



## Trabajo Fin de Grado

Sistema de seguimiento para el adiestramiento de  
perros de asistencia médica a diabéticos

Autor

Pablo Yagüe Nogué

Director

Enrique Torres Moreno

Escuela de Ingeniería y Arquitectura

Universidad de Zaragoza

2016

## Resumen

En el presente trabajo se aborda el desarrollo de un sistema de seguimiento para el adiestramiento de perros de asistencia médica a diabéticos. Ha sido realizado con la colaboración de la asociación zaragozana de adiestramiento de perros de alerta médica Canem.

Un perro de alerta médica, es un perro que acompaña siempre a su dueño y está entrenado para detectar cuando la salud del dueño está en peligro y avisárselo. En este caso, está entrenado para detectar las posibles hiperglucemias e hipoglucemias, siendo capaz de marcarlas hasta con 15 minutos de con antelación.

Durante algunas fases del entrenamiento, el perro trabaja únicamente con el paciente, pero el entrenador necesita seguir su evolución. Cada vez que el perro marca que el paciente va a sufrir una hiperglucemia o una hipoglucemia, este lo anota. Posteriormente añade el nivel de glucemia.

El sistema actualmente requiere una manipulación manual, lo que es muy ineficiente y tedioso. Debido a lo cual tiene numerosos problemas como pueden ser la pérdida de datos o datos erróneos.

Se ha realizado un estudio del sistema actual y de sus necesidades. Se detectaron problemas y oportunidades de mejora. Con esta idea, se ha diseñado e implementado un sistema informático para la recogida, almacenaje y procesado de la información de manera automática, simplificando las tareas tanto del usuario paciente como de los entrenadores. Los datos son almacenados en un servidor y se interactúa con él vía web con tecnología *responsive*, permitiendo acceder cómodamente desde plataformas dispares como son un SmartPhone o un PC.

La tecnología BLE (Bluetooth de Baja Energía) se ha convertido en ubicua. Su bajo coste, reducido tamaño y bajo consumo permiten dotar al perro con un dispositivo empotrado. Y gracias a trabajar con entrenadores, es posible educarlo para que active electrónicamente la marca. Un servicio Android en el móvil del dueño determinará las acciones a realizar (vibrar, disparar una alarma, etc).

En muchos casos estos perros trabajan con niños, los cuales no siempre están con los padres; para la tranquilidad de estos últimos se ha utilizado el sistema de Google Cloud Messaging, para poder monitorizar de forma remota, a través de notificaciones PUSH, el estado y conectividad del dispositivo y la presencia de alarmas.

Como el usuario potencial del sistema es personal no técnico, se han realizado distintas pruebas y validaciones para comprobar el correcto funcionamiento ante posibles situaciones de fallo.

Finalmente se ha implantado el sistema web en un servidor de pruebas para que el cliente pudiera verificar su conformidad con él.

## Declaración de autoría



### DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

(Este documento debe acompañar al Trabajo Fin de Grado (TFG)/Trabajo Fin de Máster (TFM) cuando sea depositado para su evaluación).

D./Dª. Pablo Yagüe Nogués,

con nº de DNI 73015684-E en aplicación de lo dispuesto en el art.

14 (Derechos de autor) del Acuerdo de 11 de septiembre de 2014, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba el Reglamento de los TFG y TFM de la Universidad de Zaragoza,

Declaro que el presente Trabajo de Fin de (Grado/Máster) Grado, (Título del Trabajo)

SISTEMA DE SEGUIMIENTO PARA EL INDICATIVO DE  
PERROS DE ALERTA MÉDICA A DIABÉTICOS

es de mi autoría y es original, no habiéndose utilizado fuente sin ser citada debidamente.

Zaragoza, 20 de Junio de 2016

Fdo: PABLO YAGÜE NOGUEZ

# Índice

<b>Resumen .....</b>	<b>2</b>
<b>Declaración de autoría .....</b>	<b>3</b>
<b>Índice .....</b>	<b>4</b>
<b>1. Introducción y Motivación .....</b>	<b>5</b>
<b>2. Análisis del sistema actual .....</b>	<b>8</b>
<b>3. Objetivos y requisitos generales del sistema .....</b>	<b>13</b>
<b>4. Arquitectura de la solución.....</b>	<b>16</b>
<b>5. Requisitos de los subsistemas .....</b>	<b>17</b>
Sistema web de almacenamiento y acceso a los datos .....	17
Sistema de registro / envio de marcas y alertas .....	20
<b>6. Herramientas y tecnologías empleadas .....</b>	<b>24</b>
<b>7. Diseño de la base de datos.....</b>	<b>28</b>
<b>8. Implementación.....</b>	<b>30</b>
Sistema web de almacenamiento y acceso a los datos .....	30
Sistema de registro / envio de marcas y alertas .....	32
<b>9. Validación.....</b>	<b>35</b>
<b>10. Conclusiones .....</b>	<b>39</b>
<b>11. Posibles Mejoras.....</b>	<b>41</b>
<b>12. Bibliografía .....</b>	<b>42</b>
<b>Anexo I - Diagrama de Gannt y estimación de tiempos .....</b>	<b>44</b>
<b>Anexo II - Ley Orgánica de Protección de Datos (LOPD) .....</b>	<b>47</b>
<b>Anexo III - Pruebas.....</b>	<b>52</b>
Sistema web de almacenamiento y acceso a los datos .....	52
Webs del paciente .....	56
Webs del entrenador .....	67
Webs del administrador.....	76
Sistema de registro / envio de marcas y alertas .....	92
Aplicación del paciente .....	92
Aplicación de recepción de alertas .....	94

## 1. Introducción y Motivación

Las personas que padecen diabetes, pueden tener graves problemas debido a las subidas o bajadas del nivel de glucemia que sufren a lo largo del día. Para conocer su nivel de glucemia, lo pueden hacer de varias formas:

Mediante una bomba de insulina, la cual les va midiendo periódicamente el nivel de glucosa en sangre y administrándoles la dosis de insulina en caso de ser necesario.

Estas bombas registran los valores que van midiendo a lo largo de los días y se los muestran al paciente en una pantalla, para que pueda consultarlos. Si la bomba detecta una hiperglucemia o una hipoglucemia pita para alertar al paciente y que éste pueda revertir esta situación.

En el caso de que no dispongan de este sistema, han de recurrir al método tradicional, en el que se pinchan para obtener una gota de sangre y que un aparato pueda analizarla. Estos pacientes, se realizan una medición de glucemia antes de administrarse la insulina para calcular la dosis necesaria. El número de veces que se pone la insulina viene pautado por el médico.

No disponen de ningún sistema de alerta ante un cambio drástico en su nivel de glucemia en sangre, simplemente cuando ellos notan que están sufriendo a hiperglucemia o una hipoglucemia, se realizan la prueba para confirmar la glucemia que tienen y poder revertir esta situación.

Estos dos sistemas permiten saber si se está sufriendo una hiperglucemia o una hipoglucemia en el instante de la medición, pero no son capaces de anticiparlas, lo cual sería muy beneficioso para el paciente, puesto que dispondría de más tiempo de reacción.

Para intentar saber con antelación cuándo se van a producir estos cambios en su nivel de glucosa, se está trabajando en el entrenamiento de perros de alerta médica.

Un perro de alerta médica es un perro que acompaña siempre a su dueño y está entrenado para detectar cuando la salud del dueño está en peligro y avisárselo.

Existen perros de alerta médica entrenados para distintas situaciones.

Pueden ser entrenados para avisar de las hiperglucemias o hipoglucemias de una persona diabética, pueden ser entrenados para detectar en la comida de su dueño algún alimento al cual es alérgico, o son entrenados para detectar cuando una persona epiléptica va a sufrir un ataque.

Los perros de asistencia médica para personas con diabetes son entrenados para que, mediante el olfato, detecten el olor de una sustancia que produce el cuerpo de su dueño, el paciente diabético, cuando sufre una subida o bajada de azúcar. Esta sustancia no se sabe a ciencia cierta cuál es, pero el perro si es capaz de identificarla.

Cuando el perro ha detectado esta sustancia, avisa al paciente para que este pueda tomar las medidas necesarias para evitar males mayores y corregir la situación.

Los perros no solo son capaces de detectar esta sustancia en el momento en el que paciente está sufriendo la hiperglucemia o la hipoglucemia, sino que son capaces de detectarla y avisar al paciente con antelación, aproximadamente con 15 minutos de antelación, lo que amplia considerablemente el tiempo que tiene el paciente para revertir la situación en la que se encuentra, que es potencialmente peligrosa para su salud.

Además, los perros son capaces de detectar esta sustancia incluso por la noche cuando están descansando, lo que permite al paciente descansar tranquilo porque sabe que el perro lo despertará si su nivel de glucosa en sangre cambia.

Los perros son capaces de avisar cuando se va a producir una hipoglucemia o una hiperglucemia, por lo que es necesario que el paciente utilice uno de los métodos nombrados anteriormente para conocer de cuál de las dos situaciones se trata.

En Zaragoza existe una asociación llamada Canem que se dedica al entrenamiento de estos perros de alerta médica para pacientes con diabetes.

Para la realización de este proyecto, se ha trabajado en colaboración con esta asociación para poder conocer en profundidad como es el entrenamiento de los perros y de qué manera se podría mejorar.

En un principio, se entrena al perro para detectar esta sustancia en situaciones controladas donde ningún estímulo externo pueda distraerlo y existan pocos olores que puedan confundirlo.

Una vez que el entrenador considera que está suficientemente preparado, el perro pasa a vivir con el paciente, alertándole a él cada vez que reconozca el olor de la sustancia. Aunque el perro viva y trabaje con el paciente, el entrenamiento aún no se da por concluido, puesto que el entrenador sigue realizando un seguimiento de la evolución del perro.

Este seguimiento lo realiza mediante las marcas del perro.

Una marca es, cada uno de los avisos que ha producido el perro, pero también se considera una marca a una situación en la que el perro debería haber avisado pero no lo hizo, es decir, el paciente ha sufrido una hiperglucemia o una hipoglucemia pero el perro no ha avisado al paciente.

El entrenador a través de estas marcas y el seguimiento podrá decidir si el perro necesita ser reentrenado o si ya se puede dar por concluido el entrenamiento.

Actualmente, el guardado de todos los datos para que el entrenador pueda realizar el seguimiento es completamente manual para el paciente. El entrenador también ha de realizar de manera manual todos los cálculos y tareas para realizar el seguimiento del perro, por ejemplo el conteo del número de marcas según su tipología.

La inserción de los datos por parte del paciente y la explotación de los mismos por parte del entrenador se realizan mediante un documento compartido a través de Google Drive; este documento consiste en una simple tabla.

Esta forma de trabajar es tremadamente ineficiente, tediosa y no motiva al paciente a trabajar activamente con ella. Esto puede llevar a olvido de marcas o inserción de datos erróneos al hacerlo de forma mecánica.

Para el entrenador, esta tampoco es la mejor forma de trabajar, puesto que ha de perder mucho tiempo en realizar manualmente operaciones que son completamente mecánicas, como puede ser, el cálculo de porcentajes de cada tipo de marca.

Además, al ser completamente manual la forma de trabajar, hay información que se puede extraer de los datos, que no es explotada, debido a que requeriría un trabajo que para realizarse manualmente sería demasiado costoso en tiempo, pero no lo sería si se hiciera de forma automática por un ordenador, como por ejemplo, unas gráficas de la evolución

de las marcas del perro a través del tiempo, calcular cuánto tiempo lleva un paciente sin apuntar ninguna marca, calcular un resumen estadístico de las marcas según su tipología.

Este proyecto soluciona estos fallos mediante la automatización del sistema de inserción de marcas, que facilita dicha tarea al paciente y le motiva a su utilización, a la vez que evitará fallos por posibles olvidos.

Con respecto a los fallos que tiene el sistema por parte del entrenador, en este proyecto se automatizarán todas las tareas de manipulación de los datos, de esta forma se incrementará la eficiencia en el trabajo del entrenador y se le facilitará el trabajo, al mostrarle la información que antes no podía consultar al no disponer de ella.

La tecnología BLE (Bluetooth de Baja Energía) se ha convertido en ubicua. Su bajo coste, reducido tamaño y bajo consumo permiten dotar al perro con un dispositivo empotrado. Y gracias a trabajar con entrenadores, es posible educarlo para que active electrónicamente la marca. De esta forma es posible personalizar la acción a realizar.

La memoria está estructurada en diferentes secciones en las cuales se explican los pasos que se han seguido durante la realización del proyecto y las decisiones tomadas.

Tras esta primera sección de introducción, se ha realizado un análisis del sistema con el que se está trabajando actualmente en Canem, donde se observa el funcionamiento del sistema y sus problemas.

A través de este análisis se han declarado unos objetivos y requisitos del sistema destinados a subsanar los problemas detectados y mejorar el sistema actual.

Una vez que se han tenido claros los objetivos, modelado la solución, estudiado los requisitos en profundidad, decidido las tecnologías y herramientas que se utilizaran, antes de empezarse ha comenzado con la implementación.

Finalmente se ha descrito una validación del sistema, unas posibles mejoras y conclusiones.

Además, la memoria también cuenta con tres anexos, uno que detalla el coste en tiempo del proyecto, otro que detalla al LOPD y por último uno de pruebas del sistema.

## 2. Análisis del sistema actual

En esta sección se va a contar como realizan en Canem el seguimiento del entrenamiento del perro en las distintas fases de las que consta y que problemas tiene este sistema.

Para conocer de primera mano esta información, se realizó una reunión con dos entrenadores de Canem, los cuales nos explicaron como trabajaban y algunos problemas que ellos mismos habían detectado; Además, uno de los entrenadores era diabético y tenía un perro de alerta médica adiestrado por ellos, lo que nos permitió conocer su opinión como paciente que usa el sistema.

El entrenamiento del perro consta de dos partes claramente diferenciadas, una llevada a cabo en un entorno controlado y la otra donde trabaja desde casa con el paciente.

La primera parte, en la que se le enseña al perro a reconocer el olor de la sustancia que desprende el paciente cuando sufre un cambio drástico en su nivel de glucemia en sangre.

Para hacerlo, el entrenador coloca en una habitación trozos de tela, que previamente el paciente ha frotado por su cuerpo cuando tenía distintos niveles de glucemia. De esta forma, cada trozo de tela se impregna con el olor que tenía en ese momento el paciente. Junto con cada trozo de tela se apunta el nivel de glucemia que tenía en ese momento para poder verificar lo que está oliendo el perro.

La habitación donde entrena está diseñada específicamente para esta tarea.

La habitación es un pequeño laboratorio pensado para facilitar el entrenamiento del perro. Es un espacio limpio, libre de olores que puedan confundir al perro, con tan solo el mobiliario indispensable para el entrenamiento, Como se muestra en la imagen inferior hay una estantería con unos cestillos, donde se colocan los distintos trozos de tela.



Perro oliendo muestra en el laboratorio, Obtenida en la web de Canem

Una vez finalizada la sesión de entrenamiento, los trozos de tela son almacenados por separado y en una nevera, para evitar que contaminen unos a otros o se deterioren las muestras.

El perro aprende que cuando detecte el olor de esta sustancia, debe marcarlo, inicialmente lo hace tocando con el hocico como se muestra en la imagen.

Posteriormente, se le reentrena para que marque dando unos golpecitos con el hocico al paciente y sentarse mirándolo, a la espera de se le pregunte qué pasa, para entonces

ladrar, o si lleva una cuerda en el collar cogérsela con la boca. Si ha marcado de forma correcta, el perro recibirá un premio en forma de chuchería canina.

Se le enseñan estas dos formas de confirmar el aviso, para que el paciente pueda decidir cuál usar, ya que si está en el cine o en un restaurante que el perro ladre puede causar molestias o enfados por parte de otras personas, pero si está en casa durmiendo, al ladear se despertará para que verifique su nivel de glucosa en sangre.

Durante esta parte del entrenamiento, el entrenador puede realizar perfectamente el seguimiento y evolución del perro, puesto que siempre que el perro está trabajando está junto a él.

Cuando el entrenador considera que el perro ya es capaz de detectar esta sustancia, lo pasa a la siguiente parte del entrenamiento, en la cual el perro empieza a trabajar solo con el paciente, tal y como lo hará una vez terminado su entrenamiento.

Aunque el entrenador ya no trabaje activamente con el perro, sigue realizando el seguimiento y evolución de las marcas que realiza el mismo.

Una marca, como se explica en el apartado anterior, es cada una de las veces que el perro avisa al paciente de que ha detectado la sustancia, o cuando el paciente diabético ha sufrido una hiperglucemia o una hipoglucemia, pero el perro no le ha avisado.

El entrenador necesita la siguiente información para de cada marca:

- Fecha y hora en la que se produjo la marca, para poder ordenarlas cronológicamente y situarlas en el tiempo.
- Nivel de glucemia del paciente en el momento de la marca, para poder saber si es una hiperglucemia, hipoglucemia o si estaba dentro de los niveles normales.

Además, necesita que las marcas estén clasificadas según la situación en la que se produjeron y si son aciertos o fallos del perro, como se muestra en la siguiente tabla:

	Acierto		Fallo
	Adelantado	Retrasado	Indiferente
Dentro de casa	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 4
Fuera de casa	Tipo 3		Tipo 5

Cada tipo de marca se corresponde con las siguientes situaciones

- Tipo 1: Acierto adelantado en casa, es cuando estando dentro de casa, el perro ha marcado correctamente que el paciente va a tener una bajada o subida de azúcar, pero aún no se ha producido
- Tipo 2: Acierto retrasado en casa, es cuando estando dentro de casa, el perro ha marcado correctamente que el paciente ha tenido una bajada o subida del nivel de glucemia, pero esta ya se había producido.
- Tipo 3: Acierto fuera de casa, es cuando estando fuera de casa el perro ha marcado correctamente que el paciente está sufriendo o va a sufrir una subida o bajada de azúcar.
- Tipo 4: Fallo en casa, es cuando estando dentro de casa el paciente ha sufrido una hiperglucemia o una hipoglucemia, pero el perro no la ha marcado, cuando debería haberlo hecho o si el perro ha marcado pero el paciente tenía un nivel de glucosa normal.

- Tipo 5: Fallo fuera de casa, es cuando estando fuera de casa el paciente ha sufrido una hiperglucemia o una hipoglucemia, pero el perro no la ha marcado, cuando debería haberlo hecho o si el perro ha marcado pero el paciente tenía un nivel de glucosa normal.

En los tipos 4 y 5 el nivel de glucemia del paciente es un dato fundamental, ya que le permite al entrenador diferenciar si el perro ha marcado incorrectamente o si el paciente ha sufrido una hiperglucemia o hipoglucemia pero el perro no la ha marcado.

Es muy importante que las marcas sean lo más precisas y completas posibles, puesto que para realizar el seguimiento del entrenamiento del perro, el entrenador revisa, clasifica periódicamente las marcas y calcula las diferentes estadísticas, para saber si puede dar por concluida la fase de entrenamiento.

Actualmente, para que el entrenador pueda realizar el seguimiento de las marcas del perro, es necesario que el paciente con el que está el perro apunte manualmente las marcas, una a una en el documento compartido a través de Google Drive.

El documento es, una tabla que tiene 24 columnas, una por cada hora del día y 31 filas, una por cada día del mes. Para apuntar una marca nueva, el paciente ha de realizar los siguientes pasos.

- 1) Abrir el documento compartido y buscar la tabla que pertenece al mes actual.
- 2) Buscar en las filas el día que es y en las columnas la hora para encontrar la casilla a llenar.
- 3) Una vez encontrada la casilla, escribe el nivel de glucemia que tenía en el momento de la marca y le da un color al fondo según qué tipo de marca sea.
- 4) Guardar el documento.

Cada vez que el perro marque al paciente que ha detectado la sustancia que indica que va a sufrir una hiperglucemia o una hipoglucemia, el paciente debería de apuntar la nueva marca en el documento de compartido, pero no es así, puesto que el perro avisa al paciente pero no le dice si es una hiperglucemia o una hipoglucemia, por lo que este debe averiguar lo más rápidamente posible en qué situación se encuentra.

Algunos diabéticos, cuentan con una bomba de insulina, la cual les muestra por pantalla mediante una gráfica con sus niveles de glucemia anteriores, a través de la cual pueden ver la tendencia del nivel de glucosa de las últimas mediciones y saber si sufrirán una hiperglucemia, una hipoglucemia o si el perro ha fallado.

Los diabéticos que no disponen de estas bombas, han de recurrir al método tradicional. Para conocer si su nivel de glucosa está aumentando o disminuyendo, lo que hacen es realizarse dos pruebas con un espacio de tiempo entre ellas de 5 ó 7 minutos y comparar los resultados.

Una vez que ya saben que es lo que les ha marcado el perro, pueden realizar las acciones necesarias para subsanar la situación potencialmente peligrosa en la que se encuentran, ya sea comiendo algo dulce para subir el nivel de glucosa en sangre o inyectándose insulina para disminuirlo.

Una vez evitada la situación de peligro, el paciente ya estaría en disposición de apuntar la nueva marca, pero no suele hacerlo ya que es un trabajo tedioso.

Es por ello, que la mayoría de ellos lo que hacen es apuntarlas todas juntas al final del día, cuando están tranquilamente en casa con el ordenador.

Este hecho puede llevar a no apuntar alguna marca, ya sea por olvido o descuido, apuntar la marca en la fecha y hora que no es la correcta, pues al tener que buscar manualmente la posición en una tabla tan grande es fácil bailar la fila o la columna, lo que hace que sea otro momento temporal.

Si el paciente reconoce los síntomas que siente al sufrir una hiperglucemia o una hipoglucemia, o lo detecta en una de las pruebas de glucemia que se realiza a lo largo del día, deberá apuntar la marca como que el perro no le ha avisado.

Apuntar que el perro ha fallado es la menor de sus preocupaciones, ya que han de subsanar la situación al igual que en el caso anterior, pero sumándole el susto de no haber sido avisado y disponiendo de menos tiempo, pues ya están sufriendo una hipoglucemia o hiperglucemia.

Si el paciente decidiera nada más salir de la situación de peligro, apuntar la marca del perro en el documento de Google Drive, no le sería fácil, ya que el paciente no va tener siempre acceso a un ordenador para apuntarla y realizar esta tarea desde el móvil es bastante incómodo, lo que hace que apuntar las marcas sea tedioso, ineficiente y suponga un esfuerzo notable para el paciente.

Además, obligar al paciente a recordar o tener apuntada las codificaciones de los distintos tipos de marca, hace de la tarea un trabajo aún más pesado y poco amigable.

Este sistema tiene un grave problema de persistencia de datos, puesto que cuando una marca es almacenada nunca debería de ser modificada ni su valor ni su tipología.

Pero en este caso, al ser una tabla, el paciente tiene acceso a todos los datos y los puede borrar o modificar. Se entiende que no lo realizaría con mala fe, pero cualquiera puede tener un descuido.

Algunos pacientes intentan trampear el sistema de marcas con el fin de acabar antes la fase de entrenamiento.

Para ello apuntan marcas con aciertos que no han existido, o no apuntan algún fallo del perro, lo cual causa grandes dificultades en el correcto seguimiento del entrenamiento del perro por parte del entrenador.

El entrenador también sufre las consecuencias negativas de que el sistema sea completamente manual, ya que debe revisar manualmente todos los perros para verificar que el paciente no ha dejado de apuntar las marcas.

Ha de contabilizar y ordenar los datos de aciertos y fallos que ha tenido cada perro; esta tarea la ha de repetir cada vez que se añada una nueva marca.

Debido a que requiere mucho tiempo realizarlo manualmente, el entrenador no explota toda la información contenida en los datos de las marcas.

Este sistema de trabajo es tremadamente ineficiente y tedioso para el entrenador, haciéndole perder mucho tiempo en tareas repetitivas y por lo tanto disponiendo de menos tiempo para realizar sus tareas de control de la evolución, que son las importantes.

Todo esto afecta negativamente al entrenador, el cual podría entrenar a más perros y dedicarle más tiempo a cada uno si dispusiera de ese tiempo que emplea en realizar la manipulación de los datos y sus cálculos asociados.

Los principales problemas que tiene este sistema son:

- Pérdida de marcas, ya sea por olvido, error humano o mala intención.
- Marcas inscritas de manera errónea.
- El sistema es tedioso y poco amigable para tecnologías móviles.
- Problema de persistencia datos.
- Utilización ineficiente del tiempo del entrenador en realizar manualmente tareas repetitivas de manipulación de datos.
- Pérdida de información potencial al no disponer de tiempo para explotar los datos en profundidad.

Todos estos problemas tienen su raíz en la poca informatización y automatización en el sistema de marcas de los perros.

Su automatización crea oportunidades de mejora, como por ejemplo, hacer más cómodo el sistema al paciente y al entrenador, permitir un seguimiento más preciso y más informado del entrenamiento de los perros, facilitar la consulta de datos anteriores de las marcas.

### 3. Objetivos y requisitos generales del sistema

El objetivo de este proyecto es diseñar e implementar un sistema que automatice la recogida de marcas y tratamiento de los datos en el seguimiento del adiestramiento de perros de asistencia médica a diabéticos

Para realizar el seguimiento del adiestramiento, se implementará un sistema informático de gestión de marcas. Este sistema, constará de un servidor web que permite trabajar con los datos y una base de datos para su almacenamiento.

El sistema realizará de manera automática las tareas de extracción de información y la mostrará de forma clara y accesible. La información mostrada ha de tener el mismo formato que el sistema anterior para que sea más fácil la transición del uno a otro, aunque podrá mostrar nuevas informaciones.

El sistema distinguirá dos situaciones distintas, si está trabajando con un entrenador o un paciente.

Al entrenador le mostrará toda la información que necesite para realizar el seguimiento y realizar tareas de administración, mientras que al paciente le permitirá insertar los datos de las marcas de su perro, a la vez que pueda visualizar su información.

Con el fin de reducir la pérdida de marcas o de que sean defectuosas, a la vez que se hace más cómodo el sistema para el paciente, se diseñará e implementará un sistema electrónico que pueda ser activado por el perro cuando detecte la sustancia indicativa de que el paciente va a sufrir una hiperglucemia o una hipoglucemia.

El sistema avisará al paciente, y de manera completamente automática almacenará la marca al ser activado, aunque la información de estas marcas habrá de ser completada posteriormente por el paciente a través de la web.

Como complemento el sistema, enviará alertas a personas interesadas en conocer el estado del paciente y si el sistema funciona correctamente. Por ejemplo, unos padres de un niño diabético estarán interesados en recibir una alerta cuando el niño sufra una bajada de azúcar en el colegio.

Este complemento está pensado para incrementar el interés de los usuarios en el sistema y hacerles más partícipes del mismo.

A continuación vamos a estudiar los requisitos generales del sistema, que son:

- Funcionales.

Numero	Descripción.
RF1	El sistema debe permitir al paciente añadir nuevas marcas de manera manual.
RF2	El sistema debe almacenar los siguientes datos para cada marca: Fecha y hora a la que se produjo, nivel de glucemia y tipo de marca.
RF3	El sistema debe calcular y mostrar a los entrenadores las estadísticas de los perros que entrena.
RF4	El sistema debe permitir al perro marcar sobre él.
RF5	El sistema debe hacer saber al perro que ha reconocido la marca.
RF6	El sistema debe guardar las marcas de manera local hasta estar almacenadas en el servidor.
RF7	El sistema debe enviar de manera automática las marcas al servidor para ser almacenadas

RF8	El sistema debe permitir a los pacientes añadir datos a cada marca almacenada a través del sistema del perro.
RF9	El sistema debe notificar las nuevas marcas de un perro a los usuarios interesados en ellas y al propio paciente.

- No funcionales.

Numero	Descripción.
RNF1	El sistema debe de ser sencillo de usar.
RFN2	El sistema debe ser accesible.
RFN3	El sistema debe de ser robusto y evitar la pérdida de datos.
RNF4	El sistema debe de ser seguro.
RNF5	El sistema debe tener un tratamiento adecuado de los datos médicos.

RNF1: El sistema debe de ser sencillo de usar. Un sistema que requiere mucho tiempo para aprender a manejarlo desanima desde el comienzo a los usuarios y les crea una oposición a colaborar con el sistema. El sistema va destinado a todos los usuarios y no se puede asumir que todos tienen conocimientos de informática, por lo que el sistema ha de ser intuitivo y fácil de usar para todos los usuarios.

El paciente tendrá que utilizar el sistema varias veces al día, por lo que cuantos menos trabajo tenga que realizar cada vez que lo use, más cómodo le será y le ayudará a no dejarlo de lado por pereza o pesadez. También es fundamental que sea cómodo para el entrenador, puesto que el sistema será una de sus principales herramientas de trabajo y pasará mucho tiempo empleándolo.

RNF2: EL sistema debe ser accesible. El sistema mostrará toda la información de forma clara y ordenada, utilizando una tipología de letra que facilite la lectura y evitando colores chillones que puedan molestar a la vista.

Las marcas producidas por el perro, serán validadas por el paciente a través de una web. Para facilitar al paciente esta labor, se ha diseñado una web responsive de tal forma que el paciente pueda validar las marcas en cualquier momento desde el móvil pero también desde un ordenador.

El entrenador utilizará la web para su trabajo diario de seguimiento del entrenamiento de los perros, por lo que accederá a la web desde un ordenador, pero al ser responsive podrá acceder cómodamente a la información desde el móvil si así lo requiriera.

RNF3: Las marcas son la información más importante y delicada del sistema, por lo que el sistema debe tratarlas con máxima precaución. No es admisible la pérdida de alguna de ellas. El sistema debe guardar localmente en el sistema electrónico las marcas creadas por el perro de forma automática y no las borrará hasta estar seguro de que se han guardado en el servidor. Este almacenamiento local deberá de ser no volátil, de esta forma aunque se apagará o desconectase las marcas que aún no estén en el servidor no se perderían.

RNF4: El sistema debe de ser seguro, puesto que se va a trabajar con datos de carácter personal. Para garantizar la seguridad del sistema, todos los subsistemas tendrán protocolos de seguridad. El sistema de acceso a los datos a través de la web autentificara el usuario mediante su identificador de usuario y contraseña. El sistema de registro/almacenamiento de marcas y alertas comprobará que exista el perro con el que

se va a trabajar, para evitar que se puedan insertar datos sin sentido en el sistema y evitar que lo puedan usar aquellas personas que no conozcan al perro.

RNF5: El sistema debe tener un tratamiento adecuado de los datos médicos. Como el sistema almacena y trabaja con la glucemia de sus pacientes nos encontramos ante un caso de datos médicos, los cuales están protegidos por la Ley Orgánica de Protección de Datos (LOPD).

Los datos médicos requieren un grado alto de seguridad. Para conocer exactamente lo que implica trabajar con estos datos se ha realizado un estudio de la LOPD, que se encuentra en el Anexo II.

Como se puede apreciar en el Anexo II, trabajar con este tipo de datos implica gran cantidad de papeleo, restricciones en cuanto a la ubicación de los servidores y muchas medidas de seguridad.

Para evitar trabajar con un dato médico, se ha decidido que dentro del sistema para cada paciente, solo se almacenará un identificador. Este identificador no guardará ninguna información que permita saber a qué persona física pertenece.

De esta forma, al no existir ninguna forma de vincular el nivel de glucemia con la persona física a la que pertenece, no es necesario implantar todo lo especificado en la LOPD.

Tras el estudio de los requisitos del sistema, se distingue que el punto central del mismo será la base de datos.

Los requisitos dejan ver que una parte del sistema se encarga de la creación e inserción de estos datos y la otra de su manipulación y muestra.

## 4. Arquitectura de la solución

En esta sección se va a describir la arquitectura del sistema que se ha diseñado para poder implementar sobre ella todos los requisitos que permitan cumplir los objetivos.

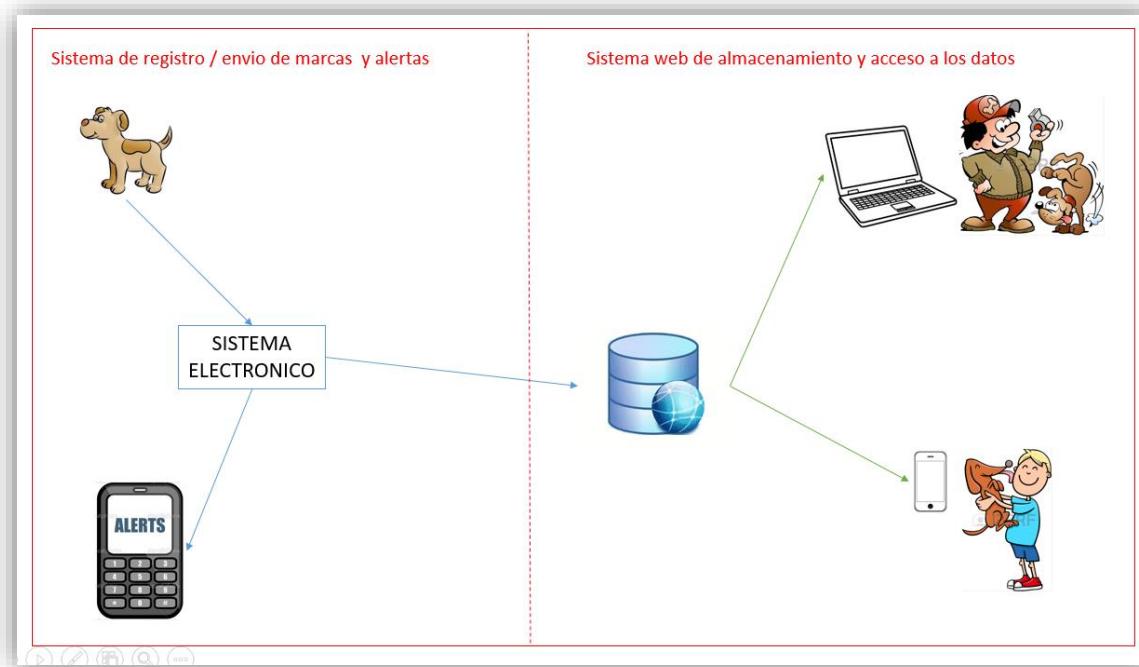
Analizando los objetivos y requisitos, se observa que el sistema gira en torno a una base de datos alojada en un servidor.

Existe una aplicación web, que permite trabajar con la base de datos.

Esta aplicación web tiene dos interfaces distintos, según trabaje con un entrenador o un paciente. La interfaz del entrenador está enfocada a la visualización de información, mientras que la del paciente le ha de permitir también la inserción de datos.

Toda esta arquitectura se ve reflejada en la imagen inferior, en el Sistema web de almacenamiento y acceso a los datos. En la imagen, también se observa el Sistema de registro / envío de marcas y alertas empotrado en el perro.

Este subsistema, es el encargado de recoger la marca del perro una vez entrenado, mandar alertas a las personas interesadas en ellas y enviar al servidor las marcas para ser almacenadas automáticamente.



## 5. Requisitos de los subsistemas

En esta sección se va a profundizar en los requisitos obtenidos en apartados anteriores, para recoger todas las funcionalidades que debe tener el sistema final.

Para simplificar su compresión, se van a dividir en los dos sistemas que se han diferenciado en la arquitectura del sistema.

### Sistema web de almacenamiento y acceso a los datos

Es el sistema que gestiona la base de datos, por lo que almacenará todas las marcas, tanto las que pueda crear el paciente mediante una web, como las que pueda recibir del otro subsistema, mediante un servicio web.

El sistema también permitirá a los usuarios la interacción con los datos. El acceso a estos datos se realizará a través de una web.

A través de este sistema, los pacientes podrán ver las marcas que ha realizado su perro y completar la información de las mismas, así como añadir nuevas marcas. Al entrenador le mostrará la información de los perros para que pueda realizar el seguimiento de la segunda parte de su entrenamiento, además de tareas de administración sobre los usuarios de la web.

El sistema dispondrá de un servicio web que reciba las marcas del otro subsistema y las almacene, confirmándole posteriormente a este si lo ha realizado con éxito.

Estas funcionalidades quedan recogidas en los siguientes requisitos:

- Funcionales:

Numero	Descripción.
RF1	El sistema debe permitir añadir marcas de manera manual.
RF2	El sistema deberá almacenar en la base de datos las marcas enviadas desde la aplicación del paciente
RF3	El sistema debe mostrar al paciente las marcas asociadas a su perro que no ha validado y permitirle hacerlo.
RF4	El sistema debe permitir al paciente validar sus marcas pendientes con los siguientes tipos: Acierto adelantado en casa, Acierto retrasado en casa, Acierto fuera de casa, Fallo fuera de casa, Fallo en casa, Marca accidental.
RF5	El sistema debe permitir al paciente añadir un valor numérico a cada marca cuando vaya a ser validada, independientemente de su tipología.
RF6	El sistema debe mostrar a los pacientes las estadísticas del perro al que está asociado.
RF7	El sistema debe autenticar al usuario mediante un usuario y contraseña para poder acceder a la información.
RF8	El sistema debe permitir a los usuarios cambiar sus contraseñas.
RF9	El sistema debe permitir al administrador dar de alta a nuevos perros y pacientes.
RF10	El sistema debe permitir al administrador dar de alta nuevos entrenadores.
RF11	El sistema debe asociar a los perros, pacientes y entrenador al grupo o zona al

	que el pertenezca el administrador.
RF12	El sistema debe mostrar al administrador la información de cada perro de su zona y los entrenadores que trabajan con él en ese momento.
RF13	El sistema debe permitir al administrador modificar la información de un perro, a excepción de su identificador.
RF14	El sistema debe permitir al administrador añadir o quitar entrenadores a la lista de los que trabajan con cada perro.
RF15	El sistema debe permitir al administrador eliminar perros de su zona.
RF16	El sistema debe permitir al administrador recuperar perros eliminados de su zona.
RF17	El sistema debe mostrar al administrador la información de cada entrenador de su zona.
RF18	El sistema debe permitir al administrador añadir o quitar perros a la lista de los que trabajan con cada entrenador.
RF19	El sistema debe permitir al administrador eliminar entrenadores.
RF10	El sistema solo permitirá que un perro trabaje con un entrenador si ambos pertenecen a la misma zona.
RF21	El sistema permitirá que un entrenador trabaje con varios perros.
RF22	El sistema permitirá que un perro tenga varios entrenadores.
RF23	El sistema solo permitirá un perro por paciente.
RF24	El sistema solo permitirá un administrador por zona.
RF25	El sistema permitirá que un usuario pueda ser a la vez entrenador y administrador.
RF26	El sistema deberá mostrar al entrenador un resumen del estado de todos los perros con los que trabaja.
RF27	El sistema deberá mostrar al entrenador las estadísticas de cada uno de los perros con los que trabaja.
RF28	El sistema deberá mostrar al entrenador una o varias gráficas con la evolución de cada uno de los perros con los que trabaja, agrupando los datos por semanas.
RF29	El sistema deberá permitir elegir el período de tiempo del que mostrará las estadísticas o gráficas de evolución.
RF30	El sistema deberá mostrar las marcas de distintos colores según su tipología.
RF31	El sistema no permitirá modificar las marcas ya validadas.
RF32	El sistema deberá permitir validar la existencia del identificador del perro.

- No funcionales:

Numero	Descripción.
RNF1	El sistema será desplegado sobre un servidor Apache.
RNF2	Las marcas del tipo Acierto adelantado en casa se mostrarán de color verde.
RNF3	Las marcas del tipo Acierto retrasado en casa se mostrarán de color naranja.
RNF4	Las marcas del tipo Acierto fuera de casa se mostrarán de color azul.
RNF5	Las marcas del tipo Fallo fuera de casa se mostrarán de color amarillo.
RNF6	Las marcas del tipo Fallo en casa se mostrarán de color rojo.
RNF7	Las marcas de tipo Marca accidental se mostrarán de color violeta.
RNF8	Las marcas que no estén validadas se mostrarán de color blanco.
RNF9	El resumen que se muestra a los entrenadores es una tabla en la que aparece: El nombre del perro, las marcas que tiene sin validar, el número total de aciertos que lleva y el número total de fallos. En caso de que en los últimos 5 días no se haya producido ninguna marca el nombre del perro aparecerá

	sobre un fondo rojo.
RNF10	La estadística de cada perro consiste en una tabla con el mismo aspecto que tenía la que usan en el sistema actual y en una tabla a modo de leyenda donde aparecerá nombre del tipo, el número de marcas de ese tipo, el porcentaje sobre el total y el color asociado a ese tipo.
RNF11	La gráfica de evolución será una gráfica de líneas.
RNF12	Las gráficas de evolución que el entrenador podrá visualizar serán las siguientes: agrupando las marcas en aciertos y fallos, mostrando todos los tipos sin agrupación, solo mostrando las marcas producidas en casa, solo mostrando las marcas producidas fuera de casa.
RNF13	El diseño de la web ha de ser adaptable a distintos tamaños de pantalla.
RNF14	El servicio de recepción de marcas y validación de los perros, debe recibir los datos en formato json.

### **Diseño adaptable de la web**

Va a ser una aplicación móvil la encargada de subir automáticamente las marcas al servidor.

Esto implica que el paciente tendrá acceso a internet a través del móvil.

Al tener un diseño responsive la web muestra la misma información y permite realizar las mismas acciones al usuario, ya sea desde el móvil o desde el ordenador.

Pero al acceder a ella desde un teléfono móvil simplifica la apariencia y reordena la información para hacerla más legible y accesible para el usuario.

### **Servicio de almacenamiento**

Para el servicio de almacenamiento de marcas en la base de datos se ha optado por utilizar un servicio web de tipo REST, porque de esta manera se permite almacenar los datos, pero también se enmascara la estructura de la base de datos.

Al utilizar un servicio REST, se crea una separación entre la aplicación móvil y la base de datos, pasando a ser independientes.

Esto implica que la base de datos y la aplicación pueden ser desarrolladas por distintas personas, aunque no es este el caso, ya que he sido yo el encargado de desarrollar ambos sistemas, pero si puede ser interesante a la hora de realizar futuras actualizaciones del sistema.

El servicio REST facilita la programación de la aplicación puesto que no es necesario insertar dentro de la propia aplicación la conexión y consulta a bases de datos no locales al teléfono. Además supone un punto de seguridad puesto que dentro del código de la aplicación no aparece ni el usuario ni la contraseña de la base de datos, ni donde está alojada ni nada referente a ella.

Para el desarrollo del servicio REST, se ha optado por el lenguaje PHP, ya que es un lenguaje muy estable y flexible; al ser de un uso tan extendido, tiene una gran comunidad en la red de usuarios, que a través de numerosos foros ofrecen apoyo, tutoriales y soluciones a los problemas que puedan surgir. Gracias todo esto es un lenguaje con una curva de aprendizaje muy rápida.

Al ser gratuito, viene preinstalado en casi todas los host de alquiler disponibles en el mercado, lo que evita que pueda ser una limitación a la hora de elegir el alojamiento de los datos.

## Sistema de registro / envío de marcas y alertas

Tras estudiar los requisitos generales del sistema, se ha visto que el sistema electrónico tiene que tener las siguientes características.

- Sensores con los que el perro pueda interactuar para realizar las marcas.
- Conexión a internet para enviar las marcas al servidor.
- Capacidad de almacenamiento de datos de manera no volátil.
- Capacidad de avisar al paciente.
- Capacidad para saber la fecha y hora actual.

Encontrar un dispositivo que tenga todas las características mencionadas anteriormente, además de que tiene que tener un tamaño reducido para que el perro pueda llevarlo con él, ser resistente a los golpes, consumir poca batería y tener un precio no excesivamente alto, es algo muy complicado, por lo que es necesario buscar una solución.

La que se ha encontrado es dividir el sistema electrónico en dos. Como el perro y el paciente siempre han de estar juntos se ha optado por dotar de un dispositivo al perro sobre el que pueda realizar las marcas, y al paciente de otro dispositivo que las almacene, le avise y pueda comunicarlas a través de internet. Estos dos dispositivos necesitarán comunicarse entre ellos de manera inalámbrica.

Para la comunicación entre ambos dispositivos se decidió utilizar un sistema que no supusiera un gran consumo de energía para cualquiera de los dos dispositivos.

Se ha decidido utilizar tecnología Bluetooth de bajo consumo (BLE) al ser cómoda para el usuario, pero además:

- Es una tecnología diseñada para enviar tramas de información de tamaño reducido, de forma esporádica. Se ajusta a la perfección a las necesidades del problema.
- El consumo energético en comparación con otras tecnologías como puede ser el Bluetooth tradicional, o el Wifi, es mucho menor, lo que hace que no haya que cambiar la pila del dispositivo con frecuencia, a pesar de estar funcionando durante largos períodos de tiempo. Además, también contribuye a que la batería del teléfono al que va conectado el dispositivo dure más. Al consumir poco, la batería o pila del dispositivo puede tener un tamaño reducido, por ejemplo una pila de botón, implicando que el tamaño total del dispositivo también se reduzca, lo que es fundamental, puesto que lo llevará el perro siempre encima.
- Actualmente existen gran cantidad de dispositivos que cuentan con un sistema de comunicación BLE y numerosos sensores. Estos dispositivos tienen un precio muy asequible, lo que nos abre un gran abanico de posibilidades para elegir.

Para el dispositivo del paciente se ha decidido utilizar su propio teléfono móvil, puesto que permite almacenamiento local, tiene conexión a internet y un sistema de notificaciones para avisar al paciente. Puede comunicarse con el dispositivo del perro puesto que soporta la tecnología BLE.

Actualmente todo el mundo dispone de un teléfono móvil y lo lleva consigo a todas partes. Dentro de los distintos teléfonos móviles disponibles en el mercado, se ha decidido

trabajar con los que tengan sistema operativo Android, puesto que copan el 83% del mercado español y el precio de un terminal básico ronda los 100€. Mientras que los de la competencia cuestan 5 veces más y son menos utilizados. Como se va a trabajar con tecnología BLE es necesario fijar que la versión de Android debería ser igual o superior a la 4.0 (Android Ice Cream) para el correcto funcionamiento del sistema.

Tras estudiar las necesidades de este subsistema se han obtenido los siguientes requisitos.

- Funcionales:

Numero	Descripción.
RF1	El dispositivo del perro deberá permitir marcar al perro sobre él.
RF2	El dispositivo del perro deberá comunicar las marcas detectadas al dispositivo de salida.
RF3	El dispositivo del perro deberá enviar al móvil el periódicamente un latido para confirmar que sigue conectado.
RF4	La aplicación del paciente deberá permitir reconocer y seleccionar el dispositivo de perro al que se conectara.
RF5	La aplicación del paciente deberá pedir y validar el identificado del perro.
RF6	La aplicación del paciente deberá registrar la fecha y hora de cada marca.
RF7	La aplicación del paciente deberá almacenar localmente las marcas que reciba.
RF8	La aplicación del paciente deberá enviar al servidor los datos de la marca automáticamente.
RF9	La aplicación del paciente deberá eliminar los datos locales cuando estén almacenados en el servidor.
RF10	La aplicación del paciente notificar al paciente que ha recibido una nueva marca.
RF11	La aplicación del paciente deberá producir un sonido cada vez que se reciba una marca.
RF12	En caso de fallo al guardar las marcas en el servidor, la aplicación del paciente deberá intentar reenviar las marcas al servidor de manera periódico.
RF13	La aplicación del paciente notificará en todo momento al paciente el estado de la conexión con el dispositivo del perro.
RF14	La aplicación del paciente dará un color distinto a las notificaciones según el tipo que sean.
RF15	En caso de pérdida de la conexión la aplicación del paciente intentará reconectarse de manera automática.
RF16	La aplicación que recibe las alertas debe pedir y validar el identificador único del perro.
RF17	La aplicación que recibe las alertas deberá registrar al usuario en el sistema de notificaciones.
RF18	La aplicación de las alertas deberá suscribir al usuario a las noticias asociadas al perro.
RF19	La aplicación de las alertas deberá notificar cada vez que el estado de la conexión entre el dispositivo del perro y el del usuario cambie.
RF20	Las notificaciones serán de distinto color según del tipo que sean.

- No funcionales:

Numero	Descripción.
RNF1	El dispositivo del perro ha de ser de tamaño reducido.
RNF2	El dispositivo del perro ha de consumir poca batería.
RNF3	El dispositivo del perro ha de ser resistente a los golpes.
RNF4	El dispositivo del perro ha de poseer comunicación inalámbrica por BLE.
RNF5	El sistema de alertas ha de ser gratuito.
RNF6	El sistema de alertas ha de ser fiable y seguro.
RNF7	El sistema de alertas ha de alertar de manera inmediata.
RNF8	Las notificaciones de que se ha detectado una marca aparecerán en color azul.
RNF9	Las notificaciones de que la conexión es correcta aparecerán en color verde.
RNF10	Las notificaciones de que la conexión se perdió pero se está intentando reconectar aparecerá en color amarillo.
RNF11	La notificación de que se ha perdido la conexión y ya no se reconnectara aparece en color rojo.

### **Dispositivo del perro**

Debido a que el dispositivo lo va a llevar el perro, este ha de ser de unas dimensiones reducidas, ha de poder comunicarse a través de tecnología BLE con el móvil del paciente, ha de poder ser programable para que detecte las marcas del perro y ha de tener un bajo consumo, para evitar tener que cambiar la batería con frecuencia. Todas estas necesidades son cubiertas por un sistema empotrado.

En este caso se ha elegido el Sensortag CC2650 de Texas Instrument, que es el que se muestra a continuación.



Sensortag CC2650 , Obtenida en la web de Texas Instrument

Este dispositivo tiene su propio entorno de desarrollo, numerosos sensores que nos permitirán tener distintas formas de reconocer las marcas del perro y puede comunicarse mediante BLE.

Además, el Sensortag CC2650 dispone de una carcasa que lo protege ante golpes y un precio de 29.00\$, lo cual es bastante contenido para todo lo que ofrece.

### **Sistema de alertas**

Para el sistema de alertas se ha decidido utilizar un sistema de mensajería ligera, puesto que no es necesario mantener una conexión duradera, ni intercambiar gran cantidad de

datos. Lo que se requiere es, que la entrega de las alertas sea inmediata, fiable y personalizable.

Para el sistema de alertas se ha estudiado la posibilidad de utilizar una de estas dos tecnologías: MQTT o Google Cloud Messaging.

Se han desarrollado aplicaciones de pruebas para ambas tecnologías, por lo que la decisión de cual usar se explica en la sección de implementación.

## 6. Herramientas y tecnologías empleadas

Como se menciona en el apartado de Modelo de la solución, el sistema está compuesto por varios subsistemas. Cada subsistema tiene unas características propias y unos requisitos.

Esto implica que cada subsistema estará implementado con tecnologías y herramientas diferentes.

En la siguiente imagen se pueden observar las tecnologías que utiliza cada subsistema.

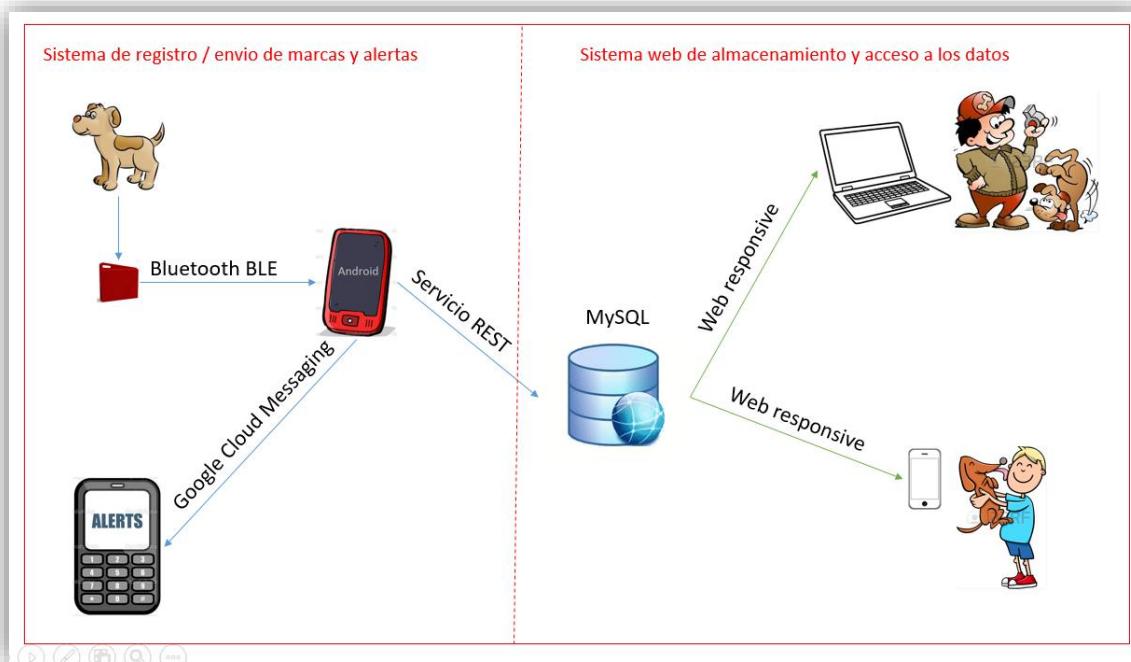


Diagrama del modelo de la solución, junto con las tecnologías utilizadas

A continuación se va a detallar cada una de las tecnologías utilizadas y de las herramientas empleadas en cada subsistema.

### Base de datos

La base de datos ha sido implementada sobre MySQL, y todos los sistemas que trabajan con ello lo hacen utilizando la librería PDO de PHP, para evitar posibles ataques de inyección SQL.

### Servicio REST

Para la implementación del servicio REST se ha utilizado Slim, que es un framework escrito en PHP, que permite crear servicios REST de manera muy sencilla y rápida, pero con gran potencia detrás.

### Web Responsive

Para el desarrollo de la web responsive, se ha decidido utilizar Bootstrap, que es un framework CCS que permite dar forma a un sitio web mediante librerías CSS; fue desarrollado inicialmente por Twitter.

Bootstrap te permite dar formato a un sitio web de manera rápida y sencilla, puesto que cuenta internamente con un sistema de GRID con 12 columnas que te permiten colocar el contenido en el lugar exacto que deseas. Dispone de gran cantidad de componentes listos para usar, como son botones, campos de formularios, selectores, etc.

Estos componentes están prediseñados, pero nos permite modificarlos para adaptarlos a nuestras necesidades. Provee de manera automática todas las reglas CSS necesarias para hacer que la web se adapte automáticamente a casi cualquier configuración de pantalla, ajustando incluso el tamaño de las imágenes y tablas a mostrar.

Para aportar mayor dinamismo a las páginas, se han empleado llamadas Ajax a la hora de ejecutar los formularios y mostrar la información de manera dinámica.

Para la creación de las gráficas se ha empleado Chars.js. Es un framework escrito en javascript, que permite crear graficas de manera sencilla y dinámica. Utiliza el elemento canvas de HTML5, que permite mostrar imágenes y gráficos con dinamismo utilizando javascript.

Para el desarrollo del backend de la web se ha utilizado PHP.

Para el desarrollo de la Web se ha utilizado XAMPP que es un servidor local que permite de una forma sencilla, el poder crear un prototipo de la misma. Al ser local facilita poder realizar cambios y encontrar los posibles errores.

### **Dispositivo del perro**

El dispositivo que llevará el perro es el Sensortag CC2650 de Texas Instrument, en el cual es necesario modificar el software para maximizar la duración de la batería.

Dispone de un kit de conexión a través de USB para realizar la reprogramación y tareas de depurado de código.



Kit de depuración para Sensortag CC2650, Obtenida en la web de Texas Instrument

Como se ve en la imagen anterior, el kit de programación y depuración consiste en una pequeña placa que se engancha al SensorTag CC2650 y que mediante un conector micro USB, permite conectarlo al ordenador.

Para realizar esta tarea Texas Instrument proporciona dos herramientas:

Texas Instrument dispone de un entorno de desarrollo propio llamado Code Composer Studio, el cual facilita el código fuente que viene preinstalado de fábrica en el dispositivo, para permitir la programación y depuración de códigos para el mismo, además de la creación de imágenes compiladas para el dispositivo físico.

Texas Instrument también proporciona un software de nombre Flash Programmer 2, que a través del kit de depuración, permite grabar en el dispositivo físico las imágenes creadas anteriormente en el Code Composer Studio.

### **Aplicación del paciente**

La aplicación ha de funcionar sobre un dispositivo Android por lo que se ha desarrollado en su lenguaje nativo, que es Java. Para realizar esta tarea se ha utilizado el entorno de desarrollo que ofrece Google, que es Android Studio.

Android Studio es un entorno de desarrollo que facilita la creación de aplicaciones Android, puesto que te permite diseñar gráficamente la interfaz de la aplicación, posee un repositorio propio con todas las librerías oficiales de Android, precompila el código automáticamente para mostrar los errores y te permite realizar pruebas de la aplicación sin necesidad de instalarlas en un móvil físico, pues cuenta con su propio emulador.

Para la comunicación entre el dispositivo del perro y la aplicación Android se ha utilizado tecnología Bluetooth BLE, por las razones mentadas en apartados anteriores.

Para el sistema de envío de alertas se ha utilizado el sistema de Google Cloud Messaging.

### **Aplicación Android de alertas**

La aplicación ha de funcionar sobre un dispositivo Android. Se ha desarrollado en su lenguaje nativo, que es Android. El entorno de desarrollo utilizado ha sido Android Studio, como en la aplicación del paciente.

Para la recepción de los mensajes por parte de esta aplicación se ha estudiado la utilización de la tecnología MQTT y GCM, cuyas características se explican a continuación.

MQTT son las siglas de Message Queue Telemetry Transport. Es un protocolo de transporte de mensajes Cliente/Servidor basado en publicaciones y suscripciones a los denominados "tópicos". Cada vez que un mensaje es publicado, será recibido por el resto de dispositivos adheridos a un tema del protocolo. Este sistema fue diseñado por IBM.

El protocolo MQTT funciona sobre TCP/IP.

Google Cloud Messaging es un servicio desarrollado por Google que permite a las aplicaciones el envío de datos de notificación o mensajes a otros dispositivos a través del servidor de Google. Los mensajes pueden ser enviados a un solo dispositivo, a un grupo de dispositivos o a los dispositivos suscritos a un tema.

Google Cloud Messaging funciona sobre protocolo http.

Como se observa arriba, ambos tienen unas características de funcionamiento muy similar, pero tienen algunas diferencias:

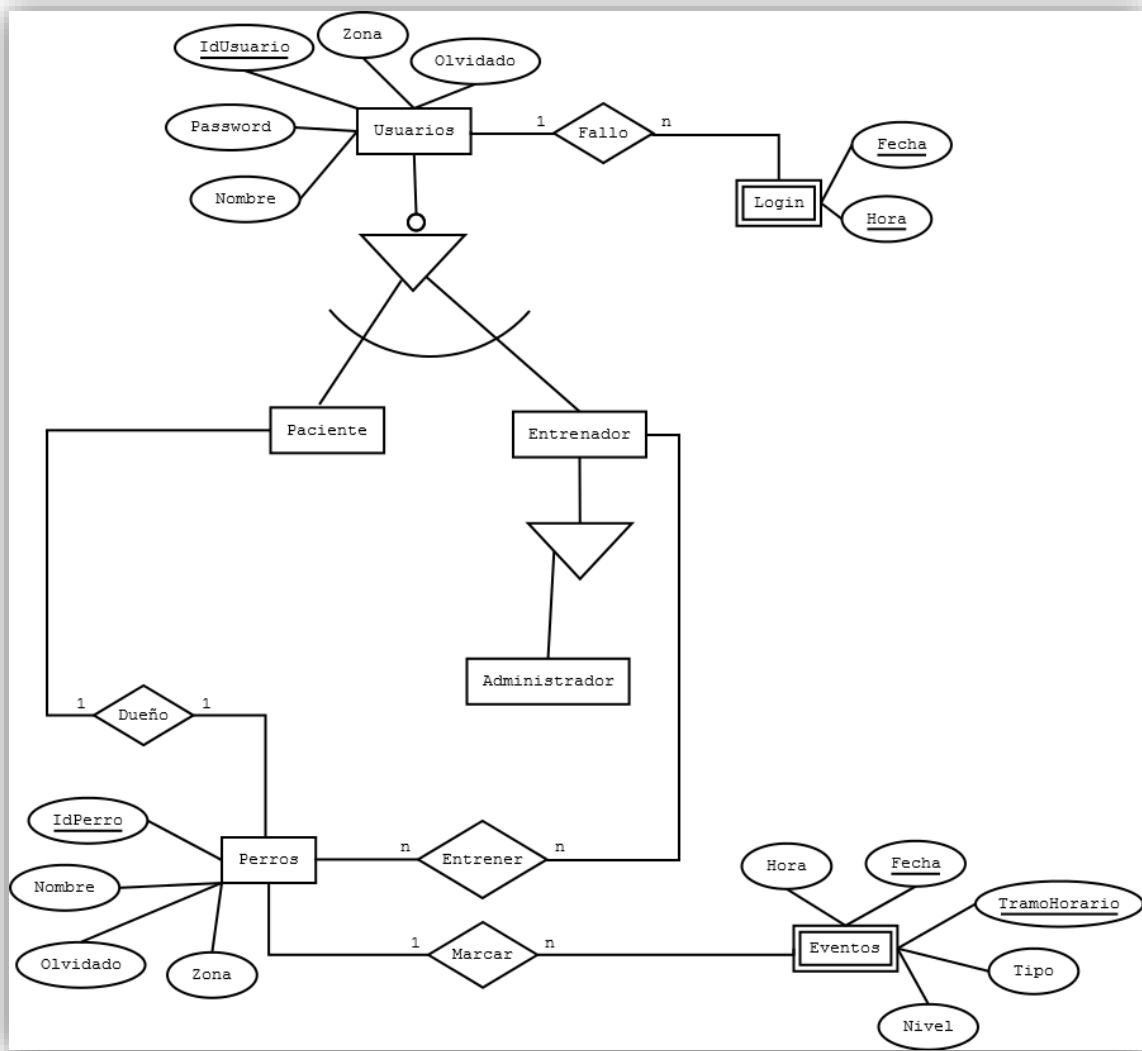
- El servidor. GCM trabaja con el servidor propio de Google, lo que ahorra tareas de administración y mantenimiento del mismo. Mientras que para trabajar con MQTT se debe de instalar un broker encargado de la distribución de mensajes en un servidor propio o contratar el bróker en un servidor público.

- La calidad de servicio. GCM tiene un sistema de ACK que garantiza la entrega de los mensajes dentro de un período de tiempo razonable, mientras que MQTT tiene tres calidades de servicio, entregar el mensaje a lo sumo una vez, al menos una vez o exactamente una vez.
- Consumo de batería en el dispositivo móvil. GCM es un sistema de notificaciones Push propiamente dicho, es decir solo se despierta la aplicación cuando hay un mensaje, mientras que MQTT no lo es, por lo que periódicamente se ha de preguntar al broker si hay algún mensaje nuevo, lo que hace que el consumo de batería sea mayor.

Para tomar la decisión de cual utilizar se hizo una aplicación de prueba con cada una de las dos tecnologías.

## 7. Diseño de la base de datos

A partir de los requisitos obtenidos en el apartado anterior, se ha realizado el diseño de la base de datos que tiene el siguiente esquema entidad relación.



Esta base de datos almacena toda la información del sistema, lo que implica que hay partes de la misma que solo son utilizadas por un subsistema, mientras que otras son usadas por más subsistemas.

La entidad usuario está modelando la figura del usuario que se conecta a la web para interactuar con el sistema. Como clave primaria tiene el atributo **IdUsuario**, que junto con **Password** son los que introducirán en la web para tener acceso.

El atributo **Zona** es el encargado de guardar la zona a la que pertenece el usuario, como se especifica en los requisitos funcionales.

El atributo **Olvidado** es un booleano que se utiliza para borrar del sistema al usuario, sin eliminar sus datos de la base de datos.

La entidad **Usuarios** tiene una especialización. Un usuario puede ser:

- Un paciente. Que es la persona diabética que tiene el perro de alerta médica.
- Un entrenador. Que es la persona encargada de adiestrar al perro y realizar su seguimiento.

Todos los usuarios han de ser una de las dos cosas pero no las dos a la vez.

A su vez, un entrenador puede tener otra especialización en Administrador, que es la persona que se encarga de dar de alta o eliminar perros y entrenadores.

La entidad Login ha sido creada por motivos de seguridad de la web como se explicará en apartados posteriores.

La entidad perro está modelando la figura del perro de alerta médica.

Como clave primaria, tiene el atributo IdPerro que es calculado mediante la concatenación de la Zona y el IdUsuario del Cliente.

También posee un atributo booleano Olvidado para la eliminación del perro, como en el caso del usuario.

La entidad Perros tiene una relación 1 a 1 con Paciente, puesto que como dice en los requisitos funcionales un perro solo puede pertenecer a un cliente.

La entidad Perros tiene una relación n a n con Entrenador, puesto que como dice en los requisitos funcionales, varios entrenadores pueden entrenar a un perro, pero a la vez un entrenador puede tener varios perros a entrenar.

La entidad Eventos es la que almacena las marcas realizadas por el perro. Es una entidad débil puesto que para que existan las marcas ha de existir previamente un perro que las genere.

La Fecha y el TramoHorario, junto con el IdPerro de la entidad perros al ser una entidad débil, son la clave primaria compuesta de esta entidad ya que solo se va a almacenar una marca por día y tramo horario.

El atributo tipo, hace referencia al tipo de marca que es y el atributo nivel, al nivel de glucemia que tenía el paciente cuando se produjo la marca.

## 8. Implementación

En esta sección se van a contar algunas características de los subsistemas y como han sido implementados cada uno de ellos.

### Sistema web de almacenamiento y acceso a los datos

Este subsistema consta de varias partes en su implementación.

#### Aplicación web

Se han implementado páginas distintas para los entrenadores y los pacientes, pero ambos acceden desde el mismo punto.

Para el paciente se han implementado 5 páginas distintas.

La primera que se le muestra es en la que puede validar las marcas creadas por el dispositivo del perro, la segunda es la que le permite añadir marcas de manera manual, la tercera es la que le muestra las estadísticas de las marcas de su perro, la cuarta es la que le muestra información de su perro y le permite cambiar su contraseña y la quinta es la que le permite cerrar su sesión y volver al login.

Para el entrenador se han implementado 5 páginas distintas.

La primera que se le muestra al acceder es en la que se le muestra una tabla resumen de todos los perros con los que trabaja el entrenador, esta tabla muestra para cada perro cuantas marcas no ha validado el paciente, si el perro no ha producido marcas en los últimos 5 días y cuantos aciertos y fallos han tenido.

El resto de páginas a las que puede acceder el entrenador le muestran las estadísticas de los perros con los que trabaja, la evolución de los mismos, y le permite cambiar la contraseña de su cuenta o cerrar sesión.

En el caso de que el entrenador sea administrador, tendrá acceso a 6 páginas más, además de las propias del entrenador.

Estas páginas le permitirán: crear un perro y paciente nuevo, crear nuevos entrenadores, ver la información de cada perro para modificar los entrenadores que trabajan con él o eliminarlo, ver la información de cada entrenador para poder modificar los perros con los que trabaja o eliminarlo, recuperar un perro que haya sido eliminado, y una sexta que permita cerrar sesión.

Además se han implementado diferentes protocolos de seguridad, como son:

- Acceso solo a través de login con usuario y contraseña.
- Cifrado de la contraseña mediante un has SHA con 256 bits, en el cliente antes de su envío al servidor para la validación.
- Protección ante ataques de fuerza bruta contra el formulario de login inicial. La entidad login de la base de datos almacena la hora y fecha de los intentos de acceso fallidos para un usuario registrado, bloqueándolo hasta el día siguiente cuando el número de intentos fallidos excede de 5.
- Protección ante inyección SQL en los formularios, no permitiendo que las cadenas tengan espacios y utilizando la librería PDO para hacer las consultas a la base de datos en lugar de hacerlo mediante lenguaje nativo.

- Validación de que los datos pedidos en los formularios son correctos y tiene el formato correcto antes de llevarlos al servidor.
- Control mediante sesión, para evitar que un usuario acceda a zonas de la web que no tiene permiso, escribiendo directamente la dirección URL del sitio.
- Sesión con desconexión automática tras un tiempo de inactividad, para evitar que quede abierta por descuido.

## **Servicios REST**

Se han implementado dos servicios web:

- Validar perros -> `./api/validarPerro()`

Es el servicio encargado de validar el identificador de los perros para las dos aplicaciones Android. Es llamado mediante el método post y recibe un JSON de las siguientes características:

```
{ IdPerro : "identificador del perro" }
```

Extrae el identificador del perro y lo valida contra la base de datos, en caso de acierto devuelve el siguiente JSON

```
{ estado : correcto ,  
  nombre : "nombre del perro" }
```

En caso de fallo devuelve el siguiente JSON

```
{ estado : fallo ,  
  nombre : sin nombre }
```

- Guardar marca -> `./api/insertarEventos()`

Es el servicio encargado de almacenar las marcas enviadas desde la aplicación del diabético. Es llamado mediante el método post y recibe un JSON de las siguientes características:

```
{ IdPerro : "Identificacor del perro",  
  Eventos: [ [ Fecha : "26/05/2016",  
    Hora : "10:01:10" ],  
    { Fecha : "26/05/2016",  
      Hora : "11:11:10" } ] }
```

Extrae todas las marcas que contenga el mensaje y el identificador del perro al que van asociada. Para cada marca trunca la hora quedándose solo con los dígitos de la hora y lo inserta en la base de datos. En caso de insertarlos con éxito devuelve el siguiente JSON

```
{ estado : correcto }
```

En caso de fallo devuelve el siguiente JSON

```
{ estado : fallo }
```

## Sistema de registro / envio de marcas y alertas

Este subsistema consta de varias partes en su implementación.

### SensorTag CC2650

Es el dispositivo que llevará el perro en el collar y se usará para la detección de marcas.

Para la detección de la marca del perro se disponían de varias posibilidades, entre las que se encuentran:

La primera opción fue utilizar el acelerómetro y el giroscopio del dispositivo para detectar la posición en la que se encontrara el perro. De esta forma se podría educar al perro para que al detectar una bajada o subida en el nivel de glucosa del dueño se colocara en una determinada posición y luego en otra. Por ejemplo, que se sentara y luego se tumbara, y así al detectar dicha secuencia se reconocería la marca, pero esta idea fue descartada, porque a pesar de ser un patrón reconocible, podía dar gran cantidad de falsos positivos, ya que al utilizar un solo dispositivo los movimientos naturales del perro podrían confundirse con los de la secuencia de marcaje.

La segunda opción fue la utilización de interruptor magnético. En este caso en lugar de modificar la placa del dispositivo lo que se hace es encapsular el dispositivo completo dentro de una cajita, la cual contará con un carril por el cual se desplazará un pequeño imán atado a una cuerda. El perro para marcar, tirará de la cuerda moviendo el imán que activará el interruptor. Una vez que el perro suelte la cuerda mediante un muelle, el imán volverá a su posición inicial desconectando de nuevo el interruptor.

Esta tercera opción es la que se ha utilizado, puesto que evita casi en su totalidad la posibilidad de marcas falsas, no es necesario realizar modificaciones físicas sobre la placa del dispositivo, de forma que no se pone en peligro su integridad. Además el tirar de una cuerda es una acción muy natural para un perro por lo que no será costoso el educarlo para ello.

Para minimizar el consumo del dispositivo, se ha modificado su software interno, desconectando todos los sensores que no necesitamos.

A la hora de realizar esta modificación hay que tener muy en cuenta la propia arquitectura interna del software del dispositivo.

El software del sistema está dividido en tres capas:

- La capa más básica, es un código encargado de arrancar el dispositivo desde cero y posteriormente pasarle el control a la siguiente capa. Este código se encuentra almacenado en las primeras páginas de la memoria del dispositivo. Sin este código el dispositivo no funcionará ni arrancará, se podría decir que es la Bios de dispositivo.
- La capa intermedia o de nivel físico, es una capa de software que se encarga de controlar todos dispositivos y recursos físicos del sistema.
- La capa superior o de aplicación, es la capa que contiene el software de la lógica del dispositivo, es la encargada de gestionar los distintos servicios que ofrece el dispositivo.

La capa física y de aplicación son dos capas completamente separadas, las cuales se comunican entre ellas mediante llamadas al sistema.

Todas las modificaciones se han realizado sobre la capa de aplicación. Se han desconectado todos los sensores a excepción del interruptor magnético y el de temperatura.

Debido a esta arquitectura tan particular, al modificar el código interno es necesario grabar primero la imagen de la capa física y luego la de la capa de aplicación.

### **Aplicación Android del paciente**

La aplicación está basada en una desarrollada por Texas Instrument, de la cual dejan su código disponible en su web, a modo de ejemplo. <http://www.ti.com/tool/sensortag-sw>

La aplicación utiliza el servicio REST para validar si el identificador del perro es correcto y registra al usuario en el servicio de Google Cloud Messaging.

El identificador es almacenado para poder enviar las marcas al servidor.

Se registra al usuario en el servicio de GCM para poder avisarlo en caso de que sea necesario actualizar la aplicación u alguna otra incidencia.

En la aplicación Android es muy importante la conexión con el dispositivo, por lo que se ha decidido implementar un protocolo de latidos del corazón para poder detectar cuando se perdió la conexión, para avisar al paciente y que este verifique porque pudo fallar.

Para realizar los latidos de corazón se utiliza el servicio de lectura de temperatura del que dispone el dispositivo del perro, puesto que es uno de los que menos consumen.

Tras conectar el dispositivo con la aplicación, esta lo configura para que de manera periódica le envié la temperatura. Cuando recibe la temperatura muestra una notificación verde para que el usuario sepa que todo va bien, pero si durante un determinado tiempo no la recibe, muestra una notificación amarilla junto con el mensaje que dice "conexión perdida temporalmente". En ese momento, intenta reconectar con el dispositivo pero si pasado el tiempo no lo ha conseguido, muestra una notificación de color rojo, acompañada del mensaje "conexión perdida definitivamente" y cierra la conexión.

Al contrario que el sensor de temperatura, el interruptor magnético funciona por notificaciones, es decir, la aplicación se queda a la espera de recibir un dato. Cuando lo recibe se lo notifica al paciente, almacena la hora y fecha en la que se produjo, para posteriormente comprobar si posee conexión a internet y enviarlo al servidor para ser almacenado.

Si fallara al guardarla o no dispusiera de conexión a internet, volvería a intentarlo periódicamente hasta conseguirlo. Una vez almacenado en el servidor, las marcas serán eliminadas del dispositivo móvil.

Además, cuando recibe este dato, publica en el servidor de GCM que se ha detectado una nueva marca. Este mensaje está asociado a un tema, que es el identificador del perro. De esta forma, solo lo recibirán los que estén suscritos a este tema.

Cuando el sistema detecta un cambio en el estado de la conexión, ya sea una conexión establecida, una desconexión temporal o una desconexión total, también se lo envía al servidor de GCM para alertar de la situación.

La lógica de recepción de marcas y latidos del corazón han sido implementadas en un servicio Android de tal forma que sigan funcionando aunque la aplicación pase a segundo plano.

## **Aplicación Android de alertas**

Para seleccionar que tecnología se va a utilizar para el sistema de alertas, se han realizado dos aplicaciones de prueba una en cada tecnología. Las dos aplicaciones estuvieron funcionando durante el mismo período de tiempo y recibieron y enviaron el mismo número de mensajes.

Para decidir cuál usar se evaluaron 4 aspectos, la inmediatez de recepción de mensajes, cantidad de mensajes perdidos, cantidad de mensajes repetidos y consumo de la batería. En los tres primeros las dos aplicaciones dieron los mismos resultados. La recepción de mensajes era inmediata, no se perdió ningún mensaje ni se recibió por duplicado, pero en el consumo de batería si se observó diferencia, pues la aplicación que utilizaba tecnología MQTT consumía el triple que la de GCM.

Lo que inclino la balanza a favor de GCM, puesto que nadie va a querer instalarse una aplicación que consume gran cantidad de su batería mientras que no realiza trabajo visible.

La aplicación de notificaciones es la que se deben instalar las personas interesadas en recibir las alertas de las marcas del perro.

La aplicación utiliza el servicio REST para validar si el identificador del perro es correcto. Si es correcto, leerá del teléfono móvil la cuenta de Gmail que el usuario tiene asociada a Google Play.

En caso de no ser correcto la aplicación no le dejara continuar mostrando un mensaje de error.

Con la cuenta de Gmail registra al usuario en el servicio de Google Cloud Messaging, asociándolo al proyecto cdog. Posteriormente lo suscribe al tema que es el identificador del perro previamente validado.

Una vez suscrito crea un servicio Android que se queda a la espera de recibir las notificaciones. Este servicio recibe los mensajes y dependiendo de su tipología muestra las notificaciones necesarias.

Las notificaciones siguen el mismo patrón de colores que la aplicación del paciente, según el tipo de mensaje que sea.

## 9. Validación

Para realizar la validación del sistema se han ido probando uno por uno los requisitos generales del sistema.

### **RF1: El sistema debe permitir al paciente añadir nuevas marcas de manera manual**

Se ha comprobado que el paciente a través de la web puede añadir nuevas marcas de manera manual, como se ve en la imagen.

The screenshot shows a web browser window with the URL 192.168.1.184/web/Cliente/nuevaMarca.php. The page has a purple header with three tabs: 'Marcas Pendientes' (selected), 'Nueva Marca' (highlighted in purple), and 'Estadísticas'. Below the header is a section titled 'Añadir nueva marca'. It contains four input fields: 'Fecha' (19/06/16), 'Hora' (12:50), 'Nivel de glucemia' (empty), and 'Tipo de fallo' (Acierto adelantado en casa). At the bottom is a purple 'Guardar' button.

Formulario para añadir una nueva marca

### **RF2: El sistema debe almacenar los siguientes datos para cada marca. Fecha y hora a la que se produjo, nivel de glucemia y tipo de marca**

Como se muestra en la imagen, se ve que se guardan todos estos datos para cada marca.

The screenshot shows a MySQL database interface with the following details:

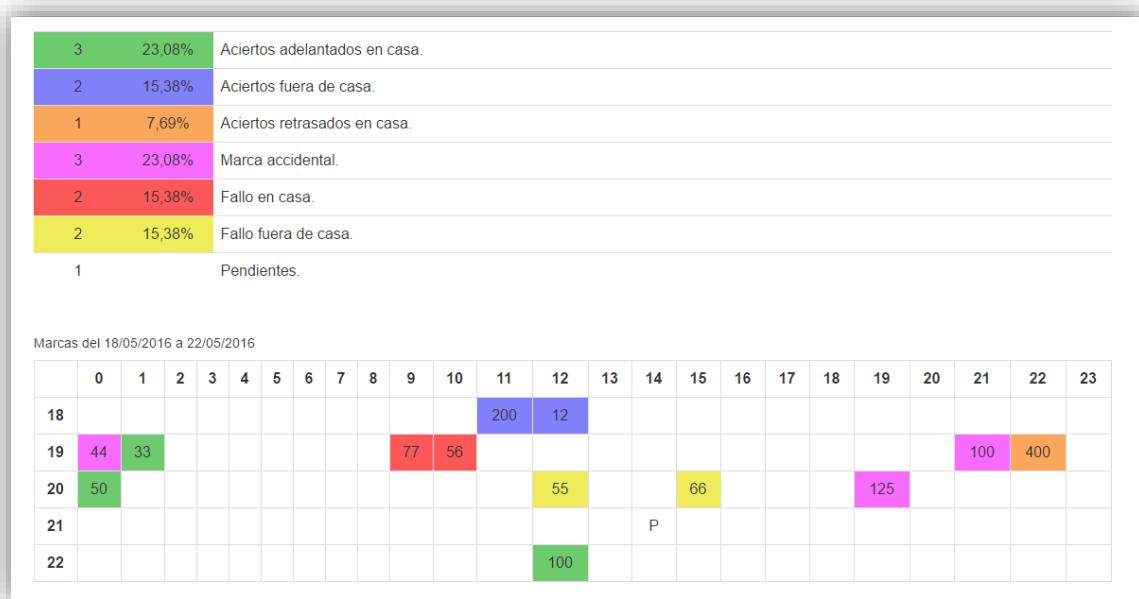
- Server: 127.0.0.1
- Base de datos: watchdog
- Tabla: eventos
- Toolbar buttons: Examinar, Estructura, SQL, Buscar, Insertar, Exportar, Importar, Privilegios
- Status message: Mostrando filas 0 - 24 (total de 26, La consulta tardó 0.0005 segundos.)
- Query: SELECT \* FROM `eventos`
- Buttons: [ Editar en línea ] [ Editar ]
- Table navigation: 1 < > >> | Mostrar todo | Número de filas: 25 | Filtrar filas: Buscar en esta tabla
- Sort dropdown: Ordenar según la clave: Ninguna
- Table headers: IdPerro, Fecha, Hora, Tipo, Nivel, TramoHorario
- Data rows:

	IdPerro	Fecha	Hora	Tipo	Nivel	TramoHorario
<input type="checkbox"/>	ZgzPablitoLalo	2016-05-08	12:12:00	Acierto retrasado en casa	100	12
<input type="checkbox"/>	ZgzPablitoLalo	2016-05-18	00:00:11	Acierto fuera de casa	200	11

Datos almacenados en la base de datos para una marca

### **RF3: El sistema debe calcular y mostrar a los entrenadores las estadísticas de los perros que entrena**

Se ha comprobado que a través de la web, el sistema calcula los datos de las estadísticas y resúmenes para mostrárselos al entrenador.



Estadísticas de las marcas realizadas por un perro

### **RF4: El sistema debe permitir al perro marcar sobre él**

Se ha comprobado que el perro es capaz de marcar con el sistema elegido. Los entrenadores de Canem confirmaron que se puede entrenar al perro para que tire de una cuerda que este colgando del dispositivo que lleva en el cuello.

### **RF5: El sistema debe hacer saber al perro que ha reconocido la marca**

Se ha comprobado que el móvil suena cada vez que recibe la marca del perro, lo que le indica que puede dejar de tirar de la cuerda.

## **RF6: El sistema debe guardar las marcas de manera local hasta estar almacenadas en el servidor**

Como se muestra la imagen inferior, la aplicación Android del paciente almacena las marcas en un fichero interno para evitar su perdida y posteriormente poderlas enviar al servidor.



Fichero de almacén local de marcas

## **RF7: El sistema debe enviar de manera automática las marcas al servidor para ser almacenadas**

Se ha comprobado que el sistema envía las marcas de manera automática al servidor para almacenarlas. Envía tanto las nuevas como las que tenía almacenadas en el fichero nombrado anteriormente.

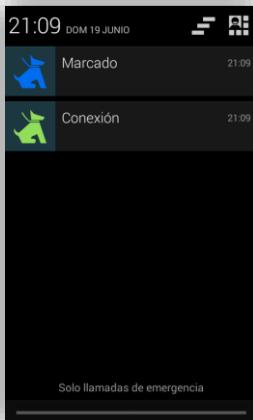
En la siguiente imagen se puede ver como se ha almacenado como pendiente, en la base de datos la marca del que aparece en el fichero de la imagen anterior.

+ Opciones						
	← T →	↓	IdPerro	Fecha	Hora	Tipo
<input type="checkbox"/> Editar  Copiar  Borrar	ZgzPabloyLalo	2016-05-08	12:12:00	Pendiente	0	12

Marca almacenada en la base de datos que fue enviada por el

**RF8: El sistema debe notificar las nuevas marcas de un perro, a los usuarios interesados en ellas y al propio paciente**

Se ha comprobado que el sistema notifica las nuevas marcas a los pacientes, como se observa en la siguiente imagen.



Notificación de que el perro ha realizado una marca

**RF9: El sistema debe permitir a los pacientes añadir datos a cada marca almacenada**

Se ha comprobado que a través de la web, el paciente puede validar las marcas almacenadas. Como se muestra en la siguiente imagen, se le muestra al paciente la marca almacenada en la comprobación anterior, para que el paciente la valide.

A screenshot of a web browser window titled '192.168.1.184/web/Cliente/validarMarcas.php'. The interface has a purple header with a dog icon, 'Marcas Pendientes', 'Nueva Marca', and 'Estadísticas'. The main content area is titled 'Marcas pendientes' and shows validation details: 'Fecha' (05/06/2016), 'Hora' (11:11:11), 'Nivel de glucemia' (empty input field), 'Tipo de fallo' (dropdown menu set to 'Acierto adelantado en casa'), and a 'Guardar' button.

Formulario de validación de marcas generadas por el dispositivo del perro

Tras realizar esta evaluación, se realizó también una batería de pruebas para comprobar el funcionamiento del sistema ante los posibles fallos.

Estas pruebas están detalladas en el Anexo III – Pruebas.

## 10. Conclusiones

Se ha diseñado e implementado un sistema que automatiza la recogida de marcas y tratamiento de los datos, en el seguimiento del adiestramiento de perros de asistencia médica a diabéticos.

Para ello, se ha implementado sobre un servidor, siempre accesible en Internet, la gestión de los datos. La interacción con el servidor es mediante un sistema web. Se han implementado tres roles: administrador, entrenador y perro del paciente. Se ha simplificado las tareas a realizar de cada uno de ellos, automatizando las tareas habituales. En el caso del paciente, añadir nuevas marcas al sistema, consultar y validar las existentes. De manera análoga en el caso del entrenador las tareas de extracción de información.

Toda la web tiene un diseño *responsive*, que permite un uso cómodo, tanto desde dispositivos con pantalla pequeña como puede ser el SmartPhone del paciente como desde un PC como será lo habitual para el entrenador.

El sistema es seguro, robusto y evita la pérdida de datos. El tratamiento específico de datos médicos se ha salvado atribuyendo el nivel de glucemia a un usuario virtual sin relación con un paciente físico en el sistema. Es necesaria la consulta con un departamento legal antes de su paso a explotación.

Este sistema web, se encuentra en estos momentos en una fase de pruebas con usuarios reales. Está desplegado en el servidor de la universidad de Zaragoza y la asociación Canem lo está empezando a utilizar en paralelo con su sistema anterior.

Se ha desarrollado una aplicación Android que permite configurar el dispositivo empotrado, a través de comunicación BLE. La aplicación, lanza un servicio que está vinculado con el dispositivo, lo que le permite notificar el estado de la conexión, recibir las marcas y enviarlas al servidor mediante un servicio REST, a la vez avisa al paciente. El servicio también se encarga de enviar la información de monitorización de la conexión y las alertas.

El sistema de monitorización es seguro, fiable, de bajo consumo energético y gratuito, pues ha sido implementado utilizando el servicio de Google Cloud Messaging, lo que garantiza además que se reciban los mensajes de monitorización casi de manera inmediata.

Se ha implementado un prototipo del dispositivo que el perro pueda activar. En la actualidad se trabaja en la adaptación y entrenamiento de perros al nuevo sistema.

Al trabajar con un cliente real, como es Canem, he podido poner en práctica lo estudiado en la carrera y descubrir que además de conocimiento técnico es necesario ser capaz de comprender las necesidades del cliente para crear un buen sistema.

A nivel personal, el proyecto me ha parecido muy interesante y enriquecedor, pues he podido trabajar en un sistema que a corto plazo puede mejorar la calidad de vida de los pacientes diabéticos, además de poder colaborar con una asociación sin ánimo de lucro.

Este proyecto me ha permitido trabajar con tecnologías que no se han empleado durante la carrera, como es la programación de servicios y aplicaciones Android, la tecnología BLE o mensajería instantánea por ejemplo con Google Cloud Messaging.

La realización del proyecto ha durado 455 horas en total, en el Anexo I se detalla cómo se ha repartido el tiempo en las diferentes partes del sistema.

## 11. Posibles Mejoras

A continuación, se van a exponer posibles mejoras o añadidos que se podrían realizar en un futuro y que no han sido abordados en este proyecto.

### **El tratamiento de datos médicos**

El tratamiento de datos médicos según la ley actual en España es problemático. Tal y como está redactada, mezcla temas de seguridad en el acceso a los datos, con requisitos de almacenamiento de los mismos (backups, etc), sin llegar a especificar como se ha de aplicar sobre la tecnología del sistema. En cualquier caso este es uno de los temas a estudiar antes de pasar a explotación comercial del sistema.

### **Adaptar el sistema para perros de alerta médica para alérgenos**

Al igual que un perro puede detectar drogas, explosivos, dinero, o armas, se puede entrenar para la detección de trazas de alimentos. Hay personas con reacciones alérgicas muy graves a productos alimenticios. Estas personas deben extremar las precauciones, ya que es imposible comer fuera de casa sin saber si la comida tiene trazas de ese producto. Así mismo muchos productos comerciales avisan de que podrían llevar trazas de uno u otro producto ya que la empresa trabaja con ambos. En la mayoría de los casos no lo llevará, pero es necesario sobreprotegerse.

Puesto que el sistema de entrenamiento de perros de alerta médica para alérgenos es muy similar al utilizado en el de los perros de alerta médica a diabéticos, solo sería necesario realizar unos pequeños cambios sobre el sistema ya implementado.

### **Almacenar datos en el dispositivo del perro**

Si el perro produce una marca cuando el sistema no está conectado al móvil, se pierde, por lo que se podría modificar el software del dispositivo del perro para que almacenará localmente las marcas del perro y cuando dispusiera de conexión con el móvil se las comunicaría para que pudiera enviar al servidor para ser almacenados. De esta forma, se ganaría en independencia, pues no sería necesario que el paciente llevara siempre el móvil consigo. Por ejemplo, en el caso de un niño diabético, el móvil que subiera los datos al servidor podría ser el del padre, en lugar de darle un móvil al niño.

### **Sistema de mensajes entre el entrenador y el paciente**

Cuando el entrenador analiza los datos, frecuentemente necesita comunicarse con los usuarios, aprovechando que la aplicación de alertas y la del paciente utilizan los servicios de GCM se podría crear un apartado dentro de la web, desde el que el entrenador pudiera enviarles notificaciones. Por ejemplo avisándoles de que tienen marcas sin validar.

### **Realizar las aplicaciones para sistema operativo IOS**

Aunque Android es el sistema más extendido y barato, implementando la aplicación del paciente y la de alertas para el sistema operativo IOS, se conseguiría hacer accesible la aplicación casi para el 100 % de la población.

## 12. Bibliografía

Como apoyo y documentación se han empleado parte de los libros y apuntes utilizados durante la carrea, pero al trabajar con dispositivos comerciales y tecnologías muy concretas ha sido necesario recurrir a las web de oficiales de las mismas para encontrar una información fiable y de calidad con la que trabajar. Las web utilizadas son:

- LOPD, <http://www.cuidatusdatos.com/infoprotectiondedatos.html>
- LOPD, [https://www.agpd.es/portalwebAGPD/canaldocumentacion/informes\\_juridicos/reglamento\\_lopd/index-ides-idphp.php](https://www.agpd.es/portalwebAGPD/canaldocumentacion/informes_juridicos/reglamento_lopd/index-ides-idphp.php)
- Sensortag cc2650, <http://www.ti.com/tool/cc2650stk>
- Sensortag cc2650, <https://e2e.ti.com/search?q=CC2650STK>
- Android, <https://developer.android.com/index.html?hl=es>
- PHP, <http://php.net/docs.php>
- BootStrap 3.3, <http://www.arielmax.com.ar/tag/cursos-de-bootstrap3-3/>
- Chars.js, <http://www.chartjs.org/docs/>
- Slim, <http://www.slimframework.com/docs/>
- MQTT, <http://mqtt.org/documentation>
- Google Cloud Messaging, <https://developers.google.com/cloud-messaging/>
- Bluetooth BLE , <https://www.bluetooth.com/>



## Anexos

Anexo I - Diagrama de Gannt y estimación de tiempos

Anexo II – Ley Orgánica de Protección de Datos (LOPD)

Anexo III – Pruebas

Autor

Pablo Yagüe Nogué

Director

Enrique Torres Moreno

Escuela de Ingeniería y Arquitectura

Universidad de Zaragoza

2016

## Anexo I - Diagrama de Gannt y estimación de tiempos

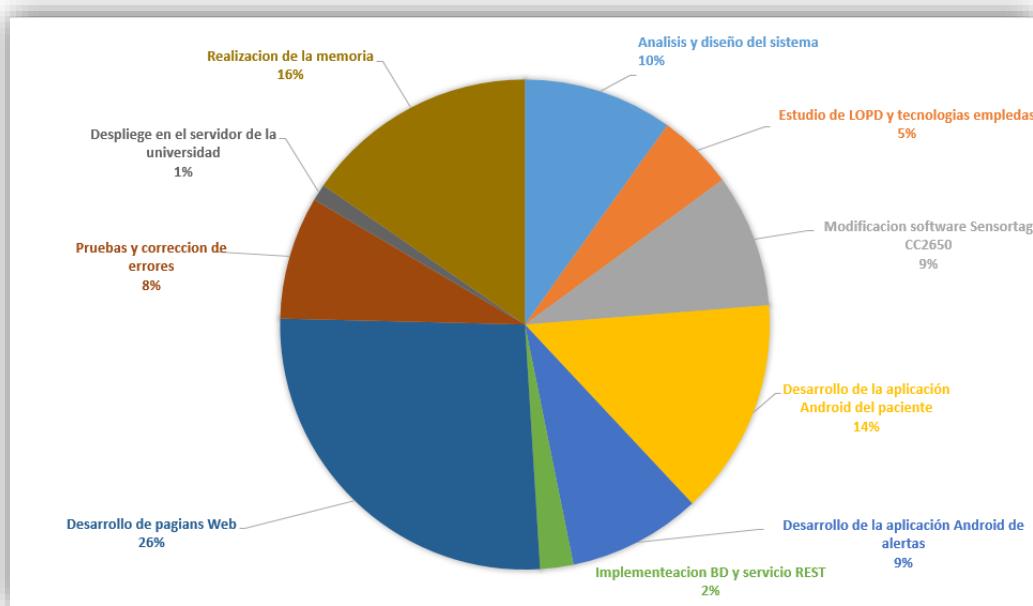
A continuación se va a desarrollar una descripción de tiempos en horas que ha llevado desarrollar este proyecto, para lo cual se ha dividido en tareas.

En la siguiente tabla se puede ver un desglose de las tareas y las horas empleadas en él.

Tarea	Horas
Análisis y diseño del sistema	45
Estudio de LOPD y tecnologías empleadas	23
Modificación software Sensortag CC2650	40
Desarrollo de la aplicación Android del paciente	65
Desarrollo de la aplicación Android de alertas	40
Implementación BD y servicio REST	10
Desarrollo de las páginas Web	120
Pruebas y corrección de errores	37
Despliegue en el servidor de la universidad	5
Realización de la memoria	70
<b>TOTAL</b>	<b>455</b>

Como se observa en la tabla el proyecto ha tenido un coste total de 455 horas.

En el siguiente gráfico se puede observar la parte porcentual que ha ocupado cada tarea del proyecto.



Como se observa en la gráfica anterior, gran parte del tiempo ha sido invertido en el desarrollo de la web, las aplicaciones Android y el Sensortag CC2650. Estas horas no son solo de implementación, en ellas están englobadas las horas dedicadas al estudio de las tecnologías y aprendizaje de funcionamiento de las mismas, puesto que muchas de ellas eran nuevas para mí.

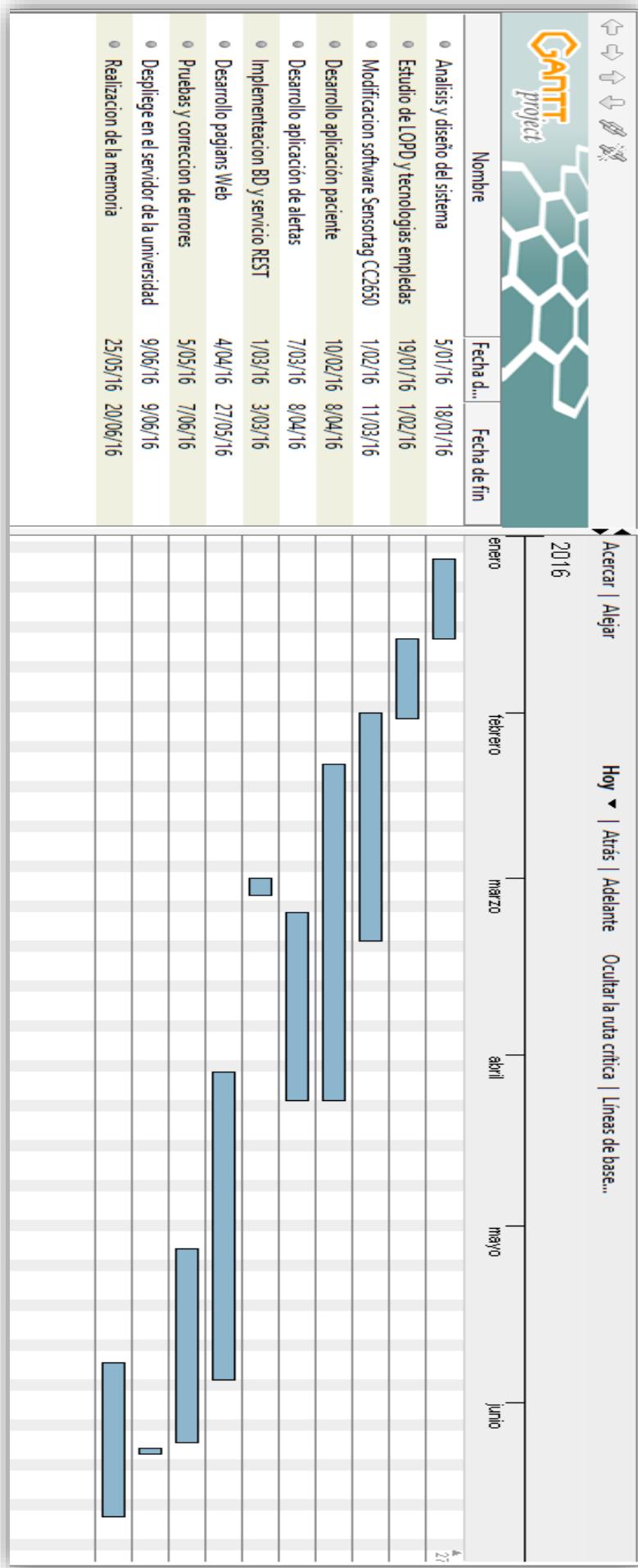
En el caso del desarrollo de la aplicación Android de alertas, está comprendido el tiempo que se empleó en realizar la aplicación final y las dos aplicaciones de prueba, que ayudaron a decidir que tecnología utilizar, si GCM o MQTT.

### **Diagrama de Gantt**

Tras el estudio del sistema y el diseño, se ha comenzado a trabajar con el dispositivo del perro y la aplicación Android, puesto que al ser unas tecnologías nuevas, es más complicado saber el tiempo que se va a requerir para su implementación y cuan eficiente es para el sistema.

Una vez que ya se tenía conocimiento de las limitaciones y fortalezas de las nuevas tecnologías, se tuvo una reunión con Canem para presentarles parte del sistema y terminar de recoger los requisitos del sistema web.

Tras la reunión, se comenzó con la implementación del sistema web, se realizaron pruebas de todo el sistema y se implantó en el servidor de la universidad.



## Anexo II - Ley Orgánica de Protección de Datos (LOPD)

Los datos médicos, son datos de carácter personal, por lo que requieren de un nivel máximo de seguridad, por ello, la ley marca para ellos unas normas para el tratamiento y almacenamiento de los mismos que se debe cumplir sin excepción ninguna.

### **Inserción de ficheros.**

Todos los ficheros de una empresa deben de estar inscritos en el Registro General de Protección de Datos, para de ese modo ser públicos y accesibles. Para ello, se deberá cumplimentar un formulario de notificación telemática a la ADEP

### **Calidad de datos**

Según se recoge en el artículo 4 de la LOPD, los datos de carácter personal se deben tratar de la siguiente manera:

- Se recogerán los datos a través de medios no fraudulentos, desleales o ilícitos.
- Solo se recogerán los datos que sean adecuados, pertinentes y no excesivos en relación con el fin para el que se van a usar.
- Solo se utilizarán los datos cuya finalidad sea compatible con la que originó su recogida.
- Se mantendrán los datos exactos y actualizados a la situación actual del titular.
- Los datos se eliminarán una vez que ya no sean necesarios para la finalidad por la que se recogieron.
- El titular de los datos deberá poder ejecutar su derecho de acceso a ellos en el momento en el que lo considere oportuno

### **Deber de información.**

Según queda recogido en el artículo 5 de la LOPD, el ciudadano tiene derecho pleno en saber quién recoge sus datos, para que están siendo recogidos, quien va a ser el destinatario de los mismos, cuáles son sus derechos y donde ha de acudir para ejercerlos.

El responsable del fichero, tiene el deber de informar al ciudadano, en el momento en que este lo solicite, todos los derechos señalados anteriormente.

El empresario, elaborará las cláusulas informativas y diseñará también, los procedimientos que sean necesarios para poder informar debidamente al ciudadano y, a posteriori, poder demostrar que lo ha hecho.

### **Consentimiento del afectado**

Según queda recogido en el artículo 6 de la LOPD, el empresario solo podrá tratar los datos de carácter personal, si dispone del consentimiento del titular de los mismos. Para que este consentimiento sea válido, será necesario que se realice de una forma libre, inequívoca, específica e informada.

Al mismo tiempo, el empresario también deberá elaborar las cláusulas informativas, al igual que diseñará los procedimientos que sean necesarios para obtener el consentimiento del ciudadano y así, a posteriori, poder demostrar que lo ha hecho.

### **Datos especialmente protegidos.**

Según queda recogido en el artículo 7 de la LOPD, si el empresario llegase a utilizar los datos de carácter personal, clasificados como nivel alto, deberá tener en cuenta los siguientes aspectos:

- No se puede obligar a un ciudadano a que nos facilite dichos datos, al igual que en el momento en el que se le pida el consentimiento, se le deberá informar que tiene derecho a no facilitar los datos.
- Sólo se podrán utilizar dichos datos, cuando se disponga de un consentimiento expreso y por escrito por parte del ciudadano.
- Los ficheros donde este almacenada dicha información, deberán de estar protegidos con las medidas de seguridad correspondientes al nivel alto.

### **Deber de secreto.**

Según queda recogido en el artículo 10 de la LOPD, el empresario está obligado a guardar secreto profesional sobre los datos que tratados y deberá mantener la confidencialidad de los mismos dentro de su organización.

Para cumplir con este principio, el empresario deberá elaborar los contratos, las cláusulas y procedimientos que le permitan dar a conocer este deber de secreto y las consecuencias de su incumplimiento.

### **Comunicación de datos.**

Según queda recogido en el artículo 11 de la LOPD, los datos de carácter personal, solo podrán ser cedidos a un tercero para el cumplimiento de los fines que están directamente relacionados con el fin para el cual fueron cedidos.

Por ello, se informará al titular de los datos, de una manera expresa, precisa e inequívoca de la identidad y del tipo de actividad que desarrollará el destinatario de los mismos. La cesión se realizará bajo el total consentimiento del titular, el cual podrá en cualquier momento, revocar dicho consentimiento.

### **Acceso a los datos por cuenta de terceros.**

Según queda recogido en el artículo 12 de la LOPD, cuando un tercero vaya a prestar un servicio con los datos personales almacenados, de produce una relación jurídica denominada como “acceso a los datos por cuenta de terceros”, quedando de ese modo asignada la condición de “encargado de tratamiento” a quien presta el servicio y trata los datos por cuenta del responsable del fichero, debiendo seguir sus instrucciones en todo momento, estando en la obligación de devolver o destruir los datos una vez que haya finalizado.

Para que se cumpla la ley, el empresario debe formalizar la prestación del servicio en un contrato cuyo contenido y características sean las siguientes:

- El contrato deberá constar por escrito, de manera que permita acreditar su celebración y contenido.
- El encargado del tratamiento, únicamente tratará los datos conforme a las instrucciones del responsable.
- Quedará reflejada la finalidad con la que se deben tratar los datos y en ningún caso podrán ser usados con fines distintos a los principales.

- Quedarán estipuladas aquellas medidas de seguridad que el encargado del tratamiento está obligado a implementar.
- En el momento en que se haya cumplido la prestación contractual, los datos que sean de carácter personal, deberán ser destruidos o devueltos al responsable de su tratamiento.
- Si el encargado del tratamiento, decidiera destinar los datos a otra finalidad, los comunica o usa incumpliendo el contrato, se verá obligado a responder de las infracciones en las que haya incurrido.

### **Ejercicio de los derechos ARCO**

El empresario, deberá facilitar a los ciudadanos el ejercicio de los denominados derechos ARCO, es decir, Acceso, rectificación, Cancelación y Oposición.

El empresario diseñará e implementará los procedimientos y formularios que le facilitaran al propietario la solicitud y ejecución de sus derechos.

### **Transferencia Internacional de datos**

Llegado el caso de que los datos vayan a ser transferidos fuera del espacio económico europeo, se deberán tener en cuenta los siguientes aspectos:

- La transferencia de datos será notificada a la Agencia Española de Protección de Datos, para su inscripción en el registro.
- Si se fueran a transmitir los datos fuera del Espacio Económico Europeo, se requerirá de una autorización previa.
- Cuando la transferencia de datos se vaya a realizar con el fin de entregar los datos a un tercero para su tratamiento, será necesario aplicar las garantías previstas legalmente para la “cesión o comunicación de datos”

### **Seguridad de los datos.**

Según queda recogido en el artículo 9 de la LOPD, se deberán adoptar las medidas técnicas y organizativas necesarias para garantizar la seguridad de los datos, evitar alteraciones, pérdidas, tratamientos o accesos a datos no autorizados.

Para que se cumpla todo ello, será necesario crear un documento de seguridad, en el que se recogerán las medidas, normas, procedimientos de actuación, reglas y estándares que garanticen la seguridad.

En el momento que el tratamiento de la información se realice de manera automatizada, será necesario aplicar las medidas de seguridad reguladas desde el artículo 89 hasta el 104 del Real Decreto 1720/2007, siendo estos los siguientes:

- En el artículo 89, se establece que deberá definirse un documento de seguridad para los ficheros automatizados en los que se recoja, cuáles son las funciones y obligaciones de las persona que tengan acceso a estos datos de carácter personal. El responsable del fichero, deberá informar al personal de las normas y de sus consecuencias en el caso de que se infrinjan.
- En el artículo 90 se establece que todo fichero automatizado deberá de contar con un registro de incidencias, en el que se podrá anotar cualquier anomalía que afecte a los datos, cuando sucedió, a quien se le ha notificado y que medidas correctivas se le han aplicado.

- En el artículo 91 se establece que se deberá implantar un control de acceso a los usuarios para acceder a los archivos.  
Los usuarios solo podrán acceder a los recursos que sean imprescindibles para realizar sus funciones.  
El responsable del fichero, será el encargado de definir estos permisos de acceso e implantar mecanismos para que se cumplan.
- En el artículo 92 se establece que la gestión de los documentos, se realizará de la siguiente manera: los documentos deberán permitir en todo momento, la identificación del tipo de información que contiene, serán inventariados y accesibles solo con autorización previa.  
La salida de documentos fuera de los locales, que están controlados por el responsable del fichero, deberán ser autorizadas por el mismo. Durante el traslado, se adoptarán medidas que asegurarán la integridad y confidencialidad del documento. En el momento en que se vaya a desechar un documento, este deberá ser debidamente borrado y destruido.
- En el artículo 93 se establece que en todos los ficheros, el responsable deberá adoptar mecanismos que garanticen la correcta identificación, de manera inequívoca y personalizada.  
En el caso que sean mediante contraseñas, deberá existir un proceso de asignación, distribución y almacenamientos de las mismas, teniendo vigencia máxima de 1 año por contraseña.
- En el artículo 94 se establece que en todos aquellos ficheros automatizados, el responsable del fichero deberá establecer un procedimiento que permita realizar semanalmente copias de seguridad.  
El responsable, se verá en la obligación de establecer `procedimientos varios para la recuperación de datos, garantizando la posibilidad de reconstrucción de los mismos a un tiempo anterior a su pérdida; también deberá verificar cada 6 meses, que los procedimientos son correctos.  
Las pruebas de implantación no se realizarán con datos reales.
- En el artículo 95 se establece que si el documento es de nivel medio o alto, se deberán asignar uno o varios responsables de seguridad, pudiendo ser uno mismo para todos los ficheros o varios si están separados.
- En el artículo 96 se establece que en los ficheros de nivel alto, se deberá realizar cada dos años una auditoría que verifique que los sistemas de información e instalaciones donde se tratan y almacenan, cumplen con las medidas de seguridad exigidas por la LOPD.
- En el artículo 97 se establece que cuando se trate de un fichero de nivel alto, se deberá establecer un sistema de registro de entrada, que permitirá conocer el tipo de documento, la fecha y hora, el emisor, el número de documento el responsable de recepción, incluidos en el envío. Al mismo tiempo, se dispondrá de un registro de salida que contendrá la misma información que el de entrada, excepto por el caso del responsable de recepción que será sustituido por el responsable de la entrega.
- En el artículo 98 se establece que si el fichero es de nivel alto, el responsable del mismo, establecerá un mecanismo que limite la posibilidad de intentar reiteradamente el acceso no autorizado.
- En el artículo 99 se establece que cuando se vayan a tratar ficheros de nivel alto, el responsable de seguridad deberá poner los medios adecuados para que solamente las personas autorizadas puedan acceder al lugar físico donde se encuentren los equipos que almacenan los datos.

- En el artículo 100 se establece que, en el caso de los ficheros de nivel alto, además de tener que cumplir el artículo 90, se deberán añadir los procedimientos realizados de recuperación de los datos, indicando la persona que ejecutó el proceso, los datos restaurados y aquellos que fueron guardados de forma manual. Para ejecutar la recuperación será necesaria la autorización del responsable del fichero.
- En el artículo 101 se establece que cuando el fichero es de nivel alto, el protocolo de soporte y documentación se deberá complementar.  
La identificación de los soportes se deberá realizar utilizando sistemas de etiquetado comprensibles, pero que dificulten la identificación al personal no autorizado.  
Para la distribución de soportes con datos de carácter personal, se cifrarán tanto los datos como el dispositivo portátil que los contenga, evitándose el tránsito de datos de carácter personal en dispositivos que no puedan cifrarse; si se diera un caso en el que fuera estrictamente necesario, se deberá hacer constar en el documento de seguridad.
- En el artículo 102 se establece que cuando el fichero es de nivel alto, se deberá cumplir lo especificado en el artículo 94.  
Además, deberán ser almacenados en un lugar físico distinto al lugar donde residen los equipos que los tratan.
- En el artículo 103 se establece que cuando el fichero es de nivel alto, se deberá cumplir lo especificado en el artículo 91.  
Además de cada intento de acceso, se guardará la identificación del usuario, la fecha y la hora, el fichero al que se ha accedido y si ha sido autorizado o no. Si es autorizado, se guardará una identificación del registro accedido. El período mínimo de conservación de los datos registrados será de dos años.  
El responsable de seguridad revisará los registros de control una vez al mes para poder detectar de ese modo los posibles problemas.
- En el artículo 104 se establece que cuando se transmitan datos de carácter personal de nivel alto, deberá cumplirse el artículo 81.3, si la transmisión se realiza a través de redes públicas o inalámbricas, la información ha de ir cifrada para garantizar que la información sea ininteligible a terceros.

## Anexo III - Pruebas

A continuación se va a detallar las pruebas realizadas para comprobar el correcto funcionamiento del sistema.

### Sistema web de almacenamiento y acceso a los datos

Se ha accedido a la web desde un ordenador para realizar las pruebas de funcionamiento. Se han simulado los fallos que puede realizar un usuario en su uso diario, para poder observar si el sistema responde correctamente a ellos.

Para ello, se ha buscado la introducción de datos erróneos en los formularios o dejándolos vacíos, además de intentar saltarse las restricciones de seguridad.

#### Formulario de acceso.

Es la página de inicio a través de la cual, pacientes y entrenadores, acceden al sistema web.

El formulario consta de un campo usuario y un campo de contraseña.

Ambos campos han de ser rellenados y su contenido no debe tener espacios.

#### 1- Primera prueba

Se dejan los dos campos vacíos y se presiona el botón acceder. Como se muestra en la imagen inferior, el sistema informa de que se debe completar el campo, poniendo un mensaje sobre él.



## 2- Segunda prueba

Se introduce un usuario que si existe, pero a su vez la contraseña introducida no es correcta. Como se muestra en la imagen inferior, el sistema informa del error mediante un mensaje situado bajo el botón de acceder que dice “Usuario o Contraseña Erróneos”.



## 3- Tercera prueba

Se introduce un usuario que no existe y una contraseña errónea.

Como se muestra en la imagen inferior, el sistema informa del error mediante un mensaje situado bajo el botón de acceder que dice “Usuario o Contraseña Erróneos”.



#### 4- Cuarta prueba

Se introduce un usuario que si existe con la correspondiente contraseña, también válida. El sistema permite el acceso a la web.

Si es un paciente quien accede a la web, nos redireccionará a una página como la que se muestra en la foto inferior.

Marcas pendientes

Fecha 05/06/2016

Hora 11:11:11

Nivel de glucemia

Tipo de fallo Acierto adelantado en casa

Guardar

Si se intenta acceder a esta página, sin tener usuario y contraseña, escribiendo directamente la dirección, <http://10.1.56.218/web/Cliente/validarMarcas.php>, para saltarnos el formulario de acceso, el sistema informará sobre el error como se muestra en la imagen inferior, apareciendo un mensaje bajo el botón de acceder que dice “Debe iniciar sesión para poder acceder al sitio.”



Si un usuario accede a la web con su usuario y contraseña, e intenta utilizar este sistema de escribir la URL para acceder a sitios que le están restringido por su tipo de usuario, como puede ser por ejemplo, una situación en la que intente acceder a la sección del entrenador, el sistema muestra la misma información de error que en el caso anterior.

## 5- Quinta prueba

Se introduce un usuario que si existe, pero se escribe mal la contraseña repetidamente.

La sexta vez que se escribe mal la contraseña, el sistema informa del error mediante un mensaje que aparece bajo el botón de acceder que dice “Cuenta bloqueada, se ha excedido el número de intentos de login” y la cuenta queda bloqueada hasta el día siguiente.



## 6- Sexta prueba

Si se deja la sesión abierta durante un período superior a una hora, al intentar seguir trabajando con la web, aparece un mensaje bajo el botón de acceder que dice “La sesión ha caducado. Inicie sesión de nuevo.”, como se muestra en la imagen inferior,



## Webs del paciente

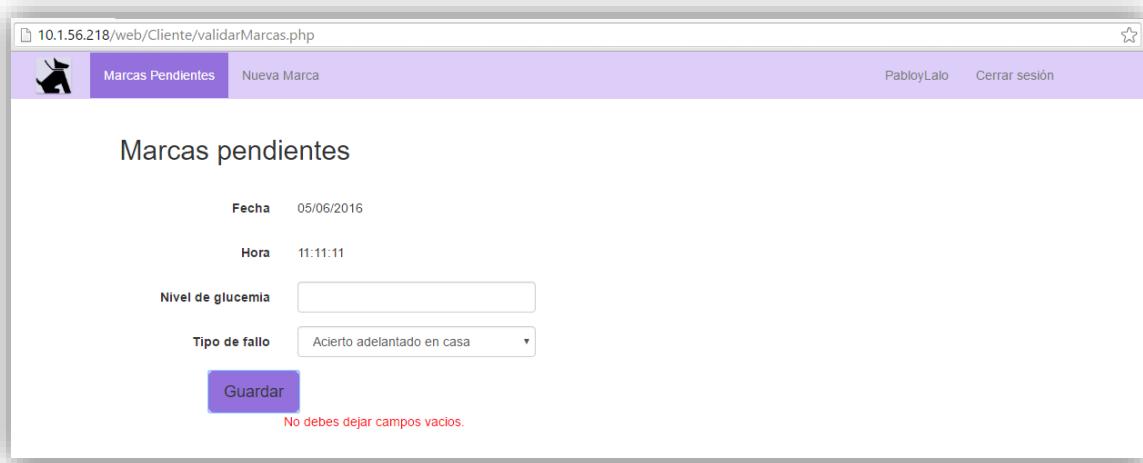
### Formulario de validación de marcas

Es la página a través de la cual se le muestra al paciente las marcas que ha realizado el perro y en la que él ha de seleccionar de qué tipo se trata y escribir el nivel de glucemia que tenía en ese momento.

#### 1- Primera prueba

No se introduce el nivel de glucemia y se presiona el botón de guardar.

Como se muestra en la imagen inferior, el sistema informa del error y bajo el botón de guardar aparece un mensaje que dice "No debes dejar campos vacíos."



The screenshot shows a web application window titled "10.1.56.218/web/Cliente/validarMarcas.php". The header bar is purple with icons for a dog, "Marcas Pendientes", "Nueva Marca", and user information "PabloyLalo" and "Cerrar sesión". The main content area has a white background and is titled "Marcas pendientes". It contains the following form fields:

- Fecha: 05/06/2016
- Hora: 11:11:11
- Nivel de glucemia: (empty input field)
- Tipo de fallo: Acierto adelantado en casa (dropdown menu)

A large blue "Guardar" button is at the bottom left. Below it, a red error message reads "No debes dejar campos vacíos." (You must not leave fields empty.)

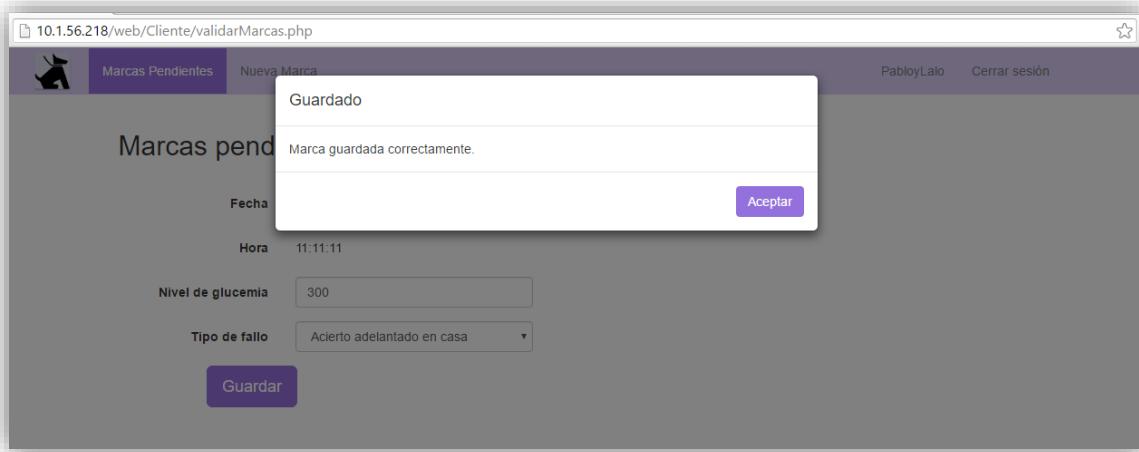
#### 2- Segunda prueba

Se introduce algo que no es un número en el campo de nivel de glucemia y el sistema directamente no lo permite, ya que el formulario está predefinido internamente para que sea obligatoriamente un número.

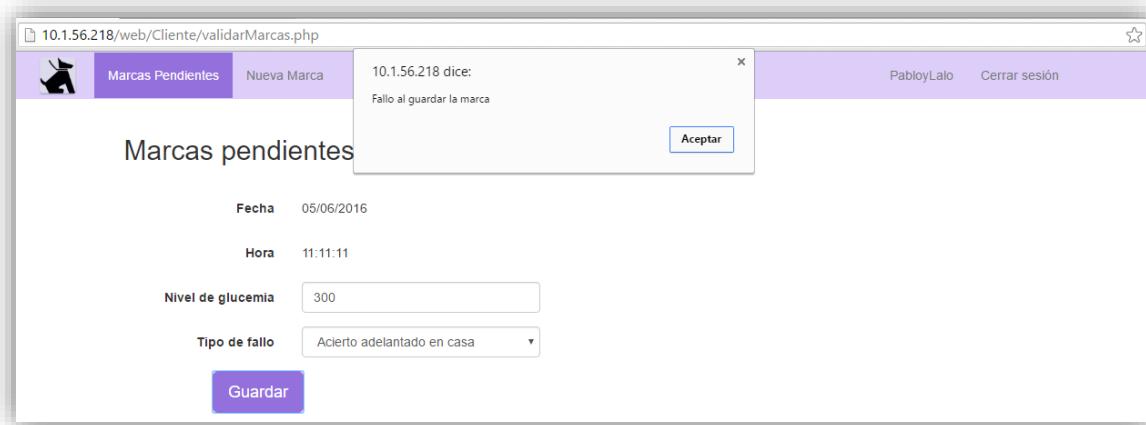
### 3- Tercera prueba

Se introduce un nivel de glucemia correcto y se selecciona el tipo de marca que le corresponde.

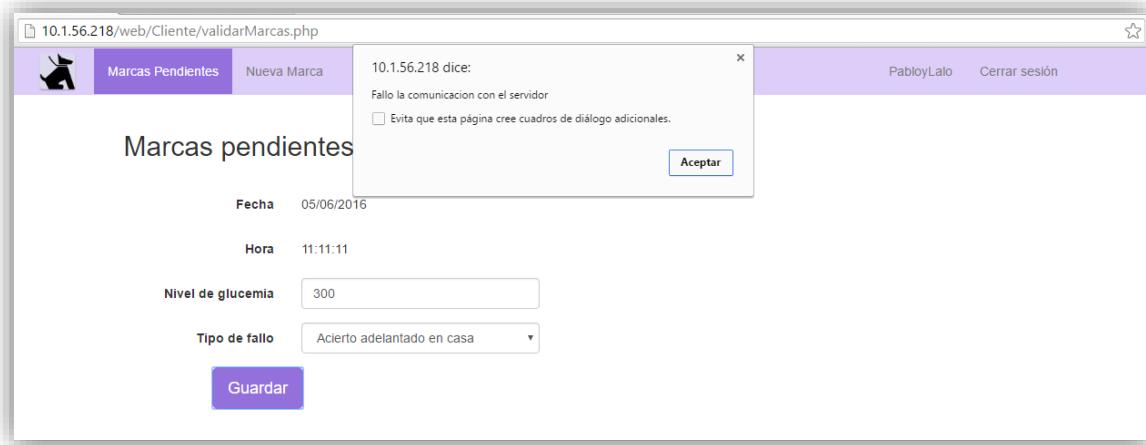
Si la marca se almacena correctamente el sistema informa de ello, como se muestra en la imagen inferior, mediante un mensaje emergente en el que aparece el mensaje “Guardado. Marca guardada correctamente. Aceptar.”



En el caso de que falle el guardado de la marca, el sistema informa del error mediante un mensaje de alerta.



En caso de que falle la comunicación con el servidor, el sistema informa del error mediante un mensaje de alerta.



### Formulario para añadir nuevas marcas

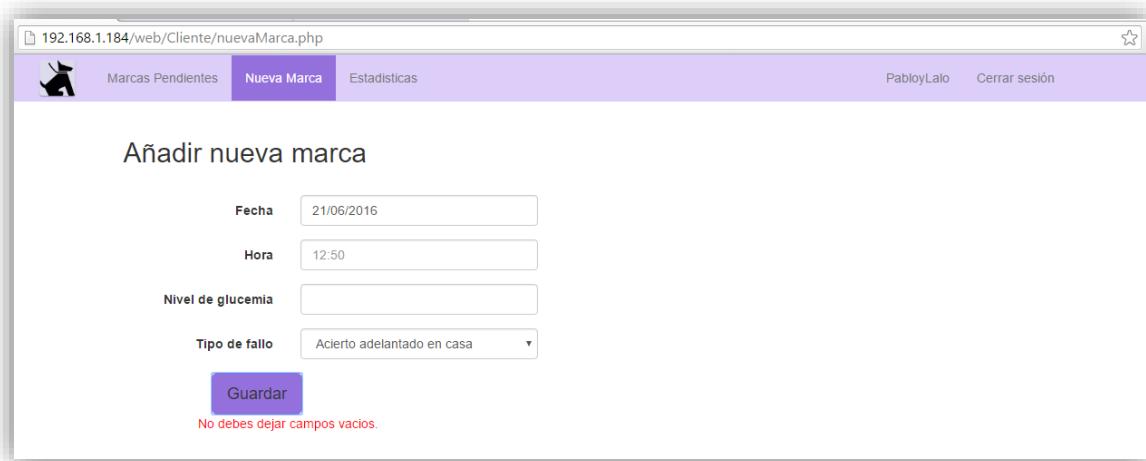
Es la página donde se le permite al paciente añadir una nueva marca de manera manual.

El paciente ha de seleccionar de que tipo se trata y escribir el nivel de glucemia que tenía en ese momento, además de la fecha y de la hora en la que se produjo.

#### 1- Primera prueba

No se han introducido datos en ningún campo del formulario y se presiona el botón de guardar.

El sistema informa del error y aparece bajo el botón de guardar un mensaje que dice "No debes dejar campos vacíos.", como se observa en la imagen inferior.



## 2- Segunda prueba

Se introduce una fecha imposible campo fecha, rellenando el resto de forma correcta y se presiona el botón guardar.

El sistema informa del error y aparece bajo el botón de guardar un mensaje que dice “El formulario de la fecha es incorrecto.”, como se observa en la imagen inferior.

The screenshot shows a web browser window with the URL 192.168.1.184/web/Cliente/nuevaMarca.php. The page title is "Añadir nueva marca". There are four input fields: "Fecha" (41/06/2016), "Hora" (00:00), "Nivel de glucemia" (100), and "Tipo de fallo" (Acierto adelantado en casa). Below the inputs is a purple "Guardar" button. A red error message "El formato de la fecha es incorrecto." is displayed at the bottom of the form.

## 3- Tercera prueba

Se introduce una hora imposible campo hora, rellenando el resto de forma correcta y se presiona el botón guardar.

El sistema informa del error y aparece bajo el botón de guardar un mensaje que dice “El formulario de la hora es incorrecto.”, como se observa en la imagen inferior.

The screenshot shows a web browser window with the URL 192.168.1.184/web/Cliente/nuevaMarca.php. The page title is "Añadir nueva marca". There are four input fields: "Fecha" (21/06/2016), "Hora" (30:00), "Nivel de glucemia" (100), and "Tipo de fallo" (Acierto adelantado en casa). Below the inputs is a purple "Guardar" button. A red error message "El formato de la hora es incorrecto." is displayed at the bottom of the form.

## 4- Cuarta prueba

Se introduce algo que no es un número en el campo de nivel de glucemia y el sistema directamente no lo permite, ya que el formulario esta predefinido internamente para que sea obligatoriamente un número.

## 5- Quinta prueba

Se introduce una fecha futura en el campo fecha, rellenando el resto de forma correcta y se presiona el botón guardar.

El sistema informa del error y aparece bajo el botón de guardar un mensaje que dice “La fecha ha de ser anterior al momento actual”, como se observa en la imagen inferior.

The screenshot shows a web application window titled "192.168.1.184/web/Cliente/nuevaMarca.php". The top navigation bar includes a logo, menu items "Marcas Pendientes", "Nueva Marca" (which is highlighted in purple), and "Estadísticas", and user information "PabloyLalo" and "Cerrar sesión". The main content area is titled "Añadir nueva marca". It contains four input fields: "Fecha" (Date) set to "22/06/2018", "Hora" (Hour) set to "00:00", "Nivel de glucemia" (Glucose level) set to "100", and "Tipo de fallo" (Type of failure) set to "Acierto adelantado en casa". Below these fields is a purple "Guardar" (Save) button. A red error message "La fecha ha de ser anterior al momento actual." (The date must be earlier than the current moment) is displayed below the button.

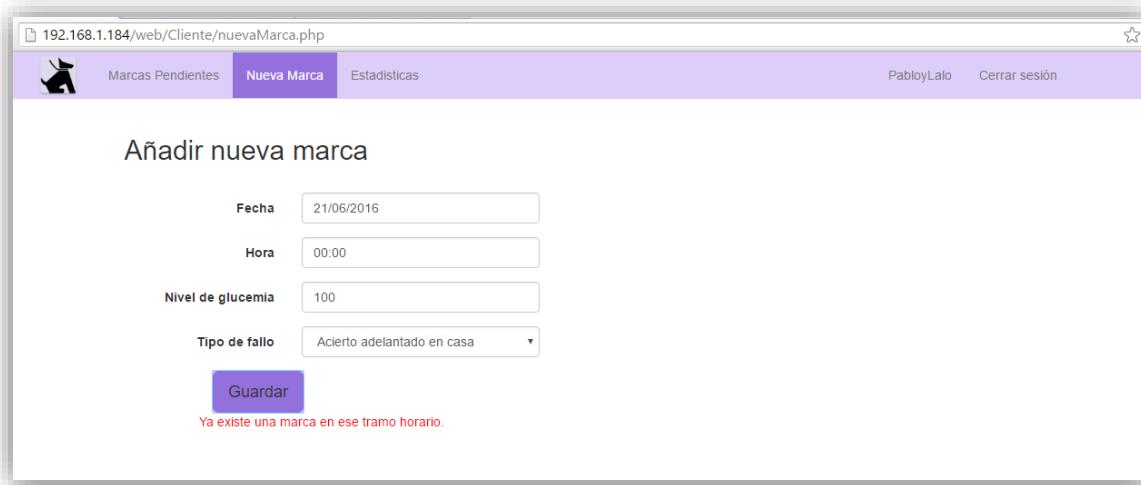
## 6- Sexta prueba

Se introduce un nivel de glucemia correcto y se selecciona el tipo de marca al que corresponde.

Si la marca se almacena correctamente, el sistema informará de ello mediante un mensaje que aparece bajo el botón de guardar que dice “Marca añadida correctamente”, como se observa en la imagen inferior.

The screenshot shows the same web application window as the previous one. The "Nueva Marca" tab is still selected. The form fields are identical to the previous screenshot: "Fecha" (Date) "21/06/2016", "Hora" (Hour) "00:00", "Nivel de glucemia" (Glucose level) "100", and "Tipo de fallo" (Type of failure) "Acierto adelantado en casa". The "Guardar" (Save) button is present. A green success message "Marca añadida correctamente." (Mark added correctly) is displayed below the button.

Si se intenta almacenar una marca en un tramo horario en el que ya existe una, el sistema informa de ello con un mensaje que aparece bajo el botón de guardar que dice “Ya existe una marca en este tramo horario”, como se observa en la imagen inferior.



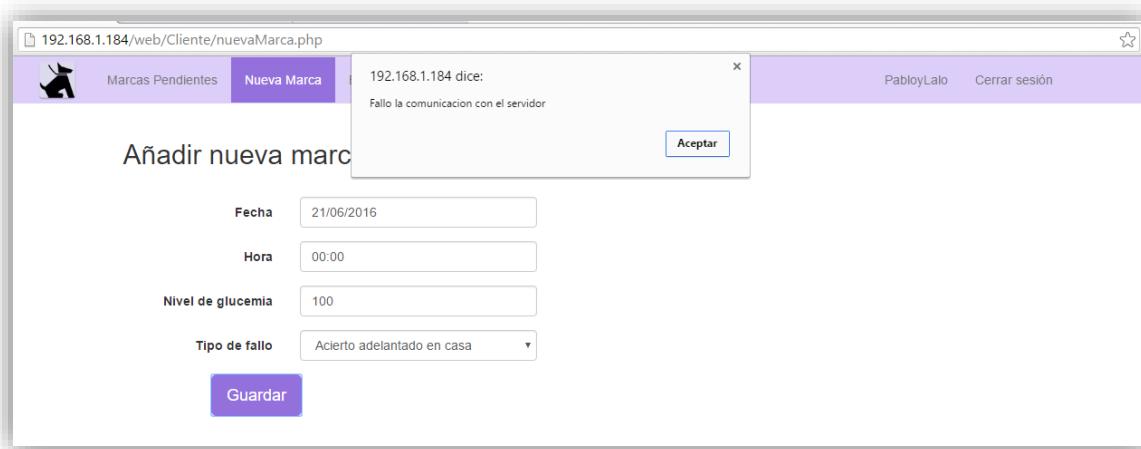
Añadir nueva marca

Fecha: 21/06/2016  
Hora: 00:00  
Nivel de glucemia: 100  
Tipo de fallo: Acierto adelantado en casa

Guardar

Ya existe una marca en ese tramo horario.

En caso de que falle la comunicación con el servidor, el sistema informa de ello mediante un mensaje de alerta, como se observa en la imagen inferior.



### Formulario para visualizar las estadísticas

Es la página a través de la cual se le permite al paciente elegir el período de tiempo en el que desea ver las estadísticas.

El paciente ha de seleccionar uno de los períodos prefijados de tiempo o escribir la fecha de inicio y fin del intervalo a mostrar.

## 1- Primera prueba

Se selecciona la opción de “Intervalos de fechas”, no se introduce ningún valor en los campos del formulario y se presiona el botón mostrar.

El sistema informa del error y aparece un mensaje debajo del botón mostrar que dice “No debes dejar campos vacíos.” como se observa en la imagen inferior.

The screenshot shows a web browser window with the URL 192.168.1.184/web/Cliente/estadisticas.php. The page has a purple header with a logo, navigation links (Marcas Pendientes, Nueva Marca, Estadísticas), and user information (PabloyLalo, Cerrar sesión). The main content area is titled 'Estadísticas'. It features four radio buttons for date ranges: 'Última semana', 'Últimos 15 días', 'Último mes', and 'intervalo de fechas'. Below these are two input fields: 'Fecha de inicio' with value '01/01/2016' and 'Fecha de fin' with value '01/01/2016'. A large blue 'Mostrar' button is centered below the inputs. A red error message at the bottom left reads 'No debes dejar campos vacíos.'

## 2- Segunda prueba

Se selecciona la opción de “Intervalos de fechas”, se introducen fechas imposibles y se presiona el botón mostrar

El sistema informa del error y aparece un mensaje debajo del botón mostrar que dice “El formato de la fecha es incorrecto.” como se observa en la imagen inferior.

The screenshot shows the same web browser window as the previous one, but with different date inputs. The 'Fecha de inicio' field now contains '30/02/2016' and the 'Fecha de fin' field contains '33/05/2016'. The rest of the interface is identical to the first screenshot, including the 'Mostrar' button and the red error message 'El formato de la fecha es incorrecto.'

### 3- Tercera prueba

Se selecciona la opción de “Intervalos de fechas” se introduce una fecha de inicio posterior a la de fin y se presiona el botón mostrar.

El sistema informa del error y aparece un mensaje debajo del botón mostrar que dice “La fecha de inicio no puede ser posterior a la de fin.”, como se observa en la imagen inferior.

The screenshot shows a web browser window with the URL 192.168.1.184/web/Cliente/estadisticas.php. The page has a purple header with tabs for 'Marcas Pendientes', 'Nueva Marca', and 'Estadísticas'. The 'Estadísticas' tab is active. On the right, it shows the user 'PabloyLalo' and a 'Cerrar sesión' (Logout) link. Below the header, the title 'Estadísticas' is displayed. There are four radio buttons for date ranges: 'Última semana', 'Últimos 15 días', 'Último mes', and 'intervalo de fechas'. Under 'intervalo de fechas', there are two input fields: 'Fecha de inicio' with value '01/01/2017' and 'Fecha de fin' with value '05/05/2016'. A purple 'Mostrar' (Show) button is below these fields. A red error message at the bottom states: 'La fecha de inicio no puede ser posterior a la de fin.' (The start date cannot be later than the end date).

### 4- Cuarta prueba

Se selecciona una opción válida y se presiona el botón mostrar.

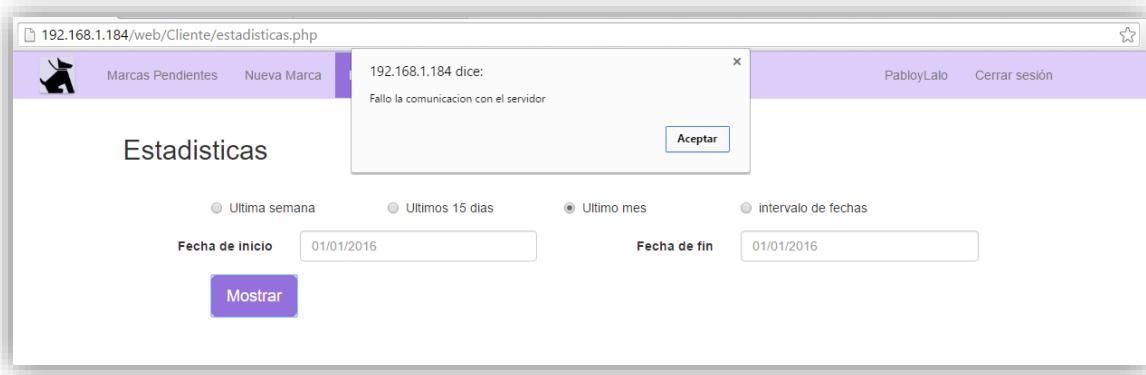
Se introducen los datos y si son correctos el sistema muestra la información como se observa en la imagen inferior.

The screenshot shows the same web browser window as the previous one, but now with valid data entered. The 'Último mes' radio button is selected, and both 'Fecha de inicio' and 'Fecha de fin' fields contain the value '01/01/2016'. The 'Mostrar' button is purple. Below the buttons, a table displays statistical data:

1	100,00%	Aciertos adelantados en casa.
0	0,00%	Aciertos fuera de casa.
0	0,00%	Aciertos retrasados en casa.
0	0,00%	Marca accidental.
0	0,00%	Fallo en casa.
0	0,00%	Fallo fuera de casa.
0		Pendientes.

Below the table, a message says 'Marcas del 07/06/2016 a 21/06/2016'. A grid shows the number of marks for each day from 0 to 23 in June 2016. The grid has two rows: the first row contains the days 0 through 23, and the second row contains the values 7 and 8 respectively.

En caso de que falle la comunicación con el servidor, el sistema informa de ello y aparece un mensaje de alerta, como se observa en la imagen inferior.



## Formulario para cambiar de contraseña

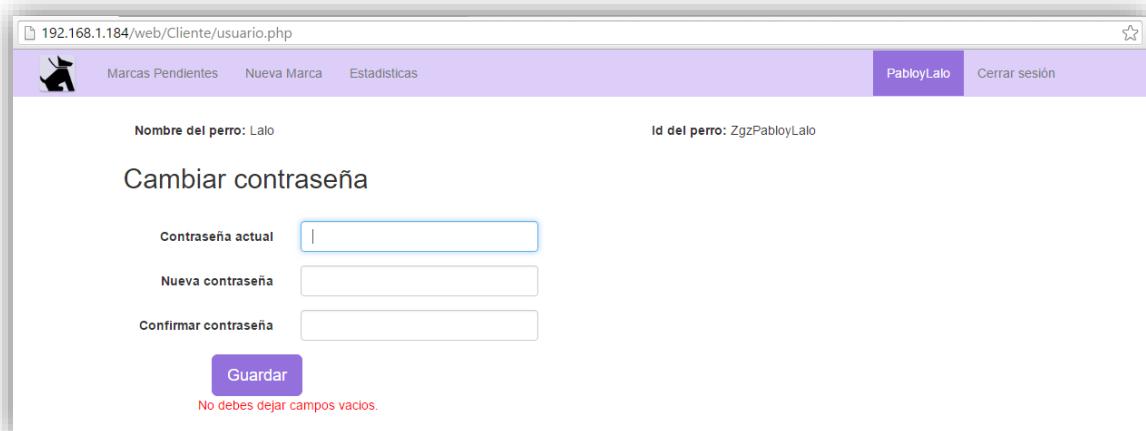
Es la página donde se le permite al paciente cambiar la contraseña de su cuenta.

El paciente ha de escribir su contraseña actual, la nueva contraseña y repetirla para confirmarla.

### 1- Primera prueba

No se introduce ningún dato en los campos de formulario y se presiona el botón guardar.

El sistema informa del error y aparece un mensaje debajo del botón guardar que dice "No debes dejar campos vacíos." como se observa en la imagen inferior.



## 2- Segunda prueba

Se introduce una contraseña incorrecta en el campo de la contraseña actual, el resto de los campos se rellenan de forma correcta y se presiona el botón guardar.

El sistema informa del error y aparece debajo del botón guardar un mensaje que dice "No se pudo cambiar la contraseña compruebe los datos.", como se observa en la imagen inferior.

The screenshot shows a web application window titled '192.168.1.184/web/Cliente/usuario.php'. At the top, there is a navigation bar with links 'Marcas Pendientes', 'Nueva Marca', and 'Estadísticas'. On the right side of the header, there is a user session indicator 'PabloyLalo' and a 'Cerrar sesión' (Logout) link. The main content area has fields for 'Nombre del perro' (Dog name) set to 'Lalo' and 'Id del perro' (Dog ID) set to 'ZgzPabloyLalo'. Below these, a form titled 'Cambiar contraseña' (Change password) contains three input fields: 'Contraseña actual' (Current password) with value '....', 'Nueva contraseña' (New password) with value 'prueba', and 'Confirmar contraseña' (Confirm password) with value 'prueba1'. A purple 'Guardar' (Save) button is located below the form. A red error message at the bottom states 'No se pudo cambiar la contraseña, compruebe los datos.' (The password could not be changed, please check the data).

## 3- Tercera prueba

Se introduce una contraseña correcta en el campo de la contraseña actual, se introduce una contraseña diferente en el campo nueva contraseña y confirmar contraseña y se presiona el botón guardar.

El sistema informa del error y aparece un mensaje debajo del botón guardar que dice "La nueva contraseña y su confirmación deben coincidir.", como se observa en la imagen inferior.

This screenshot is identical to the previous one, showing the 'Cambiar contraseña' (Change password) page. The user has entered a correct current password ('....') and different new and confirmation passwords ('prueba' and 'prueba1' respectively). The same red error message 'La nueva contraseña y su confirmacion deben coincidir.' (The new password and its confirmation must match) appears below the 'Guardar' (Save) button.

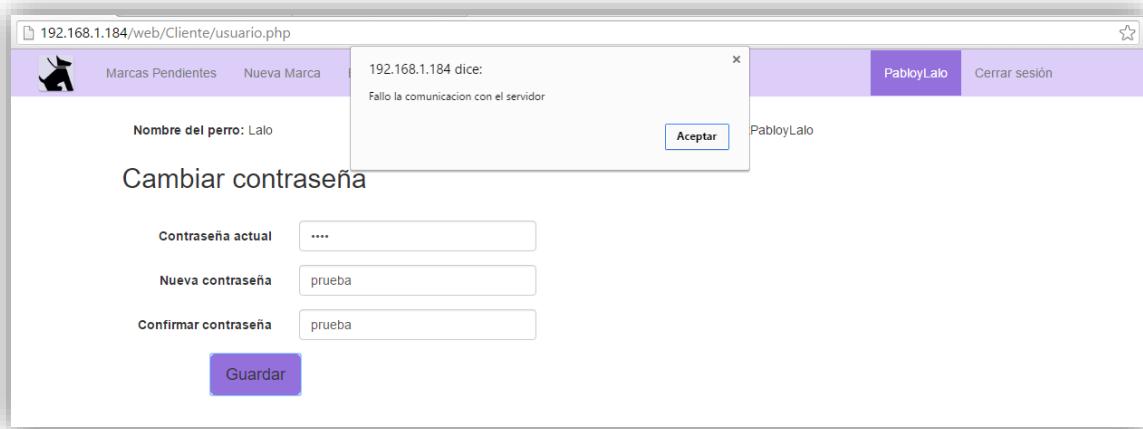
#### 4- Cuarta prueba

Se introduce una contraseña correcta en el campo contraseña actual, se escribe la misma contraseña en los otros dos campos y se le da a guardar.

Si la contraseña se ha cambiado con éxito, el sistema informa de ello mediante un mensaje que aparece debajo del botón guardar y que dice “Contraseña cambiada con éxito.”, como se observa en la imagen inferior.

The screenshot shows a web application window titled '192.168.1.184/web/Cliente/usuario.php'. The top navigation bar includes links for 'Marcas Pendientes', 'Nueva Marca', and 'Estadísticas', along with user information 'PabloyLalo' and 'Cerrar sesión'. The main content area has fields for 'Nombre del perro' (Lalo) and 'Id del perro' (ZgzPabloyLalo). Below these, a section titled 'Cambiar contraseña' contains three input fields: 'Contraseña actual' (containing '....'), 'Nueva contraseña' (containing 'prueba'), and 'Confirmar contraseña' (also containing 'prueba'). A purple 'Guardar' button is present. A green success message at the bottom states 'Contraseña cambiada con éxito.'

En el caso de que falle la comunicación con el servidor y no haya sido posible cambiar la contraseña, el sistema informa de ello y aparece un mensaje de alerta como se observa en la imagen inferior.



## Webs del entrenador

### Formulario para visualizar las estadísticas

Es la página que permite elegir al entrenador el periodo de tiempo del que desea ver las estadísticas y el perro del que las quiere ver.

El entrenador ha de seleccionar uno de los períodos prefijados de tiempo o bien, puede escribir la fecha de inicio y fin del intervalo a mostrar y uno de los perros a los que entrena.

#### 1- Primera prueba

No se introduce ningún dato en los campos del formulario, se selecciona la opción de "Intervalos de fechas" y se presiona el botón mostrar.

El sistema informa del error y aparece un mensaje debajo del botón mostrar que dice "No debes dejar campos vacíos." como se observa en la imagen inferior.

#### 2- Segunda prueba

Se introducen fechas imposibles en los campos de fecha de inicio y de fin, se selecciona la opción de "Intervalos de fechas" y se presiona el botón mostrar.

El sistema informa del error y aparece un mensaje debajo del botón mostrar que dice "El formulario de fecha es incorrecto.", como se observa en la imagen inferior.

### 3- Tercera prueba

Se introduce una fecha de inicio posterior a la de fin, se selecciona la opción “Intervalos de fechas” y se presiona el botón mostrar.

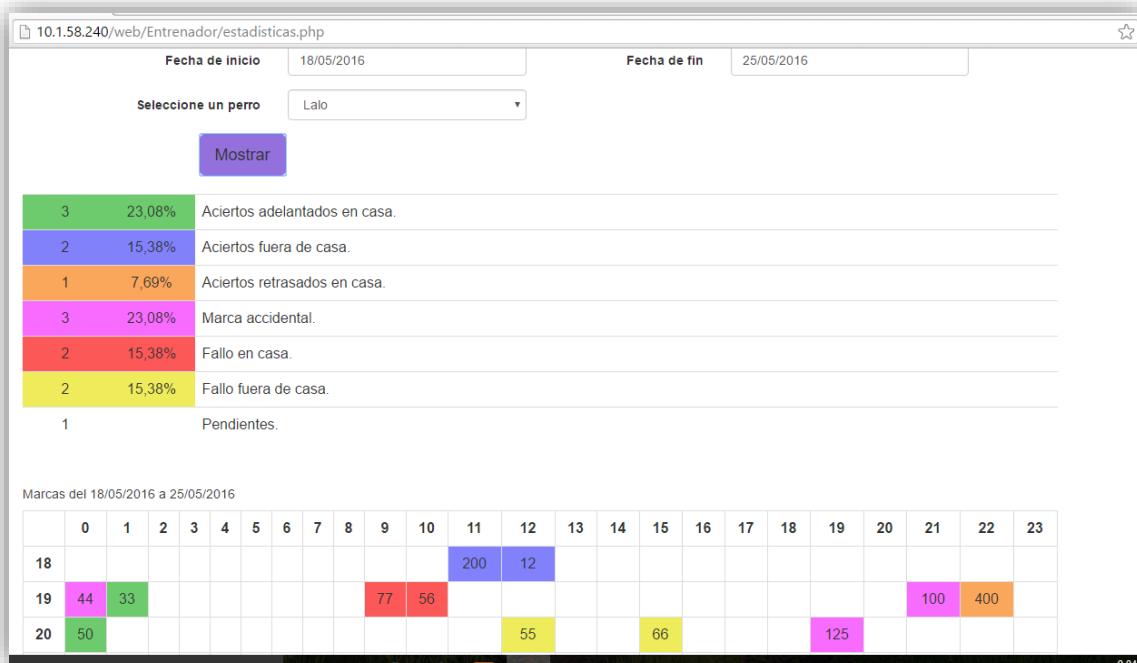
El sistema informa del error y aparece un mensaje debajo del botón mostrar que dice “la fecha de inicio no puede ser posterior a la de fin”, como se observa en la imagen inferior.

The screenshot shows a web browser window with the URL 10.1.58.240/web/Entrenador/estadisticas.php. The page has a purple header with a logo, the title 'Estadísticas', and a dropdown menu 'Evolución'. On the right, there are links for 'Veronica' and 'Cerrar sesión'. The main content area is titled 'Estadísticas'. It contains several input fields: 'Ultima semana', 'Ultimos 15 días', 'Ultimo mes', and 'intervalo de fechas' (which is selected). Below these are two date inputs: 'Fecha de inicio' set to '21/06/2016' and 'Fecha de fin' set to '01/06/2016'. There is also a dropdown menu 'Seleccione un perro' set to 'Lalo'. A blue 'Mostrar' button is present. A red error message at the bottom states: 'La fecha de inicio no puede ser posterior a la de fin.'

### 4- Cuarta prueba

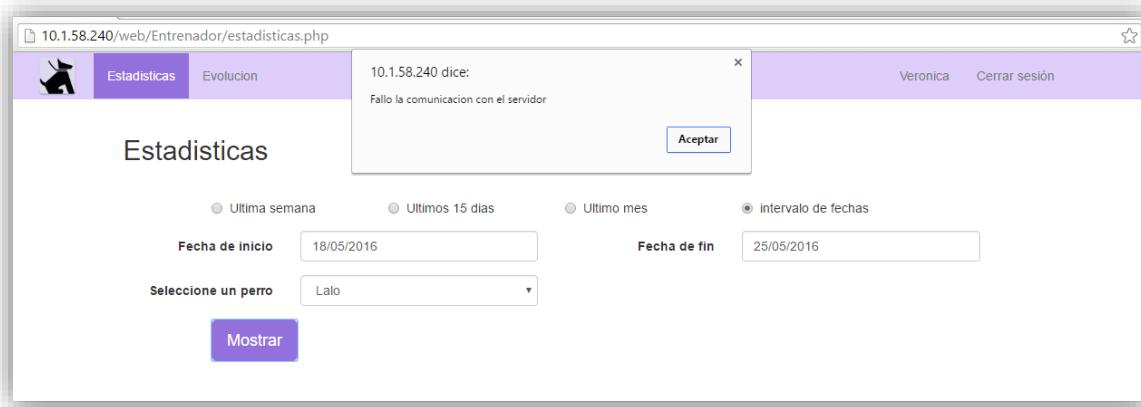
Se introducen unas fechas válidas, se selecciona la opción intervalo de fechas y se presiona el botón mostrar.

Si los datos son correctos el sistema muestra la información, como se observa en la imagen inferior.



En el caso de que en ese período de tiempo no haya datos, en vez de una gráfica vacía, aparece debajo del botón mostrar un mensaje que dice “No hay marcas a mostrar”, como se observa en la imagen inferior.

En el caso de que falle la comunicación con el servidor y no haya sido posible cambiar la contraseña, el sistema informa de ello y aparece un mensaje de alerta, como se observa en la imagen inferior.



### Formulario para visualizar las graficas de evolución

Es la página que le permite elegir al entrenador el período de tiempo del que desea ver la evolución, el perro del que las quiere ver y el tipo de gráfica que quiere ver.

El entrenador ha de seleccionar uno de los períodos prefijados de tiempo o escribir la fecha de inicio y fin del intervalo a mostrar, uno de los perros a los que entrena y uno de los tipos de gráfica disponible.

## 1- Primera prueba

No se introduce ningún dato en el formulario, se selecciona la opción de “Intervalo de fechas” y se presiona el botón mostrar.

El sistema informa del error y aparece un mensaje debajo del botón mostrar que dice “No debes dejar campos vacíos”, como se observa en la imagen inferior.

The screenshot shows a web browser window with the URL 10.1.58.240/web/Entrenador/evolucion.php. The page title is 'Evolucion'. At the top, there are four radio buttons for time periods: 'Ultimos 15 dias', 'Ultimo mes', 'Ultimos 3 meses', and 'intervalo de fechas'. The 'intervalo de fechas' option is selected. Below these are two input fields: 'Fecha de inicio' containing '01/01/2016' and 'Fecha de fin' containing '01/01/2016'. Underneath these are dropdown menus for 'Seleccionne un perro' (set to 'Lalo') and 'Tipo de grafica' (set to 'Aciertos y fallos'). A large purple 'Mostrar' button is centered below the inputs. A red error message at the bottom left reads 'No debes dejar campos vacios.'

## 2- Segunda prueba

Se introducen fechas imposibles, se selecciona la opción “Intervalos de fechas” y se presiona el botón mostrar.

El sistema informa del error y aparece un mensaje debajo del botón mostrar que dice “El formato de fecha es incorrecto”, como se observa en la imagen inferior.

The screenshot shows the same web browser window with the URL 10.1.58.240/web/Entrenador/evolucion.php. The 'intervalo de fechas' option is selected. The 'Fecha de inicio' field contains '30/05/2016' and the 'Fecha de fin' field contains '15/15/2016'. The other fields ('Seleccionne un perro' set to 'Lalo' and 'Tipo de grafica' set to 'Aciertos y fallos') remain the same. The 'Mostrar' button is present. A red error message at the bottom left reads 'El formato de la fecha es incorrecto.'

### 3- Tercera prueba

Se introduce una fecha de inicio posterior a la de fin, se selecciona la opción “Intervalos de fechas” y se presiona el botón mostrar.

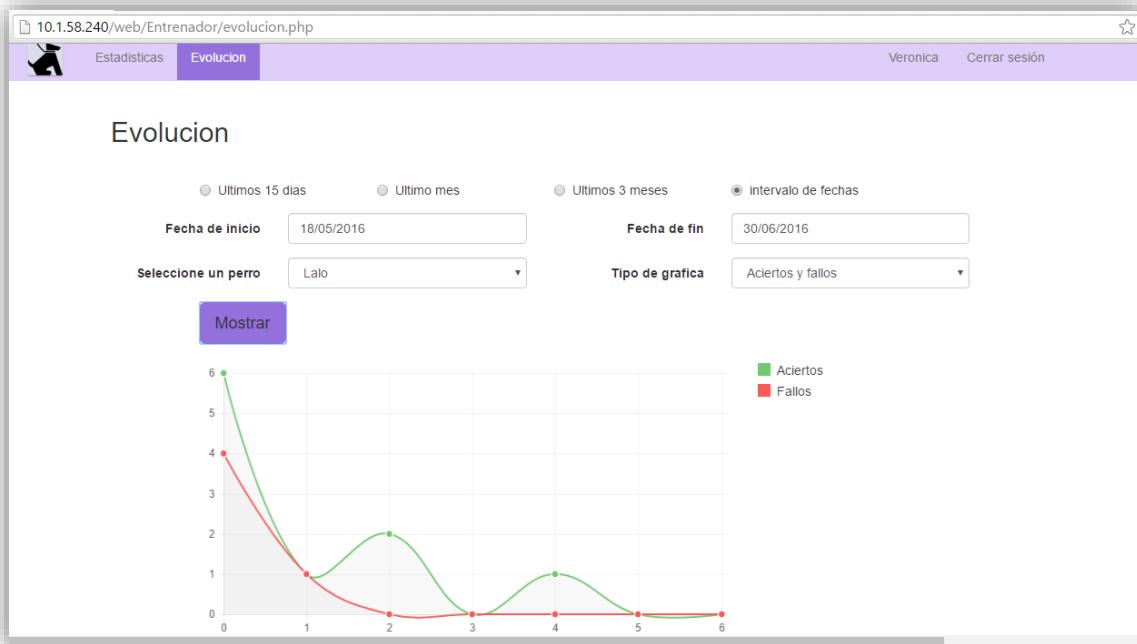
El sistema informa del error y aparece un mensaje debajo del botón mostrar que dice “La fecha de inicio no puede ser posterior a la de fin.”, como se observa en la imagen inferior.

The screenshot shows a web application interface for 'Evolucion'. At the top, there are four radio buttons for time periods: 'Ultimos 15 dias', 'Ultimo mes', 'Ultimos 3 meses', and 'intervalo de fechas'. Below these are two input fields: 'Fecha de inicio' (set to '21/06/2016') and 'Fecha de fin' (set to '01/06/2016'). There are also dropdown menus for 'Seleccionar un perro' (set to 'Lalo') and 'Tipo de grafica' (set to 'Aciertos y fallos'). A purple 'Mostrar' button is centered below the inputs. A red error message at the bottom states: 'La fecha de inicio no puede ser posterior a la de fin.'

### 4- Cuarta prueba

Se introducen unas fechas válidas, se selecciona la opción intervalo de fechas y se presiona el botón mostrar.

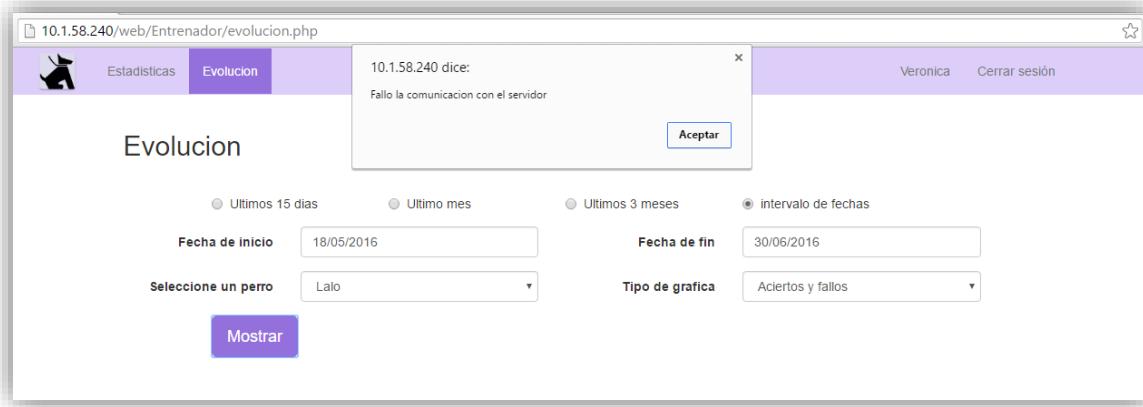
Si los datos son correctos el sistema muestra la información, como se observa en la imagen inferior.



En el caso de que en ese período de tiempo no haya datos, en vez de una gráfica vacía, aparece debajo del botón mostrar un mensaje que dice “No hay marcas a mostrar”, como se observa en la imagen inferior.

The screenshot shows a web application interface for 'Evolucion'. At the top, there are tabs for 'Estadisticas' and 'Evolucion'. On the right, there are user details 'Veronica' and a 'Cerrar sesión' button. Below the tabs, the title 'Evolucion' is displayed. There are four radio buttons for time periods: 'Ultimos 15 dias', 'Ultimo mes' (selected), 'Ultimos 3 meses', and 'intervalo de fechas'. Below these are two date input fields: 'Fecha de inicio' (01/01/2016) and 'Fecha de fin' (01/01/2016). Underneath are dropdown menus for 'Seleccion de un perro' (Rufus) and 'Tipo de grafica' (Aciertos y fallos). A purple 'Mostrar' button is at the bottom left. A message at the bottom center says 'No hay marcas a mostrar.'

En el caso de que falle la comunicación con el servidor y no haya sido posible cambiar la contraseña, el sistema informa de ello y aparece un mensaje de alerta, como se observa en la imagen inferior.



### Formulario para cambiar de contraseña

Es la página donde se le permite al entrenador cambiar la contraseña de su cuenta.

El entrenador ha de escribir su contraseña actual, la nueva contraseña y repertirla como confirmación.

## 1- Primera prueba

No se introduce ninguna dato en los campos del formulario y se presiona el botón guardar.

El sistema informa del error y aparece un mensaje debajo del botón guardar que dice “No debes dejar campos vacíos”, como se observa en la imagen inferior.

10.1.58.240/web/Entrenador/usuario.php

Veronica Cerrar sesión

Cambiar contraseña

Contraseña actual

Nueva contraseña

Confirmar contraseña

Guardar

No debes dejar campos vacíos.

## 2- Segunda prueba

Se introduce una contraseña incorrecta en el campo de la contraseña actual, se rellenan el resto de campos de una forma correcta y se presiona el botón guardar.

El sistema informa del error y aparece un mensaje debajo del botón guardar que dice “No se pudo cambiar la contraseña compruebe los datos.”, como se observa en la imagen inferior.

10.1.58.240/web/Entrenador/usuario.php

Veronica Cerrar sesión

Cambiar contraseña

Contraseña actual

Nueva contraseña

Confirmar contraseña

Guardar

No se pudo cambiar la contraseña, compruebe los datos.

### 3- Tercera prueba

Se introduce una contraseña correcta en el campo de la contraseña actual, se escribe una contraseña diferente en el campo de la nueva contraseña y confirmar contraseña y se presiona el botón guardar.

El sistema informa del error y aparece un mensaje debajo del botón guardar que dice “La nueva contraseña y su confirmación coincide”

The screenshot shows a web browser window with the URL 10.1.58.240/web/Entrenador/usuario.php. The page title is "Cambiar contraseña". There are three input fields: "Contraseña actual" (Current password) containing "..", "Nueva contraseña" (New password) containing "prueba", and "Confirmar contraseña" (Confirm password) containing "prueba1". Below the fields is a purple "Guardar" (Save) button. A red error message at the bottom states: "La nueva contraseña y su confirmacion deben coincidir." (The new password and its confirmation must match).

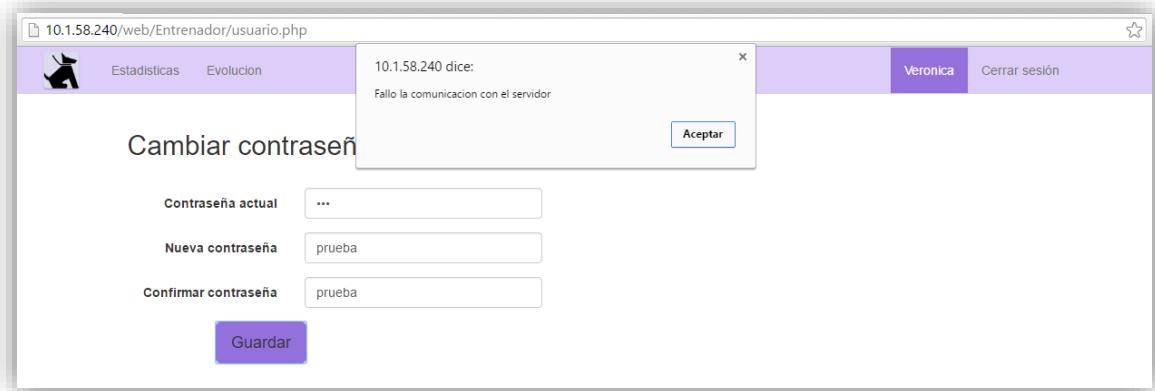
### 4- Cuarta prueba

Se introduce una contraseña correcta en el campo contraseña actual, se escribe la misma contraseña en los otros dos campos y se presiona el botón guardar.

Si la contraseña se cambia con éxito el sistema informa de ello con un mensaje que aparece debajo del botón mostrar que dice “Contraseña cambiada con éxito” como se observa en la imagen inferior.

The screenshot shows the same web browser window as the previous one, but now with a green success message: "Contraseña cambiada con exito." (Password changed successfully). The rest of the interface is identical to the previous screenshot.

En el caso de que falle la comunicación con el servidor y no haya sido posible cambiar la contraseña, el sistema informa de ello y aparece un mensaje de alerta, como se observa en la imagen inferior.



## Webs del administrador

### Formulario para recuperar perros

Es la página que permite al administrador recuperar los datos de un perro que fue eliminado y devolverlos al sistema, para de ese modo, poder volver a trabajar con el.

El administrador ha de seleccionar un perro de la lista de eliminados y presionar el botón Mostrar.

Se le muestra toda la información del perro y la lista de entrenadores disponibles para poder asociarlo a ellos al recuperar la información, como se observa en la imagen inferior.

Datos del perro

Selección de perro: perrete

Mostrar

Identificador del perro: ZgZPerrete

Identificador del cliente: Perrete

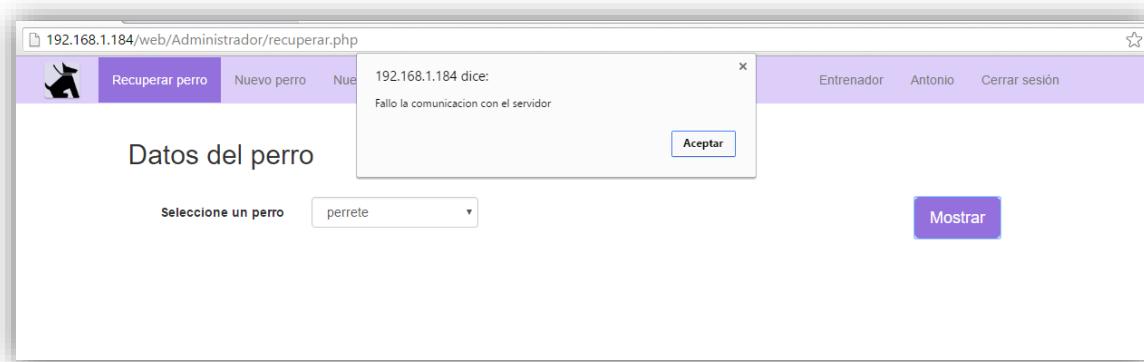
Nombre del perro: perrete

Entrenadores:

- Andres
- Antonio
- Cesar
- entre
- Kike
- Lucia
- MariaPilar
- Paco
- pp
- Sergio
- Veronica

Recuperar

En el caso de que falle la comunicación con el servidor y no haya sido posible pedir la información del perro, el sistema informa de ello y aparece un mensaje de alerta, como se observa en la imagen inferior.



## 1- Primera prueba

No se le asigna ningún entrenador al perro y se presiona el botón recuperar.

El sistema informa del error y aparece un mensaje debajo de la opción selecciona un perro que dice “El perro ha de tener como mínimo a un entrenador.”, como se observa en la imagen inferior.

The screenshot shows a web application interface for managing dogs and trainers. The URL is 192.168.1.184/web/Administrador/recuperar.php. The page title is "Datos del perro". At the top, there is a navigation bar with icons for a dog, "Recuperar perro" (highlighted in purple), "Nuevo perro", "Nuevo entrenador", "Perros", and "Entrenadores". On the right, it shows "Entrenador: Antonio" and a "Cerrar sesión" button. Below the navigation, the main content area has a form with a dropdown menu labeled "Seleccione un perro" containing "perrete". To the right of the dropdown is a purple "Mostrar" button. A red error message at the bottom of the form reads "El perro ha de tener asociado como minimo a un entrenador."

## 2- Segunda prueba

Se le asigna un entrenador al perro, se le borra el nombre y se presiona el botón recuperar.

El sistema informa del error y aparece un mensaje debajo de la opción selecciona un perro que dice “El perro debe de tener un nombre.”, como se observa en la imagen inferior.

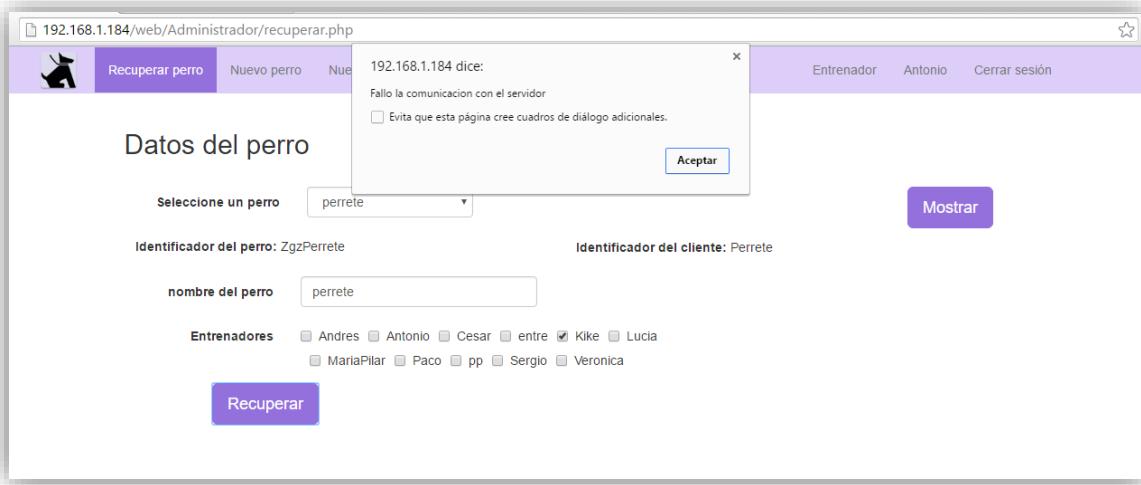
The screenshot shows the same web application interface as the previous one. The URL is 10.1.58.240/web/Administrador/recuperar.php. The page title is "Datos del perro". The navigation bar and user information are identical. The main content area shows the same form with the "perrete" entry in the dropdown. The red error message at the bottom now reads "El perro debe de tener un nombre."

### 3- Tercera prueba

Se le asigna un entrenador al perro, se deja el nombre que tenía y se presiona el botón recuperar.

Si todo va bien, el sistema te lleva a la página de los perros

En el caso de que falle la comunicación con el servidor y no haya sido posible recuperar la información del perro, el sistema informa de ello y aparece un mensaje de alerta, como se observa en la imagen inferior.



### Formulario para crear nuevos perros y pacientes

Es la página que permite crear nuevos pacientes y perros con los que trabajar.

Para crear un nuevo paciente el administrador ha de escribir el identificador del paciente, una contraseña y su confirmación, que es con lo podrá acceder al sistema.

También deberá añadir el nombre que tiene el perro y asociarle los entrenadores que trabajaran con él.

## 1- Primera prueba

No se introduce ningún dato en los campos del formulario y se presiona el botón guardar.

El sistema informa del error y aparece un mensaje debajo del botón guardar que dice “No debe dejar campos vacíos”, como se observa en la imagen inferior.

The screenshot shows a web browser window with the URL 192.168.1.184/web/Administrador/nuevoCliente.php. The page title is "Añadir nuevo cliente". The form fields are empty: "Identificador del cliente", "Contraseña", "Confirmar contraseña", and "Nombre del perro". Below the form, under "Entrenadores", there is a checkbox group with several options like Andres, Antonio, Cesar, entre, Kike, Lucia, MariaPilar, Paco, pp, Sergio, and Veronica. A purple "Guardar" button is at the bottom. A red error message "No debes dejar campos vacíos." is displayed below the button.

## 2- Segunda prueba

Se introducen datos correctos en todos los campos del formulario, excepto el del identificador del cliente, que se escribe con espacios.

El sistema informa del error y aparece un mensaje debajo del botón guardar que dice “El identificador del cliente no puede contener espacios.”, como se observa en la imagen inferior.

The screenshot shows the same web application as before. The "Identificador del cliente" field contains the value "Pablo y boby". All other fields are filled correctly: "Contraseña" (prueba), "Confirmar contraseña" (prueba), and "Nombre del perro" (boby). The "Entrenadores" section is identical to the first screenshot. The "Guardar" button is present, and a red error message "El identificador del cliente no puede contener espacios." is shown below it.

### 3- Tercera prueba

Se introducen datos correctos en todos los campos del formulario, excepto el del nombre del perro, que se escribe con espacios.

El sistema informa del error y aparece un mensaje debajo del botón guardar que dice “El nombre del perro no puede contener espacios.”, como se observa en la imagen inferior.

The screenshot shows a web browser window with the URL 192.168.1.184/web/Administrador/nuevoCliente.php. The page title is "Añadir nuevo cliente". The form fields are filled as follows: Identificador del cliente (PabloyBoby), Contraseña (prueba), Confirmar contraseña (prueba), and Nombre del perro (boby to). Below the form, under "Entrenadores", there is a checkbox group with several options like Andres, Antonio, Cesar, entre, Kike, Lucia, MariaPilar, Paco, pp, Sergio, and Veronica. A "Guardar" button is present. A red error message at the bottom of the form area reads: "El nombre del perro no puede contener espacios."

### 4- Cuarta prueba

Se introducen datos correctos en todos los campos del formulario, pero se escribe una contraseña diferente en el campo de contraseña y confirmar contraseña y se presiona el botón guardar.

El sistema informa del error y aparece un mensaje debajo del botón guardar que dice “La contraseña y su confirmación deben coincidir”, como se observa en la imagen inferior.

The screenshot shows the same web browser window with the URL 192.168.1.184/web/Administrador/nuevoCliente.php. The "Nuevo cliente" form is filled with: Identificador del cliente (PabloyBoby), Contraseña (prueba), Confirmar contraseña (prueba2), and Nombre del perro (boby). The "Entrenadores" section is identical to the previous screenshot. The "Guardar" button is highlighted. A red error message at the bottom of the form area reads: "La contraseña y su confirmacion deben coincidir."

## 5- Quinta prueba

Se introducen datos correctos en todos los campos del formulario, pero el identificador del cliente ya está usado.

El sistema informa del error y aparece un mensaje debajo del botón guardar que dice “El identificador del cliente no está disponible”, como se observa en la imagen inferior.

The screenshot shows a web browser window with the URL 192.168.1.184/web/Administrador/nuevoCliente.php. The page title is "Añadir nuevo cliente". The form fields are filled as follows: Identificador del cliente (PabloyLalo), Contraseña (prueba), Confirmar contraseña (prueba), and Nombre del perro (boby). Under the "Entrenadores" section, there is a checkbox labeled "Marcar/Desmarcar Todos" which is checked. Below it is a list of names with checkboxes: Andres, Antonio, Cesar, entre, Kike, Lucia, MariaPilar, Paco, pp, Sergio, and Veronica. The "Guardar" button is highlighted in purple. A red error message at the bottom of the form states: "El identificador del cliente no está disponible."

## 6- Sexta prueba

Se introducen todos los datos en el formulario y son correctos, y el identificador está disponible.

Si el registro se realiza con éxito, el sistema informa de ello con un mensaje que aparece debajo del botón guardar que dice “Cliente y perro creados con éxito”, como se observa en la imagen inferior.

The screenshot shows a web browser window with the URL 192.168.1.184/web/Administrador/nuevoCliente.php. The page title is "Añadir nuevo cliente". The form fields are filled as follows: Identificador del cliente (PabloyBoby), Contraseña (prueba), Confirmar contraseña (prueba), and Nombre del perro (Boby). Under the "Entrenadores" section, there is a checkbox labeled "Marcar/Desmarcar Todos" which is checked. Below it is a list of names with checkboxes: Andres, Antonio, Cesar, entre, Kike, Lucia, MariaPilar, Paco, pp, Sergio, and Veronica. The "Guardar" button is highlighted in purple. A green success message at the bottom of the form states: "Cliente y perro creados con éxito."

En el caso de que falle el registro, el sistema informa del error mediante un mensaje que aparece debajo del botón guardar y que dice “Fallo al crear cliente y perro.”, como se observa en la imagen inferior.

The screenshot shows a web application window titled "192.168.1.184/web/Administrador/nuevoCliente.php". The top navigation bar includes links for "Recuperar perro", "Nuevo perro" (which is highlighted in purple), "Nuevo entrenador", "Perros", and "Entrenadores". On the right, it shows "Entrenador: Antonio" and a "Cerrar sesión" button. The main content area is titled "Añadir nuevo cliente". It contains four input fields: "Identificador del cliente" (PabloyBoby), "Contraseña" (prueba), "Confirmar contraseña" (prueba), and "Nombre del perro" (Boby). Below these is a "Entrenadores" section with a "Guardar" button. A red error message at the bottom reads "Fallo al crear cliente y el perro."

En el caso de que falle la comunicación con el servidor y no haya sido posible realizar el registro, el sistema informa de ello y aparece un mensaje de alerta, como se observa en la imagen inferior.

This screenshot is similar to the previous one, showing the "Nuevo perro" form. However, a modal dialog box is overlaid on the page. The dialog has a header "192.168.1.184 dice:" followed by the message "Fallo la comunicación con el servidor". It features a blue "Aceptar" button. The rest of the form and its fields are visible beneath the dialog.

### **Formulario para crear nuevos entrenadores**

Es la página que permite crear nuevos entrenadores.

Para crear un nuevo entrenador el administrador ha de escribir el nombre del entrenador, el identificador del entrenador, una contraseña y su confirmación, que es con lo podrá acceder al sistema.

También deberá asignarle uno o varios perros.

## 1- Primera prueba

No se introduce ningún dato en los campos del formulario y se presiona el botón guardar.

El sistema informa del error y aparece un mensaje debajo del botón guardar que dice “No debe dejar campos vacíos”, como se observa en la imagen inferior.

The screenshot shows a web browser window with the URL 192.168.1.184/web/Administrador/nuevoEntrenador.php. The page title is "Añadir nuevo entrenador". The form fields are as follows:

Nombre del entrenador	<input type="text"/>
Identificador del Entrenador	<input type="text"/>
Contraseña	<input type="password"/>
Confirmar contraseña	<input type="password"/>

Below the form, there is a section for selecting dogs (Perros) with checkboxes for Pancho, Lalo, Rufus, and prueba. A "Guardar" button is present, and a red error message at the bottom states: "No debes dejar campos vacíos."

## 2- Segunda prueba

Se introducen datos correctos en todos los campos del formulario, excepto el del identificador del entrenador que se escribe con espacios.

El sistema informa del error y aparece un mensaje debajo del botón guardar que dice “El identificador del entrenador no puede contener espacios.”, como se observa en la imagen inferior.

The screenshot shows a web browser window with the URL 192.168.1.184/web/Administrador/nuevoEntrenador.php. The page title is "Añadir nuevo entrenador". The form fields are as follows:

Nombre del entrenador	<input type="text" value="Veronica"/>
Identificador del Entrenador	<input type="text" value="Vero nica"/>
Contraseña	<input type="password" value="prueba"/>
Confirmar contraseña	<input type="password" value="prueba"/>

Below the form, there is a section for selecting dogs (Perros) with checkboxes for Pancho, Lalo, Rufus, and prueba. A "Guardar" button is present, and a red error message at the bottom states: "El identificador del entrenador no puede contener espacios."

### 3- Tercera prueba

Se introducen datos correctos en todos los campos del formulario, excepto el del nombre del entrenador, que se escribe con espacios.

El sistema informa del error y aparece un mensaje debajo del botón guardar que dice “El nombre del entrenador no puede contener espacios.”, como se observa en la imagen inferior.

The screenshot shows a web browser window with the URL 192.168.1.184/web/Administrador/nuevoEntrenador.php. The page title is "Añadir nuevo entrenador". The form fields are filled as follows: Nombre del entrenador (Vero nica), Identificador del Entrenador (Veronica), Contraseña (prueba), and Confirmar contraseña (prueba). Below the form, under the heading "Perros", there are checkboxes for Pancho, Lalo, Rufus, and prueba, all of which are checked. A large red error message "El nombre del entrenador no puede contener espacios." is displayed below the "Guardar" button.

### 4- Cuarta prueba

Se introducen datos correctos en todos los campos del formulario, pero se escribe una contraseña diferente en el campo de contraseña y confirmar contraseña y se presiona el botón guardar.

El sistema informa del error y aparece un mensaje debajo del botón guardar que dice “La contraseña y su confirmación deben coincidir”, como se observa en la imagen inferior.

The screenshot shows a web browser window with the URL 192.168.1.184/web/Administrador/nuevoEntrenador.php. The page title is "Añadir nuevo entrenador". The form fields are filled as follows: Nombre del entrenador (Veronica), Identificador del Entrenador (Veronica), Contraseña (prueba), and Confirmar contraseña (prueba2). Below the form, under the heading "Perros", there are checkboxes for Pancho, Lalo, Rufus, and prueba, all of which are checked. A large red error message "La contraseña y su confirmacion deben coincidir." is displayed below the "Guardar" button.

## 5- Quinta prueba

Se introducen datos correctos en todos los campos del formulario, pero el identificador del entrenador ya está usado.

El sistema informa del error y aparece un mensaje debajo del botón guardar que dice “El identificador del entrenador no está disponible”, como se observa en la imagen inferior.

The screenshot shows a web browser window with the URL 192.168.1.184/web/Administrador/nuevoEntrenador.php. The page title is "Añadir nuevo entrenador". The form fields are filled as follows:

Nombre del entrenador	Veronica
Identificador del Entrenador	Veronica
Contraseña	prueba
Confirmar contraseña	prueba

Below the form, there are checkboxes for selecting dogs: Pancho, Lalo, Rufus, and prueba. The "Guardar" button is highlighted in purple. A red error message at the bottom states: "El identificador del entrenador no esta disponible."

## 6- Sexta prueba

Se introducen todos los datos en el formulario y son correctos, y el identificador está disponible.

Si el registro se realiza con éxito, el sistema informa de ello con un mensaje que aparece debajo del botón guardar que dice “Entrenador creado con éxito”, como se observa en la imagen inferior.

The screenshot shows a web browser window with the URL 192.168.1.184/web/Administrador/nuevoEntrenador.php. The page title is "Añadir nuevo entrenador". The form fields are filled as follows:

Nombre del entrenador	Veronica
Identificador del Entrenador	VeronicaCanem
Contraseña	prueba
Confirmar contraseña	prueba

Below the form, there are checkboxes for selecting dogs: Pancho, Lalo, Rufus, and prueba. The "Guardar" button is highlighted in purple. A green success message at the bottom states: "Entrenador creado con exito."

En el caso de que falle el registro, el sistema informa del error mediante un mensaje que aparece debajo del botón guardar y que dice “Fallo al crear el entrenador.”, como se observa en la imagen inferior.

The screenshot shows a web browser window with the URL 192.168.1.184/web/Administrador/nuevoEntrenador.php. The page title is "Añadir nuevo entrenador". The form fields are filled as follows:

- Nombre del entrenador: Verónica
- Identificador del Entrenador: VerónicaCanem
- Contraseña: prueba
- Confirmar contraseña: prueba

Below the form, there is a section for selecting dogs (Perros) with checkboxes for Pancho, Lalo, Rufus, and prueba. A "Guardar" (Save) button is present. A red error message at the bottom of the form area reads "Fallo al crear el entrenador".

En el caso de que falle la comunicación con el servidor y no haya sido posible realizar el registro, el sistema informa de ello y aparece un mensaje de alerta, como se observa en la imagen inferior.

The screenshot shows the same web browser window as the previous one, but now a modal alert box is displayed. The alert message reads "192.168.1.184 dice: Fallo la comunicación con el servidor". There is an "Aceptar" (Accept) button in the bottom right corner of the alert box. The underlying form fields are identical to the previous screenshot.

### Formulario para ver datos de los perros

Es la página que permite al administrador ver la información de un perro, modificarla o eliminarla, al mismo tiempo que podemos ver los entrenadores con los que está trabajando y modificarlos.

El administrador ha de seleccionar un perro de la lista y presionar el botón Mostrar.

Se le muestra toda la información del perro y la lista de entrenadores disponibles para poder asociarlo a ellos, como se observa en la imagen inferior.

En el caso de que falle la comunicación con el servidor y no haya sido posible pedir la información del perro, el sistema informa de ello y aparece un mensaje de alerta, como se observa en la imagen inferior.



### 1- Primera prueba

Se le borra el nombre y se presiona el botón modificar.

El sistema informa del error y aparece un mensaje debajo de la opción selecciona un perro que dice "El perro debe de tener un nombre.", como se observa en la imagen inferior.

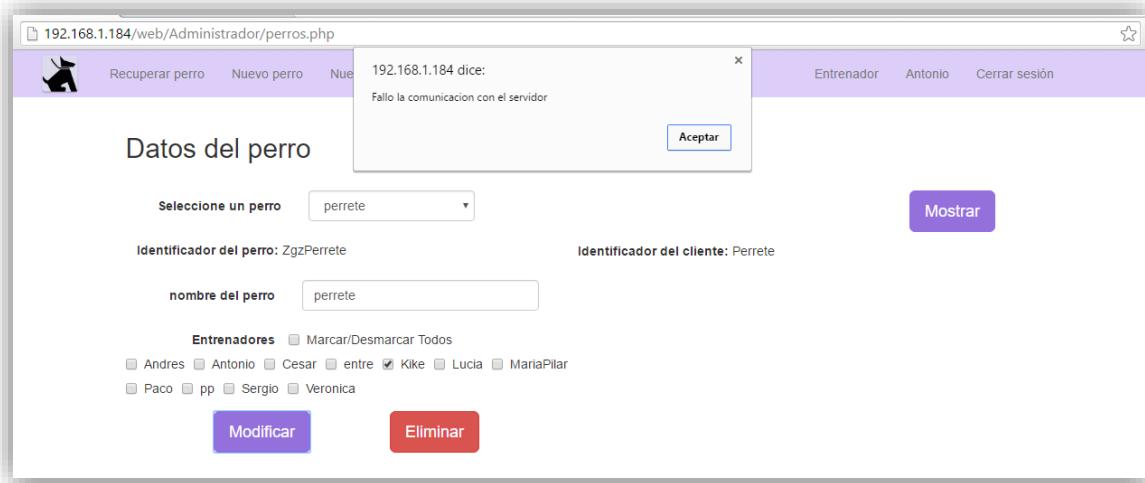


## 2- Segunda prueba

Se deja el nombre que tenía y se presiona el botón modificar.

Si todo va bien, el sistema te lleva a la página de los perros

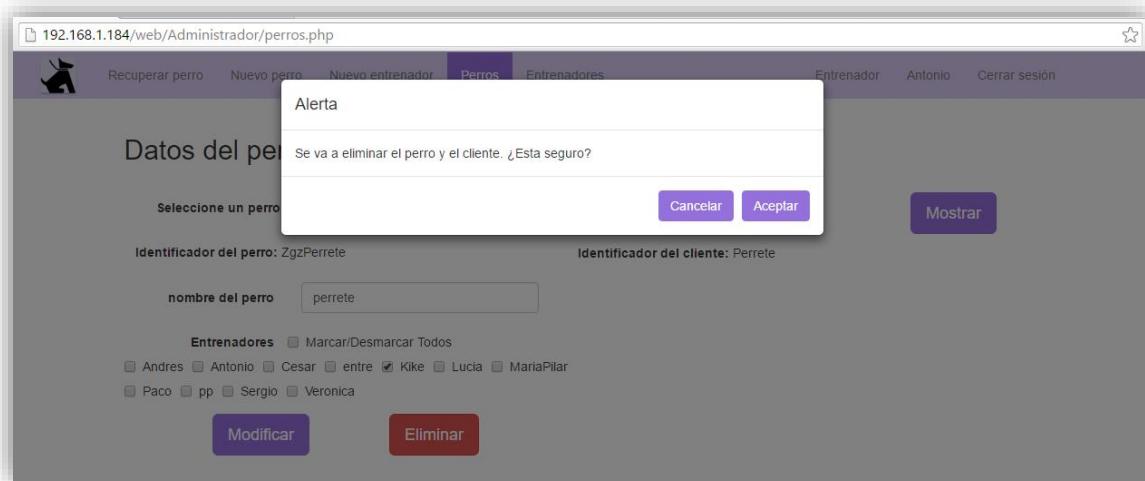
En el caso de que falle la comunicación con el servidor y no haya sido posible modificar la información del perro, el sistema informa de ello y aparece un mensaje de alerta, como se observa en la imagen inferior.



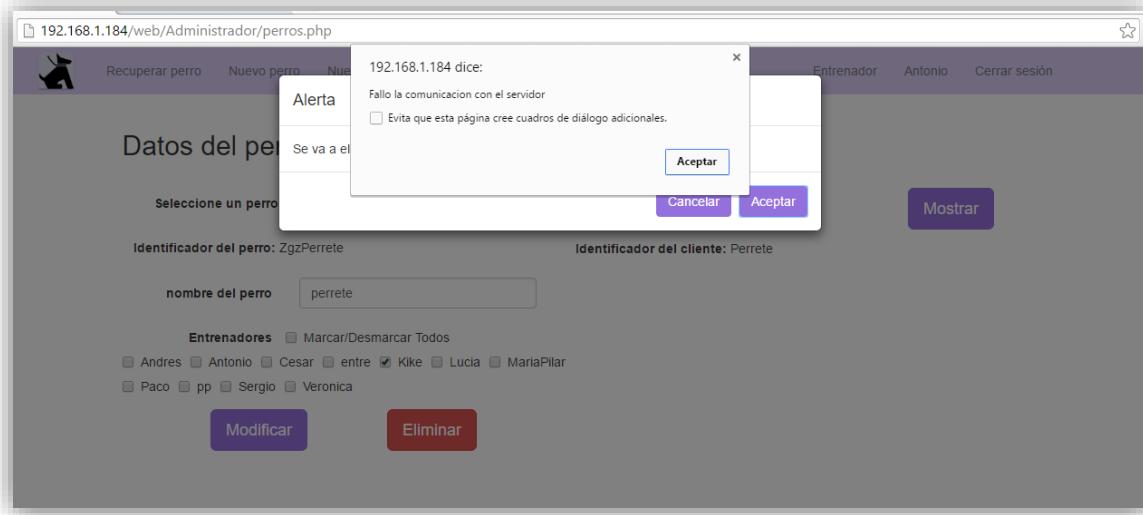
## 3- Tercera prueba

Se presiona el botón eliminar, el sistema pide confirmación mediante un mensaje emergente.

En caso de presionar aceptar lo elimina, pero si se presiona cancelar, nos devuelve a la página anterior.



En el caso de que falle la comunicación con el servidor y no haya sido posible eliminar el perro, el sistema informa de ello y aparece un mensaje de alerta, como se observa en la imagen inferior

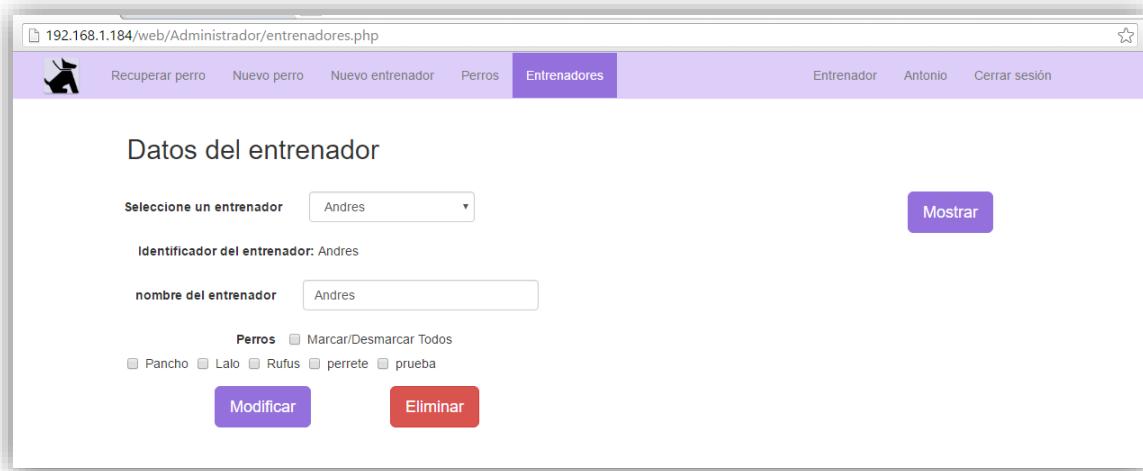


### Formulario para ver datos de los entrenadores

Es la página que permite al administrador ver la información de un entrenador, modificarla o eliminarla, al mismo tiempo que podemos ver los perros con los que está trabajando y modificarlos.

El administrador ha de seleccionar un entrenador de la lista y presionar el botón Mostrar.

Se le muestra toda la información del entrenador y la lista de perros disponibles para poder asociarlo a ellos, como se observa en la imagen inferior.



En el caso de que falle la comunicación con el servidor y no haya sido posible pedir la información del entrenador, el sistema informa de ello y aparece un mensaje de alerta, como se observa en la imagen inferior.



## 1- Primera prueba

Se le borra el nombre y se presiona el botón modificar.

El sistema informa del error y aparece un mensaje debajo de la opción selecciona un perro que dice “El entrenador debe de tener un nombre.”, como se observa en la imagen inferior.

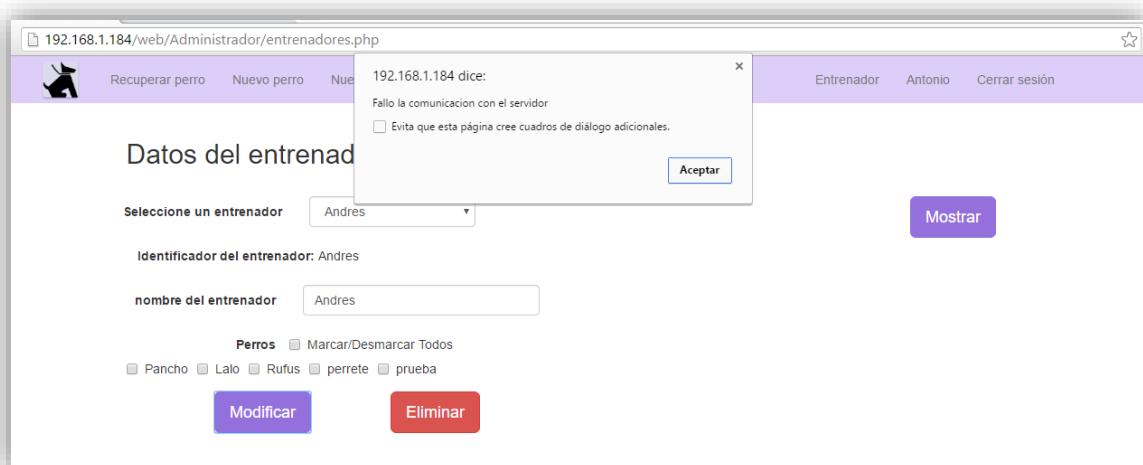


## 2- Segunda prueba

Se deja el nombre que tenía y se presiona el botón modificar.

Si todo va bien, el sistema te lleva a la página de los entrenadores

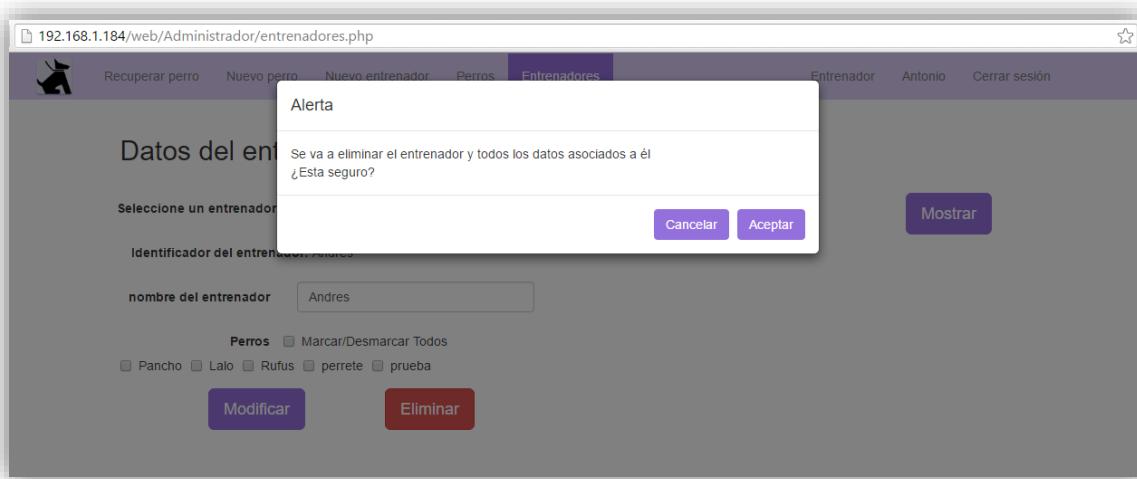
En el caso de que falle la comunicación con el servidor y no haya sido posible modificar la información del entrenador, el sistema informa de ello y aparece un mensaje de alerta, como se observa en la imagen inferior.



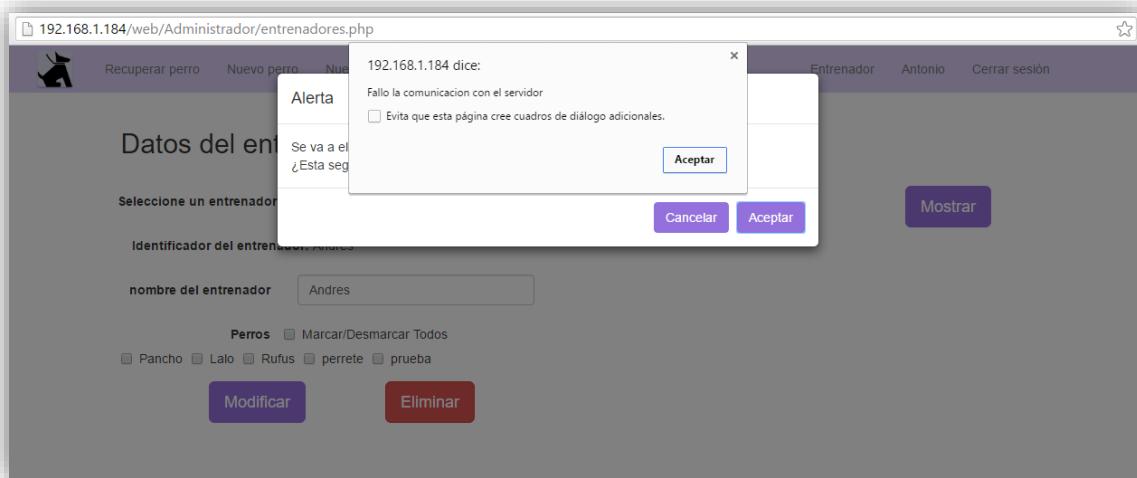
### 3- Tercera prueba

Se presiona el botón eliminar, el sistema pide confirmación mediante un mensaje emergente.

En caso de presionar aceptar lo elimina, pero si se presiona cancelar, nos devuelve a la página anterior.



En el caso de que falle la comunicación con el servidor y no haya sido posible eliminar el perro, el sistema informa de ello y aparece un mensaje de alerta, como se observa en la imagen inferior



## Sistema de registro / envio de marcas y alertas

### Aplicación del paciente

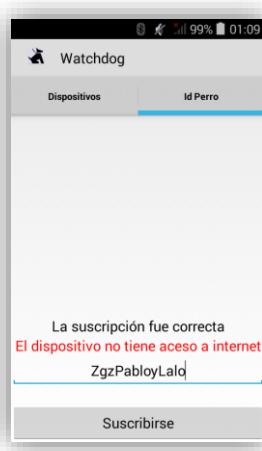
Se ha utilizado la aplicación del paciente desde un móvil Android para realizar las pruebas de funcionamiento.

Se han simulado los posibles fallos que pueden ser causados por el paciente.

#### 1- Primera prueba

Se intenta validar el identificador del perro sin tener conexión a internet.

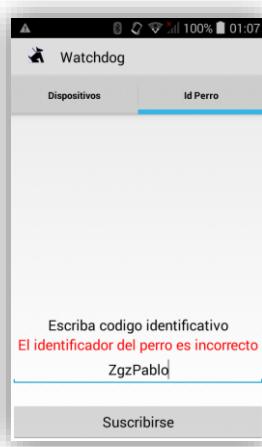
El sistema muestra un mensaje de error que aparece en la parte inferior de la pantalla y que dice "El dispositivo no tiene acceso a internet", como se muestra en la imagen inferior.



#### 2- Segunda prueba

Con el dispositivo conectado a internet se introduce un identificador de perro que no existe.

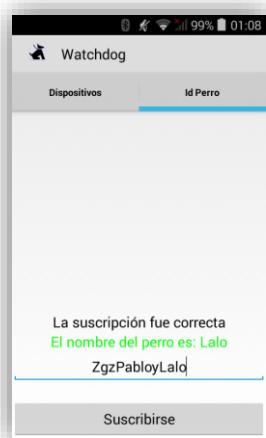
El sistema muestra un mensaje de error que aparece en la parte inferior de la pantalla y que dice "El identificador del perro es incorrecto", como se muestra en la imagen inferior.



### 3- Tercera prueba

Con el dispositivo conectado a internet se introduce un identificador de perro que si existe.

El sistema muestra un mensaje que aparece en la parte inferior de la pantalla y que dice "El nombre del perro es: X", como se muestra en la imagen inferior.



## Aplicación de recepción de alertas

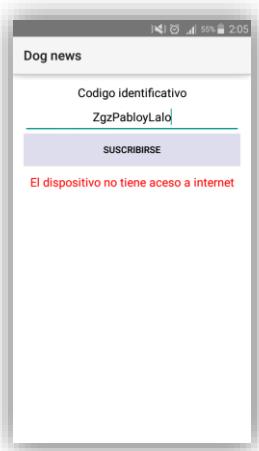
Se ha utilizado la aplicación de recepción de alertas desde un móvil Android para realizar las pruebas de funcionamiento.

Se han simulado los posibles fallos que pueden ser causados por el usuario.

### 1- Primera prueba

Se intenta validar el identificador del perro sin tener conexión a internet.

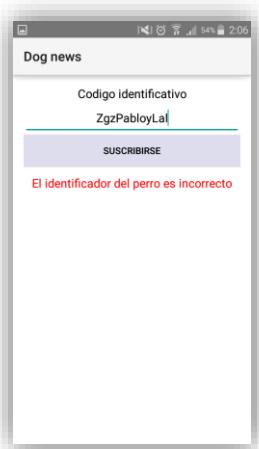
El sistema muestra un mensaje de error que aparece en la parte superior de la pantalla y que dice "El dispositivo no tiene acceso a internet", como se muestra en la imagen inferior.



### 2- Segunda prueba

Con el dispositivo conectado a internet se introduce un identificador de perro que no existe.

El sistema muestra un mensaje de error que aparece en la parte superior de la pantalla y que dice "El identificador del perro es incorrecto", como se muestra en la imagen inferior.



### 3- Tercera prueba

Con el dispositivo conectado a internet se introduce un identificador de perro que si existe. El sistema muestra un mensaje que aparece en la parte superior de la pantalla y que dice "El nombre del perro es: X", como se muestra en la imagen inferior.

