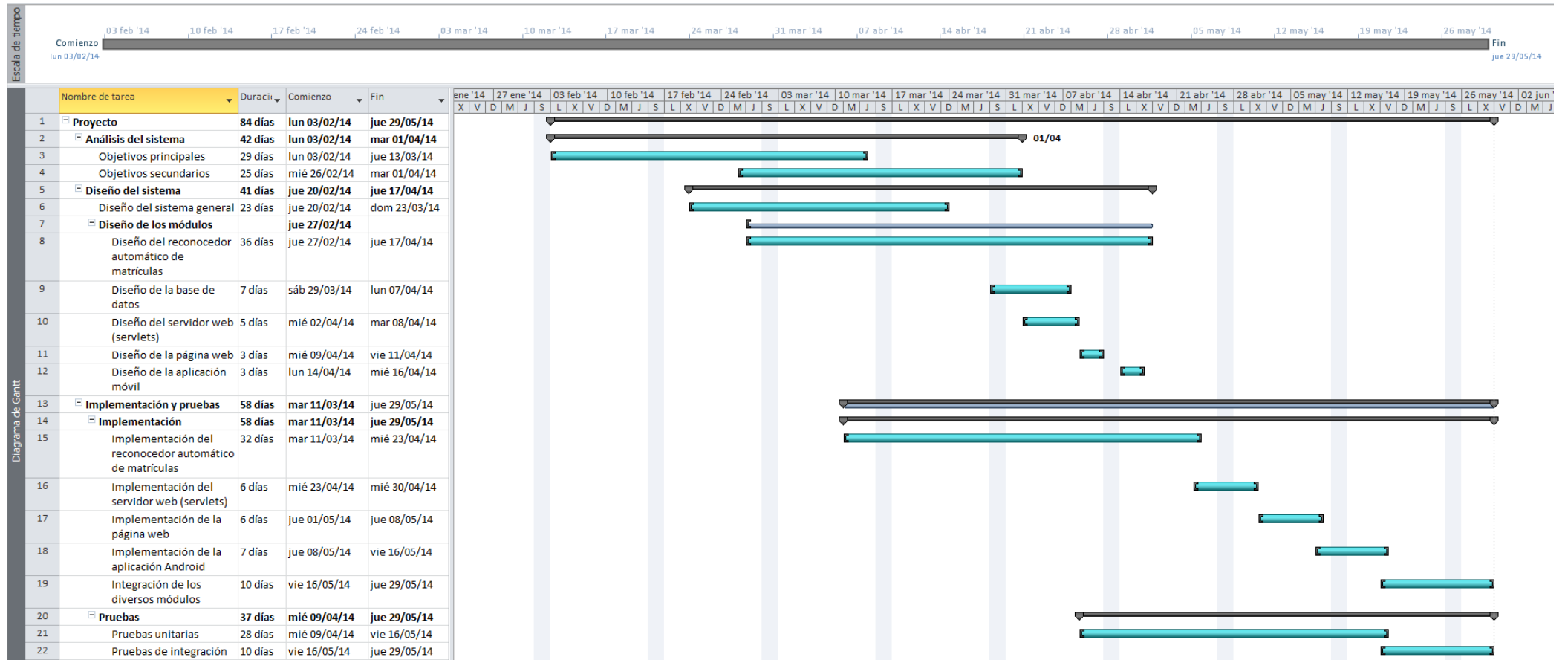


Ilustración 45 - Diagrama de Gantt - Expandido

4.5.2. Presupuesto

En este apartado se detallarán los costes del desarrollo de este proyecto. Estos costes comprenden costes de hardware, de software, de personal y un extra para contingencias. A continuación se detallan cada uno de estos costes:

Hardware

Para el desarrollo se ha utilizado un **ordenador personal** con las características que se detallan a continuación:

Procesador	Intel Core 2 Quad Q9300 (2.5 GHz)
Memoria RAM	6 GB
Disco Duro	1 TB

Tabla 85 - Características equipo de desarrollo

Este equipo tiene un coste aproximado de 700€ incluyendo periféricos. Suponiendo una amortización lineal de 5 años y al haber sido usado durante 9 meses, se le imputa un coste de **105€**.

También se ha utilizado una **Raspberry Pi**, con determinados accesorios para el módulo de reconocimiento automático de matrículas. Sus características se detallan a continuación:

Modelo	B
CPU	ARM1176JZF-S (700 MHz)
GPU	Broadcom VideoCore IV (250 MHz)
Memoria RAM	512 MB (compartido con GPU)
USB	2 USB 2.0
Ethernet	Sí
Salida de vídeo	HDMI, RCA
Salida de audio	3.5mm jack, HDMI
Almacenamiento	Tarjeta SD
Tamaño	85.6 x 56 mm

Tabla 86 - Características Raspberry Pi

Además de la Raspberry se compraron ciertos accesorios para su correcto funcionamiento, entre los que se incluyen:

- Carcasa de metacrilato
- 2 tarjetas SD de 8GB con NOOBS
- Cámara
- Cámara sin filtro infrarrojo
- Conversor HDMI-VGA
- Adaptador WiFi USB

El coste del aparato y sus accesorios asciende a 126€. Suponiendo una amortización lineal de 5 años y al haber sido usado durante 9 meses, se le imputa un coste de **18.9€**.

También se ha utilizado un **Smartphone Android** para probar la aplicación Android, cuyas especificaciones se indican a continuación:

Modelo	Huawei Ascend G510
Sistema operativo	Android 4.1 Jelly Bean
Memoria RAM	4 GB
Procesador	Dual Core 1.2 GHz

Tabla 87 - Características smartphone

El coste de este smartphone es de 117€. Suponiendo una amortización lineal de 3 años y al haber sido usado durante 2 meses de prueba, se le imputa un coste de **6.5€**.

A continuación se detalla una tabla resumen con todos los costes de hardware:

Recurso	Coste (€)
Ordenador	105 €
Raspberry Pi	18.9 €
Smartphone	6'5 €
TOTAL	130'4 €

Tabla 88 - Costes de hardware

Software

Los costes de software son relativos a programas de ordenador y la licencia de desarrollador de Android.

Los softwares usados son Windows 7 Pro (125€) y Microsoft Office 2010 (100€). Suponiendo una amortización lineal de 5 años y al haber sido usado durante 9 meses, se le imputa un coste de 18.75€ y 15€ respectivamente

A continuación se muestra un cuadro detallando estos costes:

Recurso	Coste (€)
Windows 7 Pro	18'75 €
Microsoft Office 2010	15 €
Licencia desarrollador Android	20 €
TOTAL	53'75 €

Tabla 89 - Costes de software

Personal

Aunque el proyecto lo ha desarrollado una sola persona, se desglosará en el número de horas conforme a la función desempeñada, a saber analista, diseñador, programador y encargado de pruebas.

Puesto	Horas de trabajo	Salario por hora (€)	Coste total (€)
Analista	180 h	20 €	3.600 €
Diseñador	130 h	18 €	2.340 €
Programador	200 h	15 €	3.000 €
Encargado de pruebas	100 h	13 €	1.300 €
TOTAL	610 h	(promedio) 16'78 €	10.240 €

Tabla 90 - Costes de personal

Contingencias

Además de los costes estimados, se incluirá un porcentaje de estos, igual al 15%, en concepto de contingencias, es decir, para costes inesperados como podría ser que el proyecto tuviese una duración superior a la planificada.

El presupuesto total sin las contingencias es de 10.424'15 €. Por lo tanto, el coste de contingencias supone un total de 1.563'62 €

Cuadro resumen

A continuación se muestra un cuadro resumen con todos los costes indicados en los apartados anteriores.

Recurso	Coste (€)
Hardware	130'4 €
Software	53'75 €
Personal	10.240 €
Contingencia	1.563'62 €
TOTAL	11.987'77 €

Tabla 91 - Costes totales

4.6. Manual de usuario

En este apartado se explicará la interacción del usuario con la página web y la aplicación móvil. Para ello se utilizarán las propias capturas de las interfaces de usuario de ambas plataformas y se ilustrarán las distintas acciones que el usuario puede realizar.

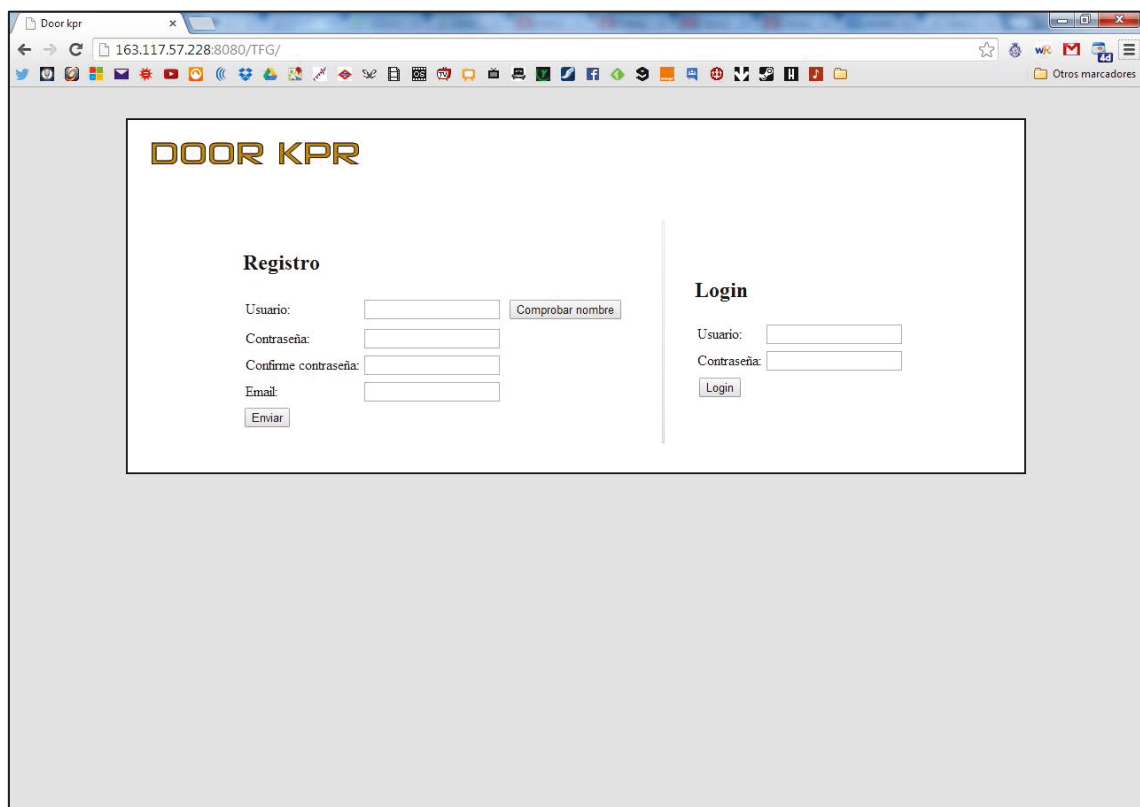
4.6.1. Página web

La página web se estructura en dos zonas diferenciadas: la zona pública y la zona privada. Los usuarios anónimos, es decir, los que no se hayan autenticado en el sistema, sólo podrán acceder a la zona pública, mientras que los usuarios autenticados sólo podrán acceder a la zona privada. Si un usuario intenta acceder a una zona a la que no tiene acceso, será redirigido a otra a la que sí que lo tenga.

Este manual estará compuesto por apartados divididos por las distintas acciones que puede realizar el usuario.

Registro

La primera acción que deberá hacer el usuario es registrarse. Cuando un usuario no autenticado entra en la página web accederá directamente a la página principal, que es la que se muestra a continuación:



The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying '163.117.57.228:8080/TFG/'. The page content is centered and features the 'DOOR KPR' logo at the top. Below the logo, there are two main sections: 'Registro' (Registration) on the left and 'Login' on the right. The 'Registro' section includes input fields for 'Usuario:', 'Contraseña:', 'Confirme contraseña:', and 'Email:', along with a 'Comprobar nombre' button and an 'Enviar' button. The 'Login' section includes input fields for 'Usuario:' and 'Contraseña:', and a 'Login' button.

Ilustración 46 - Página web - Principal

Se observan dos formularios en esta página. El que nos interesa para esta acción es el de “Registro”, que se sitúa a la izquierda. Todos los campos son obligatorios. El primer campo es el nombre de usuario, que será único para cada usuario y ha de tener un tamaño comprendido entre 5 y 10 caracteres. Para comprobar que el nombre de usuario no ha sido elegido por otro usuario se puede pulsar el botón “Comprobar nombre” situado a la derecha del campo de texto, que informará si el nombre se encuentra o no disponible.

Los siguientes campos son contraseña y confirmar contraseña. Las contraseñas de ambos campos han de coincidir para evitar registrarse con una contraseña errónea por accidente. Por último, está el campo email que servirá como contacto con el usuario. El email ha de tener un formato válido o no será aceptado por el formulario de registro.

Una vez cumplimentados todos los campos, al pulsar el botón “Enviar” se procederá con el registro, y se navegará hacia la siguiente página si el registro ha sido exitoso:

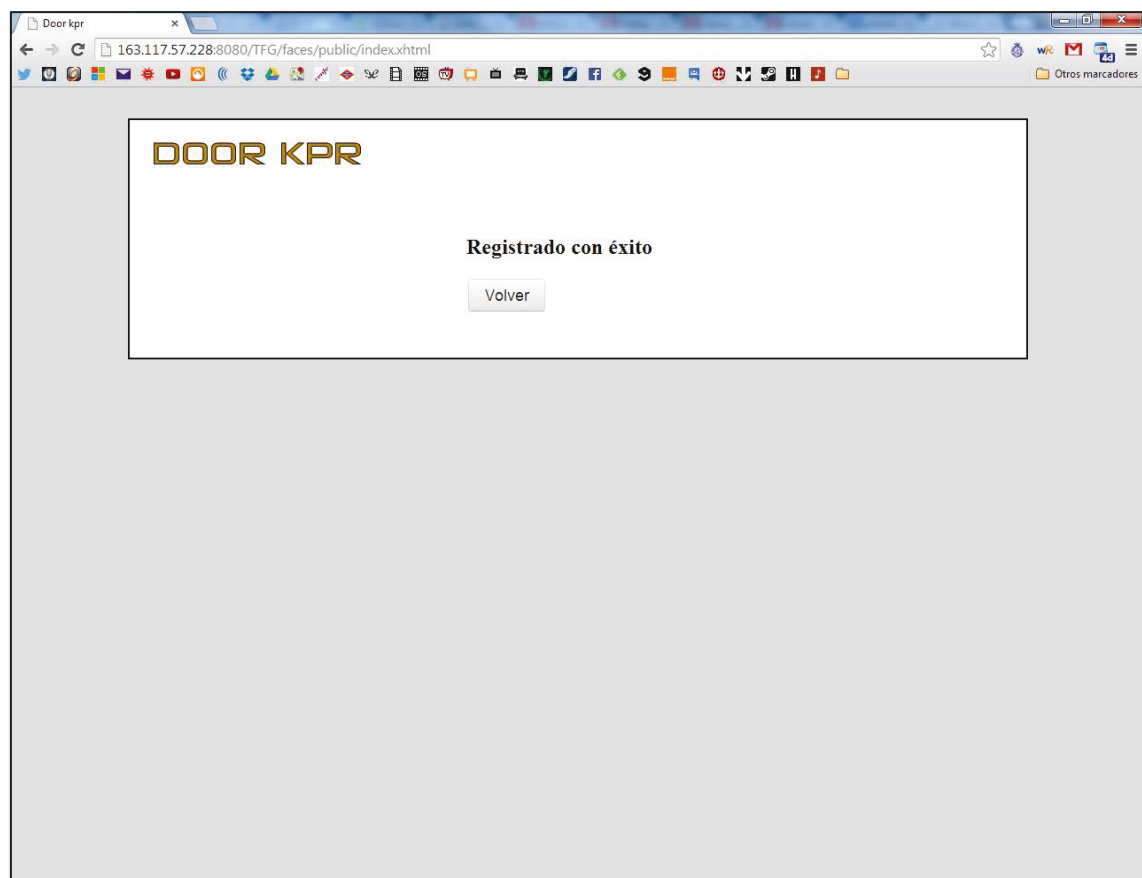
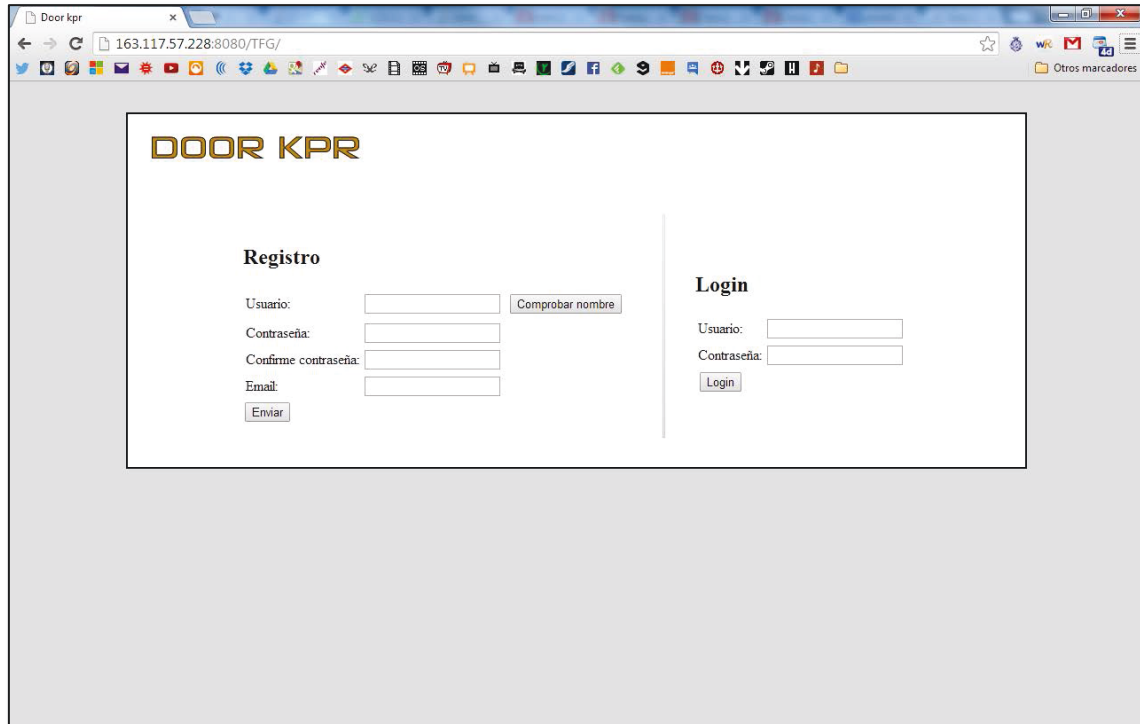


Ilustración 47 - Página web - Registrado con éxito

Autenticación / login

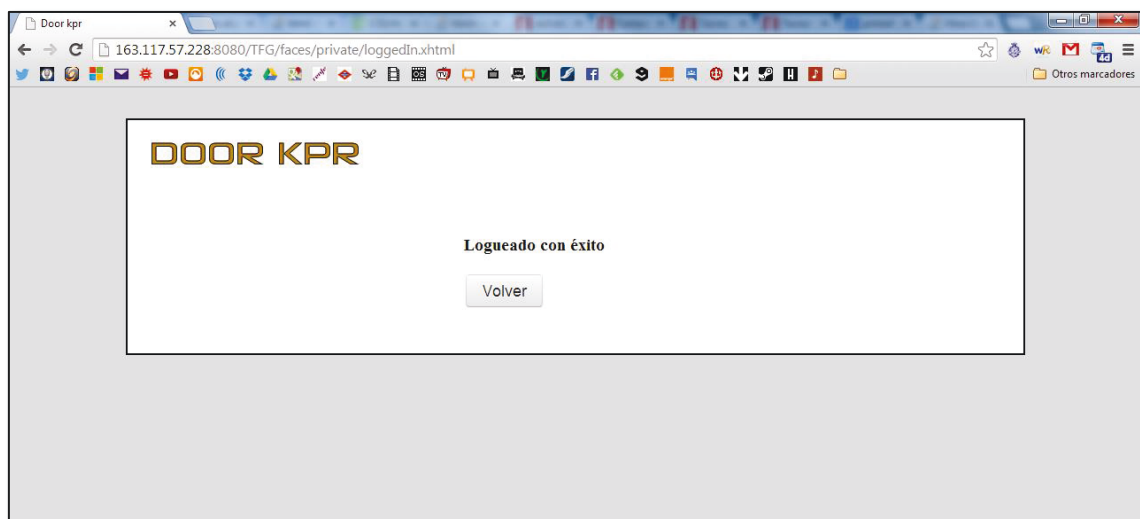
Una vez registrado, el usuario podrá autenticarse para acceder a la zona privada de la página web. Para ello, desde la página se introduciría el usuario y contraseña en el formulario de la derecha (Login):



The screenshot shows a web browser window with the URL 163.117.57.228:8080/TFG/. The page features the logo "DOOR KPR" at the top. Below the logo, there are two main sections: "Registro" (Registration) on the left and "Login" on the right. The "Registro" section includes input fields for "Usuario:", "Contraseña:", "Confirme contraseña:", and "Email:", along with a "Comprobar nombre" button and an "Enviar" button. The "Login" section includes input fields for "Usuario:" and "Contraseña:", and a "Login" button.

Ilustración 48 - Página web - Principal

Si se han introducido usuario o contraseña incorrectos, se informará en la misma página, de lo contrario, la autenticación será exitosa y se navegará a la siguiente página:



The screenshot shows the same web browser window, but the URL is now 163.117.57.228:8080/TFG/faces/private/loggedIn.xhtml. The page displays the "DOOR KPR" logo at the top. In the center, there is a message "Logueado con éxito" (Successfully logged in) and a "Volver" (Return) button below it.

Ilustración 49 - Página web - Logueado con éxito

Gestionar matrículas permitidas

Una vez autenticados, por defecto se navegará a la página de gestión de matrículas permitidas, que tiene este aspecto:

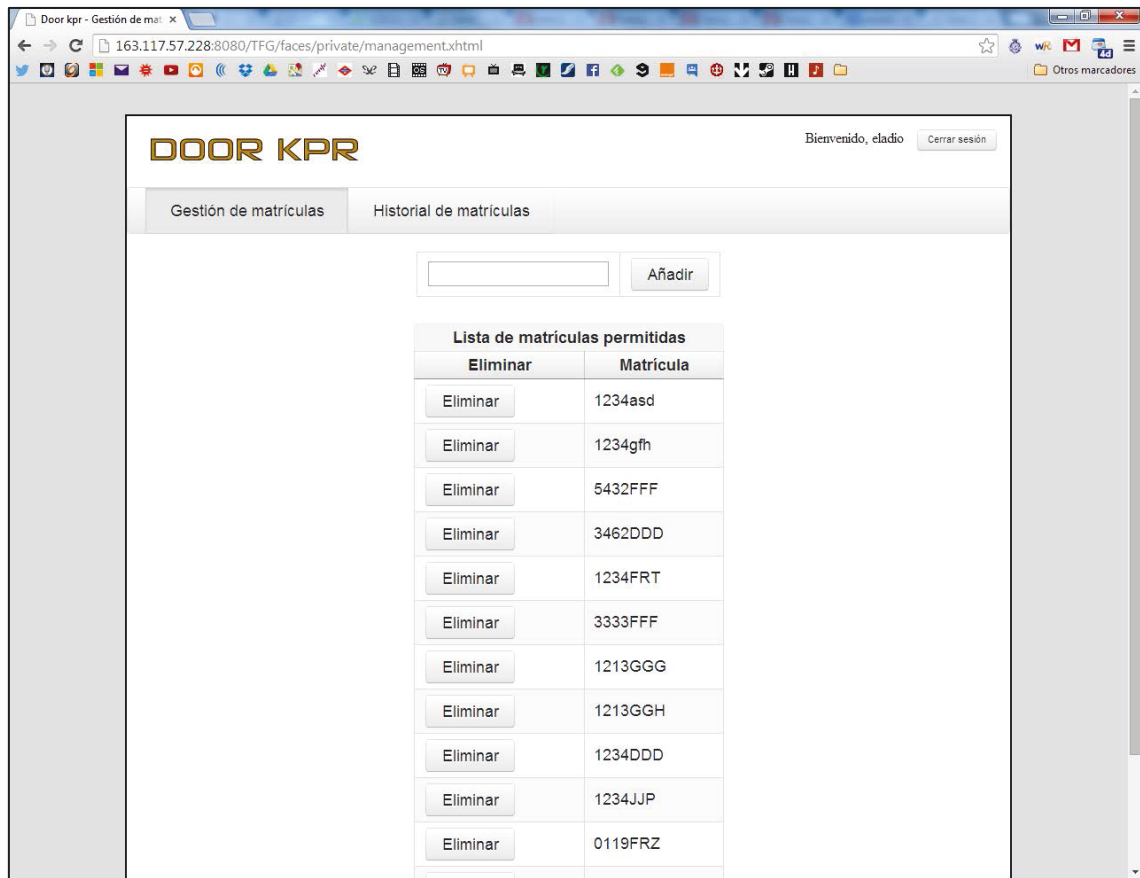


Ilustración 50 - Página web - Gestión de matrículas

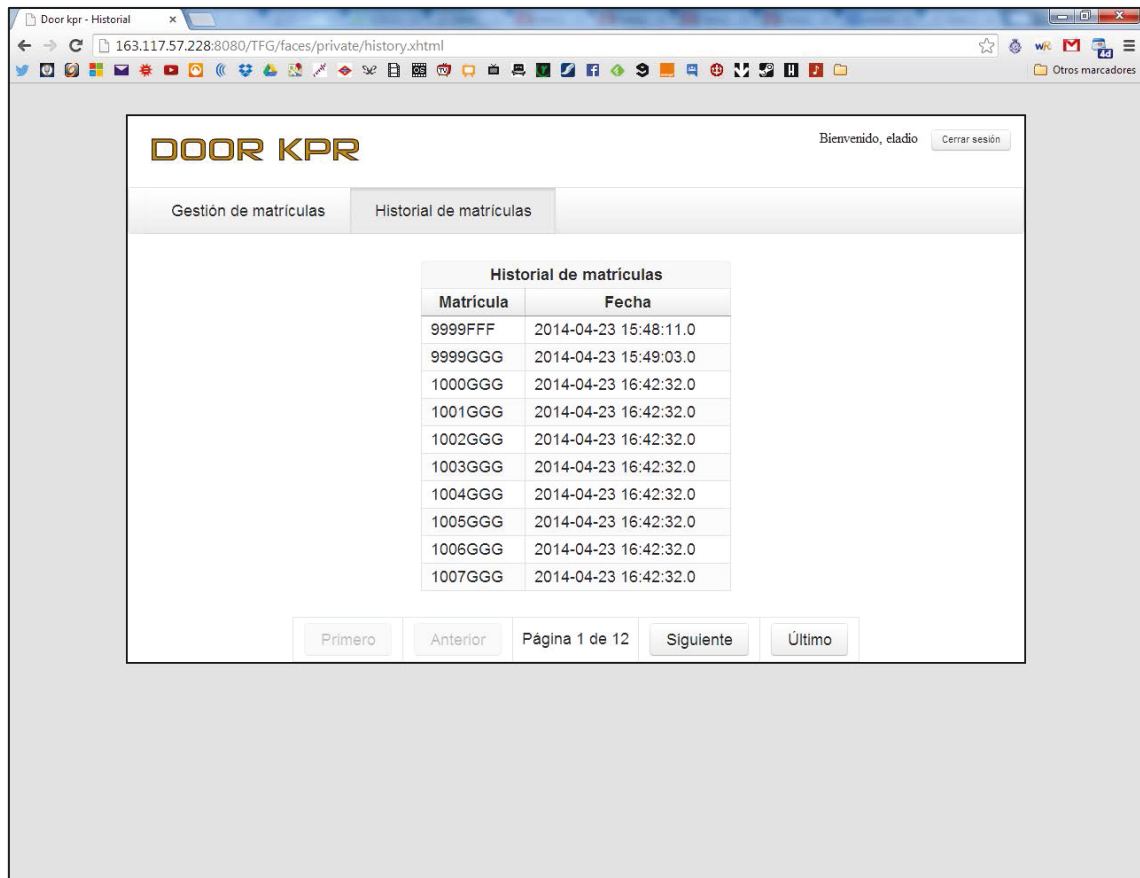
En esta página observamos un campo de texto junto a un botón añadir. En este campo de texto introduciremos la matrícula que queremos autorizar para entrar en nuestro garaje. Una vez añadida, aparecerá en la tabla inferior. Esta tabla muestra todas las matrículas que actualmente están autorizadas a entrar en el garaje.

Para eliminar alguna de ellas simplemente habría que pulsar el botón “Eliminar” situado junto a cada una de las matrículas autorizadas y automáticamente sería eliminada de la tabla y por tanto, el reconocedor automático de matrículas no permitiría la entrada de ese coche al garaje.

Desde esta página se puede acceder al historial de matrículas pulsando el botón correspondiente en el menú superior de la página.

Historial de matrículas

En esta página el usuario podrá observar las matrículas de los coches que han entrado en su garaje, además de la fecha y hora en la que lo hicieron. Esta página tiene el siguiente aspecto:



The screenshot shows a web browser window with the URL `163.117.57.228:8080/TFG/faces/private/history.xhtml`. The page title is "Door kpr - Historial". The main content area has a header with the logo "DOOR KPR" and a user greeting "Bienvenido, eladio" with a "Cerrar sesión" button. Below the header are two tabs: "Gestión de matrículas" and "Historial de matrículas". The "Historial de matrículas" tab is active and contains a table with the following data:

Matrícula	Fecha
9999FFF	2014-04-23 15:48:11.0
9999GGG	2014-04-23 15:49:03.0
1000GGG	2014-04-23 16:42:32.0
1001GGG	2014-04-23 16:42:32.0
1002GGG	2014-04-23 16:42:32.0
1003GGG	2014-04-23 16:42:32.0
1004GGG	2014-04-23 16:42:32.0
1005GGG	2014-04-23 16:42:32.0
1006GGG	2014-04-23 16:42:32.0
1007GGG	2014-04-23 16:42:32.0

Below the table are navigation buttons: "Primero", "Anterior", "Página 1 de 12", "Siguiente", and "Último".

Ilustración 51 - Página web - Historial de matrículas

Tal como se observa, los resultados estarán organizados en páginas por las que el usuario podrá navegar pulsando los botones situados bajo la tabla del historial.

Desconexión

Tanto en la página de gestión de matrículas autorizadas como en la del historial, arriba a la derecha tenemos un mensaje que nos indica nuestro nombre de usuario junto a un botón con el texto “Desconectar”. Al pulsarlo dejaremos de estar autenticados en el sistema y se navegará a la siguiente página:

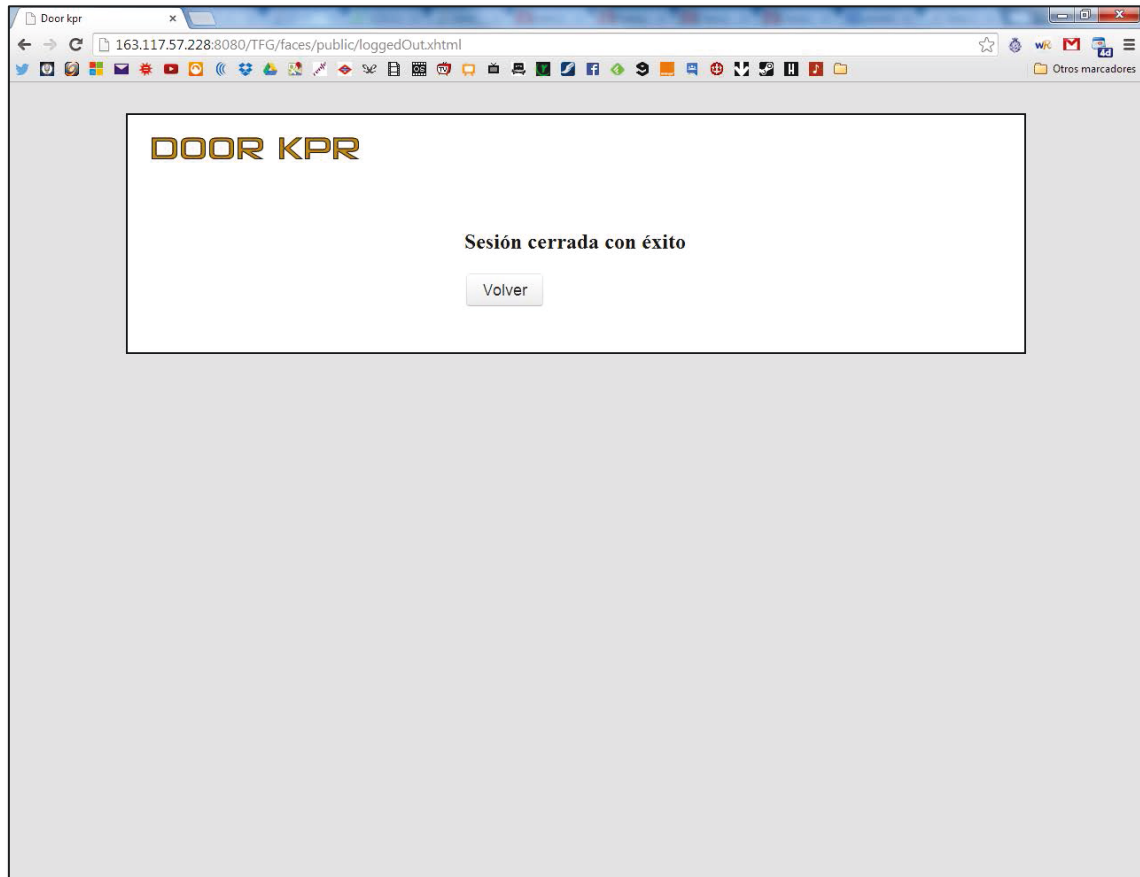



Ilustración 52 - Página web - Desconexión

Una vez hecho esto, se volverá a ser usuario anónimo, por lo que al pulsar el botón “Volver”, regresaremos a la página principal, en la que encuentran los formularios de registro y autenticación.

4.6.2. Aplicación móvil

Autenticación / Login

La aplicación móvil mostrará la pantalla de autenticación si el usuario no se ha autenticado nunca. Sin embargo, una vez el usuario se haya autenticado, cada vez que inicie la app ya estará autenticado, a no ser que se desconecte manualmente. A continuación se muestra la pantalla de autenticación:



The screenshot shows a mobile application interface for login. At the top, there is a status bar with icons for 3G, signal strength, battery, and the time 3:19 AM. Below the status bar is a blue header with the text 'DOOR KPR' in a stylized font. The main content area contains two input fields: 'Usuario:' and 'Contraseña:'. The 'Usuario:' field is highlighted with an orange border. Below the input fields is a button labeled 'Conectar'.

Ilustración 53 - App - Login

Pantalla principal

Una vez autenticado (o al entrar a la aplicación cuando esta recuerda la autenticación anterior) se mostrará la pantalla principal. Esta permitirá navegar a las pantallas de gestión de matrículas permitidas y a la del historial, así como desconectarse del sistema.

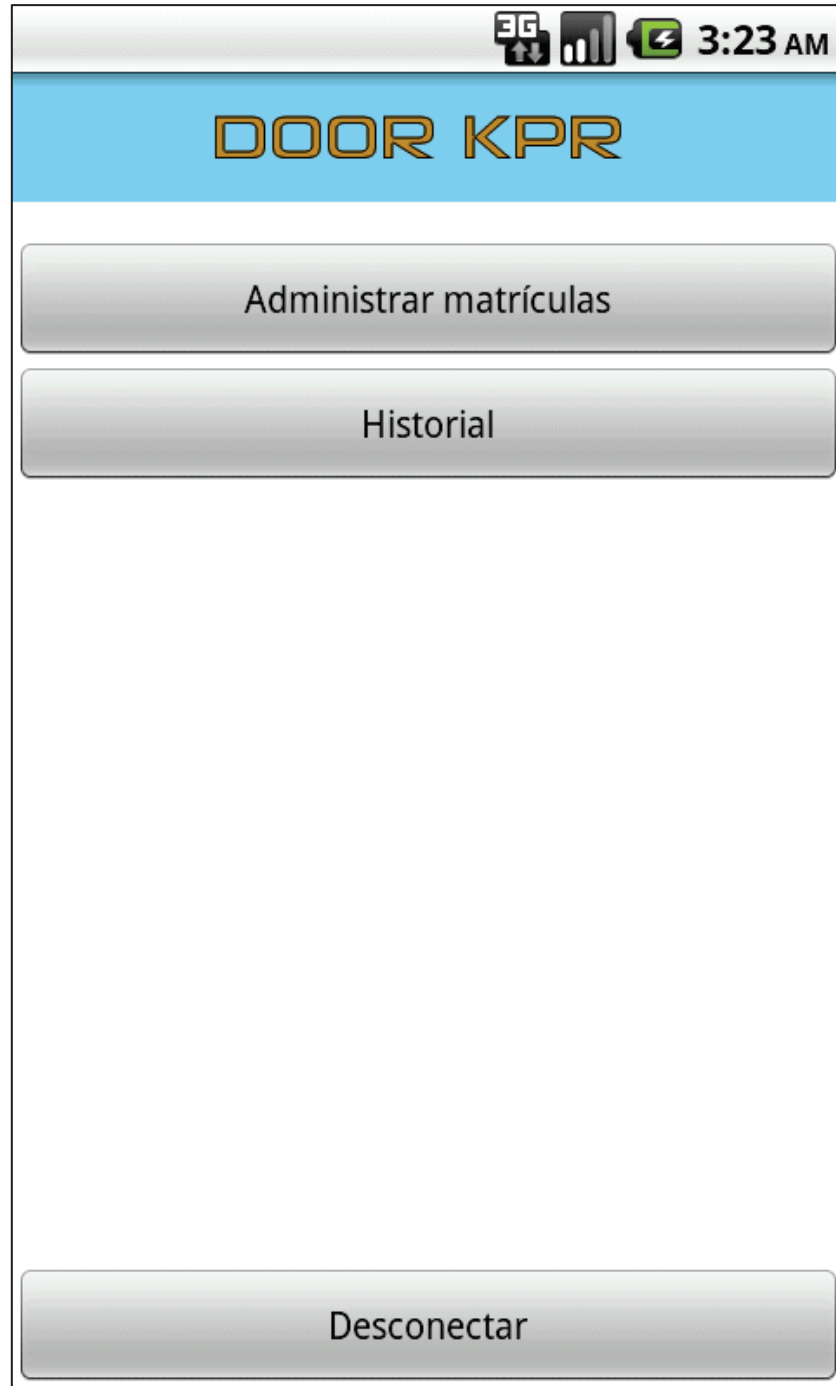


Ilustración 54 - App - Principal

Gestión de matrículas

Desde esta pantalla, pulsando el botón de retroceder en la barra de acción se podrá volver a la pantalla principal. Mediante los tabs también se puede navegar al historial. En la pantalla se permitirá insertar una matrícula nueva, así como consultar las matrículas permitidas. Junto a cada matrícula permitida hay un botón que permitirá eliminarla. Si la lista de matrículas no cabe en la pantalla del dispositivo, se podrá navegar por ella mediante un scroll.

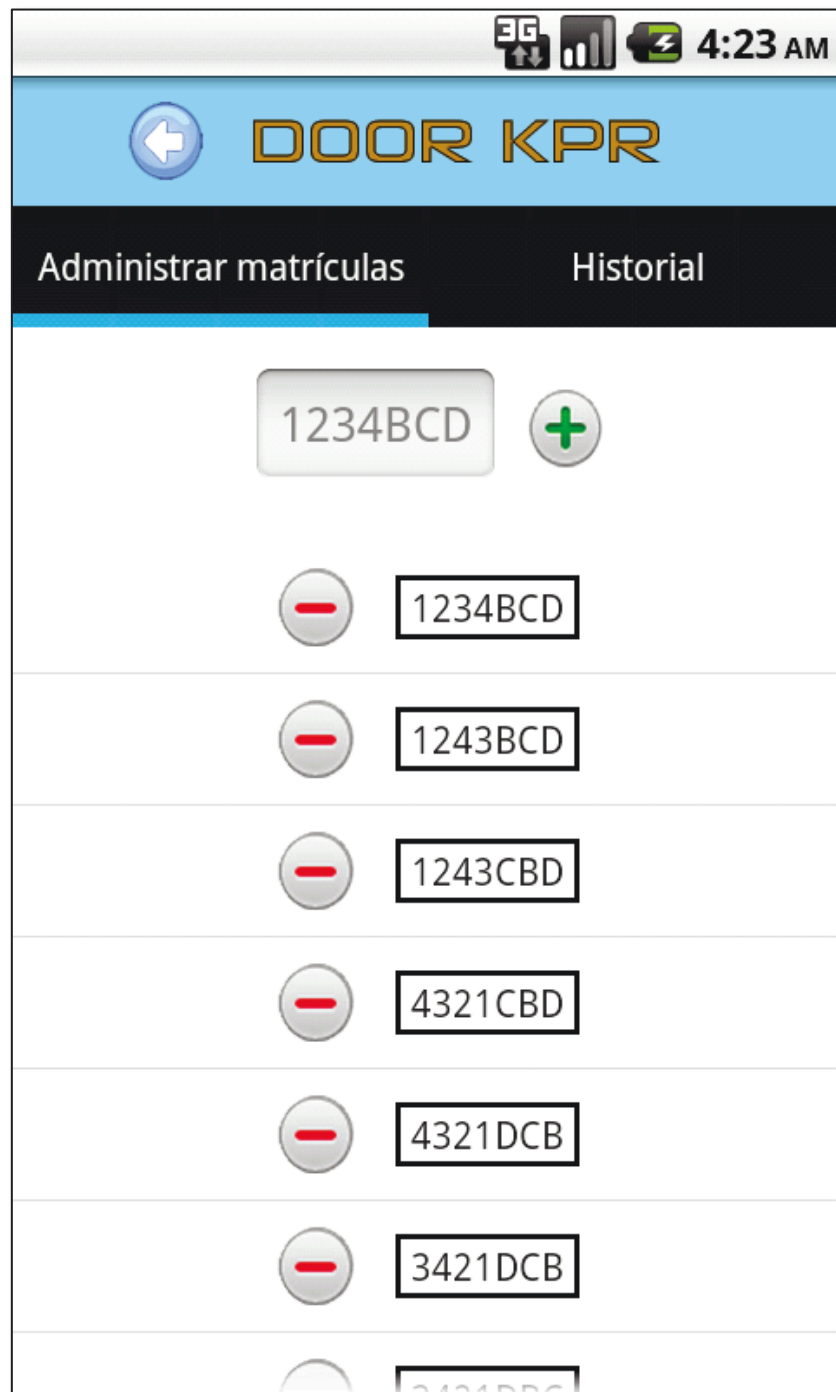


Ilustración 55 - App - Gestión de matrículas

Historial

Esta pantalla mostrará las matrículas de los coches que han entrado en su garaje, además de la fecha y hora en la que lo hicieron. Los resultados se mostrarán por páginas.



Ilustración 56 - App - Historial

4.7. Marco regulatorio

En cuanto al aspecto legal, nuestro producto ha de cumplir con la Ley Orgánica 15/1999 de 13 de diciembre de Protección de Datos de Carácter personal o **LOPD**. El propósito de esta ley orgánica es proteger la seguridad de los datos personales de los clientes. Según esta ley, existen ciertos criterios para medir el nivel de protección requerida para los distintos tipos de datos.

En el caso de nuestro reconocedor automático de matrículas, como se indicó en los requisitos de seguridad del apartado 4.3.4, las contraseñas siempre son enviadas empleando un algoritmo criptográfico seguro, concretamente el md5 para que la seguridad de los usuarios, y por tanto sus datos personales no puedan ser vulnerados.

No serán difundidos los datos de los usuarios de ninguna índole en ningún caso salvo que una autoridad competente como los cuerpos y fuerzas de seguridad del estado los soliciten bajo orden judicial.

No existen otras leyes relevantes respecto a este proyecto software.

5. Conclusiones y futuros trabajos

En este apartado se analizará si se han alcanzado los objetivos establecidos al comienzo del documento y se comentarán posibles mejoras o modificaciones que se podrían realizar al proyecto.

5.1. Conclusiones

5.1.1. Empresa

Respecto a la **empresa**, el objetivo ha sido crear una empresa basada en Internet de las Cosas, centrada en la innovación, proyectada hacia el futuro. Para ello se ha realizado un análisis completo del entorno, así como de las características que debe poseer la empresa para que tenga futuro.

Tras este análisis, podemos afirmar que la empresa puede tener éxito, siguiendo el plan de negocio diseñado en este proyecto, que se apoya en ciertos puntos clave. Existen unos **factores de éxito** en esta empresa.

Uno de ellos es la **buena colocación en la cadena de valor**, y esto ha sido pieza clave en todo el plan de negocio. Nuestra empresa no se dedicará a la compra de materias primas y la manufactura de los productos, pues esto supondría unos grandes costes fijos y una inversión inicial enorme, además de ciertas cargas como puede ser la gestión del stock. Tampoco nos dedicaríamos a la distribución de los productos, pues esto también requiere una gran inversión y una capilaridad suficiente para poder llegar hasta todos los potenciales clientes. En lugar de eso, nuestra empresa se sitúa entre medias, coordinando estos procesos. Por un lado, una planta de ensamblaje de aparatos electrónicos se encargaría de la producción y manufactura, mientras que una empresa de seguridad (o de telefonía) se encargaría de la comercialización final y distribución de los productos al cliente final, dado que ellos sí cuentan con una red de distribución amplia y con la confianza de sus clientes. De este modo, nuestros costes principales serían los de la actividad principal de la empresa, que es el desarrollo y creación de los productos, lo que implicará una alta rentabilidad.

Lo cual lleva al siguiente factor de éxito, que es la **innovación**. Al encontrarnos en un sector de alta obsolescencia como es el sector tecnológico, es importante que nuestra empresa sea capaz de mantener un nivel alto de innovación, con la intención de sacar al mercado un producto innovador cada aproximadamente dos años. Esto además, impedirá que proveedores y distribuidores decidan dejarnos fuera de la cadena de valor copiando nuestro producto, puesto que les será más beneficioso, tanto a ellos como a nosotros, que trabajemos juntos lanzando nuevos productos periódicamente.

Sin embargo, existe un **punto débil** a la hora de crear la empresa. Este es un factor muy importante y es la posibilidad de conseguir un contrato con una empresa de seguridad importante. El sector de la seguridad privada está muy concentrado en pocas empresas, por lo que es importante que logremos un acuerdo con alguna de ellas, cuanto más grande mejor, puesto que nuestro número de clientes será proporcional al suyo. Si no consiguiésemos un

contrato con ninguna de las grandes empresas de seguridad, ni con ninguna gran empresa telefónica en su defecto, nuestra empresa simplemente no podría comenzar con su actividad comercial.

Dado el **bajo coste** de los desarrollos y el hardware en el que irá integrado nuestro software, nuestro producto será asequible para el público general. Nuestra estrategia de marketing será el trade marketing. Esto supone que nuestra empresa invertirá recursos para el marketing, pero será la empresa de seguridad la encargada de realizar las campañas de marketing y de promocionarse. Esto implica que nuestros productos se promocionarán bajo la marca de la empresa de seguridad, con el prestigio y la confianza de los clientes en esa empresa. Todo esto conlleva que obtendremos un número elevado de usuarios de nuestros productos. También implica que nuestros ingresos por productos serán escasos ya que el poder de negociación estará de parte de la empresa distribuidora. Sin embargo, dado nuestros bajos costes por nuestra colocación en la cadena de valor, no nos afectará, ya que aun así contaremos con altas rentabilidades.

Las **personas** son el principal recurso de nuestra empresa. De ellas nace la innovación y los productos, así como la coordinación entre la producción y la distribución de los productos. Por lo tanto es muy importante para la empresa mantener unas buenas condiciones de trabajo para ellos, de modo que continúen en la empresa. Dado el nivel de crecimiento que se desea mantener en la empresa, la plantilla crecerá proporcionalmente. Tanto es así que el número de trabajadores aumentará en más del doble, alcanzando los trece trabajadores en menos de 3 años. Las nuevas incorporaciones deberán demostrar su talento para encajar en el perfil que busca la empresa.

La forma jurídica de la empresa será una **sociedad limitada** para que la responsabilidad de los socios se limite al capital aportado. Existirá un pacto de accionistas que limitará la ampliación de capital para evitar que se diluyan las acciones de los socios minoritarios. Aunque por otra parte, este pacto contempla que la decisión de vender la empresa se decidirá por mayoría simple, es decir, el socio mayoritario podría decidir en solitario vender la empresa.

En cuanto al aspecto **económico**, dado el modelo de ingresos, los costes y la previsión del crecimiento del número de usuarios, se estima que la empresa comenzará a tener beneficios entorno al tercer año y estos crecerán a buen ritmo.

En **conclusión**, si se cumplen las expectativas estimadas respecto a obtener un contrato con una empresa de seguridad importante y se sigue el plan de negocio diseñado, es probable que la empresa obtenga éxito.

5.1.2. Producto

Al comienzo del documento nos marcamos ciertos objetivos respecto a la parte técnica del proyecto. El primero de ellos era **analizar las capacidades** de la Raspberry Pi. Respecto a este objetivo, se ha mostrado que las características de este SBC han sido suficientes para llevar a cabo el desarrollo de este reconocedor automático de matrículas. Sin embargo, se ha puesto de manifiesto los límites de esta plataforma, por lo que para mejorar su rendimiento, sería una opción interesante emplear otro SCB alternativo. De los distintos analizados en el estado del arte (apartado 2.2.1), hay uno muy prometedor que es el Odroid. Este aparato podría decirse que cuadriplica las características de la Raspberry Pi modelo B, en un tamaño incluso más reducido, por un precio que no llega a duplicar el de la Raspberry Pi, es decir, 65 \$, lo cual sigue siendo muy barato.

El siguiente objetivo era la **configuración de la Raspberry Pi**, tanto a nivel software como hardware. Este objetivo se ha visto cumplido con éxito, en gran parte gracias a la gran comunidad que existe entorno a Raspberry Pi, que produce una documentación muy extensa y fiable, la cual ha permitido resolver los distintos problemas encontrados a lo largo del proyecto. Además, la elección de OpenCV ha sido correcta, respecto a las otras alternativas analizadas.

El principal objetivo era el desarrollo de un producto **reconocedor automático de matrículas**. Este objetivo también ha sido cumplido, pues se ha desarrollado un software que logra esa función. Aunque su eficacia sólo ha sido comprobada en el laboratorio, por lo que sería interesante comprobarlo en un entorno más adecuado. En cualquier caso, en el siguiente apartado se ofrecen múltiples ideas para mejorar su eficacia.

Otros objetivos eran la creación de una **web y una aplicación móvil**, que gestionasen el software de reconocimiento de matrículas, permitiendo administrar la lista de matrículas permitidas, así como consultar el historial de las matrículas permitidas reconocidas por el software. Ambos objetivos fueron cumplidos, lo que llevó a la creación de un sistema software multiplataforma que consta de una Raspberry Pi que reconoce matrículas de modo automático, una web y una aplicación móvil que gestionan su uso, una base de datos que almacena toda la información relevante un servidor web que se encarga de intercomunicar todos estos elementos.

5.1.3. General

En **conclusión**, este ha sido un proyecto exigente, con un alcance bastante amplio, que ha finalizado con éxito y del que he aprendido enormemente. Me siento orgulloso de haber logrado los objetivos iniciales y de que este proyecto haya sido el punto final de este periodo formativo que ha sido este doble grado en ingeniería informática y administración y dirección de empresas.

5.2. Futuros trabajos

En este apartado se contemplan posibles mejoras, tanto para el algoritmo de reconocimiento automático de matrículas, como para el sistema software general. Empezaremos hablando de cómo podría mejorarse el algoritmo.

5.2.1. Algoritmo

El primer ejemplo y más obvio es utilizar unos **conjuntos de entrenamiento más grandes** para los algoritmos, tanto de detección de matrícula como para el OCR. Respecto al conjunto de entrenamiento del SVM (detección de matrícula), considero que mejoraría bastante la eficacia del algoritmo que las imágenes fuesen tomadas en **condiciones realistas**, es decir, en puertas de garaje, con el ángulo de la fotografía similar al que pueda tener si el producto fuese utilizado por los clientes. Esto haría que el algoritmo esté preparado para situaciones reales.

Sería conveniente obtener también imágenes que no fuesen parte del conjunto de entrenamiento, sino que se reservasen para **realizar pruebas realistas** y así poder hacer un estudio minucioso y metódico de los resultados, para poder constatar la eficacia real del algoritmo con datos numéricos relevantes.

En el caso del OCR, probablemente **variar el número de neuronas de la capa oculta** del perceptrón mejorase el resultado del algoritmo. Otra posible mejora para el OCR sería aportar un **conocimiento previo**, es decir, conociendo la estructura de las matrículas (cuatro números y tres letras), podríamos utilizar esa información para acotar las clases posibles que adquirir un carácter concreto. De este modo, si se espera un número, se acota la búsqueda a los caracteres del 0 al 9, sin incluir las letras.

Un cambio que podría suponer una mejora sustancial del funcionamiento del algoritmo sería incluir una **luz infrarroja**, que iluminaría la matrícula de tal modo que no habría diferencia de intensidad ni color, independientemente de la luminosidad ni las condiciones atmosféricas. Por supuesto, el entrenamiento también se realizaría con fotografías de este tipo, lo que disminuiría considerablemente la cantidad de ruido y mejoraría el funcionamiento.

Otra mejora, aunque menor, sería **unificar los dos programas** que se ejecutan simultáneamente en la Raspberry Pi: el de reconocimiento de matrículas y el de actualización del listado de matrículas, en un solo proceso de dos hilos, lo que mejoraría la eficiencia del programa y evitaría el hipotético caso en el que ambos programas accedan al mismo archivo simultáneamente.

Si se implementasen todas estas mejoras, el reconocimiento de matrículas funcionaría sustancialmente mejor, disminuyendo considerablemente la tasa de fallos.

5.2.2. Sistema software

Las siguientes mejoras propuestas mejorarían la experiencia del usuario al interactuar con el sistema software. Estas mejoras incluyen tanto modificaciones de las funcionalidades actuales como funcionalidades nuevas.

Una funcionalidad bastante interesante que fue propuesta pero que al final no pudo ser llevada a cabo es la de realizar una **fotografía al vehículo** en el momento en el que su matrícula está siendo reconocida y confirmada, para que esta forme parte de la entrada del historial, de modo que no sea sólo el número de la matrícula y la fecha y hora.

Otra funcionalidad que resultaría útil sería la de establecer **matrículas favoritas**, que se identificasen mediante un alias, en lugar de simplemente los caracteres que conforman la matrícula. De este modo en lugar de añadir la matrícula "1519FGP" se añadiría a "Mamá", lo cual resultará mucho más cómodo al usuario.

Una funcionalidad que también puede ser más cómoda para el usuario es la **autorización temporal de una matrícula**. De este modo, si viene un familiar a casa a pasar el fin de semana, simplemente se autoriza su matrícula durante 2 días. Por lo tanto no sería necesario preocuparse por estar eliminando matrículas autorizadas, que puede ser una tarea tediosa.

Respecto a la gestión de matrículas autorizadas, podría añadirse una opción que fuese "**Eliminar todas las matrículas autorizadas**". No es nada difícil de implementar y puede facilitar la tarea de borrado, si hay muchas matrículas que eliminar. Sería importante pedir una confirmación antes de realizar esta acción para evitar ejecutarla por accidente.

También sería conveniente implementar **barras de búsqueda** tanto en la sección de gestión de matrículas como en el historial, por ejemplo para consultar una entrada antigua del historial, en lugar de tener que buscar manualmente.

En el caso de que la Raspberry Pi perdiese conexión a internet temporalmente, aún podría funcionar gracias al listado local de matrículas permitidas, pero no añadiría la entrada correspondiente al historial si abriese la puerta a un coche. Para evitar esto podrían **almacenarse localmente estas entradas al historial** y registrarlas una vez volviese la conexión a internet.

Por último otras dos mejoras de cara al usuario serían **añadir otros idiomas**, así como **mejorar el aspecto general de la interfaz** de usuario.

6. Bibliografía

- [1] Bo Zhang, "Computer vision vs. human vision," *Cognitive Informatics (ICCI), 2010 9th IEEE International Conference on* , vol., no., pp.3,3, 7-9 July 2010
doi: 10.1109/COGINF.2010.5599750
keywords: {computer vision;feature extraction;image classification;object recognition;computer vision;data space;human brain;human vision;information processing technique;object recognition;semantic space;visual information processing;Computer vision;Computers;Feature extraction;Humans;Object recognition;Robustness;Visualization;computer vision;descriptor;detector;feature;human vision;object recognition},
URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5599750&isnumber=5599672>
- [2] Forsyth, David A.; Ponce, Jean. *Computer Vision: A modern Approach*. 2nd Edition, Prentice Hall, 2011.
- [3] "Raspberry Pi" [Consulta 03-03-2014] Disponible en <http://www.raspberrypi.org/>
- [4] "Arduino" [Consulta 16-09-2014] Disponible en <http://arduino.cc/>
- [5] Coetzee, L.; Eksteen, J., "The Internet of Things - promise for the future? An introduction," *IST-Africa Conference Proceedings, 2011* , vol., no., pp.1,9, 11-13 May 2011
keywords: {Internet;organisational aspects;China;European commission;European country;Green-IT;Internet;Internet of things;broadband connectivity;energy efficiency;on-board sensor;Decision making;Intelligent sensors;Internet;Security;Smart phones;Temperature sensors;Internet of Things;broadband connectivity;standardisation;ubiquitous computing},
URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6107386&isnumber=6107324>
- [6] Agrawal, S.; Das, M.L., "Internet of Things — A paradigm shift of future Internet applications," *Engineering (NUI CONE), 2011 Nirma University International Conference on* , vol., no., pp.1,7, 8-10 Dec. 2011
doi: 10.1109/NUiConE.2011.6153246
keywords: {Internet;data privacy;decision making;mobile computing;radiofrequency identification;real-time systems;security of data;wireless sensor networks;Internet of Things;IoT;RFID;WSN;embedding intelligence;mobile communication technology;privacy issues;radio frequency identification;real-time decision making;security issues;wireless sensor networks;Internet;Mobile communication;Radiofrequency identification;Security;Temperature sensors;Wireless sensor networks;Internet of Things;Privacy;Radio Frequency Identification;Security;Wireless Sensor Networks},
URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6153246&isnumber=6153220>
- [7] "OpenCV" [Consulta 05-4-2014] Disponible en <http://opencv.org/>

[8] Shan Du; Ibrahim, M.; Shehata, M.; Badawy, W., "Automatic License Plate Recognition (ALPR): A State-of-the-Art Review," *Circuits and Systems for Video Technology, IEEE Transactions on* , vol.23, no.2, pp.311,325, Feb. 2013

doi: 10.1109/TCSVT.2012.2203741

keywords: {image recognition;image sequences;road traffic;traffic engineering computing;ALPR;automatic license plate recognition;black-and-white camera;color background;image sequence;infrared camera;traffic surveillance;vehicle license plate information;Character recognition;Feature extraction;Image color analysis;Image edge detection;Licenses;Lighting;Vehicles;Automatic license plate recognition (ALPR);automatic number plate recognition (ANPR);car plate recognition (CPR);optical character recognition (OCR) for cars},

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6213519&isnumber=642871>
1

[9] Guan Xuezhong; Liu Shuang; Li Zhi; Li Yunjiang; Song Taolue; Liu Yang, "Research on Automatic License Plate Recognition Technology," *Instrumentation, Measurement, Computer, Communication and Control (IMCCC), 2013 Third International Conference on* , vol., no., pp.750,753, 21-23 Sept. 2013

doi: 10.1109/IMCCC.2013.167

keywords: {character recognition;image recognition;intelligent transportation systems;artificial recognition;automatic license plate recognition technology;character recognition;character segment;image preprocessing;license plate localization;parking management system;software system;swiping card;Adaptive filters;Character recognition;Image edge detection;Image segmentation;Licenses;Noise;character recognition;character segment;image preprocessing;license plate localization;license plate recognition},

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6840557&isnumber=684038>
8

[10] Thanin, K.; Mashohor, S.; Al-Faqheri, W., "An improved Malaysian Automatic License Plate Recognition (M-ALPR) system using hybrid fuzzy in C++ environment," *Innovative Technologies in Intelligent Systems and Industrial Applications, 2009. CITISIA 2009* , vol., no., pp.51,55, 25-26 July 2009

doi: 10.1109/CITISIA.2009.5224241

keywords: {C++ language;automated highways;feature extraction;fuzzy logic;image matching;image recognition;C++ programming language;Malaysian automatic license plate recognition system;Matlab;OpenCV;feature extraction;fuzzy logic;hybrid fuzzy technique;program complexity reduction;template matching;vertical line counter;Character recognition;Computer vision;Feature extraction;Fuzzy logic;Fuzzy systems;Hidden Markov models;Licenses;Neural networks;Pattern recognition;Systems engineering and theory},

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5224241&isnumber=522415>
8

[11] Bari, N.; Mani, G.; Berkovich, S., "Internet of Things as a Methodological Concept," *Computing for Geospatial Research and Application (COM.Geo), 2013 Fourth International Conference on* , vol., no., pp.48,55, 22-24 July 2013

doi: 10.1109/COMGEO.2013.8

keywords: {Internet of Things;geophysics computing;quantum entanglement;Internet of Things;IoT;Nature of Things;cellular automaton model;distributed mutual synchronization mechanism;fault-tolerance property;fundamental science-relativity;geospatial analysis;geospatial computing;geospatial data gathering;holographic universe mechanism;nonlocality entanglement;propagation speed;quantum mechanics properties;stable elementary particles;upper bound;Context;Data handling;Geospatial analysis;Information management;Internet;Microwave theory and techniques;Quantum mechanics;Internet of Things (IoT);cosmic microwave background;geospatial IoT;holographic mechanism},

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6602039&isnumber=6602019>

[12] Yinghui Huang; Guanyu Li, "Descriptive models for Internet of Things," *Intelligent Control and Information Processing (ICICIP), 2010 International Conference on* , vol., no., pp.483,486, 13-15 Aug. 2010

doi: 10.1109/ICICIP.2010.5564232

keywords: {Internet;formal specification;radiofrequency identification;EPC;Internet of things;RFID electronic tag;RFID reader;UID;electronic product code;semantic analysis;Humans;Internet;Materials;Mathematical model;Radiofrequency identification;Semantics;Standardization},

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5564232&isnumber=5564160>

[13] Miao Wu; Ting-Jie Lu; Fei-Yang Ling; Jing Sun; Hui-Ying Du, "Research on the architecture of Internet of Things," *Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE), 2010 3rd International Conference on* , vol.5, no., pp.V5-484,V5-487, 20-22 Aug. 2010

doi: 10.1109/ICACTE.2010.5579493

keywords: {Internet;telecommunication network management;Internet architecture;five-layer architecture;logical layered architecture;telecommunication management network;three-layer structure;Computer architecture;Internet;Internet of Things;Telecommunications;architecture;five-layer},

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5579493&isnumber=5579103>

[14] Zanella, A; Bui, N.; Castellani, A; Vangelista, L.; Zorzi, M., "Internet of Things for Smart Cities," *Internet of Things Journal, IEEE* , vol.1, no.1, pp.22,32, Feb. 2014

doi: 10.1109/IIOT.2014.2306328

keywords: {Internet;Internet of Things;protocols;Internet of Things;Padova smart city project;Smart City vision;advanced communication technology;digital services;heterogeneous end systems;link layer technology;protocols;urban IoT system;value-added services;Business;Cities and towns;IEEE 802.15 Standards;Monitoring;Smart buildings;Smart homes;Urban areas;6lowPAN;Constrained Application Protocol (CoAP);Efficient XML Interchange (EXI);Smart Cities;network architecture;sensor system integration;service functions and management;testbed and trials},

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6740844&isnumber=6810798>

- [15] Jan Hedlund, Architect, Microsoft Services, "Smart City 2020 Technology and Society in the Modern City", March 2012, [Consulta 17-08-2014]. Disponible en: http://www.microsoft.com/global/sv-se/offentlig-sektor/PublishingImages/Smart_city_2020.pdf
- [16] "Sistema Automático de Reconocimiento de Matrículas" Quadrex [Consulta 16-9-2014] Disponible en <http://www.quadrex.es/fichaB.php?c=17&area=A>
- [17] "Serie TC-LPR - Reconocimiento de Matrículas" Precisión Consulting [Consulta 16-9-2014] Disponible en <http://www.precision.es/lector-matriculas.php>
- [18] "Siram" Innova Systems Group [Consulta 16-9-2014] Disponible en <http://www.innovacs.es/SIRAM-arquitectura.html>
- [19] "How police forces and other law enforcement agencies use Automatic Number Plate Recognition (ANPR)" [Consulta 16-9-2014] Disponible en <http://www.police.uk/information-and-advice/automatic-number-plate-recognition/>
- [20] "Raspberry Pi License Plate Recognition" [Consulta 7-9-2014] Disponible en <http://lukagabric.com/raspberry-pi-license-plate-recognition/>
- [21] "New product launch! Introducing Raspberry Pi Model B+" Raspberry Pi [Consulta 15-6-2014] Disponible en <http://www.raspberrypi.org/introducing-raspberry-pi-model-b-plus/>
- [22] "Banana Pi" [Consulta 16-9-2014] Disponible en <http://www.lemaker.org/>
- [23] "BeagleBone Black" [Consulta 16-9-2014] Disponible en <http://beagleboard.org/black>
- [24] "MinnowBoard Max" [Consulta 16-9-2014] Disponible en <http://www.minnowboard.org/meet-minnowboard-max/>
- [25] "Odroid-U3" Hard Kernel [Consulta 16-9-2014] Disponible en http://www.hardkernel.com/main/products/prdt_info.php
- [26] "SimpleCV" [Consulta 16-9-2014] Disponible en <http://simplecv.org/>
- [27] "Raspberry Pi + SimpleCV OpenCV + Raspicam CSI camera" [Consulta 16-9-2014] Disponible en <http://tothinkornottothink.com/post/59305587476/raspberry-pi-simplecv-opencv-raspicam-csi-camera>
- [28] "ccv" [Consulta 16-9-2014] Disponible en <http://libccv.org/>
- [29] Mani, Nallasamy; Srinivasan, B., "Application of artificial neural network model for optical character recognition," *Systems, Man, and Cybernetics, 1997. Computational Cybernetics and Simulation., 1997 IEEE International Conference on* , vol.3, no., pp.2517,2520 vol.3, 12-15 Oct 1997
doi: 10.1109/ICSMC.1997.635312
keywords: {backpropagation;feature extraction;feedforward neural nets;optical character recognition;artificial neural network model;backpropagation method;optical character recognition;pattern-recognition system;simple feedforward neural network model;Artificial

intelligence;Artificial neural networks;Biological neural networks;Brain modeling;Character recognition;Humans;Intelligent networks;Optical character recognition software;Optical computing;Optical fiber networks},

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=635312&isnumber=13760>

[30] Marsland, Stephen. *Machine Learning: An Algorithmic Perspective*. Chapman and Hall/CRC, 2009.

[31] Witten, Ian H.; Frank, Eibe; Hall, Mark A. *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques*. Morgan Kaufmann Publishers Inc, 2011.

[32] Schlkopf, Bernhard; Smola, Alexander J. *Learning with Kernels: Support Vector Machines, Regularization, Optimization and Beyond (Adaptive Computation and Machine Learning)*. The MIT Press, 2001.

[33] Cristianini, Nello; Shawe-Taylor, John. *An Introduction to Support Vector Machines and Other Kernel-based Learning Methods*. Cambridge University Press, 2000.

[34] Schalkoff, Robert J. *Artificial Neural Networks*. McGraw-Hill Companies, 1997.

[35] Hassoun, Mohamad. *Fundamentals of Artificial Neural Networks*. Mit University Press Group Ltd, 2003.

[36] Haykin, Simon O. *Neural Networks and Learning Machines*. Prentice Hall, 3rd edition, 2008.

[37] Tzu, Sun. *El Arte de la Guerra*. Createspace, 2013.

[38] “Cómo cumplir con la LOPD: información, ayuda y guías prácticas” Agencia española de protección de datos [Consulta 10-8-2014] Disponible en http://www.agpd.es/portalwebAGPD/jornadas/dia_proteccion_2011/responsable/index-ides-idphp.php

[39] “Guía de Seguridad de Datos” Agencia española de protección de datos, 2008 [Consulta 10-8-2014] Disponible en http://www.agpd.es/portalwebAGPD/canaldocumentacion/publicaciones/common/pdfs/guia_seguridad_datos_2008.pdf

[40] “Fast Components Europe” [Consulta 10-8-2014] Disponible en <http://www.fast-components.com/>

[41] “Mondragon Assembly” [Consulta 10-8-2014] Disponible en <http://www.mondragon-assembly.com/es/>

[42] “Prat Sola Electrónica” [Consulta 10-8-2014] Disponible en <http://www.sapse.com/es/index.asp>

[43] “Estudio Seguridad Privada en España” Fundación Empresa, Seguridad y Sociedad (ESYS), 2012 [Consulta 10-8-2014] Disponible en <http://www.fundacionesys.com/files/Estudio%20Seguridad%20Privada%20ESYS.pdf>

- [44] "IoBridge" [Consulta 14-8-2014] Disponible en <http://www.iobridge.com/>
- [45] "¿Sociedad limitada o sociedad anónima?" Consejo general del notariado. [Consulta 20-8-2014] Disponible en <http://www.notariado.org/liferay/web/notariado/122>
- [46] "Impuesto sobre Sociedades" Agencia Tributaria, 2014 [Consulta 20-8-2014] Disponible en http://www.agenciatributaria.es/AEAT.internet/Inicio_es_ES/ Segmentos /Empresas_y_profesionales/Empresas/Impuesto_sobre_Sociedades/Impuesto_sobre_Sociedades.shtml
- [47] "How To Install / Use The Raspberry Pi Camera" [Consulta 28-2-2014] Disponible en <http://thepihut.com/pages/how-to-install-the-raspberry-pi-camera>
- [48] Shyang-Lih Chang; Li-Shien Chen; Yun-Chung Chung; Sei-Wan Chen, "Automatic license plate recognition," *Intelligent Transportation Systems, IEEE Transactions on* , vol.5, no.1, pp.42,53, March 2004
doi: 10.1109/TITS.2004.825086
keywords: {character recognition;edge detection;neural nets;road traffic;traffic information systems;artificial neural networks;automatic license plate recognition;character recognition;color edge detector;fuzzification;license number identification;license plate location;Cameras;Character recognition;Employee welfare;Image edge detection;Layout;Licenses;Lighting;Vehicle driving;Vehicle dynamics;Vehicles},
URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1271288&isnumber=28465>
- [49] Ying Wen; Yue Lu; Jingqi Yan; Zhenyu Zhou; von Deneen, K.M.; Pengfei Shi, "An Algorithm for License Plate Recognition Applied to Intelligent Transportation System," *Intelligent Transportation Systems, IEEE Transactions on* , vol.12, no.3, pp.830,845, Sept. 2011
doi: 10.1109/TITS.2011.2114346
keywords: {Gaussian processes;feature extraction;filtering theory;image enhancement;optical character recognition;traffic engineering computing;Bernsen algorithm;Gaussian filter;SVM integration;ambient illumination;character feature extraction;character recognition algorithm;elastic mesh;image gray enhancement;image tilt correction;intelligent transportation system;license plate recognition;natural scene vehicle image;optical character recognition;shadow removal technique;support vector machine;Character recognition;Feature extraction;Intelligent transportation systems;Licenses;Lighting;Pixel;Support vector machines;Bernsen algorithm;character recognition;feature extraction;license plate recognition (LPR);support vector machine (SVM)},
URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5722036&isnumber=600662>
[1](#)
- [50] "Orden de 15 de septiembre de 2000 por la que se modifica el anexo XVIII del Reglamento General de Vehículos, aprobado por Real Decreto 2822/1998, de 23 de diciembre." BOE, 2000 [Consulta 15-5-2014] Disponible en https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2000-16805

- [51] Xiaojun Zhai; Benssali, F.; Ramalingam, S., "License plate localisation based on morphological operations," *Control Automation Robotics & Vision (ICARCV), 2010 11th International Conference on* , vol., no., pp.1128,1132, 7-10 Dec. 2010
doi: 10.1109/ICARCV.2010.5707933
keywords: {image motion analysis;image recognition;object detection;road vehicles;traffic engineering computing;ANPR systems;automatic number plate recognition systems;car plates;detection rate;enhance plate region;license plate localisation;morphological operations;moving vehicles;non-plate region;plate localisation systems;structuring elements;Classification algorithms;Feature extraction;Image color analysis;Image edge detection;Licenses;Morphological operations;Pixel;ANPR;morphological operation;number plate localisation},
URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5707933&isnumber=5707203>
- [52] Emami, Shervin; Ievgen, Khvedchenia; Mahmood Naureen. *Mastering OpenCV with Practical Computer Vision Projects*. Packt Publishing, 2012.
- [53] Xiaojun Zhai; Bensaali, F.; Sotudeh, R., "OCR-based neural network for ANPR," *Imaging Systems and Techniques (IST), 2012 IEEE International Conference on* , vol., no., pp.393,397, 16-17 July 2012
doi: 10.1109/IST.2012.6295581
keywords: {neural nets;optical character recognition;text analysis;visual databases;ANN based OCR algorithm;ANPR system;OCR-based artificial neural network;UK binary character image database;automatic number plate recognition system;encoded texts;number plate characters;number plate image;optical character recognition;Biological neural networks;Character recognition;Field programmable gate arrays;Neurons;Optical character recognition software;Vectors;Automatic Number Plate Recognition;Neural Network;Optical Character Recognition},
URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6295581&isnumber=6295479>
- [54] "OCR using Artificial Neural Network (OpenCV)" Nithin Raj S., 2013. [Consulta 8-4-2014]
Disponible en <http://www.nithinrajs.in/ocr-using-artificial-neural-network-opencv-part-1/>

7. Anexos

7.1. Anexo I: Glosario de acrónimos y definiciones

7.1.1. Acrónimos

- **AFN:** Activo Fijo Neto.
- **ALPR:** Automatic License Plate Recognition. En español: Reconocimiento automático de matrículas.
- **ANN:** Artificial Neural Network. En español: Red de neuronas artificiales.
- **ANPR:** Automatic Number Plate Recognition. En español: Reconocimiento automático de matrículas.
- **API:** Application Programming Interface. En español: Interfaz de programación de aplicaciones.
- **BAI:** Beneficio Antes de Impuestos.
- **CAPM:** Capital Asset Pricing Model. En español: Modelo de valoración de activos financieros.
- **CPU:** Central Processing Unit. En español: Unidad central de procesamiento.
- **DAFO:** Debilidades Amenazas Fortalezas Oportunidades.
- **DAO:** Data Access Object. En español: Objeto de acceso a datos.
- **EBITDA:** Earnings Before Interests Taxes Depreciation and Amortization. En español: Beneficio antes de intereses, impuestos, depreciación y amortización.
- **ERP:** Enterprise Resource Planning. En español: Planificación de recursos empresariales.
- **FCF:** Free Cash Flow. En español: Flujo de caja libre.
- **GB:** Gigabyte.
- **GHz:** Gigahercio.

- **GIAA:** Grupo de Inteligencia Artificial Aplicada.
- **GPU:** Graphics Processing Unit. En español: Unidad de procesamiento gráfico.
- **HDMI:** High Definition Multimedia Interface. En español: Interfaz multimedia de alta definición.
- **I+D:** Investigación y Desarrollo.
- **IoT:** Internet of Things. En español: Internet de las Cosas.
- **J2EE:** Java 2 Enterprise Edition. En español: Java 2 edición empresarial.
- **JSF:** Java Server Faces.
- **JSON:** JavaScript Object Notation.
- **KNN:** K Nearest Neighbours. En español: K vecinos más cercanos.
- **MHz:** Megahercios.
- **MVC:** Modelo Vista Controlador.
- **NOF:** Necesidades Operativas de Fondos.
- **NOOBS:** New Out Of Box Software. En español: Software recién sacado de la caja.
- **OCR:** Optical Character Recognition. En español: Reconocimiento óptico de caracteres.
- **P&L:** Profit & Loss. En español: Pérdidas y ganancias.
- **PESTL:** Político Económico Sociocultural Tecnológico Legal.
- **RAM:** Random Access Memory. En español: Memoria de acceso aleatorio.
- **RCA:** Radio Corporation of America. En español: Corporación de radio de América.
- **SAN :** Secuencia de Actividades de Negocio
- **SBC:** Single Board Computer. En español: Ordenador de placa reducida.
- **SD:** Secure Digital.
- **SVM:** Support Vector Machines. En español: Máquinas de vectores de soporte.
- **SWOT:** Strengths Weaknesses Opportunities Threats. En español: DAFO.
- **TIR:** Tasa Interna de Retorno.
- **TB:** Terabyte.

- **USB:** Universal Serial Bus. En español: Bus universal en serie.
- **VAN:** Valor Actual Neto.
- **VGA:** Video Graphics Array. En español: Adaptador gráfico de video.
- **XML:** eXtensible Markup Language. En español: Lenguaje de marcado extensible.

7.1.2. Definiciones

- **Análisis estratégico:** Análisis sobre los factores relevantes del entorno y la propia empresa que pueden influir sobre el funcionamiento o la estructura de la misma.
- **Apache Tomcat:** Contenedor de servlets desarrollado por la Apache Software Foundation.
- **Aprendizaje automático:** disciplina de la inteligencia artificial y las ciencias de la computación que trata sobre programas que mejoran en base a la experiencia.
- **Árbol de decisión:** Algoritmo de aprendizaje automático supervisado transformable en un conjunto de reglas.
- **Arduino:** Microcontrolador de placa simple basado en el paradigma de hardware libre
- **C:** Lenguaje de programación creado en 1972.
- **C++:** Lenguaje de programación creado como evolución del lenguaje C, contando con características de la programación orientada a objetos.
- **CCV:** Librería ligera de visión artificial escrita en lenguaje C.
- **Clustering:** Técnica de aprendizaje automático no supervisado que consiste en la agrupación de elementos.
- **Entropía:** Nivel de desorden o incertidumbre de una fuente de información.
- **Framework:** Estructura conceptual que provee a un software de funcionalidades. Formado habitualmente por módulos o librerías.
- **Froyo:** Alias por el que se conoce a la versión 2.2 del sistema operativo Android.

- **Hardware:** Partes tangibles de un sistema informático.
- **Internet de las Cosas:** Paradigma en el que los objetos físicos están identificados unívocamente, cuentan con sensores y pueden conectarse a Internet.
- **Java:** Lenguaje de programación orientado a objetos.
- **JSF:** Framework para aplicaciones web basadas en Java.
- **k Nearest Neighbours:** Algoritmo de aprendizaje automático supervisado que clasifica las nuevas instancias según las clases de las k instancias más semejantes a esta.
- **k-means:** Algoritmo de aprendizaje automático no supervisado de tipo clustering.
- **Librería:** Conjunto de implementaciones con una interfaz definida. El término apropiado es biblioteca, aunque el uso de este término está extendido por la similitud con el término original "library".
- **Linux:** Sistema operativo de código abierto.
- **Mac OS:** Sistema operativo creado por Apple.
- **Máquina de vectores de soporte:** Algoritmo de aprendizaje automático supervisado que clasifica las instancias mediante el uso de un hiperplano.
- **Matlab:** Herramienta de software orientado al cálculo matemático.
- **MySQL:** Sistema gestor de bases de datos relacionales.
- **OpenCV:** Librería de visión artificial y aprendizaje automático escrita en lenguaje C++.
- **Organigrama:** Representación esquemática de la estructura de una empresa.
- **Primefaces:** Librería que complementa al framework JSF.
- **Python:** Lenguaje de programación interpretado.
- **Raspberry Pi:** Ordenador de placa reducida creado por la Raspberry Pi Foundation.
- **Raspbian:** Sistema operativo basado en Debian para la plataforma Raspberry Pi.
- **Reconocimiento óptico de caracteres:** Técnica de reconocimiento de caracteres almacenados en imágenes.

- **Red de neuronas artificiales:** Algoritmo de aprendizaje automático supervisado basado en las redes de neuronas biológicas.
- **Servlet:** Clase Java usada para aumentar las capacidades de un servidor.
- **SimpleCV:** Framework de código abierto que contiene un conjunto de librerías usado para desarrollos de visión artificial.
- **Single Board Computer:** Ordenador de placa reducida. Se trata de un computador completo en un solo circuito.
- **Smartphone:** Teléfono móvil con mayores características y funcionalidades que un teléfono móvil tradicional, acercándose más a un ordenador de tamaño reducido.
- **Ubuntu:** Sistema operativo basado en Linux.
- **Visión artificial:** Campo de la inteligencia artificial orientado a la interpretación de imágenes por parte de un computador.
- **Visión computerizada:** Véase visión artificial.

7.2. Anexo II: Datos económicos y financieros completos

En este anexo se incluirán tablas detalladas sobre los aspectos económicos de la empresa. Por lo general serán desgloses mensuales de los datos que han sido indicados sólo a nivel anual en el apartado 3.8. Al tratarse de tablas tan amplias, se mostrarán en formato apaisado.

TIEMPO	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
REGULADOR DE MATRÍCULAS												
Tasa de crecimiento								23,00%	23,00%	23,00%	23,00%	23,00%
Número de usuarios	0	0	0	0	0	0	350	431	530	651	801	985
Precio							1,50 €	1,50 €	1,50 €	1,50 €	1,50 €	1,50 €
Ingresos	- €	- €	- €	- €	- €	- €	525,00 €	645,75 €	794,27 €	976,96 €	1.201,65 €	1.478,04 €
COMUNICADOR IOT												
Tasa de crecimiento												
Número de usuarios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Precio												
Ingresos	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
GENERAL												
Ingresos fijos	- €	- €	- €	- €	- €	- €	2.700,00 €	2.700,00 €	2.700,00 €	2.700,00 €	2.700,00 €	2.700,00 €
INGRESOS TOTALES	- €	- €	- €	- €	- €	- €	3.225,00 €	3.345,75 €	3.494,27 €	3.676,96 €	3.901,65 €	4.178,04 €

Tabla 92 - Ingresos Año 0

TIEMPO	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
REGULADOR DE MATRÍCULAS												
Tasa de crecimiento	23,00%	23,00%	23,00%	23,00%	23,00%	23,00%	23,00%	23,00%	20,70%	18,63%	16,77%	15,09%
Número de usuarios	1212	1491	1834	2255	2774	3412	4197	5162	6231	7392	8631	9933
Precio	1,50 €	1,50 €	1,50 €	1,50 €	1,50 €	1,50 €	1,53 €	1,53 €	1,53 €	1,53 €	1,53 €	1,53 €
Ingresos	1.817,98 €	2.236,12 €	2.750,43 €	3.383,03 €	4.161,12 €	5.118,18 €	6.421,27 €	7.898,16 €	9.533,08 €	11.309,09 €	13.205,29 €	15.198,00 €
COMUNICADOR IOT												
Tasa de crecimiento												
Número de usuarios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Precio												
Ingresos	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
GENERAL												
Ingresos fijos	2.700,00 €	2.700,00 €	2.700,00 €	2.700,00 €	2.700,00 €	2.700,00 €	2.754,00 €	2.754,00 €	2.754,00 €	2.754,00 €	2.754,00 €	2.754,00 €
INGRESOS TOTALES	4.517,98 €	4.936,12 €	5.450,43 €	6.083,03 €	6.861,12 €	7.818,18 €	9.175,27 €	10.652,16 €	12.287,08 €	14.063,09 €	15.959,29 €	17.952,00 €

Tabla 93 - Ingresos Año 1

TIEMPO	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
REGULADOR DE MATRÍCULAS												
Tasa de crecimiento	13,58%	12,22%	11,00%	9,90%	8,91%	8,02%	7,22%	6,50%	5,85%	5,26%	4,74%	4,26%
Número de usuarios	11282	12661	14054	15446	16822	18171	19483	20748	21961	23117	24212	25243
Precio	1,53 €	1,53 €	1,53 €	1,53 €	1,53 €	1,53 €	1,56 €	1,56 €	1,56 €	1,56 €	1,56 €	1,56 €
Ingresos	17.262,09 €	19.372,06 €	21.503,14 €	23.632,11 €	25.737,89 €	27.801,97 €	30.404,79 €	32.379,85 €	34.272,87 €	36.076,19 €	37.784,58 €	39.394,94 €
COMUNICADOR IOT							0	1	2	3	4	5
Tasa de crecimiento								30,00%	30,00%	30,00%	30,00%	30,00%
Número de usuarios	0	0	0	0	0	0	550	715	930	1208	1571	2042
Precio							2,00 €	2,00 €	2,00 €	2,00 €	2,00 €	2,00 €
Ingresos	- €	- €	- €	- €	- €	- €	1.100,00 €	1.430,00 €	1.859,00 €	2.416,70 €	3.141,71 €	4.084,22 €
GENERAL												
Ingresos fijos	2.754,00 €	2.754,00 €	2.754,00 €	2.754,00 €	2.754,00 €	2.754,00 €	2.809,08 €	2.809,08 €	2.809,08 €	2.809,08 €	2.809,08 €	2.809,08 €
INGRESOS TOTALES	20.016,09 €	22.126,06 €	24.257,14 €	26.386,11 €	28.491,89 €	30.555,97 €	34.313,87 €	36.618,93 €	38.940,95 €	41.301,97 €	43.735,37 €	46.288,24 €

Tabla 94 - Ingresos Año 2

TIEMPO	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
REGULADOR DE MATRÍCULAS												
Tasa de crecimiento	3,84%	3,45%	3,11%	2,80%	2,52%	2,26%	2,04%	1,83%	1,65%	1,49%	1,34%	1,20%
Número de usuarios	26212	27117	27959	28741	29464	30132	30746	31310	31827	32300	32732	33126
Precio	1,56 €	1,56 €	1,56 €	1,56 €	1,56 €	1,56 €	1,59 €	1,59 €	1,59 €	1,59 €	1,59 €	1,59 €
Ingresos	40.906,03 €	42.318,18 €	43.632,99 €	44.853,08 €	45.981,87 €	47.023,35 €	48.941,54 €	49.839,44 €	50.662,37 €	51.415,24 €	52.102,89 €	52.730,05 €
COMUNICADOR IOT	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Tasa de crecimiento	30,00%	30,00%	30,00%	30,00%	30,00%	30,00%	25,50%	21,68%	18,42%	15,66%	13,31%	11,31%
Número de usuarios	2655	3451	4487	5832	7582	9857	12370	15052	17825	20616	23360	26003
Precio	2,00 €	2,00 €	2,00 €	2,00 €	2,00 €	2,00 €	2,04 €	2,04 €	2,04 €	2,04 €	2,04 €	2,04 €
Ingresos	5.309,49 €	6.902,34 €	8.973,04 €	11.664,95 €	15.164,43 €	19.713,76 €	25.235,59 €	30.705,40 €	36.362,49 €	42.056,92 €	47.655,19 €	53.047,13 €
GENERAL												
Ingresos fijos	2.809,08 €	2.809,08 €	2.809,08 €	2.809,08 €	2.809,08 €	2.809,08 €	2.865,26 €	2.865,26 €	2.865,26 €	2.865,26 €	2.865,26 €	2.865,26 €
INGRESOS TOTALES	49.024,60 €	52.029,60 €	55.415,10 €	59.327,11 €	63.955,38 €	69.546,19 €	77.042,39 €	83.410,10 €	89.890,12 €	96.337,42 €	102.623,34 €	108.642,44 €

Tabla 95 - Ingresos Año 3

TIEMPO	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
REGULADOR DE MATRÍCULAS												
Tasa de crecimiento	1,08%	0,97%	0,88%	0,79%	0,71%	0,64%	0,58%	0,52%	0,47%	0,42%	0,38%	0,34%
Número de usuarios	33485	33811	34108	34377	34622	34843	35044	35225	35389	35538	35672	35794
Precio	1,59 €	1,59 €	1,59 €	1,59 €	1,59 €	1,59 €	1,62 €	1,62 €	1,62 €	1,62 €	1,62 €	1,62 €
Ingresos	53.301,29 €	53.820,98 €	54.293,25 €	54.722,03 €	55.110,98 €	55.463,52 €	56.898,50 €	57.193,32 €	57.460,03 €	57.701,20 €	57.919,15 €	58.116,06 €
COMUNICADOR IOT	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Tasa de crecimiento	9,62%	8,17%	6,95%	5,91%	5,02%	4,27%	3,63%	3,08%	2,62%	2,23%	1,89%	1,61%
Número de usuarios	28504	30834	32977	34925	36678	38243	39630	40852	41923	42857	43668	44371
Precio	2,04 €	2,04 €	2,04 €	2,04 €	2,04 €	2,04 €	2,08 €	2,08 €	2,08 €	2,08 €	2,08 €	2,08 €
Ingresos	58.148,84 €	62.902,34 €	67.273,11 €	71.246,42 €	74.823,20 €	78.016,10 €	82.462,79 €	85.005,19 €	87.232,86 €	89.176,00 €	90.864,46 €	92.326,82 €
GENERAL												
Ingresos fijos	2.865,26 €	2.865,26 €	2.865,26 €	2.865,26 €	2.865,26 €	2.865,26 €	2.922,57 €	2.922,57 €	2.922,57 €	2.922,57 €	2.922,57 €	2.922,57 €
INGRESOS TOTALES	114.315,39 €	119.588,58 €	124.431,63 €	128.833,71 €	132.799,45 €	136.344,88 €	142.283,85 €	145.121,08 €	147.615,46 €	149.799,76 €	151.706,18 €	153.365,45 €

Tabla 96 - Ingresos Año 4

Electricidad	100,00 €	100,00 €	100,00 €	100,00 €	100,00 €	100,00 €	100,00 €	100,00 €	100,00 €	100,00 €	100,00 €	100,00 €	100,00 €
Teléfono e Internet	30,00 €	30,00 €	30,00 €	30,00 €	30,00 €	30,00 €	30,00 €	30,00 €	30,00 €	30,00 €	30,00 €	30,00 €	30,00 €
Total oficina	1.130,00 €	1.130,00 €	1.130,00 €	1.130,00 €	1.130,00 €	1.130,00 €	1.130,00 €	1.130,00 €	1.130,00 €	1.130,00 €	1.130,00 €	1.130,00 €	1.130,00 €
Total oficina anual	13.560,00 €												

COSTES DE REPRESENTACIÓN													
Costes de representación fijos	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	2.000,00 €
Costes de representación variables	- €	- €	- €	- €	- €	- €	21,44 €	26,37 €	32,43 €	39,89 €	49,07 €	60,35 €	
Total costes de representación	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.021,44 €	1.026,37 €	1.032,43 €	1.039,89 €	1.049,07 €	1.049,07 €	2.060,35 €
Total costes de representación anual	13.229,55 €												

GESTORÍA	400,00 €	400,00 €	400,00 €	400,00 €	400,00 €	400,00 €	400,00 €	400,00 €	400,00 €	400,00 €	400,00 €	400,00 €	400,00 €
GESTORÍA anual	4.800,00 €												

TOTAL mensual	14.930,00 €	14.430,00 €	14.430,00 €	14.430,00 €	14.430,00 €	14.430,00 €	24.460,63 €	14.467,67 €	14.476,33 €	14.486,99 €	14.500,10 €	15.516,22 €	
TOTAL anual	184.987,93 €												

Tabla 97 - Costes Año 0

TIEMPO	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
PERSONAL												
Director General	3.025,00 €	3.025,00 €	3.025,00 €	3.025,00 €	3.025,00 €	3.025,00 €	3.025,00 €	3.025,00 €	3.025,00 €	3.025,00 €	3.025,00 €	3.025,00 €
Departamento de desarrollo												
Director departamento de desarrollo	2.420,00 €	2.420,00 €	2.420,00 €	2.420,00 €	2.420,00 €	2.420,00 €	2.420,00 €	2.420,00 €	2.420,00 €	2.420,00 €	2.420,00 €	2.420,00 €
Desarrollador	1.650,00 €	1.650,00 €	1.650,00 €	1.650,00 €	1.650,00 €	1.650,00 €	1.650,00 €	1.650,00 €	1.650,00 €	1.650,00 €	1.650,00 €	1.650,00 €
Número de desarrolladores	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4
Jefe de equipo de desarrollo	- €	- €	- €	- €	- €	- €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €
Número de jefes de equipo de desarrollo	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2
Subtotal	7.370,00 €	7.370,00 €	7.370,00 €	7.370,00 €	7.370,00 €	7.370,00 €	13.020,00 €	13.020,00 €	13.020,00 €	13.020,00 €	13.020,00 €	13.020,00 €
Departamento comercial												
Director comercial	2.420,00 €	2.420,00 €	2.420,00 €	2.420,00 €	2.420,00 €	2.420,00 €	2.420,00 €	2.420,00 €	2.420,00 €	2.420,00 €	2.420,00 €	2.420,00 €
Director de operaciones	- €	- €	- €	- €	- €	- €	2.250,00 €	2.250,00 €	2.250,00 €	2.250,00 €	2.250,00 €	2.250,00 €
Key Account	1.925,00 €	1.925,00 €	1.925,00 €	1.925,00 €	1.925,00 €	1.925,00 €	1.925,00 €	1.925,00 €	1.925,00 €	1.925,00 €	1.925,00 €	1.925,00 €
Subtotal	4.345,00 €	4.345,00 €	4.345,00 €	4.345,00 €	4.345,00 €	4.345,00 €	6.595,00 €	6.595,00 €	6.595,00 €	6.595,00 €	6.595,00 €	6.595,00 €
Total personal	14.740,00 €	14.740,00 €	14.740,00 €	14.740,00 €	14.740,00 €	14.740,00 €	22.640,00 €	22.640,00 €	22.640,00 €	22.640,00 €	22.640,00 €	22.640,00 €
Total personal anual	224.280,00 €											
MARKETING												
Campañas de marketing	- €	- €	- €	- €	- €	- €	15.000,00 €	- €	- €	- €	- €	- €
Web corporativa	200,00 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Costes variables de marketing	106,05 €	130,44 €	160,44 €	197,34 €	242,73 €	298,56 €	374,57 €	460,73 €	556,10 €	659,70 €	770,31 €	886,55 €
Total marketing	306,05 €	130,44 €	160,44 €	197,34 €	242,73 €	298,56 €	15.374,57 €	460,73 €	556,10 €	659,70 €	770,31 €	886,55 €
Total marketing anual	20.043,52 €											
OFICINA												
Alquiler	1.100,00 €	1.100,00 €	1.100,00 €	1.100,00 €	1.100,00 €	1.100,00 €	1.100,00 €	1.100,00 €	1.100,00 €	1.100,00 €	1.100,00 €	1.100,00 €

Electricidad	108,00 €	108,00 €	108,00 €	108,00 €	108,00 €	108,00 €	108,00 €	108,00 €	108,00 €	108,00 €	108,00 €	108,00 €	108,00 €
Teléfono e Internet	31,50 €	31,50 €	31,50 €	31,50 €	31,50 €	31,50 €	31,50 €	31,50 €	31,50 €	31,50 €	31,50 €	31,50 €	31,50 €
Total oficina	1.239,50 €	1.239,50 €	1.239,50 €	1.239,50 €	1.239,50 €	1.239,50 €	1.239,50 €	1.239,50 €	1.239,50 €	1.239,50 €	1.239,50 €	1.239,50 €	1.239,50 €
Total oficina anual	14.874,00 €												

COSTES DE REPRESENTACIÓN													
Costes de representación fijos	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	2.400,00 €
Costes de representación variables	74,23 €	91,31 €	112,31 €	138,14 €	169,91 €	208,99 €	262,20 €	322,51 €	389,27 €	461,79 €	539,22 €	620,59 €	620,59 €
Total costes de representación	1.274,23 €	1.291,31 €	1.312,31 €	1.338,14 €	1.369,91 €	1.408,99 €	1.462,20 €	1.522,51 €	1.589,27 €	1.661,79 €	1.739,22 €	1.739,22 €	3.020,59 €
Total costes de representación anual	18.990,46 €												

GESTORÍA	500,00 €	500,00 €	500,00 €	500,00 €	500,00 €	500,00 €	500,00 €	500,00 €	500,00 €	500,00 €	500,00 €	500,00 €	500,00 €
GESTORÍA anual	6.000,00 €												

TOTAL mensual	17.985,55 €	17.809,94 €	17.839,94 €	17.876,84 €	17.922,23 €	17.978,06 €	40.954,07 €	26.040,23 €	26.135,60 €	26.239,20 €	26.349,81 €	26.349,81 €	27.666,05 €
TOTAL anual	280.797,52 €												

Tabla 98 - Costes Año 1

TIEMPO	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
PERSONAL												
Director General	3.327,50 €	3.327,50 €	3.327,50 €	3.327,50 €	3.327,50 €	3.327,50 €	3.327,50 €	3.327,50 €	3.327,50 €	3.327,50 €	3.327,50 €	3.327,50 €
Departamento de desarrollo												
Director departamento de desarrollo	2.662,00 €	2.662,00 €	2.662,00 €	2.662,00 €	2.662,00 €	2.662,00 €	2.662,00 €	2.662,00 €	2.662,00 €	2.662,00 €	2.662,00 €	2.662,00 €
Desarrollador	1.815,00 €	1.815,00 €	1.815,00 €	1.815,00 €	1.815,00 €	1.815,00 €	1.815,00 €	1.815,00 €	1.815,00 €	1.815,00 €	1.815,00 €	1.815,00 €
Número de desarrolladores	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6
Jefe de equipo de desarrollo	2.200,00 €	2.200,00 €	2.200,00 €	2.200,00 €	2.200,00 €	2.200,00 €	2.200,00 €	2.200,00 €	2.200,00 €	2.200,00 €	2.200,00 €	2.200,00 €
Número de jefes de equipo de desarrollo	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Subtotal	14.322,00 €	14.322,00 €	14.322,00 €	14.322,00 €	14.322,00 €	14.322,00 €	17.952,00 €	17.952,00 €	17.952,00 €	17.952,00 €	17.952,00 €	17.952,00 €
Departamento comercial												
Director comercial	2.662,00 €	2.662,00 €	2.662,00 €	2.662,00 €	2.662,00 €	2.662,00 €	2.662,00 €	2.662,00 €	2.662,00 €	2.662,00 €	2.662,00 €	2.662,00 €
Director de operaciones	2.475,00 €	2.475,00 €	2.475,00 €	2.475,00 €	2.475,00 €	2.475,00 €	2.475,00 €	2.475,00 €	2.475,00 €	2.475,00 €	2.475,00 €	2.475,00 €
Key Account	2.117,50 €	2.117,50 €	2.117,50 €	2.117,50 €	2.117,50 €	2.117,50 €	2.117,50 €	2.117,50 €	2.117,50 €	2.117,50 €	2.117,50 €	2.117,50 €
Subtotal	7.254,50 €	7.254,50 €	7.254,50 €	7.254,50 €	7.254,50 €	7.254,50 €	7.254,50 €	7.254,50 €	7.254,50 €	7.254,50 €	7.254,50 €	7.254,50 €
Total personal	24.904,00 €	24.904,00 €	24.904,00 €	24.904,00 €	24.904,00 €	24.904,00 €	28.534,00 €	28.534,00 €	28.534,00 €	28.534,00 €	28.534,00 €	28.534,00 €
Total personal anual	320.628,00 €											
MARKETING												
Campañas de marketing	- €	- €	- €	- €	- €	- €	20.000,00 €	- €	- €	- €	- €	- €
Web corporativa	250,00 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Costes variables de marketing	1.006,96 €	1.130,04 €	1.254,35 €	1.378,54 €	1.501,38 €	1.621,78 €	1.842,36 €	1.978,20 €	2.115,44 €	2.255,49 €	2.400,46 €	2.553,30 €
Total marketing	1.256,96 €	1.130,04 €	1.254,35 €	1.378,54 €	1.501,38 €	1.621,78 €	21.842,36 €	1.978,20 €	2.115,44 €	2.255,49 €	2.400,46 €	2.553,30 €
Total marketing anual	41.288,29 €											
OFICINA												
Alquiler	1.210,00 €	1.210,00 €	1.210,00 €	1.210,00 €	1.210,00 €	1.210,00 €	1.210,00 €	1.210,00 €	1.210,00 €	1.210,00 €	1.210,00 €	1.210,00 €

Electricidad	116,64 €	116,64 €	116,64 €	116,64 €	116,64 €	116,64 €	116,64 €	116,64 €	116,64 €	116,64 €	116,64 €	116,64 €	116,64 €
Teléfono e Internet	33,08 €	33,08 €	33,08 €	33,08 €	33,08 €	33,08 €	33,08 €	33,08 €	33,08 €	33,08 €	33,08 €	33,08 €	33,08 €
Total oficina	1.359,72 €	1.359,72 €	1.359,72 €	1.359,72 €	1.359,72 €	1.359,72 €	1.359,72 €	1.359,72 €	1.359,72 €	1.359,72 €	1.359,72 €	1.359,72 €	1.359,72 €
Total oficina anual	16.316,58 €												

COSTES DE REPRESENTACIÓN													
Costes de representación fijos	1.440,00 €	1.440,00 €	1.440,00 €	1.440,00 €	1.440,00 €	1.440,00 €	1.440,00 €	1.440,00 €	1.440,00 €	1.440,00 €	1.440,00 €	1.440,00 €	2.880,00 €
Costes de representación variables	704,87 €	791,03 €	878,04 €	964,98 €	1.050,96 €	1.135,25 €	1.289,65 €	1.384,74 €	1.480,81 €	1.578,84 €	1.680,32 €	1.787,31 €	1.787,31 €
Total costes de representación	2.144,87 €	2.231,03 €	2.318,04 €	2.404,98 €	2.490,96 €	2.575,25 €	2.729,65 €	2.824,74 €	2.920,81 €	3.018,84 €	3.120,32 €	3.120,32 €	4.667,31 €
Total costes de representación anual	33.446,80 €												

GESTORÍA	600,00 €	600,00 €	600,00 €	600,00 €	600,00 €	600,00 €	600,00 €	600,00 €	600,00 €	600,00 €	600,00 €	600,00 €	600,00 €
GESTORÍA anual	7.200,00 €												

TOTAL mensual	29.560,67 €	29.433,75 €	29.558,06 €	29.682,25 €	29.805,09 €	29.925,50 €	53.776,08 €	33.911,91 €	34.049,15 €	34.189,20 €	34.334,17 €	35.927,02 €	35.927,02 €
TOTAL anual	404.152,87 €												

Tabla 99 - Costes Año 2

TIEMPO	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
PERSONAL												
Director General	3.660,25 €	3.660,25 €	3.660,25 €	3.660,25 €	3.660,25 €	3.660,25 €	3.660,25 €	3.660,25 €	3.660,25 €	3.660,25 €	3.660,25 €	3.660,25 €
Departamento de desarrollo												
Director departamento de desarrollo	2.928,20 €	2.928,20 €	2.928,20 €	2.928,20 €	2.928,20 €	2.928,20 €	2.928,20 €	2.928,20 €	2.928,20 €	2.928,20 €	2.928,20 €	2.928,20 €
Desarrollador	1.996,50 €	1.996,50 €	1.996,50 €	1.996,50 €	1.996,50 €	1.996,50 €	1.996,50 €	1.996,50 €	1.996,50 €	1.996,50 €	1.996,50 €	1.996,50 €
Número de desarrolladores	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Jefe de equipo de desarrollo	2.420,00 €	2.420,00 €	2.420,00 €	2.420,00 €	2.420,00 €	2.420,00 €	2.420,00 €	2.420,00 €	2.420,00 €	2.420,00 €	2.420,00 €	2.420,00 €
Número de jefes de equipo de desarrollo	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Subtotal	19.747,20 €	19.747,20 €	19.747,20 €	19.747,20 €	19.747,20 €	19.747,20 €	19.747,20 €	19.747,20 €	19.747,20 €	19.747,20 €	19.747,20 €	19.747,20 €
Departamento comercial												
Director comercial	2.928,20 €	2.928,20 €	2.928,20 €	2.928,20 €	2.928,20 €	2.928,20 €	2.928,20 €	2.928,20 €	2.928,20 €	2.928,20 €	2.928,20 €	2.928,20 €
Director de operaciones	2.722,50 €	2.722,50 €	2.722,50 €	2.722,50 €	2.722,50 €	2.722,50 €	2.722,50 €	2.722,50 €	2.722,50 €	2.722,50 €	2.722,50 €	2.722,50 €
Key Account	2.329,25 €	2.329,25 €	2.329,25 €	2.329,25 €	2.329,25 €	2.329,25 €	2.329,25 €	2.329,25 €	2.329,25 €	2.329,25 €	2.329,25 €	2.329,25 €
Subtotal	7.979,95 €	7.979,95 €	7.979,95 €	7.979,95 €	7.979,95 €	7.979,95 €	7.979,95 €	7.979,95 €	7.979,95 €	7.979,95 €	7.979,95 €	7.979,95 €
Total personal	31.387,40 €	31.387,40 €	31.387,40 €	31.387,40 €	31.387,40 €	31.387,40 €	31.387,40 €	31.387,40 €	31.387,40 €	31.387,40 €	31.387,40 €	31.387,40 €
Total personal anual	376.648,80 €											
MARKETING												
Campañas de marketing	- €	- €	- €	- €	- €	- €	30.000,00 €	- €	- €	- €	- €	- €
Web corporativa	300,00 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Costes variables de marketing	2.718,03 €	2.899,96 €	3.106,07 €	3.345,49 €	3.630,05 €	3.975,14 €	4.432,15 €	4.826,39 €	5.227,96 €	5.627,78 €	6.017,78 €	6.391,37 €
Total marketing	3.018,03 €	2.899,96 €	3.106,07 €	3.345,49 €	3.630,05 €	3.975,14 €	34.432,15 €	4.826,39 €	5.227,96 €	5.627,78 €	6.017,78 €	6.391,37 €
Total marketing anual	82.498,16 €											
OFICINA												
Alquiler	1.331,00 €	1.331,00 €	1.331,00 €	1.331,00 €	1.331,00 €	1.331,00 €	1.331,00 €	1.331,00 €	1.331,00 €	1.331,00 €	1.331,00 €	1.331,00 €

Electricidad	125,97 €	125,97 €	125,97 €	125,97 €	125,97 €	125,97 €	125,97 €	125,97 €	125,97 €	125,97 €	125,97 €	125,97 €
Teléfono e Internet	34,73 €	34,73 €	34,73 €	34,73 €	34,73 €	34,73 €	34,73 €	34,73 €	34,73 €	34,73 €	34,73 €	34,73 €
Total oficina	1.491,70 €	1.491,70 €	1.491,70 €	1.491,70 €	1.491,70 €	1.491,70 €	1.491,70 €	1.491,70 €	1.491,70 €	1.491,70 €	1.491,70 €	1.491,70 €
Total oficina anual	17.900,40 €											

COSTES DE REPRESENTACIÓN												
Costes de representación fijos	1.728,00 €	1.728,00 €	1.728,00 €	1.728,00 €	1.728,00 €	1.728,00 €	1.728,00 €	1.728,00 €	1.728,00 €	1.728,00 €	1.728,00 €	3.456,00 €
Costes de representación variables	1.902,62 €	2.029,97 €	2.174,25 €	2.341,84 €	2.541,04 €	2.782,60 €	3.102,50 €	3.378,47 €	3.659,57 €	3.939,45 €	4.212,45 €	4.473,96 €
Total costes de representación	3.630,62 €	3.757,97 €	3.902,25 €	4.069,84 €	4.269,04 €	4.510,60 €	4.830,50 €	5.106,47 €	5.387,57 €	5.667,45 €	5.940,45 €	7.929,96 €
Total costes de representación anual	59.002,71 €											

GESTORÍA	700,00 €	700,00 €	700,00 €	700,00 €	700,00 €	700,00 €	700,00 €	700,00 €	700,00 €	700,00 €	700,00 €	700,00 €
GESTORÍA anual	8.400,00 €											

TOTAL mensual	38.325,13 €	38.207,06 €	38.413,17 €	38.652,59 €	38.937,15 €	39.282,24 €	69.739,25 €	40.133,49 €	40.535,06 €	40.934,88 €	41.324,88 €	43.426,47 €
TOTAL anual	507.911,36 €											

Tabla 100 - Costes Año 3

TIEMPO	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
PERSONAL												
Director General	4.026,28 €	4.026,28 €	4.026,28 €	4.026,28 €	4.026,28 €	4.026,28 €	4.026,28 €	4.026,28 €	4.026,28 €	4.026,28 €	4.026,28 €	4.026,28 €
Departamento de desarrollo												
Director departamento de desarrollo	3.221,02 €	3.221,02 €	3.221,02 €	3.221,02 €	3.221,02 €	3.221,02 €	3.221,02 €	3.221,02 €	3.221,02 €	3.221,02 €	3.221,02 €	3.221,02 €
Desarrollador	2.196,15 €	2.196,15 €	2.196,15 €	2.196,15 €	2.196,15 €	2.196,15 €	2.196,15 €	2.196,15 €	2.196,15 €	2.196,15 €	2.196,15 €	2.196,15 €
Número de desarrolladores	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Jefe de equipo de desarrollo	2.662,00 €	2.662,00 €	2.662,00 €	2.662,00 €	2.662,00 €	2.662,00 €	2.662,00 €	2.662,00 €	2.662,00 €	2.662,00 €	2.662,00 €	2.662,00 €
Número de jefes de equipo de desarrollo	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Subtotal	21.721,92 €	21.721,92 €	21.721,92 €	21.721,92 €	21.721,92 €	21.721,92 €	21.721,92 €	21.721,92 €	21.721,92 €	21.721,92 €	21.721,92 €	21.721,92 €
Departamento comercial												
Director comercial	3.221,02 €	3.221,02 €	3.221,02 €	3.221,02 €	3.221,02 €	3.221,02 €	3.221,02 €	3.221,02 €	3.221,02 €	3.221,02 €	3.221,02 €	3.221,02 €
Director de operaciones	2.994,75 €	2.994,75 €	2.994,75 €	2.994,75 €	2.994,75 €	2.994,75 €	2.994,75 €	2.994,75 €	2.994,75 €	2.994,75 €	2.994,75 €	2.994,75 €
Key Account	2.562,18 €	2.562,18 €	2.562,18 €	2.562,18 €	2.562,18 €	2.562,18 €	2.562,18 €	2.562,18 €	2.562,18 €	2.562,18 €	2.562,18 €	2.562,18 €
Subtotal	8.777,95 €	8.777,95 €	8.777,95 €	8.777,95 €	8.777,95 €	8.777,95 €	8.777,95 €	8.777,95 €	8.777,95 €	8.777,95 €	8.777,95 €	8.777,95 €
Total personal	34.526,14 €	34.526,14 €	34.526,14 €	34.526,14 €	34.526,14 €	34.526,14 €	34.526,14 €	34.526,14 €	34.526,14 €	34.526,14 €	34.526,14 €	34.526,14 €
Total personal anual	414.313,68 €											
MARKETING												
Campañas de marketing	- €	- €	- €	- €	- €	- €	45.000,00 €	- €	- €	- €	- €	- €
Web corporativa	350,00 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Costes variables de marketing	6.743,54 €	7.070,95 €	7.371,68 €	7.645,02 €	7.891,26 €	8.111,38 €	8.473,00 €	8.649,10 €	8.803,89 €	8.939,40 €	9.057,65 €	9.160,53 €
Total marketing	7.093,54 €	7.070,95 €	7.371,68 €	7.645,02 €	7.891,26 €	8.111,38 €	53.473,00 €	8.649,10 €	8.803,89 €	8.939,40 €	9.057,65 €	9.160,53 €
Total marketing anual	143.267,40 €											
OFICINA												
Alquiler	1.464,10 €	1.464,10 €	1.464,10 €	1.464,10 €	1.464,10 €	1.464,10 €	1.464,10 €	1.464,10 €	1.464,10 €	1.464,10 €	1.464,10 €	1.464,10 €

Electricidad	136,05 €	136,05 €	136,05 €	136,05 €	136,05 €	136,05 €	136,05 €	136,05 €	136,05 €	136,05 €	136,05 €	136,05 €	136,05 €
Teléfono e Internet	36,47 €	36,47 €	36,47 €	36,47 €	36,47 €	36,47 €	36,47 €	36,47 €	36,47 €	36,47 €	36,47 €	36,47 €	36,47 €
Total oficina	1.636,61 €	1.636,61 €	1.636,61 €	1.636,61 €	1.636,61 €	1.636,61 €	1.636,61 €	1.636,61 €	1.636,61 €	1.636,61 €	1.636,61 €	1.636,61 €	1.636,61 €
Total oficina anual	19.639,37 €												

COSTES DE REPRESENTACIÓN													
Costes de representación fijos	2.073,60 €	2.073,60 €	2.073,60 €	2.073,60 €	2.073,60 €	2.073,60 €	2.073,60 €	2.073,60 €	2.073,60 €	2.073,60 €	2.073,60 €	2.073,60 €	4.147,20 €
Costes de representación variables	4.720,48 €	4.949,67 €	5.160,17 €	5.351,51 €	5.523,88 €	5.677,96 €	5.931,10 €	6.054,37 €	6.162,72 €	6.257,58 €	6.340,35 €	6.412,37 €	6.412,37 €
Total costes de representación	6.794,08 €	7.023,27 €	7.233,77 €	7.425,11 €	7.597,48 €	7.751,56 €	8.004,70 €	8.127,97 €	8.236,32 €	8.331,18 €	8.413,95 €	8.413,95 €	10.559,57 €
Total costes de representación anual	95.498,98 €												

GESTORÍA	800,00 €	800,00 €	800,00 €	800,00 €	800,00 €	800,00 €	800,00 €	800,00 €	800,00 €	800,00 €	800,00 €	800,00 €	800,00 €
GESTORÍA anual	9.600,00 €												

TOTAL mensual	46.129,90 €	46.107,31 €	46.408,03 €	46.681,37 €	46.927,61 €	47.147,73 €	92.509,36 €	47.685,46 €	47.840,24 €	47.975,76 €	48.094,00 €	50.270,48 €
TOTAL anual	613.777,25 €											

Tabla 101 - Costes Año 4

		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
INVERSIÓN	Ordenador	6.000,00 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
	Raspberry Pi	378,00 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
	ERP	60.000,00 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
	TOTAL	66.378,00 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
AMORTIZACIÓN	Ordenador	166,67 €	166,67 €	166,67 €	166,67 €	166,67 €	166,67 €	166,67 €	166,67 €	166,67 €	166,67 €	166,67 €	166,67 €
	Raspberry Pi	10,50 €	10,50 €	10,50 €	10,50 €	10,50 €	10,50 €	10,50 €	10,50 €	10,50 €	10,50 €	10,50 €	10,50 €
	ERP	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €
	TOTAL	1.177,17 €	1.177,17 €	1.177,17 €	1.177,17 €	1.177,17 €	1.177,17 €	1.177,17 €	1.177,17 €	1.177,17 €	1.177,17 €	1.177,17 €	1.177,17 €

Tabla 102 - Inversión y amortización Año 0

		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
INVERSIÓN	Ordenador	1.000,00 €	- €	- €	- €	- €	- €	4.000,00 €	- €	- €	- €	- €	- €
	Raspberry Pi	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
	ERP	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
	TOTAL	1.000,00 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	4.000,00 €	- €	- €	- €	- €
AMORTIZACIÓN	Ordenador	194,44 €	194,44 €	194,44 €	194,44 €	194,44 €	194,44 €	305,56 €	305,56 €	305,56 €	305,56 €	305,56 €	305,56 €
	Raspberry Pi	10,50 €	10,50 €	10,50 €	10,50 €	10,50 €	10,50 €	10,50 €	10,50 €	10,50 €	10,50 €	10,50 €	10,50 €
	ERP	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €
	TOTAL	1.204,94 €	1.204,94 €	1.204,94 €	1.204,94 €	1.204,94 €	1.204,94 €	1.204,94 €	1.316,06 €	1.316,06 €	1.316,06 €	1.316,06 €	1.316,06 €

Tabla 103 - Inversión y amortización Año 1

		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
INVERSIÓN	Ordenador	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
	Raspberry Pi	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
	ERP	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
	TOTAL	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
AMORTIZACIÓN	Ordenador	305,56 €	305,56 €	305,56 €	305,56 €	305,56 €	305,56 €	305,56 €	305,56 €	305,56 €	305,56 €	305,56 €	305,56 €
	Raspberry Pi	10,50 €	10,50 €	10,50 €	10,50 €	10,50 €	10,50 €	10,50 €	10,50 €	10,50 €	10,50 €	10,50 €	10,50 €
	ERP	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €
	TOTAL	1.316,06 €	1.316,06 €	1.316,06 €	1.316,06 €	1.316,06 €	1.316,06 €	1.316,06 €	1.316,06 €	1.316,06 €	1.316,06 €	1.316,06 €	1.316,06 €

Tabla 104 - Inversión y amortización Año 2

		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
INVERSIÓN	Ordenador	8.000,00 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
	Raspberry Pi	378,00 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
	ERP	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
	TOTAL	8.378,00 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
AMORTIZACIÓN	Ordenador	361,11 €	361,11 €	361,11 €	361,11 €	361,11 €	361,11 €	361,11 €	361,11 €	361,11 €	361,11 €	361,11 €	361,11 €
	Raspberry Pi	10,50 €	10,50 €	10,50 €	10,50 €	10,50 €	10,50 €	10,50 €	10,50 €	10,50 €	10,50 €	10,50 €	10,50 €
	ERP	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €
	TOTAL	1.371,61 €	1.371,61 €	1.371,61 €	1.371,61 €	1.371,61 €	1.371,61 €	1.371,61 €	1.371,61 €	1.371,61 €	1.371,61 €	1.371,61 €	1.371,61 €

Tabla 105 - Inversión y amortización Año 3

		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
INVERSIÓN	Ordenador	1.000,00 €	- €	- €	- €	- €	- €	4.000,00 €	- €	- €	- €	- €	- €
	Raspberry Pi	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
	ERP	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
	TOTAL	1.000,00 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	4.000,00 €	- €	- €	- €	- €
AMORTIZACIÓN	Ordenador	361,11 €	361,11 €	361,11 €	361,11 €	361,11 €	361,11 €	361,11 €	361,11 €	361,11 €	361,11 €	361,11 €	361,11 €
	Raspberry Pi	10,50 €	10,50 €	10,50 €	10,50 €	10,50 €	10,50 €	10,50 €	10,50 €	10,50 €	10,50 €	10,50 €	10,50 €
	ERP	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €
	TOTAL	1.371,61 €	1.371,61 €	1.371,61 €	1.371,61 €	1.371,61 €	1.371,61 €	1.371,61 €	1.371,61 €	1.371,61 €	1.371,61 €	1.371,61 €	1.371,61 €

Tabla 106 - Inversión y amortización Año 4

Teléfono e Internet	30,00 €	30,00 €	30,00 €	30,00 €	30,00 €	30,00 €	30,00 €	30,00 €	30,00 €	30,00 €	30,00 €	30,00 €
Total Oficina	1.130,00 €	1.130,00 €	1.130,00 €	1.130,00 €	1.130,00 €	1.130,00 €	1.130,00 €	1.130,00 €	1.130,00 €	1.130,00 €	1.130,00 €	1.130,00 €
Costes de representación	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.018,38 €	1.022,60 €	1.027,80 €	1.034,19 €	1.042,06 €	2.051,73 €
Gestoría	400,00 €	400,00 €	400,00 €	400,00 €	400,00 €	400,00 €	400,00 €	400,00 €	400,00 €	400,00 €	400,00 €	400,00 €
EBITDA	-14.930	-14.430	-14.430	-14.430	-14.430	-14.430	-21.250	-11.139	-11.003	-10.836	-10.630	-11.378
							-659%	-333%	-315%	-295%	-272%	-272%
Resultado financiero												
Amortización inmovilizado	1.177	1.177	1.177	1.177	1.177	1.177	1.177	1.177	1.177	1.177	1.177	1.177
BAI	-16.107	-15.607	-15.607	-15.607	-15.607	-15.607	-22.427	-12.316	-12.180	-12.013	-11.808	-12.555
Acumulado 3 años												
tipo impositivo	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
Impuestos (20%)	-3.221	-3.121	-3.121	-3.121	-3.121	-3.121	-4.485	-2.463	-2.436	-2.403	-2.362	-2.511
BENEFICIO neto	-12.886	-12.486	-12.486	-12.486	-12.486	-12.486	-17.941	-9.853	-9.744	-9.611	-9.446	-10.044

Tabla 107 - Cuenta de Resultados Año 0

Cuenta de Resultados	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
INGRESOS	4.517,98 €	4.936,12 €	5.450,43 €	6.083,03 €	6.861,12 €	7.818,18 €	9.175,27 €	10.652,16 €	12.287,08 €	14.063,09 €	15.959,29 €	17.952,00 €
COSTE DE VENTAS	9.295,00 €	9.295,00 €	9.295,00 €	9.295,00 €	9.295,00 €	9.295,00 €	14.945,00 €	14.945,00 €	14.945,00 €	14.945,00 €	14.945,00 €	14.945,00 €
Departamento de desarrollo	7.370,00 €	7.370,00 €	7.370,00 €	7.370,00 €	7.370,00 €	7.370,00 €	13.020,00 €	13.020,00 €	13.020,00 €	13.020,00 €	13.020,00 €	13.020,00 €
Key Account	1.925,00 €	1.925,00 €	1.925,00 €	1.925,00 €	1.925,00 €	1.925,00 €	1.925,00 €	1.925,00 €	1.925,00 €	1.925,00 €	1.925,00 €	1.925,00 €
MARGEN BRUTO	- 4.777,02 €	- 4.358,88 €	- 3.844,57 €	- 3.211,97 €	- 2.433,88 €	- 1.476,82 €	- 5.769,73 €	- 4.292,84 €	- 2.657,92 €	- 881,91 €	1.014,29 €	3.007,00 €
	-106%	-88%	-71%	-53%	-35%	-19%	-63%	-40%	-22%	-6%	6%	17%
TOTAL GASTOS	8.739,03 €	8.574,57 €	8.618,29 €	8.672,06 €	8.738,20 €	8.819,55 €	26.180,31 €	11.305,84 €	11.444,81 €	11.595,77 €	11.756,95 €	13.126,33 €
												0,00
RRHH no de producción	5.445,00 €	5.445,00 €	5.445,00 €	5.445,00 €	5.445,00 €	5.445,00 €	7.695,00 €	7.695,00 €	7.695,00 €	7.695,00 €	7.695,00 €	7.695,00 €
Director general	3.025,00 €	3.025,00 €	3.025,00 €	3.025,00 €	3.025,00 €	3.025,00 €	3.025,00 €	3.025,00 €	3.025,00 €	3.025,00 €	3.025,00 €	3.025,00 €
Director comercial	2.420,00 €	2.420,00 €	2.420,00 €	2.420,00 €	2.420,00 €	2.420,00 €	2.420,00 €	2.420,00 €	2.420,00 €	2.420,00 €	2.420,00 €	2.420,00 €
Director de operaciones	- €	- €	- €	- €	- €	- €	2.250,00 €	2.250,00 €	2.250,00 €	2.250,00 €	2.250,00 €	2.250,00 €
Gastos Generales	3.294,03 €	3.129,57 €	3.173,29 €	3.227,06 €	3.293,20 €	3.374,55 €	18.485,31 €	3.610,84 €	3.749,81 €	3.900,77 €	4.061,95 €	5.431,33 €
Campañas de marketing	- €	- €	- €	- €	- €	- €	15.000,00 €	- €	- €	- €	- €	- €
Web corporativa	200,00 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Costes variables de marketing	90,90 €	111,81 €	137,52 €	169,15 €	208,06 €	255,91 €	321,06 €	394,91 €	476,65 €	565,45 €	660,26 €	759,90 €
Total marketing	290,90 €	111,81 €	137,52 €	169,15 €	208,06 €	255,91 €	15.321,06 €	394,91 €	476,65 €	565,45 €	660,26 €	759,90 €
Alquiler oficina	1.100,00 €	1.100,00 €	1.100,00 €	1.100,00 €	1.100,00 €	1.100,00 €	1.100,00 €	1.100,00 €	1.100,00 €	1.100,00 €	1.100,00 €	1.100,00 €
Electricidad	108,00 €	108,00 €	108,00 €	108,00 €	108,00 €	108,00 €	108,00 €	108,00 €	108,00 €	108,00 €	108,00 €	108,00 €

Teléfono e Internet	31,50 €	31,50 €	31,50 €	31,50 €	31,50 €	31,50 €	31,50 €	31,50 €	31,50 €	31,50 €	31,50 €	31,50 €
Total Oficina	1.239,50 €	1.239,50 €	1.239,50 €	1.239,50 €	1.239,50 €	1.239,50 €	1.239,50 €	1.239,50 €	1.239,50 €	1.239,50 €	1.239,50 €	1.239,50 €
Costes de representación	1.263,63 €	1.278,26 €	1.296,26 €	1.318,41 €	1.345,64 €	1.379,14 €	1.424,74 €	1.476,44 €	1.533,66 €	1.595,82 €	1.662,19 €	2.931,93 €
Gestoría	500,00 €	500,00 €	500,00 €	500,00 €	500,00 €	500,00 €	500,00 €	500,00 €	500,00 €	500,00 €	500,00 €	500,00 €
EBITDA	-13.516	-12.933	-12.463	-11.884	-11.172	-10.296	-31.950	-15.599	-14.103	-12.478	-10.743	-10.119
	-299%	-262%	-229%	-195%	-163%	-132%	-348%	-146%	-115%	-89%	-67%	-56%
Resultado financiero												
Amortización inmovilizado	1.205	1.205	1.205	1.205	1.205	1.205	1.316	1.316	1.316	1.316	1.316	1.316
BAI	-14.721	-14.138	-13.668	-13.089	-12.377	-11.501	-33.266	-16.915	-15.419	-13.794	-12.059	-11.435
Acumulado 3 años												
tipo impositivo	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
Impuestos (20%)	-2.944	-2.828	-2.734	-2.618	-2.475	-2.300	-6.653	-3.383	-3.084	-2.759	-2.412	-2.287
BENEFICIO neto	-11.777	-11.311	-10.934	-10.471	-9.902	-9.201	-26.613	-13.532	-12.335	-11.035	-9.647	-9.148

Tabla 108 - Cuenta de Resultados Año 1

Cuenta de Resultados	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
INGRESOS	20.016,09 €	22.126,06 €	24.257,14 €	26.386,11 €	28.491,89 €	30.555,97 €	34.313,87 €	36.618,93 €	38.940,95 €	41.301,97 €	43.735,37 €	46.288,24 €
COSTE DE VENTAS	16.439,50 €	16.439,50 €	16.439,50 €	16.439,50 €	16.439,50 €	16.439,50 €	20.069,50 €	20.069,50 €	20.069,50 €	20.069,50 €	20.069,50 €	20.069,50 €
Departamento de desarrollo	14.322,00 €	14.322,00 €	14.322,00 €	14.322,00 €	14.322,00 €	14.322,00 €	17.952,00 €	17.952,00 €	17.952,00 €	17.952,00 €	17.952,00 €	17.952,00 €
Key Account	2.117,50 €	2.117,50 €	2.117,50 €	2.117,50 €	2.117,50 €	2.117,50 €	2.117,50 €	2.117,50 €	2.117,50 €	2.117,50 €	2.117,50 €	2.117,50 €
MARGEN BRUTO	3.576,59 €	5.686,56 €	7.817,64 €	9.946,61 €	12.052,39 €	14.116,47 €	14.244,37 €	16.549,43 €	18.871,45 €	21.232,47 €	23.665,87 €	26.218,74 €
	18%	26%	32%	38%	42%	46%	42%	45%	48%	51%	54%	57%
TOTAL GASTOS	13.581,49 €	13.510,84 €	13.691,98 €	13.872,94 €	14.051,94 €	14.227,38 €	34.542,12 €	14.738,05 €	14.935,42 €	15.136,11 €	15.342,95 €	16.999,94 €
												0,00
RRHH no de producción	8.464,50 €	8.464,50 €	8.464,50 €	8.464,50 €	8.464,50 €	8.464,50 €	8.464,50 €	8.464,50 €	8.464,50 €	8.464,50 €	8.464,50 €	8.464,50 €
Director general	3.327,50 €	3.327,50 €	3.327,50 €	3.327,50 €	3.327,50 €	3.327,50 €	3.327,50 €	3.327,50 €	3.327,50 €	3.327,50 €	3.327,50 €	3.327,50 €
Director comercial	2.662,00 €	2.662,00 €	2.662,00 €	2.662,00 €	2.662,00 €	2.662,00 €	2.662,00 €	2.662,00 €	2.662,00 €	2.662,00 €	2.662,00 €	2.662,00 €
Director de operaciones	2.475,00 €	2.475,00 €	2.475,00 €	2.475,00 €	2.475,00 €	2.475,00 €	2.475,00 €	2.475,00 €	2.475,00 €	2.475,00 €	2.475,00 €	2.475,00 €
Gastos Generales	5.116,99 €	5.046,34 €	5.227,48 €	5.408,44 €	5.587,44 €	5.762,88 €	26.077,62 €	6.273,55 €	6.470,92 €	6.671,61 €	6.878,45 €	8.535,44 €
Camapañas de marketing	- €	- €	- €	- €	- €	- €	20.000,00 €	- €	- €	- €	- €	- €
Web corporativa	250,00 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Costes variables de marketing	863,10 €	968,60 €	1.075,16 €	1.181,61 €	1.286,89 €	1.390,10 €	1.575,24 €	1.690,49 €	1.806,59 €	1.924,64 €	2.046,31 €	2.173,96 €
Total marketing	1.113,10 €	968,60 €	1.075,16 €	1.181,61 €	1.286,89 €	1.390,10 €	21.575,24 €	1.690,49 €	1.806,59 €	1.924,64 €	2.046,31 €	2.173,96 €

Alquiler oficina	1.210,00 €	1.210,00 €	1.210,00 €	1.210,00 €	1.210,00 €	1.210,00 €	1.210,00 €	1.210,00 €	1.210,00 €	1.210,00 €	1.210,00 €	1.210,00 €
Electricidad	116,64 €	116,64 €	116,64 €	116,64 €	116,64 €	116,64 €	116,64 €	116,64 €	116,64 €	116,64 €	116,64 €	116,64 €
Teléfono e Internet	33,08 €	33,08 €	33,08 €	33,08 €	33,08 €	33,08 €	33,08 €	33,08 €	33,08 €	33,08 €	33,08 €	33,08 €
Total Oficina	1.359,72 €	1.359,72 €	1.359,72 €	1.359,72 €	1.359,72 €	1.359,72 €	1.359,72 €	1.359,72 €	1.359,72 €	1.359,72 €	1.359,72 €	1.359,72 €
Costes de representación	2.044,17 €	2.118,02 €	2.192,61 €	2.267,12 €	2.340,83 €	2.413,07 €	2.542,67 €	2.623,34 €	2.704,62 €	2.787,25 €	2.872,42 €	4.401,77 €
Gestoría	600,00 €	600,00 €	600,00 €	600,00 €	600,00 €	600,00 €	600,00 €	600,00 €	600,00 €	600,00 €	600,00 €	600,00 €
EBITDA	-10.005	-7.824	-5.874	-3.926	-2.000	-111	-20.298	1.811	3.936	6.096	8.323	9.219
	-50%	-35%	-24%	-15%	-7%	0%	-59%	5%	10%	15%	19%	20%
Resultado financiero												
Amortización inmovilizado	1.316	1.316	1.316	1.316	1.316	1.316	1.316	1.316	1.316	1.316	1.316	1.316
BAI	-11.321	-9.140	-7.190	-5.242	-3.316	-1.427	-21.614	495	2.620	4.780	7.007	7.903
Acumulado 3 años												
tipo impositivo	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
Impuestos (20%)	-2.264	-1.828	-1.438	-1.048	-663	-285	-4.323	10	10	10	10	10
BENEFICIO neto	-9.057	-7.312	-5.752	-4.194	-2.652	-1.142	-17.291	485	2.610	4.770	6.996	7.892

Tabla 109 - Cuenta de Resultados Año 2

Cuenta de Resultados	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
INGRESOS	49.024,60 €	52.029,60 €	55.415,10 €	59.327,11 €	63.955,38 €	69.546,19 €	77.042,39 €	83.410,10 €	89.890,12 €	96.337,42 €	102.623,34 €	108.642,44 €
COSTE DE VENTAS	22.076,45 €	22.076,45 €	22.076,45 €	22.076,45 €	22.076,45 €	22.076,45 €	22.076,45 €	22.076,45 €	22.076,45 €	22.076,45 €	22.076,45 €	22.076,45 €
Departamento de desarrollo	19.747,20 €	19.747,20 €	19.747,20 €	19.747,20 €	19.747,20 €	19.747,20 €	19.747,20 €	19.747,20 €	19.747,20 €	19.747,20 €	19.747,20 €	19.747,20 €
Key Account	2.329,25 €	2.329,25 €	2.329,25 €	2.329,25 €	2.329,25 €	2.329,25 €	2.329,25 €	2.329,25 €	2.329,25 €	2.329,25 €	2.329,25 €	2.329,25 €
MARGEN BRUTO	26.948,15 €	29.953,15 €	33.338,65 €	37.250,66 €	41.878,93 €	47.469,74 €	54.965,94 €	61.333,65 €	67.813,67 €	74.260,97 €	80.546,89 €	86.565,99 €
	55%	58%	60%	63%	65%	68%	71%	74%	75%	77%	78%	80%
TOTAL GASTOS	17.458,97 €	17.414,39 €	17.702,16 €	18.034,68 €	18.428,09 €	18.903,30 €	49.535,71 €	20.076,96 €	20.627,76 €	21.175,78 €	21.710,09 €	23.949,71 €
												0,00
RRHH no de producción	9.310,95 €	9.310,95 €	9.310,95 €	9.310,95 €	9.310,95 €	9.310,95 €	9.310,95 €	9.310,95 €	9.310,95 €	9.310,95 €	9.310,95 €	9.310,95 €
Director general	3.660,25 €	3.660,25 €	3.660,25 €	3.660,25 €	3.660,25 €	3.660,25 €	3.660,25 €	3.660,25 €	3.660,25 €	3.660,25 €	3.660,25 €	3.660,25 €
Director comercial	2.928,20 €	2.928,20 €	2.928,20 €	2.928,20 €	2.928,20 €	2.928,20 €	2.928,20 €	2.928,20 €	2.928,20 €	2.928,20 €	2.928,20 €	2.928,20 €
Director de operaciones	2.722,50 €	2.722,50 €	2.722,50 €	2.722,50 €	2.722,50 €	2.722,50 €	2.722,50 €	2.722,50 €	2.722,50 €	2.722,50 €	2.722,50 €	2.722,50 €
Gastos Generales	8.148,02 €	8.103,44 €	8.391,21 €	8.723,73 €	9.117,14 €	9.592,35 €	40.224,76 €	10.766,01 €	11.316,81 €	11.864,83 €	12.399,14 €	14.638,76 €
Camapañas de marketing	- €	- €	- €	- €	- €	- €	30.000,00 €	- €	- €	- €	- €	- €
Web corporativa	300,00 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Costes variables de marketing	2.310,78 €	2.461,03 €	2.630,30 €	2.825,90 €	3.057,32 €	3.336,86 €	3.708,86 €	4.027,24 €	4.351,24 €	4.673,61 €	4.987,90 €	5.288,86 €
Total marketing	2.610,78 €	2.461,03 €	2.630,30 €	2.825,90 €	3.057,32 €	3.336,86 €	33.708,86 €	4.027,24 €	4.351,24 €	4.673,61 €	4.987,90 €	5.288,86 €

Alquiler oficina	1.331,00 €	1.331,00 €	1.331,00 €	1.331,00 €	1.331,00 €	1.331,00 €	1.331,00 €	1.331,00 €	1.331,00 €	1.331,00 €	1.331,00 €	1.331,00 €
Electricidad	125,97 €	125,97 €	125,97 €	125,97 €	125,97 €	125,97 €	125,97 €	125,97 €	125,97 €	125,97 €	125,97 €	125,97 €
Teléfono e Internet	34,73 €	34,73 €	34,73 €	34,73 €	34,73 €	34,73 €	34,73 €	34,73 €	34,73 €	34,73 €	34,73 €	34,73 €
Total Oficina	1.491,70 €	1.491,70 €	1.491,70 €	1.491,70 €	1.491,70 €	1.491,70 €	1.491,70 €	1.491,70 €	1.491,70 €	1.491,70 €	1.491,70 €	1.491,70 €
Costes de representación	3.345,54 €	3.450,72 €	3.569,21 €	3.706,13 €	3.868,12 €	4.063,80 €	4.324,20 €	4.547,07 €	4.773,87 €	4.999,53 €	5.219,53 €	7.158,20 €
Gestoría	700,00 €	700,00 €	700,00 €	700,00 €	700,00 €	700,00 €	700,00 €	700,00 €	700,00 €	700,00 €	700,00 €	700,00 €
EBITDA	9.489	12.539	15.636	19.216	23.451	28.566	5.430	41.257	47.186	53.085	58.837	62.616
	19%	24%	28%	32%	37%	41%	7%	49%	52%	55%	57%	58%
Resultado financiero												
Amortización inmovilizado	1.372	1.372	1.372	1.372	1.372	1.372	1.372	1.372	1.372	1.372	1.372	1.372
BAI	8.118	11.167	14.265	17.844	22.079	27.195	4.059	39.885	45.814	51.714	57.465	61.245
Acumulado 3 años												
tipo impositivo	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
Impuestos (20%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BENEFICIO neto	8.118	11.167	14.265	17.844	22.079	27.195	4.059	39.885	45.814	51.714	57.465	61.245

Tabla 110 - Cuenta de Resultados Año 3

Cuenta de Resultados	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
INGRESOS	114.315,39 €	119.588,58 €	124.431,63 €	128.833,71 €	132.799,45 €	136.344,88 €	142.283,85 €	145.121,08 €	147.615,46 €	149.799,76 €	151.706,18 €	153.365,45 €
COSTE DE VENTAS	24.284,10 €	24.284,10 €	24.284,10 €	24.284,10 €	24.284,10 €	24.284,10 €	24.284,10 €	24.284,10 €	24.284,10 €	24.284,10 €	24.284,10 €	24.284,10 €
Departamento de desarrollo	21.721,92 €	21.721,92 €	21.721,92 €	21.721,92 €	21.721,92 €	21.721,92 €	21.721,92 €	21.721,92 €	21.721,92 €	21.721,92 €	21.721,92 €	21.721,92 €
Key Account	2.562,18 €	2.562,18 €	2.562,18 €	2.562,18 €	2.562,18 €	2.562,18 €	2.562,18 €	2.562,18 €	2.562,18 €	2.562,18 €	2.562,18 €	2.562,18 €
MARGEN BRUTO	90.031,29 €	95.304,48 €	100.147,53 €	104.549,62 €	108.515,35 €	112.060,79 €	117.999,76 €	120.836,98 €	123.331,36 €	125.515,67 €	127.422,08 €	129.081,35 €
	79%	80%	80%	81%	82%	82%	83%	83%	84%	84%	84%	84%
TOTAL GASTOS	24.575,52 €	24.673,74 €	25.085,40 €	25.459,58 €	25.796,66 €	26.098,03 €	71.597,97 €	26.839,13 €	27.051,15 €	27.236,82 €	27.398,87 €	29.613,50 €
												0,00
RRHH no de producción	10.242,05 €	10.242,05 €	10.242,05 €	10.242,05 €	10.242,05 €	10.242,05 €	10.242,05 €	10.242,05 €	10.242,05 €	10.242,05 €	10.242,05 €	10.242,05 €
Director general	4.026,28 €	4.026,28 €	4.026,28 €	4.026,28 €	4.026,28 €	4.026,28 €	4.026,28 €	4.026,28 €	4.026,28 €	4.026,28 €	4.026,28 €	4.026,28 €
Director comercial	3.221,02 €	3.221,02 €	3.221,02 €	3.221,02 €	3.221,02 €	3.221,02 €	3.221,02 €	3.221,02 €	3.221,02 €	3.221,02 €	3.221,02 €	3.221,02 €
Director de operaciones	2.994,75 €	2.994,75 €	2.994,75 €	2.994,75 €	2.994,75 €	2.994,75 €	2.994,75 €	2.994,75 €	2.994,75 €	2.994,75 €	2.994,75 €	2.994,75 €
Gastos Generales	14.333,47 €	14.431,70 €	14.843,36 €	15.217,53 €	15.554,62 €	15.855,98 €	61.355,92 €	16.597,09 €	16.809,11 €	16.994,78 €	17.156,82 €	19.371,46 €
Camapañas de marketing	- €	- €	- €	- €	- €	- €	45.000,00 €	- €	- €	- €	- €	- €
Web corporativa	350,00 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Costes variables de marketing	5.572,51 €	5.836,17 €	6.078,32 €	6.298,42 €	6.496,71 €	6.673,98 €	6.968,06 €	7.109,93 €	7.234,64 €	7.343,86 €	7.439,18 €	7.522,14 €
Total marketing	5.922,51 €	5.836,17 €	6.078,32 €	6.298,42 €	6.496,71 €	6.673,98 €	51.968,06 €	7.109,93 €	7.234,64 €	7.343,86 €	7.439,18 €	7.522,14 €

Alquiler oficina	1.464,10 €	1.464,10 €	1.464,10 €	1.464,10 €	1.464,10 €	1.464,10 €	1.464,10 €	1.464,10 €	1.464,10 €	1.464,10 €	1.464,10 €	1.464,10 €
Electricidad	136,05 €	136,05 €	136,05 €	136,05 €	136,05 €	136,05 €	136,05 €	136,05 €	136,05 €	136,05 €	136,05 €	136,05 €
Teléfono e Internet	36,47 €	36,47 €	36,47 €	36,47 €	36,47 €	36,47 €	36,47 €	36,47 €	36,47 €	36,47 €	36,47 €	36,47 €
Total Oficina	1.636,61 €	1.636,61 €	1.636,61 €	1.636,61 €	1.636,61 €	1.636,61 €	1.636,61 €	1.636,61 €	1.636,61 €	1.636,61 €	1.636,61 €	1.636,61 €
Costes de representación	5.974,35 €	6.158,92 €	6.328,42 €	6.482,50 €	6.621,30 €	6.745,39 €	6.951,25 €	7.050,55 €	7.137,85 €	7.214,30 €	7.281,03 €	9.412,70 €
Gestoría	800,00 €	800,00 €	800,00 €	800,00 €	800,00 €	800,00 €	800,00 €	800,00 €	800,00 €	800,00 €	800,00 €	800,00 €
EBITDA	65.456	70.631	75.062	79.090	82.719	85.963	46.402	93.998	96.280	98.279	100.023	99.468
	57%	59%	60%	61%	62%	63%	33%	65%	65%	66%	66%	65%
Resultado financiero												
Amortización inmovilizado	1.372	1.372	1.372	1.372	1.372	1.372	1.372	1.372	1.372	1.372	1.372	1.372
BAI	64.084	69.259	73.691	77.718	81.347	84.591	45.030	92.626	94.909	96.907	98.652	98.096
Acumulado 3 años												
tipo impositivo	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
Impuestos (20%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BENEFICIO neto	64.084	69.259	73.691	77.718	81.347	84.591	45.030	92.626	94.909	96.907	98.652	98.096

Tabla 111 - Cuenta de Resultados Año 4

7.3. Anexo III: Introducción y conclusiones en inglés

Como parte del plan de estudios de 2011, se pide contar con una parte del proyecto en inglés. Esta parte consta de la introducción y las conclusiones. Se seguirá con la misma estructura empleada que en el texto original, lo que incluye títulos, imágenes y tablas. Sin embargo estos elementos no serán incluidos en el índice para evitar redundancias.

1. Introduction

1.1. Motivation

I started this project as a collaboration grant with the Applied Artificial Intelligence Group (GIAA) in Colmenarejo Campus of Universidad Carlos III de Madrid. In this department they were willing to carry out projects based on computer vision. The department had several suggestions, some of them focused on investigations while others more focused to develop an application. Since I wanted to carry out a project that brought together both the degrees I've done, I decided for the second option.

My computer engineering tutor, Miguel Ángel Patricio, showed me his interest about working with Raspberry Pi for developing an application of this kind. It looked like a very interesting idea to me, since I've always missed throughout the degree a more hardware-based part and in my field of study (computation) I didn't have the course where Arduinos were used.

Amongst the different ideas that came up, the one that was most appealing to me was the one on which this project is based. A Raspberry Pi capable of automatically recognize number plates and open a garage door when it recognized certain license plates. Besides it seemed like it was the most marketable idea.

Once this was decided, I looked for a tutor who could guide me about the business part of the project. Then I talked to César Moreno Pascual. When I presented this idea to him, he found it interesting, but he took it one step further. He suggested not to limit the scope of the company just to selling this product, but to think bigger in order to create a company based on Internet of Things, with higher aspirations. This sounded like a great idea to me, even if it meant that it would be more difficult, it would become more professional and it would make more sense.

So this way, with the guidance of my both tutors, I started this project that has helped me finish in successfully this period of my life.

1.2. Goals

The goals of this project can be classified into two different aspects: the goals focused on the business field on the one hand and the goals focused on the product on the other hand, which will have a more technical tone.

1.2.1. Company

In this project we aim to build a company based on Internet of Things (IoT). This Company will have innovation as its core. Throughout this document it will be detailed the business plan suggested to fulfill the creation of this company so its chances of success are high.

The company will initially market the automatic license plate recognizer which be discussed in section 4. This will be the first phase of the company, as for the second one will consist of the creation of a hub of Internet of Things, which will allow the communication between different devices of the home.

The main goal of this Project regarding business field is to perform a complete analysis of the company as well as the sector in order to determine if the creation of this company is feasible and carry out a proper planning of its development.

1.2.2. Product

The goals of the project regarding the product are related to the computer engineering degree, concretely about the computation field, since all the product is focused on the computer vision concept.

The first goal is to analyze the capabilities of the Single Board Computer (SBC) Raspberry Pi, regarding image processing. In other words, the goal is to check what this little low-cost computer is capable of, with its limited features, about object and pattern recognition in images and if it's capable of processing images in real time.

The next goal is the setup of Raspberry Pi from operative system to any software and hardware necessary, including the camera for capturing images to process, as well as its drivers and libraries that allow connecting this camera to OpenCV libraries, which will ease the image processing.

The final goal is to develop a product capable of recognizing car license plates in real time in order to open a garage door when recognizing an allowed license plate.

It's also a goal the development of a web application and a smartphone app that allow the management of the authorized license plates, as well as viewing the history of cars that came into the garage.

1.3. Resources

The resources used for the development of this project have been a computer and a Raspberry Pi plus its accessories. All this equipment has been provided by the Applied Artificial Intelligence Group (GIAA). Detailed below are the specifications of both of them:

Computer

Processor	Intel Core 2 Quad Q9300 (2.5 GHz)
RAM	6 GB
Hard Drive	1 TB
Operative System	Windows 7 (64 bits)

Approximated cost: 700€

Raspberry Pi

Model	B
CPU	ARM1176JZF-S (700 MHz)
GPU	Broadcom VideoCore IV (250 MHz)
RAM	512 MB (compartido con GPU)
USB	2 USB 2.0
Ethernet	Sí
Video output	HDMI, RCA
Audio output	3.5mm jack, HDMI
Storage	Tarjeta SD
Dimensions	85.6 x 56 mm

Besides the Raspberry Pi, certain accessories were purchased for its proper work, including next:

- Methacrylate case
- 2x 8GB SD cards with NOOBS software
- Camera
- Camera without IR filter
- HDMI-VGA converter
- WiFi USB adapter

Cost: 126€



1.4. Document structure

This section will explain the different sections and subsections in this document in order to make it easier for the reader to find concrete information throughout the document and the understanding of it.

1.4.1. Introduction

The document of this project consists of seven main sections. The first one is the **introduction**, in which this subsection is located. In the introduction it's explained, without many details, of what consist the project, why it has been chosen, which are the goals to be achieved, what resources has been used to fulfill it and what information this document contains.

1.4.2. State of the art

This section will explain the context of this project, indicating similar products and the technologies that have been used, as well as some other alternatives that were finally discarded.

1.4.3. Company

The next section will be about the business field. The different subsection it contains will describe the different parts of the business plan. It begins with the executive summary that will explain in general what the company is about. The next subsection is the value proposition. This explains why this should be done, what is the contribution of the company to customers and society.

The strategic analysis is an overview to all relevant factors for the company. This includes the context of the company, an internal analysis, etc. With this information we can make important choices about the future of the company, such as who is it aimed at, how to manage it and what are the strengths and weakness of the company.

The marketing plan is the next subsection and it explains how the product will be made to be attractive to potential customers. It will also determine what kind of clients there will be and what will be the approach for each kind.

The operations plan explains how the business process works, the value chain, explaining where our company is situated and its relation to providers and distributors to achieve its goal.

The next subsection is about the people that form the company. It's explained the function of each worker, its situation inside the organigram and how it's expected for the organigram to evolve.

After that, we talk about the legal form and taxation of the company. It will explain what kind of company will be and why has been made that decision.

The economic plan section will talk about the incomes of the company, its costs, the valuation of the company and other relevant economic aspects.

The action plan will establish the proper chronology to achieve the tasks and assure the right development of the company.

1.4.4. Product

The third section contains everything about the product to be developed. This section is more technical, because it's more focused on the computer engineering aspect. It contains six subsections. The first one is about the setup of Raspberry Pi and its camera, and it will explain the necessary steps in order to prepare the device to begin the software development.

Subsection "4.2. License plate recognition" explains in detail the algorithm used for the license plate recognition using Raspberry Pi.

Subsection "4.3. System analysis" will detail the system specifications, compiling all the functionalities of the system. After that, subsection "4.4. System design" will focus on how to solve the problem raised on system analysis, coming into detail about the system architecture and its different components.

Subsection 3.5 will contain the planning and estimated budget of the software project. Finally, subsection 3.6 will have a user manual which will show how to use the software, orientated to final users.

1.4.5. Conclusions and further work

In the conclusions and further work section we will analyze on one hand, whether and to what extent the goals raised in the introduction have been achieved, as well as what I have learned during the fulfillment of this project. We will also analyze how the developed software could be improved or what should be the next steps to take, regarding the product as well as the company.

1.4.6. Bibliography

This section contains the sources that have been consulted when carrying out this project. Each one of them will have an associated number, so when something is mentioned in the text, it will have a bibliographic quote associated than can be found easily.

1.4.7. Annexes

Finally there will be an annexes section which will include relevant information about the project but it isn't included in the own document structure. The annexes that contains are a glossary of acronyms and definitions, a detailed breakdown about the economic data and the English translation of the introduction and conclusions.

5. Conclusions and further work

In this section it will be analyze whether the goals raised at the beginning of the document have been achieved and we will discuss possible improvements or modifications that could be done to the project.

5.1. Conclusions

5.1.1. Company

Regarding the **company**, the goal has been to build a company based on Internet of Things, focused on innovation, projected towards the future. In order to get this, a full environment analysis has been, as well as about the features that the company must have in order to have a future.

After this analysis, we can state that the company may have success, following the business plan designed in this project, which stands on certain key points. There are some **success factors** in this company

One of these is a **good positioning in the value chain**, and this has been a key component in the entire business plan. Our company will not engage in the purchase of raw materials and product manufacture, since this would bring high costs and a huge initial investment, besides some burdens like stock management. We wouldn't engage either in product distribution, since this would require a big investment and enough capillarity to reach all the potential clients. Instead of that, our company is positioned right in between, coordinating both processes. On one side an electronic devices assembly plant will deal with the production and manufacture, while on the other side a security (or telephone) company will deal with the marketing and distribution of the products to the final client, since they actually have a large distribution network and their customers' trust. This way, our main costs will be the ones from the main activity of the company, which is the development and creation of the products, which will bring a high profit.

This takes us to the next success factor, **innovation**. Since we are in a high obsolescence sector, the technology sector, it is important for our company to be capable of maintaining a high level of innovation, intending to release an innovative product every two years approximately. This will keep our providers and distributors from taking us out of the value chain, copying our product, because it will be more profitable, to them as well as to us, for us to work together releasing new products periodically.

However, there is a **weakness** when it comes to build the company. This is a very important factor and it is the possibility of getting a contract with a major security company. The security sector is very concentrated in very few companies, so it is important for us to get a contract with one of them, the bigger the better, since our number of customers will be proportional to

theirs. If we didn't get any contract with any of the major security companies or telephone companies, our company just wouldn't be able to begin with its commercial activity.

Given the **low cost** of our developments and the hardware in which our software will be embedded, our product will be affordable for the general public. Our marketing strategy will be trade marketing. This means that our company will invest resources for marketing, but the security company will be the one responsible for carrying out marketing campaigns and promote the products. This implies that our products will be promoted under the security company trademark, including the prestige and their customers trust in that company. This means that we will get a high number of users for our products. This will also imply that our incomes per product will be low, since the bargaining power will lie on the distribution company. However, given our low costs because of our value chain positioning it won't affect us harshly, since we will still get a high profit.

People are our main resource in our company. Innovation and products come from them, as well as coordination between providers and distribution of the products. Thus it's very important for our company to maintain good working conditions, for them to keep on our company. Given the growth rate that we hope to get in our company, the number of staff will grow proportionally. A sign of this is that the staff number will be more than doubled in less than three years. New incorporations must prove their talent in order to match the profile that our company seeks.

The law form of our company will be a **limited company** so the shareholders responsibility will be limited to the capital provided. There will be a shareholders agreement that will limit the capital increase to keep the minority shareholders shares from diluting. On the other hand, this agreement includes that the decision of selling the company will be decided by simple majority, which means the majority shareholder could decide alone to sell the company.

About the **economic** aspect, given the income model, costs and users number growth forecast, it's estimated that the company will begin to have economic benefits around year three and this will grow at a good rate.

In conclusion, with the fulfillment of expectations about obtaining a contract with a major security company and the designed business plan, it's probable for the company to be successful.

5.1.2. Product

At the beginning of the document, we raised certain goals about the technical part of the project. The first one was to **analyze the capabilities** of Raspberry Pi. Regarding this goal, it has been shown that the features of this SBC have been enough to fulfill the development of this automatic license plate recognizer. However, we have seen the limits of this platform, thus in order to improve its performance it would be an interesting option to use an alternative SBC. Amongst the different SBCs analyzed in the state of the art (section 2.2.1), we found a very promising one, the Odroid. We can say that this device quadruples the Raspberry Pi model B specifications, within an even smaller space, for a reduced cost that doesn't even double the cost of Raspberry Pi, this is 65\$, which is still pretty cheap.

The next goal was the **Raspberry Pi setup**, both software and hardware level. This goal has been successfully achieved, thanks largely to the huge community around Raspberry Pi, which produces a vast and trustworthy amount of documentation, which has allowed us to solve the different problems that we have encountered throughout the project. Besides, the choosing of OpenCV was correct, compared to the analyzed alternatives.

The main goal was the development of a product capable of **automatically recognize license plates**. This goal has also been achieved because a piece of software capable of that functionality has been developed. Although its functionality has only been tested in the lab, it would be interesting to test it in a more adequate environment. In any case, in the next section there are several ideas to improve its functionality.

Other goals were the development of a **web and smartphone application**, which would manage the license plate recognition software, allowing the users to manage the allowed license plate list, as well as viewing the license plate recognition history. Both goals were achieved, leading to the creation of a multi-platform software system consisting of an automatic license plate recognizer Raspberry, a web and a smartphone application which manage its use, a database that stores all relevant information and a web server that inter-communicates all these elements.

5.1.3. General

In **conclusion**, this has been a demanding project, with a quite large scope, which has been fulfilled successfully and from I have learned enormously. I feel proud of myself by having achieved all initial goals and for this project being the end of this educational period which has been this double degree in computer engineering and business administration.

5.2. Further work

In this section we discuss possible improvements for the automatic license plate recognition algorithm as well as for the general software system. We'll start talking about how to improve the algorithm.

5.2.1. Algorithm

The first and most obvious example is to use **larger training datasets** for the algorithms, this meaning the license plate detection as well as the OCR. Regarding the SVM (license plate detection) training dataset I consider that the efficacy would be quite improved if the pictures were taken in **realistic conditions**, that is, from garage doors, with a camera angle similar to the one it would have if the product was used by customers. This would cause the algorithm to be prepared to realistic situations.

It would be convenient getting pictures that weren't part of the training dataset, but reserved for **realistic testing** and thus being able to carry out a methodic and thorough analysis of the results in order to confirm the actual efficacy of the algorithm with relevant numeric data.

Regarding OCR, a good way to improve the result of the algorithm would be to **modify the number of neurons from the hidden layer** in the perceptron. Another possible improvement for the OCR would be to add **previous knowledge** to the algorithm, that is, knowing the license plate structure (four numbers and three letters), we could use this information to narrow the possible classes that a single character could get. This way, if a number is expected, the search is narrowed down to just characters from 0 to 9, disregarding letters.

A change that could mean a substantial improvement of the algorithm would be using an **infrared light** that would light up the license plate in such a way that there would be no difference in intensity or color, regardless of luminosity or atmospheric conditions. Of course the training would be done with this kind of pictures, reducing significantly reducing the amount of noise and improving the result of the algorithm.

Another improvement, although minor, would be to **unify both programs** that are executed simultaneously on the Raspberry Pi: the license plate recognition one and the license plate list updater one, in only one process with two threads, which would improve performance of the program and would avoid the hypothetical case in which both programs would access to the same file simultaneously.

If all improvements were to be implemented, the license plate recognition would work substantially better, significantly reducing the failure rate.

5.2.2. Software system

Next improvements would improve the user experience when interacting with the software system. These improvements include both functionality modifications as new functionalities.

A quite interesting functionality that was suggested but finally not implemented was to take a **picture of the vehicle** when its license plate is being recognized and its access to the garaged is being granted, so this could be part of the history entry, not just the license plate number and the date and hour.

Another useful functionality would be setting **favorite license plates**, which would be identified by an alias, instead of simply the characters of the license plate. This way instead of adding the plate “1519FGP” the user would add “Mom”, which would be much user-friendly.

A functionality that can be also user-friendly is the **temporary authorization of a license plate**. In this way, if a relative is coming home to spend the weekend, the user would simply authorize his plate for two days. So it's not necessary to be deleting authorized license plates which can be a tedious task.

Regarding the authorized license plates, a new option could be added, this being “**Delete all authorized license plates**”. It is not difficult to implement and it can make the deleting task easier if there are a lot of license plates to delete. It would be important to ask for a confirmation before executing this action, in order to avoid being executed by accident.

It would also be convenient to implement **search bars** in the management sections as well as in the history, for example to access an old history entry, instead of having to manually look for it.

In the unfortunate event that the Raspberry Pi would lose internet connection temporarily, it could still work thanks to the local authorized license plates list, but it wouldn't add the entry to the history if it opened the door to a car. In order to avoid this, it could **store locally this unsent history entries** and register them once the internet connection would come back.

Finally, there are two other user focused improvements. These are **adding new languages**, and **improve the general user interface style**.