



Universidad Politécnica  
de Madrid

**Escuela Técnica Superior de  
Ingenieros Informáticos**



Grado en Ingeniería Informática

Trabajo Fin de Grado

**Actualizar las Herramientas de Linked  
Data Geográfico utilizadas por el Grupo  
de Ingeniería Ontológica**

Autor: Beñat Agirre Arruabarrena  
Tutor(a): Oscar Corcho García

Madrid, Mayo 2021

Este Trabajo Fin de Grado se ha depositado en la ETSI Informáticos de la Universidad Politécnica de Madrid para su defensa.

*Trabajo Fin de Grado*  
*Grado en Ingeniería Informática*

*Título:* Actualizar las Herramientas de Linked Data Geográfico utilizadas por el Grupo de Ingeniería Ontológica

Mayo 2021

*Autor:* Beñat Agirre Arruabarrena  
*Tutor:* Oscar Corcho García  
Departamento de Inteligencia Artificial  
ETSI Informáticos  
Universidad Politécnica de Madrid

# Resumen

El Ontology Engineering Group lleva más de una década trabajando con datos geográficos enlazados españoles. En 2010[2] se definió un caso de uso y en 2019[3] se refinó el proceso de generación y publicación de los datos abiertos utilizando el dataset BTN100 como caso de estudio. En los últimos años han se han popularizado nuevas herramientas y formatos que ofrecen ventajas no disponibles en las usadas hasta el momento. Entre ellas se encuentran el programa de transformaciones de datos PDI9 Kettle, que reemplaza a GEOKettle; el formato Geopackage, más práctico que el shapefile; y Apache Maven, más extenso que Apache Ant. Por consiguiente, también será necesario actualizar las herramientas propias desarrolladas por el OEG (tripleGeoKettle, Map4RDF) para integrarlas en el nuevo toolbox.



# **Abstract**

The Ontology Engineering Group has been working with Spanish geographical linked data for over a decade. In 2010[2] a use case was defined, and in 2019[3] the open data generation and publication process was refined in a case study with BTN100. New tools and formats have gained popularity over the past few years, which offer more advantages over the ones used to date. This includes the data transformation tool PDI9 Kettle, which replaces GEOKettle; Geopackage, which is more practical than the Shapefile format; and Apache Maven, more fully-featured than Apache Ant. Thus, the related tools developed by the OEG, namely tripleGeokettle and Map4RDF, will also need an update.



# Tabla de contenidos

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Objetivos . . . . .	1
1.2. Estado del Arte . . . . .	2
1.2.1. GIS . . . . .	2
1.2.1.1. Shapefile . . . . .	3
1.2.1.2. GeoPackage . . . . .	3
1.2.2. Datos enlazados . . . . .	4
1.2.3. Portales de Datos abiertos . . . . .	4
1.2.4. Map4RDF . . . . .	5
1.2.5. GeoKettle . . . . .	6
1.3. Pentaho Data Integration Spoon . . . . .	7
1.3.1. Pentaho GIS Plugins . . . . .	7
1.3.2. Apache Ant . . . . .	8
1.3.3. Apache Maven . . . . .	8
<b>2. Desarrollo</b>	<b>9</b>
2.1. Map4rdf . . . . .	9
2.1.1. Instalacion . . . . .	9
2.2. GeoKettle . . . . .	9
2.2.1. Funcionamiento . . . . .	11
2.2.1.1. Shapefile File Input . . . . .	11
2.2.1.2. Switch case . . . . .	12
2.2.1.3. Dummy Plugin . . . . .	14
2.2.1.4. Valor Java Script Modificado . . . . .	14
2.2.1.5. Selecciona/Renombrar valores . . . . .	15
2.2.1.6. SRS Transformation . . . . .	16
2.2.1.7. TripleGeoKettle . . . . .	16
2.2.1.8. Text file output . . . . .	17
2.2.1.9. Resultado de la transformacion . . . . .	18
2.3. Port a PDI9 . . . . .	19
2.3.1. Tests con pentaho-gis-plugins . . . . .	19
2.3.2. Entorno de desarrollo . . . . .	19
2.3.2.1. Dependencias e instalacion . . . . .	19
2.3.2.2. Pentaho sdk plugins . . . . .	21
2.4. Proceso de porteo . . . . .	22
2.4.1. Diseno del plugin . . . . .	22

2.4.2. Resultado parcial . . . . .	25
2.4.3. Debugging . . . . .	25
2.4.4. Compilación . . . . .	27
<b>3. Resultados y conclusiones</b>	<b>29</b>
<b>4. Análisis de impacto</b>	<b>31</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>34</b>
<b>Anexos</b>	<b>35</b>
<b>A. Anexos</b>	<b>35</b>
A.1. Glosario de términos . . . . .	35



# Capítulo 1

## Introducción

### 1.1. Objetivos

El objetivo principal del trabajo es modernizar las herramientas de Linked Data Geográfico desarrolladas por el Grupo de Ingeniería Ontológica. En el OEG se ha venido tradicionalmente trabajando con el Instituto Geográfico Nacional para la exportación de algunos de sus datos geográficos a formato Linked Data. Un ejemplo se puede encontrar en la web del Instituto Geográfico Nacional. [7]

Desde que se publicó “A sustainable process and toolbox for geographical linked data generation and publication: a case study with BTN100” en 2019[3], GeoKettle ha dejado de estar soportado. La pagina oficial y de documentación ya no están disponibles. Algunas funcionalidades de GeoKettle se integraron en PDI directamente y otras desaparecieron. Actualmente, el soporte GIS de Pentaho está dentro de PDI Spoon y además hay algunas funcionalidades más en el plugin llamado pentaho-gis-plugins[25].

Por otro lado, recientemente, el Open Geospatial Consortium ha publicado el formato GeoPackage, que tiene el objetivo de convertirse en un estándar para la representación de datos geográficos. El siguiente objetivo de este trabajo es el de dar soporte GeoPackage para las herramientas normalmente utilizadas para este tipo de tareas. Ya que el 3 de abril de 2021 pentaho-gis-plugins añadió soporte geopackage a su plugin, parte del trabajo está hecho.

En resumen:

1. Replicar la funcionalidad y las transformaciones de GeoKettle + TripleGeo en la nueva suite PDI.
2. Dar soporte GeoPackage a la herramienta GeoKettle y su plugin para transformar a RDF.
3. Realizar un procesado completo de todos los datos del IGN para generar este tipo de formato.

## 1.2. Estado del Arte

### 1.2.1. GIS

Los sistemas de información geográfica son herramientas que permiten almacenar y analizar datos geoespaciales. Los sistemas digitales actuales permiten realizar consultas interactivas, añadir entradas a las bases de datos y visualizarlos de manera intuitiva. La información geográfica se puede aplicar a todo tipo de áreas, entre las que se encuentran la ingeniería, transporte, telecomunicación, economía, sociología... Debido a la gran importancia tanto en el sector público como el privado[5], los estándares abiertos cobran importancia por estar disponibles al público, no tener que pagar licencias y ser consensuados por organizaciones de estándares internacionales. Entre ellas se encuentra el Open Geospatial Consortium(OEG) que se creó en 1994 y agrupa a 521 (en marzo de 2021) miembros de organizaciones públicas y privadas.[6] El OGC trabaja junto con las principales organizaciones de estándares de su ámbito (ISO/TC 211, W3C, IETF...) [4]

Existen diversos formatos de fichero GIS, divididos en **raster** y **vector**. La diferencia es equivalente a la que existe entre imágenes con resolución limitada por el número de píxeles (raster) y las imágenes vectoriales formadas por puntos, líneas y polígonos; con resoluciones infinitas. Cada tipo de formato tiene sus ventajas y desventajas y la elección dependerá del caso de uso. Existen varios formatos vectoriales pero para este trabajo sólo se se considerarán el formato *shapefile* y el *GeoPackage* para cumplir los objetivos.

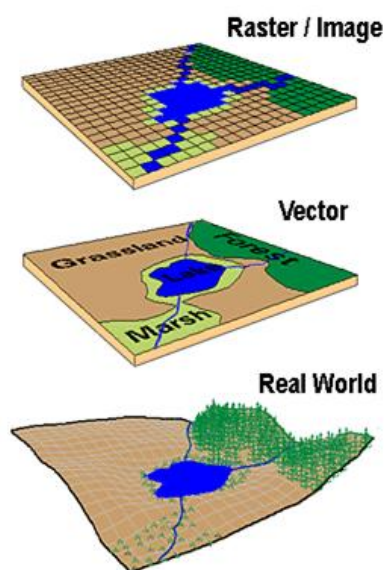


Figura 1.1: Representación del terreno mediante vectores y raster

## Introducción

---

### 1.2.1.1. Shapefile

El formato ESRI Shapefile (SHP) es un formato de archivo de datos espaciales vectorial desarrollado por la compañía ESRI a principios de la década de 1990. A pesar de ser propietario, la especificación es abierta, y se considera un estándar de facto. Debido a su popularidad, goza de gran compatibilidad con sig. Gracias al uso de un fichero índice, se obtiene una velocidad de lectura alta, y su eficiencia de tamaño produce archivos relativamente pequeños.

Sin embargo, tiene varias desventajas, algunas derivadas del uso del estándar dBase [11] [14]:

1. No tiene definición de sistema de referencia de coordenadas <sup>1</sup>, se puede usar uno pero no es parte estándar de la especificación.
2. Se reparte en múltiples ficheros: es incómodo y lleva a errores al compartirlos.
3. Los nombres de atributos están limitados a 10 caracteres ASCII
4. El número máximo de campos de atributo es 255.
5. Solo admite float, integer, date y text con un máximo de 254 caracteres.
6. No se puede especificar conjunto de caracteres de la BBDD.
7. El tamaño está limitado a 4GB.
8. No admite valores NULL
9. No hay forma de describir las relaciones topológicas en el formato.
10. Solamente puede almacenar una geometría por archivo.
11. Utiliza una estructura de datos de tabla plana, sin jerarquías, relaciones ni estructura en árbol.
12. El soporte 3D es muy limitado.

### 1.2.1.2. GeoPackage

GeoPackage es un formato GIS implementado en SQLite publicado por el OEG en 2014. [12]

El formato geotools tiene las siguientes ventajas [14]:

- Es abierto, no propietario, basado en estándares, independiente de plataformas, portable y compacto.
- Gracias a SQLite puede almacenar datos grandes (hasta 140TB)[17] y los atributos de las geometrías pueden contener nombres muy largos.

---

<sup>1</sup>Un sistema de coordenadas es un sistema de referencia que se utiliza para representar la ubicación de entidades geográficas, imágenes y observaciones (como las localizaciones GPS) dentro de un marco geográfico común. Los sistemas de coordenadas permiten a los datasets geográficos utilizar ubicaciones comunes para la integración de datasets. [15]

- Dispone de índices espaciales basados en R-trees [16] que incrementan la velocidad de búsquedas espaciales y su visualización en los SIG de escritorio.
- Todo el contenido se almacena en un único archivo .gpkg que puede almacenar multitud de tipos de geometrías
- Soporta el uso directo, para acceder a los datos de GeoPackage de forma «nativa» sin traducciones de formato intermedio.
- GeoPackage es soportado por GDAL[18], la librería de conversión de datos utilizada por multitud de programas GIS (incluido GeoKettle), y los principales programas GIS.

### 1.2.2. Datos enlazados

El objetivo de los datos enlazados es utilizar la web como una única base de datos global. Tim Berners Lee, creador de la World Wide Web, quien acuñó el término linked data[13], definió sus 4 principios fundamentales:

1. Utilizar URIs para identificar los recursos publicados en la Web.
2. Utilizar URIs HTTP para que las personas puedan consultar esos recursos.
3. Cuando alguien acceda a una URI, proporcionar información útil mediante estándares (RDF\*, SPARQL).
4. Incluir enlaces a otras URIs para facilitar el descubrimiento de más información relacionada.

Los datos enlazados posibilitan la web semántica, extensión de la web tradicional en la que la información tiene significado bien definido[19] y fundamentada en:

- URIs: cadena de caracteres que identifica los recursos de una red de forma unívoca.
- RDF: método para la descripción conceptual o modelado de la información.
- HTTP: protocolo de comunicación.

RDF modela información mediante triples o tripletas de sujeto-predicado-objeto. El sujeto hace referencia al recurso y el predicado a sus rasgos o aspectos y relación entre el sujeto y el objeto. SPARQL es el lenguaje para la consulta de grafos RDF.

### 1.2.3. Portales de Datos abiertos

Los datos abiertos parten de la idea de que los datos deberían estar disponibles de forma libre para todo el mundo, libre de derechos de autor, patentes o de otros mecanismos de control. Los portales de datos abiertos proporcionan una manera sencilla de buscar y obtener estos datos. Los datos pueden tener cualquier procedencia, pero han cobrado especial importancia los datos ligados a las

## Introducción

---

políticas de Gobierno abierto, que persigue que los datos y la información, especialmente las que poseen las administraciones públicas, se publiquen de forma abierta. [20]

El tercer objetivo de este trabajo se centra en realizar un procesado completo de todos los datos del IGN. *datos.ign.es* es una iniciativa del Instituto Geográfico Nacional (IGN) para la generación de la información semántica de sus recursos[21]. Actualmente el dataset disponible es la Base Topográfica Nacional 1:100.000 (BTN100), un catálogo de datos geográficos agrupados por temáticas.

### 1.2.4. Map4RDF

Map4rdf es una herramienta para la navegación y visualización de datasets RDF con información geoespacial mediante facetas[8]. Algunos ejemplos de las facetas y sus contenidos que permiten clasificar los elementos del BTN100:

- Altimetría: Cerro, Cordillera, Montaña...
- Hidrografía: Bahía, Cabo, Playa...
- Transporte: Aeropuerto, Calle, Faro...
- ...

El funcionamiento de Map4rdf es el siguiente:

1. El componente *DAO* <sup>2</sup> se conecta a una *triplestore* <sup>3</sup> mediante el *endpoint SPARQL* <sup>4</sup> para responder a las consultas de facetas.
2. La interfaz de navegación facetada obtiene la lista de facetas y las visualiza.
3. El usuario selecciona una faceta y el componente DAO realiza una consulta en el triplestore mediante el endpoint SPARQL para recuperarlas la información pedida.
4. La interfaz recibe toda esta información y la visualiza en el mapa.

---

<sup>2</sup>Data Acces Object: proporciona una interfaz abstracta a una base de datos.

<sup>3</sup>Triplestore: base de datos de tripletas

<sup>4</sup>SPARQL endpoint: url capaz de recibir y procesar peticiones del protocolo SPARQL

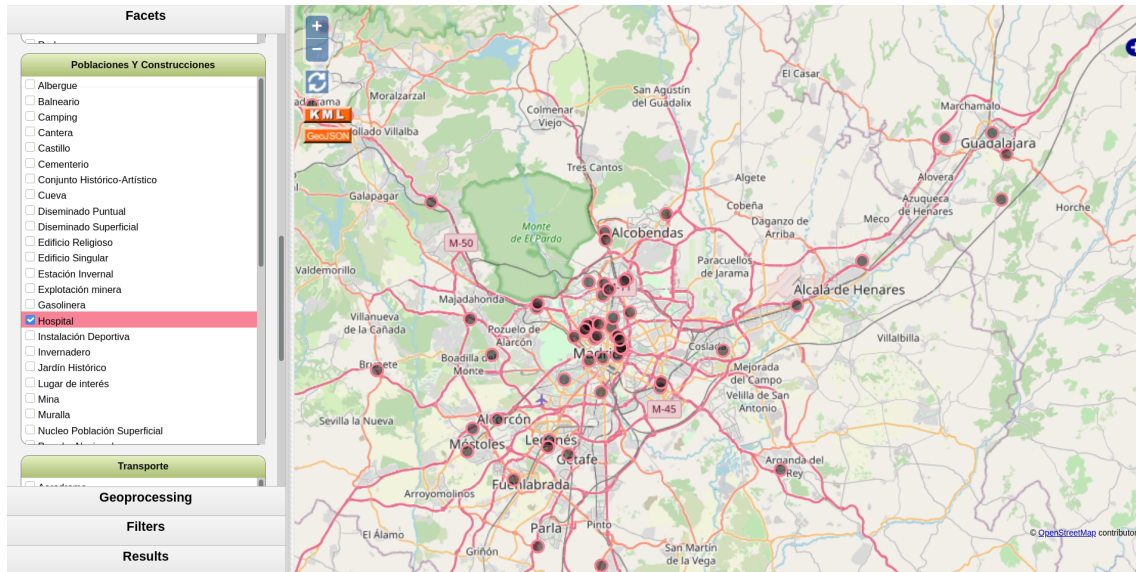


Figura 1.2: <http://certidatos.ign.es/map/> que implementa Map4Rdf

### 1.2.5. GeoKettle

GeoKettle es una (antigua) versión de Pentaho Data Integration (Kettle)[23] con capacidad de tratamiento de datos espaciales. Es una potente herramienta ETL: extracción, transformación y carga orientada al uso de metadatos y con funcionalidades espaciales dedicada a la integración de diversos orígenes de datos para la construcción y/o actualización de bases de datos espaciales y almacenes de datos espaciales. [22]

TripleGeo es un plugin para GeoKettle que transforma datos geoespaciales en tripletas RDF siguiendo el standar GeoSPARQL [24]

## Introducción

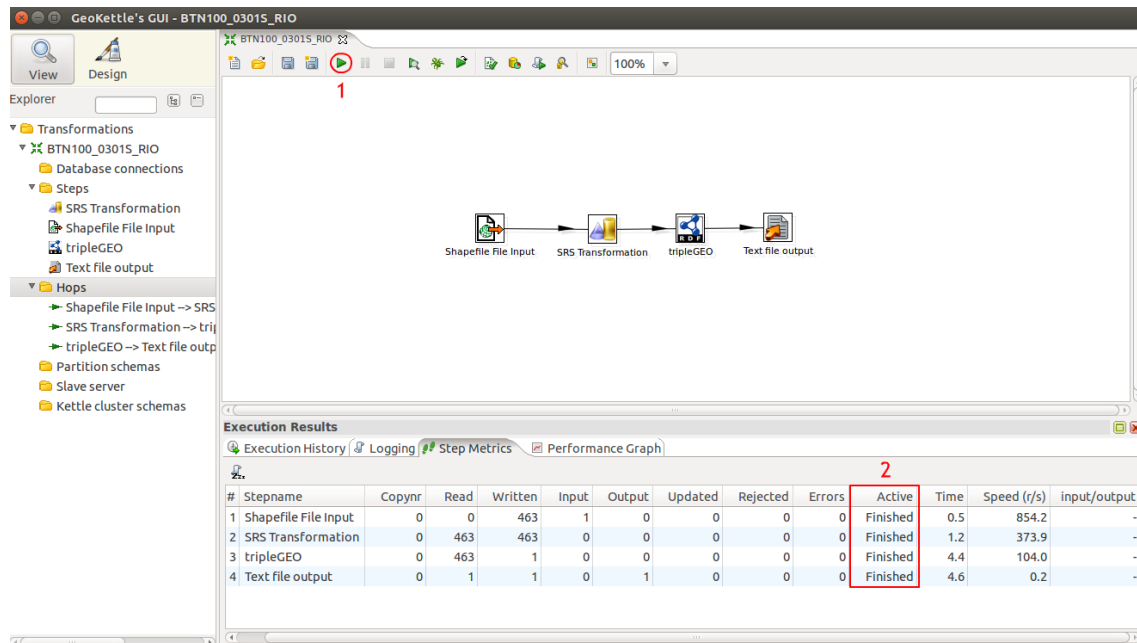


Figura 1.3: TripleGeoKettle en funcionamiento, TripleGeoKettle wiki

### 1.3. Pentaho Data Integration Spoon

PDI Spoon[27] es la herramienta que reemplaza a GEOKettle. La GUI, el funcionamiento y el SDK para desarrollar plugins es parecido. Sin embargo, en cuanto al desarrollo de plugins, cambia la manera de gestionar las dependencias, las cabeceras de algunas interfaces que se deben implementar, los iconos, metadatos, estructura de carpetas...

#### 1.3.1. Pentaho GIS Plugins

Es un plugin desarrollado por Atol Conseils et Développements[26] para PDI9. Proporciona parte de la funcionalidad GIS que tenía GEOKettle. fig.1.4

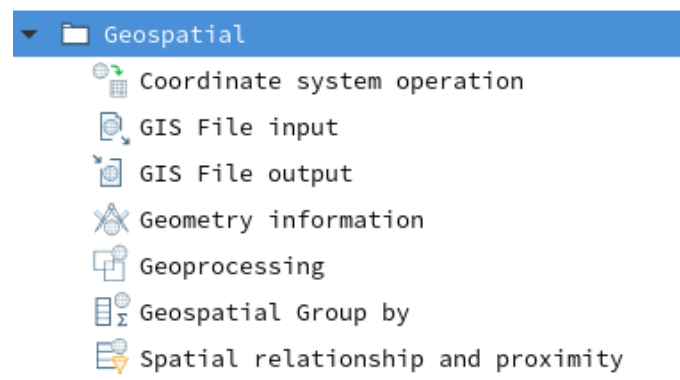


Figura 1.4: Steps incluidos en gis-plugins

### 1.3.2. Apache Ant

Apache Ant[28] es una librería Java y herramienta de línea de comandos para construir aplicaciones Java (compilar, ensamblar y ejecutarlas). Los scripts de configuración se escriben en formato XML y son muy flexibles.

### 1.3.3. Apache Maven

Apache Maven [29] es una herramienta de gestión de proyectos y dependencias. Está basado en el concepto Project Object Model (POM). Maven es capaz de construir las aplicaciones, descargar las dependencias y gestionarlas, ejecutar tests, crear documentación...

El fichero principal, pom.xml detalla la configuración. Se pueden incluir repositorios externos y dependencias. Maven se encarga de descargar las dependencias y sus subdependencias desde los repositorios para no tener que hacerlo a mano.



## Capítulo 2

# Desarrollo

### 2.1. Map4rdf

#### 2.1.1. Instalacion

Se ha optado por utilizar la maquina Virtual proporcionada en la Wiki del proyecto para minimizar la posibilidad de incompatibilidades.

### 2.2. GeoKettle

Desde que se publico “A sustainable process and toolbox for geographical linked data generation and publication: a case study with BTN100” en 2019, GeoKettle ha dejado de estar soportado. La pagina oficial y de documentacion ya no estan disponibles. Un objetivo de este TFG es dar soporte GeoPackage a GeoKettle. No tiene sentido desarrollar soluciones de “modernizacion” sobre software abandonado.

Algunas funcionalidades de GeoKettle se integraron en PDI directamente y otras desaparecieron. Actualmente, el soporte GIS de Pentaho esta dentro de PDI Spoon y ademas hay algunas funcionalidades mas en el plugin llamado pentaho-gis-plugins[25]. Se actualizara la primera fase a: **“replicar la funcionalidad y las transformaciones de GeoKettle + TripleGeo en la suite PDI.”**. Dado que se trata de replicar la funcionalidad anterior, se analizaran las tranformaciones realizadas por el OEG en el repositorio de GitHub BTN100. Como se puede ver en la figura 2.1, partes del workflow fallan. Es lo que se pretende solucionar.

## 2.2. GeoKettle

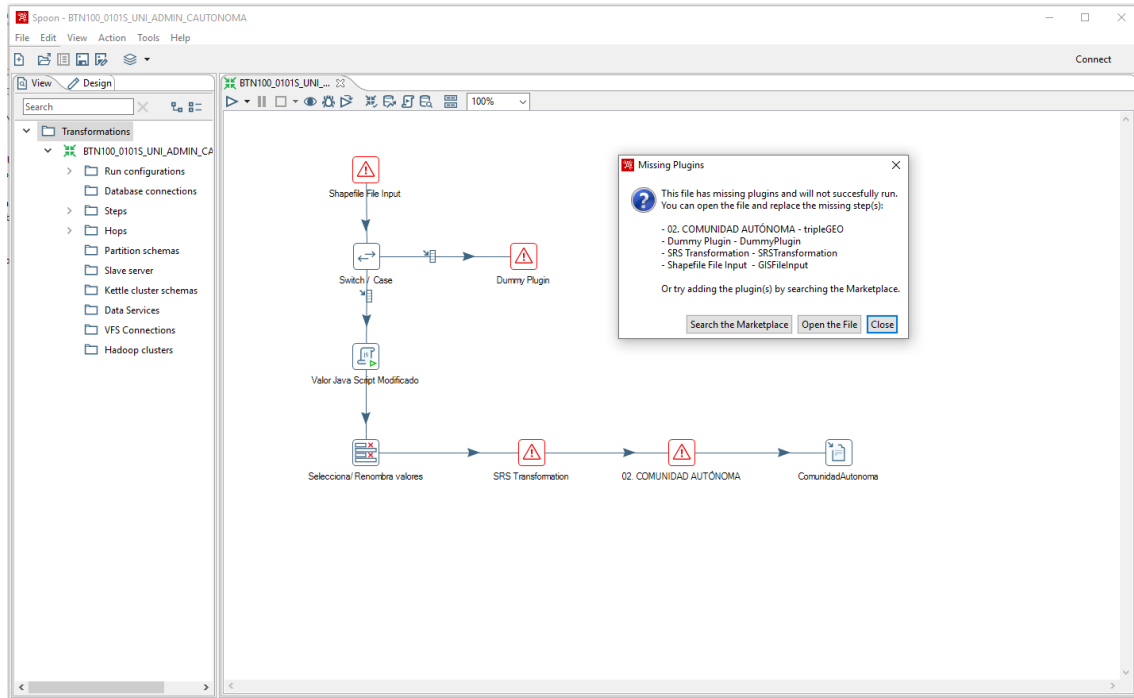


Figura 2.1: Workflow importado en la nueva suite

### 2.2.1. Funcionamiento

Para poder realizar el “port” de GeoKettle a Spoon, primero es necesario entender el funcionamiento y transformaciones actuales de GeoKettle observando la entrada y salida de cada paso. Además esta manera se observará mejor el flujo de datos y será más fácil añadir soporte a GeoPackage en el futuro. No todas las transformaciones tienen los mismos pasos, pero son parecidas. Como ejemplo se utilizarán los datos de BTN100\_0101S\_UNI\_ADMIN y la transformación BTN100\_0101S\_UNI\_ADMIN\_CAUTONOMA. La transformación contiene los siguientes pasos:

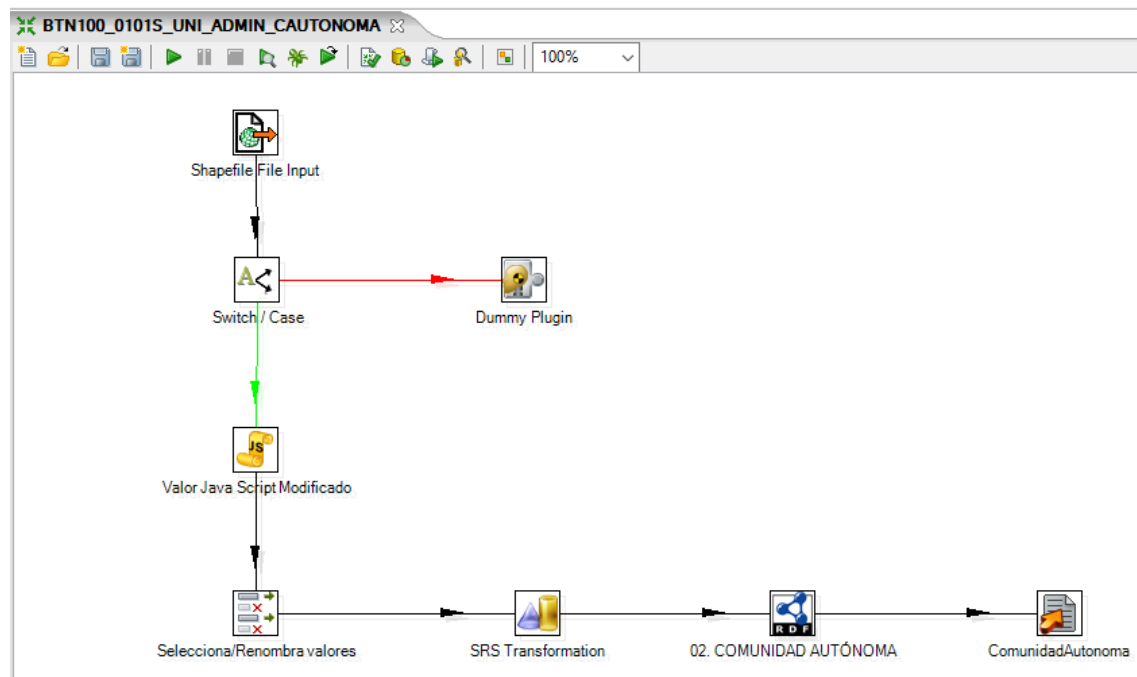


Figura 2.2: Transformación BTN100\_0101S\_UNI\_ADMIN\_CAUTONOMA

1. Shapefile File Input
2. Switch Case
3. Dummy Plugin
4. Valor Java Script Modificado
5. Selecciona/Renombrar valores
6. SRS Transformation
7. TripleGeo
8. Text Output

#### 2.2.1.1. Shapefile File Input

Lee el fichero shapefile.

### 1. *.shp*: Geometria fig.2.3

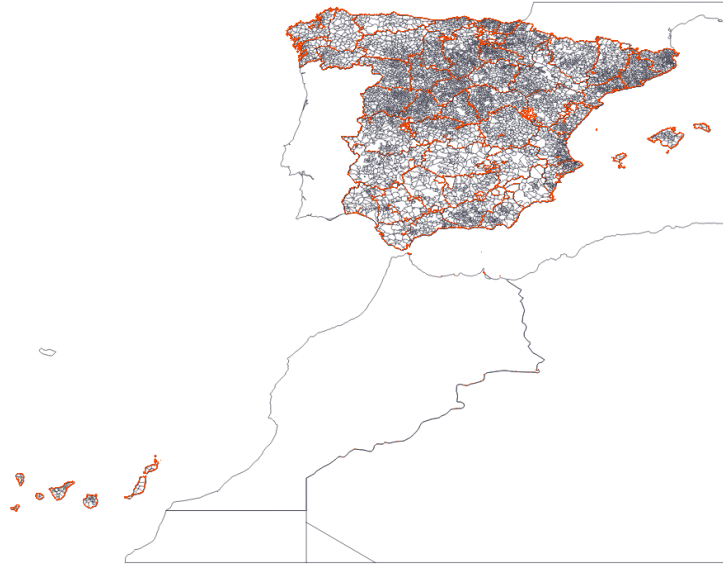


Figura 2.3: Geometria contenida en el shapefile

### 2. *.dbf*: Datos asociados en columnas fig.2.4

ID	ID_BD	ID_CC	ID_MOD	FECHA_ALTA	COD_0101	TIPO_0101	ETIQUETA
6906	0	0101S	0	20121228000000	18908	05	Villanueva del Trabuco
6662	0	0101S	0	20101114000000	04038	05	Agrón
6659	0	0101S	0	20101114000000	04003	05	Albuñán
6660	0	0101S	0	20101114000000	04029	05	Alcolea
7025	0	0101S	0	20130117000000	29097	05	Cañar
6762	0	0101S	0	20121228000000	18001	05	Alfajar
6771	0	0101S	0	20121228000000	18005	05	Algarinejo
6759	0	0101S	0	20101114000000	04007	05	Albolote
6763	0	0101S	0	20121228000000	18040	05	Albondón
6773	0	0101S	0	20121228000000	18011	05	Albuñuelas
6774	0	0101S	0	20121228000000	18012	05	Albuñol
6767	0	0101S	0	20121228000000	18003	05	Aldeire
6768	0	0101S	0	20121228000000	18004	05	Alpujara de la Sierra
6769	0	0101S	0	20121228000000	18007	05	Amilla
6770	0	0101S	0	20121228000000	18006	05	Alquefe
6772	0	0101S	0	20121228000000	18010	05	Illora
6775	0	0101S	0	20121228000000	18904	05	Benaoliva
6783	0	0101S	0	20121228000000	18021	05	
6776	0	0101S	0	20121228000000	18018	05	
6777	0	0101S	0	20121228000000	18102	05	
6789	0	0101S	0	20121228000000	18027	05	

Figura 2.4: Datos columnares dbf asociados a la geometria

### 3. *.shx*: Índice para acelerar búsquedas

### 4. *.prj*: Sistema de coordenadas

#### 2.2.1.2. Switch case

El switch case se encarga de filtrar y seleccionar las comunidades autonomas, identificadas por el valor 02 del Campo TIPO\_0101. Si son una CCAA, se envian al paso 4, e.o.c. se envian al paso 3. fig.2.5 y 2.6



## 2.2. GeoKettle

ID	ID_BD	ID_CC	ID_MOD	FECHA_ALTA	COD_0101	TIPO_0101	ETIQUETA
8259	0	0101S	0	20130702000000	00	01	MARRUECOS
8260	0	0101S	0	20130702000000	00	01	ARGELIA
8370	0	0101S	0	20140617000000	00	01	ESPAÑA
8257	0	0101S	0	20130702000000	00	01	SÁHARA OCCIDENTAL
8258	0	0101S	0	20130702000000	00	01	MAURITANIA
8264	0	0101S	0	20130702000000	00	01	FRANCIA
8263	0	0101S	0	20130703000000	00	01	ANDORRA
8394	0	0101S	0	0	00	01	PORTUGAL
8251	0	0101S	0	20141009120621	14	02	Región de Murcia
8253	0	0101S	0	20141009120553	10	02	Comunitat Valenciana
8347	0	0101S	0	20141009120534	08	02	Castilla-La Mancha
8345	0	0101S	0	20141009120526	07	02	Castilla y León
8343	0	0101S	0	20140617000000	01	02	Andalucía
8341	0	0101S	0	20141009120600	11	02	Extremadura
8240	0	0101S	0	20141009120503	05	02	Canarias
8256	0	0101S	0	20141009120637	16	02	País Vasco/Euskadi
8244	0	0101S	0	20130206000000	03	02	Principado de Asturias
8250	0	0101S	0	20141009120607	12	02	Galicia
8241	0	0101S	0	20141009120548	09	02	Cataluña/Catalunya
8249	0	0101S	0	20120314000000	02	02	Aragón
8255	0	0101S	0	20141009120612	13	02	Comunidad de Madrid
8245	0	0101S	0	20141009120513	06	02	Cantabria
8246	0	0101S	0	20141009120445	04	02	Illes Balears
8243	0	0101S	0	20141009120630	15	02	Comunidad Foral de Navarra
8242	0	0101S	0	20141009120643	17	02	La Rioja
539	0	0101S	0	20120216000000	03	03	Alicant/Alicante
8136	0	0101S	0	20120718000000	30	03	Murcia
8330	0	0101S	0	20140617000000	02	03	Albacete
8314	0	0101S	0	20140617000000	45	03	Toledo
2114	0	0101S	0	20120514000000	09	03	Burgos
8271	0	0101S	0	20130715000000	01	03	Araba/Álava
8326	0	0101S	0	20140617000000	34	03	Palencia
7376	0	0101S	0	20130215000000	41	03	Sevilla
8278	0	0101S	0	20130613000000	14	03	Córdoba
8300	0	0101S	0	20140617000000	23	03	Jaén
8310	0	0101S	0	20140617000000	04	03	Almería

Figura 2.6: La filas correspondientes a las CCAA

### 2.2.1.3. Dummy Plugin

No hace ninguna transformacion, su proposito es recoger los datos innecesarios del switch.

### 2.2.1.4. Valor Java Script Modificado

El script cambia el formato de la fecha para facilitar la lectura: de YYYYMMDDHHMMSS a YYYY-MM-DD. Tambien crea un nuevo campo llamado identificador a partir del campo etiqueta, cambiando espacios por barras bajas, mayusculas por minusculas, quitando tildes y signos de puntuacion. fig.2.7 y 2.8

## Desarrollo

```
Script1
//Script here

var aux = FECHA_ALTA.match(/^(\\d{4})(\\d{2})(\\d{2})$/);

//Here we fix the date
if(!aux || aux.length < 4){
    FECHA_ALTA = "";
}
else{
    FECHA_ALTA = new Date(aux[1], aux[2]-1, aux[3]);
    FECHA_ALTA = date2str(FECHA_ALTA, "yyyy-MM-dd");
}

var etiq = ETIQUETA.toLowerCase().replace(' ','-');
etiq = etiq.replace(/s/g, '-').replace('á', 'a').replace('é', 'e').replace('í', 'i')
.replace('í', 'i').replace('ó', 'o').replace('ó', 'o').replace('ú', 'u').replace('ü', 'u').replace('ñ', 'n');
etiq = etiq.replace(' ','').replace(' ','');
identificador = etiq
```

Figura 2.7: Script Javascript

Examine preview data

Standard view

Geographic view

Rows of step: Valor Java Script Modificado (17 rows)

#	the_geom	ID	ID_BD	ID_CODIGO	ID_MOD	FECHA_ALTA	COD_0101	TIPO_0101	ETIQUETA	identificador
1	MULTIPO...	8251	0	0101S	0	2014-10-09	14	02	Región de Murcia	region-de-murcia
2	MULTIPO...	8253	0	0101S	0	2014-10-09	10	02	Comunitat Valenciana	comunitat-valenciana
3	MULTIPO...	8347	0	0101S	0	2014-10-09	08	02	Castilla-La Mancha	castilla-la-mancha
4	MULTIPO...	8345	0	0101S	0	2014-10-09	07	02	Castilla y León	castilla-y-leon
5	MULTIPO...	8343	0	0101S	0	2014-06-17	01	02	Andalucía	andalucia
6	MULTIPO...	8341	0	0101S	0	2014-10-09	11	02	Extremadura	extremadura
7	MULTIPO...	8240	0	0101S	0	2014-10-09	05	02	Canarias	canarias
8	MULTIPO...	8256	0	0101S	0	2014-10-09	16	02	País Vasco/Euskadi	pais-vasco/euskadi
9	MULTIPO...	8244	0	0101S	0	2013-02-06	03	02	Principado de Asturias	principado-de-asturias
10	MULTIPO...	8250	0	0101S	0	2014-10-09	12	02	Galicia	galicia
11	MULTIPO...	8241	0	0101S	0	2014-10-09	09	02	Cataluña/Catalunya	cataluna/catalunya
12	MULTIPO...	8249	0	0101S	0	2012-03-14	02	02	Aragón	aragon
13	MULTIPO...	8255	0	0101S	0	2014-10-09	13	02	Comunidad de Madrid	comunidad-de-madrid
14	MULTIPO...	8245	0	0101S	0	2014-10-09	06	02	Cantabria	cantabria
15	MULTIPO...	8246	0	0101S	0	2014-10-09	04	02	Illes Balears	illes-balears
16	MULTIPO...	8243	0	0101S	0	2014-10-09	15	02	Comunidad Foral de Navar...	comunidad-foral-de-nav...
17	MULTIPO...	8242	0	0101S	0	2014-10-09	17	02	La Rioja	la-rioja

Figura 2.8: Resultado del cambio de formato de fecha

### 2.2.1.5. Selecciona/Renombrar valores

Cambia los metadatos de la columna FECHA\_ALTA para que sea reconocida como fecha. fig.2.9

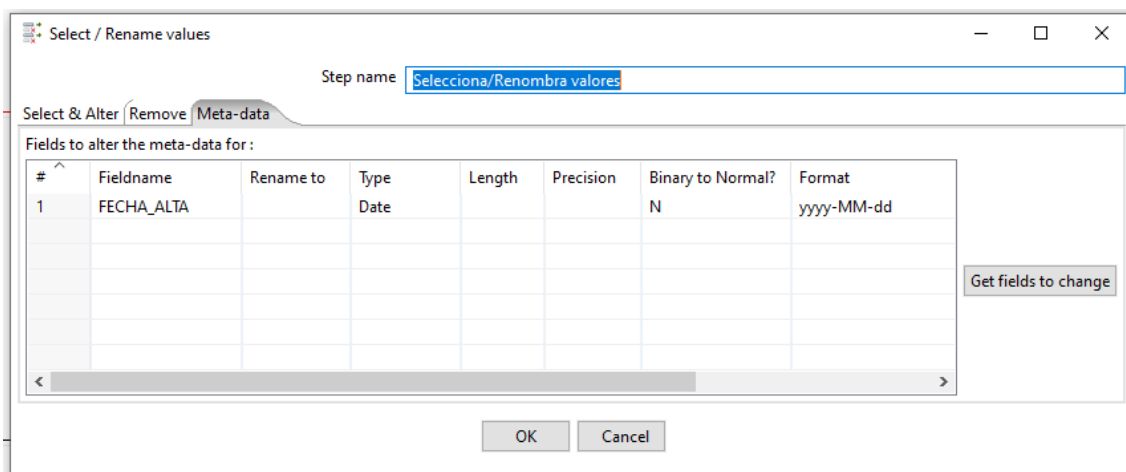


Figura 2.9: Selecciona/renombra valores

### 2.2.1.6. SRS Transformation

Realiza la reproyeccion del sistema de coordenadas, en este caso de ETRS89 a WGS84. fig.2.10

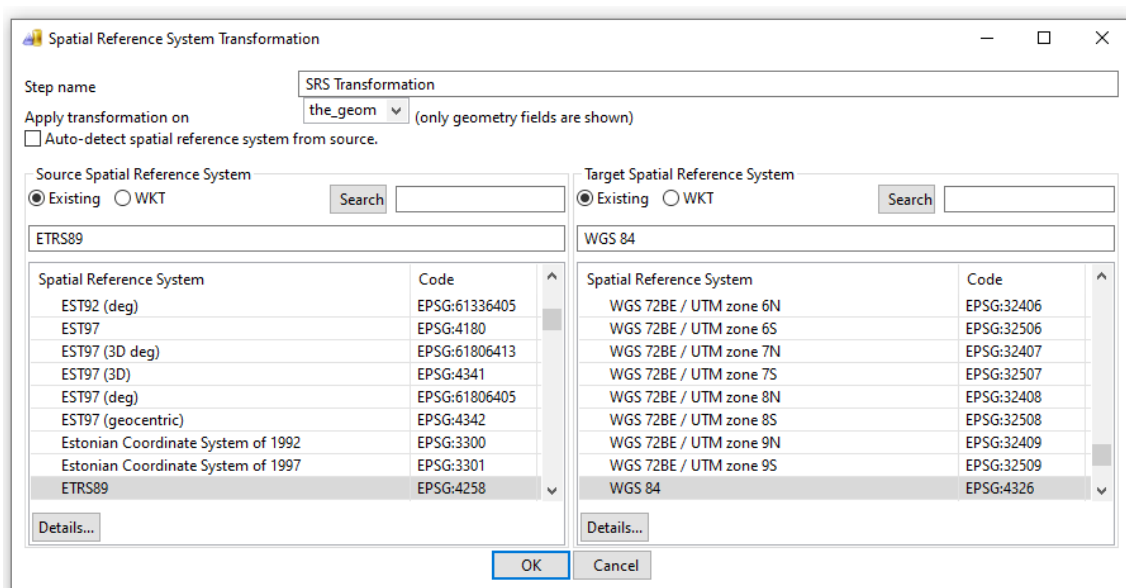


Figura 2.10: Transformacion SRS

### 2.2.1.7. TripleGeoKettle

Transforma el shapefile del paso anterior en RDF en formato ttl. Se pueden configurar los parametros asociados a la ontologia y decidir si se muestran ciertas columnas o no. fig.2.11



tripleGEO step

Step name02. COMUNIDAD AUTÓNOMA

General Information

Attribute \*identificador

Feature \*ComunidadAutonoma

Ontology namespace URI \*http://vocab.linkeddata.es/datosabiertos/def/sector-publico/territori

Ontology namespace prefix \*esadm

Resource namespace URI \*https://datos.ign.es/recurso/btn100/comunidad-autonoma/

Resource namespace prefix \*georec

Language null

Path CSV null

Generate UUIDs

Browse CSV file

#	Other Prefix	Other URI
1		

Prefix and URI for the columns

Show?	Column	Prefix	URI
YES	the_geom	n/a	n/a
NO	identifier	dc	http://purl.org/dc/terms/
NO	ID_BD		
NO	ID_CODIGO		
YES	replaces	dc	http://purl.org/dc/terms/
YES	created	dc	http://purl.org/dc/terms/
YES	codigolNE	esadm	http://vocab.linkeddata.es/datosabiertos/def/sector-publico/ter
NO	TIPO_0101		
YES	title	dc	http://purl.org/dc/terms/
YES	identifier	dc	http://purl.org/dc/terms/

OK

Restart Columns

Cancel

Figura 2.11: tripleGeoKettle

2.2.1.8. Text file output

Escribe los datos RDF en un fichero de texto con formato .ttl. fig.2.12

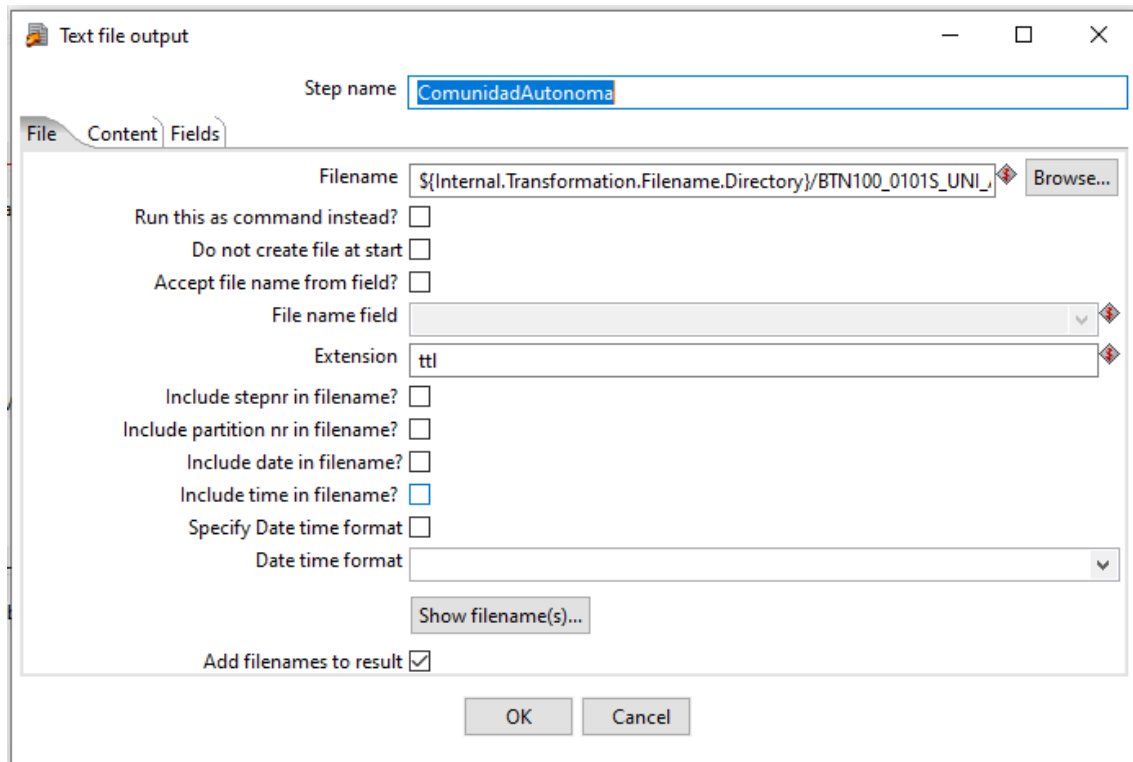


Figura 2.12: text-file-output

### 2.2.1.9. Resultado de la transformacion

```
@prefix geo:    <http://www.w3.org/2003/01/geo/wgs84_pos#> .
@prefix geosparql: <http://www.opengis.net/ont/geosparql#> .
@prefix sf:      <http://www.opengis.net/ont/sf#> .
@prefix rdf:     <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> .
@prefix owl:   <http://www.w3.org/2002/07/owl#> .
@prefix xsd:     <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#> .
@prefix georec:  <https://datos.ign.es/recurso/btn100/comunidad-autonoma/> .
@prefix esadm:   <http://vocab.linkeddata.es/datosabiertos/def/sector-publico/territorio#> .
@prefix rdfs:    <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> .
@prefix foaf:    <http://xmlns.com/foaf/0.1/> .
@prefix dc:      <http://purl.org/dc/terms/> .

georec:comunidad-de-madrid
  a
    rdfs:label "comunidad-de-madrid" ;
    dc:created "2014-10-09"^^xsd:date ;
    dc:identifier "comunidad-de-madrid" ;
    dc:title "Comunidad de Madrid" ;
    esadm:codigoINE "13"^^xsd:int ;
    geosparql:hasGeometry <https://datos.ign.es/recurso/btn100/comunidad-autonoma/...

georec:region-de-murcia
  a
    rdfs:label "region-de-murcia" ;
    dc:created "2014-10-09"^^xsd:date ;
    dc:identifier "region-de-murcia" ;
```

## Desarrollo

```
dc:title "Region de Murcia" ;
esadm:codigoINE "14"^^xsd:int ;
geosparql:hasGeometry <https://datos.ign.es/recurso/btn100/comunidad-autonoma/...

<https://datos.ign.es/recurso/btn100/comunidad-autonoma/aragon/geometry>
a sf:Polygon ;
geosparql:asWKT "POLYGON ((-1.6174492000010632 40.94373283914169, -1.62366030000..."
...
```

## 2.3. Port a PDI9

### 2.3.1. Tests con pentaho-gis-plugins

El 3 de Marzo el plugin anyadio soporte para el formato GeoPackage. Con el siguiente test se comprueba que los componentes que se utilizaran para reemplazar las transformaciones antiguas funcionan correctamente.

The screenshot displays the Pentaho Spoon IDE interface. On the left, the 'Transformations' tree shows the job 'trasformacion-laguna-lee-geopackage'. The central canvas shows a workflow with the following steps: 'GIS File input', 'Modified JavaScript value', 'Select values', 'Value mapper', 'Coordinate system operation', and 'GIS File output'. A configuration window for the 'GIS File output' step is open on the right, showing the following details:

- Step name: GIS File output
- Type: GeoPackage
- Pass output to servlet: ☐
- Do not create file at start: ☐
- Filename: C:\Users\map4rdf\Desktop\test-lagu... (with a 'Browse...' button)
- Geometry field: the\_geom
- Output options: Encoding: UTF-8
- Other static parameters table:

#	Parameter	Required	Value
1	Replace file	Yes	Yes
2	Table name	Yes	the-ta...
3	Commit a...	Yes	1000
4	Replace ta...	Yes	No
5	Identifier	No	the-id...
6	Description	No	the-d...
7	EPSG code	No	4326
8	Geometry ...	No	GEOM...
9	Force to 2D	Yes	Yes

Below the static parameters table, there is a section for 'Other dynamic parameters' with a table structure. At the bottom, the 'Execution Results' pane shows a log of the job's execution, including timestamps and status messages for each step, confirming that the transformation was successful.

Figura 2.13: test-laguna-geopackage

### 2.3.2. Entorno de desarrollo

#### 2.3.2.1. Dependencias e instalacion

En los ultimos años Pentaho ha pasado de utilizar Apache Ant a utilizar Apache Maven. TripleGeoKettle tambien utilizaba Ant, y se ha decidido utilizar Maven

por las ventajas que ofrece. El proyecto TripleGeoKettle contenía una carpeta lib en la que se encontraban los .jar con las dependencias necesarias. Ahora, las dependencias se administran con Maven y el pom.xml. Se incluyen los repositorios de Pentaho y OSGeo y las dependencias que se quieren incluir. Las properties funcionan a modo de “variable” para poder cambiar la versión de pdi fácilmente en un solo lugar.

```

1 <?xml version="1.0"?>
2 <project xsi:schemaLocation="http://maven.apache.org/POM/4.0.0 http://maven.apache.org/
   xsd/maven-4.0.0.xsd" xmlns="http://maven.apache.org/POM/4.0.0"
3     xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">
4     <modelVersion>4.0.0</modelVersion>
5     <groupId>org.pentaho</groupId>
6     <artifactId>tripleGeoKettle</artifactId>
7     <version>1</version>
8     <name>tripleGeoKettle</name>
9
10    <properties>
11        <pentaho-metadata.version>9.1.0.0-324</pentaho-metadata.version>
12        <pdi.version>9.1.0.0-324</pdi.version>
13    </properties>
14
15    <repositories>
16        <repository>
17            <id>pentaho-releases</id>
18            <url>https://nexus.pentaho.org/content/groups/omni</url>
19        </repository>
20        <repository>
21            <id>osgeo</id>
22            <url>https://repo.osgeo.org/repository/release/</url>
23        </repository>
24    </repositories>
25
26    <dependencies>
27        <dependency>
28            <groupId>org.pentaho</groupId>
29            <artifactId>pentaho-metadata</artifactId>
30            <version>${pentaho-metadata.version}</version>
31            <scope>provided</scope>
32        </dependency>
33        <dependency>
34            <groupId>pentaho-kettle</groupId>
35            <artifactId>kettle-core</artifactId>
36            <version>${pdi.version}</version>
37            <scope>provided</scope>
38        </dependency>
39        <dependency>
40            <groupId>pentaho-kettle</groupId>
41            <artifactId>kettle-engine</artifactId>
42            <version>${pdi.version}</version>
43            <scope>provided</scope>
44        </dependency>
45        <dependency>
46            <groupId>pentaho-kettle</groupId>
47            <artifactId>kettle-ui-swt</artifactId>
48            <version>${pdi.version}</version>
49            <scope>provided</scope>
50        </dependency>
51
52        <dependency>
53            <groupId>org.apache.jena</groupId>
54            <artifactId>jena-arq</artifactId>
55            <version>3.0.0</version>
56        </dependency>
57    </dependencies>

```

```
58         <groupId>com.vivid solutions</groupId>
59         <artifactId>jts</artifactId>
60         <version>1.11</version>
61     </dependency>
62     <dependency>
63         <groupId>org.geotools</groupId>
64         <artifactId>gt-geometry</artifactId>
65         <version>2.7-M0</version>
66     </dependency>
67
68 </dependencies>
69
70 <build>
71     <plugins>
72         <plugin>
73             <artifactId>maven-assembly-plugin</artifactId>
74             <executions>
75                 <execution>
76                     <id>distro-assembly</id>
77                     <phase>package</phase>
78                     <goals>
79                         <goal>single</goal>
80                     </goals>
81                     <configuration>
82                         <appendAssemblyId>false</appendAssemblyId>
83                         <descriptors>
84                             <descriptor>src/main/assembly/assembly.xml</descriptor>
85                         </descriptors>
86                     </configuration>
87                 </execution>
88             </executions>
89         </plugin>
90     </plugins>
91 </build>
92 </project>
```

A continuacion se muestran los pasos para configurar el entorno de desarrollo en Arch Linux:

```
1 # Instalar PDI desde AUR (los mirrors son mas rapidos que los de SourceForge)
2 yay -S pdi-ce
3 # Instalar Java 8
4 sudo pacman -S jdk8-openjdk
5 # Cambiar la version de java con
6 sudo archlinux-java set java-8-openjdk
7 # Instalar el Plugin de desarrollo
8 https://sourceforge.net/projects/pentaho/files/Pentaho%209.1/plugins/kettle-sdk-plugin-assembly-9.1.0.0-324.zip/download
9 # Instalar Maven
10 sudo pacman -S maven
11 # Descargar el settings.xml del repositorio de github en ~/.m2
12 https://raw.githubusercontent.com/pentaho/maven-parent-poms/master/maven-support-files/settings.xml
13 # Desde el directorio del plugin compilar y empaquetar el plugin
14 mvn clean package
15 # Instalarlo en PDI9 copiando el contenido del .zip generado en el directorio target
16 sudo cp target/tripleGeoKettle-oeg-1.jar /opt/pdi/plugins/steps/tripleGeoKettle-oeg-1/
```

### 2.3.2.2. Pentaho sdk plugins

Pentaho ofrece plugins[30] muy sencillos de ejemplo que muestran como implementar un plugin. Para el port de TripleGeoKettle se ha utilizado como referencia

kettle-sdk-step-plugin que simplemente escribe Hello World. Con el se ha probado la compilación, el pom.xml customizado, y pruebas varias como cambiar el icono o el nombre.

## 2.4. Proceso de porteo

### 2.4.1. Disenyo del plugin

Se comienza con el sdk de Pentaho y se realizan los cambios necesarios para integrar TripleGeoKettle en el nuevo entorno. Se muestran las imagenes del antes y despues de la estructura de carpetas. fig.2.14 y 2.15

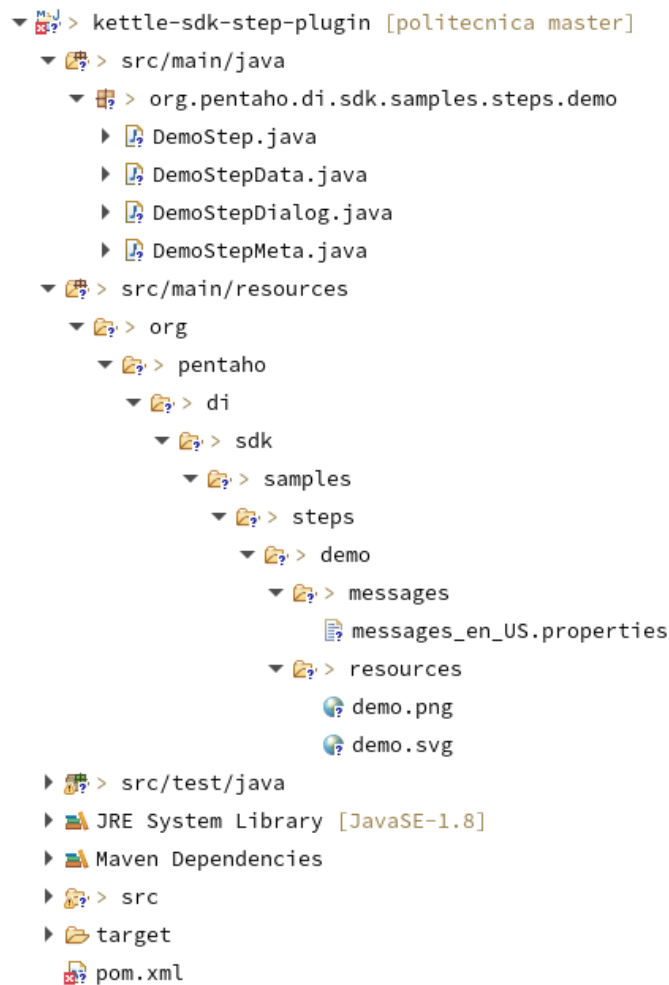


Figura 2.14: Estructura de carpetas del sdk

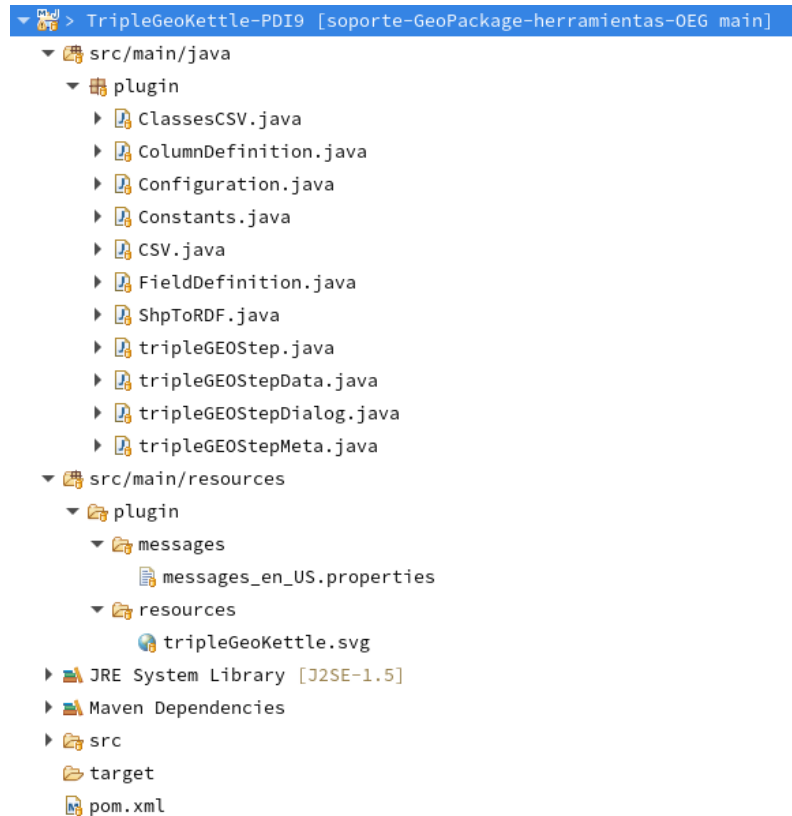


Figura 2.15: Estructura de carpetas de TripleGeoKettle portado

### Pasos seguidos:

1. Cambiar el nombre del paquete a “plugin”. Es importante que el de java y el de resources tengan el mismo nombre para que los dialogos lean el fichero properties correctamente.
2. Cambiar messages.properties

```
1 #sdk properties
2 tripleGEO.FieldName.Label=Output field name
3 tripleGEO.CheckResult.ReceivingRows.OK=Step is receiving input from other steps.
4 tripleGEO.CheckResult.ReceivingRows.ERROR=No input received from other steps!
5
6 tripleGEStep.Name=TripleGeoKettle
7 tripleGEStep.TooltipDesc=An ETL Tool for Transforming Geospatial Data into RDF
   under the GeoSPARQL standard.
8 tripleGEStep.DocumentationURL=https://github.com/oeg-upm/geo.linkeddata.es-
   TripleGeoKettle/wiki
9 tripleGEStep.CasesURL=https://github.com/oeg-upm/geo.linkeddata.es-TripleGeoKettle
   /issues
10 tripleGEStep.ForumURL=https://github.com/oeg-upm/geo.linkeddata.es-TripleGeoKettle
   /issues
11 tripleGEStep.Linenr=Linenr {0}
12 tripleGEStep.Error.NoOutputField=Could not find Output Field in row
13
14 # tripleGeoKettle custom properties
15 tripleGEStepDialog.Shell.Title=tripleGEO step
16 tripleGEStepDialog.Tab.MainTab=General Information
```

```

17 tripleGEOSTepDialog.AttributeName.Label=Attribute *
18 tripleGEOSTepDialog.Feature.Label=Feature *
19 tripleGEOSTepDialog.OntologyNS.Label=Ontology namespace URI *
20 tripleGEOSTepDialog.OntologyNSPrefix.Label=Ontology namespace prefix *
21 tripleGEOSTepDialog.ResourceNS.Label=Resource namespace URI *
22 tripleGEOSTepDialog.ResourceNSPrefix.Label=Resource namespace prefix *
23 tripleGEOSTepDialog.Language.Label=Language
24 tripleGEOSTepDialog.PathCSV.Label=Path CSV
25 tripleGEOSTepDialog.PathCSVButton.Label=Browse CSV file
26 tripleGEOSTepDialog.PathCSVButtonTooltip.Label=Browse for CVS file
27 tripleGEOSTepDialog.uuids.Label=Generate UUIDs
28 tripleGEOSTepDialog.Fields.Label=Other prefix and URI
29 tripleGEOSTepDialog.other.Label=Other URI
30 tripleGEOSTepDialog.otherPrefix.Label=Other Prefix
31 tripleGEOSTepDialog.Column.Label=Column
32 tripleGEOSTepDialog.Columns.Label=Prefix and URI for the columns
33 tripleGEOSTepDialog.otherColumns.Label=URI
34 tripleGEOSTepDialog.otherPrefixColumns.Label=Prefix
35 tripleGEOSTepDialog.ShowColumns.Label=Show?
36 tripleGEOSTepDialog.RestartFields.Button=Restart Columns

```

3. Modificar la annotation @Step de DemoStepMeta.java. Se utiliza para que el programa reconozca y categorice el plugin correctamente.

```

1 @Step(
2     id = "TripleGeoKettle",
3     name = "tripleGEOSTep.Name",
4     description = "tripleGEOSTep.TooltipDesc",
5     image = "plugin/resources/tripleGeoKettle.svg",
6     categoryDescription = "i18n:org.pentaho.di.trans.step:BaseStep.Category.Transform",
7     i18nPackageName = "tripleGeoKettle",
8     documentationUrl = "tripleGEOSTep.DocumentationURL",
9     casesUrl = "tripleGEOSTep.CasesURL",
10    forumUrl = "tripleGEOSTep.ForumURL"
11 )

```

4. Cambiar los nombres de las clases de Demo a TripleGeoKettle.
5. Importar las clases java auxiliares de tripleGeoKettle.
6. Hay un metodo deprecado en tripleGeoStepMeta.java: Valuemeta(). Se utiliza el constructor sin parametros y luego se le asigna el tipo 2. Para sustituirlo, como el tipo es 2, que segun esta tabla[31] significa string, es necesario cambiarlo a new ValueMetaString.
7. Error en los metodos readRep y saveRep, hay que importar ObjectId y cambiar long por ObjectId en la cabecera de la funcion.
8. Cambiar la siguiente linea para que la clase Dialog lea correctamente los contenidos del fichero properties.

```

1 main/java/plugin/tripleGEOSTepDialog.java
2 69: private static String PKG = tripleGEOSTepDialog.class.getPackage().getName();

```

9. PDI9 utiliza iconos .svg y proporciona una guia de disenyo[32]. Por tanto se ha actualizado el icono antiguo .png a .svg con los nuevos colores fig.2.16





Figura 2.16: Nuevo icono svg

### 2.4.2. Resultado parcial

La base del porteo se ha realizado correctamente como se puede ver en la figura 2.17. El dialogo se abre y se pueden cambiar los parametros de configuracion. Tambien es capaz de leer la salida del paso anterior de SRS. Sin embargo, todavia no funciona correctamente. Probablemente se debe a que el paso anterior (transformacion de coordenadas) pasa su informacion de manera distinta al de GeoKettle (en PDI le llegan 9 campos y en GeoKettle 8). Sera necesario seguir los pasos de la documentacion para conectar el debugger y solucionar el problema de NullPointerException.

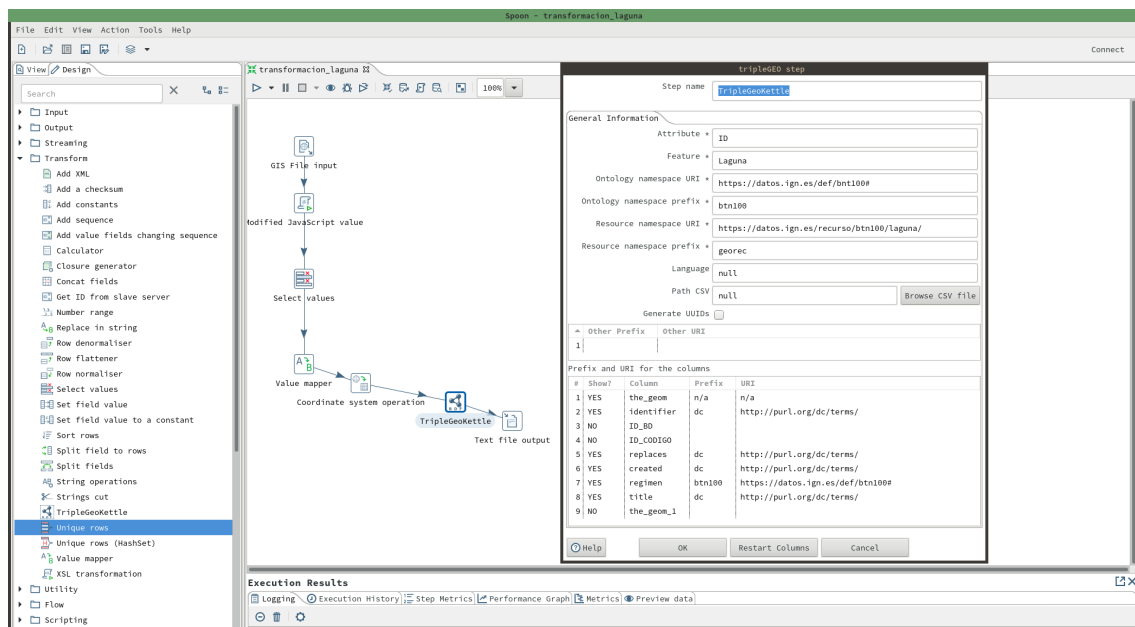


Figura 2.17: TripleGeoKettle corriendo en PDI9

### 2.4.3. Debugging

Para depurar el plugin se ha creado una nueva configuracion de depuracion eclipse en localhost y el puerto 1044 (fig.2.18) y se han anyadido los parametros de ejecucion del script de inicio spoon.sh.

```
1 if [ -z "$PENTAHO_DI_JAVA_OPTIONS" ]; then
2     PENTAHO_DI_JAVA_OPTIONS="-Xms1024m -Xmx2048m -Xdebug -Xnoagent -Djava.compiler=NONE
3     -Xrunjdwp:transport=dt_socket,server=y,suspend=y,address=1044"
```

## 2.4. Proceso de porteo

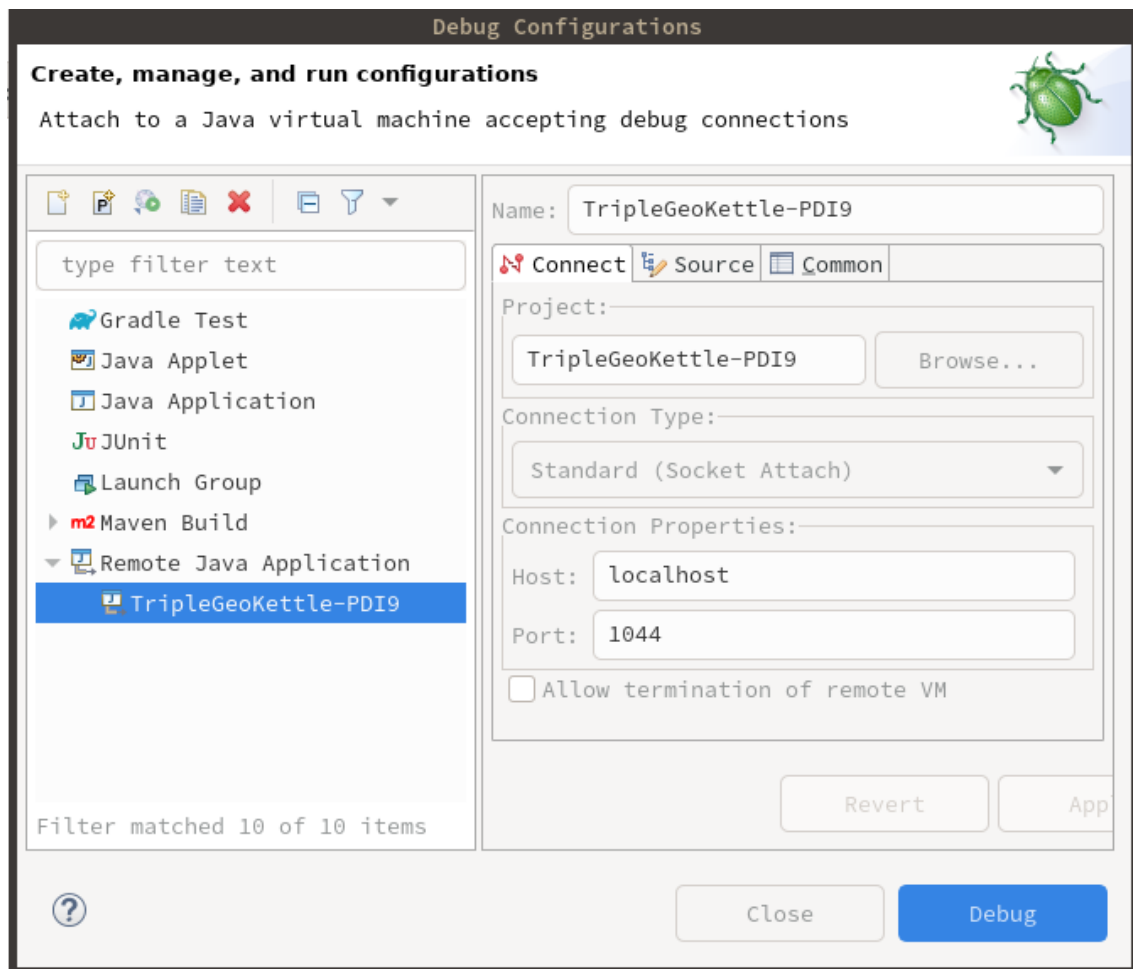


Figura 2.18: Configuración de depuración en Eclipse

El error `NullPointerException` se debe a:

```
1 1. Con la siguiente llamada se inicia el modelo RDF:
2   tripleGEOStep.java 160: this.shpToRDF.getModelFromConfiguration();
3
4 2. Desde la función se crea el modelo con:
5   Model modelAux = ModelFactory.createOntologyModel(OntModelSpec.RDFS_MEM);
6
7 3. En ese momento salta una excepción que no detiene el programa y la variable modelAux
   se mantiene en null.
8   Schema factory class org.apache.xerces.impl.dv.xs.SchemaDVFactoryImpl does not
   extend from SchemaDVFactory.
9
10 4. Después se utiliza en la función
11   ShpToRDF.java 176: setModel_rdf(modelAux);
12
13 5. Y como modelAux se ha inicializado a null, model_rdf también lo es.
14   ShpToRDF.java 712: public void setModel_rdf(Model model_rdf) { this.model_rdf =
   model_rdf; }
15
16 6. Finalmente al llamar a la siguiente función salta NullPointerException ya que
   model_rdf es null:
17 ShpToRDF.java 550:
18   private void insertResourceTypeResource(String r1, String r2) {
```

```
19         this.model_rdf.add(this.model_rdf.createResource(r1), RDF.type, this.  
20             model_rdf.createResource(r2));  
21     }  
22     # Es muy posible que tenga que ver con la version de las librerias de xerces.  
23  
24     # El problema es el siguiente:  
25     Apache Jena y vividsolutions.jts utilizan Xerces, pero versiones distintas. Cuando  
        funciona uno, el otro falla.
```

### 2.4.4. Compilación

Para el pom.xml de Maven se ha decidido dejar de utilizar maven-assembly-plugin ya que en algunos casos no incluía los jars necesarios y saltaban errores en tiempo de ejecución. En su lugar se utilizará maven-shade-plugin que es más apropiado para proyectos grandes con muchas dependencias que pueden tener conflictos y además crea un “super jar” que incluye todas las dependencias, tal y como se hacía antiguamente con el build.xml de Ant.

```
1     <build>  
2     <plugins>  
3         <plugin>  
4             <artifactId>maven-compiler-plugin</artifactId>  
5             <version>3.8.1</version>  
6             <configuration>  
7                 <encoding>UTF-8</encoding>  
8                 <target>${java.version}</target>  
9                 <source>${java.version}</source>  
10            </configuration>  
11        </plugin>  
12        <plugin>  
13            <groupId>org.apache.maven.plugins</groupId>  
14            <artifactId>maven-shade-plugin</artifactId>  
15            <version>3.2.4</version>  
16            <executions>  
17                <execution>  
18                    <phase>package</phase>  
19                    <goals>  
20                        <goal>shade</goal>  
21                    </goals>  
22                </execution>  
23            </executions>  
24        </plugin>  
25    </plugins>  
26 </build>
```



## **Capítulo 3**

# **Resultados y conclusiones**

Resumen de resultados obtenidos en el TFG. Y conclusiones personales del estudiante sobre el trabajo realizado.



## Capítulo 4

# Análisis de impacto

En este capítulo se realizará un análisis del impacto potencial de los resultados obtenidos durante la realización del TFG, en los diferentes contextos para los que se aplique:

- Personal
- Empresarial
- Social
- Económico
- Medioambiental
- Cultural

En dicho análisis se destacarán los beneficios esperados, así como también los posibles efectos adversos.

Se recomienda analizar también el potencial impacto respecto a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), de la Agenda 2030, que sean relevantes para el trabajo realizado (ver enlace)

Además, se harán notar aquellas decisiones tomadas a lo largo del trabajo que tienen como base la consideración del impacto.





# Bibliografía

- [1] Publicaciones utilizadas en el estudio y desarrollo del trabajo. Hay que utilizar un sistema internacional para referencias bibliográficas, de acuerdo con las indicaciones del tutor. Por ejemplo, el **sistema de IEEE**.
- [2] A. de León, V. Saquicela, LM. Vilches-Blázquez, B. Villazón-Terrazas, F. Priyatna and Oscar Corcho, "Geographical Linked Data: a Spanish Use Case", in *Proceedings of the In I-SEMANTICS '10 6th International Conference on Semantic Systems*
- [3] Espinoza-Arias, P., García-Delgado, M., Corcho, O. et al. "A sustainable process and toolbox for geographical linked data generation and publication: a case study with BTN100.", in *Open geospatial data, softw. stand. 4, 2 (2019)*.
- [4] OGC, "OGC's Role in the Spatial Standards World", in *An Open GIS Consortium (OGC) White Paper*
- [5] OGC, ISO, TC/ 211, IHO, "A Guide to the Role of Standards in Geospatial Information Management", in *Fifth Session of the United Nations Committee of Experts on Global Geospatial Information Management (UN-GGIM). Held from 3-7 August 2015 at the United Nations Headquarters in New York*.
- [6] Miembros del OGC, "<https://www.ogc.org/ogc/members>",
- [7] Web de datos del Instituto Geográfico Nacional, <http://datos.ign.es/>
- [8] Leon, Alexander de; Wisniewski, Filip; Villazón-Terrazas, Boris y Corcho, Oscar "Map4rdf - Faceted Browser for Geospatial Datasets", in *PMOD workshop, 2012*
- [9] Web de Map4rdf "<https://oeg-upm.github.io/map4rdf/>",
- [10] "ESRI Shapefile Technical Description", *An ESRI White Paper—July 1998*
- [11] ESRI, "Geoprocessing considerations for shapefile output", *Arcgis Desktop 9.3 Help*
- [12] OGC® GeoPackage Encoding Standard 1.3 "<http://www.geopackage.org/spec/>",
- [13] Tim Berners-Lee "Linked Data Design Issues", in *W3C 2009*

- [14] Aurelio Morales “Di no al Shapefile y sí al GeoPackage”, in *mappingis.com* 2018
- [15] ESRI ArcMap 10.8 Docs, “¿Qué son las proyecciones cartográficas?”, in <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/map/projections/what-are-map-projections.htm>
- [16] Antonin Guttman “1984. R-trees: a dynamic index structure for spatial searching”, in *Proceedings of the 1984 ACM SIGMOD*
- [17] “Limits In SQLite”, in <https://www.sqlite.org/limits.html>
- [18] “GDAL”, in <https://gdal.org/>
- [19] Tim Berners-Lee, James Hendler, Eric Miller, “Integrating Applications on the Semantic Web”, in *Journal of the Institute of Electrical Engineers of Japan, Vol 122(10), October, 2002, p. 676-680.*
- [20] “¿Qué son Datos Abiertos?”, in <https://datos.madrid.es>
- [21] “<http://datos.ign.es/>”,
- [22] “OSGeo Live Wiki”,
- [23] “Pentaho Data Integration 9.1 Documentation”,
- [24] “TripleGeo Documentation”, in *Github*
- [25] “<https://github.com/atoLCD/pentaho-gis-plugins>”,
- [26] “<https://www.atoLCD.com/expertise/solutions-geographiques-open-source-sig>”,
- [27] “[https://help.pentaho.com/Documentation/8.2/Products/Data\\_Integration/PDI\\_Client](https://help.pentaho.com/Documentation/8.2/Products/Data_Integration/PDI_Client)”,
- [28] “<https://ant.apache.org/>”,
- [29] “<https://maven.apache.org/>”,
- [30] “<https://github.com/pentaho/pdi-sdk-plugins>”,
- [31] <https://javadoc.pentaho.com/kettle/constant-values.html#org.pentaho.di.core.row.ValueM>
- [32] [https://help.pentaho.com/Documentation/8.2/Developer\\_Center/PDI/Extend/035ns](https://help.pentaho.com/Documentation/8.2/Developer_Center/PDI/Extend/035ns),
- [33] ab “cd”, in *ef*

# Apéndice A

## Anexos

### A.1. Glosario de términos

- *OGC*: Open Geospatial Consortium
- *GIS*: Geographic Information System
- *ESRI*: Environmental Systems Research Institute
- *IGN*: Instituto Geográfico Nacional
- *GDAL*: Geospatial Data Abstraction Library
- *URI*: Uniform Resource Identifier
- *RDF*: Resource Description Framework
- *SPARQL*: SPARQL And Rdf Query Language
- *ETL*: Extract, Transform and Load
- *KETTLE*: Kettle Extraction Transformation Transport Load Environment
- *PDI*: Pentaho Data Integration
- *ab*: cd