

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR



PROYECTO FIN DE CARRERA
Ingeniería de Telecomunicación

**NAVEGACIÓN GUIADA Y VISUALIZACIÓN
INTERACTIVA PARA LA ASISTENCIA A LA MOVILIDAD
EN ESPACIOS ABIERTOS**

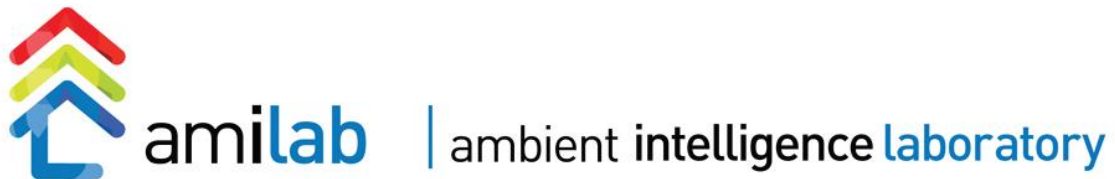
Esther Moreno Estébanez

JULIO 2016

NAVEGACIÓN GUIADA Y VISUALIZACIÓN INTERACTIVA PARA LA ASISTENCIA A LA MOVILIDAD EN ESPACIOS ABIERTOS

AUTOR: Esther Moreno Estébanez

TUTOR: Javier Gómez Escribano



**AmILab
Dpto. Informática
Escuela Politécnica Superior
Universidad Autónoma de Madrid
julio de 2016**

Resumen

Problemas cotidianos como alterar el camino al trabajo porque hay huelga de transporte público o el autobús ha modificado su ruta, o llegar solo a lugares para los que no conoces bien el camino, como el restaurante donde has quedado con unos amigos, suponen todo un reto para las personas con discapacidad intelectual. Según el nivel de funcionalidad de la persona con discapacidad, puede antojarse demasiado complicado incluso salir a dar un paseo sin compañía cerca de casa. Esto hace que en muchos casos estas personas no se atrevan a desplazarse solas, quedando así limitada su independencia.

Este Proyecto de Fin de Carrera busca aumentar la autonomía de las personas con discapacidad intelectual mediante una herramienta que les permite desplazarse solas, contando siempre que lo necesiten con la ayuda de su cuidador/a de forma remota. Una aplicación móvil les permitirá enviar a su cuidador/a su posición GPS y el vídeo en directo que está capturando la cámara de su teléfono móvil, mientras que el/la cuidador/a podrá ver en una página web la posición GPS recibida en un mapa y una ventana con el vídeo. De esta forma, el/la cuidador/a será quien tome la decisión de cuál es la mejor ruta y podrá guiar a la persona con discapacidad mediante indicaciones visuales, ya que gracias al vídeo sabe lo que está viendo.

El principal objetivo de este proyecto es romper la barrera del miedo, tanto el de las personas con discapacidad a desplazarse solas, como el de sus cuidadores a dejar que lo hagan. La aplicación móvil permite una evolución desde activar el envío de coordenadas y vídeo al salir de casa y no desactivarlo hasta llegar al destino hasta activarlo únicamente en caso de que surjan problemas puntuales durante la ruta. El uso que se de a aplicación dependerá por tanto de la situación inicial de la persona con discapacidad y de su evolución según vaya adquiriendo confianza.

La aplicación podría servir a estas personas para reducir el sedentarismo, no descartar opciones laborales debido a la dificultad de desplazarse hasta el puesto de trabajo y mejorar su integración social.

Palabras clave

Navegación en exteriores, discapacidad intelectual, orientación, inteligencia ambiental, teléfono inteligente, aplicaciones móviles.

Abstract

Everyday problems like altering your regular route to work due to a public transport strike or because the bus you usually take has changed its route, or going by yourself to places you don't know the way well, like the restaurant where you are going to have dinner with some friends, presents a challenge to people with an intellectual disability. Depending on their level of functional skills, even going for a stroll near home by themselves can be too complicated. As a consequence, many of them are afraid to go places by themselves, thus limiting their independence.

This thesis seeks to increase the autonomy of people with an intellectual disability by means of a tool that allows them to go places by themselves, relying on their caregiver's help from a distance whenever they need to. A mobile app will allow them to send their caregiver their GPS location along with the video signal live from the mobile phone's camera. Meanwhile, the caregiver will be able to see in a web page the received GPS location in a map and the live video in a window. In this way, the caregiver will be the one deciding the best route to take and will be able to guide the person with a disability by using visual indications, given that they know what the other person is seeing thanks to the video.

The main objective of this project is to break the barrier of fear, not only the fear people with an intellectual disability might feel to go places by themselves, but also the fear their caretakers might feel at letting them do so. The mobile app allows for an evolution in its usage, from starting sending live video and coordinates before leaving home and keeping it on until destination is reached to activating it only in case a problem occurs. Therefore, the usage of the application will depend on both the starting functionality the person with a disability has and their evolution as they build self-confidence.

The application could be useful for these people for reducing sedentary lifestyle, avoiding to discard job opportunities due to the difficulty of getting to the workplace and enhancing their social integration.

Keywords

Outdoor navigation, intellectual and cognitive disabilities, wayfinding, ambient intelligence, smartphone, mobile apps.

Agradecimientos

Gracias a Javi por haberme cogido en el último momento y haberme dado la oportunidad de acabar este proyecto cuando ya no había casi tiempo. Gracias por ayudarme a redactar el anteproyecto en el último minuto, por estar pendiente de los plazos y los papeleos, por los consejos finales.

Gracias a Manu por haber sido un tutor genial, por ser siempre amable, por haber confiado en mí infinitamente más de lo que confiaba yo. Gracias por haber tenido tanta paciencia conmigo y haber estado dispuesto siempre a ayudarme en todo.

Gracias a los compañeros y compañeras que me han acompañado durante la carrera, por todos los buenos momentos en clase y fuera de ella.

Gracias a mis amigos de Alcobendas por los buenos momentos en los peores años. Gracias por haberme distraído de lo malo. Gracias a José por tu vocación de profesor y por enseñarme tantas cosas de programación y lo que la rodea.

Gracias a mis compañeros de trabajo, porque hacer el proyecto trabajando al mismo tiempo ha sido complicado y muy estresante y lo habría llevado mucho peor si no fuera por el buen rollo que hay en la oficina. Gracias en especial a Ángel por entender los nervios, la presión y el agobio que me ha supuesto hacer el proyecto en estos últimos meses, y gracias por ayudarme a que los diagramas quedaran bonitos.

Gracias a mis padres por darme siempre todo vuestro cariño.

Gracias a mi hermano Raúl por haberme contagiado el gusto por los ordenadores y la tecnología. Sin ti a saber qué habría acabado estudiando.

Gracias a Gloria por haber sido como una hermana. Gracias por ser tan genial, gracias por los ánimos y gracias por ofrecerte siempre a ayudarme.

Gracias a Paco por apoyarme en los momentos de flaqueza. Gracias por confiar siempre en mí y por darme ánimos cuando más falta me hacían.

Gracias a Carmen, porque sin ti nunca habría sido capaz de sacar las fuerzas para acabar este proyecto.

INDICE DE CONTENIDOS

1	Introducción.....	10
1.1	Motivación.....	10
1.2	Objetivos.....	12
1.2.1	Objetivos de la aplicación móvil para la persona con discapacidad intelectual: 12	
1.2.2	Objetivos de la aplicación web para cuidadores:.....	12
1.2.3	Objetivos del servidor que conecta las dos aplicaciones:.....	13
1.3	Organización de la memoria.....	13
2	Estado del arte.....	14
2.1	Aplicaciones móviles de asistencia remota.....	14
2.1.1	Be My Eyes.....	14
2.1.2	Remote Assistant.....	15
2.1.3	Proyecto ERA.....	16
3	Diseño.....	18
3.1	Introducción.....	18
3.2	Discapacidad intelectual y empleo.....	18
3.3	Discapacidad Intelectual y Tecnología.....	19
3.4	Diseño inicial.....	22
3.4.1	Diseño del sistema.....	22
3.4.2	Diseño de la interfaz de la aplicación móvil.....	24
3.4.3	Diseño de la interfaz de la aplicación web.....	26
3.5	Elección de aplicaciones externas.....	27
3.5.1	Elección de aplicación de vídeo.....	27
3.5.2	Elección de aplicación de llamada de voz sobre IP.....	28
3.5.3	Elección de mapas.....	29
3.5.4	Elección de base de datos.....	31
4	Desarrollo.....	33
4.1	Introducción.....	33
4.2	Visión global.....	33
4.3	Aplicación móvil.....	35

4.3.1	Ciclo de vida de una aplicación Android	35
4.3.2	Manifest	37
4.3.3	Diagramas de funcionamiento de la aplicación	38
4.4	Servidor de geolocalización	41
4.4.1	Descripción general	41
4.4.2	Tecnología	41
4.4.3	Implementación	42
4.5	Aplicación web	43
4.5.1	Descripción general	43
4.5.2	Tecnología	43
4.5.3	Implementación	43
	• initMap()	44
	• initGlobal(userList)	46
	• addVideo()	49
4.5.4	Tabla de colores para las líneas poligonales	51
5	Conclusiones y trabajo futuro	55
5.1	Conclusiones	55
5.2	Trabajo futuro	55
	Referencias	57
	Glosario	59
	Anexos	60

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Ejemplo de uso de Be My Eyes.	15
Figura 2.	Ejemplo de uso de Remote Assistant.	16
Figura 3.	Ejemplo de uso de una antena WiFi portátil en una localización de campo para posibilitar la conexión con los geólogos que están en la colina.	17
Figura 4.	Ejemplo de trabajo de campo en remoto. El geólogo de la imagen izquierda está sacando una foto y enviándosela a los estudiantes que se encuentran en el coche (imagen derecha) para que puedan trabajar con ella.	17
Figura 5.	Tasa de actividad por tipo de discapacidad.	18
Figura 6.	Tasa de empleo por tipo de discapacidad.	19
Figura 7.	Nivel de estudios de las personas con discapacidad intelectual.	19
Figura 8.	Personas con grado de discapacidad reconocido igual o superior al 33%. Distribución según tipos de primera deficiencia.	20

Figura 9. Uso de las tecnologías convencionales por parte de las personas con discapacidad.	21
Figura 10. Esquema inicial del sistema.	23
Figura 11. Diseño inicial de la pantalla de login de la aplicación móvil.....	24
Figura 12. Diseño inicial de la interfaz de la aplicación móvil.	25
Figura 13. Diseño inicial de la pantalla de login de la aplicación web.	26
Figura 14. Diseño inicial de la pantalla del mapa de la aplicación web.....	27
Figura 15. Esquema final del sistema.	34
Figura 16. Ciclo de vida de una actividad Android.	35
Figura 17. Diagrama de pantallas que se muestran cuando no hay conexión a internet.	38
Figura 18. Diagrama de pantallas que se muestran cuando hay conexión a internet.	39
Figura 19. Diagrama de pantallas que se muestran al pulsar cada botón.	40
Figura 20. Diagrama de módulos del Servidor de Geolocalización.	42
Figura 21. Diagrama de servicios usados por la aplicación web.....	43
Figura 22. Diagrama del método initMap().	44
Figura 23. Diagrama del método initGlobal(userList).	46
Figura 24. Pantalla de la aplicación web al abrir la página.	48
Figura 25. Pantalla de la aplicación web al desplegar el controlador de seguimiento.	48
Figura 26. Pantalla de la aplicación web al elegir seguir a uno de los usuarios.....	49
Figura 27. Pantalla de la aplicación web que muestra la ruta seguida por los usuarios.	49
Figura 28. Pantalla de la aplicación web al pinchar sobre uno de los marcadores.....	51
Figura 29. 22 colores de máximo contraste de Kelly.	53
Figura 30. 256 colores máximamente diferentes obtenidos aplicando CIEDE2000.....	54

1 Introducción

1.1 Motivación

Según la definición proporcionada por la Asociación Americana de las Discapacidades Intelectual y del Desarrollo, la discapacidad mental es una discapacidad caracterizada por limitaciones significativas tanto en el funcionamiento intelectual como en la conducta adaptativa, que abarca muchas de las habilidades prácticas y sociales cotidianas. Esta discapacidad comienza antes de los 18 años[1].

Según la Convención de Derechos de las Personas con Discapacidad, la discapacidad es un concepto que evoluciona y que resulta de la interacción entre las personas con deficiencias y las barreras debidas a la actitud y al entorno que evitan su participación plena y efectiva en la sociedad, en igualdad de condiciones con las demás[2]. Los esfuerzos deben ir orientados a reducir estas barreras, ya que si logramos adaptar el entorno para que resulte más fácil y accesible, las personas con discapacidad intelectual tendrán menos dificultades, y por ello, su discapacidad parecerá menor.

Una forma de eliminar o reducir estas barreras son los productos de apoyo. Un producto de apoyo para personas con discapacidad es, según la definición de la norma europea ISO 9999[3], cualquier producto (incluyendo dispositivos, equipo, instrumentos y software) fabricado especialmente o disponible en el mercado, utilizado por o para personas con discapacidad destinado a:

- facilitar la participación;
- proteger, apoyar, entrenar, medir o sustituir funciones/estructuras corporales y actividades; o
- prevenir deficiencias, limitaciones en la actividad o restricciones en la participación.

Entre los productos de apoyo se incluyen las aplicaciones móviles diseñadas para personas con discapacidad, como es el caso de este proyecto. En concreto, este proyecto busca proporcionar apoyo a la hora de desplazarse de forma autónoma a personas con discapacidad intelectual.

Muchas personas con discapacidad intelectual tienen limitaciones a la hora de reconocer peligros (ej. en relación con el tráfico), tomar decisiones y planificar sus acciones teniendo en cuenta las circunstancias que les rodean. Por ello, es normal que la idea de desplazarse solas les provoque sensación de miedo e inseguridad, tanto a ellas como a sus cuidadores, que a menudo tienden a la sobreprotección.

La principal motivación de este proyecto es derribar estas barreras psicológicas, dando a estas personas un producto de apoyo que les permita contactar con sus cuidadores en cualquier momento en que sientan que necesitan ayuda y a su vez permita a sus cuidadores proporcionársela. De este modo aumentaría la funcionalidad y autonomía de estas personas, aumentando también su autoestima y su integración social.

Por otra parte, se busca mejorar también sus posibilidades de acceso al mundo laboral, tratando de evitar situaciones en las que descarten posibles trabajos que serían capaces de realizar o programas de formación que podrían cursar por no atreverse a realizar la ruta entre su hogar y el puesto de trabajo o centro de formación si nadie puede acompañarlas.

1.2 Objetivos

El objetivo de este proyecto es servir de apoyo a personas con discapacidad intelectual a la hora de desplazarse solas, permitiendo tanto un seguimiento continuo por parte del cuidador como uno ocasional en situaciones concretas, según el nivel de funcionalidad del usuario. Para ello, se establecen una serie de objetivos:

1.2.1 Objetivos de la aplicación móvil para la persona con discapacidad intelectual:

- La aplicación debe ser capaz de funcionar en terminales móviles de bajo precio, ya que la principal barrera que encuentran las personas discapacitadas para utilizar herramientas tecnológicas es de índole económico (22%). En España, el 65% de las familias con miembros con discapacidad afirma llegar con dificultad a fin de mes. [\[4\]](#)
- La interfaz debe evitar la sobreinformación; las secciones deben ser claras y limpias, permitiendo encontrar fácilmente la funcionalidad que se busque. Debe verse adecuadamente en diferentes tamaños y resoluciones de pantalla.
- Los botones deben expresar claramente su funcionalidad mediante pictogramas y textos sencillos de fácil comprensión.
- Los mensajes informativos (ej. activación de datos, activación del GPS, error del servidor) deben utilizar un lenguaje claro, comprensible y descriptivo.
- La aplicación debe ser fácil de usar, para que el/la cuidador/a no encuentre dificultades a la hora de explicar su funcionamiento y que la persona con discapacidad necesite un tiempo de entrenamiento corto.
- La aplicación debe ser robusta para minimizar la ocurrencia de errores, ya que las personas con discapacidad intelectual pueden no saber reaccionar ante la ocurrencia de estos. Si esta persona está sola y necesita ayuda y la aplicación falla, puede perder su confianza en la aplicación.
- El usuario no deberá desarrollar dependencia del sistema. El objetivo es que la aplicación ayude a la persona con discapacidad a ganar confianza en sí misma, aumentando progresivamente su independencia y necesitando utilizar la aplicación cada vez menos a menudo.
- La aplicación no deberá invadir la intimidad del usuario; Será la persona con discapacidad y no el/la cuidador/a quien inicie el envío de la localización GPS y el envío del vídeo, nunca al revés.

1.2.2 Objetivos de la aplicación web para cuidadores:

- La aplicación debe ser fácil de utilizar, ya que los cuidadores no tienen por qué ser expertos en internet.
- La aplicación debe ser capaz de mostrar con claridad al mismo tiempo la posición en el mapa y el vídeo recibidos de la aplicación móvil y verse adecuadamente en diferentes tamaños de pantalla.
- La aplicación debe garantizar la privacidad, permitiendo acceso a la información recibida de la aplicación móvil sólo a los cuidadores autorizados para cada usuario.

1.2.3 Objetivos del servidor que conecta las dos aplicaciones:

- El servidor debe estar siempre activo, ya que en caso de caída se perdería la interacción entre la aplicación móvil y la aplicación web, perdiendo el sistema su utilidad y pudiendo dejar desamparada a la persona con discapacidad si necesitaba la aplicación en ese momento.

1.3 Organización de la memoria

La memoria consta de los siguientes capítulos:

- **Introducción:** en este capítulo se explican los motivos que han llevado a plantear este proyecto y los objetivos que se pretenden conseguir con él.
- **Estado del arte:** en este capítulo se habla de trabajos que se han realizado previamente respecto al tema de este proyecto, es decir, referentes a la asistencia remota a personas con discapacidad mediante el uso de vídeo en vivo.
- **Diseño:** en este capítulo se trata más a fondo la problemática de la discapacidad intelectual y se diseñan prototipos para las partes visuales del sistema teniendo en cuenta dicha problemática. Se explica también la elección de aplicaciones y sistemas externos que se integrarán con las aplicaciones creadas para este proyecto.
- **Implementación:** en este capítulo se explica cómo se desarrolló el código y cómo funciona cada parte del sistema implementado.
- **Integración, pruebas y resultado:** en este capítulo se explican las pruebas realizadas y su resultado.
- **Conclusiones y trabajo futuro:** en este capítulo se explican las conclusiones alcanzadas tras acabar el proyecto y se habla del trabajo futuro que sería necesario para continuar con el desarrollo del sistema creado.

2 Estado del arte

A la hora de resolver problemas de accesibilidad para personas discapacitadas, los esfuerzos se han centrado en solventar las barreras físicas y sensoriales, quedando relegadas las cognitivas.

La asistencia remota se ha utilizado con éxito para ayudar a personas con otras discapacidades, como se verá en el siguiente apartado.

2.1 Aplicaciones móviles de asistencia remota

2.1.1 Be My Eyes¹

Be my eyes es una aplicación de software libre para iphone ideada por Hans Jørgen Wiberg, ciego y miembro de la Dansk Blindesamfund (Asociación de ciegos danesa), e implementada por el equipo de desarrolladores daneses Robocat. Permite que una persona con ceguera o baja visión use la cámara de su iphone para grabar y enviar un vídeo en vivo mostrando cualquier cosa que necesite leer o distinguir, mientras que un voluntario vidente en remoto recibe el vídeo y le explica lo que necesite saber. Los casos de uso pueden ser infinitos, desde ayuda para usar una máquina expendedora o para saber una fecha de caducidad hasta apoyo en la navegación por exteriores, pasando por elegir qué ropa ponerse para ir elegante a una entrevista de trabajo. La aplicación ha conseguido más de 368.200 voluntarios y la utilizan casi 28000 personas con discapacidad visual.



¹ "Be My Eyes | Lend Your Eyes to the Blind." 2012. 18 Jul. 2016 <<http://www.bemyeyes.org/>>

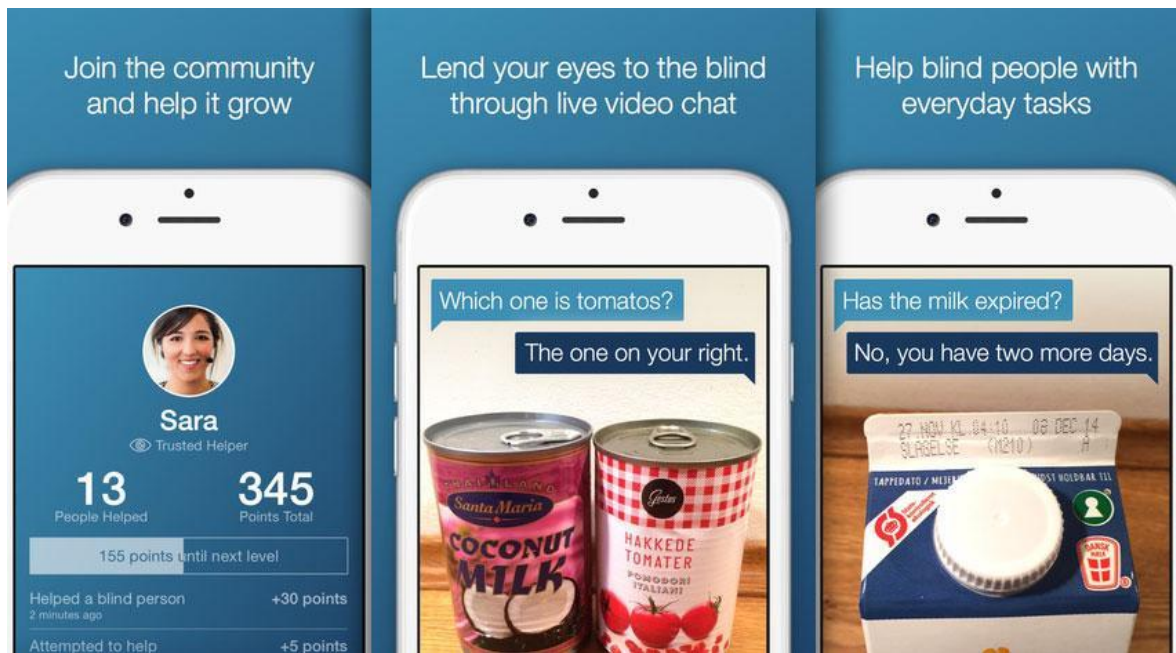


Figura 1. Ejemplo de uso de Be My Eyes.

2.1.2 Remote Assistant²

Del mismo estilo, también para personas con discapacidad visual aunque más orientada a la navegación, es la aplicación checa Remote Assistant, también para iPhone, creada por Tomas Stanik. Esta aplicación, además del vídeo, envía las coordenadas, y el receptor ve la pantalla en dos mitades, una con el vídeo en vivo y la otra con un mapa indicando la posición actual. En vez de recurrir a voluntarios, los encargados de ayudar son o bien amigos y familiares, o bien miembros del Centro de Navegación para Ciegos de la República Checa³, que provee servicios de asistencia a miembros registrados.



² "Remote Assistant." 2013. 18 Jul. 2016 <<http://remoteassistant.me/en/>>

³ "Navigační centrum SONS ČR." 2007. 18 Jul. 2016 <<http://navigace.sons.cz/>>



Figura 2. Ejemplo de uso de Remote Assistant.

2.1.3 Proyecto ERA⁴

El proyecto ERA - Enabling Remote Activity (Posibilitando la Actividad Remota) permite a estudiantes con problemas de movilidad, ya sea por discapacidad motora o por una lesión temporal, realizar trabajos de campo. En el ámbito de la geografía y las ciencias de la tierra y el medio ambiente, los trabajos de campo se suelen realizar en zonas poco accesibles y a menudo sin cobertura. El sistema ERA permite el rápido despliegue de una red inalámbrica mediante el uso de antenas portátiles ligeras alimentadas con batería. Esta red posibilita la conexión entre dispositivos (cámaras de fotos, cámaras de vídeo, teléfonos) en el lugar donde se realiza el trabajo de campo y el lugar accesible más próximo. De esta forma, los estudiantes con problemas de movilidad son transportados en coche lo más cerca posible, y desde ahí se comunican mediante un portátil con el resto de estudiantes a través de la red inalámbrica desplegada, pudiendo recibir audio y vídeo en vivo y fotografías en alta resolución recién tomadas, y enviar indicaciones por voz a los otros alumnos[5].



⁴ "Enabling Remote Activity | ERA | Knowledge Media Institute | The ..." 2008. 18 Jul. 2016 <<http://projects.kmi.open.ac.uk/era/>>



Figura 3. Ejemplo de uso de una antena WiFi portátil en una localización de campo para posibilitar la conexión con los geólogos que están en la colina.



Figura 4. Ejemplo de trabajo de campo en remoto. El geólogo de la imagen izquierda está sacando una foto y enviándosela a los estudiantes que se encuentran en el coche (imagen derecha) para que puedan trabajar con ella.

3 Diseño

3.1 Introducción

En esta sección se explica la relación entre la discapacidad intelectual y el empleo, la problemática que tienen las personas con discapacidad intelectual a la hora de relacionarse con la tecnología, los esquemas y prototipos diseñados antes de comenzar la implementación del sistema, y las elecciones de aplicaciones externas que hubo que hacer al comenzar a implementar y ver que el esquema inicial no era viable para el ámbito de un proyecto de fin de carrera.

3.2 Discapacidad intelectual y empleo

Las personas con discapacidad siguen teniendo una probabilidad dos o tres veces mayor de estar desempleadas que las personas sin discapacidad, y todos los estudios realizados hasta la fecha ponen de manifiesto el papel primordial que el empleo tiene para que las personas con discapacidad eviten el riesgo de exclusión social y todo lo que ello conlleva[6].

Estas probabilidades aumentan considerablemente para el caso de la discapacidad intelectual. Según datos del INE⁵ de 2014, la tasa de actividad (personas que tienen empleo o lo buscan activamente) entre personas con discapacidad intelectual reconocida es del 30%, con una tasa de ocupación del 17.4%, la segunda más baja entre los distintos tipos de discapacidad, sólo por detrás de la de las personas con trastornos mentales[7].

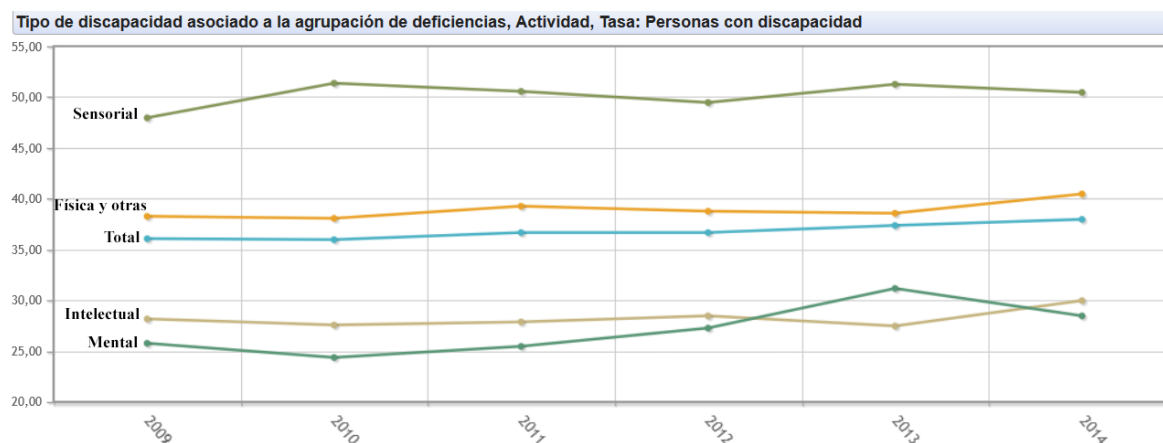


Figura 5. Tasa de actividad por tipo de discapacidad.

⁵ Instituto Nacional de Estadística

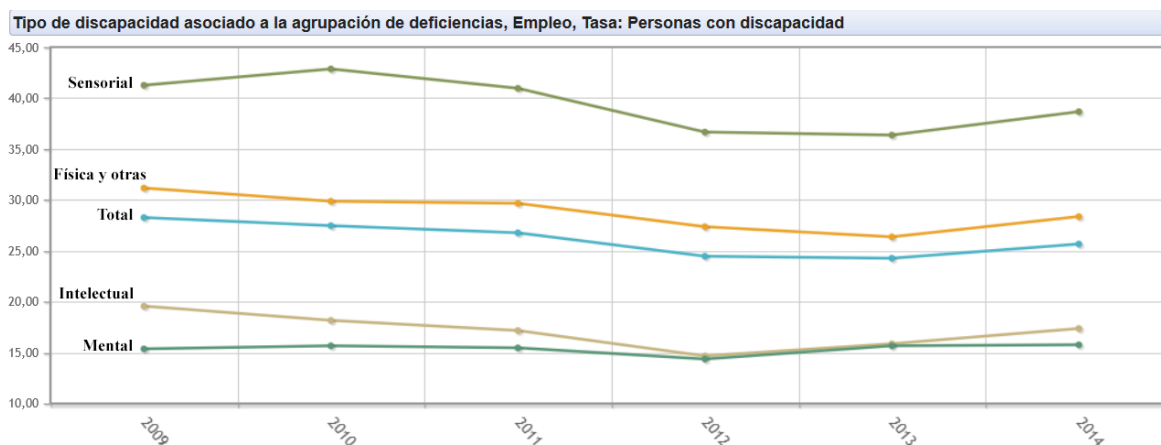


Figura 6. Tasa de empleo por tipo de discapacidad.

Estos datos tan bajos están relacionados, entre otros factores, con su bajo nivel de estudios. Según los últimos datos del INE, de 2014, el 31% de las personas con discapacidad intelectual eran analfabetas, el 36.8% habían cursado primaria y el resto, un 32,2%, habían cursado secundaria o algún programa de formación e inserción laboral [8]. El INE no contabiliza ninguna persona con discapacidad intelectual con estudios superiores en el periodo para el que hay datos (entre 2009 y 2014).

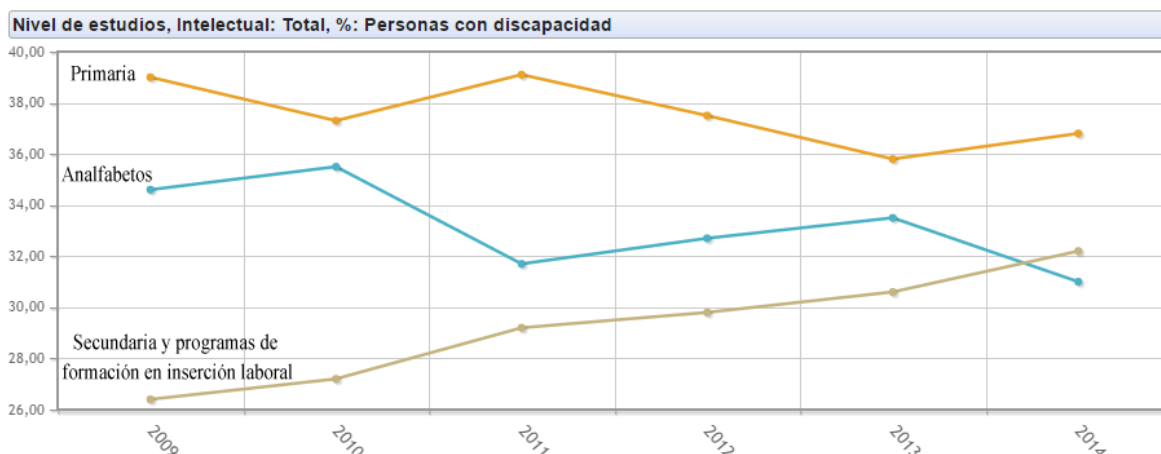


Figura 7. Nivel de estudios de las personas con discapacidad intelectual.

Un bajo nivel de educación reduce las posibilidades laborales. Por eso es importante evitar que estas personas se limiten a sí mismas descartando posibles trabajos que serían capaces de realizar o programas de formación que podrían cursar por no atreverse a realizar la ruta entre su hogar y el puesto de trabajo o centro de formación.

3.3 Discapacidad Intelectual y Tecnología

Se calcula que entre el 2 - 3% de la humanidad vive con algún tipo de discapacidad intelectual. En España, a finales de 2014, se contabilizaron 256.426 personas con un grado de discapacidad intelectual reconocido mayor o igual al 33%, un 9.11% del total de personas con discapacidad legalmente reconocida[9].

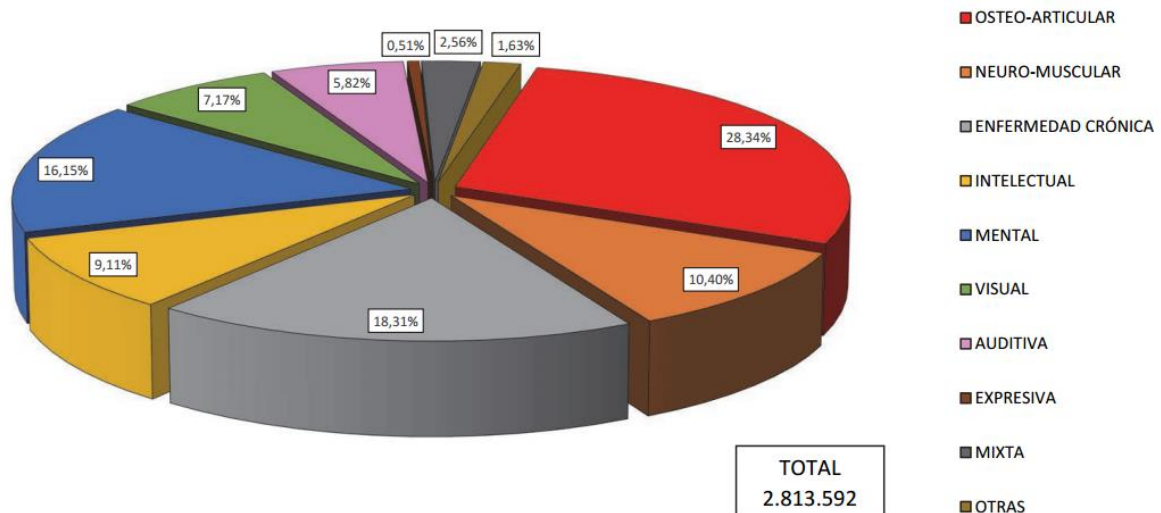


Figura 8. Personas con grado de discapacidad reconocido igual o superior al 33%. Distribución según tipos de primera deficiencia.

Pese a ser un porcentaje mayor al de otras discapacidades como la visual y la auditiva, a menudo son un colectivo olvidado en la adaptabilidad tecnológica. De hecho, en la página de accesibilidad para desarrolladores de Android la discapacidad intelectual ni siquiera se menciona. Las recomendaciones se centran en formas de solventar las limitaciones visuales o físicas para interactuar con la pantalla táctil y las limitaciones auditivas si hay mensajes o alertas sonoras, pero olvidan las limitaciones cognitivas⁶.

Otra muestra del olvido de estas personas son las pautas de accesibilidad web establecidas por el World Wide Web Consortium (W3C)⁷, las cuales no recogen la comprensibilidad de la estructura web o de sus contenidos y por lo tanto no se tiene en consideración a la hora de decidir si una página es más o menos accesible.

Hay pocas páginas web adaptadas para personas con discapacidad intelectual. Un buen ejemplo es la página www.nomasabusos.com, dirigida especialmente a ellos, para que puedan pedir ayuda si han sufrido algún tipo de abuso. La web utiliza la lectura fácil: frases cortas con lenguaje sencillo, letra grande, menús simples por colores, explicaciones gráficas...

En cuanto a aplicaciones móviles, hay sobre todo ejemplos de apps que usan pictogramas para ayudar con las tareas de la vida diaria.

Las personas con discapacidades psíquicas y/o sensoriales son las que menos utilizan las tecnologías convencionales, como se puede apreciar en el siguiente gráfico del Informe Keysight sobre tecnología y discapacidad [4]:

⁶ "Accessibility | Android Developers." 2012. 23 Jul. 2016 <<https://developer.android.com/guide/topics/ui/accessibility/index.html>>

⁷ "Accesibilidad Web - W3C España." 2009. 26 Jul. 2016 <<http://w3c.es/Divulgacion/accesibilidad>>

Uso de las tecnologías convencionales por parte de las personas con discapacidad

En porcentaje.

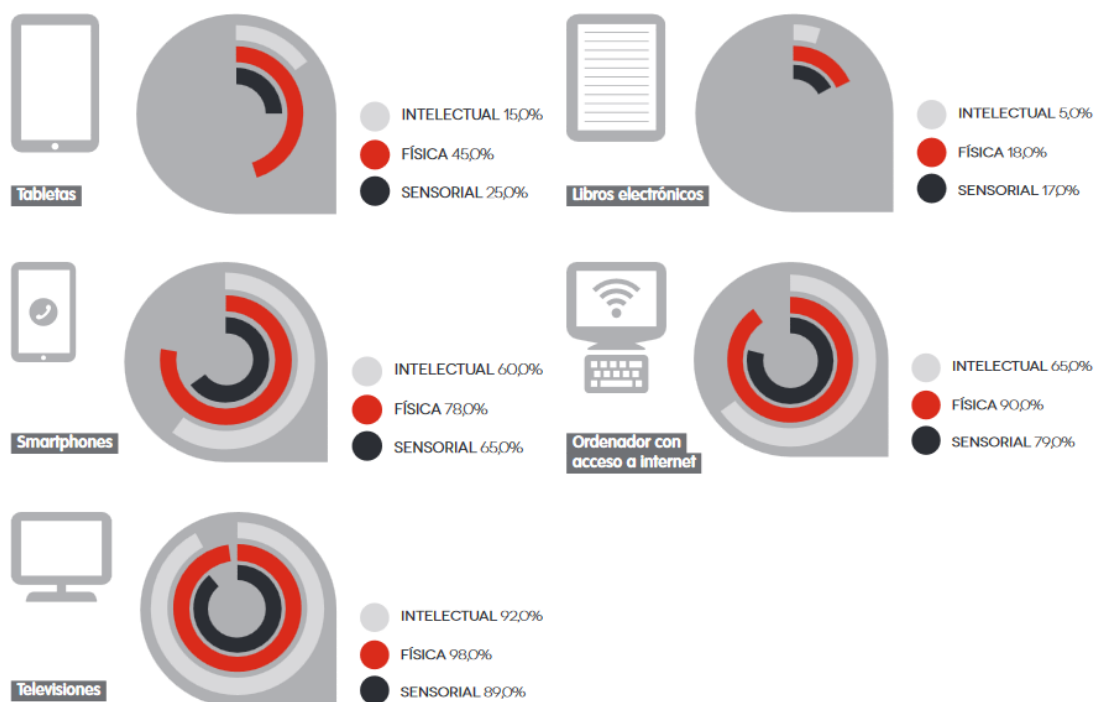


Figura 9. Uso de las tecnologías convencionales por parte de las personas con discapacidad.

En palabras de Francisco Mesonero, director general de la Fundación Adecco: “no es casualidad que las personas con discapacidad intelectual sean las que menos utilizan las adaptaciones tecnológicas. Y es que éstas han ido mayoritariamente dirigidas a solventar las barreras arquitectónicas o sensoriales, pero hay un importante vacío en lo que se refiere a las cognitivas. Es ahora cuando empiezan a diseñarse Apps y soluciones tecnológicas para que las personas con discapacidad intelectual puedan utilizar el móvil o navegar por Internet en igualdad de condiciones, pero en este ámbito hay todavía mucho camino por recorrer: el gran reto es acercar a los desarrolladores informáticos las necesidades que tienen las personas con TEA, dificultades de aprendizaje, etc”.

A la hora de realizar el diseño de la aplicación móvil para este proyecto se tuvieron en cuenta las recomendaciones de la guía de Accesibilidad Cognitiva elaborada por FEAPS Madrid⁸ [10]. La guía no tiene una sección para aplicaciones móviles, pero muchas de las recomendaciones de la sección “3.1 Buscar información en internet” son aplicables:

- Recomendaciones relativas al diseño:
 - El diseño debe ser sencillo, intuitivo y bien estructurado en relación a los contenidos.
 - La estructura tiene que seguir un orden lógico, y adecuarse a los contenidos.

⁸ Federación de Organizaciones en favor de personas con discapacidad intelectual de Madrid, ahora llamados Plena Inclusión Madrid. 23 Jul. 2016 <<http://www.plenainclusionmadrid.org/>>

- La estructura y el diseño de la página tienen que ayudar al visitante a encontrar la información con el mínimo número de clicks posibles. Cada click es una decisión que toma la persona. No deberían ser necesarios más de 5, siendo un número razonable 3.
- Recomendaciones referentes al lenguaje
 - Utilizar un lenguaje claro y conciso en los elementos que configuran la estructura de la página y su navegación.
 - Hacer un esfuerzo por seleccionar la palabra más fácil para referirse a conjuntos de cosas que definen una sección de la página web.
 - Acompañar las opciones de elección de los menús principales de iconos que apoyen la comprensión del texto.
- Recomendaciones referentes a la interacción persona - pc
 - Mostrar un indicador de tiempo de carga o tiempo restante cuando al hacer un click la página tiene que cargar un vídeo o un documento muy pesado. De esta forma la persona sabe que la página está haciendo algo y el tiempo aproximado de espera que tiene.
 - Incorporar un mensaje informativo a las páginas de error, (tanto las páginas web como cuando te descargas un documento) que ofrezcan una solución a la persona. Por ejemplo, Esta página no funciona, pulsa el botón de atrás para volver dónde estabas.

3.4 Diseño inicial

3.4.1 Diseño del sistema

Se pensó construir un sistema a través del cual una persona con discapacidad intelectual pudiera conectarse con varios cuidadores y enviarles sus coordenadas, voz y vídeo, y a su vez permitiera a un cuidador seguir al mismo tiempo la ruta de varias personas y ver varios vídeos a la vez. Para ello se consideraba necesario un servidor intermedio que comprobara que los participantes estaban registrados y con quién tenían permiso para interactuar. Este servidor además haría de intermediario a la hora de enviar y leer datos de un lado al otro.

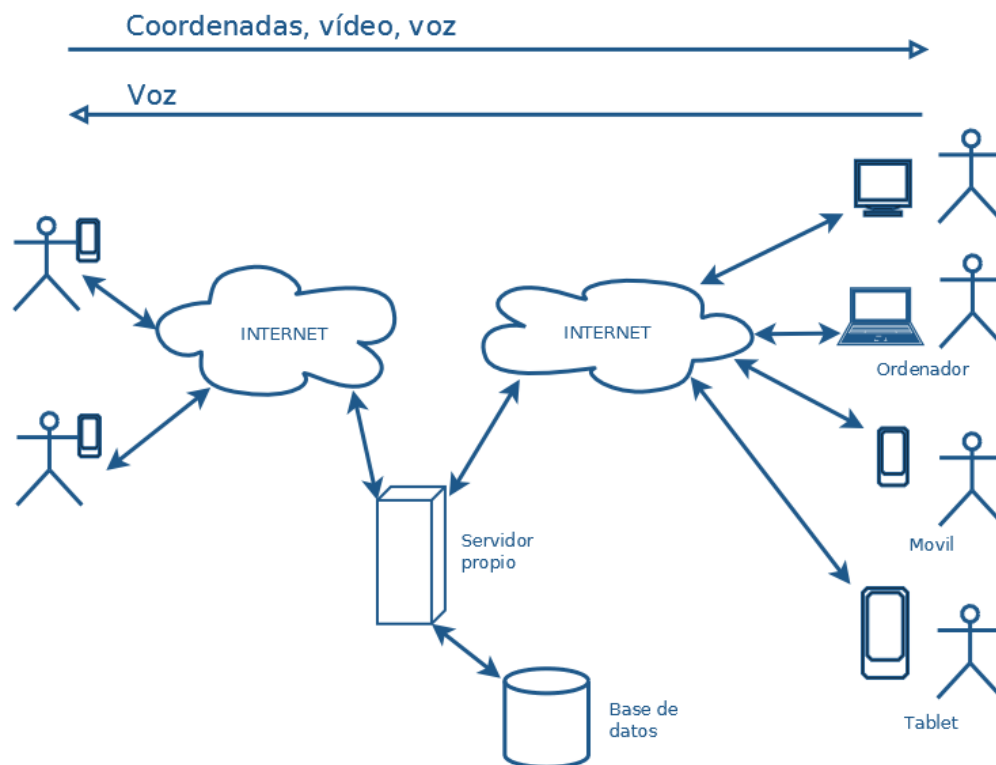


Figura 10. Esquema inicial del sistema.

La persona con discapacidad intelectual enviaría al servidor desde su móvil sus coordenadas, su voz y el vídeo que estuviera siendo capturado en vivo por su móvil, eligiendo qué cuidador o cuidadores tendrían permiso para recibir esos datos. El servidor permitiría a esos cuidadores ver los datos de esa persona en la aplicación web y enviar voz de vuelta.

El servidor posibilitaría que pudiera haber muchos usuarios enviando y recibiendo datos al mismo tiempo, estableciendo una conexión con cada uno.

El servidor estaría conectado a una base de datos donde estarían almacenados los datos de los usuarios. Para el caso de los usuarios de la aplicación móvil, estos datos serían el nombre de usuario y contraseña, las coordenadas de su última localización, la imagen con la que quieren que aparezca su marcador en el mapa de la aplicación web y la lista de cuidadores a los que les pueden enviar sus datos. Para el caso de los usuarios de la aplicación web, los datos serían el nombre de usuario y contraseña y la lista de personas con discapacidad cuyos datos (coordenadas y vídeo) pueden visualizar en el mapa.

Al mismo tiempo, el servidor alojaría la página web a la que accederían los cuidadores.

3.4.2 Diseño de la interfaz de la aplicación móvil

Como primera pantalla de la aplicación móvil se mostraría un login para poder identificar al usuario en el sistema. La intención es que esta pantalla se muestre únicamente la primera vez que se ejecuta la aplicación. Las veces posteriores la contraseña sería recordada y se mostraría directamente la segunda pantalla de la aplicación.

Se recomienda que el cuidador esté presente en este primer uso de la aplicación por la dificultad que pueda conllevar la elección de cómo registrarse, y el registro en sí en caso de que se elija crear una cuenta nueva en lugar de utilizar una existente de Google o Facebook.



Figura 11. Diseño inicial de la pantalla de login de la aplicación móvil.

La pantalla de login mostraría un botón para crear una nueva cuenta de usuario, campos para introducir usuario y contraseña, un enlace por si se ha olvidado la contraseña, un botón para enviar el usuario y contraseña introducidos y dos botones para entrar en la aplicación mediante una cuenta existente de Facebook o Google.

Al crear una cuenta nueva se pedirá añadir una imagen, que será la que vean los cuidadores en la aplicación web indicando su posición en el mapa. En caso de haber entrado con Facebook o Google, se usaría la foto de perfil.

Para la segunda pantalla, teniendo en cuenta que la aplicación móvil iba a estar destinada a personas con discapacidad intelectual, se hacía necesario que la interfaz fuera muy sencilla. Se pensó en una pantalla limpia con cuatro botones:



Figura 12. Diseño inicial de la interfaz de la aplicación móvil.

- Un botón para ver la lista de cuidadores con permiso para visualizar los datos del usuario del móvil en la aplicación web. Este botón llevaría a otra pantalla que tendría un aspecto similar al de una agenda. En esta pantalla se podrían añadir, eliminar o editar cuidadores. Esta pantalla no se llegó a diseñar. La dirección de email indicada al añadir un cuidador a la lista debería ser la misma que la que hubiera utilizado el cuidador para registrarse en la aplicación web. En caso de que aún no se hubiera registrado, debería registrarse con esa dirección de email. Para poder volver a la pantalla principal desde la pantalla con la lista de cuidadores, habría que pulsar el botón de “atrás” del teléfono móvil.
- Un botón tipo interruptor para activar o desactivar el envío de las coordenadas al servidor. Esto permitiría al usuario retransmitir vídeo sin enviar su localización si así lo desea.
- Un botón para comenzar a retransmitir vídeo en vivo al servidor, que llevaría a otra pantalla donde se mostraría la imagen que estuviera capturando la cámara de vídeo.

En esta pantalla se mostraría un botón de “record” mientras el envío de vídeo estuviera detenido y un botón de “stop” mientras estuviera emitiendo.

Para poder volver a la pantalla principal desde la pantalla de captura de vídeo, habría que pulsar el botón de “atrás” del teléfono móvil. Si se dejó grabando, la grabación continuaría hasta salir de la aplicación o hasta que se volviera a entrar a la pantalla de vídeo y se pulsara el botón de “stop”.

- Un botón para salir de la aplicación. Esto detendría el envío de coordenadas y el envío de vídeo en caso de que estuvieran activos.

Estos botones llevarían textos sencillos e irían acompañados de pictogramas para facilitar su comprensión.

3.4.3 Diseño de la interfaz de la aplicación web

Para la aplicación web se diseñaron los prototipos de dos pantallas, una de login para que el cuidador pudiera iniciar sesión con su email y contraseña o registrarse si aún no lo había hecho, y una segunda pantalla para, una vez identificado el usuario, mostrar un mapa con marcadores en las localizaciones de las personas a las que se encarga de cuidar.



Figura 13. Diseño inicial de la pantalla de login de la aplicación web.

La pantalla de login se dividiría en dos partes; en el lado izquierdo, aparecería el icono de la aplicación, un texto explicativo de en qué consiste y un enlace a la página de la aplicación en la Play Store, la tienda de aplicaciones de Android; en el lado derecho, un botón para crear una nueva cuenta de usuario, campos para introducir usuario y contraseña, un enlace por si se ha olvidado la contraseña, un botón para enviar el usuario y contraseña introducidos y dos botones para entrar en la aplicación mediante una cuenta existente de Facebook o Google.

Una vez identificado el usuario, se pasaría a la segunda pantalla. Esta pantalla consistiría en un mapa a pantalla completa con controladores de zoom, desplazamiento, tipo de mapa y vista de calle, y además un controlador para elegir alrededor de qué persona centrar el mapa. En el mapa se mostrarían marcadores de las personas con discapacidad de las que se tiene permiso para visualizar sus datos. Pinchando sobre un marcador, se abriría una ventana con el vídeo que estuviera emitiendo esa persona.

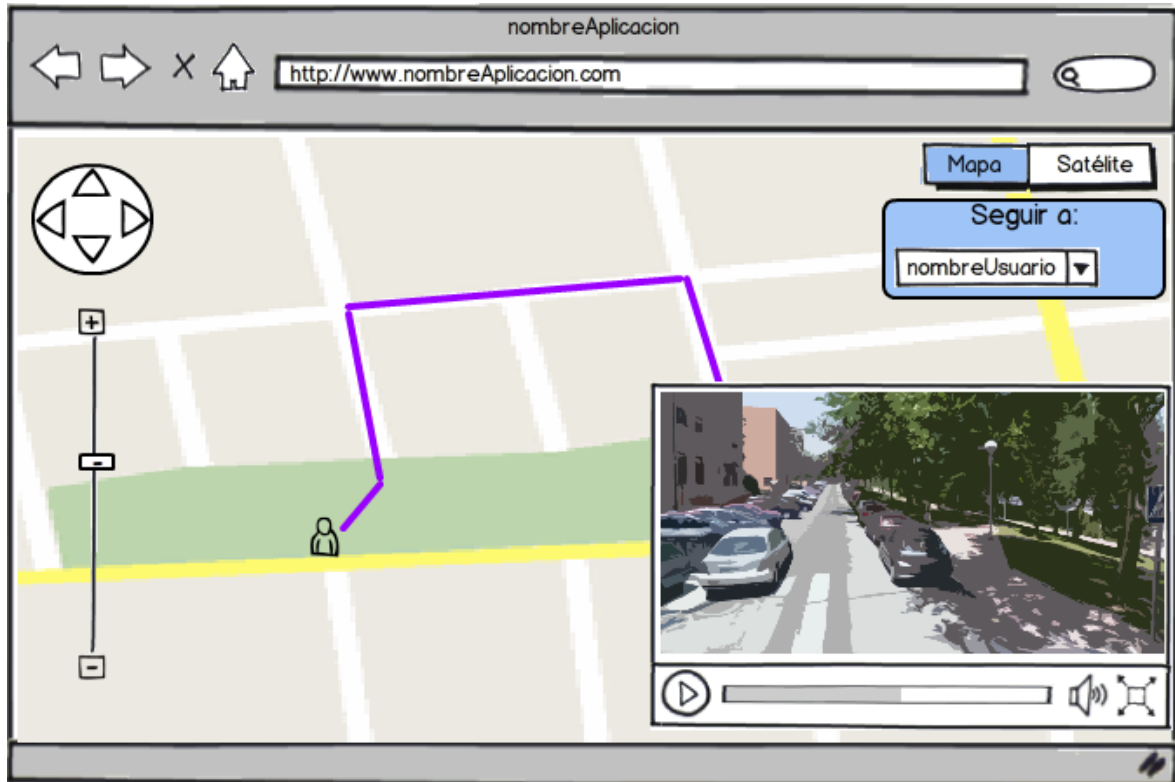


Figura 14. Diseño inicial de la pantalla del mapa de la aplicación web.

En el mapa también se mostraría la ruta seguida por cada persona con discapacidad que estuviera enviando su posición. Se mostrarían las rutas seguidas desde el instante en que se abrió la página web, ya que la base de datos del servidor sólo almacenaría la última posición. La lista de posiciones para poder dibujar la ruta se almacenaría en cliente, borrándose al cerrar la página.

3.5 Elección de aplicaciones externas

3.5.1 Elección de aplicación de vídeo

La intención inicial era desarrollar código en Android para realizar el envío de vídeo al servidor. Sin embargo, a la hora de investigar cómo hacerlo, se descubrió que esto era altamente complejo. Por ello se decidió utilizar una aplicación externa para este propósito, y llamarla mediante un *intent* al pulsar el botón de Enviar Vídeo. Un *intent* de Android permite abrir una aplicación desde otra pasándole parámetros.

En un principio se estudió la opción de utilizar una aplicación que en vez de sólo emitir permitiera realizar una videollamada, enviando voz y vídeo y recibiendo voz. Desafortunadamente, no se encontró ninguna que fuera fácil de integrar con la aplicación web. Por tanto se decidió buscar una aplicación de difusión de vídeo y complementarla añadiendo otra aplicación para realizar llamadas de voz sobre IP.

- Bambuser⁹

Bambuser es una plataforma interactiva de difusión de vídeo creada por la compañía del mismo nombre, fundada por los suecos Måns Adler y Jonas Vig en 2007. Permite a los usuarios retransmitir vídeo en vivo grabándolo a través de la cámara de su móvil o tablet o de la webcam de su ordenador. Estos vídeos pueden ser vistos por el resto del mundo desde la página web de bambuser, las redes sociales donde hayan sido compartidos o las páginas web donde hayan sido integrados. Es necesario estar registrado para grabar un vídeo, pero no para verlo.



Se escogió esta aplicación por ser muy sencilla de utilizar una vez configurada y muy fácil de integrar en una página web, necesitando únicamente incluir la URL de un canal de usuario como fuente de un marco *iframe*.

La aplicación móvil envía el vídeo en vivo al servidor de Bambuser, que lo deja disponible en el canal del usuario. Cualquiera que conozca la URL de este canal puede ver el vídeo mientras se emite. Esto es un problema de privacidad que hace que Bambuser no sea óptima para conseguir el objetivo final de este proyecto. Sin embargo, era una ventaja a la hora de prototipar y desarrollar una versión inicial de la aplicación.

Si en el futuro se desea continuar el desarrollo de esta aplicación y lanzarla al mercado, sería recomendable buscar una aplicación externa más óptima si ha aparecido alguna o en su defecto desarrollar un sistema propio. Para ello hay disponibles varios SDKs y APIs que facilitarían el trabajo, como pueden ser los SDK de la plataforma OpenTok¹⁰, las APIs de Vsee¹¹ o el SDK de IRIS¹². Al ser de pago, esta solución no se consideró apropiada para el ámbito de este proyecto.

3.5.2 Elección de aplicación de llamada de voz sobre IP

Al haber escogido una aplicación de vídeo que sólo permitía el envío de voz en un sentido, se consideró necesario integrar una forma de llamar un cuidador desde la aplicación. Se decidió que esta llamada se realizara sobre IP en lugar de a través de la red telefónica, para

⁹ "Bambuser - Android Apps on Google Play." 2012. 19 Jul. 2016 <<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.bambuser.broadcaster>>

¹⁰ "OpenTok | WebRTC Platform for Video, Voice and Messaging from ..." 2012. 25 Jul. 2016 <<https://tokbox.com/>>

¹¹ "VSee API Documentation - VSee." 2016. 25 Jul. 2016 <<https://vsee.com/dev/>>

¹² "IRIS." 2015. 25 Jul. 2016 <<https://iris.bambuser.com/>>

que los cuidadores pudieran también iniciar llamadas desde la aplicación web. Por lo tanto, se buscó una aplicación que se pudiera usar desde cualquier dispositivo con cualquier sistema operativo siempre que se tenga acceso a internet, y que permitiera llamar a un contacto simplemente pulsando un botón.

En la época en que se tomó esta decisión Skype era la aplicación de videollamada más utilizada y cumplía los requisitos, así que no se consideraron más opciones.

- Skype¹³

Skype es una aplicación que permite realizar llamadas de voz, videollamadas y videoconferencias, chatear y enviar SMS, todo sobre tecnología IP. Permite también realizar llamadas telefónicas a móviles y fijos con un coste generalmente inferior al de una llamada telefónica normal. Llegó a tener 660 millones de usuarios en 2010, año en el que se eligió utilizar Skype para este proyecto, aunque desde entonces ha perdido más de la mitad.



Permite integrar de forma muy sencilla un botón para llamar a un usuario en una página web mediante la funcionalidad “Contactar conmigo”¹⁴. Este proyecto aprovecha esta funcionalidad para añadir un botón para llamar a un usuario en la misma ventana donde se muestra el vídeo en vivo en la aplicación web.

La aplicación de Skype para Android puede abrirse desde otra aplicación mediante un *intent* pasándole como parámetro un nombre de usuario de Skype. En caso de que la sesión esté iniciada, se realizará la llamada de voz sobre IP directamente.

3.5.3 Elección de mapas

Para poder mostrar mapas en una página web y poder interactuar con ellos, son necesarias dos cosas: un proveedor de mosaicos de imágenes con las partes del mapa, y una interfaz que permita interactuar con esas imágenes.

- Google Maps Javascript API¹⁵

Los términos de uso de Google Maps sólo permiten interactuar con sus mapas mediante la API de Google Maps, por lo que a continuación se pasan a explicar las dos juntas:

La interfaz de programación de aplicaciones (API) de Google Maps permite a los desarrolladores incorporar mapas propietarios de Google Maps en su propia página web. Consiste en una librería javascript que contiene archivos con las clases, métodos y propiedades necesarios para mostrar un mapa e interactuar con él.

¹³ "Skype | Free calls to friends and family." 2013. 19 Jul. 2016 <<https://www.skype.com/en/>>

¹⁴ "¿Qué es el botón Contactar conmigo? - Skype." 2016. 25 Jul. 2016 <<https://www.skype.com/es/developer/create-contactme-buttons/>>

¹⁵ "Google Maps JavaScript API | Google Developers." 2012. 19 Jul. 2016 <<https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/>>

La API es de uso público, pero su código no es abierto. Los archivos están alojados en los servidores de Google y no se permite su descarga. Esto se debe a la política de precios que implementa Google para el uso de la API, que depende del número de cargas al día (gratis hasta 25000). Cada vez que alguien abre o refresca una página web que utiliza la API, esta se carga.

La comunicación entre el navegador y los servidores de Google se realiza mediante la tecnología AJAX. AJAX (javascript asíncrono y XML) permite ejecutar aplicaciones web en el navegador de los usuarios mientras se mantiene la comunicación asíncrona con el servidor en segundo plano. Esto permite realizar cambios sobre una página web sin necesidad de recargarla. Por lo tanto, las interacciones del usuario con el mapa no generan cargas adicionales de la API.

Los mapas son mosaicos de imágenes insertadas en una capa en una página web. Estas imágenes se cargan mediante una petición AJAX a los servidores de Google que las alojan. Qué imágenes se muestran dependerá de las coordenadas en torno a las que se centra el mapa, el nivel de zoom y el tipo de mapa elegido (mapa de carreteras, imágenes satelitales, etc.). La API permite al usuario modificar estas propiedades, tras lo que se realiza una petición AJAX que permite mostrar el nuevo mosaico de imágenes. La API se encarga de realizar estas peticiones.

La API también permite dibujar sobre el mapa. Se pueden agregar superposiciones para mostrar marcadores, líneas poligonales, áreas, ventanas de información o conjuntos de objetos. Estas superposiciones van asociadas a coordenadas, por lo que se mueven con el mapa.

Otra de las funcionalidades de la API es elegir qué controladores se muestran en el mapa, en qué parte del mapa y con qué aspecto. También es posible añadir controladores propios al mapa. Los controladores permiten al usuario modificar las características del mapa: zoom, tipo de mapa, rotación, escala, etc.

Uno de los controladores disponibles es el de Street View. Este controlador consiste en un muñeco que, al ser desplazado a una posición del mapa para la que existan datos, permite ver una panorámica a nivel de calle (360 grados de movimiento horizontal y 290 grados de movimiento vertical). Una vez en modo Street View, el usuario puede girarse y desplazarse en cualquier dirección, teniendo la misma visión que tendría de estar caminando por esa calle. Este punto es fundamental para este proyecto, ya que el cuidador, aparte de ver el vídeo con las imágenes de la localización actual de la persona con discapacidad intelectual, podrá también adelantarse y ver los alrededores, pudiendo así buscar puntos de referencia óptimos para poder guiar mejor a la persona con discapacidad intelectual.

- OpenStreetMap¹⁶

OpenStreetMap es un proyecto colaborativo para crear mapas libres y editables. Todos los datos de los mapas de OpenStreetMap se distribuyen bajo licencia abierta. Los usuarios registrados pueden subir datos vectoriales al mapa y modificar los existentes. Esto ha conseguido, gracias al gran número de participantes (casi 3 millones y creciendo), que sus

¹⁶ "OpenStreetMap." 2010. 19 Jul. 2016 <<https://www.openstreetmap.org/>>

mapas sean más completos que los de Google Maps al incluir no sólo calles y carreteras sino también pistas, caminos y demás lugares por los que no puede pasar un coche, haciéndolo muy útil para caminantes y ciclistas. También son más completos para poblaciones pequeñas.

Sin embargo, OpenStreetMap no dispone de vista satelital ni de vista de calle, lo que hizo descartarlo para los propósitos de este proyecto.

- Leaflet¹⁷

Leaflet es una librería javascript de código abierto para mapas interactivos. El código está colgado en github y cualquiera puede contribuir a mejorarla. Leaflet es una API, provee de clases para interactuar con el mapa, pero no incluye mosaicos de imágenes. Se suele utilizar en conjunción con OpenStreetMaps, pero permite total libertad para elegir qué mosaicos se quieren usar, siempre que se tenga permiso. Por ejemplo, los términos de uso de Google Maps prohíben el uso de sus mapas a través de cualquier API que no sea la propietaria de Google. Leaflet permite utilizarlos, pero sólo a través de un plugin que conecta con la API de Google Maps, haciendo la API de Leaflet de simple proxy, lo cual no es óptimo.

Tras descartar OpenStreetMaps se consideraron otras opciones para usar junto a Leaflet, pero las opciones que se encontraron que proveían de un equivalente a Street View eran mucho más incompletas, al menos para datos de España.

Finalmente se decidió utilizar los mapas de Google Maps con su API propietaria.

3.5.4 Elección de base de datos

En un principio, por simplicidad para el prototipado, se decidió comenzar el desarrollo utilizando simplemente un archivo xml con una lista de usuarios. Finalmente, por falta de tiempo, no se sustituyó por otro sistema.

Si se continúa el desarrollo de este proyecto en el futuro, sería indispensable mover estos datos a una base de datos real, por motivos de seguridad, privacidad, y escalabilidad.

El contenido del archivo xml tendrá la siguiente estructura:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no"?>
<userlist>
  <User>
    <Name>nombreUsuario</Name>
    <PhoneNumber>XXXXXXXXXX</PhoneNumber>
    <VideoId>nombreUsuarioBambuser</VideoId>
    <SkypeId>nombreUsuarioSkype</SkypeId>
    <Avatar>nombreImagen.extension</Avatar>
    <Latitude></Latitude>
```

¹⁷ "Leaflet - a JavaScript library for interactive maps." 2012. 19 Jul. 2016 <<http://leafletjs.com/>>

```
<Longitude></Longitude>
</User>
<userlist>
```

Para cada usuario se necesitan 7 datos:

- Name: nombre con el que el usuario quiere aparecer en el mapa.
- PhoneNumber: su número de teléfono, para poder identificarlo como usuario único.
- VideoId: nombre del usuario en la aplicación Bambuser.
- SkypeId: nombre del usuario en la aplicación Skype.
- Avatar: ruta de la imagen que se quiere mostrar como marcador en el mapa.
- Latitude: coordenada respecto al ecuador en valores decimales.
- Longitude: coordenada respecto al meridiano de Greenwich en valores decimales.

En el desarrollo se llevó a cabo una versión simplificada del sistema diseñado en el que no se utilizaron pantallas de login ni registro de usuarios, por eso en el archivo no aparecen los campos usuario y contraseña. En la versión desarrollada se identifica a los usuarios de la aplicación móvil mediante su número de teléfono, el cual la aplicación envía al servidor.

En la versión simplificada desarrollada para la página web no hay inicio de sesión. No se identifica al cuidador y se le permite ver los datos de todos los usuarios registrados en el sistema, por eso en el archivo xml no aparecen datos de cuidadores. Si en el futuro se continúa el desarrollo del sistema creado para este proyecto, sería necesario incluir datos de los cuidadores en la base de datos.

4 Desarrollo

4.1 Introducción

En esta sección se describirá el funcionamiento de las tres partes que componen este proyecto: la aplicación móvil para los usuarios con discapacidad intelectual, la aplicación web para sus cuidadores, y el servidor que las conecta. Para ello se recurrirá al uso de diagramas.

4.2 Visión global

Para el desarrollo de este proyecto se ha optado por una arquitectura “ServerLess”¹⁸, definiéndose como tales aquellas arquitecturas que tienen una gran dependencia de servicios de terceras partes conocidos como servicios de backend o BaaS¹⁹ por sus siglas en inglés.

Las partes básicas de la aplicación son:

- Aplicación móvil (Desarrollo propio)
- Servidor de Geolocalización (Desarrollo propio)
- Servidor de llamadas de voz IP (Skype)
- Servidor de Video en tiempo real (Bambuser)
- Servidor de Base de datos (Dropbox)
- Servidor Web (Dropbox)
- Servidor de mapas (Google Maps)

La selección de esta arquitectura permite la creación rápida de nuevos productos y probarlos en un entorno real, con lo que se consigue tener una rápida introducción en el mercado y poder probar las hipótesis de viabilidad del producto.

A medida que el producto evoluciona se pueden ir sustituyendo distintos componentes por otros servicios de terceras partes (o desarrollos propios) que permitan adaptar el producto a las nuevas necesidades que surjan.

¹⁸ "Serverless Architectures - Martin Fowler." 2016. 25 Jul. 2016 <<http://martinfowler.com/articles/serverless.html>>

¹⁹ "Backend as a Service (BaaS)." 2013. 25 Jul. 2016 <<http://baas.apievangelist.com/>>

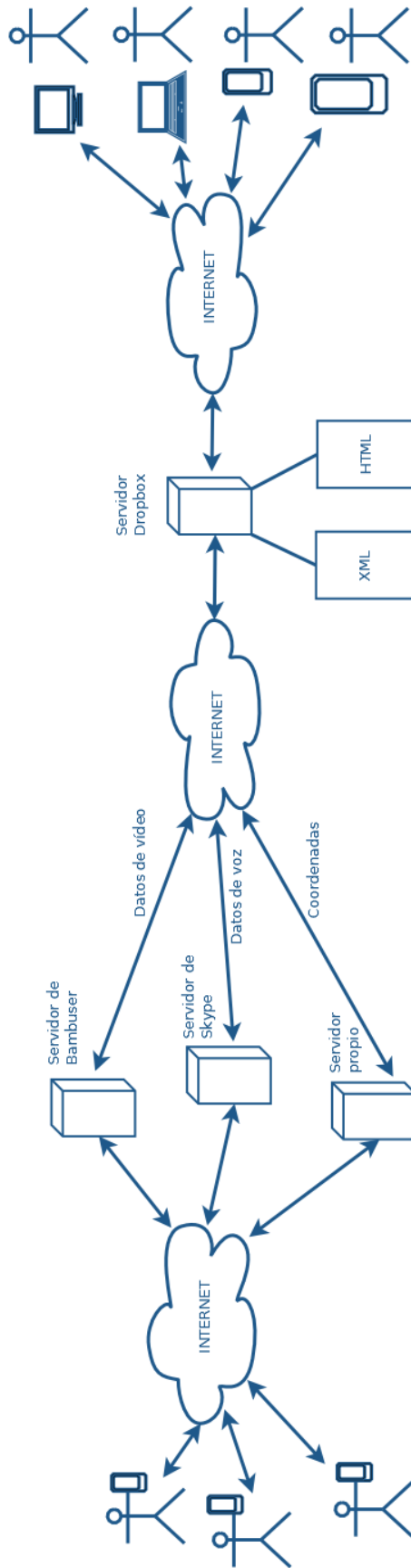


Figura 15. Esquema final del sistema.

La aplicación móvil de los usuarios con discapacidad intelectual envía los datos a tres servidores diferentes, según el tipo de datos. Envía los datos del vídeo en tiempo real al servidor de Bambuser, los datos de voz sobre IP al servidor de Skype y las coordenadas al servidor de geolocalización. El servidor de geolocalización accede a la base de datos (en este caso, un archivo xml alojado en el servidor de Dropbox) para actualizar el valor de las coordenadas.

Los cuidadores se conectan a la página web, la cual está alojada en el servidor de Dropbox. La página web se conecta a los servidores para acceder a los datos enviados desde la aplicación móvil. El código de la página web se ejecuta en cliente, es decir, en el navegador web del dispositivo desde el que acceda un cuidador.

4.3 Aplicación móvil

4.3.1 Ciclo de vida de una aplicación Android

Las aplicaciones Android, en lugar de lanzarse ejecutando un método `main()`, inician el código llamando a un callback correspondiente a la etapa del ciclo de vida en el que se encuentre una instancia de la clase Activity.

Este ciclo de vida sigue una estructura piramidal, en la que al arrancar la actividad cada paso conduce a la cima de la pirámide y al abandonarla cada paso la desciende.

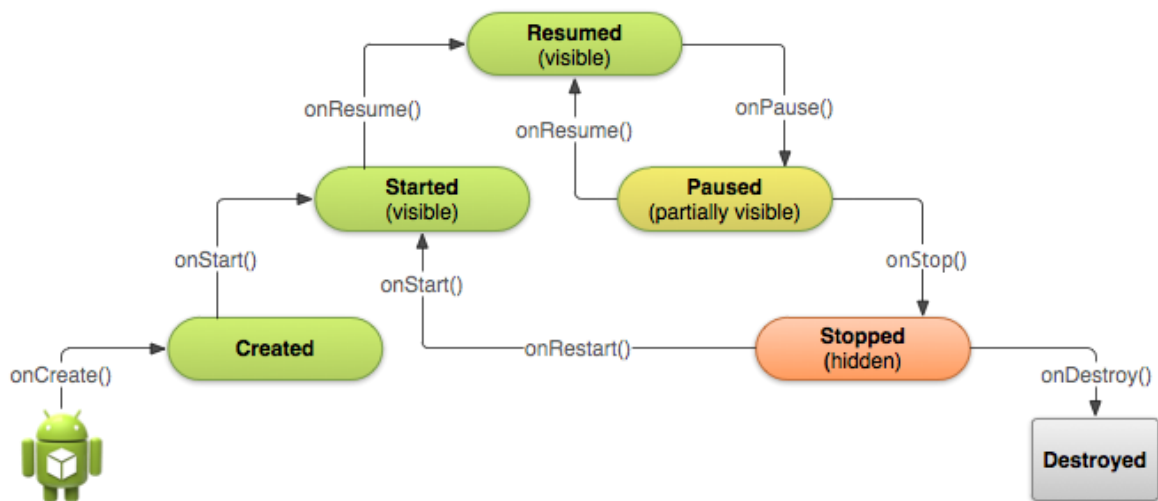


Figura 16. Ciclo de vida de una actividad Android.

Los métodos callback mostrados en la figura 16 son llamados de forma automática por el sistema. Todos tienen una funcionalidad definida, que se puede aumentar o modificar mediante sobrescritura. No es necesario sobrescribir todos estos métodos, sólo los que necesiten funcionalidad añadida para la aplicación.

Cuando el usuario pulsa el icono correspondiente a la aplicación que desea ejecutar, el sistema llama al método `onCreate()` de la actividad que se haya definido como principal. Esto se define en el archivo `AndroidManifest.xml`, que se explicará más adelante.

El método `onCreate()` se debe implementar siempre. En él se define la interfaz de usuario que tendrá la aplicación y se inicializan las variables globales que se necesiten. Una vez finaliza la ejecución de este método, el sistema llama al método `onStart()`.

Cuando se ejecuta el método `onStart()`, la actividad pasa a ser visible al usuario. El estado `Started` (comenzada) es transitorio, ya que en cuanto se llega a él el sistema llama a `onResume()`. El método `onStart()` se suele implementar para consultar si algunas características están habilitadas, como pueden ser la ubicación o el Wi-Fi.

`Resumed` (reanudada) es un estado estático en el que la aplicación está en primer plano. Mientras la aplicación continúa en primer plano se continúa en estado `Resumed` y el sistema no llama a ningún método callback. En este estado el usuario puede interactuar con la aplicación. El método `onResume()` se suele utilizar para iniciar animaciones y recursos que se liberen en `onPause()`.

La actividad pasa a estado `Paused` (pausada) cuando algo la tapa parcialmente, como por ejemplo un diálogo. El método `onPause()` se suele implementar para detener animaciones y liberar recursos que consuman batería.

La actividad pasa a estado `Stopped` (detenida) cuando la actividad deja de ser visible por completo. Una vez está detenida, si la actividad vuelve a primer plano no se pasará directamente al estado `Resumed`, sino a `Started`, mediante la llamada sucesiva a los métodos `onRestart()` y `onStart()`. El método `onStop()` se suele implementar para liberar los recursos que no se necesiten mientras la aplicación no está en primer plano y para operaciones largas como escribir en base de datos.

El método `onDestroy()` es llamado cuando la actividad se va a eliminar de la memoria del sistema. Este método se suele implementar en caso de que se necesite liberar recursos o cerrar hilos. Cuando el sistema llama a `onDestroy()`, siempre llama a `onPause()` y `onStop()` primero, excepto cuando se llama al método `finish()` desde dentro de `onCreate()`.

En la actividad que ha sido desarrollada en este proyecto, se han sobrescrito únicamente los métodos `onCreate()`, `onStart()` y `onDestroy()`.

- `onCreate()`

Se define la interfaz, consistente en tres botones con sus textos. Se añade un escuchador a cada botón. Se registran dos receptores, uno de cambios en la conectividad de internet y otro de cambios en los proveedores de ubicación.

- `onStart()`

Comprueba si hay conectividad a internet. En caso de que no la haya, muestra diálogos para que el usuario active el Wi-Fi o los datos, como se muestra en la figura 17. Si hay conectividad, se lanza una tarea en segundo plano de tipo `AsyncTask`.

Este tipo de tareas ejecutan tres métodos:

- `onPreExecute()`: Acciones que se ejecutan antes de iniciar la tarea. En el caso de esta aplicación, se comprueba si está conectada al servidor. En caso de no estarlo, se muestra un diálogo de progreso, como se puede ver en la figura 17.
- `doInBackground()`: Acciones que se ejecutan en segundo plano. El diálogo de progreso se continúa mostrando mientras dura la ejecución de `doInBackground()`. Se establece la conexión con el servidor.
- `onPostExecute()`: Acciones que se ejecutan una vez acaba `doInBackground`. El diálogo de progreso desaparece. Si no se logró la conexión, se muestra un diálogo informativo con la opción de salir de la aplicación, como muestra la figura 18. Si se logró la conexión, se envía al servidor el número de teléfono correspondiente al dispositivo móvil donde se está ejecutando la aplicación. Se comprueba si la ubicación está activada, y en caso de no estarlo se muestran diálogos al respecto que se pueden ver en la figura 18. Se comprueba si hay algún proveedor de ubicación, y en caso de no haberlo, el botón de tipo interruptor para activar el envío de coordenadas se deshabilita. Si hay algún proveedor, se obtiene la localización donde se encuentra el usuario.

- `onDestroy()`

Cierra la conexión con el servidor si seguía abierta, deja de escuchar cambios de conectividad y de proveedor, deja de escuchar cambios en las coordenadas.

Dado que se desea que se sigan enviando las coordenadas al servidor mientras están en primer plano las aplicaciones Skype o Bambuser, no se sobrescriben `onPause()` ni `onStop()`.

4.3.2 Manifest

Toda aplicación android debe tener un archivo `AndroidManifest.xml`. En este manifiesto se especifican los permisos que necesita la aplicación, la versión mínima de Android para la que funciona, el icono con que se muestra, cuál es la actividad principal, si se permite lanzar *intents*, etc.

La aplicación desarrollada requiere los siguientes permisos:

- Ubicación: ubicación precisa (basada en redes y GPS).
- Teléfono: consultar la identidad y el estado del teléfono.
- Otros: acceso completo a la red, ver conexiones de red, ver conexiones Wi-Fi.

Funciona a partir de la versión 4 de Android.

4.3.3 Diagramas de funcionamiento de la aplicación

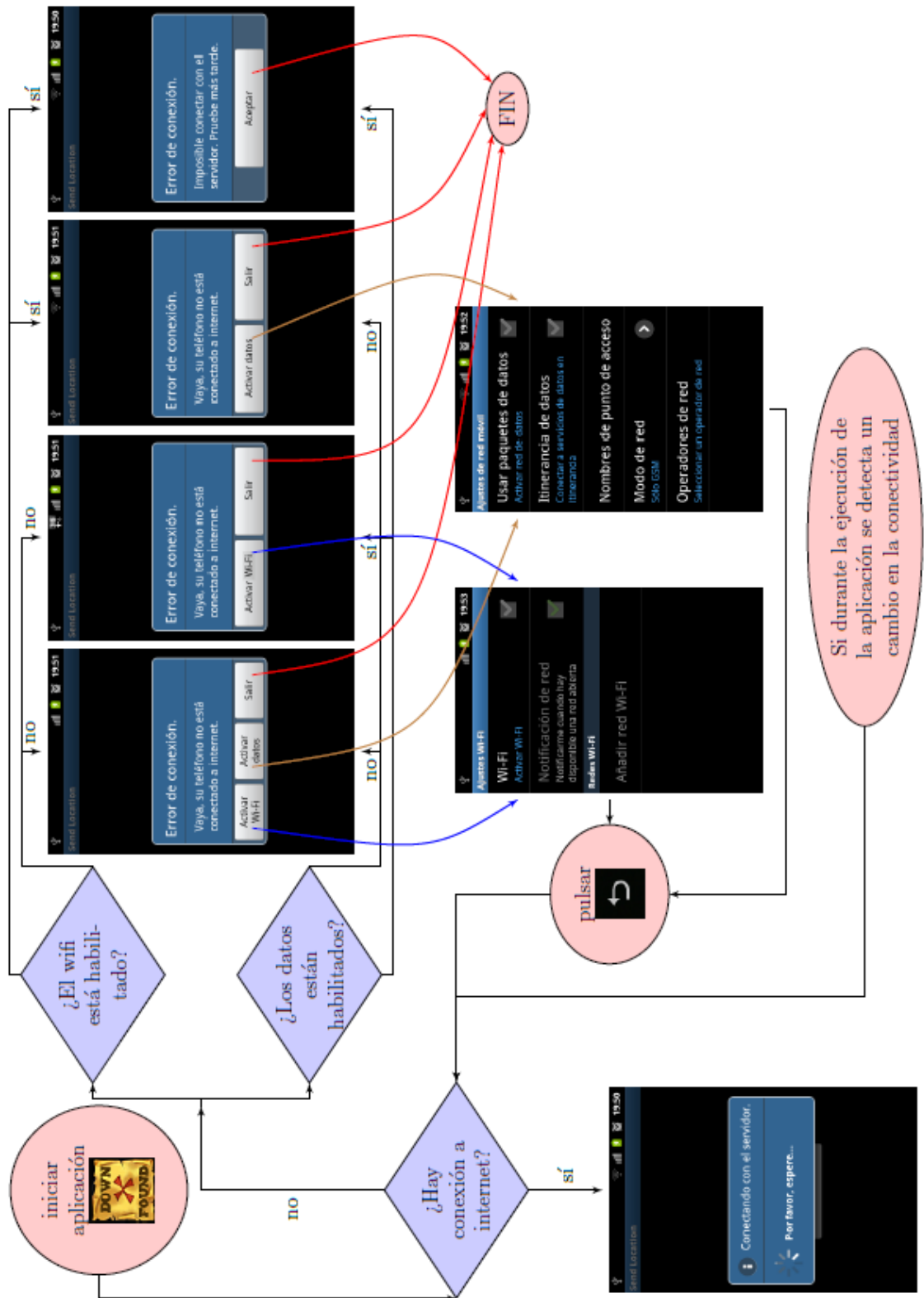


Figura 17. Diagrama de pantallas que se muestran cuando no hay conexión a internet.

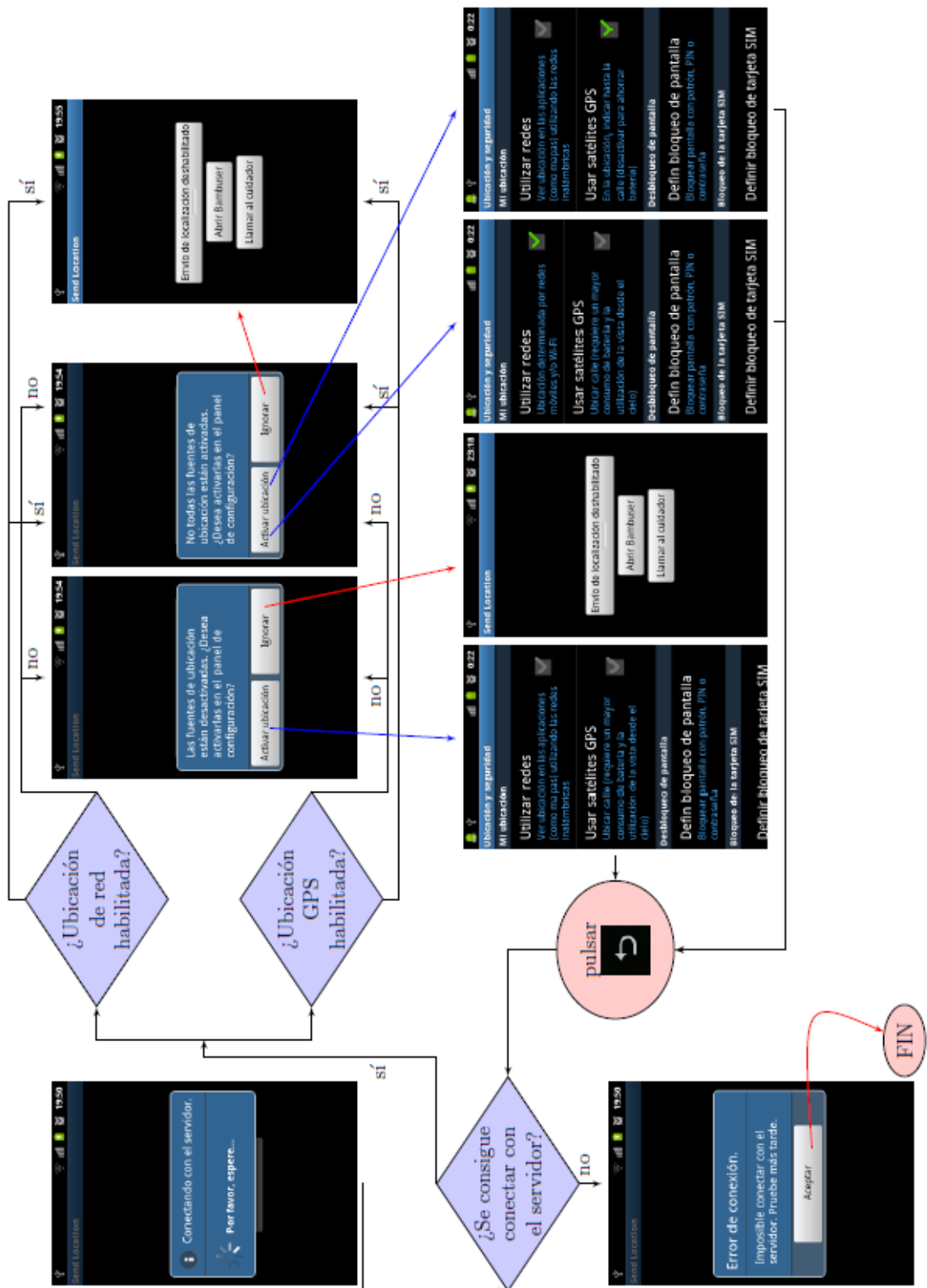


Figura 18. Diagrama de pantallas que se muestran cuando hay conexión a internet.

El funcionamiento de los diagramas de las figuras 17 y 18 está explicado en el apartado 4.3.1.

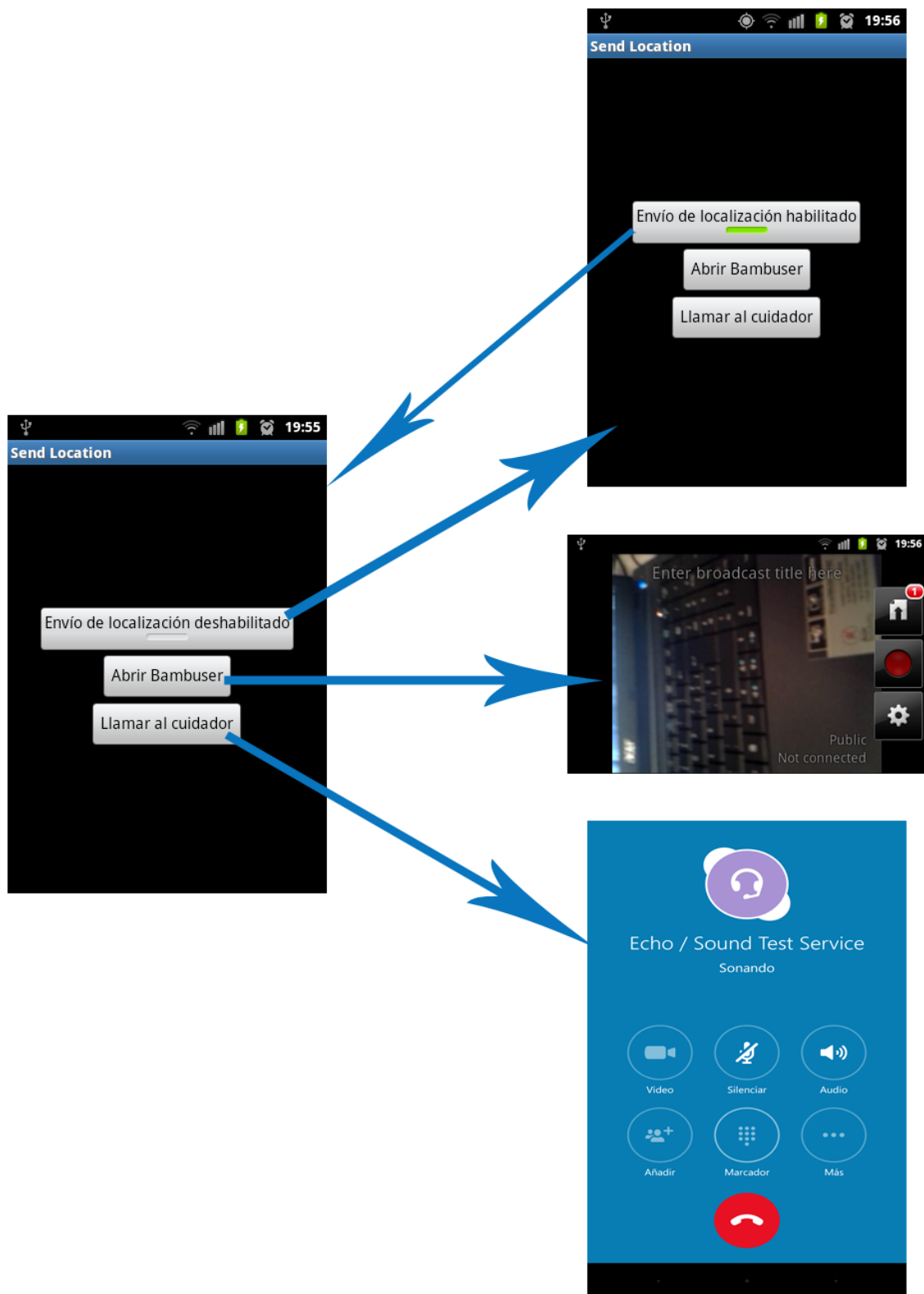


Figura 19. Diagrama de pantallas que se muestran al pulsar cada botón.

En el diagrama de la figura 19 se muestra la interfaz de la pantalla con tres botones y lo que ocurre al pulsar cada uno:

- Envío de localización deshabilitado: es un botón de tipo interruptor. Al pulsarlo el texto cambia a “Envío de localización habilitado” y comienzan a escucharse cambios en la localización. Cada vez que haya un cambio, la nueva localización se comparará con la más válida que haya hasta el momento. Si la supera en validez, se convertirá en la nueva localización más válida y se enviarán las coordenadas al servidor. Si se vuelve a pulsar el botón, el texto vuelve a cambiar a “Envío de localización deshabilitado” y se dejan de escuchar cambios.
- Abrir Bambuser: abre la aplicación Bambuser mediante un intent. Pulsar el botón de record para empezar a emitir y el de stop para parar. Pulsando el botón de volver atrás se vuelve a la pantalla con los botones.
- Llamar al cuidador: abre la aplicación Skype mediante un intent. Se inicia directamente la llamada al usuario definido en el código. Pulsando el botón de volver atrás se vuelve a la pantalla con los botones.

Al ser una versión de prueba, no se llegaron a incluir pictogramas junto a los botones. Tampoco se incluyó una lista de cuidadores a los que poder llamar. Se definió uno en el código para comprobar la funcionalidad del botón.

4.4 Servidor de geolocalización.

4.4.1 Descripción general

Las aplicaciones móviles se conectan al servidor de geolocalización para informar de la situación del usuario. Este servidor procesa la información y la almacena en el repositorio de datos. Estos datos serán los que posteriormente se consumirán desde la aplicación Web.

4.4.2 Tecnología.

Para el desarrollo del Servidor de Geolocalización se ha optado por usar el lenguaje de programación Java²⁰. Java es un lenguaje de programación de propósito general, de gran implantación en el entorno empresarial, siendo señalado como el lenguaje más usado según el índice de TIOBE²¹.

Para la persistencia, dado el carácter académico de la aplicación, se ha usado almacenamiento en disco en forma de ficheros XML, en un futuro si la aplicación tiene

²⁰ "Java (programming language) - Wikipedia, the free encyclopedia." 2011. 25 Jul. 2016 <[https://en.wikipedia.org/wiki/Java_\(programming_language\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Java_(programming_language))>

²¹ "TIOBE Programming Community Index - TIOBE Index | Tiobe - The ..." 2005. 25 Jul. 2016 <http://www.tiobe.com/tiobe_index>

éxito en el mercado se podría sustituir este almacenamiento por otros servicios de almacenamiento en la nube, siendo S3²² uno de los servicios valorados para tal propósito.

4.4.3 Implementación.

El Servidor de Geolocalización está diseñado para poder alcanzar una gran concurrencia, para ello cada conexión desde la aplicación cliente se genera un nuevo hilo desde donde se gestiona la llamada y se almacena la información en el repositorio.

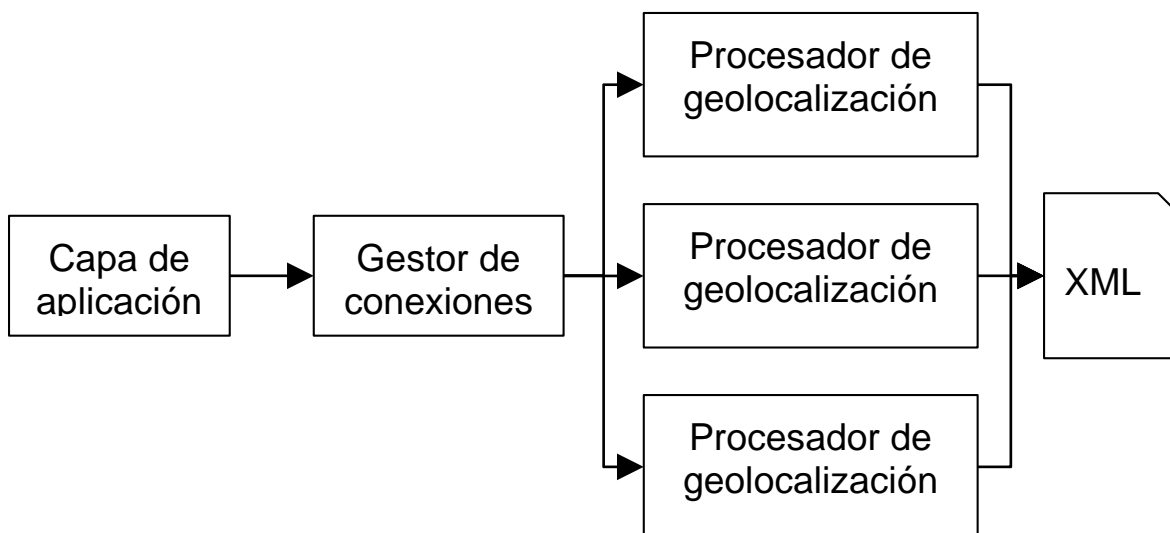


Figura 20. Diagrama de módulos del Servidor de Geolocalización.

- **Capa de aplicación:** Su función es ser el punto de entrada de la aplicación y coordinar los distintos componentes de la misma. En este caso se queda escuchando el puerto al que se comunican las aplicaciones móviles y genera un gestor de conexiones en el que delega cada petición.
- **Gestor de conexiones** Componente que genera un hilo por cada petición de un cliente y crea un socket para la comunicación. Una vez realizado esto delega en el Procesador de Geolocalización la comunicación con el cliente.
- **Procesador de Geolocalización:** Es el componente más importante y en el que reside la lógica de la aplicación. Este componente analiza y procesa la información que le viene desde la aplicación móvil. Una vez procesada la información la almacena en el repositorio de datos.

²² "Amazon Simple Storage Service (S3) - Cloud Storage." 2009. 25 Jul. 2016 <<https://aws.amazon.com/s3/>>

4.5 Aplicación web

4.5.1 Descripción general

La función principal está orientada a ser usada por los cuidadores. La finalidad es que puedan realizar un seguimiento de la geolocalización de las personas con discapacidad intelectual, usuarias de la aplicación móvil. Así mismo permite establecer llamadas de voz mediante el servicio de Skype o poder ver los videos en tiempo real de las personas que cuidan mediante el servicio de Bambuser.

Para ello la aplicación Web hace uso de los últimos estándares del mercado, HTML5, y CSS3 y Javascript

4.5.2 Tecnología.

La aplicación Web hace un uso intensivo de servicios de terceros para poder cubrir las especificaciones

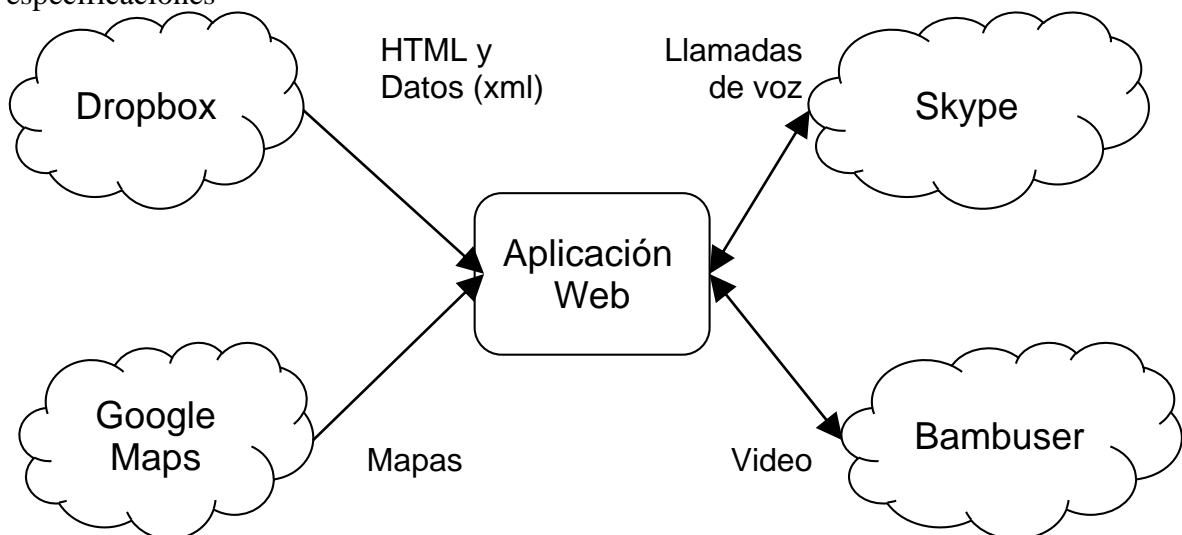


Figura 21. Diagrama de servicios usados por la aplicación web.

4.5.3 Implementación

La aplicación hace un uso intensivo de JavaScript en el navegador. Este código es el encargado de coordinar las llamadas a los distintos servicios así como renderizar el html adecuado en cada momento.

A continuación se procede a describir en mayor detalle los módulos más importantes.

- **initMap()**

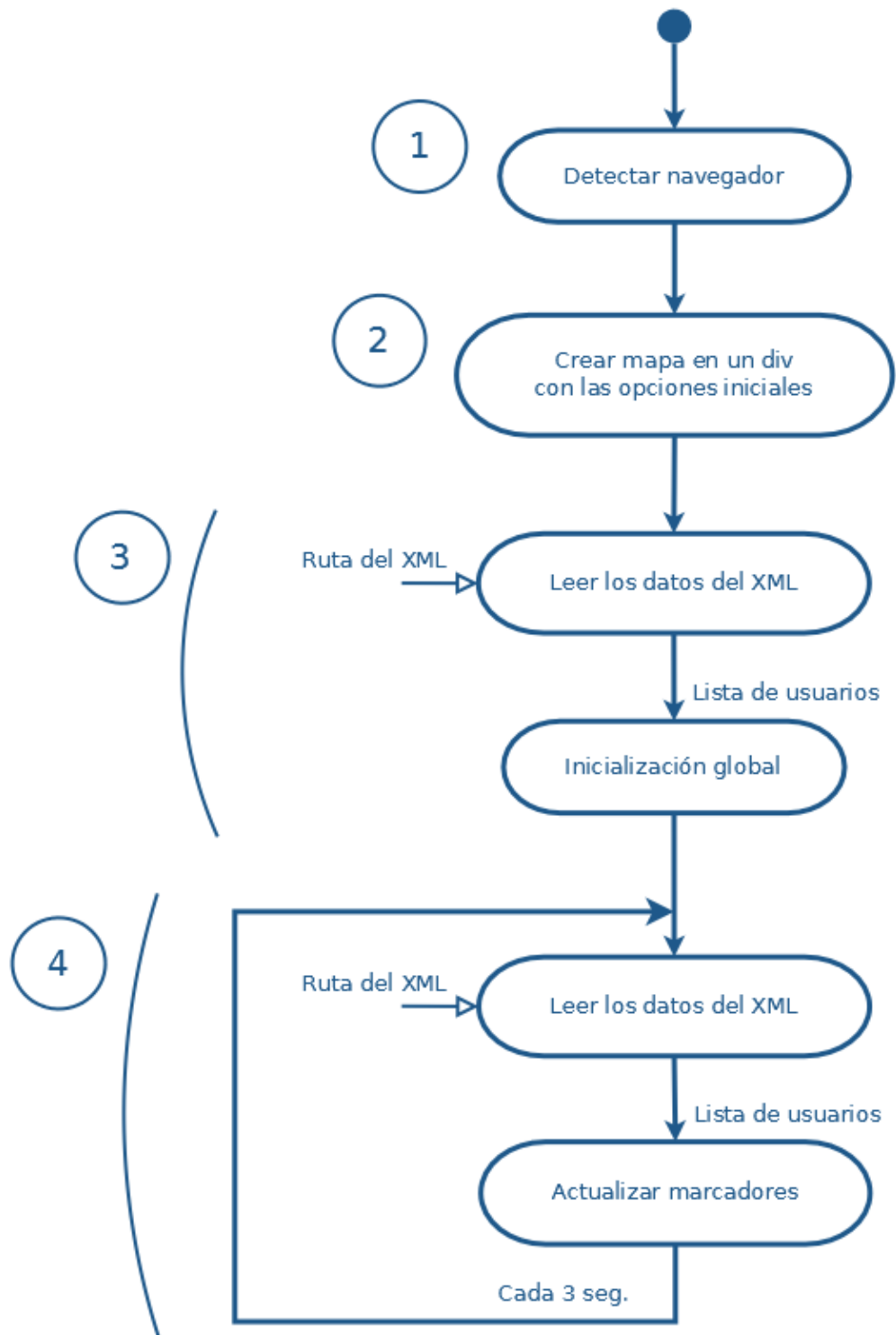


Figura 22. Diagrama del método `initMap()`.

InitMap() es el método al que se llama cuando la página web se ha renderizado y la API está lista. Aparece especificado en el parámetro callback incluido en la etiqueta script donde se carga la API, en el archivo index.html.

Este método realiza las siguientes funciones:

1 - Detectar navegador

Asigna valor 0 a la variable global “navegador” cuando se trata de una versión de Microsoft Internet Explorer anterior a la versión 10 y valor 1 al resto de navegadores.

Las versiones antiguas de Internet Explorer no respetan los estándares WC3 y necesitan código específico para algunas funcionalidades.

2 - Crear mapa en un div con las opciones iniciales

Crea un mapa centrado en el km0 de Madrid (latitud 40.416634°, longitud -3.703804°), zoom a nivel medio (nivel 7, siendo 0 el más alejado y nivel 20 a nivel de edificio) y tipo mapa de carreteras. En un desarrollo futuro de la aplicación, sería deseable que estas características iniciales fueran configurables por el usuario, haciendo la experiencia más personalizada.

El mapa se crea en un div existente en el cuerpo del html.

Se crea con los controladores por defecto: el controlador de tipo de mapa arriba a la izquierda y los controladores de zoom y Street View abajo a la derecha.

3 - Leer los datos del xml y realizar la inicialización global

Se lee el archivo xml que contiene los datos de las personas discapacitadas mediante una petición AJAX asíncrona. La respuesta a esta petición es el contenido del archivo. De esta respuesta se extrae una lista de usuarios con los datos de cada uno.

Para el ámbito de este proyecto se ha utilizado un archivo xml considerando que la aplicación la utiliza un solo cuidador, apareciendo en el xml los datos de las personas a las que cuida. En un desarrollo futuro de la aplicación se haría uso de una base de datos en lugar del archivo xml, y el cuidador tendría que introducir su usuario y contraseña para loguearse en la página para permitirle interactuar solamente con las personas para las que tenga permiso.

Una vez obtenida la lista de usuarios con sus datos, se realiza la inicialización global, que se explica con detalle en el apartado siguiente (initGlobal). En resumen, inicializa las variables globales, crea los marcadores en las coordenadas indicadas en el xml, crea los puntos iniciales de las líneas de las rutas de cada usuario y añade un controlador personalizado al mapa que permite centrar el mapa en torno a la posición actualizada de un usuario, siguiéndolo en su movimiento.

4 - Leer los datos del xml y actualizar los marcadores

A partir de este punto, cada 3 segundos se vuelve a consultar el archivo xml, se comprueba si ha habido cambios en las coordenadas, y en caso afirmativo se actualiza la posición de los marcadores y se añade una línea que une el punto anterior con el nuevo, marcando en el mapa la ruta recorrida por cada usuario.

- **initGlobal(userList)**

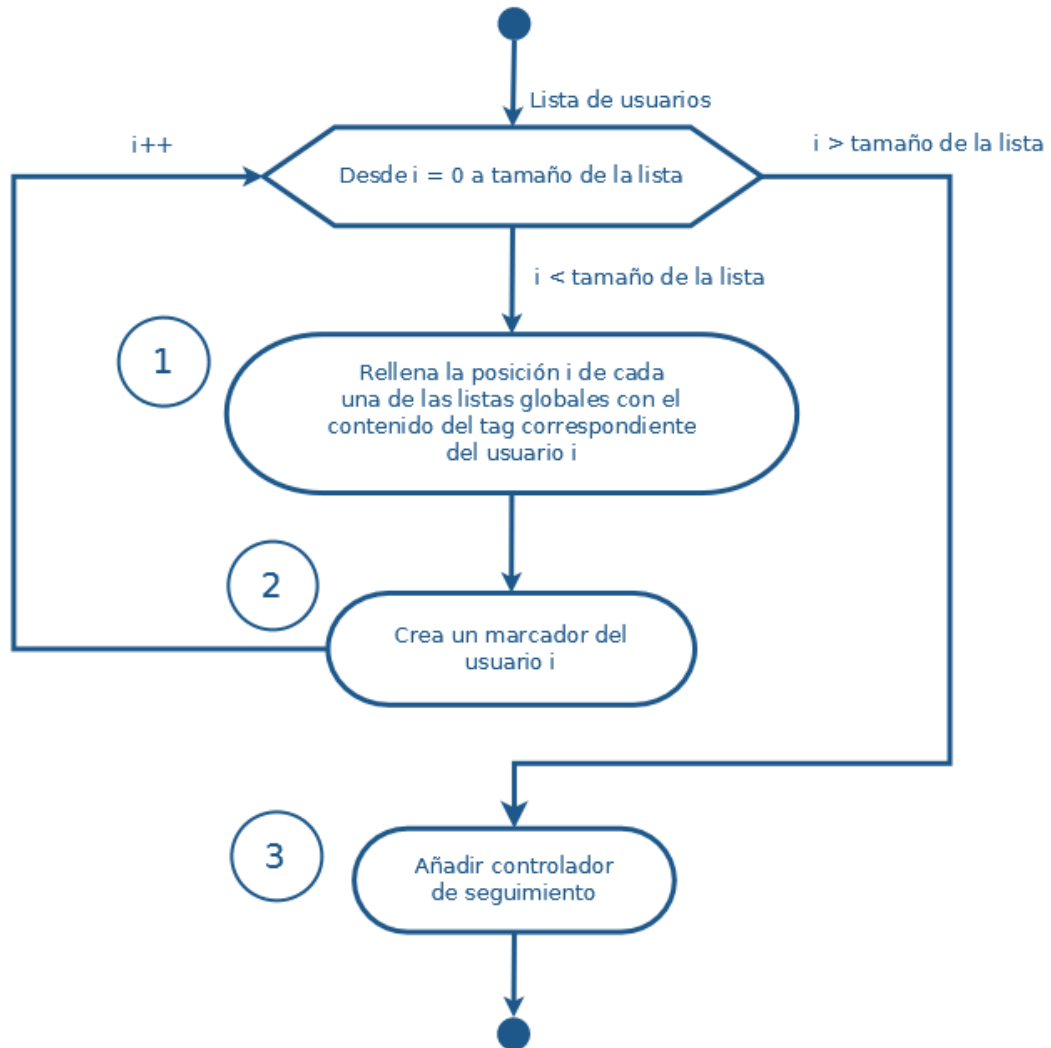



Figura 23. Diagrama del método initGlobal(userList).

InitGlobal(userList) es un método que realiza la inicialización global siguiendo los siguientes pasos:

1 - Para cada usuario de la lista, inicializa las listas globales.

Para almacenar la información de cada usuario leída del xml, se rellenan una serie de listas, una para cada dato. Estas listas se relacionan entre sí por su índice.

- userNames[i] = contenido del tag <Name> del usuario i.
Nombre con el que se identificará al usuario en el mapa.
- videoIds[i] = contenido del tag <VideoId> del usuario i.
Nombre que identifica al usuario en la aplicación Bambuser.
- videoCallIds[i] = contenido del tag <SkypeId> del usuario i.
Nombre que identifica al usuario en la aplicación Skype.
- userImages[i] = contenido del tag <Avatar> del usuario i.

Nombre del archivo con la imagen que se mostrará como marcador del usuario en el mapa. Con este nombre se compondrá la ruta del archivo, en este caso estarán almacenados en la carpeta “img”. Si no se ha definido ningún archivo de imagen, se mostrará el icono: 

- followMe[i] = flag que indica si se está siguiendo al usuario (true) o no (false). Sólo se puede seguir a uno de los usuarios, si se está siguiendo a uno de ellos significa que no se está siguiendo al resto. Seguir a un usuario significa que su marcador se muestra siempre en el centro del mapa, de manera que cuando el usuario se está desplazando su marcador permanece quieto en el centro y lo que se mueve son las imágenes del mapa.

2 - Para cada usuario de la lista, se crea su marcador.

Se obtiene el valor de las etiquetas <Latitude> y <Longitude> del usuario i para determinar sus posición sobre el mapa.

Se crea un marcador en el índice i de la lista “markers” en esa posición, con la imagen userImages[i] y el título userNames[i].

Se le añade a este marcador un detector del evento “click”, que al detectarlo llamará al método addVideo(videoURL, skypeName, username), pasándole la URL del canal de Bambuser del usuario (“https://embed.bambuser.com/channel/” + videoIds[i];), el nombre del usuario en Skype (videoCallIds[i]) y el nombre del usuario que se muestra como título del marcador (userNames[i]). El método addVideo() se explica con más detalle en el apartado 4.5.4.

Se crea una nueva línea poligonal en la posición i de la tabla “polylines” con las siguientes características:

- permite hacer click: falso,
- ruta: array con un solo elemento, la posición del marcador recién creado,
- color del trazo: colors[i] (ver apartado 4.5.4),
- opacidad del trazo: 0.8 (1 es opaco, 0 transparente),
- grosor del trazo: 4 (ancho en píxeles)

Se añade la línea al mapa.

3 - Se añade el controlador de seguimiento al mapa

La API de Google Maps permite añadir controladores propios al mapa. Los controladores son widgets que mantienen una posición fija y no cambian de sitio al desplazar el mapa. Permiten al usuario interactuar con el mapa modificando sus características.

El controlador de seguimiento es un controlador propio que incluye un combo que permite al cuidador elegir en torno a qué persona quiere centrar el mapa. La posición del marcador de la persona elegida será el nuevo centro del mapa, y el zoom se acercará a nivel 17. El flag followMe correspondiente a la persona elegida se activa y se desactivan el resto, por lo que a partir de ese momento el mapa se centrará siempre en torno a la última posición de esa persona hasta que se elija seguir a otra o bien no seguir a ninguna.

Para añadir el controlador al mapa se siguen los siguientes pasos:

Se crea un div para contener el controlador. Dentro de este, se crea otro div para definir el borde. Dentro de este, otro para definir el interior: un formulario con el texto “Seguir a:” y un combo que por defecto muestra la opción “Seleccione usuario”, que al desplegarse muestra una lista con los nombres de todos los usuarios a los que se tiene permiso para seguir.

Se establece que cuando ocurra el evento de que ha cambiado el elemento elegido en el combo, se llame al método followChanged(), que modifica los flags de la tabla followMe[] según el usuario elegido, establece el zoom a nivel 17 y cambia el centro del mapa a la posición actual del usuario elegido. Se coloca el controlador en la esquina superior derecha del mapa.

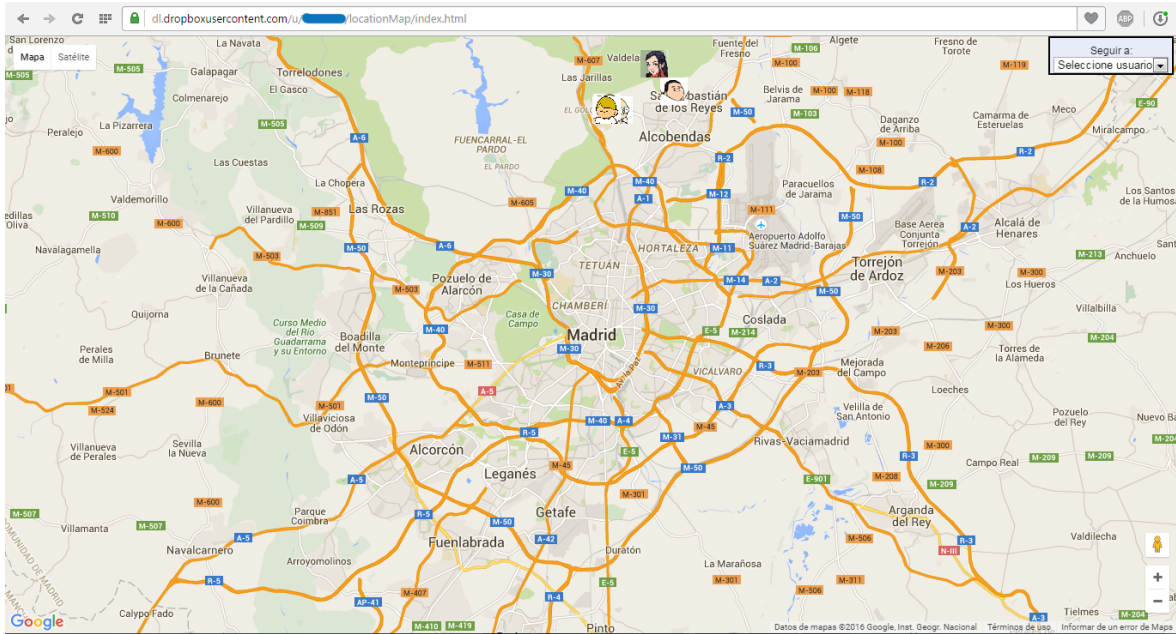


Figura 24. Pantalla de la aplicación web al abrir la página.

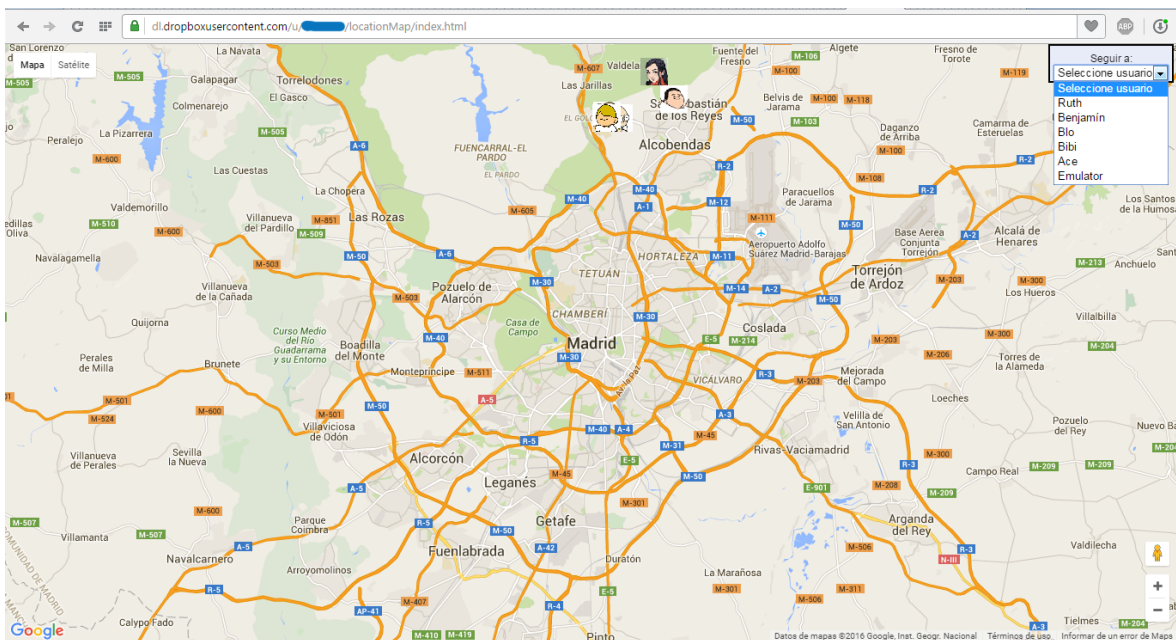


Figura 25. Pantalla de la aplicación web al desplegar el controlador de seguimiento.

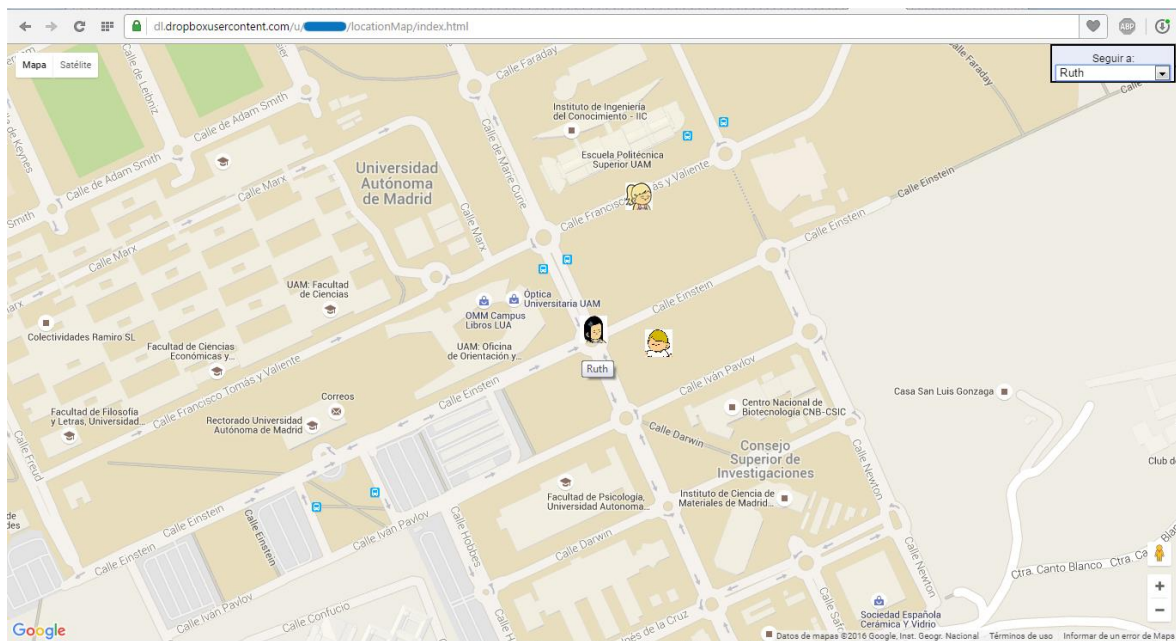


Figura 26. Pantalla de la aplicación web al elegir seguir a uno de los usuarios.

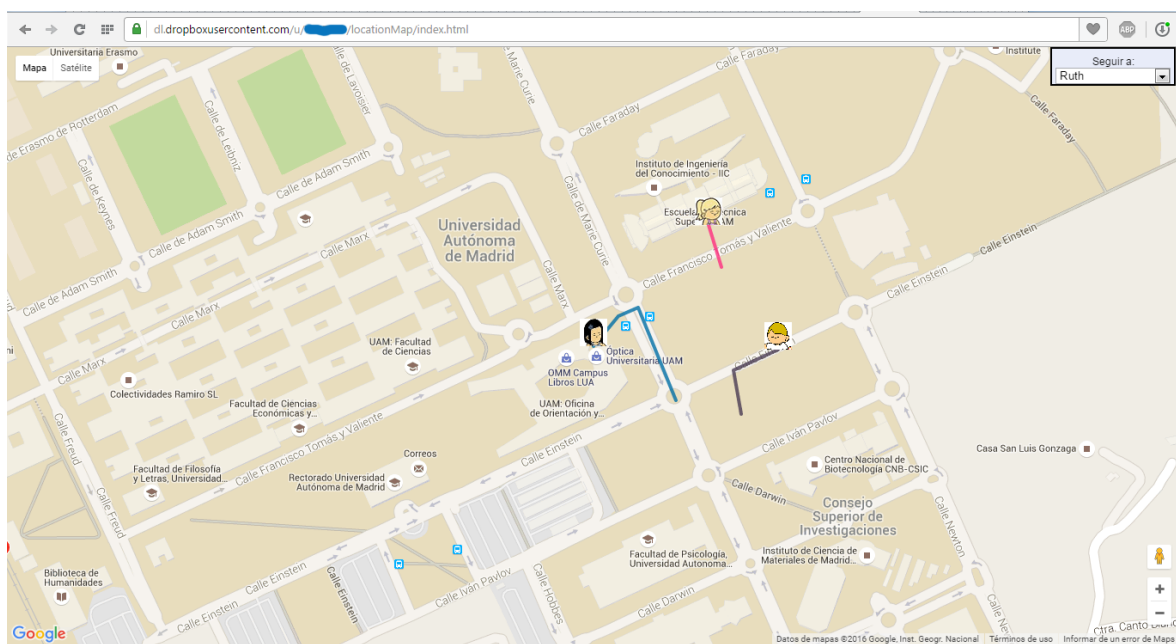


Figura 27. Pantalla de la aplicación web que muestra la ruta seguida por los usuarios.

- **addVideo()**

AddVideo() es un método que es llamado al pulsar sobre el marcador de un usuario. Añade una capa sobre el mapa con la última transmisión de vídeo de ese usuario (o la transmisión en vivo si el usuario la está enviando en ese momento) y una barra superior con tres botones: uno para seguir al usuario sobre el mapa, otro para llamarlo por teléfono y otro para cerrar la capa. La capa se podrá desplazar sobre el mapa arrastrándola.

Primero comprueba si la capa ya está sobre el mapa. En ese caso, la coloca por encima de las demás capas que haya, ya que se pueden mostrar simultáneamente las transmisiones de vídeo de varios usuarios.

Si no estaba sobre el mapa, se crea una capa nueva y se añade. Se le añade un identificador, se define su aspecto (tamaño, color y borde), se coloca en la esquina inferior izquierda del mapa y se establece que se vea por encima de las demás capas. Se le añade un detector de eventos que permite saber si se está intentando arrastrar la capa por el mapa.

Una vez definida la capa, se definen sus componentes internos:

- Se añade un botón “Seguir a nombreUsuario” en la esquina superior izquierda de la capa. Pulsarlo será equivalente a elegir ese nombre de usuario en el combo del controlador de seguimiento. De hecho, al pulsarlo se modificará artificialmente el valor seleccionado en el combo para evitar confusiones y que se sepa claramente a qué usuario se está siguiendo sobre el mapa.
- Se añade un botón de cerrar con el símbolo “X” en la esquina superior derecha de la capa.
- Se añade a la izquierda del botón de cerrar un botón para realizar una llamada de voz sobre IP al usuario. Al pulsar el botón, si no estaba ya abierta, se abrirá la aplicación Skype, que deberá estar instalada previamente en el dispositivo que esté utilizando el cuidador, y se iniciará de forma automática una llamada de voz al usuario al que corresponde la capa.
- Se añade un marco con la última transmisión de vídeo de Bambuser del usuario al que corresponde la capa. Se establece como fuente del marco la URL del canal de Bambuser del usuario. Si el usuario está emitiendo en vivo, se comienza a reproducir el vídeo de forma automática. En caso contrario, se mostrará el último vídeo que grabó el usuario y para reproducirlo habrá que pulsar el botón de “play” situado en el centro del vídeo.

La funcionalidad de llamada se hace necesaria al haberse elegido una aplicación de vídeo que sólo permite la transmisión de voz en un sentido. El cuidador puede interactuar con el usuario mandando mensajes de texto pulsando sobre el vídeo de Bambuser pero no puede enviar su voz. Esta solución no es óptima para el caso que nos atañe, ya que la persona con discapacidad intelectual vería los mensajes de texto recibidos sobre la imagen captada por la cámara de vídeo del móvil y la saturación de información sobre la pantalla lo podría volver todo muy confuso.

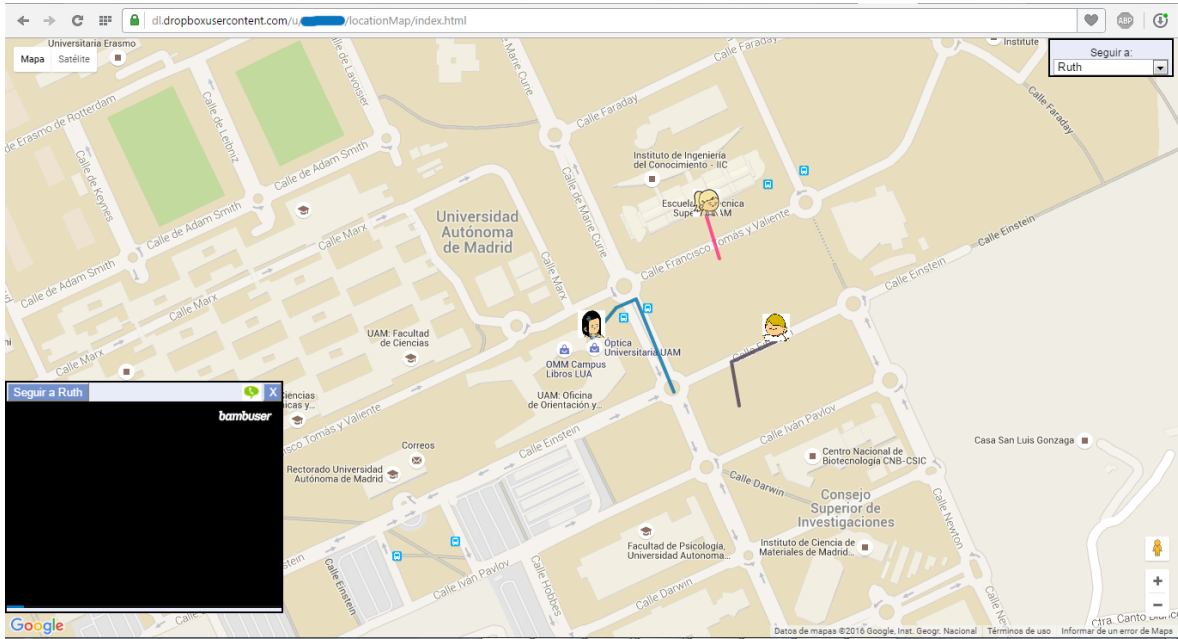


Figura 28. Pantalla de la aplicación web al pinchar sobre uno de los marcadores.

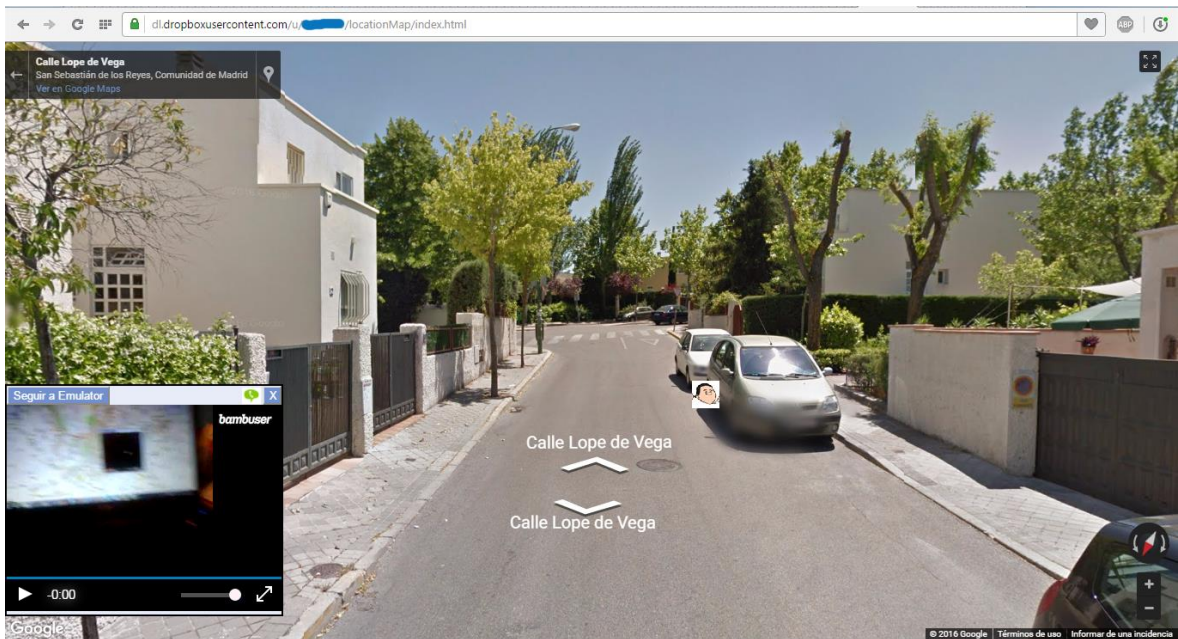


Figura x. Marcador visto desde el modo Street View.

4.5.4 Tabla de colores para las líneas poligonales

La variable “colors” es una tabla de 19 colores expresados en formato hexadecimal, “#RRGGBB”, donde RR indica el nivel de rojo, GG el nivel de verde y BB el nivel de azul. #FFFFFF es el color blanco y #000000 el negro. Se utilizan para dibujar las líneas que describen las rutas que han seguido cada uno de los usuarios desde que se abrió la página web en el navegador, utilizando un color distinto para cada usuario.

Estos colores se han obtenido de un estudio realizado por Kenneth L. Kelly en 1965 [\[11\]](#) en el que se elegían 22 colores de máximo contraste entre ellos. Kelly elaboró una lista de 22 colores en la que cada uno era lo más diferente posible de todos los colores anteriores de la lista. Los colores del 1 al 9 se eligieron de forma que fueran lo más diferentes posible también para personas con daltonismo que confunden los colores verde y rojo. La lista de colores se puede ver en la figura 29.

A pesar del tiempo transcurrido desde 1965, la lista de Kelly sigue siendo un referente en la codificación por colores. En el año 2000 el ISCC (Inter-Society Color Council) estableció el Comité de Proyecto 54 con la intención de actualizar el trabajo de Kelly. Finalmente, el comité concluyó que no habían conseguido mejorar la selección de colores propuesta por Kelly [\[12\]](#).

Para este proyecto se han eliminado de la lista los colores 1 (blanco), 8 (beige) y 17 (amarillo verdoso) debido a que se confunden con el fondo del mapa, quedando por tanto 19 colores, los 7 primeros óptimos también para personas con daltonismo.

Para distinguir de forma óptima unas rutas de otras que se crucen, sobre todo para personas con daltonismo, sería recomendable combinar los códigos de colores con el uso de patrones (combinaciones de colores borde-relleno, relleno a rayas de dos colores, líneas sólidas y punteadas, etc.) pero la API de Google Maps no lo permite.

KELLY'S 22 COLOURS OF MAXIMUM CONTRAST























Colour serial or selection number	Colour sample matched visual to ISCC-NBS centroid colour	General colour name	ISCC-NBS centroid number	ISCC-NBS colour name [abbreviation]	Munsell renotation of ISCC-NBS centroid colour
1		white	263	white	2.5PB 9.5/0.2
2		black	267	black	N 0.8
3		yellow	82	v.Y	3.3Y 8.0/14.3
4		purple	218	s.P	6.5P 4.3/9.2
5		orange	48	v.O	4.1YR 6.5/15.0
6		light blue	180	v.l.B	2.7PB 7.9/6.0
7		red	11	v.R	5.0R 3.9/15.4
8		buff	90	gy.Y	4.4Y 7.2/3.8
9		grey	265	med.Gy	3.3GY 5.4/0.1
10		green	139	v.G	3.2G 4.9/11.1
11		purplish pink	247	s.pPk	5.6RP 6.8/9.0
12		blue	178	s.B	2.9PB 4.1/10.4
13		yellowish pink	26	s.yPk	8.4R 7.0/9.5
14		violet	207	s.V	0.2P 3.7/10.1
15		orange yellow	66	v.OY	8.6YR 7.3/15.2
16		purplish red	255	s.pR	7.3RP 4.4/11.4
17		greenish yellow	97	v.gY	9.1Y 8.2/12.0
18		reddish brown	40	s.rBr	0.3YR 3.1/9.9
19		yellow green	115	v.YG	5.4GY 6.8/11.2
20		yellowish brown	75	deep yBr	8.8YR 3.1/5.0
21		reddish orange	34	v.rO	9.8R 5.4/14.5
22		olive green	126	d.OIG	8.0GY 2.2/3.6

Figura 29. 22 colores de máximo contraste de Kelly.

Se considera que 19 colores deberían ser suficientes, ya que es muy poco probable que un cuidador se vaya a encargar de más de 19 personas con discapacidad. Aun así, para el caso en que esto ocurra, se ha seleccionado otra lista de colores, esta vez de 256. En caso de necesitar más de 256 colores, se comenzaría la lista de 256 colores otra vez, teniendo el usuario 257º el mismo color que el 1º, el 258º el mismo que el 2º, etc. Diferenciar colores entre sí sólo debería ser necesario en caso de que las rutas de varios usuarios se crucen.

La lista de 256 colores se ha obtenido de la siguiente página web: <http://stackoverflow.com/questions/33295120/how-to-generate-gif-256-colors-palette> y están relacionados con el siguiente post: <http://godsnnotwheregodsnnot.blogspot.com.es/2012/09/color-distribution-methodology.html>.

Están elegidos de manera que sean colores independientes lo más diferentes posible de todos los colores anteriores, siendo así fácilmente distinguibles unos de otros. Fueron obtenidos aplicando la fórmula CIEDE2000 [13] para calcular distancias entre colores.

Estos 256 colores se muestran en la figura 30.

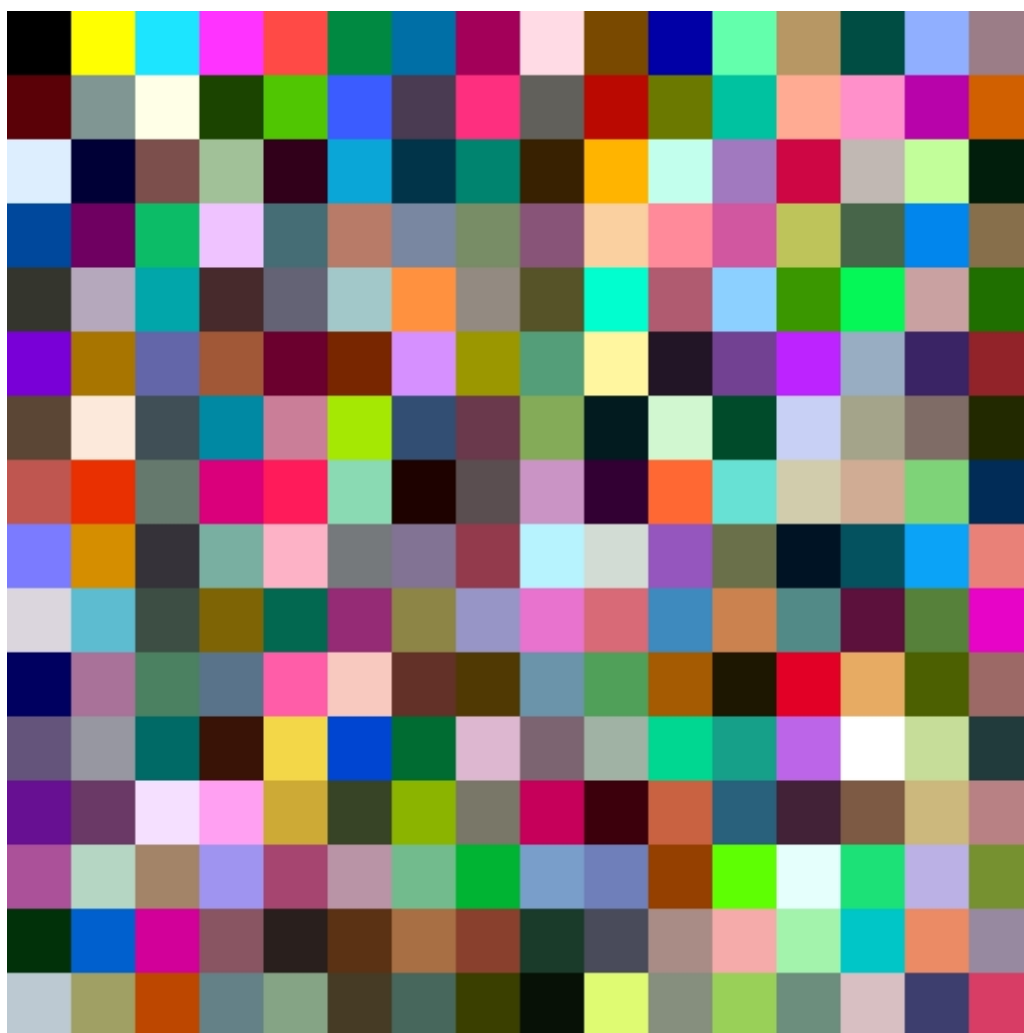


Figura 30. 256 colores máximamente diferentes obtenidos aplicando CIEDE2000.

5 Conclusiones y trabajo futuro

5.1 Conclusiones

Derivado del trabajo realizado se pueden sacar dos conclusiones principales:

- La discapacidad intelectual es la gran olvidada tanto en el campo tecnológico como en el urbanismo. Las barreras que siguen encontrando a la hora de navegar por internet y utilizar aplicaciones y las que encuentran a la hora de desplazarse dificultan su integración social y su acceso laboral y empeoran su calidad de vida. De ahí la importancia de desarrollar sistemas como este que tengan en cuenta a la población con discapacidad intelectual y sus limitaciones para avanzar en el objetivo de que logren igualdad de oportunidades. El sistema desarrollado para este proyecto de fin de carrera puede ayudar a conseguir que estas personas hagan cosas que antes no se atrevían a hacer como desplazarse solas hasta una entrevista de trabajo, un puesto de trabajo, un centro formativo o un gimnasio, o simplemente pasear sin compañía. Esto mejorará su autoestima y su calidad de vida y también sus oportunidades. Además, verse capaces de utilizar esta aplicación móvil puede animarles a probar otras aplicaciones, pudiendo ser el comienzo de un proceso de aprendizaje.
- Democratización de las nuevas tecnologías: Tecnológicamente, este proyecto demuestra que es posible integrar tecnologías muy complejas de forma sencilla. Mediante el uso de aplicaciones externas se han integrado tecnologías de voz sobre IP, vídeo en vivo y geolocalización en un mismo sistema. Antiguamente, un sistema que integrara estas tecnologías sólo estaba al alcance de un gran equipo de desarrollo con alto presupuesto. Actualmente, la integración entre aplicaciones externas permite que un sistema así pueda ser llevado a cabo de forma más asequible, pudiendo ser abordado por un equipo de desarrollo de pocas personas, en poco tiempo y con bajo presupuesto.

5.2 Trabajo futuro

El sistema desarrollado para este proyecto aún no está listo para ser utilizado, principalmente por problemas de seguridad y privacidad. Si se continúa con el desarrollo en un futuro, deberán llevarse a cabo las siguientes acciones:

- Mejorar la persistencia de datos, usando un sistema que permita una mayor escalabilidad.
- Usar un servidor web para alojar la aplicación web, ya que ahora se está usando la carpeta Public de Dropbox para este fin.
- La aplicación web debería ser modificada para que no se pudiera acceder a los datos de los usuarios desde el cliente, pasando parte de la funcionalidad al servidor. Esto aumentaría la seguridad del sistema.
- Se debe crear un registro de usuario para la aplicación móvil que permita a un usuario elegir con qué nombre y con qué foto quiere aparecer en el mapa de la aplicación web y asociar su cuenta de Skype y su cuenta de Bambuser (o las aplicaciones por las que se sustituyan en su caso) a su nombre de usuario y contraseña.

- Se debe crear en la aplicación móvil una forma de añadir una lista editable de cuidadores a los que el usuario quiere dar permiso para visualizar sus datos en el mapa. Esta lista debería servir también para poder llamarlos con un solo click.
- Se debe crear un sistema de inicio de sesión en la aplicación web que permita identificar al cuidador para poder mostrarle en el mapa únicamente los datos de los usuarios que le hayan dado permiso.
- Se recomienda buscar una alternativa a Bambuser que mejore la privacidad, permitiendo limitar qué personas tienen acceso al vídeo.

Referencias

- [1] "Definition of Intellectual Disability - AAIDD - American Association on Intellectual and Developmental Disabilities" 2013. 18 Jul. 2016 <<http://aaidd.org/intellectual-disability/definition>>
- [2] Enable, U. N. (2009). Convention on the rights of persons with disabilities and optional protocol. NY United Nations. <<http://www.un.org/disabilities/documents/convention/convoptprot-e.pdf>>
- [3] "AENOR: Norma UNE-EN ISO 9999:2012 V2." 2014. 18 Jul. 2016 <<http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0049503>>
- [4] "Informe Keysight - Fundación Adecco: Tecnología y Discapacidad." 2015. 18 Jul. 2016 <http://www.fundacionadecco.es/_data/SalaPrensa/Estudios/pdf/627.pdf>
- [5] Collins, Trevor; Gaved, Mark and Lea, John (2010). Remote fieldwork: using portable wireless networks and backhaul links to participate remotely in fieldwork. In: The Proceedings of the 9th World Conference on Mobile and Contextual Learning (mlearn 2010), 19-22 October 2010, Valletta, Malta. <<http://oro.open.ac.uk/24711/1/mlearn-2010-era-remote-fieldwork-crc-v8.pdf>>
- [6] García, L. (2003). *El futuro de las personas con discapacidad en el mundo*. Madrid: Fundación ONCE, 2003, p.59. <<http://www.bivipas.unal.edu.co/handle/10720/672>>
- [7] Base de datos electrónica INEbase. El Empleo de las Personas con Discapacidad. Serie 2009-2014. Tasas de actividad, empleo y paro. Tasas de actividad y empleo por tipo de discapacidad [Consultado 18 Jul. 2016]. <http://www.ine.es/jaxi/Datos.htm?path=/t22/p320/base_2011/serie/10/&file=03004.px>
- [8] Base de datos electrónica INEbase. El Empleo de las Personas con Discapacidad. Serie 2009-2014. Estudios. Nivel de estudios por tipo de discapacidad [Consultado 18 Jul. 2016]. <http://www.ine.es/jaxi/Datos.htm?path=/t22/p320/base_2011/serie/10/&file=06004.px>
- [9] Imsero. Base estatal de datos de personas con valoración del grado de discapacidad (Informe a 31/12/2014). Madrid: Imsero, Secretaría de Estado de Servicios Sociales e Igualdad. Subdirección general de planificación, ordenación y evaluación; Madrid, 31 de diciembre de 2014 [Consultado 18 Jul. 2016]. <http://imsero.es/InterPresent1/groups/imsero/documents/binario/bdepcd_2014.pdf>
- [10] FEAPS Madrid (2014). Accesibilidad Cognitiva. Guía de Recomendaciones. <<http://www.plenainclusionmadrid.org/wp-content/uploads/2015/08/GuiaderecomendacionesAccesibilidadcognitiva.pdf>>
- [11] Kelly, K. L. (1965). Twenty-two colors of maximum contrast. *Color Engineering*,3(26), 26-27. Accesible <http://www.iscc.org/pdf/PC54_1724_001.pdf>
- [12] Project Committee 54, Colors of Maximum Contrast (Virginia: ISCC, 2000). Disponible en <<http://www.iscc.org/functions/pc.php#proj54>>

- [13] Sharma, Gaurav, Wencheng Wu, and Edul N Dalal. "The CIEDE2000 color difference formula: Implementation notes, supplementary test data, and mathematical observations." *Color Research & Application* 30.1 (2005): 21-30.

Glosario

API	Application Programming Interface
SDK	Software Development Kit
GPS	Global Positioning System
UI	User Interface
BaaS	Backend as a Service

Anexos

A Manual de instalación

Para poder utilizar la aplicación móvil, es necesario haber instalado las aplicaciones Bambuser y Skype previamente desde la tienda de aplicaciones de Android, Play Store. Se recomienda que algún cuidador ayude a la persona con discapacidad intelectual con la instalación, configuración y primer uso, tanto de estas dos aplicaciones como de la aplicación creada en este proyecto.

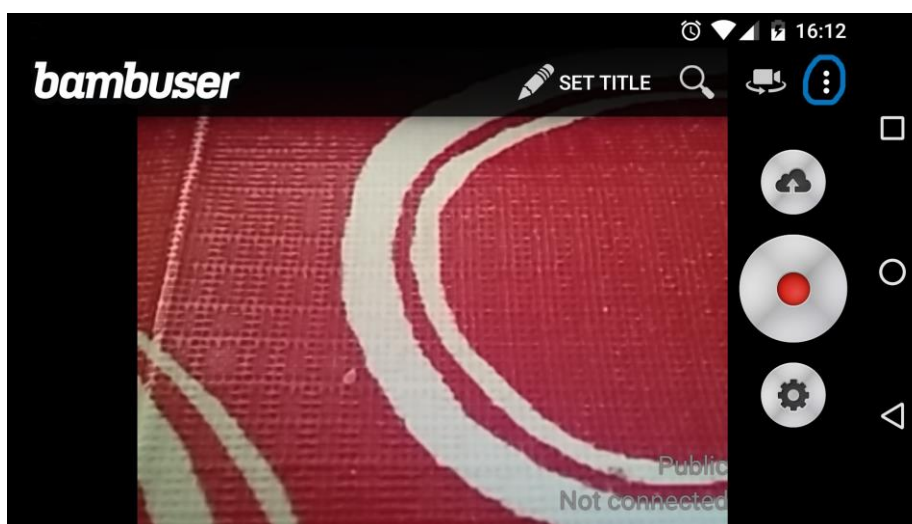
- **Bambuser**

Esta aplicación solicita los siguientes permisos:

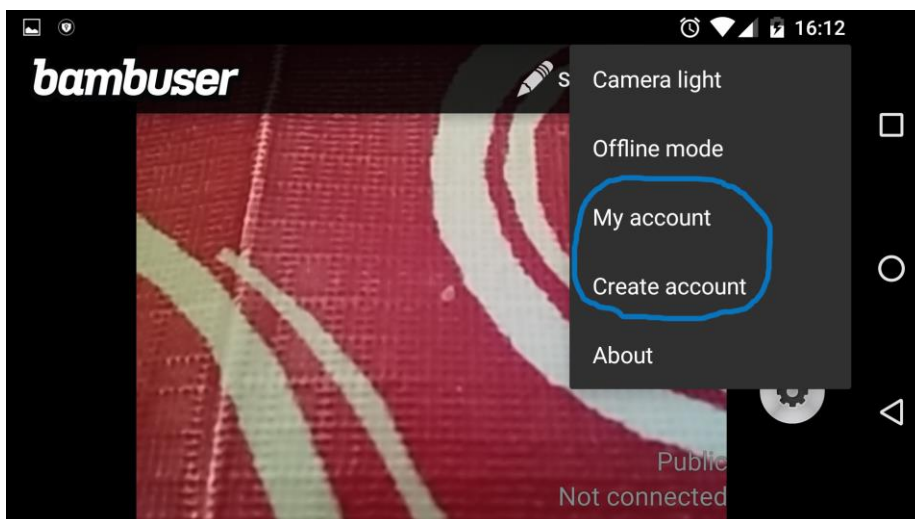
- Cámara: realizar fotografías y vídeos.
- Ubicación: ubicación aproximada (basada en redes), ubicación precisa (basada en redes y GPS).
- Micrófono: grabar sonido.
- Almacenamiento: editar o borrar contenido de USB, consultar el contenido del almacenamiento USB.
- Otros: acceso completo a la red, vincular con dispositivos Bluetooth, cambiar la configuración de audio, impedir que el teléfono entre en modo de suspensión, controlar la vibración, ver conexiones de red, enviar emisión persistente.

Será necesario al menos permitir la cámara, el micrófono y otros.

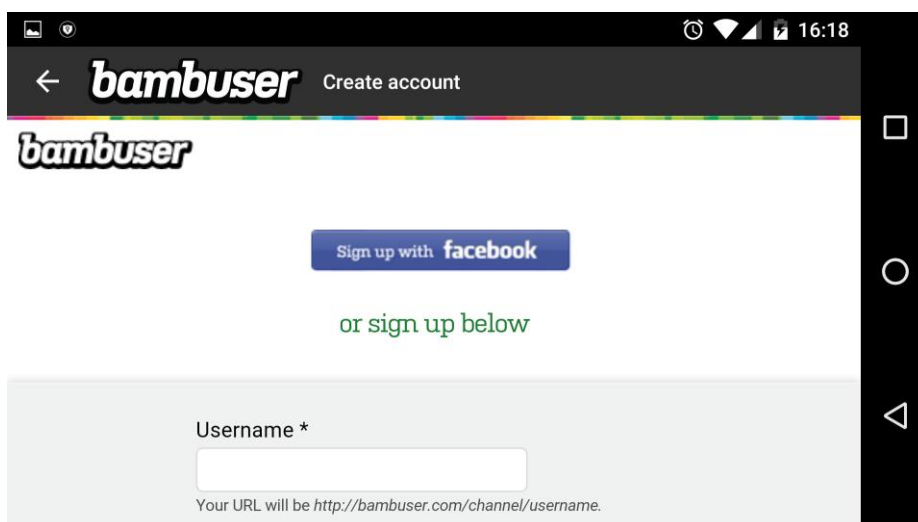
Los menús de la aplicación están en inglés, lo que puede complicar la configuración si se desconoce este idioma. Al abrir la aplicación, arriba a la derecha aparecen cuatro iconos: una lupa, un rayo, una cámara de vídeo con una flecha que indica un giro, y tres puntos en vertical.

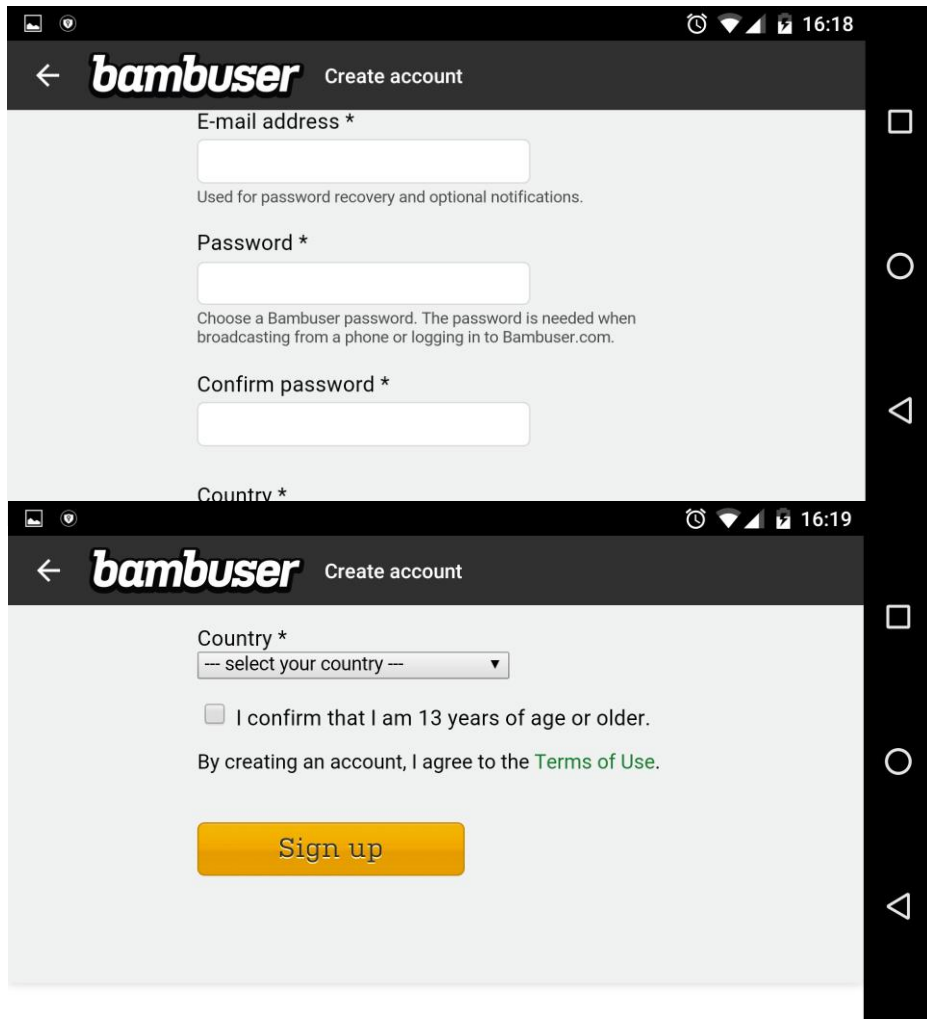


Pulsando sobre los tres puntos verticales se despliega un menú. Elegir la opción “Create account” para crear una cuenta nueva si aún no se ha creado, o la opción “My account” en caso contrario.

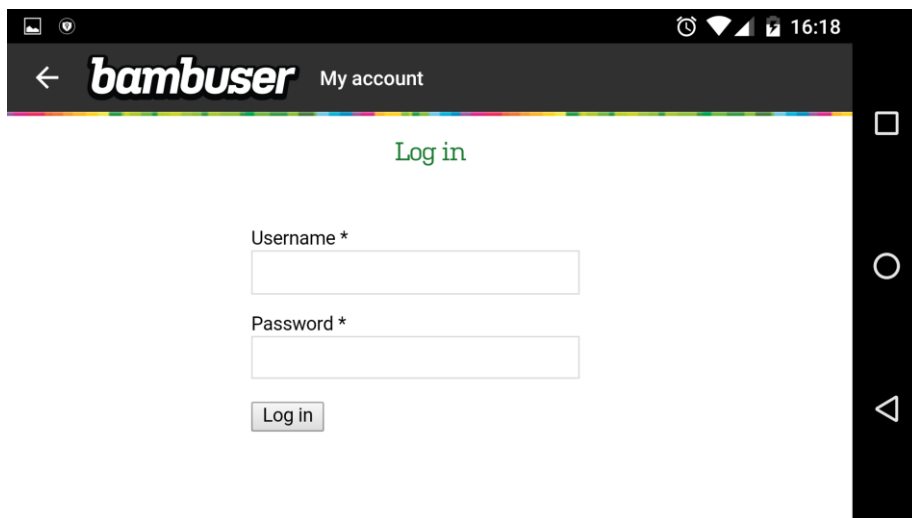


Pulsar “Create account” lleva a una pantalla donde se puede elegir si iniciar sesión con facebook o crear una cuenta, en cuyo caso se piden un nombre de usuario que será también el nombre del canal de difusión, una dirección de correo electrónico, una contraseña, confirmación de la contraseña y confirmación de que se es mayor de 13 años.



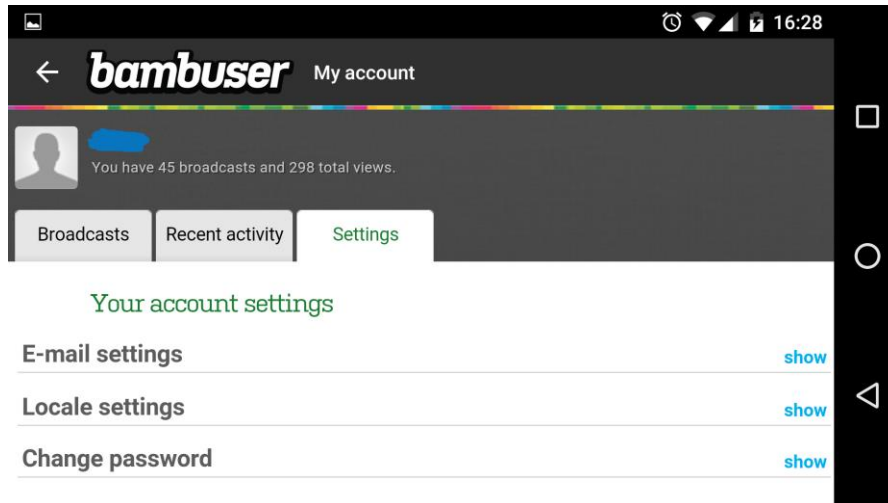


Pulsar “My account” lleva a una pantalla de inicio de sesión donde hay que introducir nombre de usuario y contraseña.

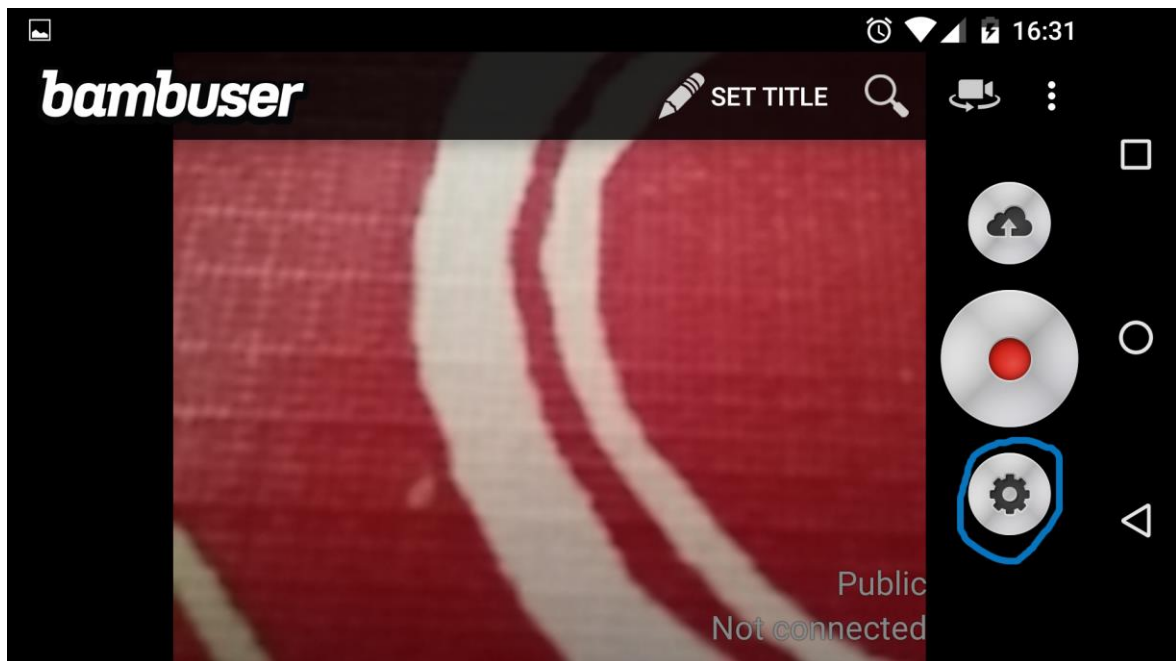


Una vez se han introducido usuario y contraseña, se muestra una pantalla con tres pestañas:

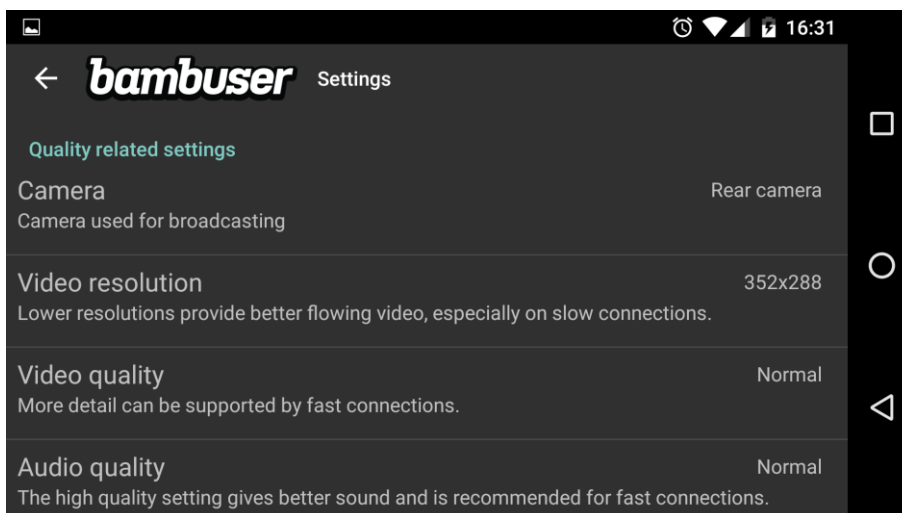
- **Broadcasts:** todas las emisiones que se han hecho desde esa cuenta.
- **Recent activity:** las últimas emisiones
- **Settings:** configuración. Permite cambiar el correo electrónico, la contraseña, la franja horaria y si se desea recibir correos electrónicos por parte de Bambuser o no.



Pulsando en la flecha a la izquierda de la palabra “bambuser”, arriba a la izquierda, se vuelve a la pantalla inicial. En esta pantalla, pulsar el botón con una rueda dentada, abajo a la derecha. Este botón abre el menú de configuración.



Las opciones “Video Resolution”, “Video quality” y “Audio quality” permiten elegir la calidad de la imagen y el audio en los vídeos. Los valores recomendados dependerán de la velocidad de la conexión de red disponible y de la tarifa de datos contratada. En caso de no saber qué elegir, mejor valores bajos para evitar retardos y cortes.

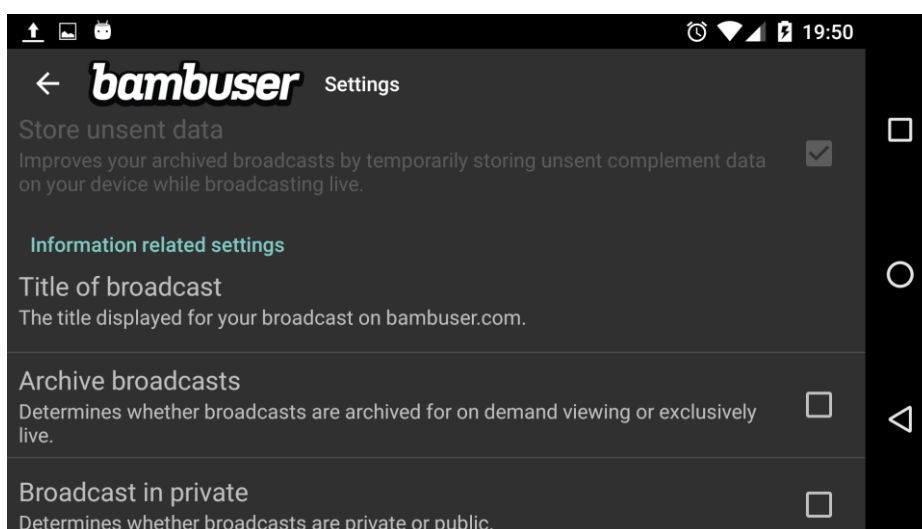


Se recomienda dejar activada la opción “Use bluetooth microphone”, ya que para grabar es necesario tener el móvil lejos de la cara, y si hay ruido, que casi siempre lo habrá si se está grabando en exteriores, la voz se puede mezclar con el ruido de fondo a no ser que se esté usando un manos libres. En caso de que el manos libres no esté conectado al teléfono, se usará el micrófono de la cámara del móvil aunque esta opción esté activada.

“Store unsend data” permite elegir si se desea guardar la captura de vídeo en vivo de forma temporal en la memoria del teléfono, por si hay pérdidas de conexión durante la emisión y hay cortes en el vídeo en directo. En ese caso, al finalizar la retransmisión, se subirá al canal la versión almacenada en el teléfono, que no habrá sufrido cortes.

“Archive Broadcasts” permite elegir si los vídeos se van a almacenar en el canal para poder verlos en diferido (opción activada) o si se quiere que sólo se puedan ver mientras se están emitiendo en directo (opción desactivada). Si se desactiva esta opción, la opción “Store unsend data” se inhabilita.

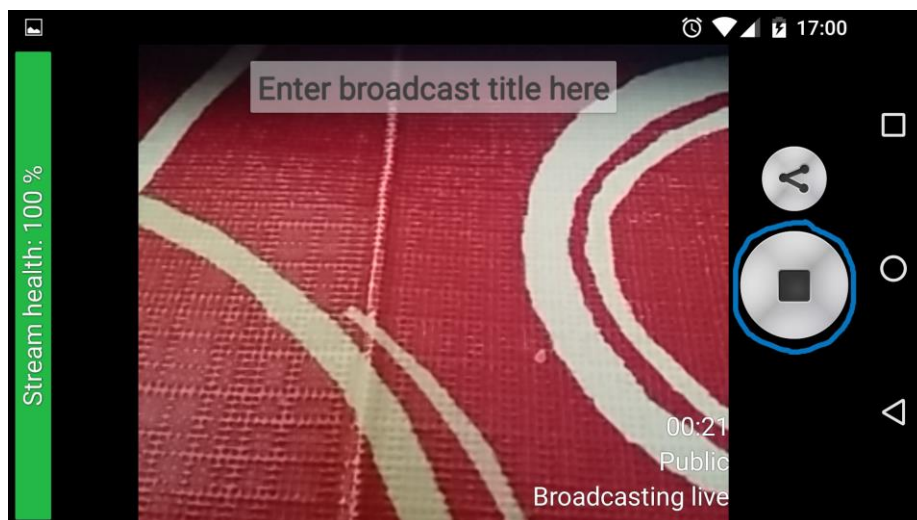
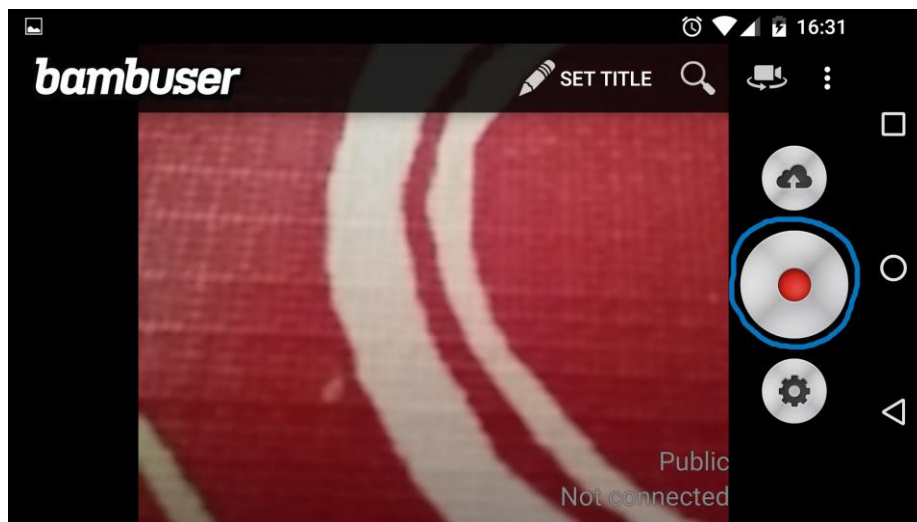
“Broadcast in private” permite elegir si la transmisión del vídeo puede ser vista únicamente por el usuario que la ha grabado (opción activada) o no. Dejar esta opción desactivada, ya que si no los cuidadores no podrá ver el vídeo.



“Authorization mode” permite elegir si se desea que la aplicación recuerde el usuario y contraseña. Dejarlo en “Remember username & password” para que esto sea así.

La aplicación ya estaría lista para usarse, y no debería ser necesario volver a configurarla a no ser que se desee cambiar algo.

A partir de ese momento, el uso es muy sencillo. “Set title” permite poner un título a la grabación, lo cual es opcional. Si se pulsa el botón circular grande con un círculo rojo dentro que hay al centro a la derecha, comienza la emisión de vídeo. En ese momento, el círculo rojo se transformará en un cuadrado gris, y al pulsarlo se detendrá la emisión.



Si se quiere ver otra aplicación en pantalla sin detener la grabación, es necesario hacerlo pulsando el botón cuadrado del móvil que permite ver las aplicaciones abiertas o el botón circular que muestra el escritorio.

- **Skype**

Esta aplicación solicita los siguientes permisos:

- Cámara: realizar fotografías y vídeos.

- Contactos: consultar tus contactos, buscar cuentas en el dispositivo, modificar tus contactos.
- Ubicación: ubicación precisa (basada en redes y GPS).
- Micrófono: grabar sonido.
- Teléfono: consultar la identidad y el estado del teléfono, llamar directamente a números de teléfono.
- SMS: recibir mensajes de texto (SMS), leer tus mensajes de texto (SMS o MMS).
- Almacenamiento: editar o borrar contenido de USB, consultar el contenido del almacenamiento USB.
- Otros: mostrar sobre otras aplicaciones, inhabilitar el bloqueo de pantalla, impedir que el teléfono entre en modo de suspensión, conectarse a redes Wi-Fi y desconectarse, recibir datos de internet, controlar la vibración, ver conexiones de red, leer estadísticas de sincronización, acceso completo a la red, leer la configuración de sincronización, recuperar aplicaciones en ejecución, enviar emisión persistente, vincular con dispositivos Bluetooth, cambiar la configuración de audio, ejecutarse al inicio, activar y desactivar la sincronización, ver conexiones Wi-Fi.

La primera vez que se abre la aplicación se muestra una pantalla donde en caso de tener ya creada una cuenta de skype se puede introducir el nombre de usuario, el correo electrónico o el número de teléfono con el que se esté registrado. Al introducir letras, el círculo azul con una flecha dentro se vuelve opaco. Al pulsarlo se pide la contraseña, y hay que volver a pulsarlo para iniciar sesión.

Las demás veces, al haber iniciado sesión con anterioridad, aparecerá el último nombre de usuario que estuvo conectado y el círculo azul con la flecha aparecerá opaco. Al pulsarlo se iniciará la sesión directamente porque recordará la contraseña.




En caso de no tener cuenta, es mejor no crearla desde la aplicación, ya que no deja elegir un nombre de usuario y este es necesario para que el cuidador pueda iniciar llamadas desde la aplicación web del mapa. Esto se puede hacer desde la página <https://login.skype.com/registration>.



Crea una cuenta o inicia sesión

Solo tardarás un par de minutos. Después, estarás listo para llamar a tus amigos gratis por Skype e incluso hablar cara a cara por video.

Inicia sesión con tu cuenta de Skype

Nombre* 

Apellido*

Tu dirección de correo electrónico*

Repite la dirección de e-mail*

Importante: Nadie más puede ver tu dirección de correo electrónico.
Los campos marcados con * son obligatorios.

Información de perfil

Importante: Cualquier persona en Skype puede ver la información de tu perfil.

Fecha nacimiento

País/Región*

Ciudad

Idioma*

Nombre de usuario*

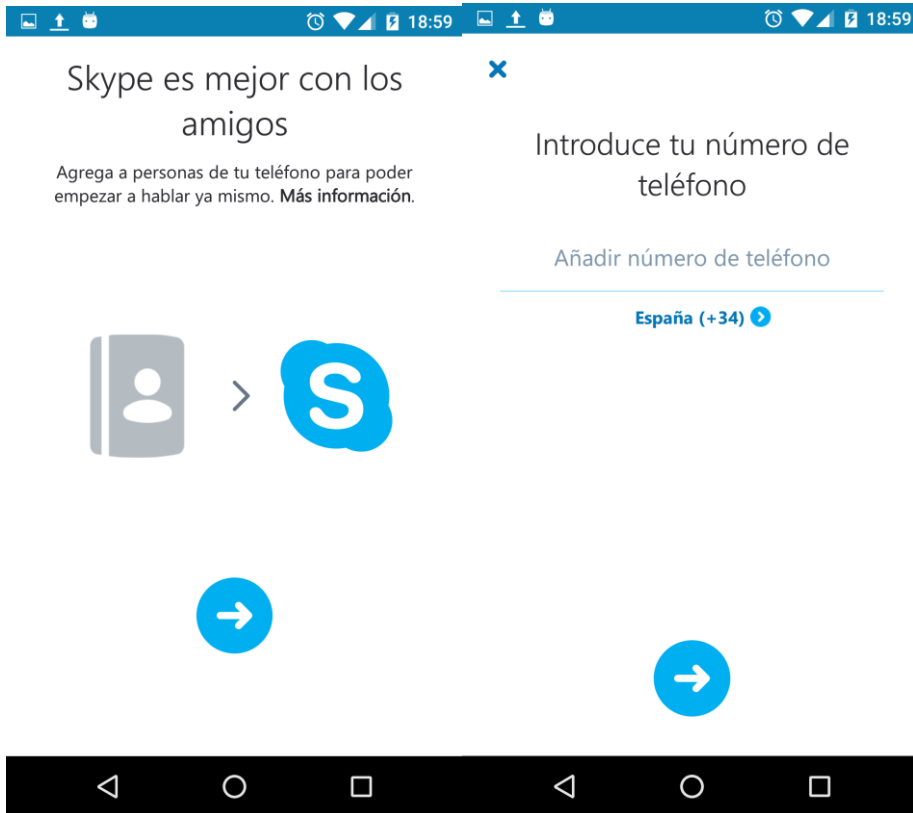
Importante: Debes elegir un nombre que tengas derecho a usar.

Contraseña*

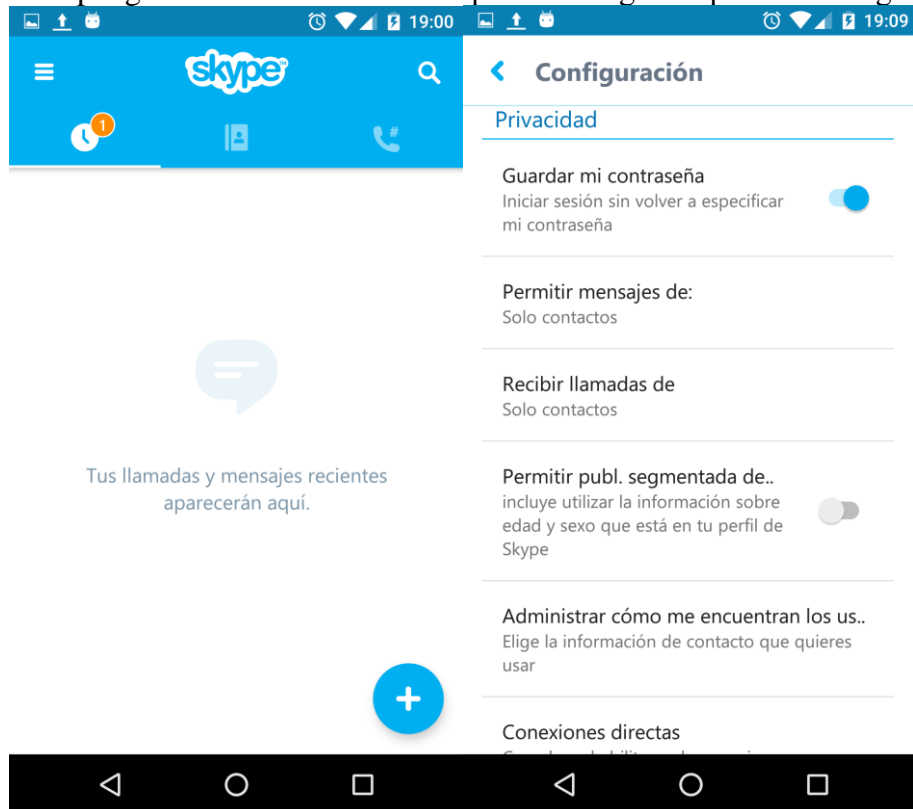
Repetir contraseña*

Informarme acerca de nuevos productos o características, y ofertas especiales. Puedes desactivar esta opción en cualquier momento visitando tu cuenta.

Al iniciar sesión por primera vez aparecen dos pantallas con sugerencias que se pueden ignorar, la primera pulsando la flecha en el círculo azul y la segunda pulsando la equis de la esquina superior izquierda.



Una vez hecho esto se pasará a una pantalla con tres pestañas: recientes, contactos y llamadas de pago recientes. En la esquina superior izquierda aparecen tres rayas. Al pulsarlas se despliega un menú en el lateral izquierdo. Elegir la opción “Configuración”.



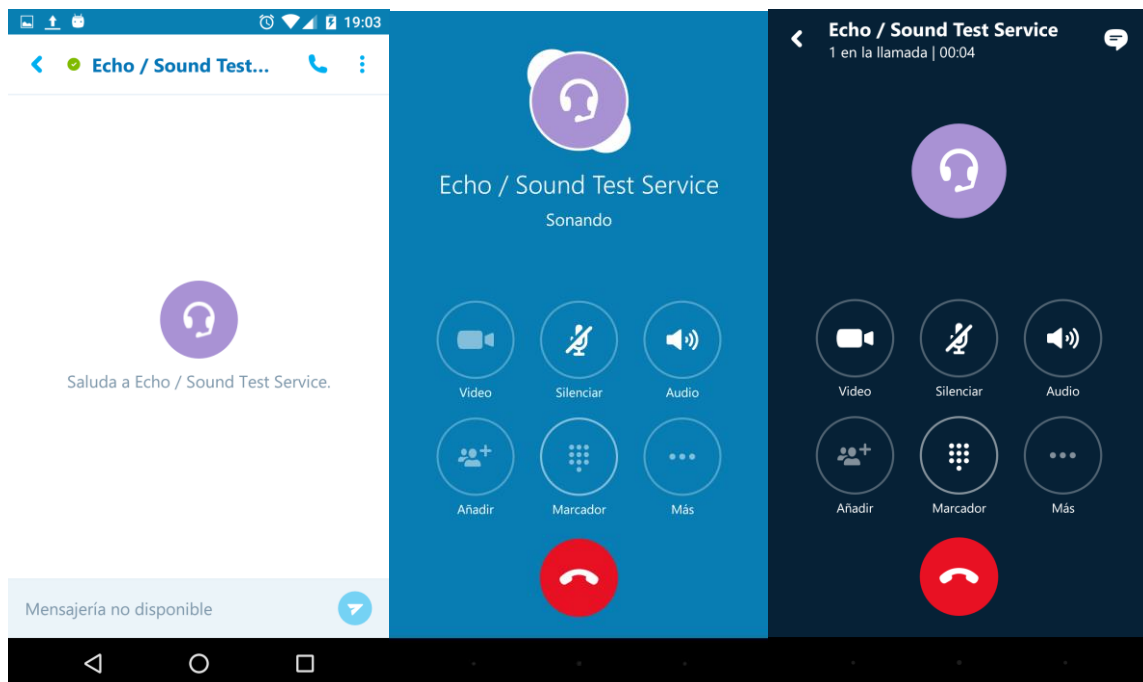
Se recomienda marcar la opción de guardar contraseña, permitir mensajes y llamadas sólo de contactos y no permitir publicidad.

Una vez hecho esto, habría que añadir en la pestaña de contactos a los cuidadores, pulsando en el círculo con un más situado en la esquina inferior derecha en dicha pestaña.

Buscarlos utilizando su nombre de skype o el correo electrónico que usaran al crear su cuenta. Es imprescindible que los cuidadores también tengan cuenta de skype para poder recibir e iniciar llamadas.

Llegados a este punto, la aplicación ya estaría lista para su uso. Se recomienda de todos modos probar a llamar a “Echo / Sound Test Service” para comprobar que todo funciona.

Elegirlo en la lista de contactos y pulsar el botón con el símbolo de un teléfono para iniciar la llamada. Este contacto sirve para comprobar la calidad de la llamada: primero se graba audio durante unos segundos y luego se reproduce, para que el usuario pueda saber cómo le van a escuchar otras personas.



- **Aplicación móvil creada para este proyecto**

Dado que la versión desarrollada es provisional y de prueba, no es configurable. En el momento de entregar este proyecto no existe un registro de usuario que pida usuario y contraseña, no existe una forma de añadir a base de datos el nombre de usuario de skype y el de usuario de bambuser para que queden asociados al mismo usuario ni existe una

manera de añadir una lista de cuidadores con sus usuarios de skype. Sólo se puede llamar por skype a un cuidador, y el usuario de skype de este está puesto directamente en el código.

En caso de que se continúe con el desarrollo de la aplicación en el futuro, una vez acabada sí sería necesario configurarla en su primer uso.

La aplicación, al no estar finalizada, no se ha subido a la tienda de aplicaciones. Por lo tanto para instalarla es necesario ejecutar el archivo apk.

La aplicación requiere los siguientes permisos:

- Ubicación: ubicación precisa (basada en redes y GPS).
- Teléfono: consultar la identidad y el estado del teléfono.
- Otros: acceso completo a la red, ver conexiones de red, ver conexiones Wi-Fi.

- **Aplicación web creada para este proyecto**

Dado que también es una versión de prueba y no existe aún un inicio de sesión con usuario y contraseña, tampoco será necesaria ninguna configuración previa. En un futuro, si desarrolla una versión definitiva de la aplicación, sería necesario registrar a los cuidadores.

- **Base de datos**

Dado que es una versión de prueba, la forma de añadir, eliminar o modificar usuarios es modificando directamente el archivo xml donde están los datos. La excepción son los datos de latitud y longitud, que serán modificados desde el servidor.

El contenido del archivo xml tendrá la siguiente estructura:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no"?>
<userlist>
  <User>
    <Name>nombreUsuario</Name>
    <PhoneNumber>XXXXXXXXXX</PhoneNumber>
    <VideoId>nombreUsuarioBambuser</VideoId>
    <SkypeId>nombreUsuarioSkype</SkypeId>
    <Avatar>nombreImagen.extension</Avatar>
    <Latitude></Latitude>
    <Longitude></Longitude>
  </User>
</userlist>
```

PRESUPUESTO

1)	Ejecución Material	
	● Compra de ordenador personal (Software incluido).....	2.000 €
	● Alquiler de impresora láser durante 6 meses	50 €
	● Material de oficina	150 €
	● Total de ejecución material	2.200 €
2)	Gastos generales	
	● 21 % sobre Ejecución Material	462 €
3)	Beneficio Industrial	
	● 6 % sobre Ejecución Material	132 €
4)	Honorarios Proyecto	
	● 640 horas a 15 € / hora	9600 €
5)	Material fungible	
	● Gastos de impresión	60 €
	● Encuadernación	200 €
6)	Subtotal del presupuesto	
	● Subtotal Presupuesto	12060 €
7)	I.V.A. aplicable	
	● 21% Subtotal Presupuesto	2532.6 €
8)	Total presupuesto	
	● Total Presupuesto	14592,6 €

Madrid, julio de 2016

El Ingeniero Jefe de Proyecto

Fdo.: Esther Moreno Estébanez
Ingeniera de Telecomunicación

PLIEGO DE CONDICIONES

Este documento contiene las condiciones legales que guiarán la realización, en este proyecto, de un sistema de navegación guiada y visualización interactiva para la asistencia a la movilidad en espacios abiertos. En lo que sigue, se supondrá que el proyecto ha sido encargado por una empresa cliente a una empresa consultora con la finalidad de realizar dicho sistema. Dicha empresa ha debido desarrollar una línea de investigación con objeto de elaborar el proyecto. Esta línea de investigación, junto con el posterior desarrollo de los programas está amparada por las condiciones particulares del siguiente pliego.

Supuesto que la utilización industrial de los métodos recogidos en el presente proyecto ha sido decidida por parte de la empresa cliente o de otras, la obra a realizar se regulará por las siguientes:

Condiciones generales

1. La modalidad de contratación será el concurso. La adjudicación se hará, por tanto, a la proposición más favorable sin atender exclusivamente al valor económico, dependiendo de las mayores garantías ofrecidas. La empresa que somete el proyecto a concurso se reserva el derecho a declararlo desierto.

2. El montaje y mecanización completa de los equipos que intervengan será realizado totalmente por la empresa licitadora.

3. En la oferta, se hará constar el precio total por el que se compromete a realizar la obra y el tanto por ciento de baja que supone este precio en relación con un importe límite si este se hubiera fijado.

4. La obra se realizará bajo la dirección técnica de un Ingeniero Superior de Telecomunicación, auxiliado por el número de Ingenieros Técnicos y Programadores que se estime preciso para el desarrollo de la misma.

5. Aparte del Ingeniero Director, el contratista tendrá derecho a contratar al resto del personal, pudiendo ceder esta prerrogativa a favor del Ingeniero Director, quien no estará obligado a aceptarla.

6. El contratista tiene derecho a sacar copias a su costa de los planos, pliego de condiciones y presupuestos. El Ingeniero autor del proyecto autorizará con su firma las copias solicitadas por el contratista después de confrontarlas.

7. Se abonará al contratista la obra que realmente ejecute con sujeción al proyecto que sirvió de base para la contratación, a las modificaciones autorizadas por la superioridad o a las órdenes que con arreglo a sus facultades le hayan comunicado por escrito al Ingeniero Director de obras siempre que dicha obra se haya ajustado a los preceptos de los pliegos de condiciones, con arreglo a los cuales, se harán las modificaciones y la valoración de las diversas unidades sin que el importe total pueda exceder de los presupuestos aprobados. Por consiguiente, el número de

unidades que se consignan en el proyecto o en el presupuesto, no podrá servirle de fundamento para entablar reclamaciones de ninguna clase, salvo en los casos de rescisión.

8. Tanto en las certificaciones de obras como en la liquidación final, se abonarán los trabajos realizados por el contratista a los precios de ejecución material que figuran en el presupuesto para cada unidad de la obra.

9. Si excepcionalmente se hubiera ejecutado algún trabajo que no se ajustase a las condiciones de la contrata pero que sin embargo es admisible a juicio del Ingeniero Director de obras, se dará conocimiento a la Dirección, proponiendo a la vez la rebaja de precios que el Ingeniero estime justa y si la Dirección resolviera aceptar la obra, quedará el contratista obligado a conformarse con la rebaja acordada.

10. Cuando se juzgue necesario emplear materiales o ejecutar obras que no figuren en el presupuesto de la contrata, se evaluará su importe a los precios asignados a otras obras o materiales análogos si los hubiere y cuando no, se discutirán entre el Ingeniero Director y el contratista, sometiéndolos a la aprobación de la Dirección. Los nuevos precios convenidos por uno u otro procedimiento, se sujetarán siempre al establecido en el punto anterior.

11. Cuando el contratista, con autorización del Ingeniero Director de obras, emplee materiales de calidad más elevada o de mayores dimensiones de lo estipulado en el proyecto, o sustituya una clase de fabricación por otra que tenga asignado mayor precio o ejecute con mayores dimensiones cualquier otra parte de las obras, o en general, introduzca en ellas cualquier modificación que sea beneficiosa a juicio del Ingeniero Director de obras, no tendrá derecho sin embargo, sino a lo que le correspondería si hubiera realizado la obra con estricta sujeción a lo proyectado y contratado.

12. Las cantidades calculadas para obras accesorias, aunque figuren por partidaalzada en el presupuesto final (general), no serán abonadas sino a los precios de la contrata, según las condiciones de la misma y los proyectos particulares que para ellas se formen, o en su defecto, por lo que resulte de su medición final.

13. El contratista queda obligado a abonar al Ingeniero autor del proyecto y director de obras así como a los Ingenieros Técnicos, el importe de sus respectivos honorarios facultativos por formación del proyecto, dirección técnica y administración en su caso, con arreglo a las tarifas y honorarios vigentes.

14. Concluida la ejecución de la obra, será reconocida por el Ingeniero Director que a tal efecto designe la empresa.

15. La garantía definitiva será del 4% del presupuesto y la provisional del 2%.

16. La forma de pago será por certificaciones mensuales de la obra ejecutada, de acuerdo con los precios del presupuesto, deducida la baja si la hubiera.

17. La fecha de comienzo de las obras será a partir de los 15 días naturales del replanteo oficial de las mismas y la definitiva, al año de haber ejecutado la provisional, procediéndose si no existe reclamación alguna, a la reclamación de la fianza.

18. Si el contratista al efectuar el replanteo, observase algún error en el proyecto, deberá comunicarlo en el plazo de quince días al Ingeniero Director de obras, pues transcurrido ese plazo será responsable de la exactitud del proyecto.

19. El contratista está obligado a designar una persona responsable que se entenderá con el Ingeniero Director de obras, o con el delegado que éste designe, para todo relacionado con ella. Al ser el Ingeniero Director de obras el que interpreta el proyecto, el contratista deberá consultarle cualquier duda que surja en su realización.

20. Durante la realización de la obra, se girarán visitas de inspección por personal facultativo de la empresa cliente, para hacer las comprobaciones que se crean oportunas. Es obligación del contratista, la conservación de la obra ya ejecutada hasta la recepción de la misma, por lo que el deterioro parcial o total de ella, aunque sea por agentes atmosféricos u otras causas, deberá ser reparado o reconstruido por su cuenta.

21. El contratista, deberá realizar la obra en el plazo mencionado a partir de la fecha del contrato, incurriendo en multa, por retraso de la ejecución siempre que éste no sea debido a causas de fuerza mayor. A la terminación de la obra, se hará una recepción provisional previo reconocimiento y examen por la dirección técnica, el depositario de efectos, el interventor y el jefe de servicio o un representante, estampando su conformidad el contratista.

22. Hecha la recepción provisional, se certificará al contratista el resto de la obra, reservándose la administración el importe de los gastos de conservación de la misma hasta su recepción definitiva y la fianza durante el tiempo señalado como plazo de garantía. La recepción definitiva se hará en las mismas condiciones que la provisional, extendiéndose el acta correspondiente. El Director Técnico propondrá a la Junta Económica la devolución de la fianza al contratista de acuerdo con las condiciones económicas legales establecidas.

23. Las tarifas para la determinación de honorarios, reguladas por orden de la Presidencia del Gobierno el 19 de Octubre de 1961, se aplicarán sobre el denominado en la actualidad "Presupuesto de Ejecución de Contrata" y anteriormente llamado "Presupuesto de Ejecución Material" que hoy designa otro concepto.

Condiciones particulares

La empresa consultora, que ha desarrollado el presente proyecto, lo entregará a la empresa cliente bajo las condiciones generales ya formuladas, debiendo añadirse las siguientes condiciones particulares:

1. La propiedad intelectual de los procesos descritos y analizados en el presente trabajo, pertenece por entero a la empresa consultora representada por el Ingeniero Director del Proyecto.

2. La empresa consultora se reserva el derecho a la utilización total o parcial de los resultados de la investigación realizada para desarrollar el siguiente proyecto, bien para su publicación o bien para su uso en trabajos o proyectos posteriores, para la misma empresa cliente o para otra.

3. Cualquier tipo de reproducción aparte de las reseñadas en las condiciones generales, bien sea para uso particular de la empresa cliente, o para cualquier otra aplicación, contará con autorización expresa y por escrito del Ingeniero Director del Proyecto, que actuará en representación de la empresa consultora.

4. En la autorización se ha de hacer constar la aplicación a que se destinan sus reproducciones así como su cantidad.

5. En todas las reproducciones se indicará su procedencia, explicitando el nombre del proyecto, nombre del Ingeniero Director y de la empresa consultora.

6. Si el proyecto pasa la etapa de desarrollo, cualquier modificación que se realice sobre él, deberá ser notificada al Ingeniero Director del Proyecto y a criterio de éste, la empresa consultora decidirá aceptar o no la modificación propuesta.

7. Si la modificación se acepta, la empresa consultora se hará responsable al mismo nivel que el proyecto inicial del que resulta el añadirla.

8. Si la modificación no es aceptada, por el contrario, la empresa consultora declinará toda responsabilidad que se derive de la aplicación o influencia de la misma.

9. Si la empresa cliente decide desarrollar industrialmente uno o varios productos en los que resulte parcial o totalmente aplicable el estudio de este proyecto, deberá comunicarlo a la empresa consultora.

10. La empresa consultora no se responsabiliza de los efectos laterales que se puedan producir en el momento en que se utilice la herramienta objeto del presente proyecto para la realización de otras aplicaciones.

11. La empresa consultora tendrá prioridad respecto a otras en la elaboración de los proyectos auxiliares que fuese necesario desarrollar para dicha aplicación industrial, siempre que no haga explícita renuncia a este hecho. En este caso, deberá autorizar expresamente los proyectos presentados por otros.

12. El Ingeniero Director del presente proyecto, será el responsable de la dirección de la aplicación industrial siempre que la empresa consultora lo estime oportuno. En caso contrario, la persona designada deberá contar con la autorización del mismo, quien delegará en él las responsabilidades que ostente.