



UNIVERSIDAD DE BURGOS
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
Grado en Ingeniería Informática



**TFG del Grado en Ingeniería
Informática**

SmartBeds

**Aplicación de técnicas de
minería de datos para la
detección de crisis epilépticas**



Presentado por José Luis Garrido Labrador
en Universidad de Burgos – 13 de abril
de 2019

Tutores: Dr. Álgvar Arnáiz González
y Dr. José Francisco Díez Pastor

Índice general

Índice general	I
Índice de figuras	III
Índice de tablas	IV
Apéndice A Plan de Proyecto Software	1
A.1. Introducción	1
A.2. Planificación temporal	1
A.3. Estudio de viabilidad	4
Apéndice B Especificación de Requisitos	5
B.1. Introducción	5
B.2. Objetivos generales	5
B.3. Catalogo de requisitos	5
B.4. Especificación de requisitos	7
Apéndice C Especificación de diseño	17
C.1. Introducción	17
C.2. Diseño de datos	17
C.3. Diseño procedimental	18
C.4. Diseño arquitectónico	18
C.5. Diseño de interfaces	18
Apéndice D Documentación técnica de programación	21
D.1. Introducción	21
D.2. Estructura de directorios	21

D.3. Manual del programador	21
D.4. Compilación, instalación y ejecución del proyecto	24
D.5. Pruebas del sistema	24
Apéndice E Documentación de usuario	25
E.1. Introducción	25
E.2. Requisitos de usuarios	25
E.3. Instalación	25
E.4. Manual del usuario	25
Bibliografía	27

Índice de figuras

B.1. Diagramas de casos de uso	8
B.2. Diagramas de casos de uso	9
C.1. Diagrama entidad-relación	17
C.2. Diagrama relacional	18
C.3. Prototipo para escritorio	19
C.4. Prototipo para móvil	20

Índice de tablas

B.1. Caso de uso 1: Loguear	7
B.2. Caso de uso 2: Visualizar de datos	8
B.3. Caso de uso 2.1: Elegir cama	9
B.4. Caso de uso 2.2: Ver datos en tiempo real	10
B.5. Caso de uso 3: Administrar de usuarios	10
B.6. Caso de uso 3.1: Añadir usuarios	11
B.7. Caso de uso 3.2: Modificar contraseña	12
B.8. Caso de uso 3.3: Borrar usuario	12
B.9. Caso de uso 4: Administrar de camas	13
B.10.Caso de uso 4.1: Añadir cama	14
B.11.Caso de uso 4.2: Modificar cama	15
B.12.Caso de uso 4.3: Borrar cama	15
B.13.Caso de uso 4.4: Asignar cama a usuario	16
D.1. Especificaciones del API	24

Apéndice A

Plan de Proyecto Software

A.1. Introducción

A.2. Planificación temporal

El proyecto se desarrolló siguiendo una metodología ágil, ligeramente basada en *Scrum*. Se dividió el progreso en *Sprints*, cada uno con una serie de tareas y su estimación en esfuerzo. Esta estimación o peso, se ha evaluado según la dificultad que se preveía tener, no como una medida horaria, esto es debido que algunas tareas simples tardan más en desarrollarse por la necesidad de la ejecución automática mientras que otras que requirieron mucho más trabajo se ejecutaron mucho antes.

A continuación se mostrarán las listas de las tareas realizadas con los enlaces a las *issues* del repositorio *GitHub*. Los *Sprints* fueron:

Sprint 1 - 10/11/18 hasta 20/11/18

En este primer *Sprint* solamente hubo dos tareas:

1. **Hacer exploración bibliográfica**
2. **Configurar repositorio de Git**

Sprint 2 - 21/11/18 hasta 05/12/18

Se desarrollaron 4 tareas, todas de investigación, por lo que no hay *commits* asociados, para esto las tareas fueron:

3. Lectura de "Automated Epileptic Seizure Detection Methods: A Review Study"
4. Exploración Bibliográfica - Orientado a caídas
5. Lectura del primer tema de "Minería de Datos"
6. Configurar VPN en Archlinux

Sprint 3 - 06/12/18 hasta 21/12/18

En este *sprint* se comenzó la documentación migrando las plantillas al repositorio y continuó la investigación a un área más técnica, las tareas fueron:

7. Iniciar documentación
8. Tabla de extracción de características
9. Búsqueda de librerías con funciones sofisticadas

Sprint 4 - 22/12/18 hasta 08/01/2019

Este *sprint* fue del aprendizaje de técnicas de minería de datos aplicada. Las tareas realizadas fueron:

10. Instalacion de entorno python
11. Graficar datos mediante PCA
12. Aprender el uso de librerías

Sprint 5 - 09/01/2019 hasta 17/01/2019

En este *sprint* el objetivo fue probar distintas lineas de investigación para ver las características intrínsecas a los datos.

13. Configurar acceso a gamma
14. Leer apuntes de Minería de Datos
15. Filtrado y suavizado de datos
16. Probar otras formas de proyección

Sprint 6 - 18/01/2019 hasta 24/01/2019

Tras descartar algunas proyecciones se exploraron las más prometedoras y se probaron nuevos filtros y detección de anomalías. Las tareas fueron por consiguiente:

17. Mejor preprocesamiento
18. Dibujado alrededor de las crisis
19. Probar formas de filtrado
20. Estudiar puntos clave de las proyecciones
21. Probar detección de anomalías por one-class

Sprint 7 - 25/01/2019 hasta 07/02/2019

Este *sprint* tuvo una duración mayor debido a que durante el periodo señalado se realizó un curso en la universidad donde se estudiaron las series temporales. Por este motivo el servidor donde se han estado realizando las ejecuciones no estaba disponible retrasando la ejecución de los experimentos.

Las tareas se centraron en comprobar las proyecciones más interesantes con datos estadísticos además de profundizar en *One-Class* o detección de anomalías. Las tareas realizadas fueron:

22. Proyección LTSA con valores estadísticos
23. Documentar Sprints del 1 al 6
24. Documentar investigación con Alicia
25. One Class - Mejorar la investigación de este apartado
26. Transformers
27. Trasladar códigos a transformers

***Sprint* 8 - 8/02/2019 hasta 14/2/2019**

Este *sprint* fue dedicado a seguir desarrollando el estudio de One-Class cuyos resultados se pueden ver en el apéndice *Cuaderno de Investigación*. Las tareas fueron:

28. Particionar los datos
29. Estudiar one-class¹
30. One-Class con crisis
31. One-Class sin crisis
32. Preprocesado básico para one-class
 - a) Bruto
 - b) Filtrado *Butter* de 3 y 0.05
 - c) Filtrado *SavGol* de tamaño 15
 - d) Concatenación de estadísticos en ventana 25 sobre bruto
 - e) Concatenación de estadísticos con ventana 25 sobre *Butter* de 3 y 0.05
 - f) Concatenación de estadísticos con ventana 25 sobre *SavGol* de tamaño 15
33. Testear clasificadores con otras crisis

Las tareas de la 30 a la 33 se incluyeron en la tarea épica 29 aunque esta tuvo tareas del siguiente *sprint*

A.3. Estudio de viabilidad**Viabilidad económica****Viabilidad legal**

¹Tarea épica

Apéndice *B*

Especificación de Requisitos

B.1. Introducción

B.2. Objetivos generales

B.3. Catalogo de requisitos

En esta sección se presentan los requisitos funcionales y los no funcionales

Requisitos funcionales

- **RF-1 Confidencialidad del sistema:** solamente usuarios permitidos podrán acceder al sistema.
 - **RF-1.1 Identificación de usuario:** los usuarios se identificarán con un *nickname* y una contraseña
 - **RF-1.2 Rol de administración:** existirá un usuario especial que podrá administrar el sistema completamente sin restricciones.
 - **RF-1.3 Visualización de una cama:** los usuarios validados deben poder observar los datos en tiempo real de las camas disponibles.
 - **RF-1.4 Restricción de acceso:** los usuarios solamente podrán tener acceso a los datos de las camas permitidas.
 - **RF-1.5 Acceso completo al administrador:** el administrador debe poder acceder a todas las camas existentes.
- **RF-2 Gestión de las camas:** el administrador ha de gestionar las camas pudiendo añadir, modificar y borrar.

- **RF-2.1 Añadir cama:** el administrador ha de poder añadir una nueva cama al sistema.
- **RF-2.2 Modificar cama:** el administrador ha de poder modificar los datos una cama existente.
- **RF-2.3 Borrar cama:** el administrador ha de poder borrar una cama del sistema.
- **RF-2.4 Asignar camas a usuarios:** el administrador se encarga de decidir que usuario puede acceder a que cama.
- **RF-3 Gestión de los usuarios:** el administrador ha de gestionar los usuarios pudiendo añadir, modificar y borrar.
 - **RF-3.1 Añadir usuario:** el administrador ha de poder añadir un nuevo usuario al sistema.
 - **RF-3.2 Modificar usuario:** el administrador ha de poder modificar los datos un usuario existente.
 - **RF-3.3 Borrar usuario:** el administrador ha de poder borrar un usuario del sistema.
- **RF-4 Visualización de los datos:** los usuarios han de poder ver de las camas disponibles el estado actual del paciente, sus constantes vitales y las presiones.

Requisitos no funcionales

- **RNF-1 Usabilidad:** la aplicación debe cumplir estándares de usabilidad teniendo una curva de aprendizaje baja y un uso de metáforas adecuado.
- **RNF-2 Disponibilidad:** las camas existentes han de ser siempre accesibles por sus usuarios asociados y dar una información correcta de su estado
- **RNF-3 Confidencialidad:** los datos de las camas, al ser en parte constantes vitales de pacientes, solamente han de ser accesibles por los usuarios permitidos.
- **RNF-4 Escalabilidad:** el sistema debe ser escalable para adaptarse mejor a un incremento de carga del sistema.
- **RNF-5 Seguridad:** los usuarios deben poder identificarse sólidamente con el sistema sin que sus datos o sus credenciales (*tokens*) sean accesibles por terceros, incluso el administrador.
- **RNF-6 Exstensibilidad:** la API del sistema debe ser fácilmente extensible a nuevas funcionalidades incorporando de manera eficaz soporte a nuevas peticiones.

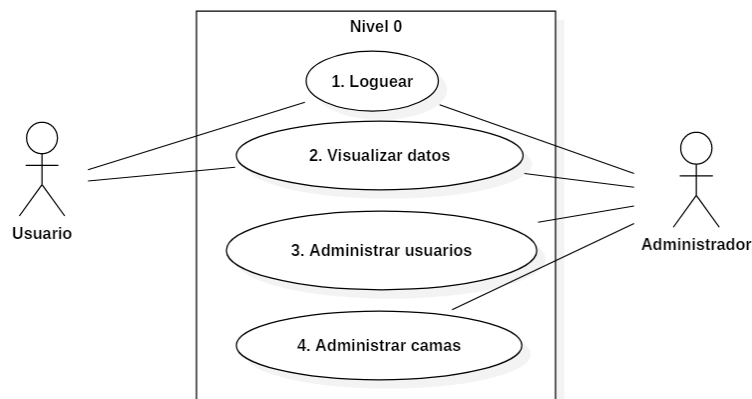
- **RNF-7 Persistencia:** los servicios de procesamiento de las camas activas deben mantenerse funcionando aunque no existan clientes activos para evitar retrasos muy altos ante nuevas conexiones.
- **RNF-8 Fiabilidad:** los datos de la aplicación son correctos y actuales además de garantizar una predicción óptima del estado del paciente.

B.4. Especificación de requisitos

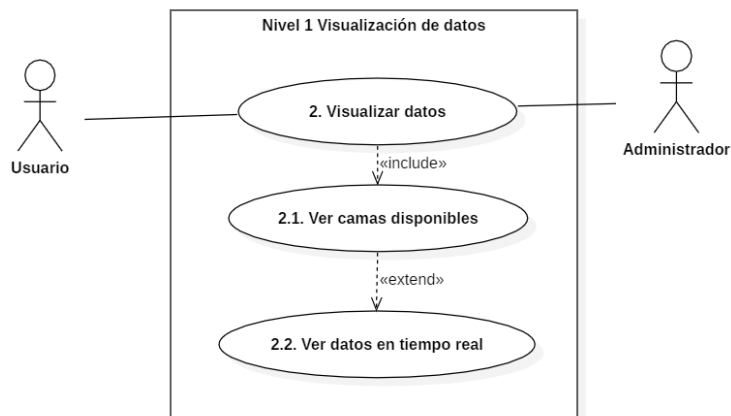
Los requisitos funcionales generan un conjunto de casos de uso que serán la base del desarrollo de la aplicación. La especificación de los mismos se encuentran entre la tabla B.1 y la tabla B.13. La representación gráfica se puede ver en los diagramas de las figuras B.1 y B.2. Existen dos actores, el **administrador** que se encarga de toda la labor de gestión tanto de usuarios como de camas y el **usuario** que únicamente puede gestionarse a si mismo y ver los datos de las camas que tenga permitidas.

CU-1: Loguear		
Descripción	El usuario se identifica en el sistema	
Precondiciones	No existe una sesión activa válida	
Requisitos	RF-1, RF-1.1	
Usuario	Anónimo	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	El cliente envía sus credenciales al servidor
	2	El servidor acepta las credenciales devolviendo el token de sesión
Postcondiciones	El usuario tiene una sesión activa válida	
Excepciones	Paso	Acción
	2	Si las credenciales son incorrectas el servidor responde con error
Frecuencia	Alta	
Importancia	Crítico	
Comentarios	Es siempre lo primero que aparecerá	

Tabla B.1: Caso de uso 1: Loguear



(a) Diagrama casos de uso - Nivel 0

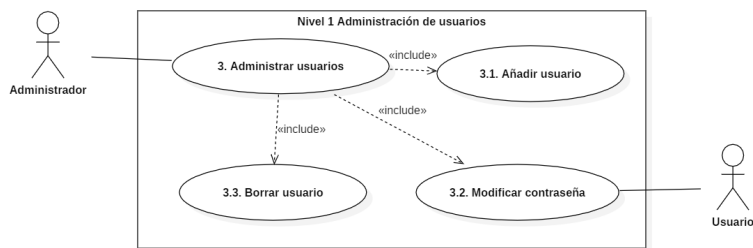


(b) Diagrama CU-2 - Nivel 1

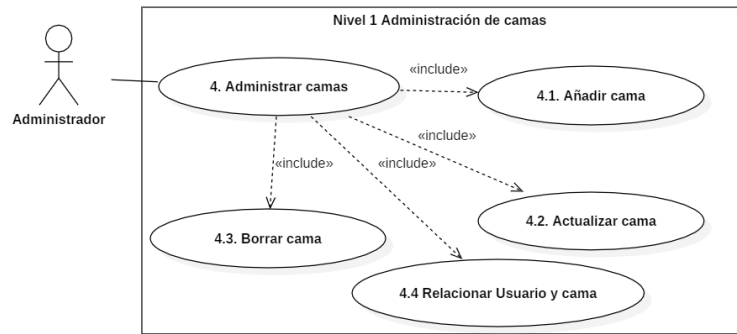
Figura B.1: Diagramas de casos de uso

CU-2: Visualizar de datos	
Descripción	Ver lista de las camas disponibles
Precondiciones	Sesión activa válida
Requisitos	RF-1.3, RF-1.4
Usuario	Administrador y Usuario
Secuencia normal	Paso Acción
	1 El cliente solicita ver las camas disponibles
Postcondiciones	El cliente está en la pantalla de camas disponibles
Frecuencia	Alta
Importancia	Alta

Tabla B.2: Caso de uso 2: Visualizar de datos



(a) Diagrama CU-3 - Nivel 1



(b) Diagrama CU-4 - Nivel 1

Figura B.2: Diagramas de casos de uso

CU-2.1: Elegir cama		
Descripción	Elegir cama	
Precondiciones	Sesión activa válida	
Requisitos	RF-1.3, RF-1.4, RF-4	
Usuario	Logueado	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	El cliente solicita ver las camas disponibles
	2	El servidor abre conexiones paralelas para actualizar en tiempo real el estado de las camas
	3	El cliente decide que cama ver
Postcondiciones	El cliente entra en la ventana de los datos en tiempo real	
Frecuencia	Alta	
Importancia	Alta	

Tabla B.3: Caso de uso 2.1: Elegir cama

CU-2.2: Ver datos en tiempo real		
Descripción	Ver datos en tiempo real	
Precondiciones	Sesión activa válida y cama existente y accesible	
Requisitos	RF-1.3, RF-1.4, RF-4	
Usuario	Administrador y usuario	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	El cliente solicita una nueva conexión
	2	El servidor provee una conexión en tiempo real con los datos
Postcondiciones	El usuario tiene una conexión paralela abierta con los datos en tiempo real	
Excepciones	Paso	Acción
	2	Si un paquete faltase o la señal fuera débil se alertaría al usuario
Frecuencia	Alta	
Importancia	Máxima	

Tabla B.4: Caso de uso 2.2: Ver datos en tiempo real

CU-3: Administrar de usuarios		
Descripción	Administración de usuario: alta, baja y modificación	
Precondiciones	Sesión de administrador válida	
Requisitos	RF-3	
Usuario	Administrador	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	El administrador entra en el menú de administración de usuarios
Postcondiciones	El administrador está en el menú de administración de usuarios	
Frecuencia	Baja	
Importancia	Alta	

Tabla B.5: Caso de uso 3: Administrar de usuarios

CU-3.1: Añadir usuarios		
Descripción	Añadir usuarios	
Precondiciones	Sesión de administración activa	
Requisitos	RF-3.1	
Usuario	Administrador	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	El administrador elige añadir un nuevo usuario
	2	Se introduce un nombre de usuario para identificarlo
	3	Se introduce una contraseña dos veces
	4	Se almacenan los datos
Postcondiciones	Existe un nuevo usuario en el sistema	
Excepciones	Paso	Acción
	2	Si el nickname existiese
	3	La contraseña añadida no coincide en las dos ocasiones
Frecuencia	Baja	
Importancia	Alta	

Tabla B.6: Caso de uso 3.1: Añadir usuarios

CU-3.2: Modificar contraseña		
Descripción	Cambiar la contraseña de un usuario	
Precondiciones	Sesión activa válida, usuario existente	
Requisitos	RF-3.2	
Usuario	Administrador y Usuario	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	Si es usuario normal ir a 3
	2	Si es administrador elegir a que usuario cambiar la contraseña
	3	Se introduce una contraseña nueva dos veces
	4	Se actualizan los datos
Postcondiciones	La contraseña ha cambiado	
Excepciones	Paso	Acción
	3	La contraseña añadida no coincide en las dos ocasiones
Frecuencia	Baja	
Importancia	Alta	

Tabla B.7: Caso de uso 3.2: Modificar contraseña

CU-3.3: Borrar usuario		
Descripción	Elimina un usuario de la base de datos	
Precondiciones	Sesión de administración válida, usuario existente	
Requisitos	RF-3.3	
Usuario	Administrador	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	Elegir a que usuario (no administrador) eliminar
	2	Eliminar usuario y todos los datos vinculados
Postcondiciones	El usuario ha sido eliminado	
Frecuencia	Baja	
Importancia	Media	

Tabla B.8: Caso de uso 3.3: Borrar usuario

CU-4: Administrar de camas		
Descripción	Administración de camas: alta, baja, modificación y asignación a usuarios	
Precondiciones	Sesión de administración válida	
Requisitos	RF-2	
Usuario	Administrador	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	El administrador entra en el menú de administración de camas
Postcondiciones	El administrador está en el menú de administración de camas	
Frecuencia	Baja	
Importancia	Media	

Tabla B.9: Caso de uso 4: Administrar de camas

CU-4.1: Añadir cama		
Descripción	Añadir cama	
Precondiciones	Sesión de administración válida	
Requisitos	RF-2.1	
Usuario	Administrador	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	El administrador elige añadir una nueva cama
	2	Se introduce el grupo multicast de la cama (IP y Puerto)
	3	Se introduce el nombre identificador
	4	Se almacenan los datos
Postcondiciones	Existe una nueva cama en el sistema	
Excepciones	Paso	Acción
	2	El grupo multicast pertenece a otra cama
	3	El nombre identificativo existe para otra cama
Frecuencia	Media	
Importancia	Crítica	
Comentarios	El grupo multicast se configura en la cama y el administrador solamente de conocerlo, no configurar la cama física	

Tabla B.10: Caso de uso 4.1: Añadir cama

CU-2.2: Modificar cama		
Descripción	Modificar los datos de la cama	
Precondiciones	Sesión de administración válida, cama existente	
Requisitos	RF-2.2	
Usuario	Administrador	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	Se elige que cama modificar
	2	Se actualizan los datos a conveniencia del administrador según CU-4.1
	4	Se actualizan los datos
Postcondiciones	Los datos de la cama se modifican	
Excepciones	Paso	Acción
	2	Mismas excepciones que en 4.1
Frecuencia	Baja	
Importancia	Alta	

Tabla B.11: Caso de uso 4.2: Modificar cama

CU-4.3: Borrar cama		
Descripción	Elimina una cama de la base de datos	
Precondiciones	Sesión de administrador válida, cama existente	
Requisitos	RF-2.3	
Usuario	Administrador	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	Elegir a que cama eliminar
	2	Eliminar cama y todos los datos vinculados
Postcondiciones	La cama ya no está en la base de datos	
Frecuencia	Baja	
Importancia	Media	

Tabla B.12: Caso de uso 4.3: Borrar cama

CU-4.4: Asignar cama a usuario		
Descripción	Permite a un usuario ver los datos de una cama o quitar ese permiso	
Precondiciones	Sesión de administración válida, cama y usuario existentes	
Requisitos	RF-2.4	
Usuario	Administrador	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	Elegir cama
	2	Elegir usuario
	3	Si la relación existe se puede eliminar el permiso
	3	Si la relación no existe se puede crear el permiso
Postcondiciones	El usuario tiene acceso a la cama, o pierde el mismo	
Frecuencia	Media	
Importancia	Crítica	

Tabla B.13: Caso de uso 4.4: Asignar cama a usuario

Apéndice C

Especificación de diseño

C.1. Introducción

C.2. Diseño de datos

De los requisitos y casos de usos se deduce el diseño de los datos. Para poder cumplir correctamente con las necesidades del cliente se introducen dos entidades, los **usuario** y las **camas** en la que cada uno almacena la información relevante propia. A su vez se relacionan en el sistema de permisos de que persona puede ver que cama. El diagrama Entidad-Relación se puede observar en la figura [C.1](#)

De este diagrama generamos el diagrama relacional (figura [C.2](#)) en el que se especifican las tablas que se usarán en el producto final.

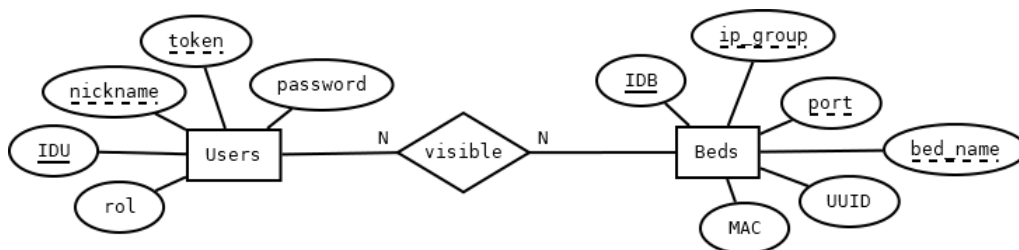


Figura C.1: Diagrama entidad-relación

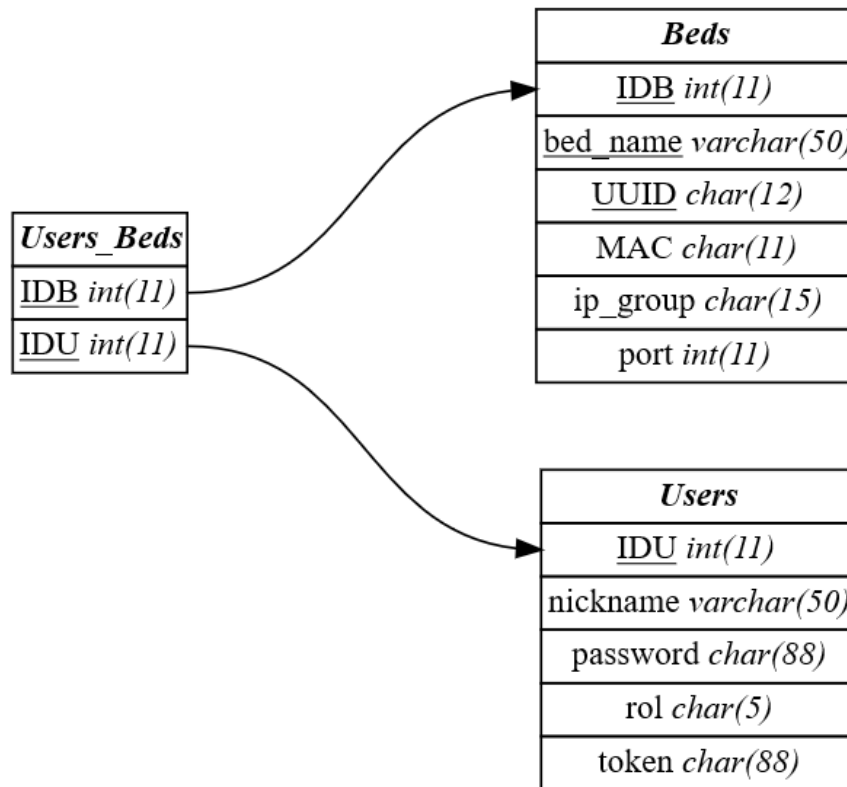


Figura C.2: Diagrama relacional

C.3. Diseño procedimental

C.4. Diseño arquitectónico

C.5. Diseño de interfaces

Las interfaces se han diseñado teniendo en cuenta la usabilidad de la misma así como un diseño simple que permitiese que fuese más intuitiva con una curva de aprendizaje leve. Se ha tenido en cuenta también que la interfaz sea adaptable a multitud de pantallas teniendo en cuenta que, al ser una aplicación web, el uso de la misma puede ser en multitud de dispositivos diferentes.

Los primeros prototipos fueron realizados sobre el caso de uso especificado en la tabla B.4, tanto para escritorio (imagen C.3) como para móvil (imagen C.4).

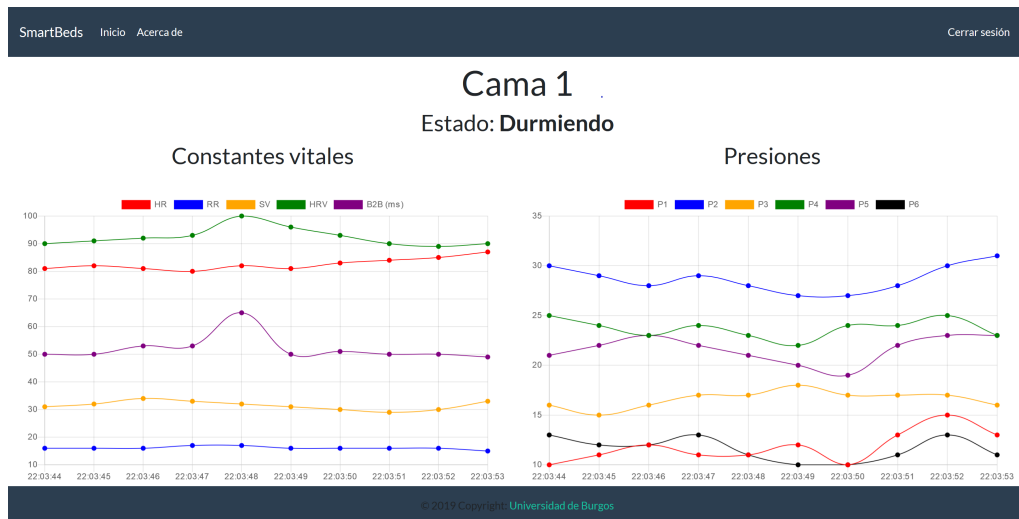


Figura C.3: Prototipo para escritorio

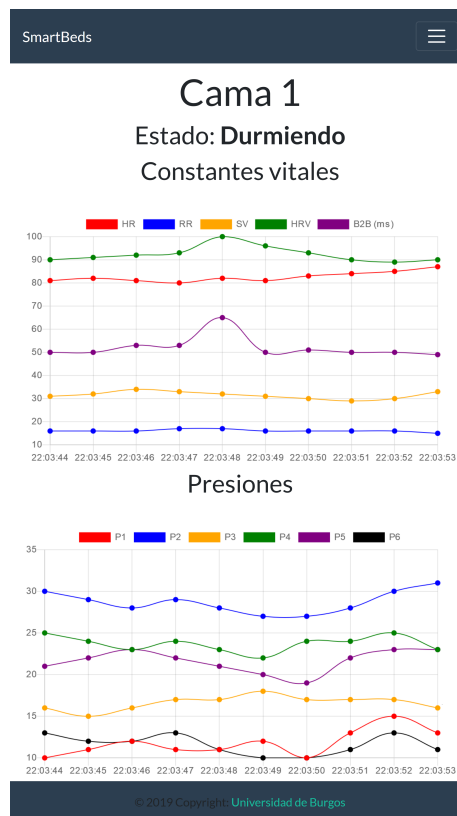


Figura C.4: Prototipo para móvil

Apéndice *D*

Documentación técnica de programación

D.1. Introducción

D.2. Estructura de directorios

D.3. Manual del programador

API

Para proveer los servicios de esta aplicación a nuevos entornos se incorpora una API para utilizar los diferentes servicios del sistema especificados en los Casos de Uso [B.4](#).

El funcionamiento general de la API serán peticiones **POST** ante rutas específicas con los datos requeridos para cada petición. Y según sea el caso el servidor contestará con un fichero **JSON** con la respuesta adecuada.

Todas las respuestas del servidor contendrán los siguientes campos

```
1 {  
2   "status": 200|400|401|403|404|500,  
3   "message": "OK"|"Error description"  
4 }
```

El valor de **status** tendrá un valor según los códigos HTTP definidos en el RFC 7231 y el mensaje será una explicación detallada del error producido.

~~22~~ APÉNDICE D. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE PROGRAMACIÓN

Las distintas peticiones se especifican en la tabla [D.1](#)

CU	URI	Petición	Respuesta
CU-1	/api/auth	<pre>{ "user": text, "pass": text }</pre>	<pre>{ ..., "token": text }</pre>
CU-2.1 CU-4	/api/beds	<pre>{ "token": text }</pre>	<pre>{ ..., "beds": [text, ...,text] }</pre>
CU-2.2	/api/bed	<pre>{ "token": text, "bedname": text }</pre>	<pre>{ ..., "namespace": text }</pre>
CU-2.2	/ (WebSocket)	<pre>{ "token": text, "namespace": text }</pre>	<pre>{ "state": number, "instance": datetime "vital": [HR,RR, ...,B2B], "pressure": [P1, P2,...,P6] }</pre>
CU-3	/api/users	<pre>{ "token": text }</pre>	<pre>{ ..., "users": [text, ...,text] }</pre>
CU-3.1	/api/user/add	<pre>{ "token": text, "username": text, "password": text, "password-re": text }</pre>	<pre>{ ... }</pre>

continúa en la página siguiente

continúa desde la página anterior

CU	URI	Petición	Respuesta
CU-3.2	/api/user/mod	<pre>{ "token": text, "username": text, "password": text, "password-re": text, ["password-old": text] }</pre>	<pre>{ ... }</pre>
CU-3.3	/api/user/del	<pre>{ "token": text, "username": text }</pre>	<pre>{ ... }</pre>
CU-4.1	/api/bed/add	<pre>{ "token": text, "bed_name": text, "ip": text, "port": text, "MAC": text, "UUID": text }</pre>	<pre>{ ... }</pre>
CU-4.2	/api/bed/mod	<pre>{ "token": text, "bed_name": text, "ip": text, "port": text, "MAC": text, "UUID": text }</pre>	<pre>{ ... }</pre>

continúa en la página siguiente

APÉNDICE D. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE PROGRAMACIÓN

continúa desde la página anterior

CU	URI	Petición	Respuesta
CU-4.3	/api/bed/del	<pre>{ "token": text, "bed_name": text }</pre>	<pre>{ ... }</pre>
CU-4.4	/api/bed/perm	<pre>{ "token": text, "mode": "info" "change", ["bed_name": text, "username": text] }</pre>	<pre>{ ..., "permission": [{ "username": text, "bed_name": text }, ...] }</pre>

Tabla D.1: Especificaciones del API

- 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
