



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Centro de Estudios de Postgrado

Trabajo Fin de Máster

SERVICIO WEB GEOESPACIAL PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Alumno/a: Checa Martínez, Francisco Javier

Tutor/a: Prof. D. Francisco Javier Ariza López y
Prof. D. Manuel Antonio Ureña Cámara

Dpto: Ingeniería Cartográfica, Geodésica y
Fotogrametría

Noviembre, 2020

*“Saber que sabemos lo que sabemos y
saber que no sabemos lo que no sabemos,
ese es el verdadero conocimiento”.*

Nicolás Copérnico.

Ha sido un orgullo tener como tutores y profesores a Francisco Javier Ariza López y Manuel Ureña Cámara, agradecerles su paciencia y tiempo dedicado a este trabajo, además de su pasión y dedicación por la Geomática y su docencia.

A mis padres, hermanos, sobrinos y a mi compañera de vida, María Elena, gracias por vuestro apoyo y paciencia.

INDICE

RESUMEN	1
PALABRAS CLAVE.....	1
ABSTRACT	1
KEYWORDS	1
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. IMPORTANCIA DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA. DEBE SER DE CALIDAD.....	2
2. OBJETIVO GENERAL.....	3
3. ANTECEDENTES	4
3.1. CALIDAD DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	4
3.2. NORMA ISO 19157.....	5
3.2.1. Objetivos de la ISO 19157	6
3.2.2. Información no cuantitativa sobre la calidad	6
3.2.3. Ámbitos usuales en los informes sobre la calidad de datos.....	7
3.2.4. Unidad de calidad de datos	7
3.2.5. Elementos de la calidad en ISO 19157.....	8
3.2.6. Descriptores de los elementos de la calidad.....	9
3.2.7. Metacalidad	9
3.2.8. Evaluación de la calidad en ISO 19157	9
3.3. CASOS SIMILARES.....	10
3.3.1. Herramientas de Validación para OSM.....	11
3.3.2. Herramientas de validación para la cobertura terrestre, Geo-Wiki y Laco-Wiki.....	14
3.4. ANÁLISIS DE TECNOLOGÍAS Y COMPONENTES DE SOFTWARE PARA LA CREACIÓN DE SERVICIOS WEB ESPACIALES.....	17
3.4.2. Servidores.....	17
3.4.2.1. NODE-RED.....	19
3.4.4. Bases de datos espaciales	21
3.4.5. Visores de mapas, Librerías FOSS.....	23
4. DISEÑO DEL SERVICIO.....	25
4.1. Diseño General. Arquitectura cliente - servidor multicapas.....	25
4.2. Requisitos funcionales del servicio.....	29
4.3. Actores del sistema	29

4.4. Casos de Uso	30
4.5. Diseño de interfaces y funcionamiento del servicio.	32
5. PRUEBA DE LA APLICACIÓN.....	38
6. RESULTADOS	42
7. CONCLUSIONES.....	46
8. BIBLIOGRAFÍA.	47
ANEXO I. EJEMPLO DE IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO A TRAVÉS DE NODE RED	49
A1.1. Inicio de Sesión.....	49
A1.2. Visor Cartográfico con función de carga de datos vectoriales por parte del usuario.....	53
A1.3. Visor Cartográfico con datos vectoriales procedente de PostGIS.....	56
A1.4. Almacenamiento de datos del formulario en una base de datos o archivo local.....	59
A1.5. Generación de informe dinámico a partir de los datos almacenados...	61

Resumen

En la actualidad disponemos de una gran cantidad de fuentes de datos, también en el caso de los datos relacionados con la información geográfica, con además, diferentes grados de calidad. El presente Trabajo Fin de Máster pretende crear una herramienta, que permita a un usuario almacenar información sobre la calidad de la información geográfica basándonos en la normativa ISO 19157, a través de un servicio web, generando un informe de resultados. En primer lugar se realiza una breve exposición sobre los fundamentos de la norma ISO 19157, para posteriormente mostrar la elaboración de un prototipo del servicio web para la evaluación de la calidad en la información geográfica.

PALABRAS CLAVE

ISO 19157, calidad de la información geográfica, Node-red, Leaflet.

ABSTRACT

Currently we have a huge quantity of data sources, in the field of the geographic information too, besides in different quality levels. The aim of this Final Master Project is to create a tool that allows to store the information about the quality of the geographic information based on the standard ISO 19157, through a web service that produces a results report. Firstly, we explain basics aspects about the ISO 19157. Then, we show the way to elaborate a prototype of the web service to evaluate the quality of the geographic information.

KEYWORDS

ISO 19157, Geographic information data quality, Node-Red, Leaflet.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. IMPORTANCIA DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA. DEBE SER DE CALIDAD

La cartografía y su producto más conocido, los mapas, han sido la respuesta tradicional a la necesidad de disponer de una idea, a escala reducida, de las distintas realidades que ocurren sobre un territorio (Bernabé-Poveda *et al.*, 2012). En la actualidad disponemos de una elevada cantidad de fuentes información geográfica (en adelante IG), de hecho, la mayoría de las personas generan gran cantidad de datos que puede ser transformada en dicha información.

Existen numerosas fuentes, desde las más tradicionales como la topografía, fotogrametría, teledetección, etc. hasta las más novedosas tecnológicamente, por ejemplo a través de sensores instalados en una gran cantidad de dispositivos móviles, o metodológicamente, como puede ser a través de Cartografía Colaborativa o Información Geográfica Voluntaria (VGI). De este modo, se realizan enormes esfuerzos para su captura, almacenamiento, tratamiento, análisis y visualización, ya que en la actualidad existe una alta demanda para de disponer de dicha información

Por otro lado, la aparición de internet ha provocado una revolución en cuanto a la disponibilidad de información de cualquier ámbito temático. Incluido en el de la IG, provocando el denominado proceso de “democratización de la cartografía”, tanto de productos como de servicios basados en la IG, la cual era tradicionalmente utilizada por grupos reducidos de personas, tanto en número como en ámbitos, por ejemplo militar, ingenieril o científico (Balboa *et al.*, 2010), pasando a estar disponible y utilizable para la gran mayoría de la población, por ejemplo, en la actualidad la mayoría de nosotros accedemos de manera habitual a los servicios de localización de *Google Maps*, *Bing de Microsoft* o Mapas de *Apple*, esto permite que estos datos puedan ser abiertos y estar disponibles para su tratamiento y utilización.

Existe un gran número procesos de toma de decisiones basados en la Información Geográfica, donde existen riesgos de no tener en cuenta la incertidumbre, generando riesgos y consecuencias que pueden llegar a ser económicas o legales, un ejemplo de ello sería la información geográfica catastral, que además de emplearse para el cálculo de diversos impuestos de distintas administraciones públicas, son la base para el desarrollo de actuaciones dentro de la Política Agraria Comunitaria (PAC). Por estos, entre otros motivos, es de gran importancia prestar atención a los aspectos con la calidad de la IG.

En la actualidad encontramos una gran cantidad de fuentes de datos geospaciales generados de manera colaborativa o voluntaria, por ejemplo *Openstreetmap* (OSM), el cual es un proyecto de código abierto, donde un alto número de colaboradores participan en el aporte de información y contenido (Bennett, J., 2010), esto supone un gran salto en la cantidad de datos disponibles, pero que no disponen, en algunos casos, de una fiabilidad suficiente para su utilización en algunas aplicaciones. OSM es un proyecto de VGI donde se generan datos fundamentalmente de la red viaria, aunque también se muestran otros como ríos, elementos urbanos, líneas de ferrocarril, etc., a nivel mundial, los cuales son publicados a través de servicios de visualización o descarga (Villena-Martin *et al.*, 2011).

Estos sistemas colaborativos son utilizados también dentro de OSM para la evaluación de la calidad. Estos están basados en la Ley de Linus, “alguien encuentra el problema y otro lo resuelve”, esta ley nos indica que, “*Si tenemos un número suficientemente grande de desarrolladores, la mayoría de problemas se localizan rápidamente y es más probable que alguien encuentre una solución o disponga del conocimiento o herramientas para aportarla, o dicho de otra manera, con un mayor número de ojos, los errores serán más visibles*” (Raymond, E. S., 1997).

Recientemente, se están creando iniciativas por parte de administraciones locales, donde se propone la colaboración de los ciudadanos como colaboradores y potenciales “sensores” generadores de datos (Sedano, 2016).

En el caso de OSM, el elevado número de usuarios, tendrían una mayor posibilidad de detectar un error, siendo capaces de solucionarlo, o sencillamente dejando indicado este error en el sistema para que otros usuarios le den solución.

2. OBJETIVO GENERAL

El objetivo principal es generar una herramienta que permita a un usuario almacenar información sobre la calidad de la información geográfica en una base de datos, asociada a datos geográficos vectoriales a través de un servicio web.

Para ello, se proponen los siguientes objetivos específicos:

- Describir la Norma ISO 19157 de Calidad de los Datos en la Información Geográfica.
- Analizar diferentes tecnologías para la evaluación de la calidad en la información geográfica.
- Desarrollar un servicio para la generación de proyectos de evaluación de la calidad de la información geográfica para información vectorial.

3. ANTECEDENTES

3.1. CALIDAD DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

La IG es fundamental para un gran número de procesos, donde se toma como base para la toma de decisiones territoriales, estas decisiones afectan a diferentes ámbitos como la economía, derechos individuales y colectivos y en última instancia a la vida (Ariza López, 2011). En Chicaiza, 2017, se elige como una definición bastante actual y comprensiva de IG la aportada por Longhorn y Blakemore, 2007, “*La información Geográfica es una composición de atributos y datos espaciales que describen la localización y atributos de las cosas, incluyendo las formas y representaciones de estas de acuerdo a un sistema de referencia 2D, 3D o 4D (x,y,z y tiempo), de tal manera que permita el análisis espacial de las relaciones entre las cosas así descritas, incluyendo sus diferentes atributos*”

El cliente es parte fundamental e interesada (“stakeholder”) dentro de un producto o servicio, con lo que la calidad no busca solo satisfacer los requisitos del cliente, sino que tendrá que estar en equilibrio con el resto de partes interesadas, para lo que será necesario definir quiénes son, sus requisitos, sus necesidades y finalmente sus expectativas, además de tener en cuenta el valor y el beneficio para el cliente (Chicaiza, 2017).

Según la perspectiva, distinguimos dos tipos de calidad, la interna, que se posiciona en el punto de vista del productor, donde la calidad y los datos espaciales están determinados por la exactitud posicional y temática, calidad temporal, consistencia lógica, linaje o compleción, entre otras. Y, por otro lado, la calidad externa, que se posiciona en el punto de vista del usuario, el cual se preocupa por la aptitud del producto o servicio para su uso, según su accesibilidad, relevancia, integridad, actualidad, interpretación, facilidad de comprensión o costo (Chicaiza, 2017).

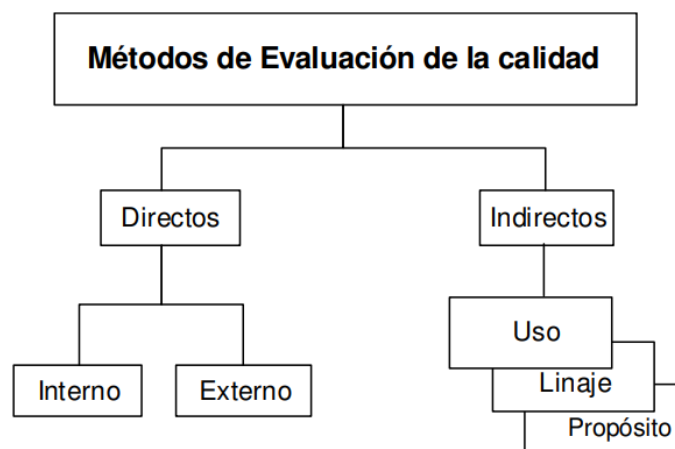


Figura 1. Clasificación de los métodos de evaluación de la calidad. (UNE-EN ISO 19157, 2014)

3.2. NORMA ISO 19157.

Normalización y calidad van siempre de la mano, por lo que cuando se desarrollan normas específicas como es el caso de la familia ISO 19100 para la Información Geográfica va asociado a un documento relativo a la calidad (Ariza-López y García Balboa, 2015). Hasta diciembre de 2013 (septiembre de 2014 para España) la normativa que abordaba este ámbito temático era:

- ISO 19113 (2002). UNE-EN ISO 19113:2005. Información geográfica. Principios de Calidad.
- ISO 19114 (2003). UNE-EN ISO 19114:2005. Información geográfica. Procedimientos de evaluación de la calidad.
- ISO /TS 19138 (2006). Información geográfica. Medidas de calidad de los datos.

Estos tres documentos han sido relevados por la norma ISO 19157 (actualmente en revisión) que, aunque mantiene gran parte de la filosofía de estas tres normas mencionadas, también introduce cambios importantes. Esta norma ISO 19157, permite, como ya lo hacían las anteriores, establecer por parte del productor especificaciones claras en sus productos, y ser validados frente a estas. Por otro lado, el usuario dispone de información sobre la calidad de los datos facilitando así su selección. La idea básica de la calidad es la “medida”, lo cual significa comparación, mientras que la obtención de las mediciones se realiza en un proceso que se denomina evaluación. Para evaluar es necesario atender a las especificaciones del producto y a su materialización práctica en una base de datos geográfica (BDG) (Ariza-López y García Balboa, 2015).

Además, en el año 2016 se publica ISO 19157-2 “Calidad de los Datos – Parte 2: XML Esquema de Implementación de ISO 19157”, que es una implementación de esquema XML derivada de ISO 19157: 2013 y los conceptos relacionados con la calidad de datos de ISO 19115-2.

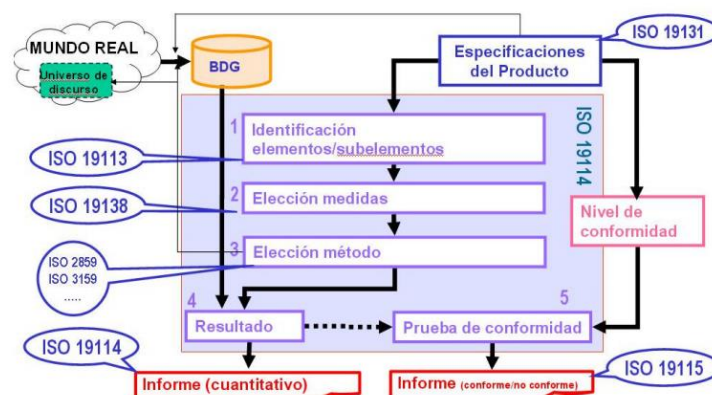


Figura 2. Relación entre los procesos y normas relativas a la calidad de la información geográfica (Ariza-López y García Balboa, 2015).

3.2.1. Objetivos de la ISO 19157

El objetivo principal es informar sobre la calidad, lo que debe responder a las siguientes cuestiones:

- ¿Sobre qué informar? Identificando los factores relevantes.
- ¿Cómo evaluar cada factor? Evaluando con métodos adecuados.
- ¿Qué medidas usar? Cuantificando adecuadamente y de forma comparable.
- ¿Qué estructuras, procesos, reglas, etc., se deben aplicar? Describiendo adecuadamente todos los aspectos.
- ¿Cómo hacerlo? Informando sobre los resultados.

La norma desarrolla de manera integrada y formalizada mediante diagramas UML (figura 3) los contenidos, consiguiendo:

- Definir las componentes para describir la calidad.
- Especificar las componentes y estructura de los registros de las medidas de la calidad.
- Describir los procesos generales para evaluar la calidad de los datos geográficos.
- Establecer principios para informar sobre la calidad.
- Establecer un conjunto de medidas de la calidad para evaluar e informar.
- Informar sobre la calidad de los elementos cuantitativos de la calidad por medio de la metacalidad.

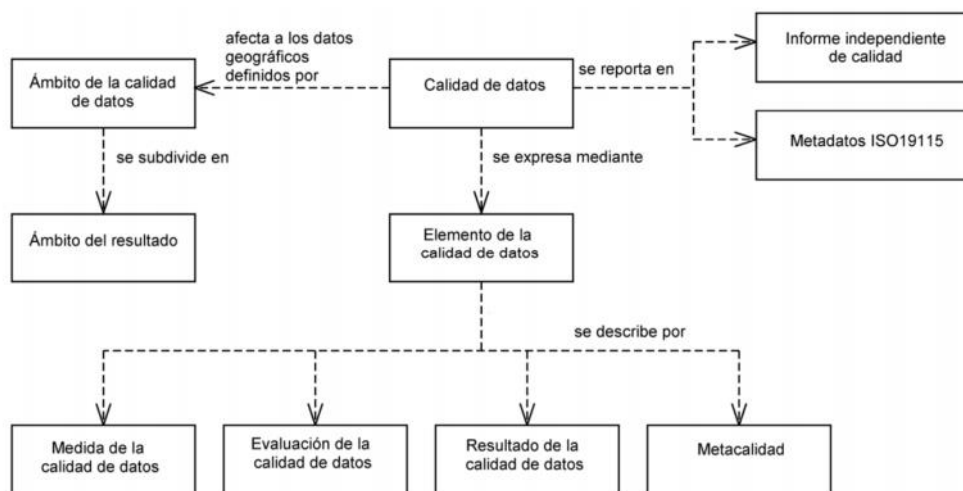


Figura 3. Modelo conceptual de ISO 19157 (UNE-EN ISO 19157, 2014)

3.2.2. Información no cuantitativa sobre la calidad

La información no cuantitativa desaparece de ISO 19157 pasando a formar parte de ISO 19115-1 (calidad en metadatos), siendo importante y complementario su conocimiento.

- Propósito. Describe la justificación para la creación del conjunto de datos y contiene información sobre su utilización prevista.
- Uso. Describe las aplicaciones para las que se ha empleado un conjunto de datos, tanto del productor como de otros usuarios.
- Linaje. Describe la historia del conjunto de datos, referir el ciclo de vida, desde su captura y adquisición, pasando por su compilación y derivación, hasta su forma actual.

3.2.3. Ámbitos usuales en los informes sobre la calidad de datos

ISO 19157 sugiere informar de manera cuantitativa sobre (figura 4):

- Para una instancia de objeto cuando difiera de la de su ancestro.
- Para un valor de atributo cuando difiera de la del valor del atributo del objeto padre.
- Para una ocurrencia individual de relación entre objetos cuando difiera de la propia de la relación entre ancestros.

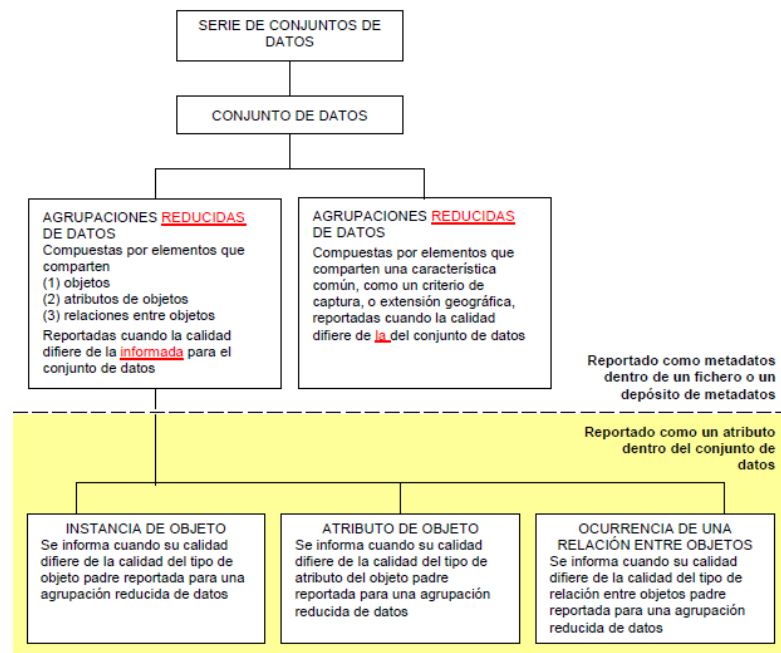


Figura 4. Método sugerido en ISO 19113 para el informe de información cuantitativa sobre calidad como metadatos (UNE-EN ISO 19157, 2014).

3.2.4. Unidad de calidad de datos

La DQU o *data quality unit*, es un concepto introducido en ISO 19157 que refuerza la relación entre el elemento de calidad y el ámbito. El ámbito define la extensión espacial, temporal, lógica, etc. Que han de cumplir los datos a los que se refiere el elemento de la calidad al que se vincula.

3.2.5. Elementos de la calidad en ISO 19157

ISO 19113 definía 5 elementos (categorías en ISO 19157) con diferentes subelementos, pero con la nueva norma se incluye una nueva categoría, la usabilidad. Dicha categoría presenta una serie de particularidades, ya que un mismo producto puede presentar usabilidades diferentes, del mismo modo, todos los elementos de la calidad pueden ser utilizados para evaluar la usabilidad. Se intenta utilizar la usabilidad para aquellos requisitos de usuario que a través de los elementos de la calidad anteriores no puedan ser descritos, recomendando que se usen todos los descriptores de los elementos de la calidad y medidas bien definidas (Ariza-López y García-Balboa, 2015).

Tabla 1. Elementos de la calidad en ISO 19157.

Categoría	Elemento	Definición
Compleción	Comisión	Datos excedentes.
	Omisión	Datos ausentes.
Consistencia lógica	Consistencia conceptual	Adherencia a las reglas del modelo conceptual.
	Consistencia de dominio	Adherencia a los valores de su dominio.
	Consistencia de formato	Grado en que los datos se almacenan de acuerdo a la estructura física.
	Consistencia topológica	Corrección de las características topológicas codificadas explícitamente.
Exactitud posicional	Exactitud absoluta o externa	Proximidad entre los valores de coordenadas reportados y los valores verdaderos o aceptados como tales.
	Exactitud relativa o interna	Proximidad entre las posiciones relativas de los fenómenos y sus respectivas posiciones relativas verdaderas o aceptadas como tales.
	Exactitud posicional de datos en malla	Proximidad de los valores de posición de los datos en estructura de malla regular a los valores verdaderos o aceptados como tales.
Exactitud temática	Corrección de la clasificación	Comparación de las clases asignadas a los objetos o a sus atributos, con respecto al universo de discurso.
	Corrección de los atributos no cuantitativos	Para indicar si un atributo no cuantitativo es correcto.
	Exactitud de los atributos cuantitativos.	Proximidad del valor de un atributo al valor real o aceptado como tal.

Categoría	Elemento	Definición
Exactitud temporal	Exactitud de una medida de tiempo	Proximidad de la medida de tiempo al valor real o aceptado como tal.
	Consistencia temporal	Corrección del orden de los eventos.
	Validez temporal	Validez de los datos con respecto al tiempo.
Usabilidad	Usabilidad (todos los elementos de la calidad)	Grado de adherencia a un conjunto específico, particular, de requisitos de calidad de datos. (Un mismo producto puede presentar usabilidades diferentes).

3.2.6. Descriptores de los elementos de la calidad

El principal objetivo de los descriptores es informar en detalle sobre una evaluación. El ámbito en esta norma es una parte fundamental de la DQU (paso 1 de la figura 5). Para ISO 19157 encontramos los siguientes:

- Medida. Un elemento de la calidad puede referirse a una medida o a ninguna si no hay evaluación cuantitativa (Paso 2 de la figura 5).
- Método de evaluación. Descripción de procesos y métodos utilizados en la evaluación. Incluyendo fecha, descripción del método, procedimiento de evaluación, referencia o cita o documento externo y por último un código de tipo de método. (Paso 3 de la figura 5).
- Resultado. Se debe aportar al menos un resultado para cada elemento de la calidad y fecha si la incluyese. Estos pueden ser cuantitativos, de conformidad, descriptivo o de cobertura. (Paso 4 de la figura 5).

3.2.7. Metacalidad

Es la calidad de los datos de calidad, esta recoge la calidad con la que se ha realizado la evaluación de la calidad. Si esta no aporta fiabilidad, tampoco la tendrán los resultados de la misma.

Los elementos de la metacalidad son:

- Confianza.
- Representatividad: grado de representatividad de la muestra utilizada.
- Homogeneidad: uniformidad de los resultados obtenidos

3.2.8. Evaluación de la calidad en ISO 19157

Dentro de la evaluación de la calidad, se puede proceder a realizar dicho proceso en diferentes etapas o fases del ciclo de vida de un producto, ya sea dentro del

desarrollo de sus especificaciones, determinando el nivel de calidad que debe alcanzar, durante la creación del conjunto de datos por el productor, posteriormente para determinar la conformidad del producto final respecto a los requisitos del usuario o finalmente durante los procesos de actualización de los datos. Dentro del proceso, ISO 19157 define 4 pasos desde el inicio del proceso de evaluación (figura 5).

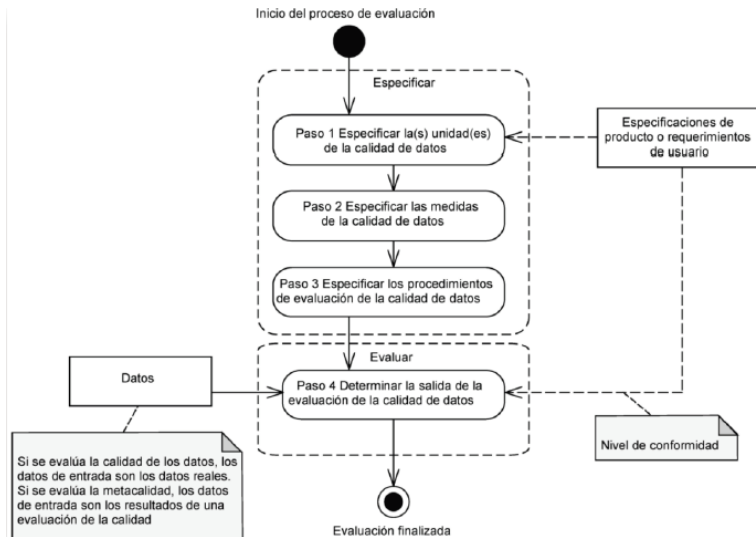


Figura 5. Modelo UML de la evaluación de la calidad de datos en ISO 19157. (UNE-EN ISO 19157, 2014)

3.3. CASOS SIMILARES

Uno de los objetivos de este trabajo es analizar diferentes servicios para la validación de información geográfica, por ello, a continuación se exponen casos con un alto volumen de usuarios, cuya principal función es la validación de IG generada por VGI, centrándonos en este caso en herramientas de validación para OSM para datos vectoriales.

Existen diversos tipos de herramientas dependiendo de su funcionalidad, por ejemplo, de “informe de errores”, que tratan de destacar y señalar partes de los datos que probablemente son erróneos, “de visualización”, que superponen mapas o capas para contrastar información, “de seguimiento”, que permiten detectar cambios y ediciones erróneas, etc. En primer lugar, nos centraremos en una serie de herramientas de “detección de errores” que generan un listado de errores para la posterior validación de los mismos por parte de los usuarios, tratando así los falsos positivos que puedan generarse. Aunque OSM es el paradigma actual de la información geográfica voluntaria, existen otros casos a nivel global donde se generan datos e información de forma masiva. En este caso se muestra el servicio Geo-Wiki y la herramienta de evaluación de la calidad Laco-Wiki.

3.3.1. Herramientas de Validación para OSM

Como ya se ha expuesto, OSM es un proyecto colaborativo de neocartografía en el que se genera un conjunto de datos de callejero y red viaria que cubre todo el mundo para su publicación en la web mediante servicios de visualización y descarga, es de gran importancia de controlar la calidad de los datos generados, para ello existen una serie de herramientas de control de calidad, que ayudan a mejorar la calidad de los datos en OSM. Estas herramientas pueden generar información con los errores o permitir a otro usuario localizar errores, que posteriormente son solucionados por los editores. Además, estos errores deben ser confirmados por los usuarios, ya que se pueden dar falsos errores (falsos positivos).

Keep Right

Herramienta que muestra los errores detectados automáticamente sobre la propia cartografía o a través de un listado incluso, dispone de salida de datos en GeoJSON. Dispone además de un sistema para detectar falsos positivos o para etiquetar un error como solucionado.

Una posible desventaja de esta herramienta es que genera un alto número de errores, incluyendo algunos de poca relevancia para la mayoría de usuarios como por ejemplo que una carretera atraviesa un elemento lineal de agua sin incluir un puente o paso elevado.

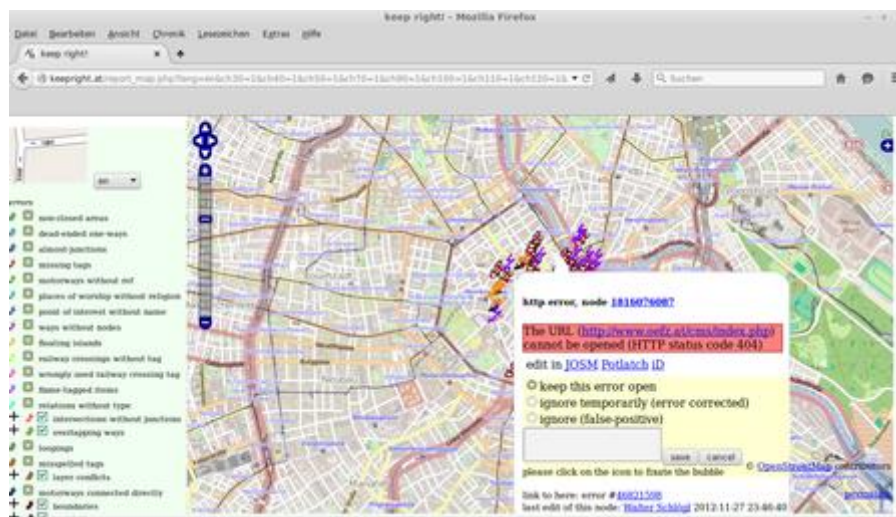


Figura 6. Captura de pantalla de Keep Right. Fuente: <https://wiki.openstreetmap.org/>.

OSMOSE

Esta aplicación es similar a Keep Right, nos permite indicar a través de marcadores anomalías indicadas en los datos presentes en la cartografía de

OSM. En cada marcador se habilita una ventana emergente o Pop-up con el siguiente contenido:

1. Tipo de problema.
2. Identificación de los elementos con errores (tipo e identificador, con enlace al elemento en concreto, enlace al editor de JOSM, etiquetas para ese elemento, enlace al editor de ID para cargar ese elemento, enlace al editor interno de OSMOSE).
3. Lista de todas las **etiquetas** para este elemento.
4. Algunos enlaces para mostrar el área que contiene el elemento.
5. La última fecha en que se detectó este problema (y aún no se cerró).
6. Botones de “ayuda en OSM”, falso positivo y corregido.
7. La corrección de etiquetas sugerida.
8. Cierre de la ventana emergente.

Por otro lado, presenta las mismas desventajas de Keep Right en cuanto al elevado número de errores generados, algunos sin relevancia para la mayoría de usuarios.

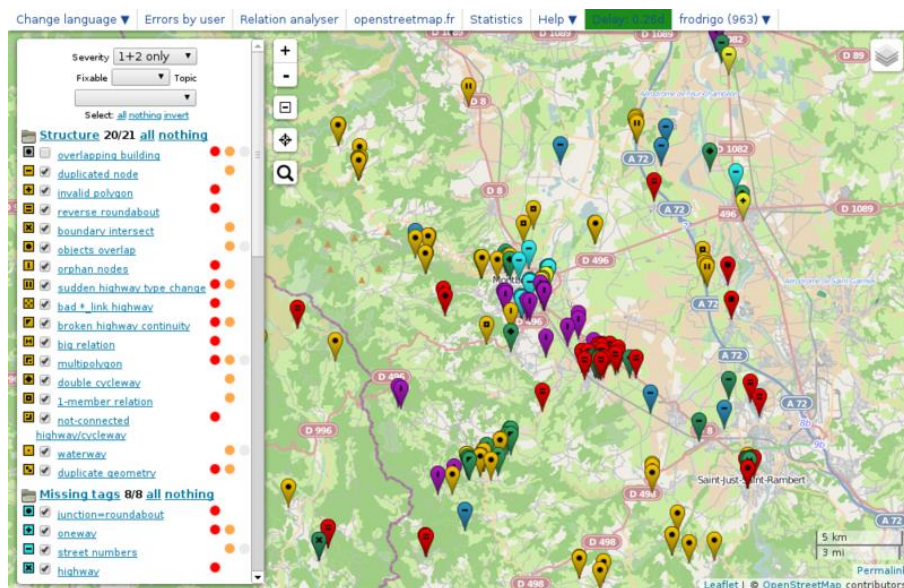


Figura 7. Interfaz de OSMOSE. Fuente <https://wiki.openstreetmap.org/>.

JOSM Validator

Es una funcionalidad de JOSM, que realiza una comprobación de los datos cargados, a través del cual se muestran errores y advertencias además de si el usuario lo permite, realizara algunas correcciones de forma automática. El objetivo es que esta validación de la 'Etapa 1' tenga lugar al mismo tiempo que el mapeo inicial, de modo que se puedan realizar modificaciones mientras la naturaleza del terreno, las imágenes y las características aún están frescas en la mente de todos. Es especialmente útil para encontrar errores de geometría

como multipolígonos inválidos que pueden ser extremadamente difíciles de detectar manualmente.

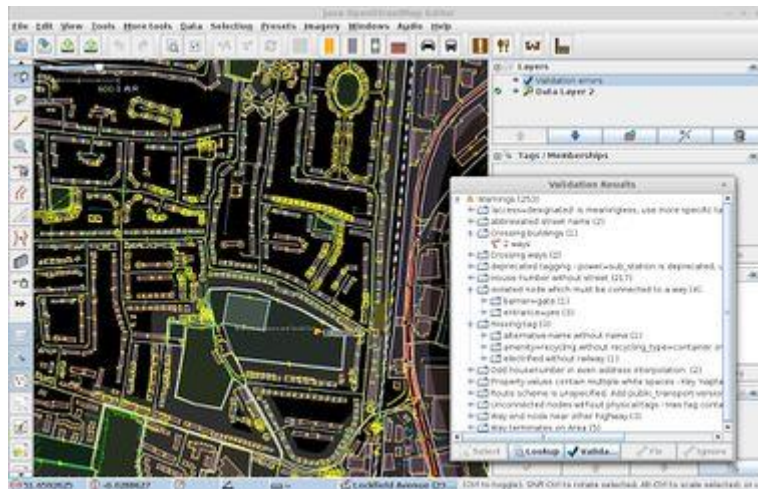


Figura 8. Interfaz de JOSM/Validator. Fuente <https://wiki.openstreetmap.org/>.

MapRoulette

Esta herramienta tiene un método de funcionamiento basado en la ludificación (especie de juego para recopilar datos). Para conseguir corregir errores de OSM, divide los problemas comunes de datos de OpenStreetMap en micro tareas. Originalmente fue diseñado para resaltar áreas con vías borradas, debido a un cambio de licencia, ahora es destinado a usuarios cuya finalidad es solucionar problemas en OSM. Las tareas se dividen en desafíos. Cualquiera puede crear un desafío usando el asistente incorporado. Como fuente de datos se puede usar una consulta en la API o un archivo GeoJSON. Un proyecto agrupa uno o más desafíos. Un desafío puede ser parte de más de un proyecto. Cada proyecto tiene su propia página de administración donde puede ver tablas de clasificación y progreso.

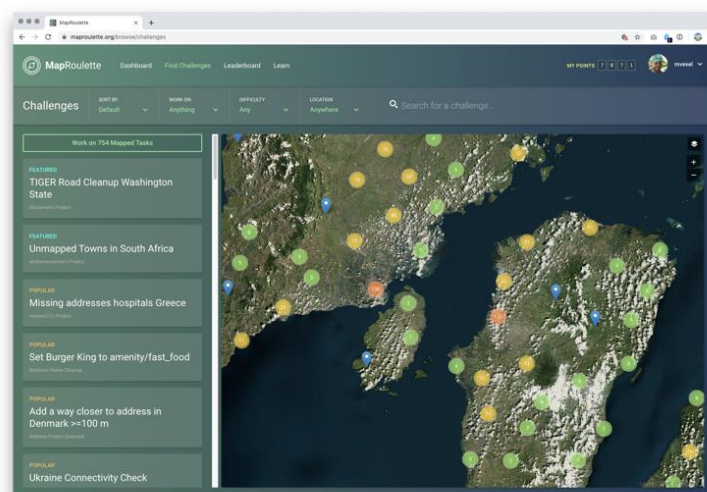


Figura 9. Interface de MapRoulette. Fuente: <https://wiki.openstreetmap.org/wiki>

Tabla 2. Comparación de las herramientas. Fuente https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Quality_Assurance#Visualization_tools

Herramienta	Cobertura	Visualización	Corregir sugerencia	API	Documentación	Desarrollo
Keep Right	Global	Marcador en mapa	No	Sí	Solo en alemán	Inactivo (última en 2017)
Osmose	Global	Marcador en mapa	Sí	Sí	Sí	Activo
JOSM/Validator	Local	Lista + mapa	Sí	No	Para algunos problemas	Activo
MapRoulette	Global /Parcial	Una característica a la vez	No	Sí	No	Activo

Las herramientas presentadas son complementarias a la hora de realizar el proceso de validación, en primer lugar para la edición y creación de datos, se puede validar un área a través de la herramienta de validación de JOSM. Para identificar errores topológicos y de etiquetado Osmose o Keep Right y para Validar y rectificar grandes cantidades de errores se pueden utilizar los proyectos de MapRoulette.

3.3.2. Herramientas de validación para la cobertura terrestre, Geo-Wiki y Laco-Wiki

Geo-Wiki está basada en la actualización y validación de datos precargados por la administración del servicio, mientras que Laco-Wiki está orientada a la Validación de IG cargada por el propio usuario.

Geo-Wiki

Es una plataforma que permite a los usuarios participar en el monitoreo físico de la cobertura de la tierra. Esta herramienta permite validar IG existente además de generar nueva IG utilizando como referencia las imágenes de Google Earth, Bing Maps o fotografías geo-etiquetadas. Además, por ejemplo, para la clasificación de usos del suelo, los expertos pueden estar familiarizados con la mayoría de regiones, pero no de todo el área de estudio (Yang et al, 2017), de este modo, este tipo de aplicaciones puede complementar a los expertos a generar datos para completar dicha información. La propia herramienta se basa en la ludificación para involucrar a los usuarios en la utilización de esta herramienta. Geo-wiki no pretende reemplazar actividades actuales de validación de la cobertura de la tierra por expertos, pero si complementar algunas

de esas actividades proporcionando datos adicionales o las herramientas para realizar la validación. Por ejemplo, el JRC o Centro Europeo de Investigación, ya usó Geo-Wiki con este propósito para validar el mapa de tierras de cultivo.

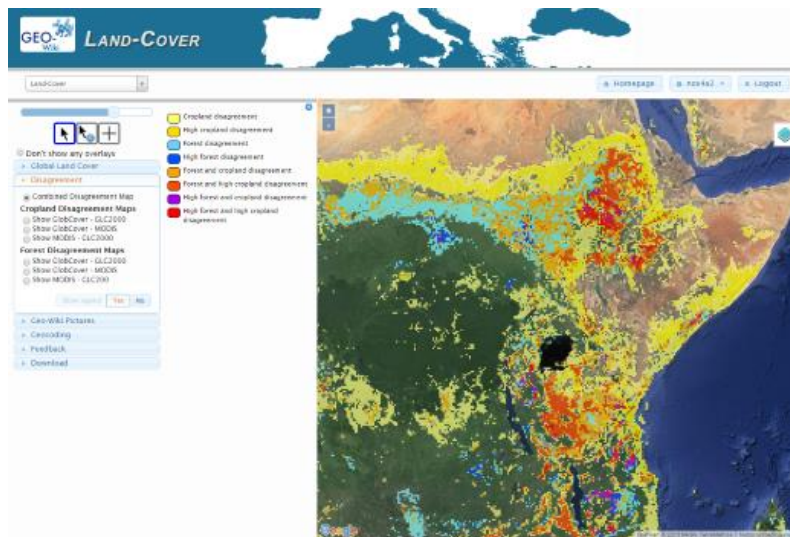


Figura 10. Captura de pantalla de Geo-Wiki. Fuente: <https://geo-wiki.org/>

Laco-Wiki

Se trata de un portal de internet que provee herramientas para la validación de mapas de cobertura y uso del suelo. Mediante el uso de una serie de capas de referencia que incluyen imágenes aéreas y satelitales provistas por Google, Bing y OSM, la validación se realiza en un proceso de cuatro pasos. (1) Cargar el conjunto de datos, (2) generar una serie de puntos muestra, (3) validar las muestras, y por último, (4) crear un informe incluyendo la evaluación de la precisión.

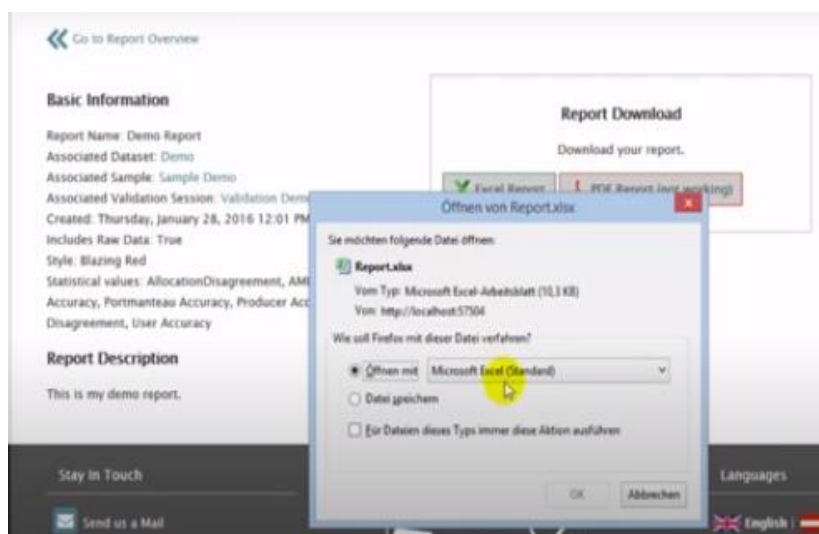


Figura 11. Captura de pantalla de generación de informe Laco-Wiki. Fuente: <https://www.laco-wiki.net/>

De esta relación de casos similares, las herramientas o servicios cuya función se acerca más al objetivo principal de este trabajo de “generar una herramienta que permita a un usuario almacenar información sobre la calidad de la información geográfica en una base de datos”, son Laco-Wiki y Geo-Wiki, ya que una registra información sobre un conjunto de datos concreto aportado por el usuario, y Geo-Wiki, plantea proyecto ya definidos, donde diferentes usuarios pueden aportar información sobre esos datos precargados.

Tabla 3. Comparación de herramientas Geo-Wiki y LACO-Wiki. Fuente. Elaboración propia basada en Bey, A., 2016.

	Validación de mapa	Basado en navegador	Servicio web	Importación de datos	Estimación de error o incertidumbre	Diseño de muestreo o diseñado por el usuario	Formulario de recopilación de datos generado por el usuario
Geo-Wiki	Sí	Sí	Sí	No	No	No	No
LACO-Wiki	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

Por otro lado, el volumen de componentes y complejidad de estos para la validación en OSM es mucho mayor, lo cual seguir un modelo similar para este trabajo sería bastante complejo.

Por este motivo, y basándonos en los casos anteriormente mostrados, en este trabajo se propone generar una herramienta que permita a un usuario almacenar información sobre la calidad de la información geográfica **según la norma ISO 19157** en una base de datos, con la posibilidad de que un usuario sea capaz de evaluar un conjunto de datos vectoriales aportados por el mismo, o con la posibilidad de que un conjunto de usuarios, tengan la posibilidad de evaluar un conjunto de datos aportados por un administrador, intentando implementar las características fundamentales de las herramientas Geo-Wiki y Laco-Wiki (tabla 3). Geo-Wiki y Laco-Wiki están basados en el prototipo Lacoval, el cual tiene las siguientes características:

- Realiza la carga y visualización de datos a través de GeoNode. (<http://geonode.org>)
- Proyección WGS84 (EPSG: 4326) con coordenadas geográficas requeridas (datos debe convertirse adecuadamente con un software GIS).

- La capa vectorial en formato shapefile, debe tener un campo de código único denominado "lccode", este campo de atributo debe contener los códigos de cobertura del suelo para su validación.
- Permite editar el estilo de la capa con AtlasStyler, que es una aplicación de código abierto basada en Java.
- Los tamaños de archivo no están limitados por GeoNode. Cuanto más grande sea el archivo, más tardará (aproximadamente 5 minutos por 100 MB dependiendo de la conexión a Internet).
- Puede agregar otras capas WMS no agregadas previamente.
- Permite elegir la unidad de muestreo, Punto (para datos vectoriales) y Pixel (para datos ráster).
- Permite elegir el método de muestreo (aleatoria, sistemático, etc.).
- Diferentes métodos de validación, ciego o plausible (con información previa).
- Información del informe. Matriz de confusión con clases de cobertura terrestre. Filas: cobertura terrestre cartografiada y columnas: cobertura del suelo de referencia a partir de la interpretación con número de muestras.

3.4. ANÁLISIS DE TECNOLOGÍAS Y COMPONENTES DE SOFTWARE PARA LA CREACIÓN DE SERVICIOS WEB ESPACIALES

Un servicio web es una aplicación que se ejecuta en un servidor al que se puede acceder desde Internet, el cual, cuando recibe una petición responde con una respuesta solicitada. Los formatos, tanto de petición como de respuesta deben estar estandarizados, es sencillo integrarlos en una aplicación como subrutina o función externa. (Bernavé-Poveda, 2012). Los servicios web geoespaciales, se refieren al uso de información, conocimiento y procesos que involucran la componente geográfica o geoespacial. Al igual que los servicios web "normales" o no geográficos, cumplen con estándares y normas internacionales, en el caso específico deben de cumplir al menos con W3C (*World Wide Web Consortium*) y OGC (*Open Geospatial Consortium*), el primero es para todos los servicios web, el segundo se enfoca en la parte geoespacial.

En este punto se presentan características acerca de todos los elementos relacionados con la arquitectura tecnológica empleada en la construcción e implementación del servicio, como son, plataforma de desarrollo, servidores, sistema gestor de base de datos o librerías espaciales.

3.4.2. Servidores.

Un servidor web o servidor HTTP es un programa que procesa una aplicación (del lado del servidor,) realizando conexiones, bidireccionales o unidireccionales y síncronas o asíncronas, generando una respuesta del lado del cliente. Este punto se centra en mostrar las diferentes soluciones que realizan el servicio de

servidor. Dicho de una forma más sencilla, son programas que se instalan en un equipo, como un ordenador, para hacer que esté permanentemente conectado a Internet y pueda responder a las peticiones de los usuarios. Los usos más habituales son el almacenamiento, procesamiento y entrega de páginas web. En él se encuentran alojados los componentes del servicio a excepción de las SGBD, en este servicio sería el caso de las bibliotecas de Leaflet, las páginas en HTML, los accesos a las bases de datos, imágenes, documentos, etc. Este proporciona los recursos que solicitan mediante el protocolo HTTP o HTTPS.

Existen dos métodos con los que el navegador puede enviar información al servidor, el método GET, que envía la información en la propia URL, estando limitada a 2000 caracteres. La información es visible por lo que con este método nunca se envía información sensible y no se pueden enviar datos binarios (archivos, imágenes...), y el método POST, el cual no tiene límite de cantidad de información a enviar, la información proporcionada no es visible, por lo que se puede enviar información sensible y se puede usar para enviar texto normal así como datos binarios.

Tabla 4. Características detalladas de peticiones HTTP GET y POST.

	GET	POST
Atrás/actualizar	Sin problema	Datos han de ser reinsertados
Cache	Puede almacenarse	No puede almacenarse
Historial	Parámetros permanecen	Parámetros no permanecen
Visibilidad	Datos visibles en la URL	Datos no visibles en la URL
Restricciones para entrada de tipo de datos	ASCII	Sin restricciones. Binarios permitidos
Seguridad	Menos segura. Los datos se almacenan en el historial del navegador y en los registros del servidor.	Más segura. Debido a que los parámetros no se almacenan en el historial del navegador ni al

	GET	POST
		iniciar sesión en algún servidor web.
Bookmarks (almacenamiento de dirección url).	Puede usar bookmarks.	No puede usar bookmarks.

A continuación se presentan dos servidores de código abierto y uso gratuito, con facilidad de instalación, y con una serie de cualidades que les hacen adecuados para el desarrollo de un prototipo como es el servicio web de este trabajo.

3.4.2.1. NODE-RED

Node-RED Es una herramienta de desarrollo, en entorno de programación visual, diseñada para conectar sensores, APIs y servicios de forma sencilla. Está basada en Node.js, con lo que se programa en JavaScript, esto, permite usar el mismo lenguaje de programación tanto para la capa de presentación (en este caso la página web) como para la lógica de la aplicación (funciones de los procesos). Además, al estar basado en Node.js, podemos ejecutarlo de manera local, en otro dispositivo de baja potencia y gasto energético (como Raspberry Pi o Arduino) o en una nube. (O’leary *et al.*, 2013) a través de cualquier navegador.

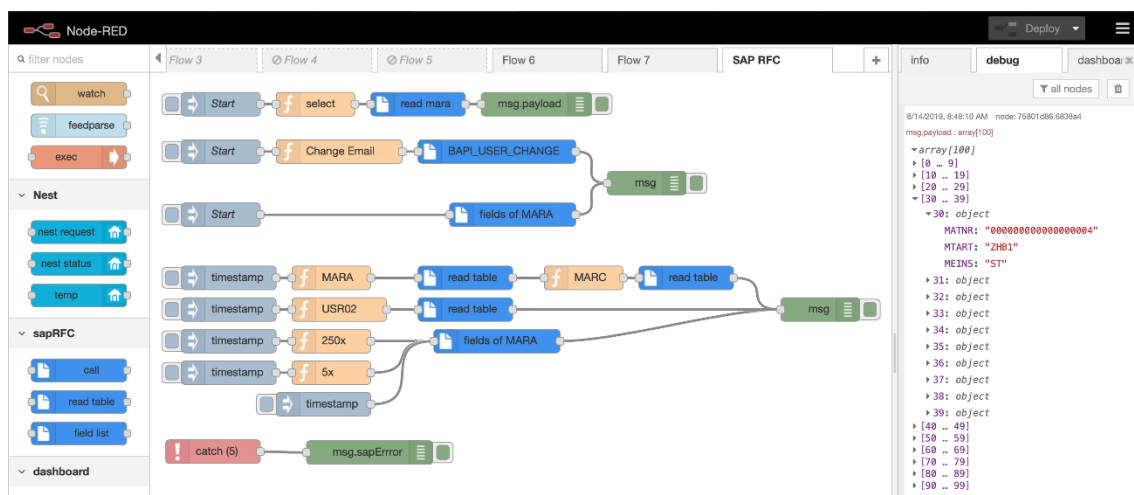


Figura 12. Captura de pantalla de Node-Red. Fuente: <https://flows.nodered.org/>

Los flujos creados en Node-RED se almacenan en JSON, lenguaje sencillo que se puede importar y exportar fácilmente para compartir. Existe una biblioteca online que te permite compartir tus flujos con el mundo. Todo esto permite crear nuevas soluciones de forma rápida y con un mínimo de programación.

Es de código abierto y libre, con licencia Apache 2.0 y es desarrollado por IBM.

3.4.2.2. HTTP APACHE

Es uno de los servidores más usados por lo que existe una comunidad muy grande acompañado una extensa documentación. Es multiplataforma, funciona tanto en Microsoft Windows, Unix/Linux y Mac por lo cual es un excelente servicio tanto para servidor como para un entorno de desarrollo. Contiene una gran cantidad de módulos tanto oficiales como de terceros que permiten ampliar las funcionalidades del servidor. Es uno de los servidores más sencillos de instalar y configurar, en el caso de Windows se suelen encontrar empaquetado junto con el servidor MySQL y PHP en un solo instalador que facilita enormemente la instalación. Apache integra funcionalidades para brindar seguridad a aplicaciones gracias a los módulos de Autorización y Autenticación.

3.4.3. SERVIDORES DE MAPAS

Además, existen algunas soluciones *Open Source* que tienen funciones para trabajar con información geográfica, como servir datos vectoriales (WFS), teselas (WMTS), mapas (WMS), metadatos (CSW) o geoprocesos (WPS).

Es habitual que un producto de software, cubra estas funcionalidades descritas, además de ser interoperables, implementando los estándares W3C (*World Wide Web Consortium*) y OGC (**Open Geospatial Consortium**). A continuación se muestra una relación de servidores de mapas con implementación de estándares OGC.

3.4.3.1. Mapserver

Es uno de los servidores cartográficos más utilizados, con un desarrollo continuo. Su configuración se lleva a cabo a partir de ficheros de texto aunque también existe la posibilidad de desarrollar a partir de nuevas interfaces como MapManager. Destaca por su ligereza y facilidad de despliegue.

3.4.3.2. Geoserver

Con una comunidad muy activa, frecuentes actualizaciones y una gran implementación de los estándares OGC, con extensiones al estándar SLD con soporte de estilos CSS y un buen soporte para orígenes y formato de datos. Es uno de los servidores de mapas mejor posicionados para cualquier usuario.

3.4.3.3. QGIS server

Contextualizado en el proyecto QGIS como una forma sencilla de exponer proyectos de QGIS a través de la red mediante estándares WMS y WFS. Se instala en el software de escritorio (QGIS) a través de un plugin, facilitando la publicación de datos geográficos desde este.

Tabla 5. Información general servidores de mapas. Fuente <https://wiki.osgeo.org/>

Nombre	Año	OSGeo	Licencia	Open Hub	Tecnología
MapServer	1994	Sí	Estilo MIT	Sí	C/C++
GeoServer	2001	Sí	GPL2	Sí	Java
QGIS Server	2010	Sí	GPL	Sí	C++

Para este proyecto se propone utilizar como servidor Node-Red, ya que permite integrar de manera sencilla una gran cantidad de funciones a través de los mencionados nodos, esto facilita por ejemplo la conexión con bases de datos PostgreSQL o MySQL. Además, se propone utilizar como servidor complementario HTTP Apache, ya que es el servidor más utilizado, y presenta una serie de ventajas como su coste gratuito, ser de código abierto, alta fiabilidad y soporte. Para este proyecto no se van a utilizar servidores de mapas MAPAS, pero el que mejor se adapta a las necesidades de un proyecto de este tipo es Geoserver, ya que posee una gran implementación de estándares OGC y una amplia fuente de formatos de origen y de estilos.

3.4.4. Bases de datos espaciales

Una base de datos espacial es una base de datos optimizada para almacenar o consultar datos que representan datos geográficos o espaciales. Permiten representar objetos geométricos simples, como puntos, líneas y polígonos. Algunas de estas bases de datos manejan estructuras más complejas como objetos 3D, coberturas topológicas, redes lineales, y TIN. En definitiva, se trata de una base de datos que almacena toda la información relativa a un conjunto de entidades espaciales (geometría, topología, identificadores, datos temáticos, etc.). Las ventajas de este modelo de trabajo son varias:

- Posibilidad de usar SQL para hacer consultas y análisis sobre mapas vectoriales.
- Integración en una sola herramienta de todas las funciones para trabajar con información geográfica vectorial.

Existe una serie de alternativas que puede cumplir con la mayoría de necesidades de cualquier proyecto o usuario, un ejemplo es Oracle Spatial, el cual está considerado como el mejor programa de gestión de base de datos, otro puede ser SQL Server Spatial, aunque en este trabajo se van a descartar ya que presenta una gran limitación, su elevado precio. De esta manera se muestran a continuación dos propuestas de software libre y gratuito, MySql + MySQL Spatial y PostgreSQL + PostGIS. Al ser un prototipo es interesante comprobar el funcionamiento de diferentes SGBD.

3.4.4.1. Sistema gestor de base de datos Postgres con extensión PostGIS

PostGIS es una extensión de la base de datos PostgreSQL que permite gestionar objetos geográficos, de forma que añade la capacidad de utilizar PostgreSQL como base de datos espacial en un SIG (Martínez Llario, 2013). Esto lo convierte en un *Backend* (encargado de interactuar con bases de datos, lenguajes, y usuarios). Las funciones de análisis y procesamiento también son aceptadas por PostGIS para datos ráster y vectoriales, lo que permite la generación fácil de mapas que tienen el resultado del procesado deseado. Los formatos vectoriales y tipo ráster más utilizados son soportados por el software, por ejemplo shapefiles o GeoTiff, aunque además, los usuarios disponen una amplia gama de formatos en los que pueden guardar los datos.

3.4.4.2. Sistema gestor de base de datos MySQL y extensión MySQL Spatial

Es un sistema de bases de datos relacional, con lo que guarda datos en tablas separadas, obteniendo así ventajas de velocidad y usabilidad. Es de uso gratuito bajo licencia GPL y funciona en los principales sistemas operativos para PC disponibles en la actualidad.

Dispone de una extensión, MySQL Spatial, cuya instalación y manejo es muy sencillo, que permite almacenar datos con información espacial asociada. Es una base de datos que se encuentra por defecto en la mayoría de servicios de hosting.

Tabla 6. Información general de bases de datos espaciales. Fuente <https://wiki.osgeo.org/>

Nombre	Años	OSGeo	Licencia	Open Hub	Tecnología
MySQL Spatial	2000	No	Oracle	Sí	C/C++
PostGIS	2005	Sí	GPL v2	Sí	C/C++

3.4.5. Visores de mapas, Librerías FOSS

Las bibliotecas permiten incorporar código, servicios y datos a través de subprogramas, estas bibliotecas pueden ser estáticas o dinámicas. **Una librería estática** es una librería forma parte de nuestro programa al ser compilado. Al estar ya copiada en nuestro programa, si la eliminamos, nuestro programa seguiría funcionando, ya que tiene copia del código que necesita. **Una librería dinámica** no se copia en nuestro programa. Cuando ejecutemos nuestro programa, cada vez que el código necesite algo de la librería, accederá a ella. Si borramos la librería, nuestro programa dará un mensaje de error.

Un complemento, plugin o extensión es un software que agrega características adicionales a una aplicación. Se relacionan con otra aplicación para aportarle funcionalidades de carácter específico. La aplicación adicional es ejecutada por la aplicación principal interactuando a través de una interfaz de programación (API).

A través de una serie de librerías basadas en JavaScript, se han desarrollado herramientas que permiten representar información espacial y crear mapas interactivos como una aplicación web. Es este caso nos vamos a centrar librerías de código abierto, dejando de lado otras como Carto o Google Maps, que no son de código abierto.

3.4.5.1. Leaflet

Es una librería de JavaScript para crear mapas web interactivos. Está enfocada en la simplicidad, el rendimiento y la facilidad de uso. Funciona de manera eficiente en los principales navegadores web, aprovechando las ventajas del HTML y CSS y permite ampliar su funcionalidad con una gran cantidad de Plugins. Tiene una API accesible, fácil de usar y bien documentada, así como un código fuente simple y legible.

3.4.5.2. OpenLayers

Librería de código abierto desarrollada en JavaScript. Interactúa con servicios OGC y otros servicios cartográficos comerciales como Google Maps, Esri o Bing Maps. Soporta numerosos formatos como XML, GML, GPX o WKT. Puede incorporar numerosos controles, además de poder visualizar numerosas geometrías como puntos, multipuntos, polígonos, multi-polígonos, curvas, anillos, etc. Al igual que las otras librerías expuestas, permite definir y aplicar simbologías además de visualizar capas con un orden y transparencia determinado.

3.4.5.3. Mapbox

Es un proveedor de mapas personalizados en línea para sitios web. Mapbox GL JS es una biblioteca de gráficos (GL) de JavaScript que le permite crear mapas que pueden incluir datos interactivos.

Tabla 7. Información general de librerías espaciales. Fuente <https://wiki.osgeo.org/>

Nombre	Año	OSGeo	Licencia	Código abierto	Tecnología
OpenLayers	2006	Sí	BSD	Sí	Javascript
Leaflet	2010	No	BSD	Sí	Javascript
Mapbox	2010	No	BSD	Sí (no es gratuito)	Javascript

OpenLayers y Leaflet son de código abierto y se proporcionan bajo la licencia “simplificada” de 2 cláusulas de BSD. Mapbox GL JS tiene la licencia BSD de 3 cláusulas, aunque el servicio Mapbox no es gratuito (tabla 7). Al igual que Openlayers y Leaflet, Mapbox admite WMS y WFS, pero solo admite formatos vectoriales en formato GeoJSON. Por otro lado, Mapbox solo es compatible con el proveedor de mapas de Mercator.

Tabla 8. Tecnología seleccionada para este proyecto.

Función	Nombre	Motivos
Servidor	Node-Red	Permite integrar de manera sencilla una gran cantidad de funciones a través de los mencionados nodos, esto facilita por ejemplo la conexión con bases de datos PostgreSQL o MySQL.
	HTTP Apache	Es el servidor más utilizado, y presenta una serie de ventajas como su coste gratuito, ser de código abierto, alta fiabilidad y soporte
Bases de datos	PostgreSQL + PostGIS (para datos con Información Geográfica Asociada).	Complemento PostGIS diseñado para almacenar datos con información geográfica asociada, soporta una gran cantidad de estándares SQL y presenta consultas complejas
	MySql (para almacenar datos de usuarios).	Base de datos más extendida y utilizada.
Librerías Espaciales	Leaflet	Es gratuito, presenta un código fuente simple y legible, además de tener buena compatibilidad con Node-Red.

Se propone la utilización de ambos servidores, ya que al ser un prototipo es interesante comprobar el funcionamiento de ambas. Además, se propone la utilización de ambos SGBD por el mismo motivo, y el de aumentar la seguridad de los datos separando los datos de nombre y contraseña de los usuarios de los datos almacenados por los mismos, por último, para la visualización de mapas se propone la utilización de Leaflet por su funcionalidad, simplicidad de código y facilidad de integración en Node-Red.

4. DISEÑO DEL SERVICIO

4.1. Diseño General. Arquitectura cliente - servidor multicapas

La arquitectura multicapas está compuesta principalmente por módulos de software que se agrupan en capas teniendo en cuenta sus funciones dentro del

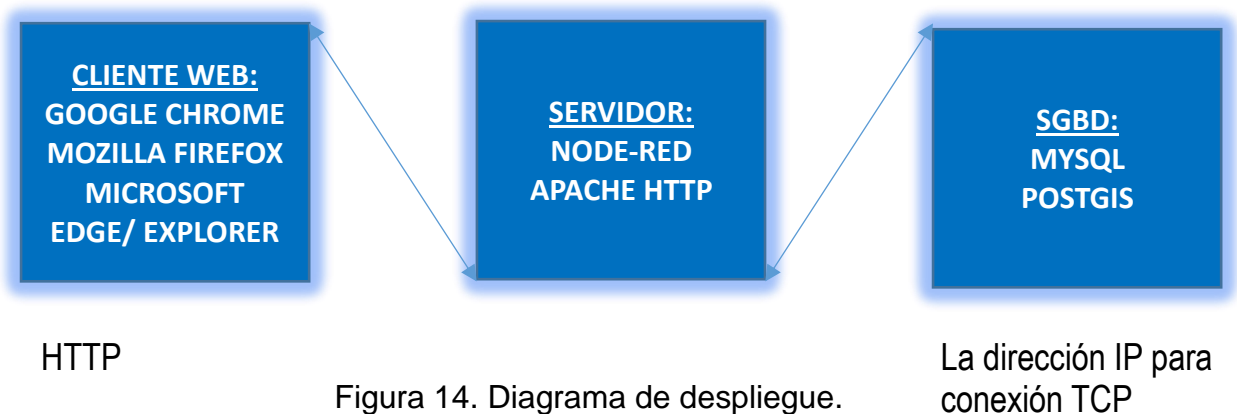
programa. La opción más habitual está formada por una división en tres partes conocida como arquitectura cliente /servidor de tres capas.

1. Capa de Presentación de Servicios al Usuario: son los aspectos relacionados con las interfaces y la interacción con los usuarios. Incluyen el manejo de las ventanas, la autenticación e inicio de sesión de usuarios, generador de informes, menús, gráficos, elementos multimedia, etc.

2. Capa de la Lógica del Negocio o Lógica de la Aplicación: contiene los objetos que participan en la lógica de la aplicación, incluyen las funciones que forman parte de los procesos Esta capa comunica con la de presentación, para recibir peticiones y mostrar la respuesta, además de con la capa de acceso a datos, para solicitar al gestor de base de datos la solicitud o almacenamiento de datos.

3. Capa de Accesos a Recursos Externos o de Servicio a Datos: Permiten acceder a los recursos externos en busca de datos o información para procesar, los que pueden encontrarse en sistemas de bases de datos, servidores de aplicaciones, recursos de la red, entre otros.

A continuación, se muestra las relaciones entre los distintos nodos de los distintos componentes y sus conexiones propuestas para este proyecto (figura 14).



Dentro del cliente web, estaría el dispositivo, ya sea ordenador, teléfono móvil, Tablet, etc., al partir del cual el usuario accede al servicio. Este acceso se realiza a través de un navegador web como *Google Chrome, Mozilla Firefox, Microsoft Edge*, etc.

Un servidor es un programa que atiende y responde a las diversas peticiones de los navegadores y proporciona los recursos que solicitan mediante el protocolo HTTP o HTTPS. En él se encuentran alojados los componentes del servicio a excepción de las SGBD, como las bibliotecas de Leaflet, las páginas en HTML,

los accesos a las bases de datos, imágenes, documentos, etc. Como ejemplos de servidor hemos visto NODE-RED o Apache HTTP.

Para la conexión entre el cliente web y el servidor de aplicaciones, se utiliza el protocolo HTTP (*HypertextTransfer Protocol*), este es el protocolo básico de la *World Wide Web*. Es simple y orientado a conexión (TCP), cada transferencia de datos es una conexión independiente y permite almacenar información en el cliente a través de Cookies.

Funcionamiento de HTTP

1. El cliente establece una conexión TCP hacia el servidor.
2. Envía un comando HTTP de petición de un recurso (y cabeceras informativas).
3. Por la misma conexión el servidor responde con los datos solicitados (y cabeceras informativas).

Tabla 9. Peticiones de recursos HTTP: GET vs. POST.

	GET	POST
Atrás/actualizar	Sin problema	Los datos han de ser reinsertados
Cache	Puede almacenarse	No puede almacenarse
Historial	Los parámetros permanecen	Los parámetros no permanecen
Visibilidad	Los datos son visibles en la URL	Los datos no visibles en la URL
Restricciones para entrada de tipo de datos	ASCII	Sin restricciones. Binarios permitidos
Seguridad	Es menos segura. Los datos se almacenan en el historial del navegador y en los registros del servidor.	Es más segura. Debido a que los parámetros no se almacenan en el historial del navegador ni al iniciar sesión en algún servidor web.

	GET	POST
Bookmarks (almacenamiento de dirección url).	Puede usar bookmarks.	No puede usar bookmarks.

Diagrama de diseño del servicio

A continuación se muestra una descripción del diagrama de diseño del servicio (figura 15). En primer lugar se debería mostrar una pantalla para el inicio de sesión, esta consultaría en una base de datos si los valores introducidos de usuario y contraseña si está registrado por el administrador, de ser así se daría acceso a la siguiente pantalla. Se propone utilizar como SGBS MySQL. Ya que es bastante común y se dispone de una gran cantidad de documentación para llevar a cabo el proceso.

En segundo lugar, se propone el acceso a una web, donde a través de ella poder acceder a los dos servicios propuestos, uno donde el usuario puede cargar una capa vectorial para almacenar datos sobre su calidad en IG, y por otro lado un proyecto generado por el administrador, al cual puede acceder cualquier usuario, donde las capas a evaluar ya estarán cargadas en el mapa, junto a unos estilos y una leyenda. Se propone además que esta capa esté almacenada en PostGIS, para facilitar su gestión y actualización.

Para el almacenamiento de los datos de calidad, de manera estructurada e intuitiva, se propone generar un formulario, que disponga de una serie de campos que permitan introducir los valores relativos a cada entidad o instancia de la capa.

Estos datos se deben almacenar en la tabla de registro, se propone una SGBD PostGIS, para en el caso que sea necesario, almacenar la información sobre la geometría de la capa a evaluar. Además, deberá tener un campo de identificación, en el cual se almacene un código individual e inequívoco para cada elemento y registro realizado, Por último, con la información almacenada, se propone la generación de un informe dinámico en función del usuario y fuente de datos activa.

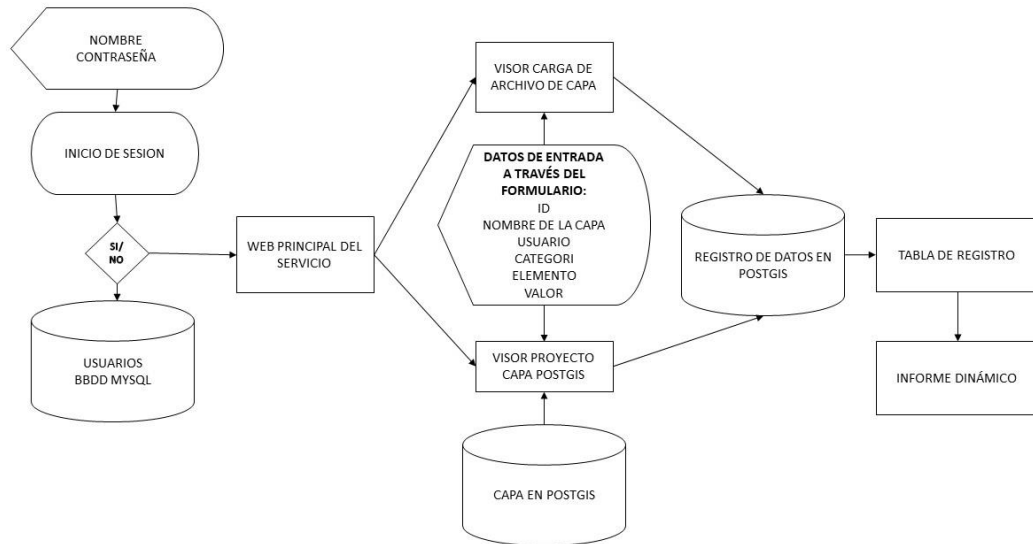


Figura 15. Diagrama de diseño del servicio.

4.2. Requisitos funcionales del servicio

- Registrar usuarios por parte de un administrador.
- Generación de inicio de sesión por parte del usuario a través de un registro y permisos para el usuario.
- Permitir la carga por parte del administrador de información procedente de archivos, bases de datos espaciales y servidores Geográficos.
- Permitir la carga por parte del usuario, de información geográfica procedente de archivos locales.
- Almacenamiento de manera estructurada de la calidad de la información geográfica en base a la Norma 19157 por parte del usuario.
- Generación de informes a partir de la información almacenada en la base de datos.

4.3. Actores del sistema

Se identifican dos actores diferentes:

Usuario general: Usuario común del servicio, tiene como privilegio el de, tras el inicio de sesión, poder almacenar datos en las bases de datos asociadas sobre la calidad de IG relativa a las capas vectoriales cargadas por el mismo o precargadas en un proyecto definido por el administrador.

Administrador: Usuario con mayores privilegios en el sitio, es el encargado de administrar el servicio, dar de alta los usuarios en la base de datos para el inicio de sesión, y precargar proyectos definidos por el mismo.

4.4. Casos de Uso

El servicio debería permitir el almacenamiento de datos relativos a la calidad de la información geográfica vectorial, por un lado, a través de proyectos precargados por el administrador, y a través de proyectos generados por el usuario a través de la carga de archivos para su evaluación.

De esta manera se definen los siguientes casos:

Caso de uso	Inicio de sesión
Actores:	Usuario y Administrador.
Resumen:	El caso de uso se inicia cuando el usuario introduce un nombre de usuario y contraseña para el inicio de sesión.
Precondiciones:	El administrador debe haber almacenado el usuario y contraseña en el registro de usuarios con permiso de acceso.
Eventos:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Si el usuario está registrado accederá a la url del servicio. 2. Si el usuario no está registrado, se mostrará un mensaje de error.

Caso de uso	Cargar Capa para almacenar información de la calidad en IG de dicha capa
Actores:	Usuario y Administrador.
Resumen:	El caso de uso se inicia cuando el usuario carga dentro del mapa, información vectorial almacenada en el equipo del usuario.
Precondiciones:	La capa debe tener un sistema de referencia y formato adecuado. Además de tener un campo en la tabla de atributos, que sirva como identificador único de esa instancia.
Eventos:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Si el formato y sistema de referencia es el adecuado, se cargará dentro del mapa. 2. Si el formato y sistema de referencia no es el adecuado, no se visualizará. 3. El usuario tendrá la posibilidad de indicar cuál es el campo que se usará como identificador inequívoco para asociar los datos introducidos.

Caso de uso	Cargar Capa para almacenar información de la calidad en IG de dicha capa
Actores:	Administrador.
Resumen:	El Administrador podrá generar proyectos a los cuales tendrá acceso cualquier usuario, para que estos usuarios almacenen información de la calidad de la IG.
Precondiciones:	Dentro del mapa, se dispondrá de una leyenda y estilos de la capa o capas cargadas.
Eventos:	Al acceder al mapa, se podrá visualizar la capa o capas, con las funciones básicas de zoom, movimiento sobre el mapa, etc.

Caso de uso	Almacenamiento de la calidad asociada a la IG
Actores:	Usuario y Administrador.
Resumen:	Tanto para los proyectos definidos por el administrador, como por las capas cargadas por cada usuario, el usuario podrá almacenar en una Base de Datos, la calidad de cada instancia definida de una capa vectorial.
Precondiciones:	Para los proyectos generados por el administrador, cualquier usuario podrá almacenar información, para las capas cargadas por el propio usuario, sólo el mismo, podrá almacenar información relativa a esa capa.
Eventos:	Al clicar en cada instancia de la capa, se generará un formulario, donde introducir la información de manera estructurada, relativa a la calidad en base a la norma ISO 19157 asociada a un campo de identificación inequívoca. Al guardar esa información, se visualizará un mensaje informando que se ha almacenado correctamente.

Caso de uso	Generación de informes sobre la información almacenada.
Actores:	Usuario y Administrador.
Resumen:	Tanto usuario como administrador tendrán la posibilidad de obtener un informe sobre la información almacenada.
Precondiciones:	Esta información será relativa a una fuente de datos, una categoría y un elemento concreto.
Eventos:	En el momento que el usuario o administrador acceden a una url se generará un informe en formato web.

4.5. Diseño de interfaces y funcionamiento del servicio.

El medio a través del cual los usuarios pueden interactuar con el servicio, es conocido como Interface de Usuario. En este apartado se muestran el diseño de la interface y sus componentes propuestas para este servicio.

4.5.1. Inicio de sesión

Para acceder al servicio, se propone crea una pantalla de acceso para consultar el usuario y la contraseña, alojadas estas por el administrador en una base de datos (tabla 10, si existe este usuario y la contraseña en la base de datos, se accede a la web del servicio (figura 25).

Una vez se valida el inicio de sesión, se accederá a una segunda pantalla, con una dirección URL y con el método Get como petición de recurso que permite el acceso a otras tres ventanas.

- La primera daría acceso a un visor, en el cual el administrador ha cargado una o varias capas, con sus estilos relacionados (figura 11), para las cuales el usuario puede guardar información en función del ámbito seleccionado, almacenándose en una base de datos.
- La segunda de ellas accedería a un segundo visor, donde el usuario pueda cargar información geográfica en formato vectorial (KML, GPX o Geojson).
- El tercer enlace, accedería a una pantalla para poder visualizar los datos almacenados en la tabla de la base de datos.

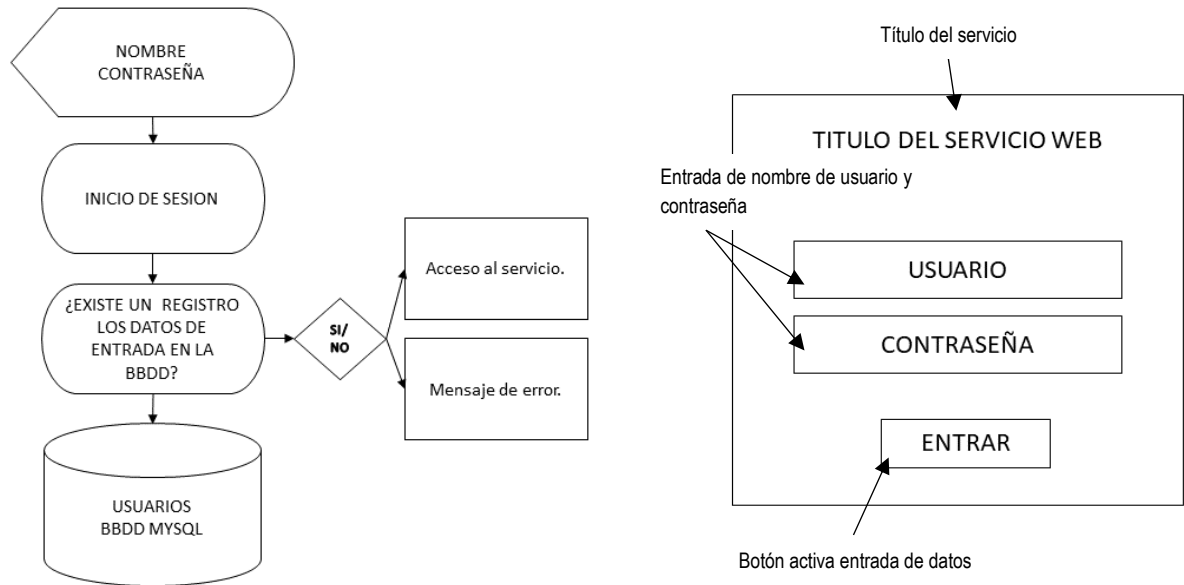


Figura 17. Diseño de la interface de acceso al usuario.

A continuación, se muestra el diseño y campos de la tabla donde se aloja la información de nombre de usuario y contraseña para el inicio de sesión.

Tabla 10. Propiedades de los campos de la tabla para el registro de usuarios.

	Nombre del campo	Tipo	Nulo	Predeterminado
1	date	timestamp	No	CURRENT_TIMESTAMP
2	username	varchar(10)	No	Ninguna
3	password	varchar(10)	No	Ninguna
4	rol	int(11)	No	Ninguna

4.5.2. Visor del servicio para el registro de la calidad de la IG. Proyecto de evaluación precargado por el administrador

En este caso, se muestra el diseño de un servicio para un proyecto generado por parte del administrador, con una información vectorial procedente de una base de datos alojada en una SGBD PostGIS. Como se ha mencionado, Node-Red presenta una serie de nodos o conexiones pre-configuradas a diferentes SGBD como MySql o PostgreSQL, esto nos permite acceder directamente a la información alojada en Bases de datos de una manera sencilla (figura 16). Por este motivo, se propone esta fuente de información, aunque se podría cargar desde otras fuentes más comunes como un servidor o servidores cartográficos

como Geoserver, servicios WMS, WMTS, etc. Por otro lado, se propone utilizar para la generación del visor, los lenguajes de programación HTML, CSS y JavaScript. Además, de la librería de JavaScript Leaflet (<https://leafletjs.com>, octubre 2020).

Para la pantalla de este visor, se propone (figura 17), en la zona superior al mapa, incorporar un panel, en el que encontremos un cuadro de entrada de datos para introducir el nombre del campo asociado para el **ámbito** en el cual queremos evaluar la calidad.

Ya dentro del mapa, se dispondría en la parte izquierda, de arriba hacia abajo:

- Control de zoom.
- Control para visualización a pantalla completa.
- Nombre de usuario que ha iniciado la sesión.
- Escala.

En la parte derecha:

- Control de capas base, dentro de este se pueden seleccionar las capas base, por ejemplo para este caso OSM y PNOA, además de la capa cargada por el administrador para su evaluación con leyenda y estilos asociados.

Cuadro de entrada para indicar el ámbito

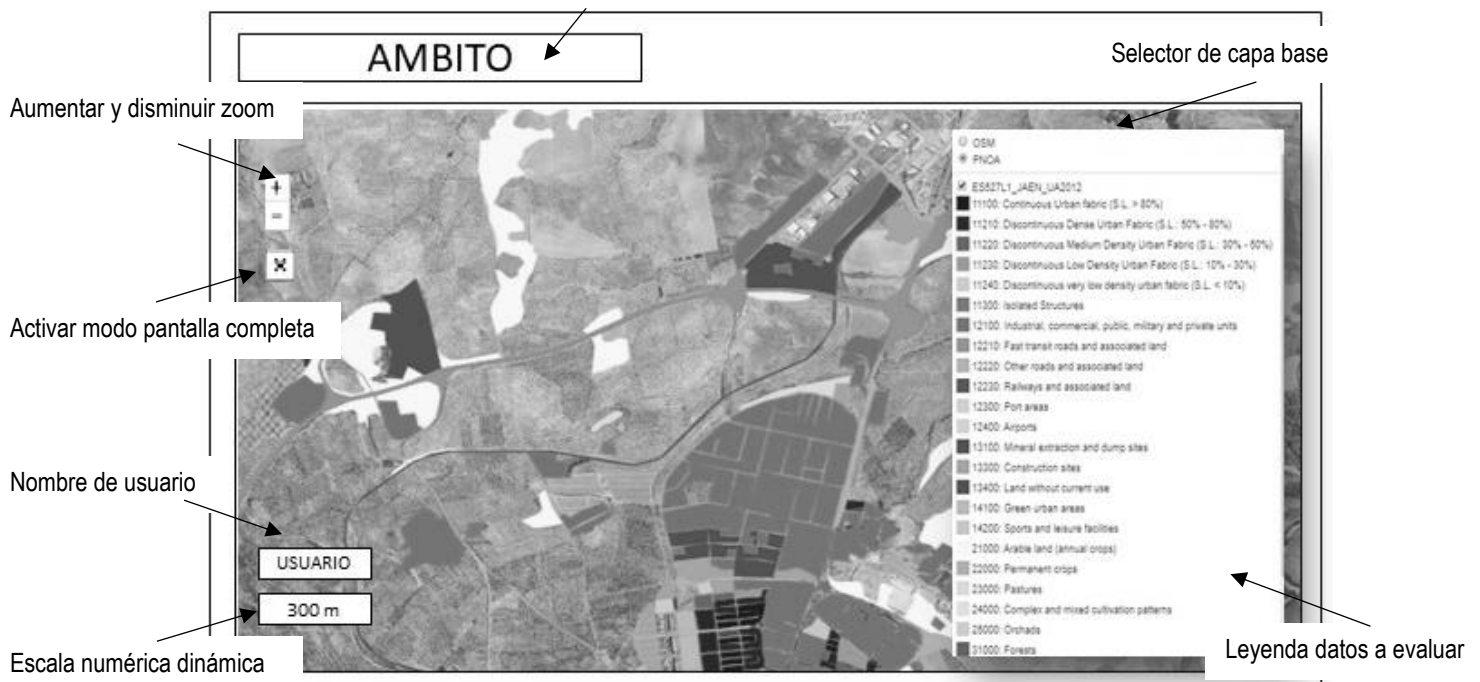


Figura 18. Ejemplo de diseño propuesto para la interface de visualización de mapa.

Se propone, para insertar los datos de manera estructurada, incorporar un pop-up (figura 19), con un formulario donde se muestran los campos de entrada para ser almacenados en la base de datos.



Figura 19. Formulario para la introducción de datos para la evaluación de la IG.

A continuación se detallan los campos de entrada del formulario:

Identificador del ámbito: Este campo está asociado al ámbito de evaluación, por ejemplo si se quiere evaluar una capa, todas las entidades de esa capa tendrán el mismo valor en este campo, si se quiere evaluar para una ámbito geográfico concreto, este campo tendrá el valor de ese ámbito (municipio, provincia, etc.), si el ámbito es temático, por ejemplo para un uso del suelo, este campo tendrá el valor de ese uso en concreto (agrícola, forestal, urbano, etc.). En el caso del proyecto de ejemplo, se informa un identificador para cada polígono o instancia.

Nombre de la capa: en este campo se muestra el nombre del archivo cargado.
Usuario: en el usuario se indica el nombre del usuario registrado en la ventana de registro (figura 10).

Categoría: en este se despliegan las diferentes categorías para la evaluación de la calidad en ISO 19157.

Elemento: en el cual se indica el elemento de la categoría que se pretende evaluar.

Valor: Por último se muestra el cajón para incorporar el valor del elemento a evaluar, dentro del mismo se puede indicar la unidad de medida a utilizar.

Por último, cabe indicar que de manera automática se asocia a cada registro guardado la fecha y hora (**timestamp**).

4.5.3. Visor del servicio para el registro de la calidad de la IG. Servicio con carga de información geográfica vectorial por parte del usuario.

Para el servicio donde se propone habilitar la función de auto cargado de capas vectoriales por parte del usuario. En la figura 20 se muestra el diseño propuesto, donde se integraría en el margen izquierdo el icono habilitado para la carga, teniendo además diferencias en el control de capas, donde no se habilitaría la leyenda.



Figura 20. Diseño de la interface con función de auto carga de capa.

Dentro de este servicio, toma especial importancia la opción de poder elegir por parte del usuario el campo del cual se recogerá el valor al que se asociará la información registrada (figura 21).

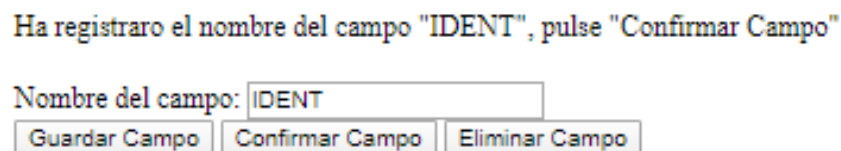


Figura 21. Panel para la introducción manual por parte del usuario del nombre del campo.

Visualización de tabla de guardado de datos

En esta pantalla se visualizarán los datos seleccionados de la tabla donde se insertan los datos registrados por el usuario. Esta tabla está compuesta por los campos que se envían a través del formulario. Además, sería de gran utilidad habilitar las funciones de edición de la tabla a través de accesos o botones para ello.

Tabla 11. Propiedades de los campos de la tabla “registro” de datos procedentes del formulario.

	Nombre del campo	Tipo	Nulo	Predeterminado
1	Id_ambito	Text	No	Ninguna
2	Usuario	Text	No	Ninguna
3	Categoría	Text	No	Ninguna
4	Elemento	Text	No	Ninguna
5	Valor	Text	No	Ninguna
6	Nombrecapa	Text	No	Ninguna
7	Timestamp	timestamp with time zone	No	now()
8	Item2012	character varying(150)		

Informe dinámico

Como último paso, se propone la generación de una serie de datos procesados, donde se muestre un resultado final del proceso de evaluación. Este informe debe ser dinámico, en función del usuario activo, la fuente de datos evaluada y la categoría y elemento con los que se ha trabajado.

Los campos propuestos para mostrar dentro de este informe son:

- Nombre de la fuente de datos. En este caso se le asigna el nombre del archivo cargado por el usuario, o el valor que el administrador asigna al campo “nombre de la capa”.
- Usuario. Recoge el valor que el usuario introduce en el campo “nombre” en el inicio de sesión.
- Categoría. Recoge el valor introducido por el usuario en el formulario en el campo “Categoría”.
- Elemento. Recoge el valor introducido por el usuario en el formulario en el campo “Elemento”.
- Número de registros realizados. Muestra la suma de los registros introducidos por el usuario para la categoría y elemento con la que ha trabajado.
- Número de errores. Contabiliza los errores registrados para una categoría y elemento.

- Tasa de error. Se obtiene a partir de la relación entre el total de registros por parte del usuario con respecto a una Categoría y Elemento con error, divididos entre el total de registros de ese usuario para esa Categoría y Elemento contengan o no error.
- Resultado (No conforme/Conforme). En este prototipo, se utiliza como ejemplo el elemento Omisión de la Categoría Compleción. Si la tasa de error es superior al 5% mostrará como resultado “No conforme”, de lo contrario se mostrará “Conforme” (Ariza-Lopez, F.J., 2011)
- Fecha. Se trata de la fecha del momento en el que se genera el informe.

Dentro de este apartado se ha mostrado el diseño del servicio, para su implementación, se ha generado un anexo de “EJEMPLO DE IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO A TRAVÉS DE NODE RED”, donde se detallan los nodos y parte del código utilizado en el prototipo generado.

5. PRUEBA DE LA APLICACIÓN

Para realizar pruebas con el servicio, se han utilizado tres equipos con Sistema Operativo Windows de 2013, 2015 y 2018 con diferentes configuraciones de hardware y en 4 navegadores distintos. Se han llevado a cabo pruebas con los 5 casos de uso (tabla 12). En función de los resultados obtenidos, se concluye que el servicio funciona correctamente en cualquier equipo con Windows con un sistema operativo soportado por Node-Red (Android, Arc Linux, Debian, Ubuntu, macOS, etc) y en los navegadores web más utilizados (Mozilla Firefox, Google Chrome, Microsoft Edge, Internet Explorer, etc).

Por último, se han detectado una serie de incidencias que, aunque no impiden el funcionamiento del servicio, no se ejecuta de la manera deseada:

1. A la hora de generar el informe, es necesario previamente enviar los datos del formulario (para rellenar los campos de categoría y elemento), se propone generar dos datos de entrada donde el usuario introduzca estos dos valores para realizar la selección de la tabla.
2. En la generación del informe, es necesario que el usuario pulse dos veces el botón “Generar informe para que se muestren los datos”, sería deseable que solo fuese necesaria una pulsación.
3. Dentro del servicio generado por el Administrador, se debería eliminar la selección del ámbito por parte del usuario, ya que es definida previamente por el propio administrador.

Tabla 12. Pruebas realizadas.

Equipo (Hardware)	Caso de Uso	Navegador	Funcionamiento
<ul style="list-style-type: none"> • Toshiba Satellite S50-B-131 con i74510U. GPU AMD R7 de 2GB y 8GB de RAM. Windows 10, (año 2015). • Asus g55vd con i5 4GB RAM, 500GB, GTX 920m 2GB, Windows 8, (año 2013). • Dell Inspiron 15 7000, i5 7300, GPU GTX 1050 de 4 GB, Windows 10 (año 2018). 	Inicio de sesión	Mozilla Firefox	Correcto
		Google Chrome	Correcto
		Microsoft Edge	Correcto
		Internet Explorer	Correcto
	Cargar Capa para almacenar información de la calidad en IG de dicha capa (usuario)	Mozilla Firefox	Correcto
		Google Chrome	Correcto
		Microsoft Edge	Correcto
		Internet Explorer	Correcto
	Cargar Capa para almacenar información de la calidad en IG de dicha capa (administrador)	Mozilla Firefox	* Eliminar selección de ámbito por parte del usuario
		Google Chrome	* Eliminar selección de ámbito por parte del usuario
		Microsoft Edge	* Eliminar selección de ámbito por parte del usuario
		Internet Explorer	* Eliminar selección de ámbito por parte del usuario
	Almacenamiento de la calidad asociada a la IG	Mozilla Firefox	Correcto
		Google Chrome	Correcto
		Microsoft Edge	Correcto
		Internet Explorer	Correcto
Generación de informes sobre la información almacenada.	Mozilla Firefox	*Necesidad de pulsar dos veces el botón "generar informe y enviar formulario previamente"	

Equipo (Hardware)	Caso de Uso	Navegador	Funcionamiento
		Google Chrome	*Necesidad de pulsar dos veces el botón “generar informe y enviar formulario previamente”
		Microsoft Edge	*Necesidad de pulsar dos veces el botón “generar informe y enviar formulario previamente”
		Internet Explorer	*Necesidad de pulsar dos veces el botón “generar informe y enviar formulario previamente”

Diagrama de sucesos

A continuación se muestran los diagramas de sucesos, donde se muestran los eventos entre el usuario, el servidor donde se lleva a cabo el procesado y la base de datos para el inicio de sesión y otro diagrama para el almacenamiento de datos y la generación de informe (figuras 22 y 23).

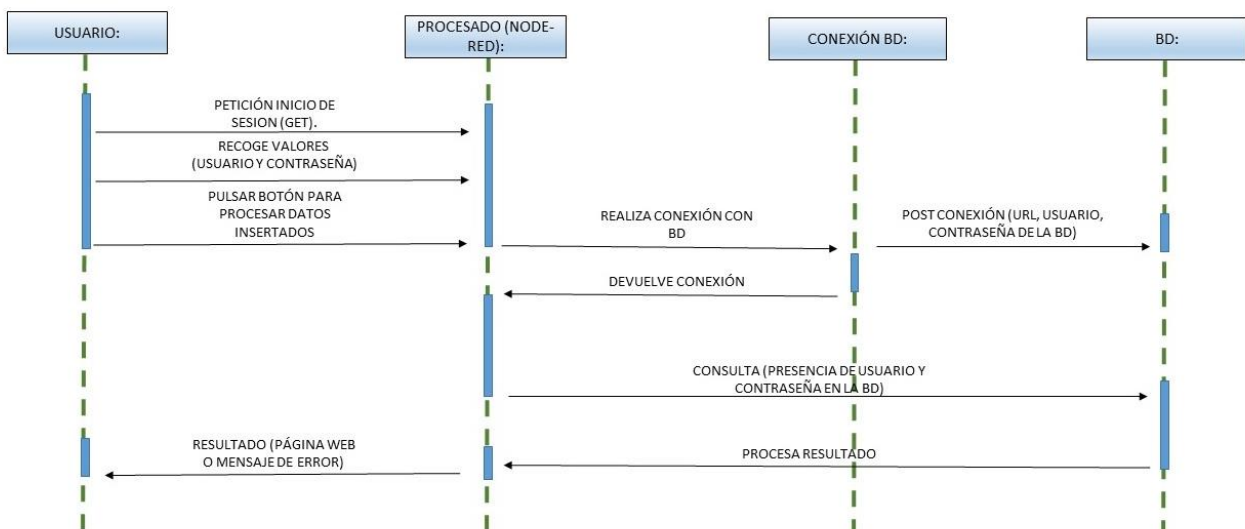


Figura 22. Diagrama de sucesos para el inicio de sesión.

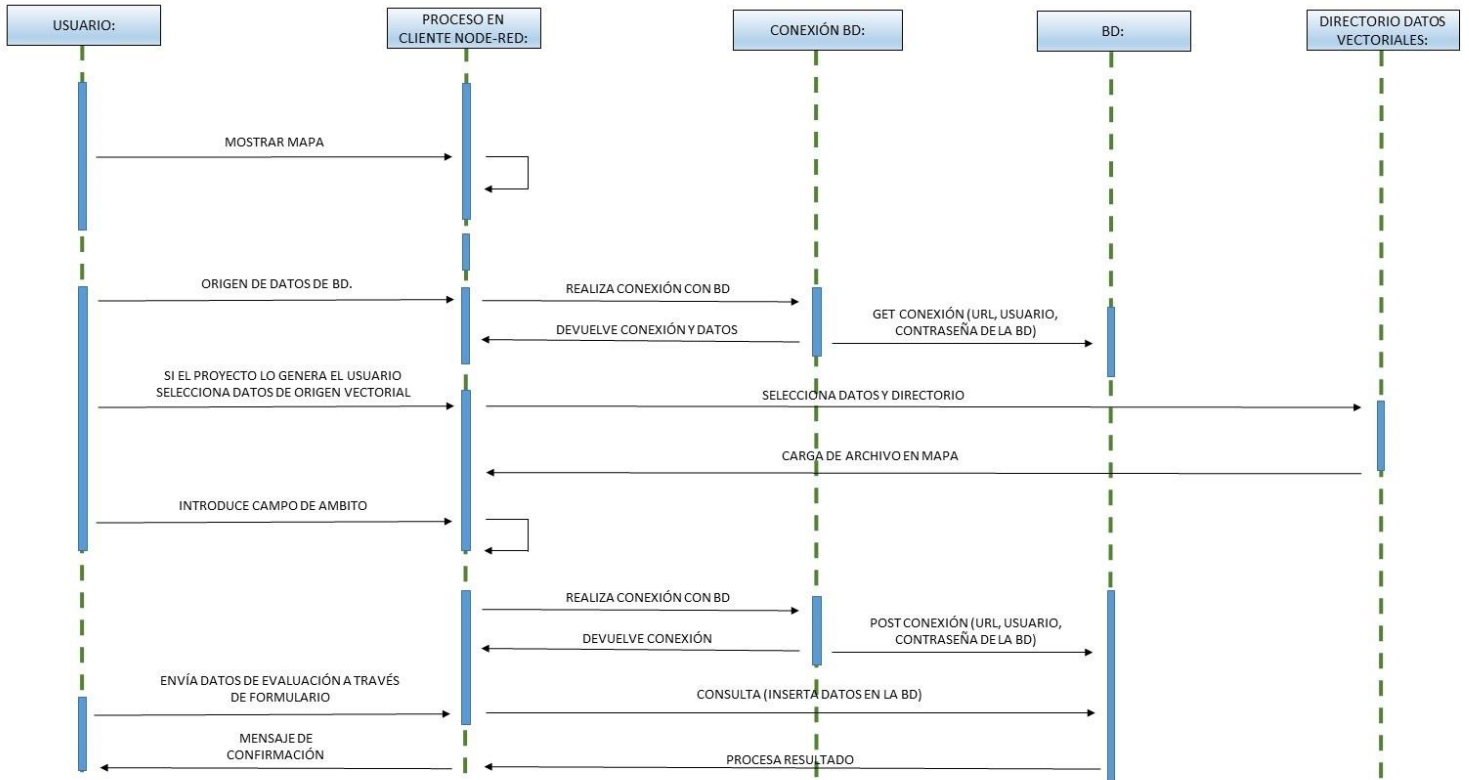


Figura 23. Diagrama de sucesos para el almacenamiento de datos.

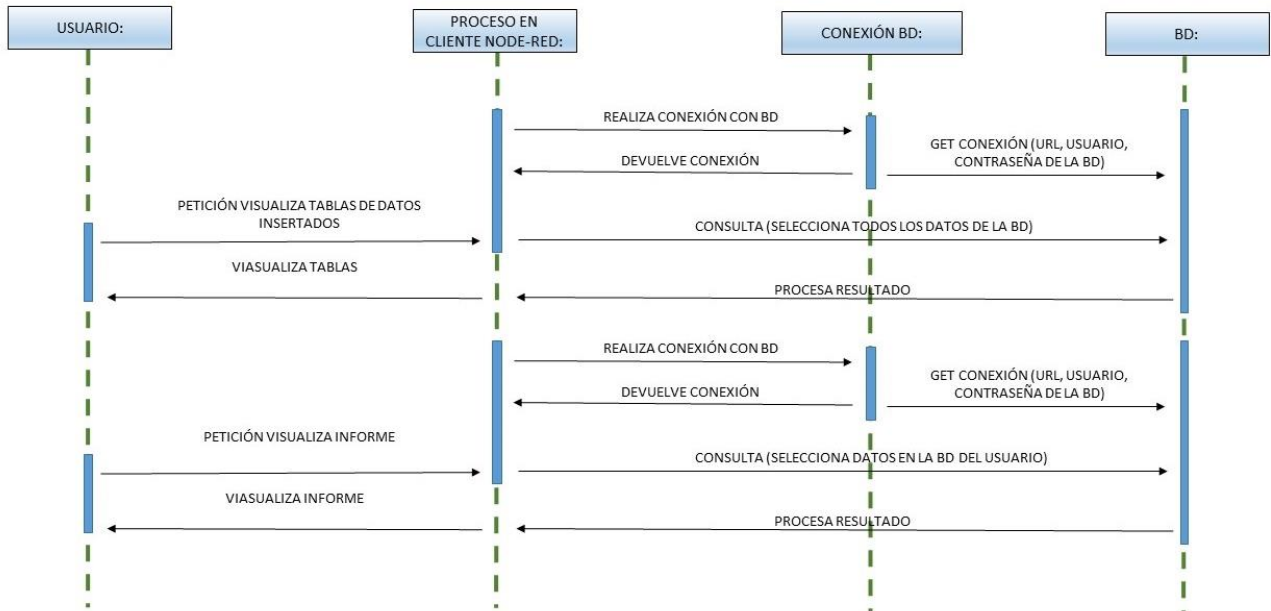


Figura 24. Diagrama de sucesos para generación de informe.

6. RESULTADOS

A continuación, se muestra el resultado de la generación del servicio web desarrollado, donde además, se muestran las funcionalidades del mismo y una serie de resultados derivados de la creación del servicio web.

1. Inicio de Sesión. Al iniciar el servicio se muestra la interfaz de inicio de sesión por parte del usuario, donde este tiene que introducir su nombre de usuario y contraseña, que previamente ha sido registrado por el administrador (figura 24.)

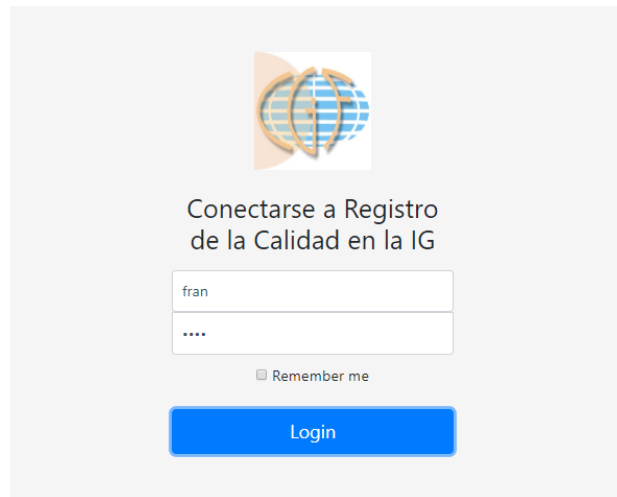
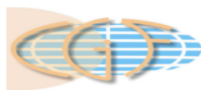


Figura 25. Vista de pantalla de la Web de registro de usuario.

2. Web Principal. A continuación, si los datos introducidos no están registrados o no son correctos, se muestra el mensaje de error “*Usuario o contraseña incorrecto*”. Si los datos son correctos, nos envía a una web general donde podemos acceder a los servicios generados (figura 25).



SERVICIO PARA EL REGISTRO DE LA CALIDAD DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Francisco Javier Checa Martínez

4 de mayo de 20120

Contacto: checa@hotmail.com

DESCRIPCIÓN

DENTRO DE ESTE SERVICIO WEB ENCONTRAMOS DIFERENTES FORMAS DE ALMACENAR INFORMACIÓN RELATIVA A LA CALIDAD DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.

Para ello se han generado dos visores, uno donde se da la posibilidad al usuario de cargar una capa vectorial, indicar que campo de esta capa es el que contiene un ID (código de identificación inequívico) donde asociar este almacenamiento de datos. El segundo nos permite almacenar información para una capa vectorial, esta vez cargada por el administrador, desde una base de datos geográfica, en este caso se ha utilizado PostGIS.

ACCEDE A: [ACCESO MAPA POSTGIS](#)

ACCEDE A: [ACCESO SERVICIO AUTOCARGA CAPA VECTORIAL](#)

ACCEDE A: [ACCESO A TABLAS DE INFORMACIÓN GUARDADA](#)

ACCEDE A: [GENERAR INFORME](#)

Figura 26. Ejemplo de diseño de la interface de la pantalla principal del servicio.

3. Proyecto de evaluación generado por el administrador. Clicando el primer enlace, podemos acceder al proyecto cargado por el administrador, donde se registra la calidad de la IG de una capa vectorial cargada por el mismo (figura 26), dentro de este visor, disponemos además de dicha capa, una leyenda, con la posibilidad de seleccionar la capa base (OSM o PNOA) y estilos definidos, que facilitan la interpretación de la información disponible. En la parte superior izquierda tenemos un cuadro de entrada de datos, donde podemos introducir el ámbito, que como ya se ha explicado, es el nombre del campo cuyo valor será al cual se asocien los datos registrados a través del formulario. Para ello introducimos el valor, clicamos en guardar campo y posteriormente en confirmar campo, por otro lado, podemos modificar dicho valor pulsando en eliminar campo, y volviendo a realizar el mismo proceso.

Para poder visualizar el formulario, simplemente tenemos que clicar en cualquier instancia o polígono de la capa visible, donde se muestra, además del valor del campo ID o de Identificador del ámbito, el nombre de la capa, del usuario, y de los campos de entrada de los valores de calidad introducidos por el usuario.

En la parte inferior izquierda se muestra el nombre del usuario (recogido del formulario de inicio de sesión) y una escala numérica dinámica.

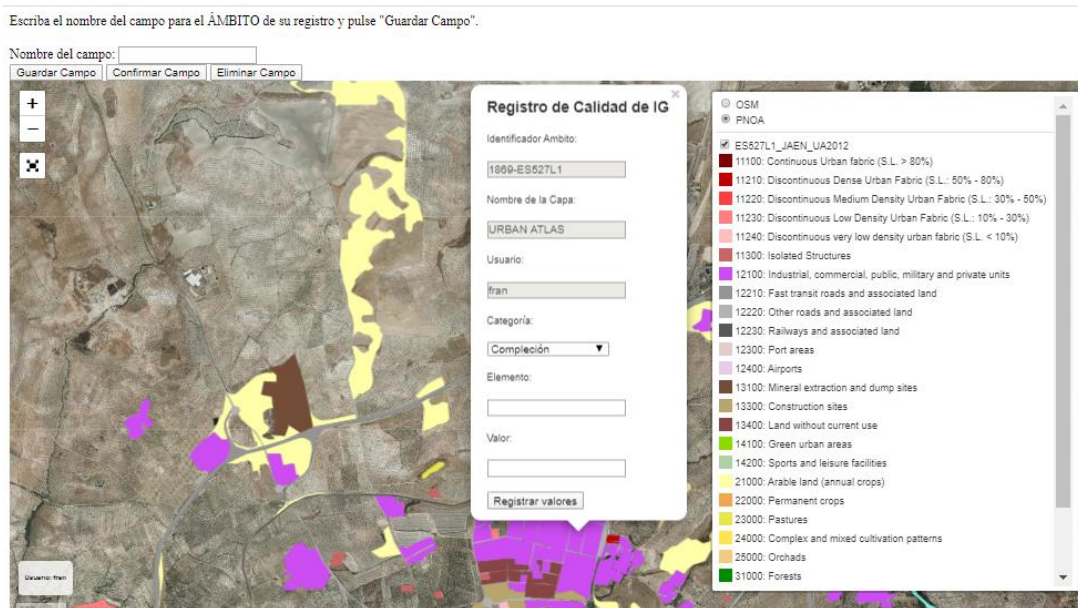


Figura 27. Diseño para la interface de visualización de mapa.

4. Servicio de evaluación generado por el usuario. Con unas funciones similares a las del servicio mostrado en el punto anterior, pero con las diferencias que se explican a continuación.

Si accedemos al segundo enlace presente en la web principal, accedemos a un visor con las capas base de OSM y PNOA. En este caso disponemos de un icono

que pulsando en él, nos permite cargar una capa vectorial en formato Geojson, GPX o KML, con un sistema geodésico de coordenadas WGS84 y con un campo que nos servirá como ID de identificación del ámbito del registro de datos.

En este caso el estilo es monocolor, y en la leyenda sólo aparece el nombre de la capa (recogido del nombre del archivo) para su selección.

Esta utilizando el nombre del campo "IDENT" para registrar el ÁMBITO, a continuación cargue archivo en formato GPX, KML, GeoJSON en WGS84

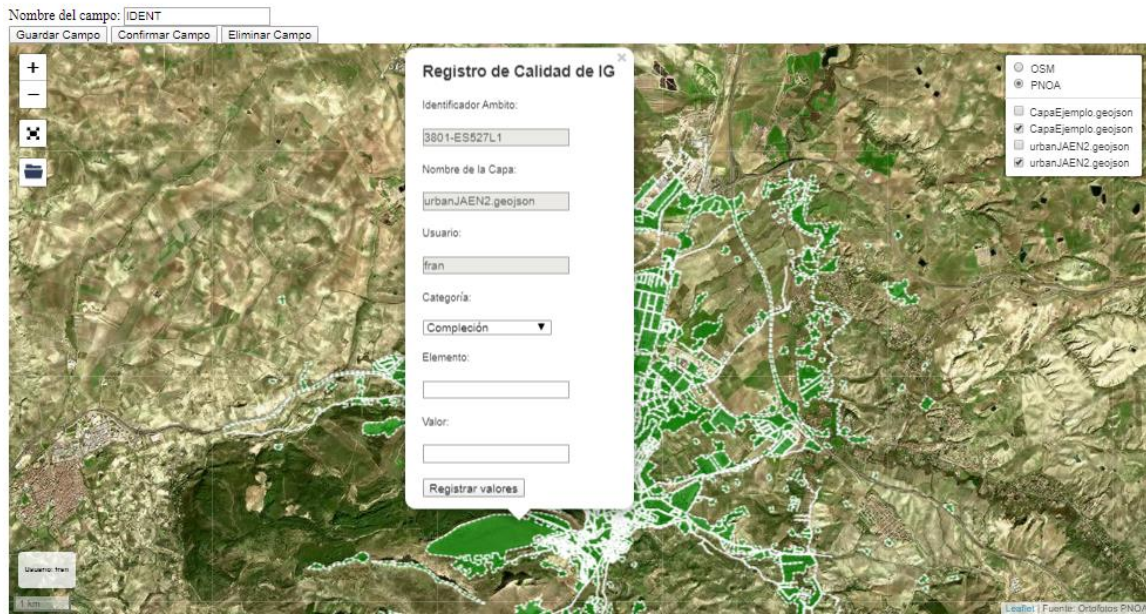


Figura 28. Interface del visor con función de auto carga de capa.

5. El tercer enlace, este nos da acceso a la tabla con los datos registrados, incluyéndose además la fecha y hora en el que se ha realizado el registro.

DATOS ALMACENADOS							
id_ambito	usuario	categoría	elemento	valor	nombrecapa	timestamp	
1171	fran	opcion1	complecion	ID_GESTION	h	Sun May 10 2020 14:07:16 GMT+02:00 (GMT+02:00)	
1171	fran	opcion1	complecion	ID_GESTION	hola geojson	Sun May 10 2020 14:07:16 GMT+02:00 (GMT+02:00)	
1171	fran	opcion1	complecion	ID_GESTION	hola geojson	Sun May 10 2020 14:07:16 GMT+02:00 (GMT+02:00)	
1171	fran	opcion1	complecion	ID_GESTION	hola geojson	Sun May 10 2020 14:07:16 GMT+02:00 (GMT+02:00)	
1171	fran	opcion1	complecion	ID_GESTION	hola geojson	Sun May 10 2020 14:07:50 GMT+02:00 (GMT+02:00)	
1171	fran	opcion1	complecion	ID_GESTION	hola geojson	Sun May 10 2020 14:07:51 GMT+02:00 (GMT+02:00)	
1171	fran	opcion2	COMPLECION	ID_GESTION	hola geojson	Sun May 10 2020 14:32:51 GMT+02:00 (GMT+02:00)	
1171	fran	complecion	omision	ID_GESTION	hola geojson	Sun May 10 2020 17:39:37 GMT+02:00 (GMT+02:00)	
1171	fran	complecion	OMISION	USO	hola geojson	Sun May 10 2020 17:46:07 GMT+02:00 (GMT+02:00)	
1874-ES527L1	FRAN	Calidad temporal	fecha	corregir mes	URBAN ATLAS	Sun May 24 2020 14:02:55 GMT+02:00 (GMT+02:00)	
1874-ES527L1	FRAN	Exactitud temática	CODE2012	corregir uso	URBAN ATLAS	Sun May 24 2020 14:06:08 GMT+02:00 (GMT+02:00)	
3148-ES527L1	FRAN	complecion	uso	cultivo	URBAN ATLAS	Sun May 24 2020 15:32:17 GMT+02:00 (GMT+02:00)	
488-ES527L1	FRAN	complecion	f	f	URBAN ATLAS	Sun May 24 2020 15:34:41 GMT+02:00 (GMT+02:00)	
122-ES527L1	FRAN	complecion	f	f	URBAN ATLAS	Sun May 24 2020 15:37:49 GMT+02:00 (GMT+02:00)	
1751-ES527L1	FRAN	complecion	f	f	URBAN ATLAS	Sun May 24 2020 15:43:44 GMT+02:00 (GMT+02:00)	
1751-ES527L1	FRAN	complecion	f	f	URBAN ATLAS	Sun May 24 2020 15:43:56 GMT+02:00 (GMT+02:00)	
122-ES527L1	FRAN	Consistencia lógica	Error topológico	casa en medio de laguna	URBAN ATLAS	Sun May 24 2020 15:46:30 GMT+02:00 (GMT+02:00)	
1855-ES527L1	FRAN	Calidad temporal	Fecha	formato emrone	URBAN ATLAS	Sun May 24 2020 16:01:47 GMT+02:00 (GMT+02:00)	
2152-ES527L1	FRAN	Exactitud posicional	Distancia	3 metros	URBAN ATLAS	Sun May 24 2020 16:02:51 GMT+02:00 (GMT+02:00)	
1171	FRAN	complecion	S	S	CapaEjemplo geojson	Sun May 24 2020 16:09:54 GMT+02:00 (GMT+02:00)	
1171	FRAN	complecion	S	S	CapaEjemplo geojson	Sun May 24 2020 16:10:02 GMT+02:00 (GMT+02:00)	
1825-ES527L1	FRAN	complecion	HH	HH	urbanJAEN2 geojson	Sun May 24 2020 16:37:18 GMT+02:00 (GMT+02:00)	
2396-ES527L1	FRAN	Consistencia lógica	FF	FF	urbanJAEN2 geojson	Sun May 24 2020 16:50:54 GMT+02:00 (GMT+02:00)	
1171	FRAN	complecion	TT	TT	CapaEjemplo geojson	Sun May 24 2020 16:51:18 GMT+02:00 (GMT+02:00)	
2386-ES527L1	FRAN	complecion	ADMIN	ADMIN	URBAN ATLAS	Sun May 24 2020 16:53:26 GMT+02:00 (GMT+02:00)	
1825-ES527L1	FRAN	Consistencia lógica	tttt	tttt	URBAN ATLAS	Sun May 24 2020 16:58:15 GMT+02:00 (GMT+02:00)	

Figura 29. Pantalla de visualización de datos guardados.

6. Por último, se muestra la pantalla de generación del informe dinámico, dentro de este, se muestran los datos de: "Nombre Archivo", nombre de la fuente de datos, esta proviene del archivo cargado por el usuario o por el administrador,

“Usuario”, nombre introducido en la pantalla de inicio de sesión, “Categoría” y “Elemento” informados dentro del formulario y almacenado en la base de datos, “Número de registros realizados” para un elemento en concreto. “Número de Errores”, dentro de los registros realizados, el número de los que se han catalogado como erróneos. “Tasa de error”, que como ya se ha mencionado, para este prototipo, se utiliza como ejemplo el elemento “Omisión” de la Categoría “Compleción”, de este modo se realiza el cálculo del número de errores en relación al total de registros realizados. “Resultado” con la posibilidad de que sea conforme, para una tasa de error menor al 5% (Ariza-Lopez, F.J., 2011) y no conforme para una tasa mayor a este valor. “Fecha”, obtenida del instante en el que se genera el informe.

INFORME DEL SERVICIO PARA EL REGISTRO DE LA CALIDAD DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Informe dinámico generado automáticamente a través de los datos introducidos

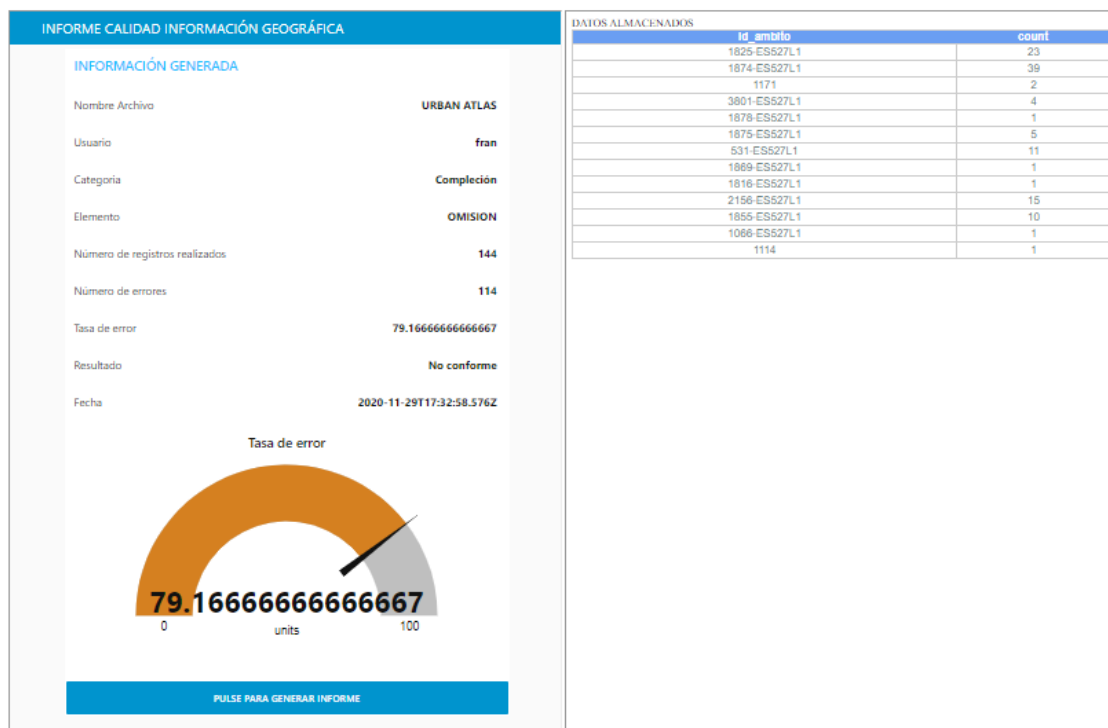


Figura 30. Pantalla de visualización de informe dinámico.

7. CONCLUSIONES

Dentro de este capítulo se muestran las conclusiones del trabajo desarrollado.

Se han llevado a cabo los requerimientos y funcionalidades propuestas, entre ellos, la creación de un servicio web, que permita almacenar información sobre la calidad de la IG por parte de un usuario.

Se ha conseguido que el servicio funcione de manera coordinada desde el navegador, servidor y SGDB, de una manera fluida y robusta.

Este servicio, además de permitir guardar información relativa a la calidad de la IG, permite la posibilidad de almacenar información asociada a datos georreferenciados en una base de datos a través de un formulario de una manera sencilla y con una interface amigable.

Por otro lado, personalmente con la realización de este trabajo se ha conseguido adquirir conocimientos y metodologías de trabajo tanto en calidad en la IG, como en el desarrollo de servicios web espaciales.

Por otro lado, se han obtenido una serie de conclusiones derivadas directamente de la creación del servicio web.

- Se ha llevado a cabo una exposición detallada de las características de la Norma ISO 19157. Aunque existe bastante documentación donde podemos encontrar mucha información, dentro de este trabajo, se muestra bastante información relacionada con ISO 19157.
- Se ha implementado de manera pionera el modelo de calidad de datos de ISO 19157 en sistemas de validación participativos, a modo de prototipo, y con muchas mejoras por implementar.
- Se han expuesto diferentes herramientas para la evaluación de la calidad en IG para datos provenientes de Información Geográfica Voluntaria.
- Se ha realizado una propuesta de tecnologías para el desarrollo de un servicio web con las funciones previstas.
- Se ha llevado a cabo el modelo propuesto, desarrollando y probando el servicio.

Por último, personalmente, he conseguido ampliar el conocimiento de las herramientas empleadas y la metodología para diseñar un proyecto de estas características.

Este trabajo puede ser ampliado y mejorado en diferentes aspectos.

En primer lugar, se debería mejorar el funcionamiento de los errores mostrados en la tabla 12, aunque como ya se ha mencionado, estos no impiden el funcionamiento del servicio.

Otro apartado a mejorar sería la interface gráfica, el diseño puede mejorado, tanto estética como funcionalmente.

Por otro lado, se podría implementar dicho servicio en una aplicación móvil, ya que aunque a este servicio se pueda acceder desde el navegador de cualquier dispositivo móvil, sería interesante implementarlo directamente un una aplicación móvil.

Se debería mejorar la seguridad del servicio, ya que aunque se dispone de un servicio para iniciar sesión, sería deseable que sólo se pueda acceder a las distintas interface a través del mismo con una url dinámica, y no como en este caso, donde podemos acceder a ellos si conocemos la url de las mismas.

Por último, Se podrían implementar mejoras en los visores, por ejemplo, implementar la posibilidad de cambiar los estilos en las capas cargadas por el usuario o incluyendo un servicio de geolocalización, muy útil en dispositivos móviles.

8. BIBLIOGRAFÍA.

- AENOR (2014). UNE-EN ISO 19157:2014 Información Geográfica – calidad de datos. AENOR.
- Ariza-Lopez, F.J., (2011). Modelo para la calidad de la información geográfica en Andalucía. Comisión Interdepartamental Estadística y Cartográfica.
- Ariza-Lopez, F.J., (2015). *Fundamentos de Evaluación de la Calidad de la Información Geográfica*. Universidad de Jaén.
- Bennett, J. (2010). *OpenStreetMap*. Packt Publishing Ltd.
- Bernabé-Poveda, M. Á., y López-Vázquez, C. M. (2012). *Fundamentos de las infraestructuras de datos espaciales (IDE)*. BibliotecaOnline SL.
- Bey, A., Sánchez-Paus Díaz, A., Maniatis, D., Marchi, G., Mollicone, D., Ricci, S.y Patriarca, C. (2016). Collect earth: Land use and land cover assesment through augmented visual interpretation. *Remote Sensing*, 8 (10), 807.

- Chicaiza 2017. Chicaiza, E. G. (2017). *Importancia de la calidad de los modelos digitales de elevación (mde) para la toma de decisiones territoriales. Propuesta de un método de estimación de errores y costes de pérdida* (Doctoral dissertation, Universidad Politécnica de Madrid).
- Longhorn y Blakemore, 2007. Longhorn, R. A., y Blakemore, M. (2007). *Geographic information: value, pricing, production, and consumption*. CRC Press.
- Martínez Llario, J. C., (2013). Postgis 2. Análisis Espacial Avanzado. CreateSpace Independent Publishing Platform.
- O'Leary, J. D., O'Leary, O. F., Cryan, J. F., y Nolan, Y. M. (2018). A low-cost touchscreen operant chamber using a Raspberry Pi™. *Behavior research methods*, 50 (6), 2523-2530.
- Raymond, E. (1999). The cathedral and the bazaar. *Knowledge, Technology & Policy*, 12 (3), 23-49.
- Sedano, E. (2016). 'Sensor'ship and spatial data quality. *Urban Planning*, 1 (2), 75-87.
- Yang, Y., Xiao, P., Feng, X., y Li, H. (2017). Accuracy assessment of seven global land cover datasets over China. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 125, 156-173.

Enlaces de interés.

- Openstreetmap: <https://wiki.openstreetmap.org>, octubre 2020.
- Geo-wiki: <https://geo-wiki.org>, octubre 2020.
- Laco-wiki: <https://www.laco-wiki.net>, octubre 2020.
- Node-Red: <https://nodered.org/docs> y <https://flows.nodered.org>, octubre 2020.
- Mysql: <https://www.mysql.com>, octubre 2020.
- Leaflet: <https://leafletjs.com/reference-1.7.1.html> y <https://leafletjs.com/examples.html>, octubre 2020.
- Openlayers: <https://openlayers.org>, octubre 2020.
- PostGIS: <https://postgis.net/> , octubre 2020.
- OSGEO: <https://wiki.osgeo.org/> , octubre 2020.

ANEXO I. EJEMPLO DE IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO A TRAVÉS DE NODE RED

Siguiendo la propuesta sugerida en el apartado 5, se ha llevado a cabo la implementación de un servicio con los componentes indicados. Para ello se han utilizado los siguientes componentes:

- Entorno de programación y Servidor: Node-Red.
- SGBD: PostGIS y MySQL.
- Librería Web Mapping: Leaflet. (Extensiones: JQuery, leaflet-Ajax, leaflet.Fullscreen, leaflet.FileLayer, leaflet.control.layers).

A partir del diagrama propuesto en la figura 8, se han configurado los nodos que a continuación se describen para cumplir con las funciones deseadas “Requisitos Funcionales del servicio”, del apartado 4.2.

Como ya se ha indicado, se ha propuesto utilizar Node-Red como entorno de programación y servidor principal, aprovechando la facilidad de uso de sus nodos, intentado integrar algunas funcionalidades compatibles con los nodos más interesantes para su aplicación en este trabajo.

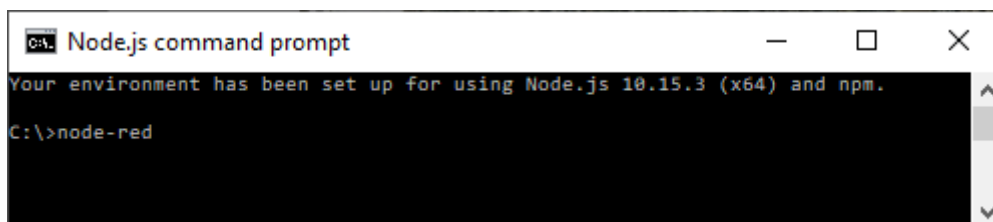


Figura 31. Inicio de Node-Red como servidor.

Para utilizar su entorno de programación, se debe tener instalado Node.js, para posteriormente poder iniciar Node-Red como servidor. Tras esto, se accede a través de un navegador web al servidor alojado en el puerto 1880 (<http://localhost:1880>), y de esta manera se visualiza el entorno de programación.

A1.1. Inicio de Sesión

En primer lugar, se describe a continuación cómo se ha implementado el inicio de sesión por parte del usuario, describiendo cada nodo y las propiedades para la configuración del mismo.

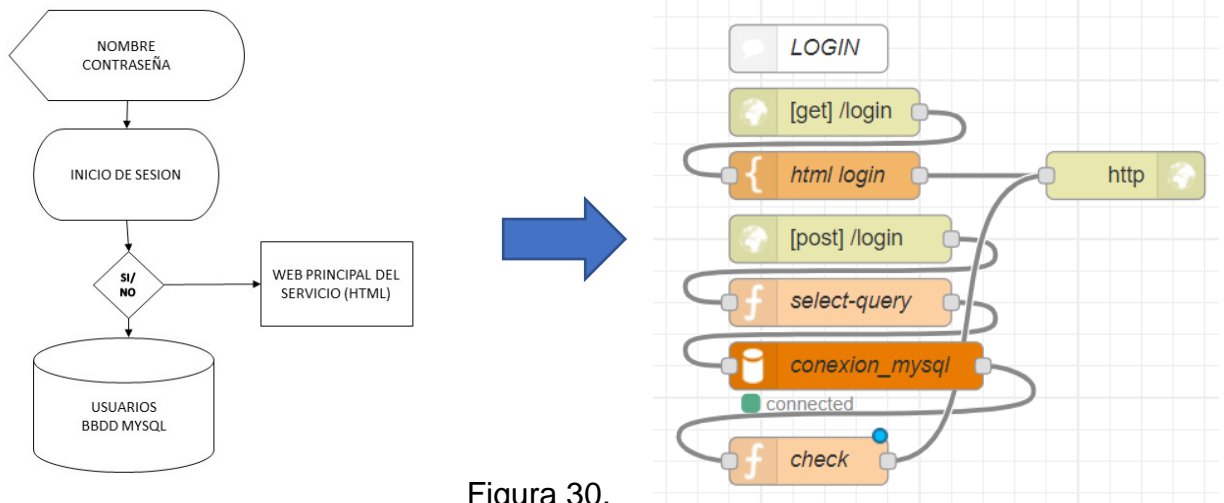


Figura 30.

Diagrama de inicio de sesión y nodos para su despliegue en Node-Red.

Descripción de componentes (NODOS):

1. “GET/Login”: 

Dentro de este nodo se configura el método de envío de la dirección URL, en este caso alojada en una dirección local (<http://localhost:1880/login>):

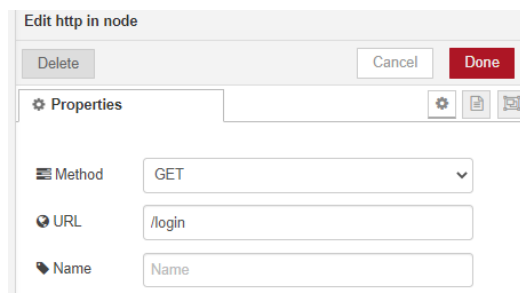


Figura 32. Propiedades del nodo GET/Login.

2. “HTML Login”: 

En este Nodo “template” o plantilla está alojado el código en HTML de la web (<http://localhost:1880/login>), dentro del mismo, se habilita un formulario con los datos de entrada de “Usuario” y “Contraseña”.

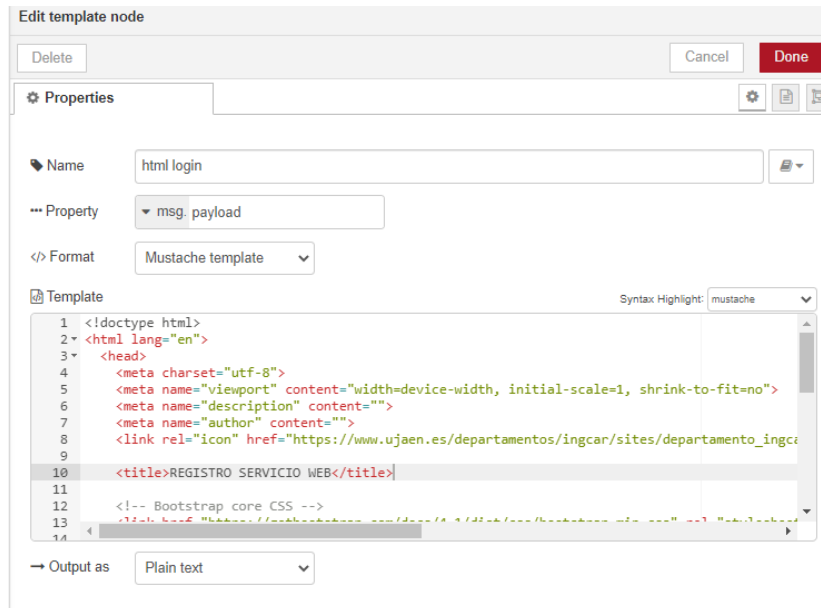


Figura 33. Propiedades del nodo HTML/Login.

2. "Select-query":

En este nodo se introduce la función que contiene una consulta SQL: " SELECT COUNT(*) AS count FROM usuario WHERE username="" + msg.payload.username + "" AND password="" + msg.payload.password + """; "(figura 33).

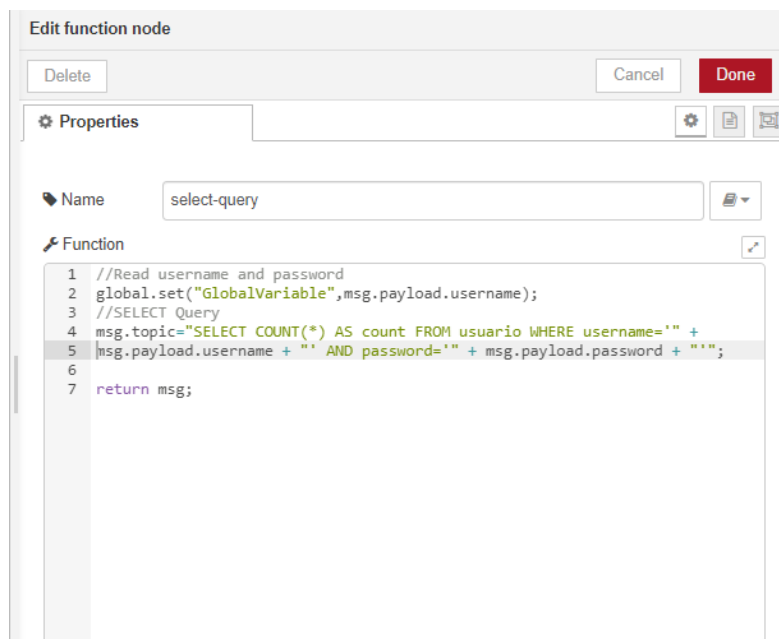
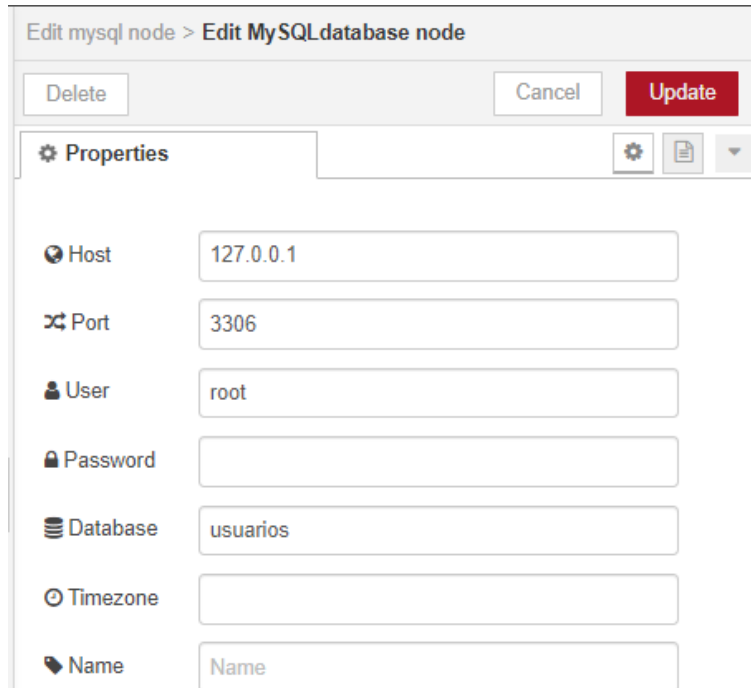


Figura 34. Nodo con función para el inicio de sesión por parte del usuario.

3. “Conexión-mysql”

A través de este nodo se configura la conexión a una base de datos “MySQL”, en este caso llamada usuarios, alojada en la dirección 127.0.0.1, con el puerto 3306 y para el usuario root.



Property	Value
Host	127.0.0.1
Port	3306
User	root
Password	
Database	usuarios
Timezone	
Name	Name

Figura 35. Propiedades para la conexión a la base de datos “usuarios” en MySQL.

4. “Check”:

En esta función se comprueba el número de resultados de la consulta realizada en “select-query”, en caso de obtener un resultado mayor a 0, la función redirige al usuario a la dirección <http://localhost:1880/servicioWEB>, si no, muestra en pantalla el mensaje "Usuario o contraseña incorrecto".

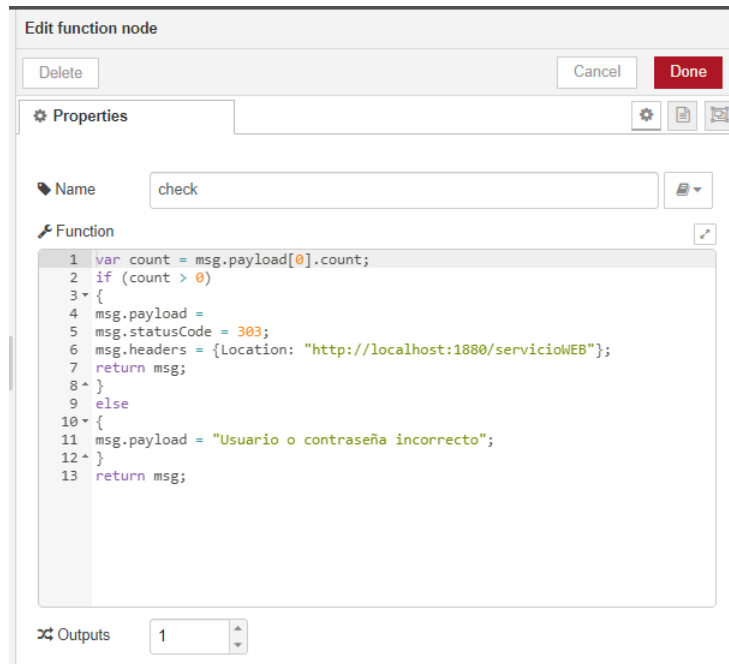


Figura 36. Función para el inicio de sesión del usuario.

A1.2. Visor Cartográfico con función de carga de datos vectoriales por parte del usuario

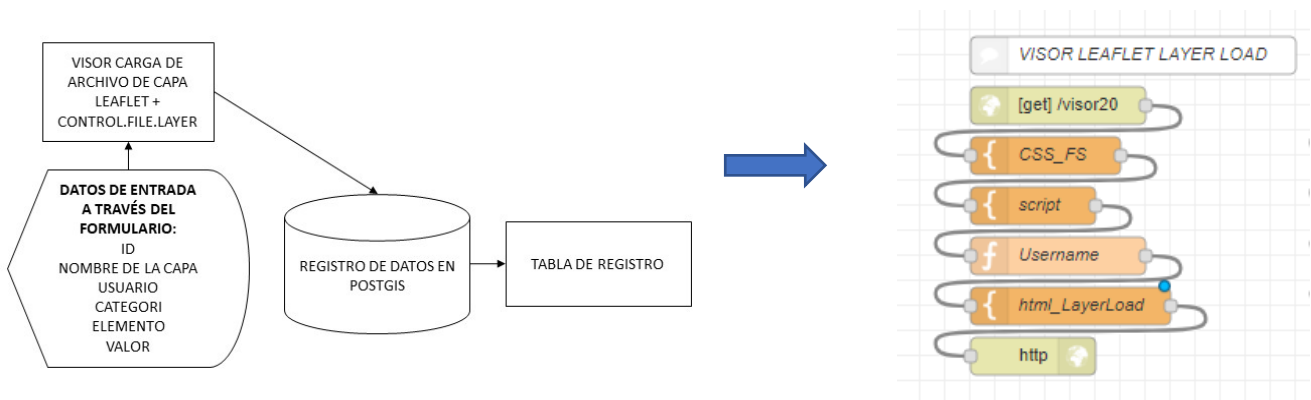


Figura 37. Diagrama de funcionamiento del visor con función de carga de datos vectoriales, y nodos para su despliegue en Node-Red.

Descripción de componentes (NODOS):

5. Get/visor20:

Este nodo se posee las mismas características que el nodo “get/Login”, cambiando la dirección url a [“http://localhost:1880/visor20”](http://localhost:1880/visor20).

6. CSS_FS: 

Dentro de este nodo plantilla, está alojado el código para las “Hojas de estilo en cascada” o CSS, es un lenguaje de diseño gráfico para definir y crear la presentación de un documento estructurado escrito en un lenguaje de marcado.

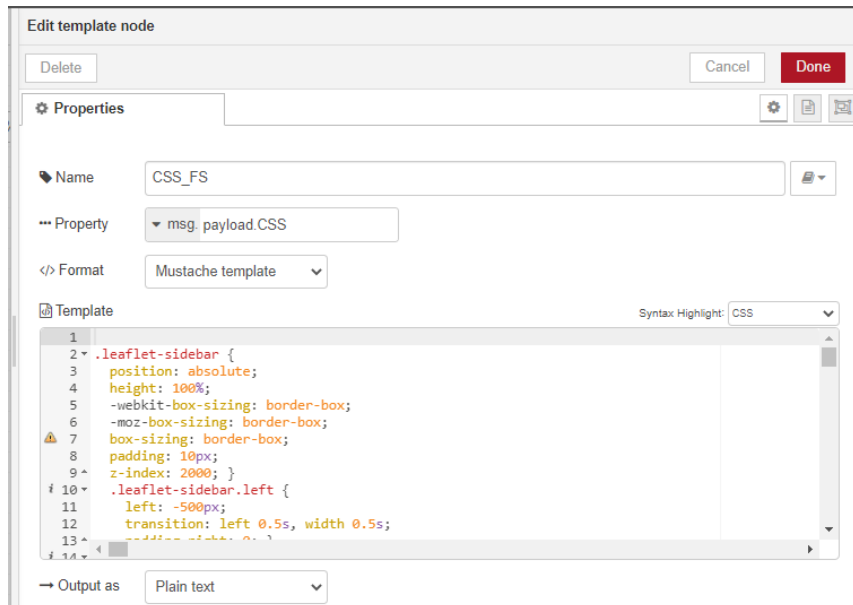



Figura 38. Nodo que contiene los estilos en formato CSS.

7. Script: 

Dentro de este nodo plantilla, se alojan los scripts o lugins, en este caso de Leaflet propuestos para el servicio (jQuery, leaflet-Ajax, leaflet.Fullscreen, leaflet.FileLayer y leaflet.control.layers):

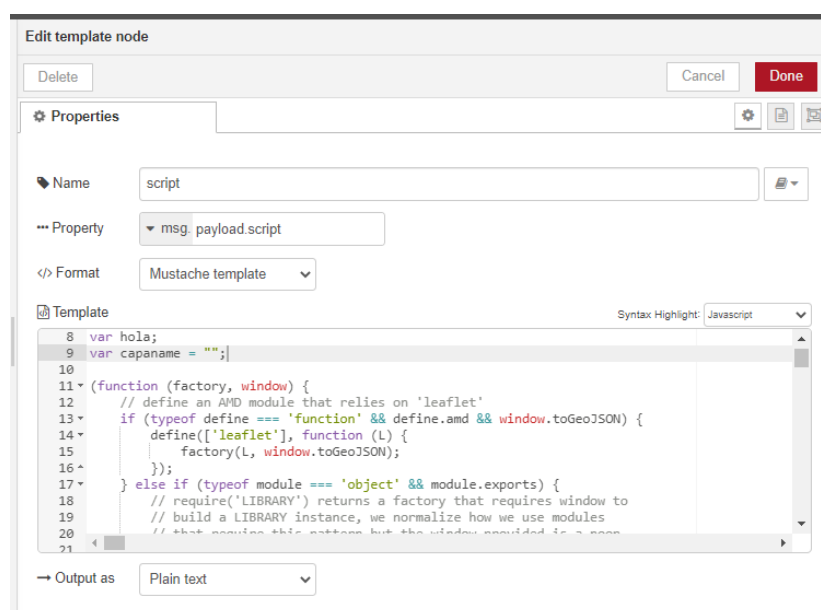


Figura 39. Nodo “template” que contiene los scripts.

Plugins de Leaflet que se han incluido en el servicio:

- JQuery (<https://api.jquery.com>, octubre 2020): Biblioteca de JavaScript, que permite la interacción con HTML, incorporar eventos, y la interacción con AJAX.
- Leaflet-Ajax (<https://github.com/calvinmetcalf/leaflet-ajax>, octubre 2020)): AJAX es una técnica para crear aplicaciones interactivas y se establece la comunicación asíncrona entre solicitudes y respuestas., este plugin implementado en el visor que permite la superposición de capas en formato GeoJSON.
- Leaflet.Fullscreen (<https://github.com/Leaflet/Leaflet.fullscreen>, octubre 2020): este plugin incorpora al mapa un control para, con su activación, cambiar la vista del mapa a pantalla completa o de pantalla completa a la ventana original de visualización.
- Leaflet.FileLayer (<https://github.com/makinacorpus/Leaflet.FileLayer>, octubre 2020): permite cargar al mapa web archivos locales (GeoJSON, GPX, KML) en alguno de los sistemas de referencia nativos de Leaflet.
- Leaflet.control.layers (<https://leafletjs.com/examples/layers-control>, octubre 2020): permite el control de visualización de capas a través de su activación.

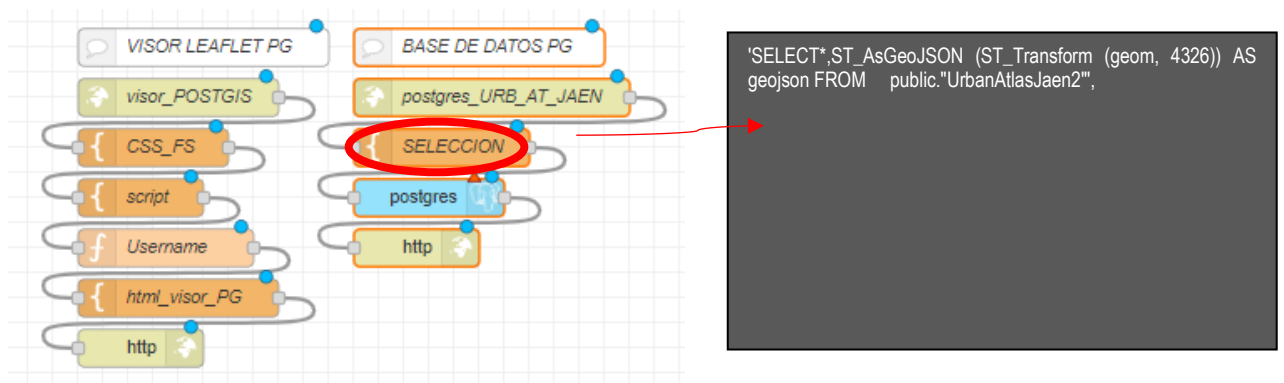


Figura 40. Propuesta de nodos necesarios para el visor con detalle de acceso a datos desde PostGIS.

8. "Username": 

Dentro de esta función se define la variable global "username", la cual se recoge del inicio de sesión, y se recoge en la página del visor, mostrando el nombre del usuario en pantalla, pero sobre todo se utiliza para ser enviada a través del formulario, registrando el valor de esta variable en el campo "usuario" (figura 40).



Figura 41. Función para la definición de la variable global “username”.

9. “HTML_VisorLayerLoad”: 

En este Nodo “template” o plantilla está alojado el código en HTML de la web (<http://localhost:1880/visor20>), para cargar los script y estilos CSS, se realiza a través de un mensaje “payload”, por ejemplo, para definir la variable user a través de un script `<script>var user = {{payload.user}}</script>` o para cargar los script definidos en el nodo `“<script>{{{payload.script}}}</script>”`.

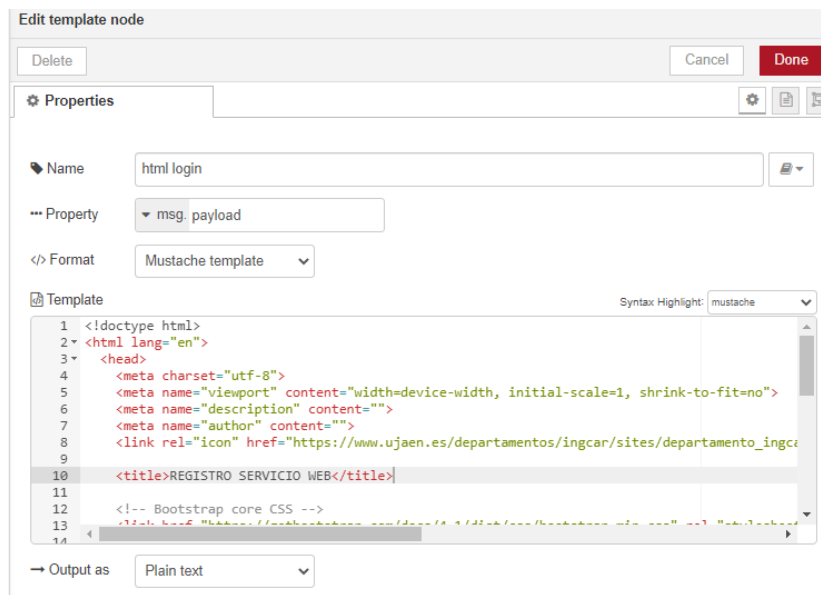


Figura 42. Propiedades del nodo HTML_VisorLayerLoad.

A1.3. Visor Cartográfico con datos vectoriales procedente de PostGIS

Para este visor se, además de utilizar los nodos anteriormente descritos en el apartado A 1.2, se han incluido otros para la selección de datos desde PosGIS (figura 42).

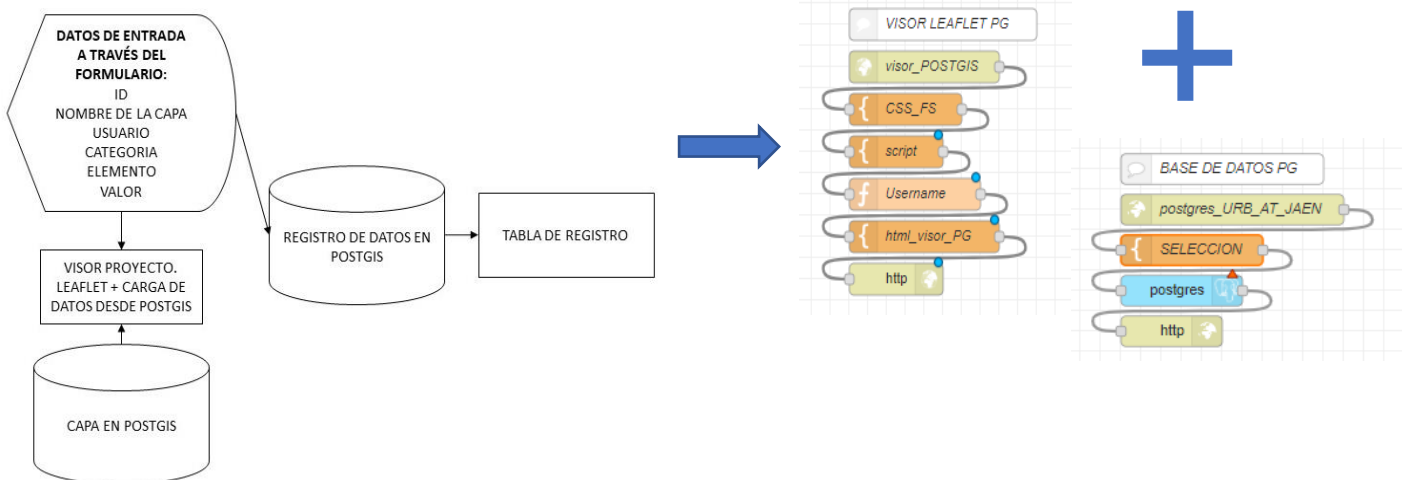


Figura 43. Diagrama de funcionamiento del visor con datos vectoriales procedente de PostGIS, y nodos para su despliegue en Node-Red.

10. Postgres_Urb_At_Jaén:

Dentro de este nodo de función, se configura la petición GET de la url <http://localhost:1880/postgres/capa3>.

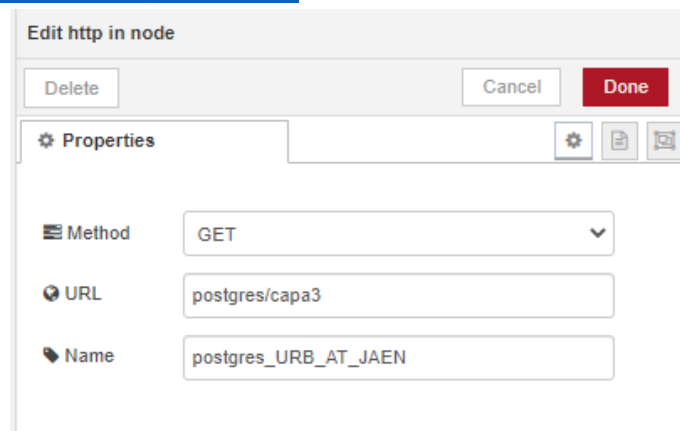


Figura 44. Función para generar la función GET de la url.

11. Selección:

En este nodo, se introduce, a través de un lenguaje de consulta estructurada (SQL) la sentencia nos permite realizar diferente operaciones en los sistemas de gestión de bases de datos relacionales, en este caso PostGIS.

SELECT,ST_AsGeoJSON (ST_Transform (geom, 4326)) AS geojson FROM public."UrbanAtlasJaen2"*

Esta sentencia, devuelve la geometría como un objeto de geometría de GeoJSON, se seleccionan los valores de la tabla “geom”, con sistema de referencia EPSG:4326.

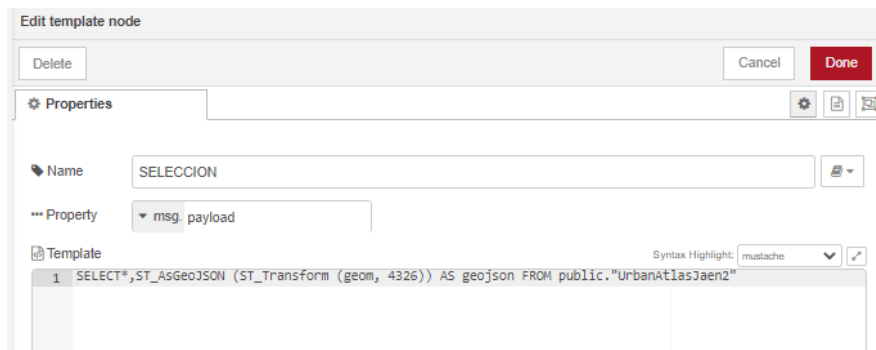


Figura 45. Sentencia SQL para la selección de los datos alojados en la “UrbanAtlasJaen2”.

12. Postgres.

Dentro de este nodo se configura la conexión a la base de datos, en este caso llamada “sl”, alojada en un servidor local con puerto 5432.

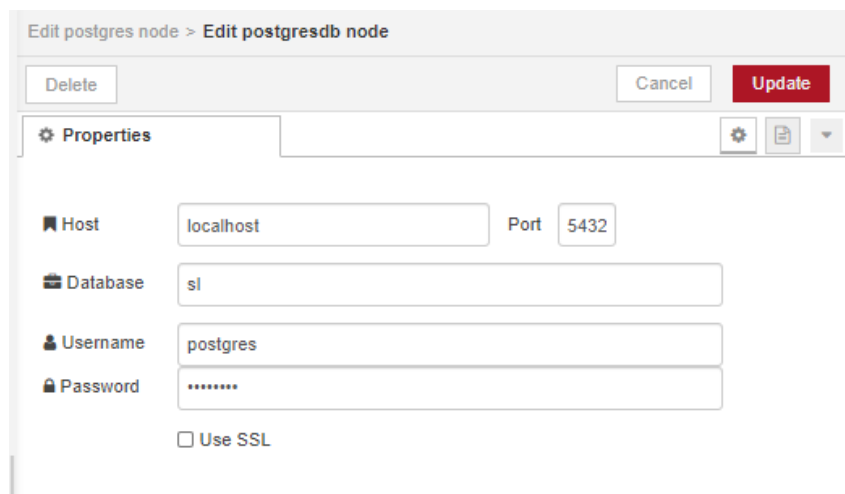


Figura 46. Propiedades de la conexión a la base de datos “sl”.

A continuación se muestra el código utilizado para cargar los datos asignándole formato GeoJSON, a través de Ajax directamente desde PostgreSQL, en este ejemplo se muestran datos disponibles en una tabla alojada en la dirección “http://localhost:1880/postgres/capa3”, donde se asigna el nombre de “nuestracapa1” a los datos de entrada y los datos de salida se asignan a la variable “nuestracapa2”:

```

1.
2. $.ajax({
3.   url: 'http://localhost:1880/postgres/capa3',
4.   dataType: "json",
5.   success: function (response) {
6.     //console.log(response)
7.     var nuestracapa1= response;
8.     var nuestracapa2= [];
9.     for (i = 0; i < nuestracapa1.length; i++) {
10.      var entidad = {};
11.      entidad["type"] = 'Feature';
12.      entidad["properties"] = {};
13.      claves = Object.keys(nuestracapa1[i]);
14.      for (j = 0; j < claves.length; j++) {
15.        if ((claves[j] != 'geojson') && (claves[j] != 'geom'))
16.          entidad["properties"][claves[j]] = nuestracapa1[i][claves[j]];
17.      }
18.      geo = JSON.parse(nuestracapa1[i].geojson);
19.      entidad["geometry"] = { "type": geo.type, "coordinates":
20.        geo.coordinates };
21.      nuestracapa2.push(entidad);
22.    }

```

A1.4. Almacenamiento de datos del formulario en una base de datos o archivo local.

Los datos introducción en el formulario son almacenados en una tabla de PostGIS, además de los valores introducidos en el formulario, se almacenan otros de manera automática como en este caso la fecha y hora del registro.

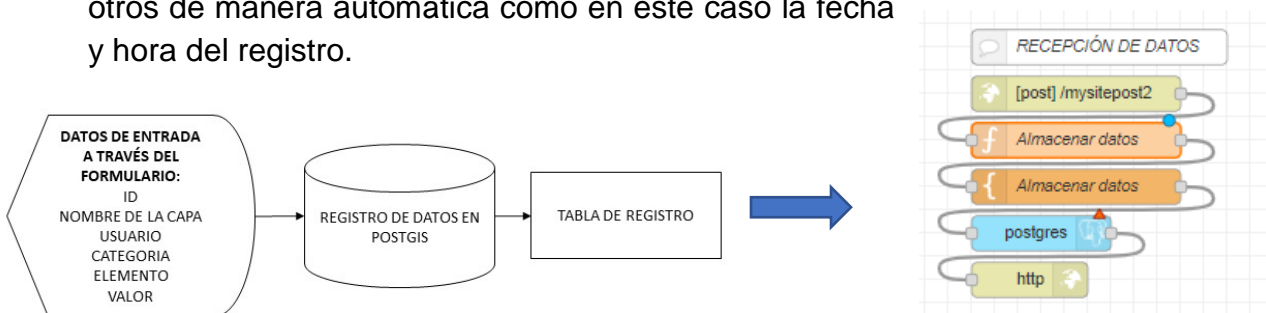


Figura 47. Diagrama de funcionamiento y nodos para el almacenamiento de datos procedentes del formulario en una base de datos.

13. Almacenamiento de datos.

Dentro de este nodo de función se introduce la sentencia SQL para el registro de datos en la tabla.

```

msg.params = [id_ambito, item2012, nombrecapa, usuario, categoria, elemento,
valor];
return msg;

```

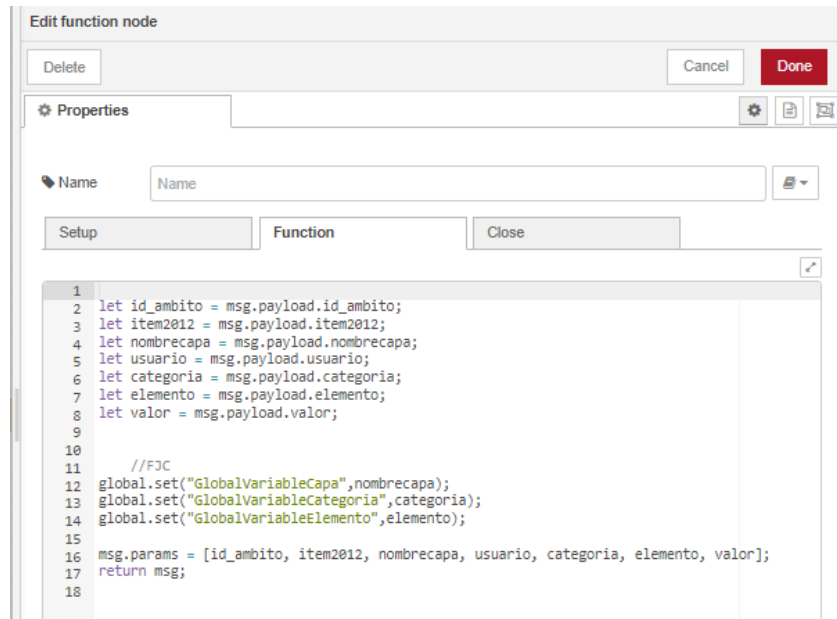


Figura 48. Sentencia SQL para la inserción de datos en la tabla “registro”.

14. Log_visor20.

Además de almacenar los datos en una base de datos, se pueden alojar en un archivo de texto con diferentes formatos, en este caso se implementa como ejemplo un archivo con formato “.txt.” alojado en un servidor local.

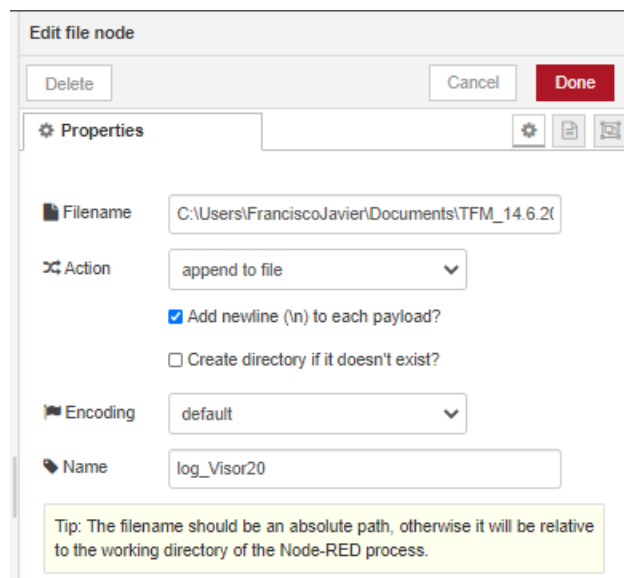


Figura 49. Configuración para el almacenamiento de datos en un archivo de texto.

A1.5. Generación de informe dinámico a partir de los datos almacenados

Para la generación de este informe, se realizan una serie de consultas a la tabla de registros, para realizar esta consulta, se utilizan una serie de condiciones en función de los datos que queremos obtener. Por ejemplo para la obtención de los registros realizados por el usuario que tiene iniciada la sesión, se utiliza la sentencia “*select COUNT(*) from registro WHERE usuario= '{{payload.user}}'*”, donde payload.user es el nombre del usuario.

Para la generación del informe, se utiliza la librería de Node-Red “Dashboard”, la cual a través de unos nodos predefinidos, facilita el diseño y la introducción de datos a través de diferentes formatos (texto, graficas, botones, etc.). <https://flows.nodered.org/node/node-red-dashboard>

En este caso se han utilizado los nodos de calibre o “gauge” y de texto, que asignamos de manera intuitiva a través de una interface sencilla dentro del panel “dashboard”:

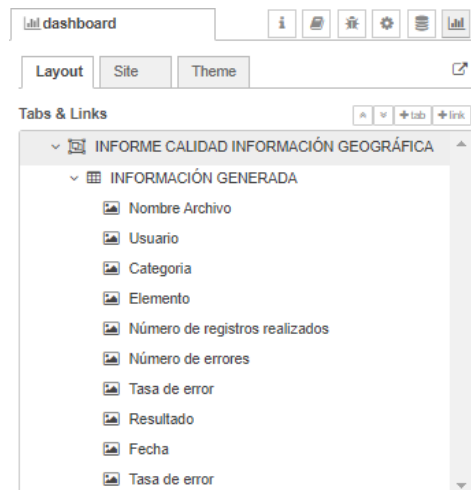


Figura 50. Panel para insertar elementos del informe en Node-Red.