



UNIVERSIDAD DE BURGOS  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR  
Grado en Ingeniería Informática



**TFG del Grado en Ingeniería  
Informática**

**Desarrollo de una interfaz  
para planta piloto  
Documentación Técnica**



Presentado por Francisco Crespo Diez  
en Universidad de Burgos — 11 de febrero  
de 2019

Tutores: Dr. Daniel Sarabia Ortiz - Dr.  
Alejandro Merino Gómez



---

# Índice general

---

<b>Índice general</b>	<b>I</b>
<b>Índice de figuras</b>	<b>III</b>
<b>Índice de tablas</b>	<b>IV</b>
<b>Apéndice A Plan de Proyecto Software</b>	<b>1</b>
A.1. Introducción . . . . .	1
A.2. Planificación temporal . . . . .	1
A.3. Estudio de viabilidad . . . . .	11
<b>Apéndice B Especificación de Requisitos</b>	<b>15</b>
B.1. Introducción . . . . .	15
B.2. Objetivos generales . . . . .	15
B.3. Catalogo de requisitos . . . . .	15
B.4. Especificación de requisitos . . . . .	15
<b>Apéndice C Especificación de diseño</b>	<b>17</b>
C.1. Introducción . . . . .	17
C.2. Diseño de datos . . . . .	17
C.3. Diseño procedimental . . . . .	17
C.4. Diseño arquitectónico . . . . .	17
<b>Apéndice D Documentación técnica de programación</b>	<b>19</b>
D.1. Introducción . . . . .	19
D.2. Estructura de directorios . . . . .	19
D.3. Manual del programador . . . . .	19

D.4. Compilación, instalación y ejecución del proyecto . . . . .	19
D.5. Pruebas del sistema . . . . .	19
<b>Apéndice E Documentación de usuario</b>	<b>21</b>
E.1. Introducción . . . . .	21
E.2. Requisitos de usuarios . . . . .	21
E.3. Instalación . . . . .	21
E.4. Manual del usuario . . . . .	21
<b>Bibliografía</b>	<b>23</b>

---

## Índice de figuras

---

A.1. <i>Sprint</i> #0. . . . .	3
A.2. <i>Sprint</i> #1. . . . .	4
A.3. <i>Sprint</i> #2. . . . .	5
A.4. <i>Sprint</i> #3. . . . .	6
A.5. <i>Sprint</i> #4. . . . .	7
A.6. <i>Sprint</i> #5. . . . .	7
A.7. <i>Sprint</i> #6. . . . .	8
A.8. <i>Sprint</i> #7. . . . .	9
A.9. <i>Sprint</i> #8. . . . .	9
A.10. <i>Sprint</i> #9. . . . .	10
A.11. Seguimiento de velocidad. . . . .	11

---

## Índice de tablas

---

A.1. Equivalencia entre <i>story points</i> y tiempo. . . . .	2
A.2. Coste de personal. . . . .	11
A.3. Coste de material. . . . .	12
A.4. Coste de <i>software</i> . . . . .	12
A.5. Coste totales. . . . .	12

## Apéndice A

---

# Plan de Proyecto Software

---

### A.1. Introducción

A lo largo de este apéndice se tratará todo aquello relacionado con la planificación del proyecto, considerándose esta un punto clave para cualquier desarrollo de *software*. En esta fase se estima tanto el dinero, como el trabajo y el tiempo que se va a emplear en completar el proyecto a través de un análisis minucioso de los recursos necesarios.

La fase de planificación se encuentra dividida en:

- Planificación temporal.
- Estudio de viabilidad.
  - Viabilidad económica.
  - Viabilidad legal.

### A.2. Planificación temporal

En esta sección se elaborará un programa de tiempos en los que se estima la duración de cada una de las partes del proyecto. Partiendo del establecimiento de una fecha de inicio y una fecha de finalización estimada, a través tanto del peso de cada una de las tareas como de los requisitos necesarios para poder empezar cada una.

Al inicio del proyecto se decidió utilizar *Scrum* como metodología ágil para la gestión del proyecto. Debido a que el equipo formado no contaba

Story points	Estimación temporal
1	30'
2	2h
3	3h
5	5h
8	10h
13	18h
21	26h
40	50h

Tabla A.1: Equivalencia entre *story points* y tiempo.

con más de cuatro personas, no se ha podido seguir a rajatabla, pero sí que se han seguido las líneas generales de esta filosofía:

- Estrategia de desarrollo incremental a través de *sprints* (o iteraciones) y revisiones.
- La duración media de cada *sprint* era de dos semanas.
- Al finalizar cada *sprint* se realizaban reuniones en las que se revisaba el incremento en el proyecto y se planificaba el siguiente *sprint*.
- Tras la planificación del *sprint* se creaban una serie de tareas a realizar, las cuales eran estimadas y priorizadas en un tablero *canvas*.
- La monitorización del progreso del proyecto se llevó a cabo a través de gráficos *burndown*.

Cabe comentar que la estimación se realizó a través de *story points* (incluidos por ZenHub) que tienen una traducción temporal mostrada en la Tabla A.1.

*Sprints* llevados a cabo:

## **Sprint #0 (01/10/2018 - 14/10/2018)**

A lo largo de este *sprint* pre-inicial se realizó una lectura e investigación sobre los diferentes Trabajos de Fin de Grado disponibles y se tuvo la primera toma de contacto con la plantilla L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X que se está utilizando para realizar



esta documentación. Aún no se controlaba bien la asignación de tareas ni la estimación de tiempos, como se puede ver en la Figura A.1 o en enlace a el *sprint #0*.

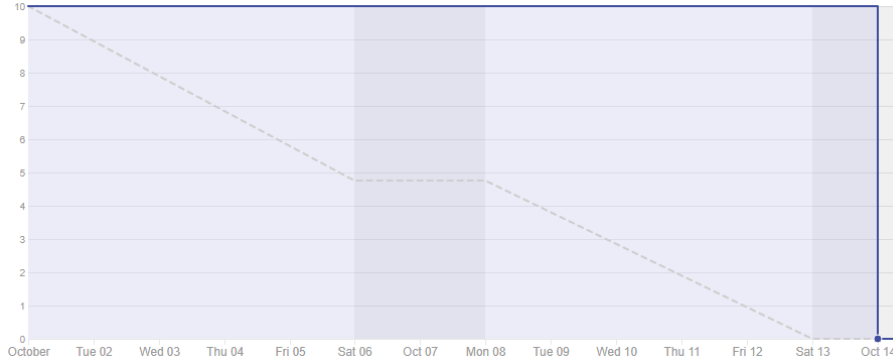
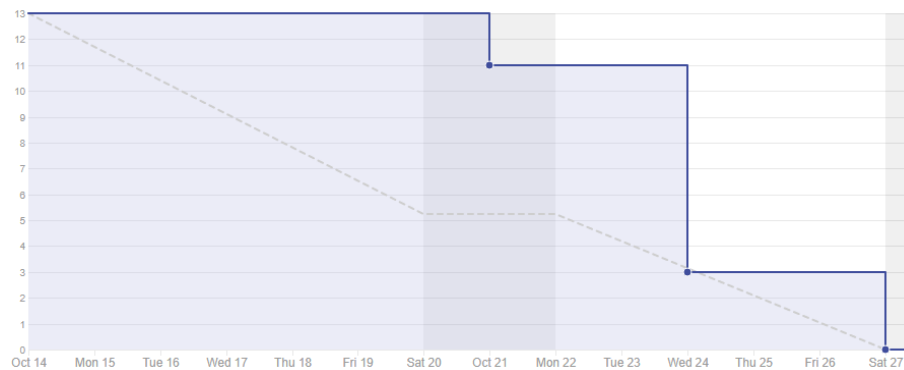


Figura A.1: *Sprint #0*.

### **Sprint #1 (14/10/2018 - 27/10/2018)**

En este *sprint* acontece el primer contacto con los doctores Merino y Sarabia. Se comenzó con una presentación de los materiales que se iban a utilizar en el proyecto, expresando las primeras ideas y conjeturas que cada uno tenía sobre el mismo. También se definieron el tipo de repositorio a utilizar, así como la metodología y el formato de la documentación. Tras la reunión se decidió que la próxima semana se dedicaría a la investigación sobre el lenguaje a utilizar para el desarrollo del proyecto, buscando facilitar la comunicación serie con la placa NXP FRDM K64F. En la Figura A.2 se puede observar el avance sobre el *sprint #1*. A este *sprint* se dedicaron 13 *story points*, lo que se traduciría a 18 horas reales.

Figura A.2: *Sprint #1*.

Debido a las dudas que se presentaban al principio de este proyecto tuvo lugar una segunda reunión en la que se abordaron los siguientes temas:

- Préstamo de la placa FRDM K64F al estudiante.
- Conexión de la placa mediante puerto serie y visualización de los datos a través del programa Termite.
- Explicación del documento “Especificaciones Interfaz planta piloto.docx”.
- Pasos siguientes:
  - Crear una aplicación sencilla que se comuniquen con la placa a través del puerto serie en C++.
  - Definir un formato del archivo de configuración, donde se guardan los valores de las variables que se van a utilizar en la placa. La aplicación no tiene por qué trabajar siempre con las mismas variables, depende de cómo se configure la placa, por lo que deberá permitir introducir las variables que el usuario considere y trabajar con ellas.
- Se decide utilizar Visual Studio 2015 como IDE por mejor usabilidad con C++ y Windows Form.

## Sprint #2 (28/10/2018 - 10/11/2018)

Durante estas dos semanas, y debido a que la elección primera del lenguaje de desarrollo iba a ser C++, se realizaron una serie de tutoriales

sobre dicho lenguaje y sobre su uso en Visual Studio 2017. En la Figura A.3 se puede observar el avance sobre el *sprint #2*. A este *sprint* se dedicaron 82 *story points*, lo que se traduciría a 100 horas reales.

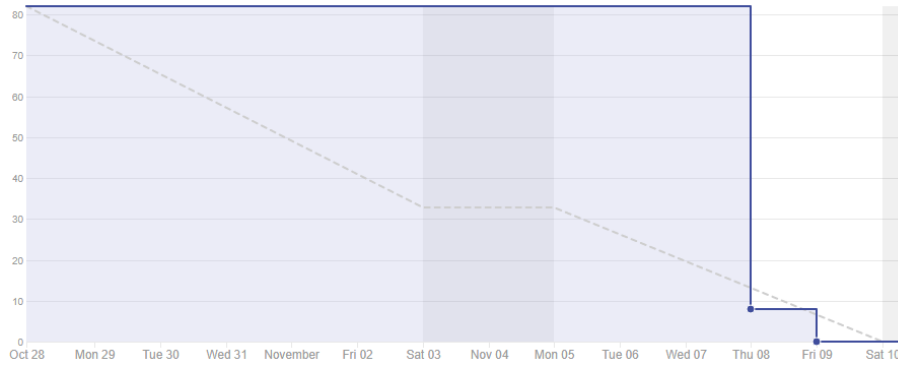


Figura A.3: *Sprint #2*.

Tras realizar varias investigaciones sobre la comunicación serie en otros lenguajes se tomó la decisión de cambiar de C++ a C# en el lenguaje en el que se iba a desarrollar la herramienta, puesto que ofrecía un gran abanico de facilidades y un servidor tiene más experiencia de uso en este segundo lenguaje.

### **Sprint #3 (10/11/2018 - 24/11/2018)**

En este periodo se comenzó a programar de una manera más eficiente, consiguiendo notables avances sobre el código y a su vez, comunicando la aplicación con la placa NXP. A su vez, se diseñó un icono para personalizar la aplicación y el formato en el que las configuraciones que iban a ser cargadas en la aplicación se guardaban en un archivo de texto. En la Figura A.4 se puede observar el avance sobre el *sprint #3*. A este *sprint* se dedicaron 29 *story points*, lo que se traduciría a 36 horas reales.

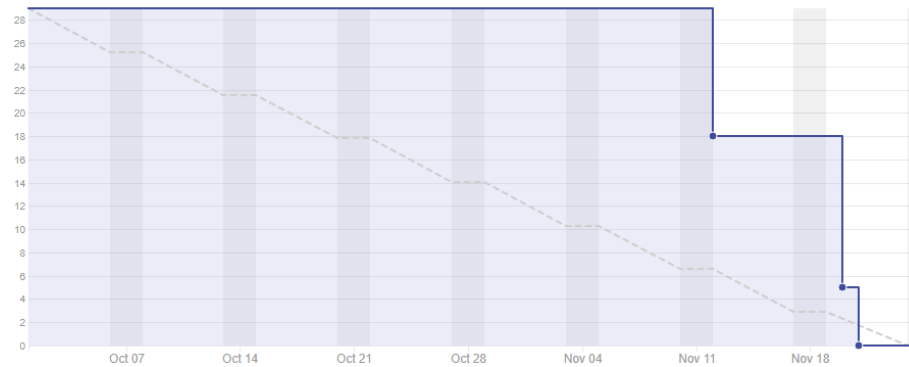


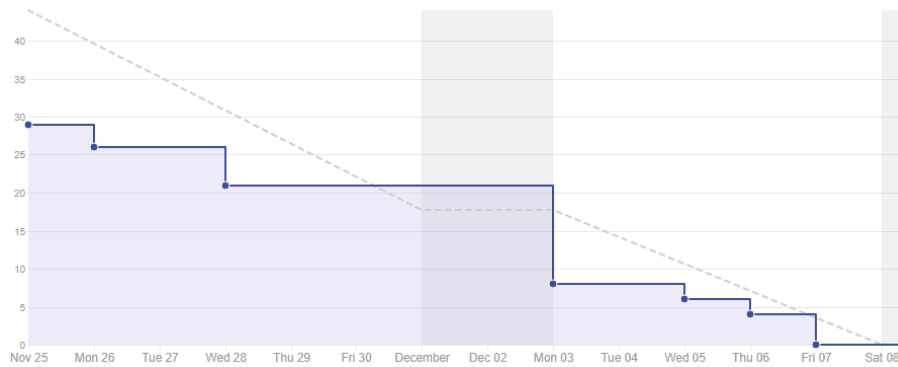
Figura A.4: *Sprint #3*.

Cabe añadir que a partir de este momento se tuvo presente la adición de varios idiomas a la aplicación para dotarla de mayor apertura cultural.

### **Sprint #4 (24/11/2018 - 08/12/2018)**

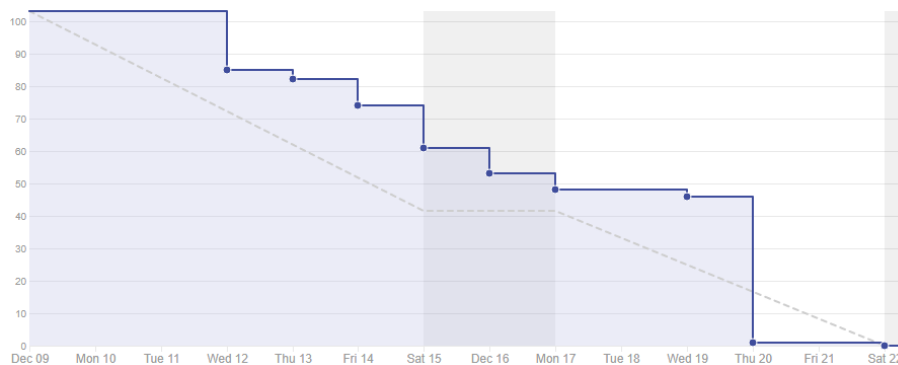
A lo largo de este *sprint* se llevaron acabo diversas mejoras en la interfaz de la aplicación y en el tratamiento de datos recibidos a través del puerto serie. No obstante, se podría definir como la principal mejora la implementación de una base de datos, con su correspondiente investigación previa, y la conexión de la misma a Visual Studio y al proyecto.

El método utilizado para la conexión fue creado a partir de un asistente del IDE mencionado, el cual facilitó esta implementación, pero a su vez creó el mayor quebradero de cabeza que ha aparecido durante todo el desarrollo. En el momento de querer ejecutar la aplicación en otro ordenador, y, debido a haber creado la conexión de manera local en mi equipo, la aplicación no conseguía funcionar correctamente. Este problema continuó hasta el último *sprint*. En la Figura A.5 se puede observar el avance sobre el *sprint #4*. A este *sprint* se dedicaron 44 *story points*, lo que se traduciría a 55 horas reales.

Figura A.5: *Sprint #4*.

### Sprint #5 (08/12/2018 - 22/12/2018)

Durante este *sprint* se mostró a los tutores una primera versión de la interfaz de la aplicación, quienes reportaron una serie de mejoras que fueron añadidas al *sprint* que estamos tratando, como podrían ser el archivo de ayuda en la aplicación, etiquetas faltantes o funcionalidades no tenidas en cuenta (por ejemplo, que el usuario pudiera definir la cantidad de datos mostrados en la gráfica en tiempo real). A lo largo de este periodo se libera la primera *pre-release V0.0* de la aplicación. En la Figura A.6 se puede observar el avance sobre el *sprint #5*. A este *sprint* se dedicaron 103 *story points*, lo que se traduciría a 128 horas reales.

Figura A.6: *Sprint #5*.

### Sprint #6 (22/12/2018 - 05/01/2019)

En este *sprint* se lleva a cabo una reunión en la que se incluye al Dr. López Nozal, quien aporta nuevas ideas para mejorar tanto el código como la gestión de proyecto, como por ejemplo, la inclusión de la herramienta Codacy en el mismo. También se plantea la posibilidad de añadir un archivo de log a la aplicación, haciendo más fácil la detección de errores. En la Figura A.7 se puede observar el avance sobre el *sprint #6*. A este *sprint* se dedicaron 54 *story points*, lo que se traduciría a 68 horas reales.

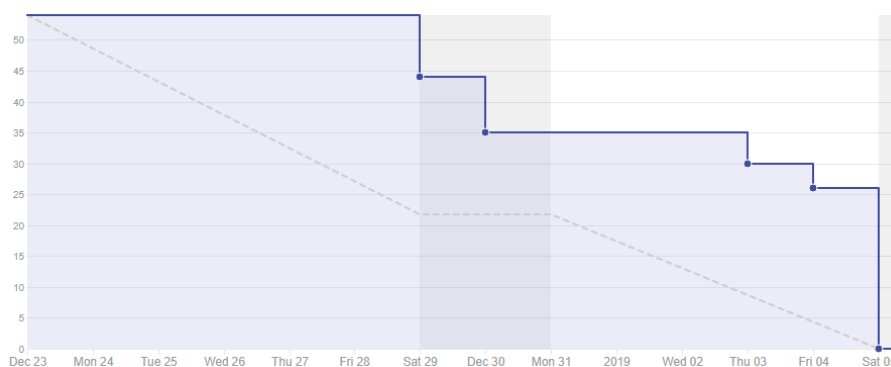
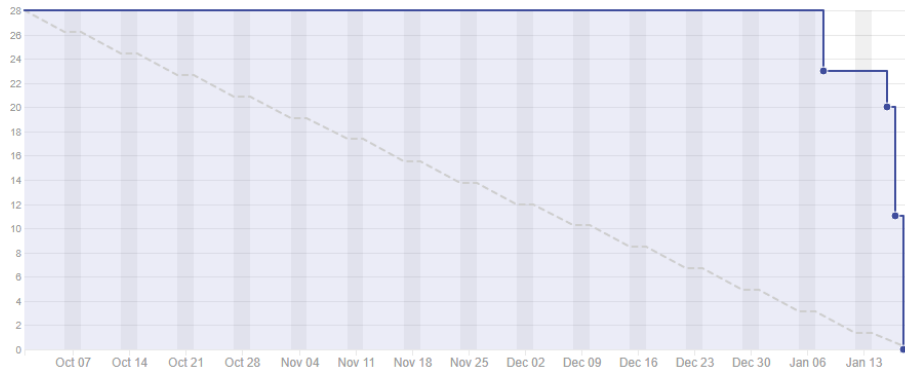


Figura A.7: *Sprint #6*.

En este momento se vaticina cuáles van a ser las funciones que se va a poder cubrir a lo largo de este proyecto y comienzan a barajarse ideas de trabajo futuras.

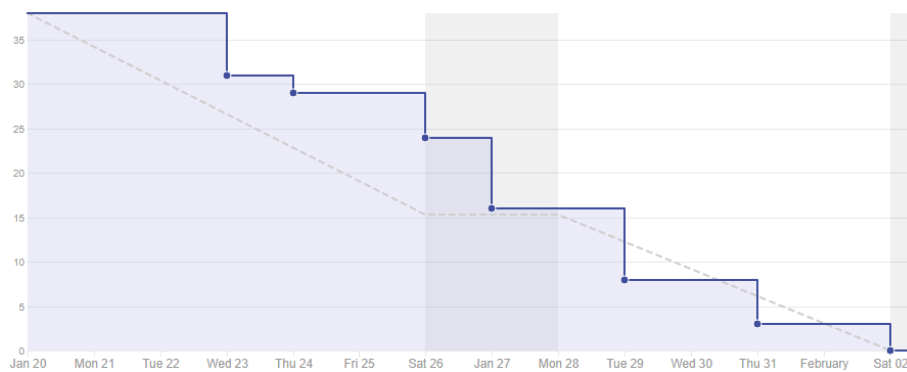
### Sprint #7 (05/01/2019 - 19/01/2019)

A lo largo de este *sprint* y tras reunirme con los tutores y evaluar la *pre-release V0.1* se definen los siguientes pasos a seguir en el proyecto. La mayor parte del tiempo invertido en este *sprint* está dedicado a resolver las puntualizaciones que los tutores comentaron sobre dicha *pre-release*, y que se puede encontrar en el *issue 57*. En la Figura A.8 se puede observar el avance sobre el *sprint #7*. A este *sprint* se dedicaron 28 *story points*, lo que se traduciría a 34 horas reales.

Figura A.8: *Sprint #7*.

### Sprint #8 (19/01/2019 - 02/02/2019)

Durante este *sprint* se trabaja sobre la mejora de pequeños detalles de la aplicación, así como el problema que se comentó en el *sprint #4* sobre los problemas que se encontraban al ejecutar la aplicación en otro ordenador. Tras una ardua investigación se consiguió disipar la duda y solventar dicho error, pudiendo así testear la aplicación sin problema. En consecuencia a esta investigación se liberaron diferentes *releases* en las que se añadió la creación de la base de datos desde código y a partir de las cuales se pudieran hacer pruebas. En la Figura A.9 se puede observar el avance sobre el *sprint #8*. A este *sprint* se dedicaron 38 *story points*, lo que se traduciría a 48 horas reales.

Figura A.9: *Sprint #8*.

## Sprint #9 (02/02/2019 - 14/02/2019)

Este *sprint* se ha dedicado en su totalidad a la documentación del proyecto y a preparar los archivos y ejecutables necesarios para concluir el desarrollo del proyecto. En la Figura A.10 se puede observar el avance sobre el *sprint* #9. A este *sprint* se dedicaron 80 *story points*, lo que se traduciría a 100 horas reales.



Figura A.10: *Sprint* #9.

## Seguimiento de velocidad

Gracias a la herramienta ZenHub se puede obtener un gráfico con el que se informa de la velocidad que se ha tenido en cada *sprint* del proyecto, aportándonos una media de trabajo y una imagen global de nuestros avances, como podemos ver en la Figura A.11.



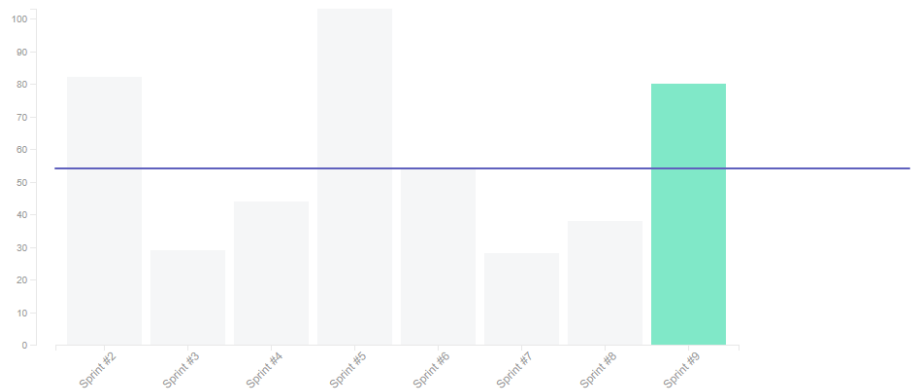


Figura A.11: Seguimiento de velocidad.

A.3. Estudio de viabilidad

Viabilidad económica

En el siguiente apartado se analizarán los costes y beneficios que podría haber supuesto el proyecto en el caso de que se hubiese realizado en un entorno empresarial real.

Coste de personal

El proyecto se lleva a cabo por un desarrollador junior empleado a tiempo parcial (30 horas semanales) durante cuatro meses, ergo se considera el siguiente salario [1]:

Concepto	Coste
Salario neto	1000.00€
Retención IRPF (19 %)	360.53€
Seguridad social (28,30 %)	537.00€
Salario bruto	1897.53€
<b>Total</b>	<b>5692.59€</b>

Tabla A.2: Coste de personal.

**Costes de material**

El material utilizado para el proyecto ha sido un ordenador valorado en 700€, del cual se pondrá el coste amortizado a cuatro años, y una placa NXP FRDM K64F valorada en 50€:

Concepto	Coste (€)
Ordenador	58.33€
NXP FRDM K64F	50.00€
<b>Total</b>	<b>108.33€</b>

Tabla A.3: Coste de material.

**Costes de *software***

El software utilizado para el proyecto, aplicando la amortización por el tiempo usado, ha sido el siguiente:

Concepto	Coste (€)
Microsoft Windows 10 Pro	21.58€
Microsoft Visual Studio 2017	160.00€
Microsoft SQL Server	75.00€
<b>Total</b>	<b>256.58€</b>

Tabla A.4: Coste de *software*.

**Costes totales**

El sumatorio de todos los costes ha sido el siguiente:

Concepto	Coste (€)
Personal	5692.59€
Materiales	108.33€
<i>Software</i>	256.98€
<b>Total</b>	<b>6057.09€</b>

Tabla A.5: Coste totales.

**Beneficios**

Debido a que la finalidad de esta aplicación es la utilización por parte de los alumnos de Grado en Ingeniería Electrónica y Automática de la Universidad de Burgos, no se considera en ningún momento obtener beneficio alguno, siempre y cuando la institución no quiera otorgar cierta cuantía por los servicios prestado, en cuyo caso se aceptarán gustosos.

**Viabilidad legal**

En este apartado se realiza un estudio sobre las leyes vigentes que puedan afectar al proyecto desarrollado y cómo se solucionarán los posibles problemas que surjan.

Gracias a haber desarrollado toda la aplicación con software de Microsoft, del cual ya se han pagado las licencias pertinentes, no es necesario atender a la utilización de más licencias de terceros.

Añadiendo a lo anterior, cabe mencionar que al tratarse de una aplicación con finalidad no comercial, las restricciones sobre el software creado son mucho menores.



## *Apéndice B*

---

# **Especificación de Requisitos**

---

- B.1. Introducción
- B.2. Objetivos generales
- B.3. Catalogo de requisitos
- B.4. Especificación de requisitos



## *Apéndice C*

---

# **Especificación de diseño**

---

- C.1. Introducción
- C.2. Diseño de datos
- C.3. Diseño procedimental
- C.4. Diseño arquitectónico





## *Apéndice D*

---

# **Documentación técnica de programación**

---

- D.1. Introducción
- D.2. Estructura de directorios
- D.3. Manual del programador
- D.4. Compilación, instalación y ejecución  
del proyecto
- D.5. Pruebas del sistema



## *Apéndice E*

---

# **Documentación de usuario**

---

- E.1. Introducción
- E.2. Requisitos de usuarios
- E.3. Instalación
- E.4. Manual del usuario



---

## Bibliografía

---

- [1] Migraciones y Seguridad Social Ministerio de Trabajo. Bases y tipos de cotización 2019, 2019. [Internet; descargado 11-febrero-2019].