



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA GEODÉSICA
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

DESARROLLO DE APLICACIÓN PARA
DISPOSITIVOS MÓVILES ANDROID PARA EL
INVENTARIADO DE ELEMENTOS DE
INGENIERÍA RURAL Y DISPOSICIÓN DE LOS
DATOS RECABADOS PARA SU USO EN SIG
A TRAVÉS DE CONEXIONES A SERVIDOR



Autor:	Manuel Miñambres Vidal
Tutor:	Israel Quintanilla García
Cotutor:	Eliseo Jorge Marzal Calatayud
Titulación:	Grado en Ingeniería Geomática y Topografía
Centro:	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Geodésica, Cartográfica y Topográfica

«Es mejor equivocarse siguiendo tu propio camino que tener razón
siguiendo el camino de otro»

-Fiódor Dostoyevski-

Foto de portada “Navigating in the wilderness” cedida por Praveesh Palakeel.

Llegado el momento de ponerle broche final a mi primera etapa universitaria, no me queda más que estar agradecido por todos los buenos momentos que he vivido.

De ella, me llevo a grandes compañeros que se convirtieron rápidamente en muy buenas amistades. Días -que se alargaban hasta la noche- de estudio en bibliotecas y Casa Del Alumno, dónde Roig, Rubén, Perchuso, Levani y Roldán hacíamos equipo. A ellos, y a otros muchos compañeros, mi máximo agradecimiento.

Por otro lado, no concibo haber vivido tal experiencia en otra universidad. La UPV me brindó la oportunidad de desarrollarme no solo en lo académico, sino también en lo personal y profesional. Competiciones, congresos, representación estudiantil, prácticas...han hecho de mí una persona mucho más capaz, abierta e inquieta. Si tuviese que volver, no dudaría en repetir en este campus.

Pero no todo sucedía en la universidad. Al llegar a casa, mis padres sabían siempre motivarme en los peores momentos, y entregarme una ayuda sin la cual no habría llegado hasta aquí. Este logro también es vuestro.

- GRACIAS -

“El presente documento ha sido realizado completamente por el firmante; no ha sido entregado como otro trabajo académico previo, y todo el material tomado de otras fuentes ha sido convenientemente entrecomillado y citado su origen en el texto, así como referenciado en la bibliografía”

Firmado:

Manuel Miñambres Vidal

Resumen

El sector agrario de la Comunidad Valenciana está sufriendo un proceso de modernización planteado en el Plan de Modernización de Regadíos cuyos objetivos son planificar las inversiones para la mejora de la eficiencia energética e hídrica de la infraestructura de riegos de la comunidad valenciana. Dentro de este marco, el Centro Valenciano de Estudios sobre el Riego (CVER), que es el encargado de proyectar el plan de modernización incluye entre sus métodos una recopilación e integración en un SIG de la información existente de las infraestructuras de riego valencianas, así como una base de datos actualizada de las entidades de riego.

Por ello, el presente proyecto se ha llevado a cabo con la intención de, mediante una aplicación para dispositivos móviles, destinada a ser usada por los propios regantes, realizar una captura de datos en campo y haciendo uso de bases de datos, ofrecer mediante un servidor toda la información obtenida para su uso y análisis por parte de los proyectistas del plan de modernización a través de un SIG.

Summary

The agrarian sector of the Valencian Community is undergoing a modernization process outlined in the Irrigation Modernization Plan whose objectives are to plan investments to improve the energy and water efficiency of the irrigation infrastructure of the Valencian community. Within this context, the Valencian Center for Irrigation Studies (CVER), which is in charge of projecting the modernization plan includes among its methods a compilation and integration into a GIS of the existing information on Valencian irrigation infrastructures, as well as a updated database of irrigation entities.

For this reason, this project has been developed with the intention of using an application for mobile devices, intended to be used by the irrigators themselves, capture data and using databases, offer through a server all the information arranged in a GIS for the use and analysis by the designers of the modernization plan.

Resum

El sector agrari de la Comunitat Valenciana està patint un procés de modernització plantejat en el Pla de Modernització de Regadius té com a objectius planificar les inversions per a la millora de l'eficiència energètica i hídrica de la infraestructura de regs de la Comunitat Valenciana. Dins d'aquest marc, el Centre Valencià d'Estudis sobre el Reg (CVER), que és l'encarregat de projectar el pla de modernització inclou entre els seus mètodes un recull i integració en un SIG de la informació existent de les infraestructures de reg valencianes, així com una base de dades actualitzada de les entitats de reg.

Per això, el present projecte s'ha dut a terme amb la intenció de, mitjançant una aplicació per a dispositius mòbils, destinada a ser usada pels propis regants, fer una captura de dades en camp i fent ús de bases de dades, oferir mitjançant un servidor tota la informació obtinguda per al seu ús i anàlisi per part dels projectistes del pla de modernització a través d'un SIG.

Índice de figuras

Figura 1. Esquema actuaciones. Fuente: CVER.....	13
Figura 2. Cuota de mercado Sistemas Operativos. Fuente: StatCounter	14
Figura 3. Trilateración para determinar la posición. Fuente: GIS Geography	18
Figura 4 Señales GNSS. Fuente: Navipedia	19
Figura 5. Número de dispositivos vendidos. Fuente: GSA	20
Figura 6. Dispositivos en uso por sectores. Fuente: GSA.....	21
Figura 7. Precisión en posicionamiento. Fuente: GNSS: GPS, GALILEO, GLONASS, BEIDOU Fundamentos y métodos de posicionamiento	22
Figura 8. Localización mediante telefonía móvil. Fuente: KZblog.....	23
Figura 9. Flujo de trabajo. Fuente: Elaboración propia.....	26
Figura 10. Esquema diseño aplicación. Fuente: Elaboración propia	27
Figura 11. Logotipo GPSTest. Fuente: Google Play	28
Figura 12. Fórmula precisión horizontal. Fuente: Ingeniería Espacial Universidad de Sevilla.....	29
Figura 13. Ejemplo de uso del constructor de geometrías. Fuente: Manuel de PostGIS.....	31
Figura 14. Captura en campo balsa. Fuente: Elaboración propia	35
Figura 15. Captura en campo pozo Sagrada Familia N3. Fuente: Elaboración propia	36
Figura 16. Captura en campo de parcela. Fuente: Elaboración propia	36
Figura 17. Captura en campo impulsión. Fuente: Elaboración propia.....	36
Figura 18. Conexión mediante QGIS. Fuente: Elaboración propia.....	37
Figura 19. Vista de capas desde QGIS. Fuente: Elaboración propia	38
Figura 20. Logotipo aplicación AgroGDB. Fuente: Elaboración propia	39
Figura 21. Menú principal. Fuente: Elaboración Propia	40
Figura 22. Pantalla instrucciones. Fuente: Elaboración propia	41
Figura 23. Vista ficha información personal. Fuente: Elaboración propia	42
Figura 24. Menú selección elementos. Fuente: Elaboración propia	43
Figura 25. Ficha pozos. Fuente: Elaboración propia	44
Figura 26. Solicitud de permisos. Fuente: Elaboración propia	45

Figura 27. Vista georreferenciar. Fuente: Elaboración propia	46
Figura 28. Código QR descarga aplicación AgroGDB. Fuente: Elaboración propia.	47

Índice de tablas

Tabla 1. Evolución sistemas de telefonía. Fuente: Dr. Israel Quintanilla.....	16
Tabla 2. Cobertura LTE por comunidades autónomas. Fuente: Rastreator.com	17
Tabla 3. Características sistemas GNSS: GPS, GLONASS Y BeiDu. Fuente: Rock Santerre.....	19
Tabla 4. Estudio de errores. Fuente: Elaboración propia.....	28
Tabla 5. Promedios estudio errores. Fuente: Elaboración propia	29
Tabla 6. Estructura base de datos. Fuente: Elaboración propia	33
Tabla 7. Geometrías por entidad. Fuente: Elaboración propia.....	34
Tabla 8. Características móviles prueba campo. Fuente: Elaboración propia.....	35
Tabla 9. Resumen actividades proyecto. Fuente: Elaboración propia	49
Tabla 10. Tabla salarial convenio colectivo nacional de empresas de ingeniería y oficinas de estudios técnicos de 2020. Fuente: BOE	50
Tabla 11. Costes directos. Fuente: Elaboración propia.....	50
Tabla 12. Costes Indirectos. Fuente: Elaboración propia	51
Tabla 13. Presupuesto general de contrata. Fuente: Elaboración propia	52

índice

Resumen	4
Índice de figuras	7
Índice de tablas	9
Estado del arte.....	12
Sector agrario	12
Situación en la Comunidad Valenciana.....	12
Dispositivos móviles.....	14
Uso actual	14
Sistemas operativos: Android	14
Redes móviles	15
Tecnología GNSS.....	18
Introducción.....	18
Uso actual	20
GNSS aplicado a la telefonía	21
Objetivos.....	25
Metodología	26
Diseño de la aplicación.....	26
Estudio de errores.....	28
Programación de la aplicación	30
Base de datos	32
Prueba en campo	35
Conexión a servidor	37
Realización cartografía	38
Resultados.....	39
Presupuesto.....	49
Costes directos.....	49
Costes indirectos.....	51
Presupuesto general de contrata.....	52
Conclusiones	53
Bibliografía	55
Anexos.....	59
Código.....	59



Clases Java.....	59
Tarea Añadir.....	60
Tarea Finalizar.....	61
Ejemplo envío información.....	62
Cartografía.....	63

Estado del arte

Comenzaremos pues por explicar de forma detallada la situación actual de los diferentes componentes, que afectan tanto al sentido mismo del presente trabajo, como a su realización.

Sector agrario

El sector agrario es un eje principal de nuestro desarrollo como sociedad y ha sido el foco de atención de gran parte de los medios recientemente. Esto es debido principalmente a la gran cantidad de retos a los que se enfrenta este sector: modernización, cambio climático, eficiencia energética, consumo responsable del agua, etc.

Según un informe de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [1], se explica que para 2025, dos tercios de la población mundial vivirán en países afectados por estrés hídrico, y teniendo en cuenta que la agricultura y el ganado consumen el 70% del agua a nivel mundial, este escenario nos obliga a tener que actuar de cara a poder alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas [2].

Un informe sobre el sector agrario español realizado por la consultora PWC [3], apunta que España es el país de la Unión Europea con mayor proporción de PIB agrario, y a su vez el de mayor diversidad agrícola. Y es por ello que en España se debe actuar de forma más contundente, con tal de hacer frente a los retos que se presentan.

Dentro de este mismo informe, se habla de la necesidad de realizar una digitalización del sector, dando especial importancia a la gestión de bases de datos para una actuación más precisa, efectiva y eficiente en la toma de decisiones.

Situación en la Comunidad Valenciana

Dentro de la Comunidad Valenciana, encontramos que, según Roger Llanes Ribas, Director General de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Transición Ecológica de la Comunidad Valenciana, ha habido un incremento de las exportaciones agroalimentarias entre 2006 y 2016 de un 10%, a pesar de ser la Comunidad Autónoma con menor importe de ayuda por parte de la Unión Europea en relación con la media española [4].

Plan de modernización

En el contexto explicado anteriormente, la Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica, se propuso desarrollar un plan de mejora que pretendía aumentar la eficiencia energética -mediante el fomento del uso de energías renovables por parte de los regantes- e hídrica -realizando unas obras de mejora en los sistemas de riego-. Dicho plan sustituirá al conocido Plan Director de Modernización del Regadío de la Comunidad Valenciana, publicado en el DOGV número 2445 del 8 de febrero de 1995 [5].

El nuevo plan destinará más de 1000 millones de euros y tendrá un horizonte de 20 años, y entre sus múltiples objetivos encontramos la incorporación de las TICs a la agricultura.



Figura 1. Esquema actuaciones. Fuente: CVER

Uno de los encargados de llevar a cabo el proyecto es el Centro Valenciano de Estudios sobre el Riego [6], que muestra entre sus diferentes metodologías, la introducción de la información del estado de las infraestructuras agrarias en un SIG para su futuro análisis. La obtención de dicha información se realiza a través de una encuesta destinada a ser rellenada por los regantes. En dicha encuesta [7], encontramos, entre otras cosas, la solicitud de coordenadas para la georreferenciación de ciertos elementos. Aquí nace pues, uno de los principales objetivos de este proyecto: sustituir la encuesta analógica y automatizar el proceso de inventariado y geolocalización.

Dispositivos móviles

Por otro lado, el proyecto se basa en el uso de dispositivos móviles por parte de los miembros de las entidades de riego. Es importante pues realizar un escaneo del sector de los dispositivos móviles para validar la viabilidad del proyecto.

Uso actual

Actualmente en el mundo resulta haber más número de suscripciones móviles que de personas, concretamente hay 7700 millones de abonos según apunta el Observatorio Mundial de los residuos electrónicos de 2017 realizado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones, agencia de la ONU, para una población mundial aproximada de 7400 millones de personas. Dentro de ese mismo informe, se indica que más del 80% de la población mundial posee cobertura de banda ancha móviles [8].

Por ello, podemos concluir que se conseguirá solventar la necesidad de que los miembros de una comunidad de regantes estén en posesión de, al menos, un dispositivo móvil con conexión a internet.

Sistemas operativos: Android

Dentro del sector, encontramos dos grandes competidores. Aunque es cierto que hay más, entre los dos más populares abarcan casi el 99% del mercado de los sistemas operativos para dispositivos móviles. Estamos hablando de Android y de IOS, el sistema operativo de la empresa estadounidense Apple.

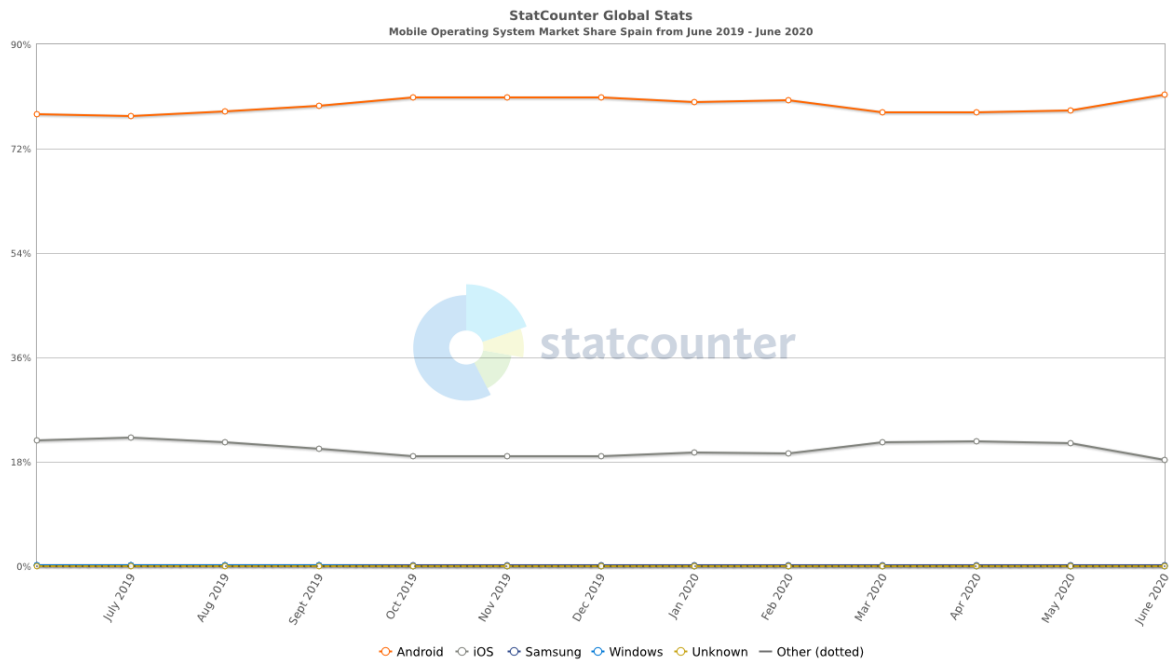


Figura 2. Cuota de mercado Sistemas Operativos. Fuente: StatCounter

Como se puede observar en la *Figura 2*, Android acapara el 81.39% del mercado en España, y la tendencia en el último año es al alza, por ello se considera que es el más idóneo para desarrollar la aplicación del proyecto.

Pero no solo se ha elegido Android por ser el más popular, sino porque nos ofrece también unas características que lo hacen mejor que sus competidores.

Se trata de un sistema basado en Linux y de código abierto. Android ejecuta el código en una máquina virtual, por lo que la portabilidad está garantizada. Este mismo sistema también lo hace más seguro, pues los programas están aislados unos de otros y, en caso de fallo, no afecta al resto de servicios en ejecución. Además, Android permite al usuario otorgar permisos a las aplicaciones y, en caso de deseárselo, retirarlos.

Por último, cabe mencionar que este sistema operativo está optimizado para consumir pocos recursos, ya que emplea la máquina de Java ART de Google, la cual está optimizada para dispositivos móviles [9].

Redes móviles

Para el envío de información desde la aplicación a la base de datos, alojada en el servidor remoto, se hará uso de redes de telefonía móvil, las cuales han ido evolucionando desde los últimos años y sería necesario conocer en qué situación se encuentran actualmente.

Tabla 1. Evolución sistemas de telefonía. Fuente: Dr. Israel Quintanilla

Sistemas 1G	Transmisión Analógica (FM) Solo aplicaciones de voz
Sistemas 2G (GSM) (9600 bps)	Transmisión Digital. Aplicaciones de voz y datos SMS. Telefonía celular y PCs
Sistemas 2.5G (GPRS) (56-114 kbps)	Transmisión Digital. Aplicaciones de voz y datos Empaquetado de datos, protocolo IP
Sistemas 3G (UMTS) (384 Kbps-2Mbps)	Transmisión Digital. Aplicaciones de voz y datos Empaquetado de datos, protocolo IP
Sistemas 4G (LTE) (50Mbps-100Mbps)	Transmisión Digital. Aplicaciones de voz y datos Empaquetado de datos, protocolo IP
Sistemas 5G (1 Gbps)	Transmisión Digital. Aplicaciones de voz y datos Empaquetado de datos, protocolo IP Internet de las cosas

Actualmente la cobertura 4G está asentada y dicha tecnología nos permite obtener cartografía de internet a través de servicios WMS, un estándar de la OGC [10]. A su vez, permite una comunicación bidireccional entre el servidor y el dispositivo móvil lo que acorta los tiempos de espera durante los envíos de información [11].

De cara al proyecto, esto es un factor importante, ya que nos garantiza el envío rápido de la información sin necesidad de cumplir tiempos de espera.

Otro factor importante es la cobertura de la red, y en el caso del 4G en España, encontramos que dicha cobertura abarca un 92% del territorio nacional. Podemos conocer dicha magnitud desglosada por comunidades autónomas [12].

Tabla 2. Cobertura LTE por comunidades autónomas. Fuente: Rastreator.com

Comunidad autónoma	Cobertura LTE
Melilla	100,00%
Madrid (Comunidad de)	99,70%
País vasco	99,00%
Galicia	98,90%
Cataluña	98,70%
Ceuta	98,50%
Murcia (Región de)	98,20%
Canarias	98,10%
Comunitat Valenciana	98,00%
Balears (Illes)	97,90%
Cantabria	97,90%
Andalucía	97,70%
Asturias (Principado de)	96,90%
Rioja (la)	94,80%
Extremadura	93,10%
Castilla-La Mancha	92,50%
Navarra (Comunidad Foral)	91,10%
Aragón	90,90%
Castilla y León	89,30%

Como se puede comprobar, a pesar de no ser una de las comunidades con mayor cobertura, la Comunidad Valencia posee un 98% de territorio con acceso a la red 4G lo que nos garantiza la viabilidad del proyecto.

Tecnología GNSS

La geolocalización mediante dispositivos móviles es posible gracias a la tecnología GNSS. En este apartado explicaremos su funcionamiento con tal de entender cuáles son las posibles limitaciones a las que nos enfrentaremos.

Introducción

El término GNSS (Global Navigation Satellite System) hace referencia a los sistemas de cobertura global de navegación por satélite, que proporcionan un posicionamiento geoespacial.

Dichos sistemas, se fundamentan en la medida de la señal que generan los relojes de frecuencia constantes de los satélites. Estos relojes u osciladores son los encargados de generar las ondas sobre las que se envía la información.

En Tierra, los receptores captan estas señales y, conocidas con gran precisión la posición de los satélites, se puede calcular la posición del receptor en tierra midiendo las distancias entre los satélites y el receptor.

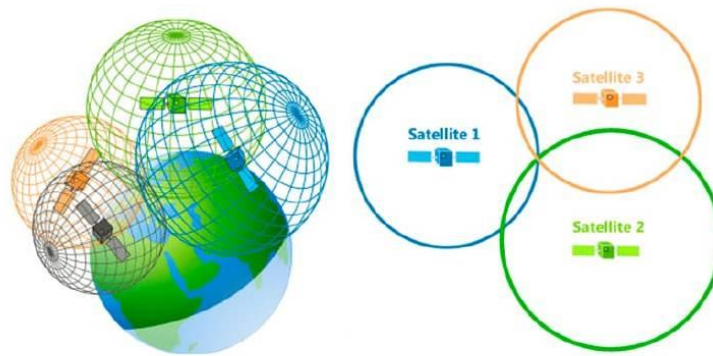


Figura 3. Trilateración para determinar la posición. Fuente: GIS Geography

A dicha distancia se le conoce como pseudodistancia y se obtiene a través del tiempo medido en la propagación de la señal, el cual, se obtiene comparando la señal recibida por el receptor del satélite y la réplica de dicha señal que genera el receptor, la cual estará desfasada ya que la señal recibida ha tenido que recorrer el trayecto. El receptor compara los códigos generados y recibidos y así es capaz de medir el tiempo transcurrido entre la emisión y la recepción y calcular la distancia recorrida.

Actualmente existen 4 sistemas globales: GPS (EE.UU), GLONASS (Rusia), BeiDou (China) y GALILEO (EU).

Tabla 3. Características sistemas GNSS: GPS, GLONASS Y BeiDou. Fuente: Rock Santerre

	GPS	GLONASS	BeiDou
			
Number of sat.	31	24	14 (5 GEO, 5 IGSO, 4 MEO)
Number of nominal satellite	24	24	35 (5 GEO, 3 IGSO, 27 MEO)
Number of orbital plan	6	3	3 (MEO)
Inclinaison plan	55°	65°	55° (MEO & IGSO)
Altitude (km)	20,180	19,100	21,530 (MEO)
Orbital period	11 h 58 m	11 h 16 m	12 h 50 m (MEO)
Time scale	GPST UTC(USNO)	UTC(SU)	BDT UTC(NTSC)
Coord. system	WGS 84	PZ 90	CGCS 2000
Ephemerides	Kepler Elements and temporal variations	Geocentric Cartesian Coord. and temporal variations	Kepler Elements and temporal variations
Ephemeris update	every 2 h	every 30 min	every 1 h
Message length	12.5 min	2.5 min	12 min (and 6 min)

También existen otros sistemas cuyas coberturas no son globales. A estos sistemas se les conoce como regionales, y están disponibles en estos momentos dos: QZSS de Japón e IRNSS de India.

En cuanto a las señales usadas, estas comprenden un rango de frecuencias entre 1 y 2 GHz para aquellas empleadas en la comunicación entre los satélites y los receptores. A dicha banda se le denomina banda L, cuya parte superior comprende de los 1559MHz a los 1610MHz, mientras que la inferior abarca desde los 1164 MHz a los 1300MHz.

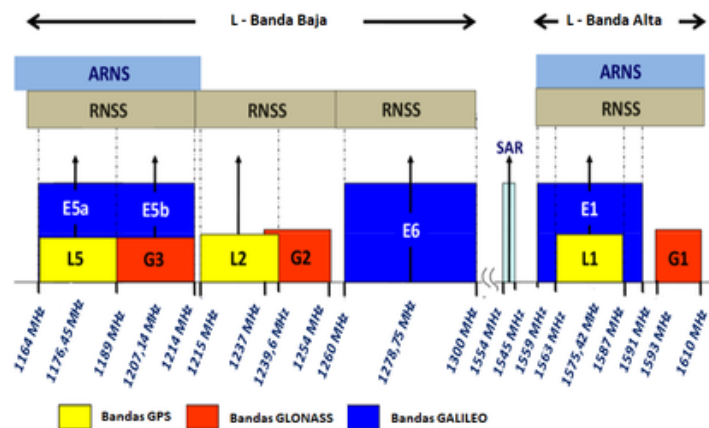


Figura 4 Señales GNSS. Fuente: Navipedia

La banda L es empleada para la navegación por satélites gracias a su óptima propagación.

Por otro lado, el uso de dos frecuencias portadoras distintas nos permite mitigar los errores de propagación ionosférica [13].

Uso actual

Para conocer la situación actual del mercado GNSS, acudimos al GNSS Market Report del 2019 [14], el cual es un informe muy completo y exhaustivo de todo lo relacionado con la industria de la localización por GNSS, así como un avance de las tendencias del mercado por sectores y analizando en todo momento las necesidades de los usuarios.

Dentro del informe, se indica que en 2019 había 1.4 dispositivos GNSS per capita y se estima que para 2029 la cifra crezca a un 2.1. Esto nos indica que el mercado está en aumento y que la disponibilidad por parte de la población de poseer un receptor GNSS tiende a ser máxima.

Los dispositivos que más se espera vender en los próximos años son aquellos cuyo coste es inferior a los 5€. El 90% de este tipo de receptor GNSS son los usados por los dispositivos móviles, y en 2019 consiguieron venderse más de 1.600 millones de unidades y se prevé que crezcan a más de 2,0 mil millones de unidades para 2029.

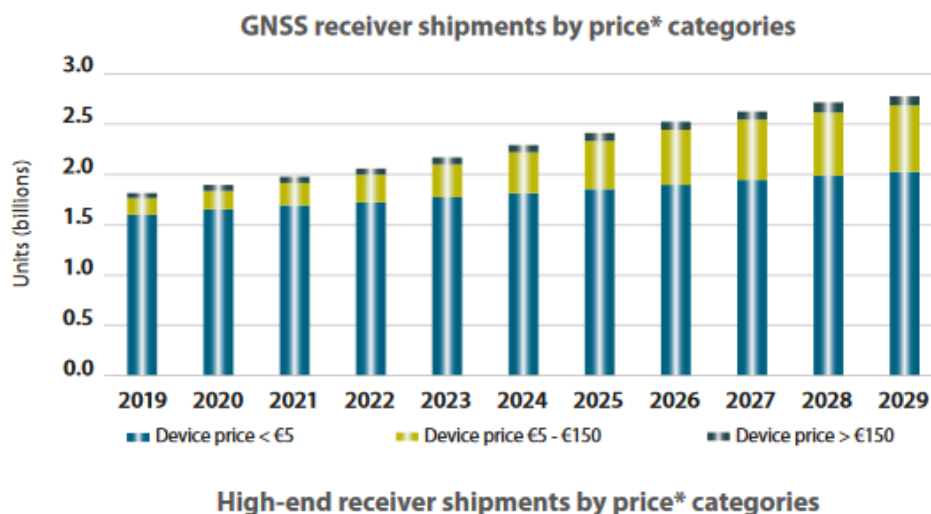


Figura 5. Número de dispositivos vendidos. Fuente: GSA

Si desglosamos las cifras por sectores, y nos centramos en la cantidad de dispositivos ya en uso, vemos un aumento estimado en 39,4 millones.

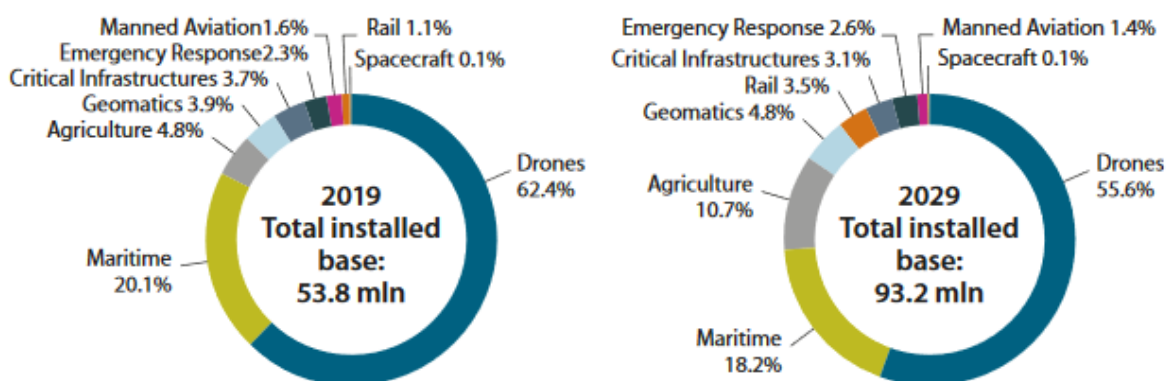


Figura 6. Dispositivos en uso por sectores. Fuente: GSA

Como podemos observar, se espera que la cantidad de dispositivos en el sector de la agricultura aumente hasta un 5.9%, lo cual era previsible teniendo en cuenta la tendencia modernizadora que está teniendo el sector.

GNSS aplicado a la telefonía

Describiremos los aspectos más relevantes de los dispositivos móviles relacionados con la tecnología GNSS y la navegación.

Tipos de chips

Dentro del mercado de los smartphones, encontramos una aglutinación de todas las principales funcionalidades del dispositivo en lo que se conoce como SoC (System on a Chip) o procesador. Este término describe la tendencia del mercado de la tecnología móvil a integrar la mayoría de funcionalidades en un único circuito integrado. Por ello, para conocer las capacidades de los móviles actuales, de cara al uso de tecnología GNSS, deberemos acudir al catálogo de las principales empresas de fabricación de procesadores para smartphones.

Dentro de los chips Media Tek [15], encontramos la gama Helio, la cual nos permite una conectividad con banda L1 a los sistemas Beidou, Galileo, Glonass y GPS.

Otra popular marca es Qualcomm, cuya serie SnapDragon nos ofrece las mismas prestaciones, un uso único de la banda L1 y compatibilidad con Beidou, Galileo, Glonass y GPS. Aunque es cierto que en algunos chips de mayor gama encontramos doble frecuencia teniendo acceso a Beidou, Galileo, GLONASS, NavIC, GPS, QZSS y SBAS según su página web [16].

Por último, la compañía Broadcom [17] produce chips de localización, donde encontramos el BCM47765 el cual llega a soportar GPS, GLONASS, NAVIC, BeiDou, Galileo, SBAS, y QZSS tanto en L1/ B1/E1 como en L5/E5a/B2a bandas de frecuencia. Dentro de la marca también encontramos aquellos que trabajan con frecuencia única y GNSS.

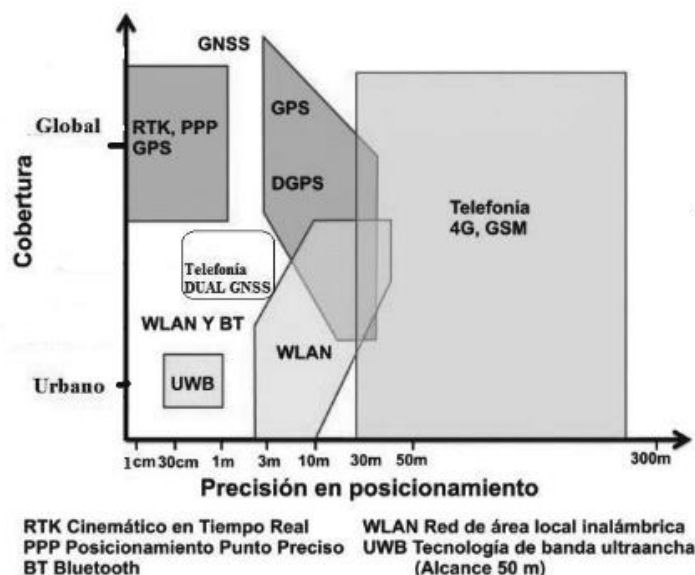


Figura 7. Precisión en posicionamiento. Fuente: GNSS: GPS, GALILEO, GLONASS, BEIDOU Fundamentos y métodos de posicionamiento

Podemos concluir pues, que mayoritariamente encontraremos procesadores con acceso a todos los sistemas de posicionamiento global disponibles (Beidou, Galileo, Glonass y GPS) y que, en móviles de alta gama, podemos conseguir un acceso a sistemas de posicionamiento regionales como QZSS y el uso de un receptor multifrecuencia, lo que nos permitirá alcanzar precisiones mucho mayores (unos 30 cm) y evitar efectos de trayectos múltiples gracias al uso de la señal L5, así como reducir algunos errores GNSS.

Tipos de localización:

Dentro de la telefonía móvil podemos encontrar dos tipos de localización.

Una primera corre a cuenta del chip de localización, basado en tecnología GNSS del propio dispositivo móvil. Mientras que la opción restante, hace un uso de las redes de telefonía móvil e internet para realizar la localización.

Procederemos pues a explicar ambas opciones, analizando las diferentes ventajas y desventajas que presentan.

Por último, se explicará una tecnología basada en la combinación de ambas.

GPS

Dentro de los dispositivos móviles, la localización por GPS es aquella que hace un uso directo del chip de localización. Este funcionamiento es idéntico al ya explicado en apartados anteriores. (Véase apartado Tecnología GNSS)

Durante el uso de esta tecnología, es probable que nos encontremos con unos tiempos de espera antes de tener una posición suficientemente precisa.

A su vez, esta modalidad de localización genera un consumo elevado de la batería del dispositivo y no funciona correctamente en interiores.

Redes

En este caso, la localización corre a cuenta de las señales de telefonía móvil y WIFI.

Esta técnica se basa en el conocimiento de las coordenadas de las antenas de telefonía móvil. Al conectarse a una, el receptor obtiene sus coordenadas. A su vez, la cantidad de energía recibida en la señal es inversamente proporcional a la distancia entre receptor y antena. Por ello, se puede actuar de igual forma que con la tecnología GNSS y obtener la posición del receptor en base a tres antenas conociendo las coordenadas de las bases, el tiempo de llegada de la señal y la intensidad de la misma.

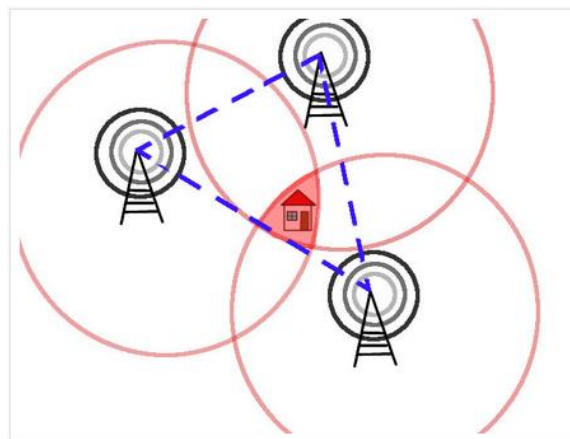


Figura 8. Localización mediante telefonía móvil. Fuente: KZblog

Esta opción, funciona muy bien en interiores y tiene un consumo bajo de la batería del dispositivo, no obstante, la precisión depende directamente del área que abarcan los repetidores, la cual suele variar entre 150 metros y 30 kilómetros. A esta tecnología se le conoce como localización GSM [18].

En caso de realizar la localización mediante WIFI, el funcionamiento es el mismo, solo que, en este caso, las bases son los rúters, los cuales deben de almacenar su ubicación exacta para que el sistema funcione. Para una localización en tres dimensiones será necesario un mínimo de 4 rúters. La precisión dependerá de la cantidad de rúters disponibles por el receptor y de la correcta información geográfica que se almacene en los mismos.

A-GNSS

La tecnología Assisted GNSS (A-GNSS) se basa en la integración de las tecnologías de localización anteriores.

Como ya hemos visto, las redes de telefonía móvil se basan en el uso de antenas, y cada una de dichas antenas conforma una célula. El tamaño de las células depende del área que abarca el repetidor y es mayor en entornos rurales (30 km) que en áreas urbanas (150m a 500m).

Cuando el usuario del dispositivo inicia la geolocalización, el receptor GPS comienza la búsqueda de la posición de los satélites en función del almanaque que tiene almacenado, el cual suele estar desactualizado.

Mediante la conexión a redes móviles, se puede conocer las coordenadas de la célula de telefonía móvil a la que el usuario está conectado. Usando estas coordenadas como posición inicial, podemos conocer la posición de los satélites en un tiempo menor.

Además, a través de la conexión a internet se transmite al dispositivo el último almanaque disponible, para conocer la ubicación actualizada de los satélites.

En conclusión, el objetivo de la tecnología A-GNSS es agilizar el proceso de inicialización de la ubicación del usuario basándose en la ubicación de las antenas de telefonía.

Objetivos

El proyecto pretende convertirse en una herramienta eficaz -y eficiente- para el inventariado de elementos de ingeniería rural, minimizando los costes económicos y agilizando el proceso.

Para conseguirlo se prescindirá de equipos profesionales en campos, lo cual nos lleva a tener que cumplir con las siguientes dos condiciones: que los propios técnicos de las comunidades de regantes -e incluso en ocasiones los propios regantes- sean capaces de usar la aplicación, y que esta consiga georreferenciar con unas precisiones tolerables para su posterior uso en SIG.

Por ello, una interfaz intuitiva y sencilla, debe ser nuestro objetivo a cumplir. Mientras que un estudio previo de mediciones en campo a través de la aplicación móvil nos garantizará ofrecer las precisiones requeridas.

Otro aspecto importante del proyecto es la gran diversidad de usuarios que trabajarán con la aplicación, lo que conlleva a tener que adaptarnos a un gran número distinto de teléfonos móviles y software. Por ello, la compatibilidad deberá ser lo suficientemente alta para garantizar que dentro de una comunidad de regantes se pueda hacer uso de la herramienta. Relacionado con lo anterior, cabe mencionar que la aplicación se desarrollará en tres idiomas diferentes: , inglés y valenciano.

Una vez conseguido todo esto, el proyecto pretende conseguir enviar los datos recogidos por cada uno de los usuarios, organizarlos de forma lógica e incorporarlos automáticamente a la base de datos con tal de que esta esté constantemente actualizada en cada una de las consultas realizadas a través de un SIG.

Metodología

A continuación, se mostrará el proceso llevado a cabo para realizar el proyecto, el cual, a grandes rasgos ha consistido en diseñar y desarrollar la aplicación, diseñar la base de datos, alojarla en un servidor, realizar las pertinentes conexiones y explotar la información obtenida para la realización de consultas SIG y cartografía.

El siguiente mapa conceptual resume el flujo de trabajo seguido durante la realización.

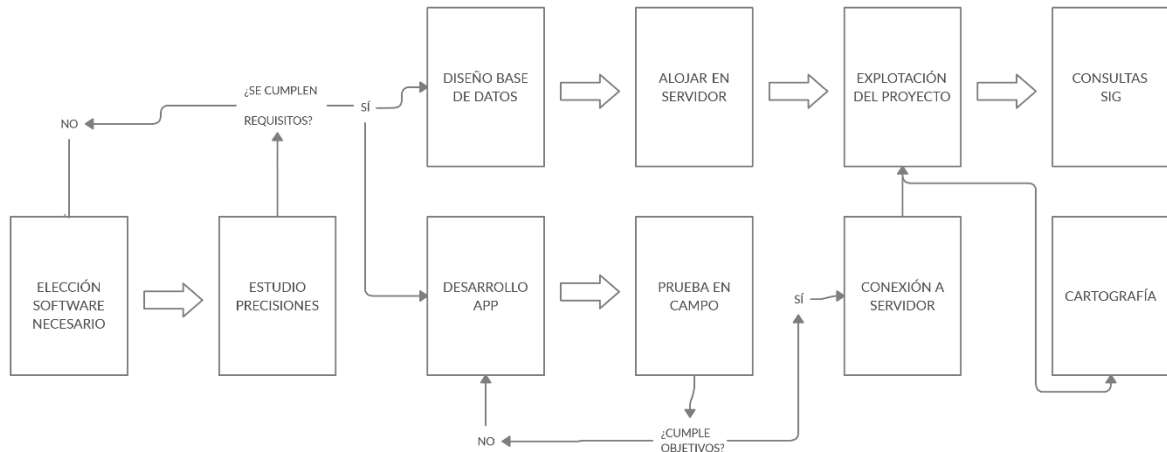


Figura 9. Flujo de trabajo. Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar, existen ciertos pasos que requieren de una iteración hasta alcanzar los requisitos y objetivos esperados con el proyecto.

Diseño de la aplicación

El punto de partida del proyecto reside en la elección del software que se empleará para su satisfactoria realización basándonos en los objetivos planteados en el apartado anterior.

Como ya hemos explicado, el desarrollo se centrará en teléfonos móviles con sistema operativo Android. Para dicha plataforma, Google desarrolló un entorno de programación llamado Android Studio [19], el cual es el oficial para desarrollar aplicaciones en Android desde 2013 en la conferencia Google I/O.

La programación dentro de este entorno se puede realizar tanto en Java como en Kotlin, ambos lenguajes nombrados por la compañía Google como los oficiales para Android. En este proyecto se ha optado por la programación en Java, puesto que sigue siendo el lenguaje más usado en el mundo y esto se convierte en una ventaja de cara a posibles ampliaciones del proyecto por parte de otros desarrolladores o en la búsqueda de soluciones a posibles problemas durante la realización de la aplicación.

Comenzaremos por diseñar un esquema del funcionamiento general que deberá tener la aplicación.

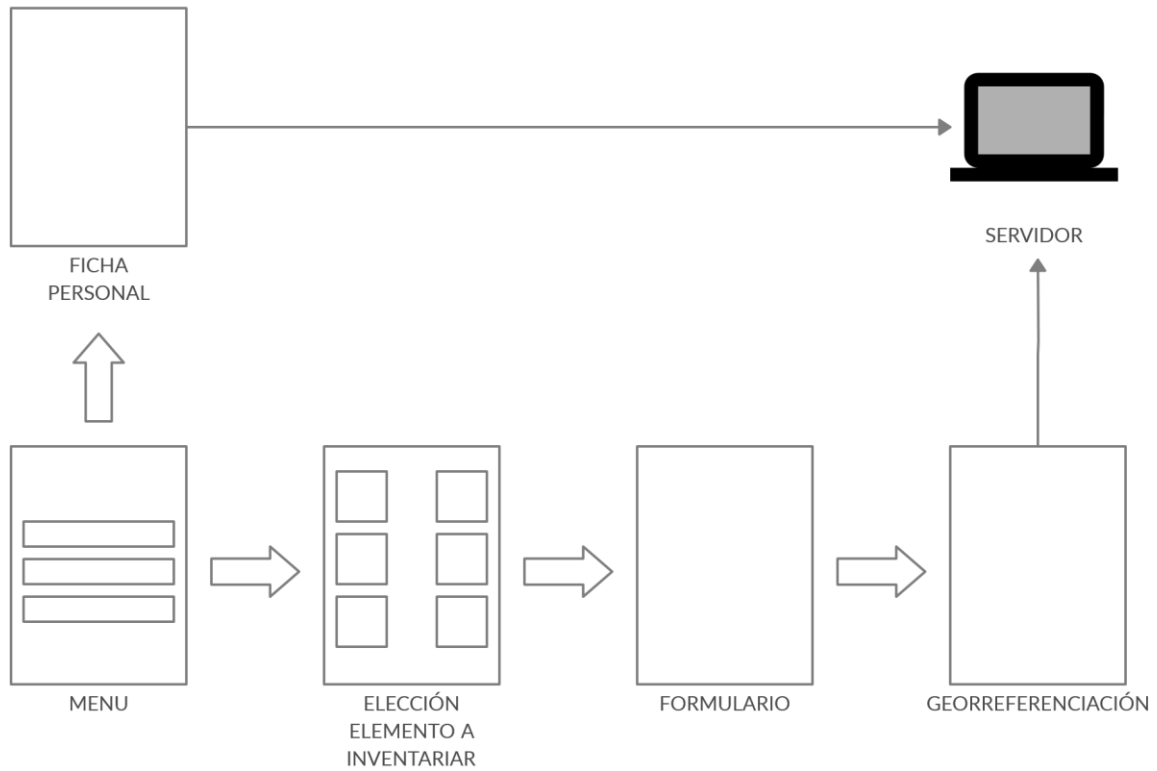


Figura 10. Esquema diseño aplicación. Fuente: Elaboración propia

Se trata de un esquema sencillo e intuitivo que asegure un uso correcto de la aplicación con el objetivo de evitar redundancia de datos o una mala calidad de los mismos.

A su vez, la aplicación ha sido programada para estar disponible en tres idiomas diferentes: español, valenciano e inglés.

Estudio de errores

Antes del desarrollo, haremos uso de una aplicación externa que nos permita observar las precisiones que se obtienen a través del receptor GNSS del dispositivo móvil.

Existen multitud de herramientas para dispositivos móviles que nos permiten conocer el estado de la señal GNSS. En nuestro caso, se ha elegido GPSTest [20] [21] debido a su carácter open-source y a la gran cantidad de datos que se pueden obtener acerca del estado de las diferentes constelaciones, así como de aspectos relevantes en la precisión final de las coordenadas, como son el PDOP o el DOP.



Figura 11. Logotipo GPSTest. Fuente: Google Play

Las medidas se realizarán en campo abierto para simular un uso real de la aplicación, y se prolongarán a lo largo de una jornada.

Tabla 4. Estudio de errores. Fuente: Elaboración propia

OBSERVACIÓN	PDOP	H DOP	V DOP	N Satélites	Constelaciones	SBAS	Hora
1	0,8	0,5	0,6	25	GALILEO, GPS, BEIDU, COMPASS	SÍ (EGNOS)	10:00
2	0,9	0,6	0,6	21	GALILEO, GPS, BEIDU, COMPASS	SÍ (EGNOS)	11:00
3	0,8	0,6	0,6	25	GALILEO, GPS, BEIDU, COMPASS	SÍ (EGNOS)	12:00
4	0,8	0,5	0,6	25	GALILEO, GPS, BEIDU, COMPASS	SÍ (EGNOS)	13:00
5	0,8	0,5	0,6	28	GALILEO, GPS, BEIDU, COMPASS	SÍ (EGNOS)	14:00
6	0,8	0,6	0,6	26	GALILEO, GPS, BEIDU, COMPASS	SÍ (EGNOS)	15:00
7	0,8	0,5	0,6	25	GALILEO, GPS, BEIDU, COMPASS	SÍ (EGNOS)	16:00
8	0,8	0,5	0,6	25	GALILEO, GPS, BEIDU, COMPASS	SÍ (EGNOS)	17:00
9	0,8	0,5	0,6	26	GALILEO, GPS, BEIDU, COMPASS	SÍ (EGNOS)	18:00
10	0,9	0,6	0,6	24	GALILEO, GPS, BEIDU, COMPASS	SÍ (EGNOS)	19:00
11	0,8	0,5	0,6	26	GALILEO, GPS, BEIDU, COMPASS	SÍ (EGNOS)	20:00
12	0,9	0,6	0,6	22	GALILEO, GPS, BEIDU, COMPASS	SÍ (EGNOS)	21:00

Con los datos de la tabla anterior estamos en disposición de calcular las precisiones esperables durante el uso de la aplicación.

Tabla 5. Promedios estudio errores. Fuente: Elaboración propia

	PDOP	H DOP	V DOP	N Satélites
PROMEDIO	0,83	0,54	0,60	25

Para el cálculo de la precisión horizontal obtenida, deberemos conocer el HDOP medio y el error UERE. Este último es una estimación que depende de los errores en los relojes de los satélites, en el cálculo de las órbitas, y errores en el receptor como los errores atmosféricos, ruido o efecto de caminos múltiples. En este caso, se estima en 1.3 metros.

$$\text{Precisión horizontal } 2 - DRMS = 2HDOP \times \sigma_{UERE}$$

Figura 12. Fórmula precisión horizontal. Fuente: Ingeniería Espacial Universidad de Sevilla

Realizando los cálculos tenemos:

$$E_{H Acc} = 2 * 0.54 * 1.3 \approx 1.4 \text{ m}$$

Con el valor obtenido anteriormente podremos determinar a qué escala podremos difundir la información obtenida mediante la aplicación.

Si consideramos el error horizontal cometido como la mínima longitud de los elementos a inventariar, tenemos que la escala E mínima será igual a:

$$E = \frac{1400}{0.2} = 7000$$

Donde 0.2 representa el límite de percepción visual. La escala obtenida es más que suficiente para los objetivos propuestos, ya que no existe una necesidad de abarcar grandes áreas, pero sí se permite identificar con comodidad edificios y construcciones agrarias.

Una vez comprobado que podremos obtener unas precisiones aceptables procedemos a realizar la aplicación.

Programación de la aplicación

En Android, se conoce como actividad a cada uno de los menús o pantallas a los que se accede en la aplicación. En este caso, se parte de una actividad principal que corresponde al menú inicial. En él, se nos muestran las diferentes opciones disponibles. En el caso de seleccionar la opción de *Perfil*, accederemos a un formulario en el que el usuario deberá rellenar una serie de datos tanto personales como relativos a la Entidad de Riego a la que pertenece. Esto nos permite obtener información de una misma Comunidad de Regantes a través de varios usuarios y, en consecuencia, ahorrar tiempo. Una vez hecho esto, los datos se enviarán a la base de datos, a las tablas de información personal y EERR respectivamente; y todo elemento de ingeniería rural que capture el usuario a partir de este momento estará asociado a dicha información.

Para ello, el usuario deberá acceder a la siguiente opción disponible: *inventariar*. En esta actividad, el usuario elegirá que tipo de elemento desea capturar de entre los seis disponibles. En este paso se determina el tipo de identidad elegido: polígono o puntual.

Seguidamente, se muestra el formulario correspondiente al elemento elegido.

Por último, al seleccionar la opción de georreferenciar, disponible en forma de botón a continuación del formulario, se ejecutará la actividad encargada de georreferenciar la entidad.

En función del tipo de elemento elegido, se le permitirá al usuario introducir uno o varios puntos, y una vez finalizado, se enviará la información a la base de datos espacial.

Sabiendo que las precisiones rondan los 1.4 metros, la aplicación solo aceptará datos a partir de los 3 metros de precisión estimada con tal de conservar una homogeneidad en los mismos.

La geolocalización se apoya en la clase de Android: `Android.Location`. Si consultamos la API de Android, se define a dicha clase como aquella que representa la información geográfica. Dentro de la misma, encontramos otra clase llamada `LocationManager`, encargada de proporcionar acceso a los sistemas de localización. Estos servicios permiten que las aplicaciones obtengan actualizaciones periódicas de la ubicación geográfica del dispositivo o que se les notifique cuando el dispositivo entra en la proximidad de una ubicación geográfica determinada [22].

Para el desarrollo de la aplicación, se ha elegido al chip GNSS como proveedor de la localización, ya que es el más preciso de los disponibles.

El envío de información entre la aplicación y la base de datos PostgreSQL, se hace a través de un driver de PostgreSQL para Java, que se encargará de realizar la comunicación entre la aplicación y el servidor PostgreSQL. Este driver nos solicita una URL (Uniform Resource Locator), que ha de contener la IP del servidor y el nombre de la base de datos.

La información se escribe en lenguaje SQL (Structured Query Language), y en el caso de la geometría, se usa el constructor ST_GeomFromText, un constructor de geometrías a partir de una representación de texto del OGC WKT en formato ASCII [23].

```
SELECT ST_GeomFromText('POINT(-71.064544 42.28787)');  
  
SELECT ST_GeomFromText('POLYGON((-71.1776585052917 42.3902909739571,-71.1776820268866 42.3903701743239,  
-71.1776063012595 42.3903825660754,-71.1775826583081 42.3903033653531,-71.1776585052917 42.3902909739571))');
```

Figura 13. Ejemplo de uso del constructor de geometrías. Fuente: Manuel de PostGIS

Para el presente proyecto no ha sido posible disponer de un servidor abierto, por lo que se procederá a trabajar con un servidor local. Esto no interfiere en una futura implementación del proyecto, pues bastaría con cambiar la IP de la llamada en el código de la aplicación, y alojar la base de datos ya diseñada en el correspondiente servidor abierto.

Para trabajar de forma local, es necesario que tanto el servidor en el que se aloje la base de datos como los dispositivos móviles que hagan uso de la aplicación, pertenezcan a la misma red. Por ello, a la hora de trabajar en campo, se ha procedido a generar mediante un dispositivo móvil, una red WIFI a través de datos móviles, a la cual se conectan tanto el resto de usuarios como el ordenador que hará de servidor.

Base de datos

En cuanto al almacenamiento de los datos, en este proyecto trabajaremos principalmente con bases de datos PostgreSQL y su extensión PostGIS, mediante la cual crearemos la componente geográfica de los datos.

PostgreSQL [24] es un sistema de base de datos relacional de código abierto, la cual se ha elegido por su capacidad para tener una alta concurrencia, lo que permite el acceso a una tabla por multiusuarios sin bloqueos. Entre sus muchas ventajas destacan la seguridad, las autorizaciones, y la conexión directa al sistema de gestión de base de datos pgAdmin4. Pero la de mayor relevancia para el presente proyecto es la posibilidad de añadir la extensión PostGIS [25], la cual añade a la base de datos soporte de objetos geográficos y permite consultas espaciales mediante SQL así como conexiones directas desde software SIG como Quantum GIS [26].

La distribución de la información dentro de la base de datos se hará acorde al siguiente esquema, donde tanto el teléfono de la persona que añade la información, como el nombre de la entidad de riego a la que pertenece el usuario, son almacenadas en la tabla correspondiente al elemento que se esté inventariando en ese momento, para conocer así, quien realizó la captura, y la comunidad de regantes a la que pertenece.

Tabla 6. Estructura base de datos. Fuente: Elaboración propia

OTROS	EERR	FICHA_PERSONAL	PARCELAS
ID [PK] integer	CODIGO [PK]integer	NOMBRE text	ID [PK] integer
Nombre text	DENOMINACION text	POSICION text	TipoCultivo text
Year integer	DIRECCION text	TELEFONO [PK] integer	Sistema de Riego text
Descripcion text	TELEFONO integer		num_telf integer
num_telf integer			EERR text
EERR text			geom geometry
geom geometry			

BALSAS	CABEZALES	POZOS	IMPULSIONES
ID [PK] integer	ID [PK] integer	ID [PK] integer	ID [PK]integer
Nombre text	Nombre text	Nombre text	Nombre text
Year integer	Dimensiones integer	Year integer	Year integer
Capacidad integer	Tipo Construccion text	Codigo concesion administrativa integer	Tipo Tarifa Electrica text
Estado text	num_telf integer	Profundidad sondeo double	Potencia Contratada integer
Materiales text	EERR text	Diametro sondeo double	Tipo de Bomba text
Filtraciones Boolean	geom geometry	Nivel Piezometrico double	Caudal Nominal integer
Problemas Funcionamiento text		Tipo Tarifa Electrica text	Altura Manométrica integer
Funcion text		Potencia Contratada integer	num_telf integer
num_telf		Tipo Bomba text	EERR text
EERR text		Caudal Nominal integer	geom geometry
geom geometry		Altura manometrica integer	
		Variador boolean	
		num_telf integer	
		EERR text	
		geom geometry	

Dentro de cada tabla se introducirán las columnas necesarias y, en caso de elementos georreferenciables, una columna correspondiente a la geometría.

Al tratarse de coordenadas obtenidas a través de un chip receptor GNSS, el sistema de coordenadas empleado es el WGS84.

PostGIS trabaja introduciendo el código EPSG [27] específico en el cual introducimos las coordenadas, por ello, deberemos buscar aquel código que haga referencia a coordenadas geográficas en WGS84. Consultando en la propia tabla de sistemas de referencia de PostGIS, vemos que el código que deberemos emplear será el 4326.

De cara a construir la geometría, se elegirá la entidad que mejor se adapte a cada uno de los distintos elementos que se podrán inventariar mediante la aplicación. Así pues, encontramos la siguiente distribución.

Tabla 7. Geometrías por entidad. Fuente: Elaboración propia

	f_table_catalog character varying (256)	f_table_sch name	f_table_name name	f_geome name	coor intég	srid integer	type character varying (30)
1	agroGDB	public	BALSAS	geom	2	4326	POLYGON
2	agroGDB	public	IMPULSIONES	geom	2	4326	POINT
3	agroGDB	public	CABEZALES	geom	2	4326	POINT
4	agroGDB	public	OTROS	geom	2	4326	POINT
5	agroGDB	public	PARCELAS	geom	2	4326	POLYGON
6	agroGDB	public	POZOS	geom	2	4326	POINT

Prueba en campo

Con la aplicación desarrollada y la base de datos lista, procedemos a realizar el testeo de la solución mediante una salida a campo, simulando su futuro uso real.

Para la prueba se usarán 4 dispositivos móviles diferentes, y los usuarios no dispondrán de más información que la disponible en la propia aplicación.

A continuación, se muestran las principales características de los dispositivos usados durante la prueba.

Tabla 8. Características móviles prueba campo. Fuente: Elaboración propia

NOMBRE	PROCESADOR	SISTEMAS SOPORTADOS
REALME 6I	Mediatek Helio G80	BeiDou, Galileo, GLONASS, GPS
HUAWEI HONOR 10	HiSilicon KIRIN 970	GPS, GLONASS, Galileo
XIAOMI REDMI NOTE 8 PRO	MediaTek Helio G90T (MT6785T)	BeiDou, Galileo, GLONASS, GPS
XIAOMI REDMI 7	Qualcomm Snapdragon 632	GPS, GLONASS

El objetivo de la prueba será almacenar en la base de datos 4 elementos: un pozo, una balsa, una impulsión y una parcela.

En el caso de la balsa, se ha procedido a geolocalizar sus esquinas, y para su lado curvo, se han añadido puntos cada dos metros con tal de caracterizar en la medida de lo posible la forma de la balsa.



Figura 14. Captura en campo balsa. Fuente: Elaboración propia

En el caso del pozo elegido para la prueba, este se encontraba dentro de una edificación, por lo que su georreferenciación se hizo desde fuera del edificio, acercando el móvil lo máximo posible a la construcción.



Figura 15. Captura en campo pozo Sagrada Familia N3. Fuente: Elaboración propia

Para la parcela se ha procedido de igual manera que en el caso de la balsa, se han marcado las esquina de la misma definidas por la medianera existente entre las parcelas colindantes.



Figura 16. Captura en campo de parcela. Fuente: Elaboración propia

Por último, se ha procedido a georreferenciar la impulsión de igual forma que en el caso del pozo, solo que, en este caso, si que ha sido posible posicionarse dentro de la construcción.



Figura 17. Captura en campo impulsión. Fuente: Elaboración propia

Durante la realización, los usuarios echaron en falta una mayor comunicación por parte de la aplicación a la hora de conocer los procesos que se llevan a cabo. Por ello, en una nueva versión, se comunicará al usuario mediante mensajes en la pantalla qué acción se acaba de realizar a modo de confirmación.

Todos los resultados tras la realización de la prueba están disponibles en la cartografía del proyecto. (Véase apartado Cartografía).

Conexión a servidor

La conexión al servidor para poder acceder a la información disponible en la base de datos se puede realizar de diversas formas.

Al haber elegido PostgreSQL, es posible realizar una conexión de forma directa desde aplicaciones SIG de escritorio. En este caso concreto vamos a utilizar QGIS, en su versión 3.10.5 desde Windows.

Añadiremos una nueva capa PostGIS e iniciaremos una nueva conexión. Para ello, indicaremos el nombre de la conexión, la URL del servidor (para la prueba se ha usado localhost), el puerto, el nombre de la base de datos, el usuario y la contraseña. Una vez hecho esto, tendremos acceso a la información de la base de datos.

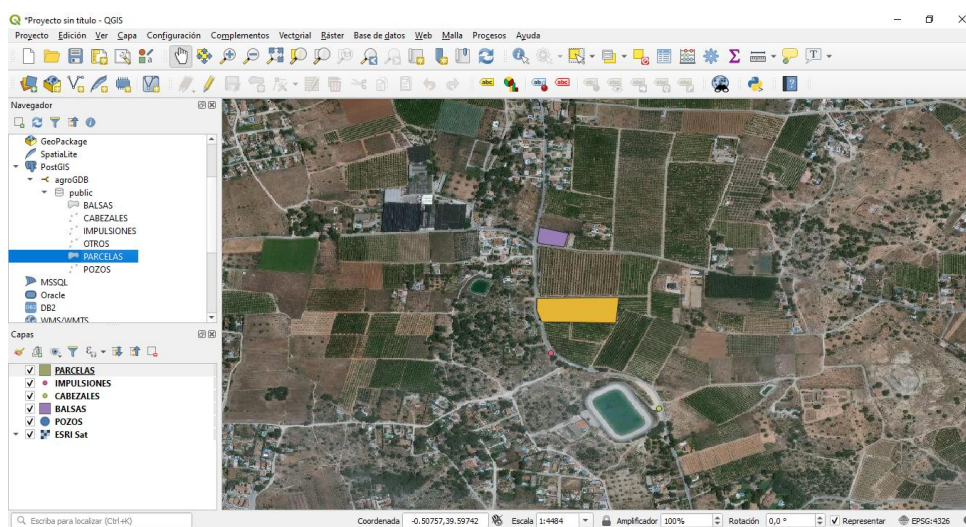


Figura 18. Conexión mediante QGIS. Fuente: Elaboración propia

La conexión establecida nos permite utilizar la información de la base de datos dentro del SIG, pero a su vez, nos permite añadir y editar la información tanto alfanumérica como geográfica. Esto es gracias a la posibilidad de generar varios usuarios y otorgarles un tipo de permiso específico a cada uno. En este caso, el usuario tiene permisos tanto para poder visualizar como para editar la información disponible.

Realización cartografía

Para mostrar los resultados obtenidos tras el uso de la aplicación, se ha optado por una representación gráfica en forma de mapa.

Primeramente, para facilitar la orientación del usuario que consulte la cartografía, se usará como base una capa de datos teselados en formato XYZ proporcionada por la empresa ESRI [28], a través de una conexión directa al servidor. Se trata de una capa formada por imágenes obtenidas por satélites.

Añadimos una nueva conexión XYZ Tiles e introducimos el URL de la fuente deseada.

Tanto esta capa como las pertenecientes a la base de datos del proyecto, no nos permiten trabajar si no disponemos de una conexión a internet.

Una vez hecho esto, añadimos las capas procedentes de la conexión a la base de datos. Esto se hace a través de la conexión al servidor PostgreSQL que teníamos previamente guardada.

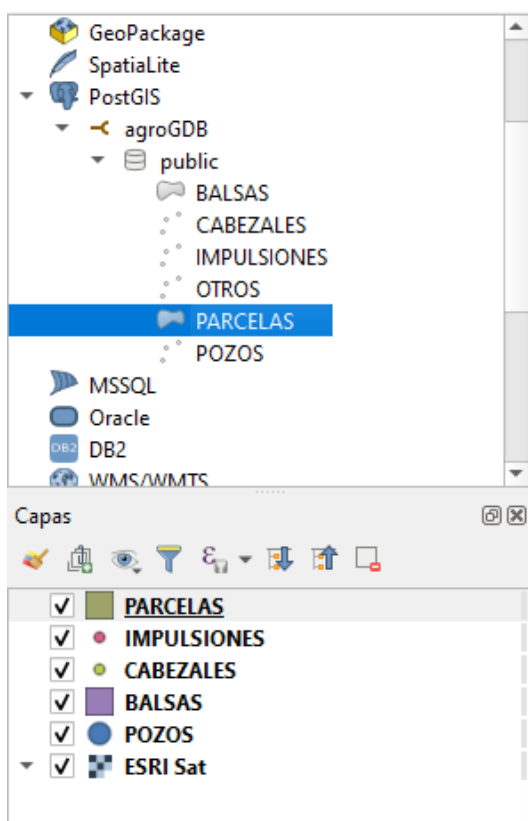


Figura 19. Vista de capas desde QGIS. Fuente: Elaboración propia

Editamos una simbología adecuada a cada una de las entidades y procedemos a la maquetación del mapa.

Resultados

En el presente apartado, promocionaremos el resultado obtenido tras la finalización del proyecto.

Comenzaremos por describir el resultado final de la aplicación usando imágenes tomadas desde el propio móvil para ilustrar lo explicado.



Figura 20. Logotipo aplicación AgroGDB. Fuente: Elaboración propia

Las capturas se han realizado sobre un móvil cuyo idioma predeterminado es el castellano, aunque, como ya se ha mencionado anteriormente, en caso de disponer de una configuración de idioma predeterminado diferente, y ser los establecidos el inglés o el valenciano, la aplicación traduciría todos sus textos al idioma que corresponda de los dos.

El punto de partida es la pantalla de inicio, la cual contiene al menú principal, desde el cual se acceden al resto de utilidades o bien se cierra la aplicación mediante el correspondiente botón.

Se observan los logotipos de la Universidad Politécnica de Valencia y de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Geodésica, Cartográfica y Topográfica, y, en cuanto al fondo, se trata de la misma imagen que ocupa la portada del presente documento y que ha sido cedida de forma gratuita a través de un portal de fotografías por el autor.



Figura 21. Menú principal. Fuente: Elaboración Propia

Dentro del menú principal, si se tratase de un primer uso, se accionará el botón que nos dirigirá a las instrucciones. Dentro de dicha vista, tendremos unas breves instrucciones dispuestas sobre un texto desplazable, con tal de garantizar una cómoda lectura independientemente del tamaño de pantalla que tenga el dispositivo.

En dichas instrucciones, se advierte, en primer lugar, al usuario de que active los servicios de localización de su dispositivo móvil. Seguidamente, se le explica el funcionamiento básico de la aplicación, indicándole dónde deberá registrar sus datos personales y cómo deberá proceder a registrar los elementos que desee.

00:50

13.0 49%



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA GEODÉSICA
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

La presente aplicación ha sido realizada por el estudiante de Ingeniería Geomática Manuel Miñambres Vidal con motivo de su proyecto de fin de carrera.

INSTRUCCIONES

- Deberá activar la ubicación de su dispositivo móvil
- Seguidamente deberá rellenar sus datos personales accediendo al apartado Perfil
- Una vez realizado lo anterior ya podrá comenzar



Figura 22. Pantalla instrucciones. Fuente: Elaboración propia

Tal y como indican las instrucciones pues, se retrocederá hasta el menú principal y se seleccionará el botón referente a la vista *Perfil*. En ella, el usuario podrá rellenar los datos necesarios y enviarlos a la base de datos. La forma de hacerlo, dependerá del tipo de datos que se vayan a introducir, en caso de añadir un teléfono móvil, por ejemplo, se abrirá el teclado numérico directamente.



Figura 23. Vista ficha información personal. Fuente: Elaboración propia

El botón *Añadir* es el encargado de iniciar el envío de la información, el cual se realiza en segundo plano, y devolvemos al menú principal de la aplicación.

Los datos personales se almacenarán en variables locales de la aplicación, por lo que, en futuros usos, al acceder al menú del perfil, se podrán visualizar los datos personales introducidos anteriormente y no será necesario volver a introducirlos.

Con los datos personales enviados a la base de datos y almacenados en las variables locales del programa, ya se está en disposición de comenzar a inventariar. Por ello, dentro del menú principal accedemos a la vista encargada de ello a través del botón *Inventariar*.

Dicho botón nos conduce a un menú en el cual deberemos elegir el tipo de elementos de ingeniería rural que vamos a inventariar. En un principio se han tipificado un total de 6 elementos, dispuestos en una rejilla de dos columnas y tres filas.

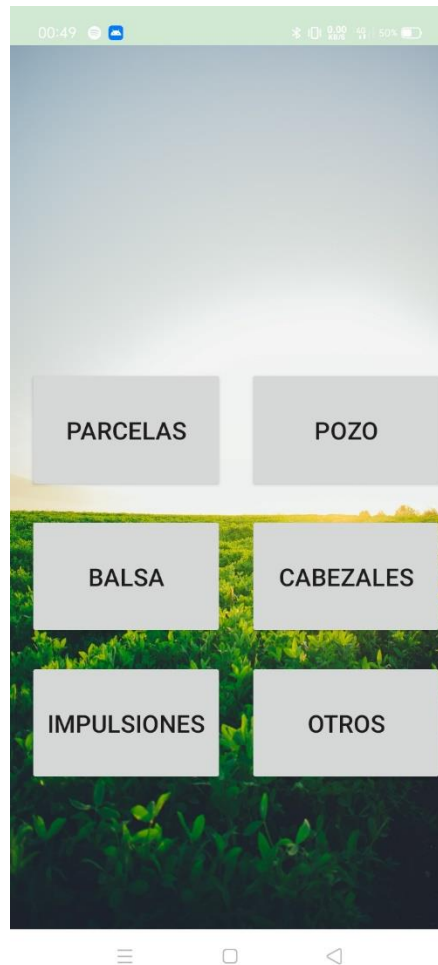


Figura 24. Menú selección elementos. Fuente: Elaboración propia

Al seleccionar una casilla, se nos mostrará la ficha correspondiente, en la cual rellenaremos la información relativa al elemento. En este caso, y a modo de ejemplificación, se muestra la ficha correspondiente a los pozos. De nuevo, el método de introducción de datos dependerá del tipo de dato que vaya a almacenar la casilla, agilizando el proceso de introducción de los datos.

En algunos casos, y los pozos es uno de ellos, encontraremos un *CheckBox*, empleado normalmente para valores binarios, como puedan ser si un pozo posee o no un variador, o si una balsa sufre o no de filtraciones. De nuevo se trata de simplificar en la medida de lo posible las funcionalidades de la aplicación.

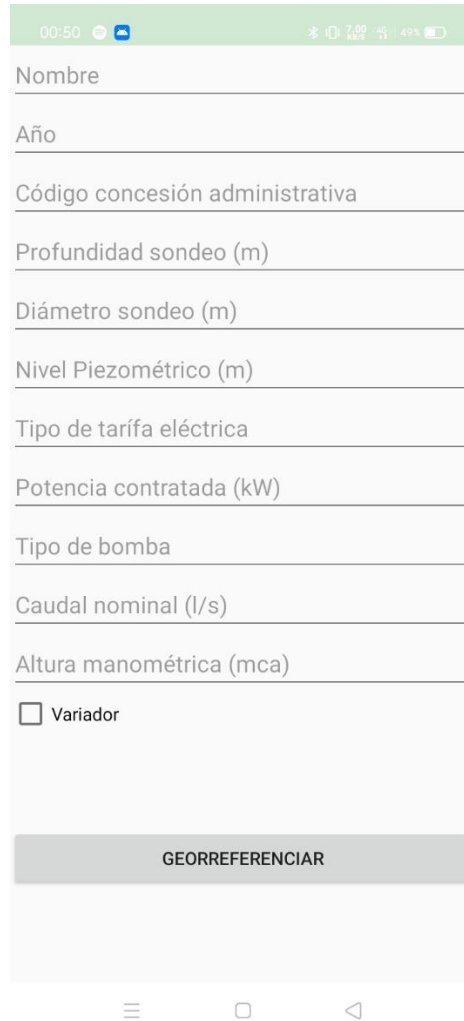


Figura 25. Ficha pozos. Fuente: Elaboración propia

Esta vista está compuesta por una parte fija correspondiente al botón *georreferenciar*, el cual varía su posición en función de la cantidad de entradas que posee una ficha, guardando la misma distancia medida en *dp* (una medida que se basa en la densidad de píxeles por pulgada de cada pantalla o dispositivo móvil), con respecto a la última entrada de la ficha. Esto supone una reutilización de código y reduce el número de vistas a diseñar.

Este botón, nos lleva a la vista encargada de la georreferenciación.

Dicha vista, lleva una clase de Java asociada cuya programación emplea el proveedor de localización del dispositivo, por ello, una vez accionado el botón *Georreferenciar*, el móvil nos solicita los permisos correspondientes a dicha actividad.



Figura 26. Solicitud de permisos. Fuente: Elaboración propia

Como ya hemos visto, será necesario que el usuario otorgue los permisos solicitados por la aplicación ya que en caso contrario esta no funcionará.

Una vez aceptados los permisos, se abre la siguiente vista.



Figura 27. Vista georreferenciar. Fuente: Elaboración propia

En ella, se nos muestra la latitud y longitud, en coordenadas geográficas, recibidas por el chip de localización del dispositivo. Las unidades empleadas son grados geográficos en el sistema de referencia WGS84. Por otro lado, la precisión mostrada en una aproximación en metros que estima el propio proveedor de localización.

En el caso de que el elemento a inventariar sea puntual, el botón *Añadir* almacenará las coordenadas y seguidamente se inhabilitará con tal de que la única opción disponible restante sea el botón de finalizar.

En caso contrario, el botón *Añadir* estará disponible hasta que el usuario haya introducido los puntos que considere para definir el polígono. Cada vez que se realice el gesto, un mensaje indicará al usuario que la operación se ha realizado correctamente.

Una vez añadidos los puntos, el botón *Finalizar* enviará la información a la base de datos, con la geometría ya construida, y confirmará al usuario mediante un mensaje emergente la satisfactoria realización de la operación.

Una vez terminado, se puede navegar de nuevo al menú a través del botón dedicado a finalizar actividades del propio móvil (botón de ir hacia atrás) e iniciar el inventariado de cualquier otro elemento. O bien salir de la aplicación.

Para una mayor apreciación del trabajo realizado, se invita al lector a descargar la aplicación. Ésta se puede realizar mediante el escaneo del código QR mostrado a continuación. Se trata de un enlace a Drive, el servicio de almacenamiento en la nube de Google que da acceso a la descarga de la aplicación en formato *.apk* (Android Application Package).

Dicho formato, es una variante del formato JAR de Java y es el empleado en la distribución e instalación de componente empaquetados para Android y permite la instalación de la aplicación.



Figura 28. Código QR descarga aplicación AgroGDB. Fuente: Elaboración propia

En definitiva, se ha conseguido programar una aplicación para dispositivos móviles con sistema operativo Android, probada en diversos dispositivos con diferentes procesadores, obteniendo en todos ellos los resultados esperados.

Respecto a la base de datos, esta presenta una estructura lógica que facilita las tareas de análisis y consultas esperadas durante la explotación del proyecto.

El uso de PostGIS, es todo un acierto ya que su conexión directa con software SIG permite una rápida visualización de los datos aplicando la simbología deseada. Este último punto también es provechoso de cara a la realización de cartografía y el maquetado. No obstante, la mayor ventaja de la conexión directa con los programas SIG es que permite actualizar y modificar la información desde el propio software, y dichas modificaciones, se actualizan inmediatamente en la base de datos.

En cuanto a la información almacenada, tal y como se ha comprobado durante la realización de la cartografía, se adapta correctamente a las entidades que representaban, para escalas superiores a las 1:7000 (Véase apartado Estudio de Errores).

Debido a circunstancias ajenas al proyecto, no ha sido posible realizar una implementación en un servidor abierto. Por ello, se ha procedido a almacenar en un directorio en la nube el proyecto completo, una copia de la base de datos y unas instrucciones que permitirán al lector probar la solución de forma completa, ya que, en caso de descargar la aplicación directamente, esta fallará al intentar enviar la información al servidor.

Así pues, el proyecto de Android Studio estará disponible en un repositorio de GitHub [29], una plataforma empleada para crear y compartir código fuente de programas informáticos.

Para acceder al proyecto completo bastará con visitar el repositorio mediante el siguiente enlace:

<https://github.com/mamiavi/AgroGDB>

Dentro del mismo está disponible el proyecto de Android Studio, una copia de la base de datos en formato SQL, así como unas instrucciones que permitirán al lector hacer uso del proyecto.

Presupuesto

A continuación, procederemos a indicar los costes que acarrearán la realización del proyecto, tanto directos como indirectos.

Primeramente, obtendremos el total de horas dedicadas a cada una de las partes involucradas en el proyecto. En todas las actividades se ha trabajado durante ocho horas al día, es decir, jornada completa, a excepción de la prueba en campo, la cual se realizó a media jornada.

Tabla 9. Resumen actividades proyecto. Fuente: Elaboración propia

ACTIVIDADES	Días	Horas
DESARROLLO APLICACIÓN	45	360
BASE DATOS	3	24
PRUEBA CAMPO	1	4
EXPLOTACIÓN DEL PROYECTO	3	24
TOTAL	52	412

Conocido el tiempo invertido en cada una de las actividades, ya somos capaces de calcular los costes asociados a cada una de ellas y obtener el presupuesto general del proyecto.

Costes directos

Los costes directos son aquellos que se basan en la imputación directa al proyecto de los recursos humanos y materiales. Dentro de los mismos encontraremos pues el tiempo dedicado al trabajo y los recursos materiales necesarios.

Acudiendo al BOE número 251 del viernes 18 de octubre de 2019 en el que se establece el XIX CONVENIO COLECTIVO NACIONAL DE EMPRESAS DE INGENIERÍA Y OFICINAS DE ESTUDIOS TÉCNICOS [30], podemos consultar el salario anual mínimo de referencia para un Ingeniero en Geomática, el cual se establece en 20.424,25 € anuales.

Tabla 10. Tabla salarial convenio colectivo nacional de empresas de ingeniería y oficinas de estudios técnicos de 2020. Fuente: BOE

Año 2020

	Niveles	Tabla salarial según art. 33		Plus convenio anual según art. 38 convenio	Total anual
		Mes x 14	Anual		
1	LICENCIADOS Y TITULADOS 2.º Y 3.º CICLO UNIVERSITARIO Y ANALISTA	1.712,42	23.973,88	2.349,69	26.323,57
2	DIPLOMADOS Y TITULADOS 1.º CICLO UNIVERSITARIO. JEFE SUPERIOR	1.291,04	18.074,56	2.349,69	20.424,25
3	TÉCNICO DE CÁLCULO O DISEÑO, JEFE DE 1.ª Y PROGRAMADOR DE ORDENADOR	1.244,93	17.429,02	2.349,69	19.778,71
4	DELINEANTE-PROYECTISTA, JEFE DE 2.ª Y PROGRAMADOR DE MAQ. AUXILIARES	1.141,36	15.979,04	2.349,69	18.328,73
5	DELINEANTE, TÉCNICO DE 1.ª, OFICIAL 1.ª ADMTVO. Y OPERADOR DE ORDENADOR	1.019,82	14.277,48	2.349,69	16.627,17
6	DIBUJANTE, TÉCNICO DE 2.ª, OFICIAL 2.ª ADMTVO., PERFORISTA, GRABADOR Y CONSERJE	878,63	12.300,82	2.349,69	14.650,51
7	TELEFONISTA-RECEPCIONISTA, OFICIAL 1.ª OFICIOS VARIOS Y VIGILANTE	849,16	11.888,24	2.349,69	14.237,93
8	AUXILIAR TÉCNICO, AUX. ADMTVO., TELEFONISTA, ORDENANZA, PERSONAL DE LIMPIEZA Y OFICIAL 2.ª OFICIOS VARIOS	790,36	11.065,04	2.349,69	13.414,73
9	AYUDANTE OFICIOS VARIOS	757,29	10.602,06	2.349,69	12.951,75

A su vez, ha sido necesaria la compra de un teléfono móvil sobre el que hacer las pruebas, así como de un ordenador. Y, en el caso de la prueba en campo, fue necesario el alquiler de un vehículo para el desplazamiento a la zona de pruebas.

Tabla 11. Costes directos. Fuente: Elaboración propia

COSTES DIRECTOS	EN PROYECTO
INGENIERO GEOMÁTICO	2.909,76 €
ORDENADOR	800,00 €
TELÉFONO MÓVIL	200,00 €
ALQUILER VEHÍCULO	53,00 €
TOTAL	3.962,76 €

Costes indirectos

Por otro lado, los indirectos son aquellos que deben ser repercutidos entre todos los trabajos realizados, y que no pueden ser imputados directamente al proyecto. Encontramos pues gastos anuales generales al que nos deberemos enfrentar en el caso de abrir una oficina de ingeniería.

En este caso, se muestran a continuación los gastos aproximados esperados de una actividad profesional cotizando como autónomo y trabajando desde casa.

Tabla 12. Costes Indirectos. Fuente: Elaboración propia

COSTES INDIRECTOS	AL MES	ANUAL	EN PROYECTO
INTERNET	38,00 €	456,00 €	65,87 €
TARIFA MOVIL	40,00 €	480,00 €	69,33 €
VEHÍCULO	350,00 €	4.200,00 €	606,67 €
LUZ	90,00 €	1.080,00 €	156,00 €
AGUA	70,00 €	840,00 €	121,33 €
CUOTA AUTÓNOMOS	286,15 €	3.433,80 €	495,99 €
EQUIPOS INFORMÁTICOS	16,67 €	200,00 €	28,89 €
TOTAL	874,15 €	10.689,80 €	1.515,19 €

Presupuesto general de contrata

El presupuesto general de contrata es la suma total de los gastos generales, el presupuesto de ejecución material y el beneficio industrial.

En este caso, tanto los gastos generales como la ejecución material ya han quedado plasmados en el análisis de costes directos e indirectos. Por ello, nos queda establecer cuál va a ser el beneficio que obtengamos por la realización del proyecto de cara a obtener una cifra total, y en este caso, se establecerá en un 15%.

$$PGC = PEM + GG + BI$$

Una vez establecido el beneficio industrial, solo queda realizar la suma y aplicar el 21% de IVA.

Tabla 13. Presupuesto general de contrata. Fuente: Elaboración propia

PRESUPUESTO	
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL	3.962,76 €
GASTOS GENERALES	1.515,19 €
BENEFICIO INDUSTRIAL (15%)	821,69 €
IVA (21%)	1.322,92 €
TOTAL	7.622,57 €

Conclusiones

En este apartado hablaremos de los beneficios que aporta el proyecto llevado a cabo, las posibles mejoras y futuras líneas de trabajo partiendo de lo ya realizado hasta el momento.

Los beneficios de usar la aplicación desarrollada como herramienta para obtener información, acerca del estado y ubicación de los diferentes elementos planteados, se centran principalmente en el aspecto económico y temporal.

Por ejemplo, en el caso de que los propios proyectistas debieran obtener por sus propios medios dicha información, nos enfrentaríamos a unos costes adicionales, tanto económicos como temporales, derivados de los desplazamientos, horas invertidas en obtener la información mediante entrevistas o encuestas, horas de trabajo en gabinete organizando dicha información e incorporándola al SIG para tratarla posteriormente.

Mientras que, mediante el uso de la aplicación, se ahorrarian todos esos costes, ya que no se precisa de equipos en campo que capturen la información, ni técnicos que la organicen e incorporen a la base de datos. Además, la entrega de la información es inmediata, permitiendo tener una mayor actualización de los datos en el caso de ser necesaria.

En cuanto a las posibles mejoras futuras del proyecto, sería interesante poder obtener una mayor y más completa descripción de las características de los diferentes elementos de ingeniería rural, así como la ampliación en el número de estructuras georreferenciables, con tal de completar la fotografía del qué y el dónde de la agricultura valenciana, española o de cualquier región que se preste a usar la aplicación, pues su implementación se puede llevar a cabo en cualquier parte del mundo y su programación en tres idiomas diferentes, favorece dicha situación.

Aunque estuviese contemplado desde un comienzo, pero las circunstancias no han permitido que fuese así, sería conveniente que la base de datos se alojase en un servidor abierto, con tal de permitir el uso de la aplicación por parte de cualquier usuario que la instale en su dispositivo móvil. A su vez, esto permitiría un uso del proyecto por parte de equipos ajenos a la red local en la que se instale el servidor, ya que, como se ha visto (Véase apartado Metodología, Conexión a servidor) es posible acceder a la información obtenida mediante la aplicación de forma remota.

De cara a soluciones no planteadas en los objetivos del proyecto, cabe mencionar que el diseño sencillo de la aplicación nos permitiría adaptarla fácilmente a cualquier otro sector económico que se viese en la necesidad de inventariar o geolocalizar elementos con precisiones de 1 a 3 metros. Ejemplos de esto podrían ser desperfectos en carreteras o señales de tráfico con poca visibilidad, y de esta forma abrirse al mundo de las Smart Cities.

Bibliografía

- [Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura,
1 «FAO,» 2018. [En línea]. Available: <http://www.fao.org/3/I9900ES/i9900es.PDF>.
]
- [Naciones Unidas, 2019. [En línea]. Available:
2 [https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-](https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/)
] [sostenible/](https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/). [Último acceso: Junio 2020].
- [PWC, «El futuro del sector agrícola español,» 2019. [En línea]. Available:
3 <https://www.pwc.es/es/publicaciones/assets/informe-sector-agricola-espanol.pdf>.
] [Último acceso: Junio 2020].
- [R. L. Ribas, «La política del regadío en la Comunitat Valenciana: Pasado,
4 Presente y Futuro,» 2019. [En línea]. Available:
] [http://www.juntaex.es/filescms/con03/uploaded_files/PaginaPrincipal/Direcciones
Generales/DirGralDesarrolloRural/Foro_del_Regadio_2019/03_Roger_PDMMR_CV
_2019.pdf](http://www.juntaex.es/filescms/con03/uploaded_files/PaginaPrincipal/DireccionesGenerales/DirGralDesarrolloRural/Foro_del_Regadio_2019/03_Roger_PDMMR_CV_2019.pdf). [Último acceso: Junio 2020].
- [GVA, «DOGV,» 1995. [En línea]. Available:
5 http://www.dogv.gva.es/porta/ficha_disposicion_pc.jsp?sig=0284/1995&L=1.
] [Último acceso: Junio 2020].
- [CVER. [En línea]. Available: <http://www.upv.es/cver/objetivos.htm>.
6
]
- [Centro Valenciano de Estudios sobre el Riego, «Encuesta de entidades de riego
7 para el plan director de modernización de regadíos de la Comunidad
] Valenciana,» [En línea]. Available:
[http://www.agroambient.gva.es/documents/163214705/165851058/ENQUESTES
+PDMMR+GVA-CVER_EMAIL+CORRECTO.pdf/d9d6a9c0-d8b1-475a-9f92-
24f8a46e53cd](http://www.agroambient.gva.es/documents/163214705/165851058/ENQUESTES+PDMMR+GVA-CVER_EMAIL+CORRECTO.pdf/d9d6a9c0-d8b1-475a-9f92-24f8a46e53cd). [Último acceso: Abril 2020].
- [ITU, «Observatorio mundial de los residuos electrónicos,» 2017. [En línea].
8 Available: [https://www.itu.int/en/ITU-D/Climate-](https://www.itu.int/en/ITU-D/Climate-Change/Documents/GEM%202017/GEM%202017-S.pdf)
] [Change/Documents/GEM%202017/GEM%202017-S.pdf](https://www.itu.int/en/ITU-D/Climate-Change/Documents/GEM%202017/GEM%202017-S.pdf). [Último acceso: Junio
2020].
- [Android, [En línea]. Available: https://www.android.com/intl/es_es/.
9
]

[OGC, «Open Geospatial Consortium,» [En línea]. Available: <https://www.ogc.org/>.
1
0
]

[D. I. Quintanilla, «Sistemas de comunicacion Movil,» UPV, 13 Marzo 2015. [En
1 línea]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=d3UD9WGLI0Y>. [Último
1 acceso: Junio 2020].
]

[Rastreator.com, «Situación de la cobertura 4G en España - Rastreator.com®,»
1 2018. [En línea]. Available: [https://www.rastreator.com/telefonía/articulos-](https://www.rastreator.com/telefonía/articulos-2-destacados/situacion-4g.aspx)
2 [destacados/situacion-4g.aspx](https://www.rastreator.com/telefonía/articulos-2-destacados/situacion-4g.aspx). [Último acceso: Junio 2020].
]

[N. G. V. y. R. C. R. José Luis Berné, GNSS: GPS, GALILEO, GLONASS, BEIDOU.
1 Fundamentos y métodos de posicionamiento, Valencia: Universitat Politècnica de
3 València, 2019.
]

[European GNSS Agency, «GNSS Market Report 2019,» Publications Office of
1 the European Union, 2019, Luxemburgo, 2019.
4
]

[Mediatek, «Mediatek,» [En línea]. Available: <https://www.mediatek.com.es/>.
1 [Último acceso: Junio 2020].
5
]

[Qualcomm, «Qualcomm Wireless Technology & Innovation,» [En línea].
1 Available: <https://www.qualcomm.com/>. [Último acceso: Junio 2020].
6
]

[B. Inc, «Broadcom Inc. | Connecting Everything,» [En línea]. Available:
1 <https://www.broadcom.com/>. [Último acceso: Junio 2020].
7
]

[«Wikipedia,» [En línea]. Available:
1 https://es.wikipedia.org/wiki/Localizaci%C3%B3n_GSM. [Último acceso: Junio
8 2020].
]

[«Android Studio,» [En línea]. Available: <https://developer.android.com/studio>.
1 [Último acceso: Mayo 2020].

9
]

[European Global Navigation Satellite Systems Agency, «Test your Android
2 device's satellite navigation performance,» [En línea]. Available:
0 <https://www.gsa.europa.eu/newsroom/news/test-your-android-device-s-satellite->
] [navigation-performance](https://www.gsa.europa.eu/newsroom/news/test-your-android-device-s-satellite-). [Último acceso: Julio 2020].

[barbeauDev, «Google Play,» [En línea]. Available:
2 <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.android.gpstest&hl=es>.
1 [Último acceso: Mayo 2020].

]

[Android, «API Android,» [En línea]. Available:
2 <https://developer.android.com/reference/android/location/LocationManager?hl=e>
2 n. [Último acceso: Abril 2020].

]

[PostGIS, «Manuel de PostGIS,» [En línea]. Available:
2 https://postgis.net/docs/manual-dev/postgis-es.html#ST_GeomFromText. [Último
3 acceso: Junio 2020].

]

[PostgreSQL, «PostgreSQL.org,» [En línea]. Available:
2 <https://www.postgresql.org/>. [Último acceso: Mayo 2020].

4

]

[«PostGIS,» [En línea]. Available: <https://postgis.net/>. [Último acceso: Mayo 2020].

2

5

]

[«QGIS,» [En línea]. Available: <https://www.qgis.org/es/site/>. [Último acceso: Junio
2 2020].

6

]

[European Petroleum Survey Group, [En línea]. Available:
2 <https://epsg.org/home.html>. [Último acceso: Junio 2020].

7

]

[ESRI, «esri España,» [En línea]. Available: <https://www.esri.es/es-es/home>.
2 [Último acceso: Julio 2020].
8
]

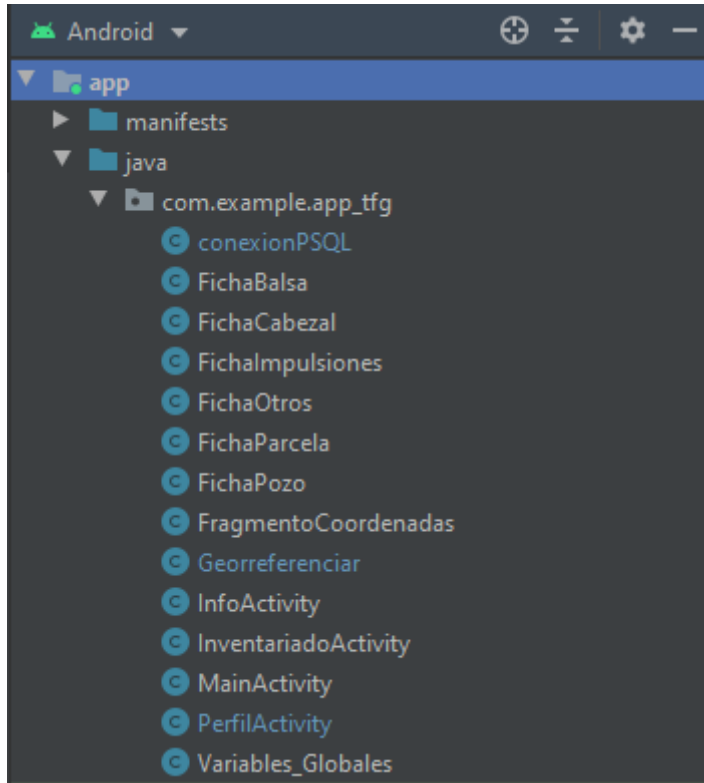
[«GitHub,» [En línea]. Available: <https://github.com/>.
2
9
]

[G. d. España, «Boletín Oficial del Estado,» [En línea]. Available:
3 https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2019-14977. [Último acceso:
0 Julio 2020].
]

Anexos

Código

Clases Java



Tarea Añadir

```
btnAñadir.setOnClickListener((v) -> {  
  
    if(!(extras ==null)){  
        if (extras.get("Feature").equals("Point")) {  
  
            lat=Double.parseDouble(textoLatitud.getText().toString());  
            lon=Double.parseDouble(textoLongitud.getText().toString());  
            precision=Double.parseDouble(textoPrecision.getText().toString());  
            btnAñadir.setAlpha((float) 0.5);  
            btnAñadir.setEnabled(false);  
        }  
        if(extras.get("Feature").equals("Polygon")){  
  
            double lat=Double.parseDouble(textoLatitud.getText().toString());  
            double lon=Double.parseDouble(textoLongitud.getText().toString());  
            listaLat.add(lat);  
            listaLon.add(lon);  
        }  
    }  
    Toast toast1 =  
        Toast.makeText(getApplicationContext(),  
            text: "Punto añadido correctamente", Toast.LENGTH_SHORT);  
  
    toast1.show();  
});
```

Tarea Finalizar

```
Button btnFinalizar =findViewById(R.id.buttonFinalizar);
btnFinalizar.setOnClickListener((v) -> {
    try {
        if(extras.get("Feature").equals("Polygon)){
            for(int i=0;i<listaLat.size();i++){
                if(coordenadas==null){
                    coordenadas=listaLon.get(i)+" "+listaLat.get(i);
                }
                coordenadas=coordenadas+","+listaLon.get(i)+" "+listaLat.get(i);
            }
            coordenadas=coordenadas+","+listaLon.get(0)+" "+listaLat.get(0);
        }
        GuardarSalir();
    } catch (SQLException e) {
        e.printStackTrace();
    }

    Toast toast2 =
        Toast.makeText(getApplicationContext(),
            text: "Entidad añadida correctamente", Toast.LENGTH_SHORT);

    toast2.show();
});
```

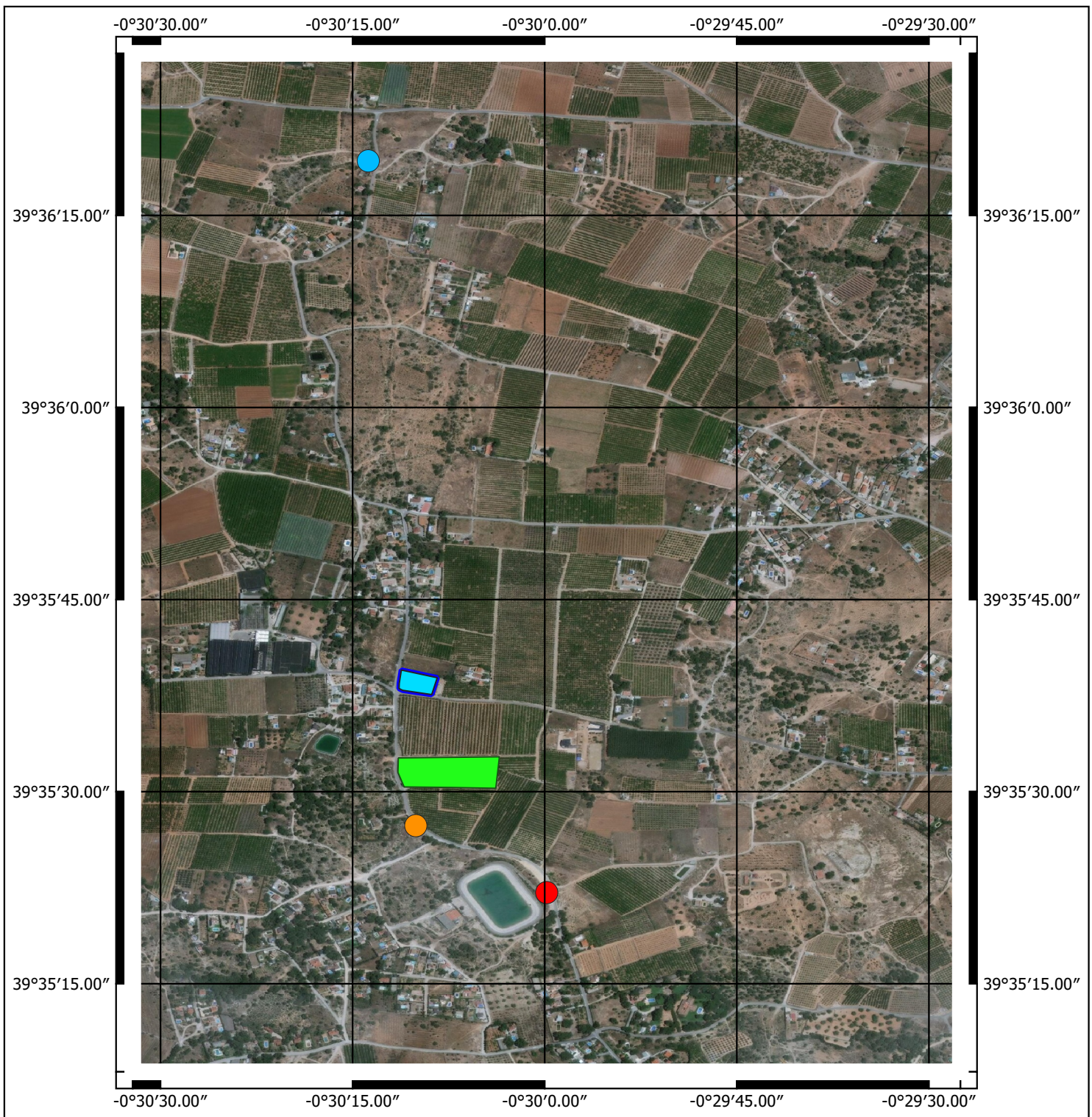
Ejemplo envío información

```
switch (extras.get("tabla").toString()) {
    case "balsa":
        String balsa_nombre=extras.getString( key: "balsa_nombre");
        Integer balsa_year=Integer.parseInt(extras.get("balsa_ano").toString());
        Integer capacidad=Integer.parseInt(extras.get("balsa_capacidad").toString());
        String estado=extras.getString( key: "balsa_estado");
        String materiales=extras.getString( key: "balsa_materiales");
        String problemas=extras.getString( key: "balsa_problemas");
        Boolean filtraciones=extras.getBoolean( key: "balsa_filtraciones");
        String funcion=extras.getString( key: "balsa_funcion");

        connection.prepareStatement( sql: "insert into public.\"BALSAS\"(\"Nombre\", \"Year\", \"Capacidad\", \" +
            \"Estado\", \"Materiales\", \"Filtraciones\", \" +
            \"Problemas Funcionamiento\", \"EERR\", \"num_telf\", \"Funcion\", \"geom\") \" +
            |VALUES ('"+balsa_nombre+"', '"+balsa_year+"', '"+capacidad+"', '\"+estado+'\", \" +
            \"'+materiales+'\", '"+filtraciones+'\", '\"+problemas+'\", '\"+denominacion+'\", \" +
            |\" st_geomfromtext('polygon ('+coordenadas+')',4326)"+")\".executeUpdate();
        break;
```



Cartografía



ELEMENTOS DE RIEGO DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE BÉTERA

Leyenda

- CABEZALES ●
- IMPULSIONES ●
- POZOS ●
- PARCELAS ■
- BALSAS ■



Sistema de referencia:

WGS 84
EPSG:4326

AUTOR: MANUEL MIÑAMBRES VIDAL



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



