

Este documento es una adaptación del capítulo 9 de la tesis doctoral: VISUALIZACIÓN DEL CONTENIDO DE GRAFOS DE DATOS ESPACIO TEMPORALES DEL AMBITO DE PATRIMONIO CULTURAL

EJEMPLO DE INSTANCIACIÓN DE LA ONTOLOGÍA STEVO PARA LA REPRESENTACIÓN DEL SISTEMA DE VISUALIZACIÓN ESPACIO TEMPORAL DEL PROYECTO SILKNOW.

Proyecto SILKNOW

El proyecto SILKNOW (Silk heritage in the Knowledge Society: from punched cards to bigdata, deep learning and visual/tangible simulations) (Portalés, Sebastián et al. 2018), financiado por la Unión Europea, dentro del programa de investigación e innovación, con el código 769504.

El objetivo es desarrollar un sistema informático diseñado para mejorar la comprensión actual del patrimonio cultural europeo relacionado con los tejidos realizados con seda. Este sistema parte de una tarea base, consistente en el diseño e implementación de un grafo de conocimiento basado en el modelo CIDOC-CRM. Este grafo, ha de integrar la información relativa a estos tejidos que se encuentra digitalizada en la actualidad.

El grafo de conocimiento es un resultado del proyecto, que como todos los del proyecto, es abierto y de acceso público. Además de este, el resto de resultados del proyecto se dividen en dos grandes grupos, uno orientado a introducir datos en el grafo de conocimiento, y otro conjunto de herramientas que permitirán buscar y visualizar la información del mismo.

El grupo dirigido a la introducción de información en el grafo de conocimiento está compuesto por las siguientes herramientas:

- Un sistema de análisis semántico de texto. Este sistema utiliza como base las reglas del grafo de conocimiento, la información del mismo, y otras fuentes, como WikiData, y el uso de herramientas de análisis morfológico, sintáctica y de desambiguación. Su función es analizar el contenido de un texto procedente de las fuentes de datos digitalizadas para actualizar e introducir nuevos datos en el grafo de conocimiento.
- Un sistema de análisis de imágenes inteligente basado en redes neuronales. Este sistema permite analizar las imágenes digitalizadas de los tejidos y utilizar la información obtenida para actualizar el grado con datos sobre los motivos, colores, técnicas de tejido, llegando incluso a obtener, en ocasiones, datos sobre la época y el lugar dónde se confeccionó, con una alta probabilidad.
- Una herramienta de mapeo, que permite conectar una fuente de datos digitalizada con las herramientas anteriores y actualizar el grafo de conocimiento.
- El desarrollo de un tesoro multilingüe sobre las técnicas de tejido de seda empleadas en Europa (León, Gaitán et al. 2020). El tesoro, extiende a nivel jerárquico el tesoro de Getty AAT (Getty 1997a). El tesoro tiene una elevada complejidad de desarrollo, ya que aplica la traducción de términos usados en contextos muy específicos y con varios siglos de antigüedad.

Entre los resultados que tienen la finalidad de mostrar la información del grafo al usuario y permitir interactuar con esta, se han desarrollado las siguientes herramientas:

- Un buscador web que permita a usuarios con diferentes perfiles, tanto de conocimiento, como de intereses, obtener la información sobre estos tejidos que forman parte del patrimonio cultural. En este portal web, tienen que desarrollarse e integrarse las siguientes herramientas:

- Un telar virtual, que permita la visualización interactiva en tres dimensiones de la aplicación de diversas técnicas de tejido que representan cómo ha sido producido. Esta herramienta permite ver, partiendo de una imagen, y de la información como se ejecutan estas técnicas, los diferentes hilos que se han usado y como se entrelazan entre sí.
- Un mapa espacio temporal interactivo que muestra la distribución geográfica y temporal de los objetos resultantes de realizar una búsqueda mediante el buscador web. Este mapa debe de permitir realizar filtrados adicionales, navegación espacial, visualizar las relaciones entre los diferentes objetos y analizar la fluctuación en el tiempo de esta información.

En la Figura 1 se muestra un diagrama con los diferentes módulos y resultados del proyecto SILKNOW, estructurado a tres objetivos principales: OB1: Obtener información, OB2: Introducir la información en un grafo de conocimiento, OB3: Visualizar e interactuar con la información.

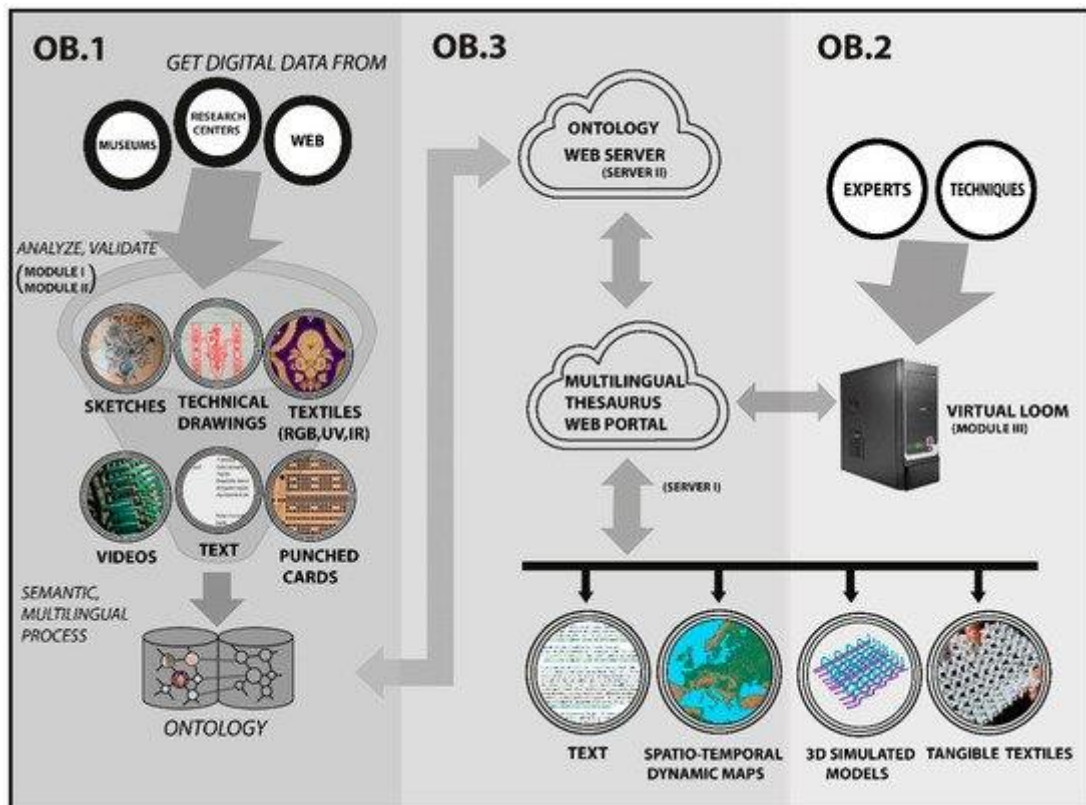


Figura 1. Diagrama con los resultados del proyecto SILKNOW. Fuente: (Portalés, Sebastián et al. 2018)

En el proyecto SILKNOW hay dos herramientas de visualización de datos, que toman como fuente de datos el contenido de un grafo de conocimiento con datos de patrimonio cultural, el telar virtual y el mapa espacio temporal interactivo.

En el telar virtual el objetivo es visualizar la aplicación de una técnica de tejido sobre la imagen de un objeto. En este caso no tiene mucho sentido aplicar la ontología STEVO, ya que no se van a visualizar datos de patrimonio cultural donde su posición en la escena dependa de los datos del grafo de conocimiento. En esta herramienta, el grafo de conocimiento sirve para extraer la imagen del objeto, así como los datos asociados a la misma: colores, motivos, etc., y la técnica utilizada para su tejido. Con esa información el sistema muestra un tejido de forma tridimensional. En la Figura 21 se muestra en la parte superior la imagen de un tejido que sería una de las entradas del telar virtual, tras ser corregidos aspectos como la inclinación, o

fragmentos deteriorados, se selecciona un fragmento y la herramienta muestra la distribución de los hilos en un entorno tridimensional en la parte inferior.

La otra herramienta de visualización de SILKNOW, el mapa espacio temporal, tiene como objetivo la visualización de varios objetos de patrimonio cultural en una escena espacial, representada por un mapa, donde además se tiene que visualizar su fluctuación en el espacio. Esta herramienta encaja perfectamente con el objetivo del marco de trabajo de visualización de datos, mediante una aplicación web, diseñado y desarrollado en este trabajo.

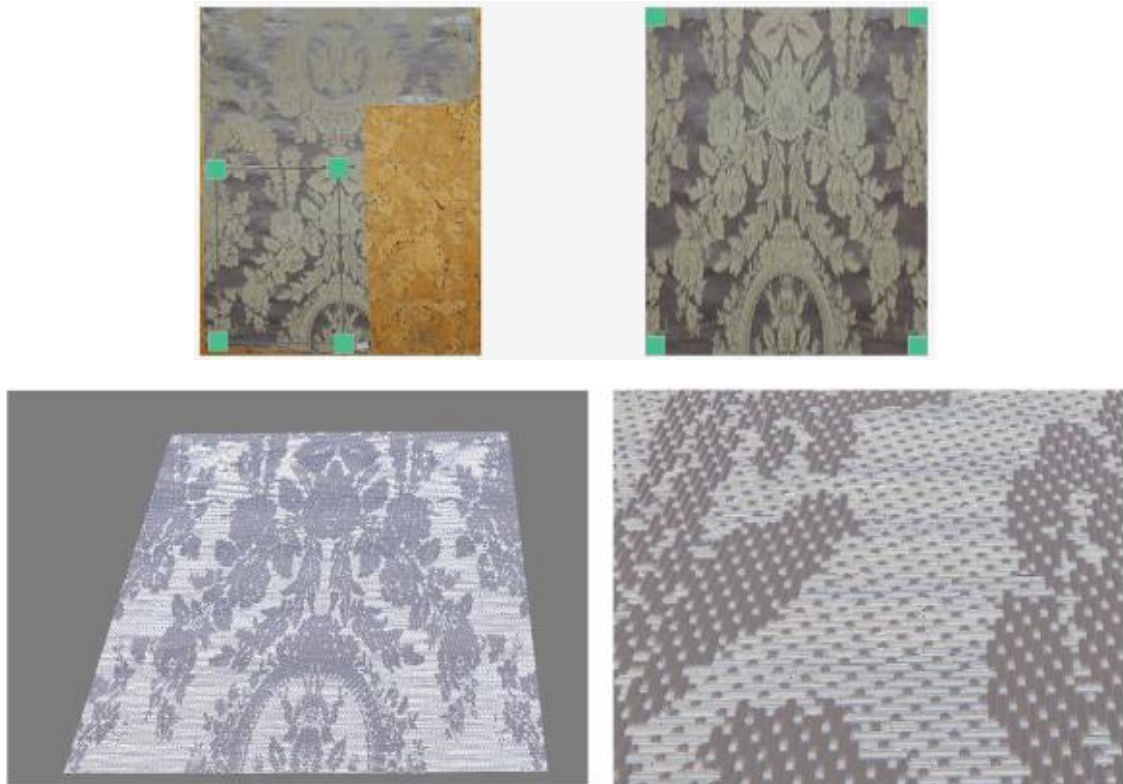


Figura 21 Captura de pantalla de los resultados del telar virtual del proyecto SILKNOW: Fuente: (Portalés, Pérez et al. 2021)

En el mapa espacio temporal de SILKNOW, los datos a representar son tejidos realizados en seda, que además pertenecen a diferentes tipos, en función del empleo que se hacía de estos tejidos, por ejemplo: ropa, decoración del hogar, decoración de muebles, religioso, etc. Todos los objetos tienen una localización geográfica que indica su producción, además de una referencia temporal, tomando como unidad de referencia el siglo. Como es habitual, existen datos donde hay incerteza, tanto a nivel geográfico, como temporal, además de una presencia de incerteza importante debida a la granularidad, principalmente espacial, aunque también temporal.

La totalidad de objetos del grafo de conocimiento de SILKNOW era en enero de 2022 de 37832. Dado este número de datos es necesario la realización de agrupamientos para su visualización. En este caso, se prefirió un agrupamiento por clusters, en los que un objeto gráfico representa a un conjunto de elementos, y conforme el usuario interactúe con el mapa se vayan separando estos grupos, hasta llegar a un nivel que permita la visualización de objetos de forma individual.

Otro de los requisitos del proyecto sobre la herramienta es la realización de filtros dinámicos sobre el mapa. Aunque el contenido del mapa es el resultado de una búsqueda inicial, una vez visualizados se ha de ofrecer la posibilidad de realizar nuevos filtros sobre los datos del mapa. Por ejemplo, se puede requerir la visualización de objetos que usen oro en sus hilos, y una vez visualizados, desde el mapa espacio temporal, ver sólo los que se hayan producido en Italia en el siglo XVI.

También es una funcionalidad requerida el hecho de que se pueda filtrar en cada momento y de forma sencilla, por el siglo en que fueron producidos los objetos. De esta manera, debe de ser posible ver sobre la misma pantalla el cambio de datos de un siglo a otro. El objetivo de este requisito es el de poder ver la variación espacial de los datos, casi como si de una película se tratara con el fin de poder inferir razones, o comportamientos que causen esta variación.

Con el fin de reforzar este último objetivo aún más, el mapa espacio temporal debe de poder visualizar de forma simultanea los datos de diferentes periodos de tiempo en una región espacial. Este requisito, permite ver esta variación espacial de forma directa. Por último, se tienen que poder mostrar en el mapa espacio temporal, en cada momento, los objetos del mapa que tengan el mismo valor para una propiedad dada. Esta asociación, o relación quedará marcada gráficamente, enlazando los objetos de una forma concreta, mediante arcos, o líneas. Además, el mapa espacio temporal, debe de permitir mostrar ver que porcentaje de objetos de los que se están visualizando tienen el mismo valor en sus diferentes propiedades. Con esta funcionalidad se puede ver de forma sencilla objetos que siguen comportamientos anómalos. Por ejemplo, si en el mapa, todos los objetos tienen un porcentaje similar de objetos en sus propiedades (material usado, técnica, etc.), pero hay uno que tiene un porcentaje mucho más bajo, o mucho más alto, no sigue el patrón habitual, y puede ser interesante ver el porqué de este comportamiento.

Todos estos requisitos de visualización son representables mediante la ontología STEVO, y por lo tanto podrían visualizarse con el marco de trabajo desarrollado en este trabajo. En la Figura 3 se muestra una captura del mapa espacio temporal de SILKNOW, desarrollado con los resultados de este trabajo, donde se describen las partes principales de la interfaz de usuario del sistema de visualización.

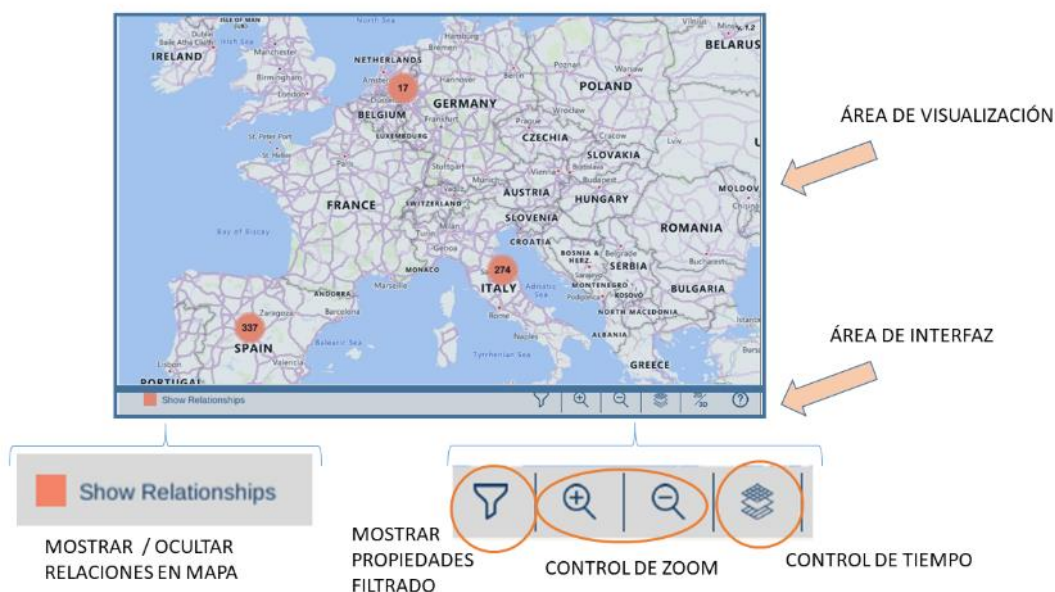


Figura 3 Diagrama sobre captura de pantalla del mapa espacio temporal para indicar las diferentes áreas del componente. Fuente: Adaptada de ADASILK (SILKNOW Consortium 2022)

A continuación, se expondrán las consideraciones que se han seguido para introducir instancias en la ontología STEVO que permitan representar esta visualización. Para ello, se determinará el tipo de escena, agrupamiento, los diferentes conceptos visuales, así como sus propiedades, y por último el comportamiento.

El grafo de conocimiento del proyecto SILKNOW es público y existe un portal web con varios puntos de acceso a su contenido, desde un punto SPARQL, hasta un buscador de facetas. Puede consultarse en la dirección <http://data.silknow.org>.

9.2.2. Instanciación de STEVO

Para definir como instanciar la ontología STEVO con el fin de representar un sistema de visualización hay que determinar los siguientes aspectos:

- Cómo acceder al contenido del grafo de conocimiento.
- Definir la escena a representar.
- Definir los conceptos visuales que se van a representar.
- Definir las propiedades visuales de los conceptos seleccionados y sus características, es decir, cuales determinan las posiciones espaciales y temporales, y como, además de cuáles podrán visualizarse por el usuario, así como por cuales podrá filtrar y relacionar con otros objetos.
- Definir la representación gráfica de los conceptos.
- Especificar si tiene que utilizarse una agrupación de los datos y su representación gráfica.
- Definir si hay que instanciar el resto de comportamientos definidos por STEVO (relación, visualización temporal, etc.)

Acceso al grafo de conocimiento.

El grafo de conocimiento en SILKNOW está soportado por la plataforma Virtuoso. Por lo que a nivel interno del proyecto se tiene acceso directo a un punto de acceso SPARQL directo contra el servidor que contiene el grafo de conocimiento. Además, para permitir el acceso a aplicaciones externas, de forma pública, se tiene acceso a una serie de servicios web generados mediante la herramienta GRLC (Meroño-Peñuela, Hoekstra 2016). Esta herramienta, transforma consultas SPARQL en servicios web RESTful de forma automatizada. En el rendimiento del sistema se observó que el rendimiento de estos servicios web no es tan bueno como el directo sobre el punto SPARQL de Virtuoso.

En cualquier caso, el acceso al contenido del grafo de conocimiento de SILKNOW se hará mediante servicios web especiales, o mediante la ejecución de consultas SPARQL.

Definición de la escena.

La escena del mapa espacio temporal de SILKNOW debe de estar basada en un mapa. Sobre ese mapa se deben de representar los datos en el punto adecuado. Además, conforme el usuario se acerque a una zona, esto puede interpretarse como que hace zoom, o que está descendiendo, el contenido del mapa debe de actualizarse y mostrar texturas con más resolución y dónde se aprecian más detalles, como carreteras, ríos, etc.

Por lo tanto, habrá que instanciar el concepto Scene (Escena), con la instancia que se denominará *“sceneSilknow”*

Esta escena, tendrá que usar las siguientes representaciones:

- Map. Esta relación es obvia, ya que es una escena donde la base especial es un mapa.
- Link Diagram. Los objetos se van a enlazar entre sí, ya que se tienen que visualizar las relaciones gráficamente.
- TimeLine, para poder filtrar los datos mediante una línea de tiempo.
- Time Layer, para poder visualizar los datos en un mismo espacio, pero mostrando varias capas del mismo espacio, donde cada capa estará relacionada con un intervalo de tiempo diferente.

Como el mapa ha de partir de una visión mundial y descender a una visión que se aprecien las calles principales de las ciudades, sin necesidad de llegar a un detalla más alto, se estima inicialmente definir 12 niveles de zoom para asegurar un cambio aceptable por el usuario, pero que tampoco sature demasiado el sistema. De los cuales, los 3 últimos niveles no serían accesibles en la navegación, ya que no hace falta llegar a un nivel máximo de detalle. Estos valores pueden ser ajustados posteriormente. Debido a esto, los valores de las propiedades nivel de zoom máximo y mínimo tendrán los 12 y 3 respectivamente.

En la Figura 4 se representa un diagrama con las relaciones y propiedades básicas de la instancia “sceneSILKNOW” que representará la escena del mapa espacio temporal en el proyecto SILKNOW. Más adelante se añadirán más propiedades y relaciones, conforme se vayan instanciando más conceptos en la ontología STEVO relacionados con el mapa espacio temporal de SILKNOW.

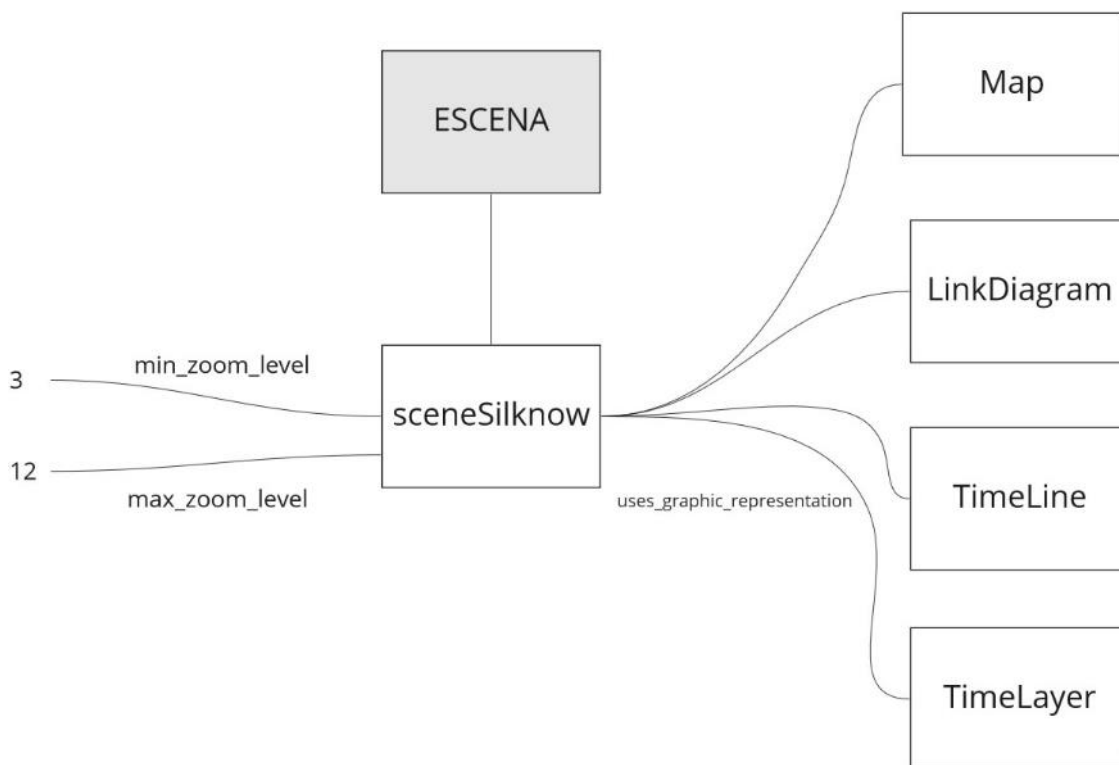


Figura 4 Diagrama con relaciones y propiedades de instancia de Escena en STEVO de la escena de SILKNOW

Definición de los conceptos visuales.

En el mapa espacio temporal del proyecto SILKNOW se tienen que representar tejidos.

Los tejidos en el grafo de conocimiento de SILKNOW, al estar basado en el modelo CIDOC-CRM, podrían ser instancias, o extensiones del concepto *E22_Man-made_Object*, del modelo. En el caso del proyecto SILKNOW se optó por instanciar el concepto directamente.

Entonces, se instanciará el concepto *Visual_Concept* de la ontología STEVO, con la instancia *visualTextile*, la cual tendrá en la propiedad "*represents domain concept*" el valor:

"http://erlangen-crm.org/current/E22_Human-Made_Object"^^xsd:anyURI

Este valor corresponde al concepto *E22_Man-made_Object* en la implementación del modelo CIDOC-CRM con la ontología de la Universidad de Erlangen.

Para representar este concepto visual, hay que instanciar el concepto *Visual_Concept*. La instancia tendrá el label *visualTextile*, será representado por la instancia de escena (*Scene*) *sceneSilknow*.

Definición de las propiedades visuales.

Las propiedades de los tejidos que se tienen que visualizar son los materiales de los que está hecho el objeto, la técnica de tejido con la que fue confeccionado y tipo o categoría del objeto. Además, debido a la incerteza de los datos, también se podrá visualizar el tiempo y el lugar de producción. Esto es debido a que en SILKNOW se decidió representar la incerteza con un marcador especial y representar un único objeto. De esta forma, si se desea saber los diferentes datos del objeto, no hay otra opción que poder visualizar el valor de estas propiedades.

En la Figura 5 se muestra una captura de pantalla del mapa espacio temporal de la web del proyecto SILKNOW. Este mapa ha sido generado con el marco de trabajo implementado en esta investigación. Al existir propiedades por las que se puede filtrar, el sistema muestra un botón de filtrado en la interfaz (ver parte inferior de la figura). Al activar este botón se muestra una ventana con las diferentes propiedades que son filtrables (propiedad "es_filtrable" del concepto Propiedad_Visual) y sus posibles valores del conjunto de datos que se visualizan.

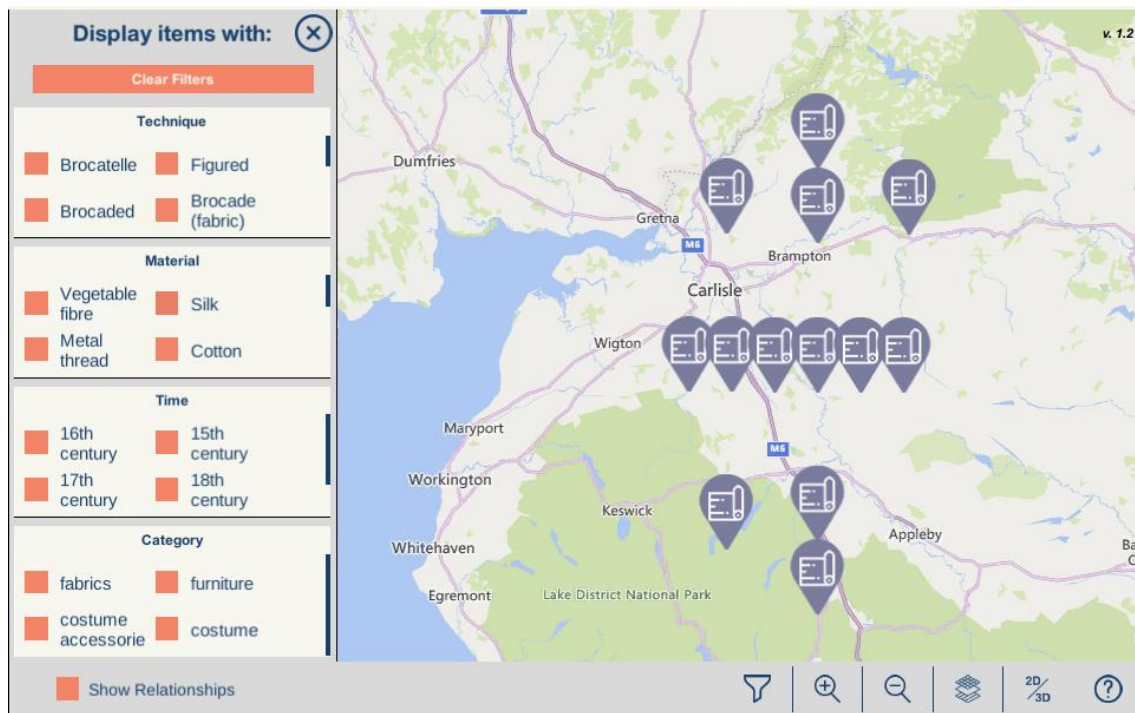


Figura 5 Interfaz de usuario de mapa espacio temporal mostrando las propiedades por las que se puede filtrar y sus posibles valores. Fuente: ADASILK (SILKNOW Consortium 2022)

En la Figura 6 se muestra una captura de pantalla del mapa espacio temporal de SILKNOW, en el que, tras seleccionar un objeto, se muestra información de las diferentes propiedades visuales del mismo que son visibles (propiedad “es_visible” del concepto Propiedad_Visual). En esta ventana, también se muestra un control de tipo check, sobre aquellas propiedades que son relacionables (Propiedad “es_relacionable” del concepto Propiedad_Visual).

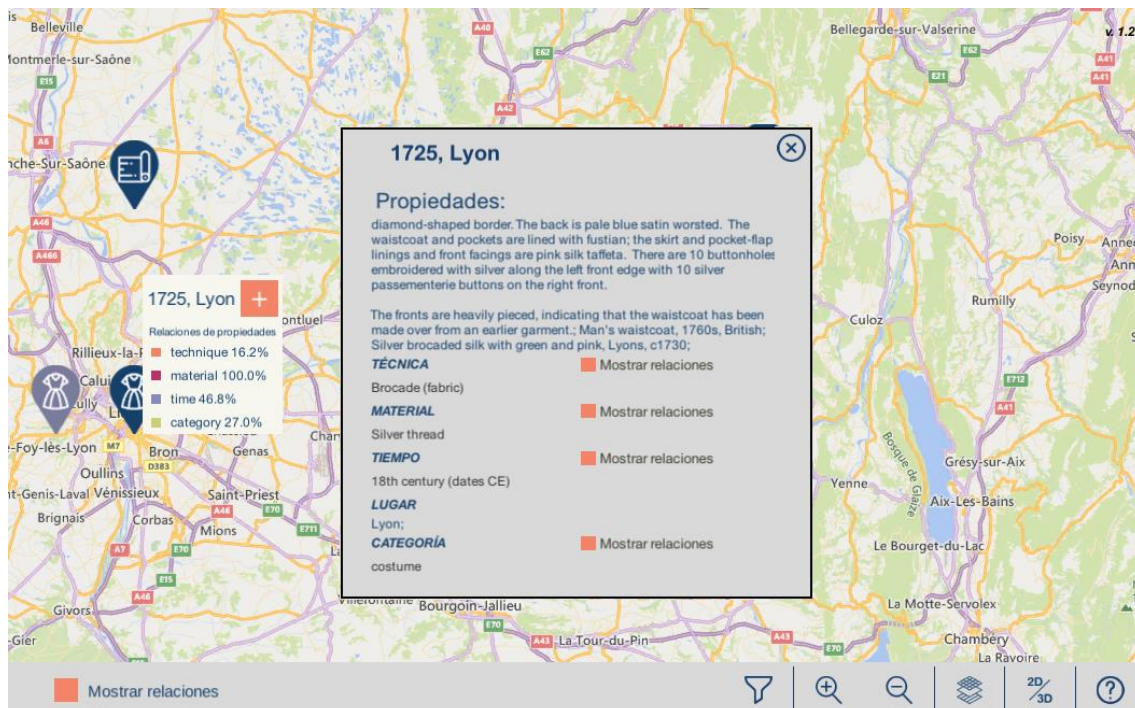


Figura 6 Captura de pantalla con ventana emergente con información del objeto representado en el mapa espacio temporal de SILKNOW. Fuente: ADASILK (SILKNOW Consortium 2022)

Material del objeto

En el dominio de datos de SILKNOW, para conocer el material de que está hecho el tejido, se aplica el modelo de CIDOC-CRM. Por lo tanto, es necesario instanciar el concepto E12_Production relacionado con el tejido (E22_Man-made_Object), a través de la relación P128_has_produced. En dicha instancia, se puede obtener el valor del material empleado a través de la relación P126_employed, que enlaza con una, o varias instancias del concepto E57_Material. La instancia de E57_Material tiene la información sobre el material, o materiales empleados para elaborar el tejido.

En la ontología STEVO para representar esta propiedad hay que instanciar el concepto *Visual Property* con la instancia *visualTextileMaterial*. En los requisitos del proyecto se indicaba que en el mapa espacio temporal se mostrará la información del material del objeto, además de poder filtrar por esta propiedad y mostrar las relaciones con otros objetos que tengan el mismo valor en esta propiedad. Las propiedades y relaciones de esta instancia se muestran en la Tabla 1.

La instancia del concepto Query de la ontología STEVO, queryForTextileMatyTec, referenciada por visualTextileMaterial y por visualTextileTechnique, que se detalla en el apartado siguiente, tiene en su expresión una Query en SPARQL, que permite obtener los valores del material y de la técnica del objeto. Las propiedades de la instancia queryForTextileMatyTec se muestran en la Tabla 2.

Tabla 1 Propiedades y relaciones de la propiedad visual visualTextileMaterial

Tipo	Nombre	Valor
Propiedad	is_relatable	True
Propiedad	Is_filtered	True
Propiedad	Has_name	"material"
Propiedad	Uses_query_variable_name	"materialLabel"
Relación	Represented_by_color	blueColor (Color)
Relación	Value_per_query	queryForTextileMatyTec (Query)
Relación	Is_domain_property	visualTextile (VisualConcept)

Tabla 2 Propiedades de la instancia de Query, queryForTextileMatyTec

Propiedad	Valor
Has_expression	<pre>SELECT distinct ?techniqueLabel ?materialLabel WHERE { ?s rdf:type <http://erlangen-crm.org/current/E12_Production> . ?s <http://erlangen-crm.org/current/P108_has_produced> this . ?s <http://erlangen-crm.org/current/P32_used_general_technique> ?p . ?p <http://www.w3.org/2004/02/skos/core#prefLabel></pre>

	<pre> ?techniqueLabel ?s <http://erlangen-crm.org/current/P126_employed> ?q . ?q <http://www.w3.org/2004/02/skos/core#prefLabel> ?materialLabel } </pre>
--	--

En la Figura 7 se representa un diagrama con los conceptos de la ontología STEVO involucrados en la representación de los conceptos visuales y sus propiedades visuales requeridos por el proyecto SILKNOW.

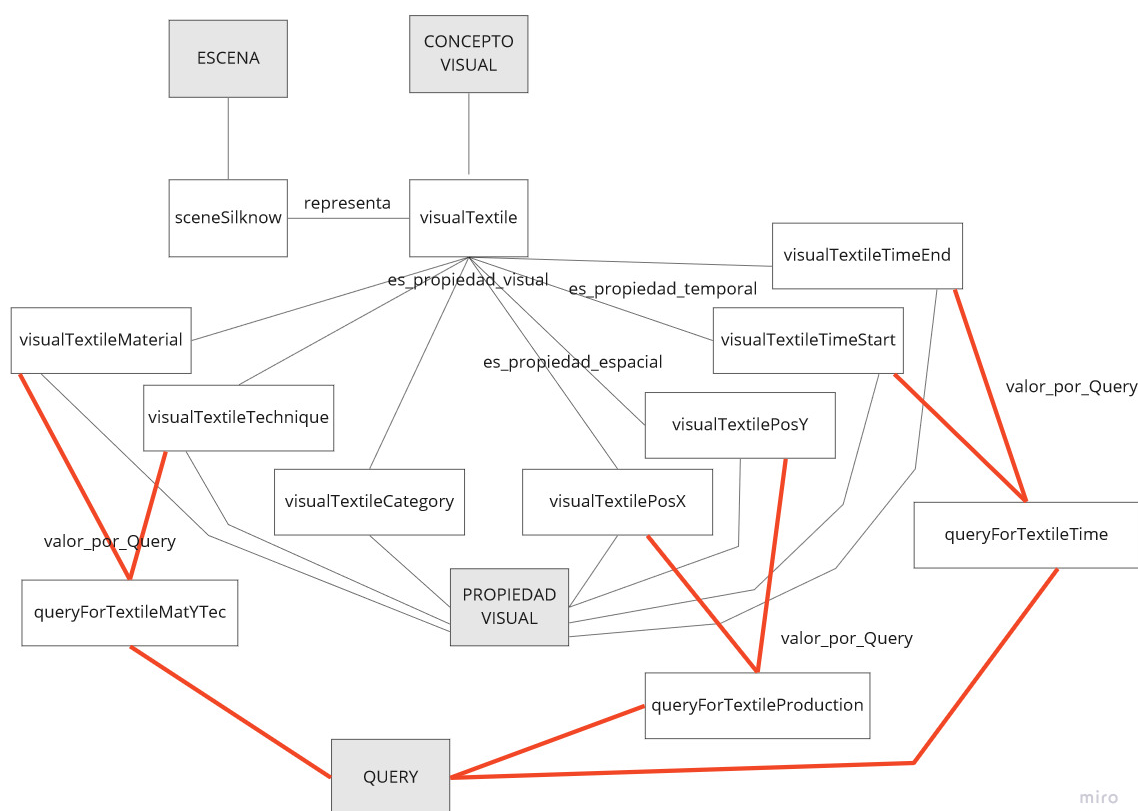


Figura 7 Diagrama con conceptos (fondo gris) e instancias de la ontología STEVO para representar los conceptos visuales y sus propiedades visuales para representar los datos del proyecto SILKNOW

Técnica del objeto.

Con la técnica, al igual que el material, en SILKNOW se aplica el modelo de CIDOC-CRM. Al igual que en el material, es necesario instanciar el concepto E12_Production, y en esta instancia, mediante la relación P32_used_general_technique, se accede a una o varias instancias del concepto E55_Type. La instancia de E55_Type se usa en CIDOC-CRM para enlazar con términos de tesauros. En este caso, se enlaza con el tesauro de SILKNOW que clasifica las diferentes técnicas de tejido con seda.

En la ontología STEVO para representar esta propiedad hay que instanciar el concepto Visual Property con la instancia visualTextileTechnique. El valor de esta propiedad debe de poder visualizarse en el mapa espacio temporal, además de poder filtrar datos por este valor, y

visualizar los objetos relacionados con el mismo valor de esta propiedad. Las propiedades y relaciones de esta instancia se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1 Propiedades y relaciones de la propiedad visual *visualTextileTechnique*

Tipo	Nombre	Valor
Propiedad	is_relatable	True
Propiedad	Is_filtered	True
Propiedad	Has_name	"technique"
Propiedad	Uses_query_variable_name	"techniqueLabel"
Relación	Represented_by_color	greenColor (Color)
Relación	Value_per_query	queryForTextileMatyTec (Query)
Relación	Is_domain_property	visualTextile (VisualConcept)

Categoría del objeto.

El tipo, o categoría del objeto, se resuelve en el proyecto SILKNOW mediante la relación *P41_classified_of*, que relaciona la instancia del concepto *E22_Man-made_Object* con instancias de *Object_type_assignment*, que hace referencia un lenguaje controlado de términos con los diferentes tipos de textiles de SILKNOW.

Esta propiedad requerirá la instanciación de *Visual Property*, que se denominará *visualTextileCategory*. En este caso, al ser una propiedad accesible mediante una relación directa del concepto del dominio de datos, no es necesario usar una consulta para acceder a su valor. Para ello se dará valor a la propiedad *property_URI*. El valor de esta propiedad visual del objeto no será observable, ni dará opción a filtrar, ni relacionar. Eso es así porque el usuario podrá ver el valor directamente sobre el objeto, ya que el objeto tendrá una imagen u otra, en función del valor de esta propiedad. En la 4 se muestran las propiedades y relaciones de la instancia de *visualTextileCategory (Propiedad Visual)*.

Tabla 4 Propiedades y relaciones de la instancia de propiedad visual *visualTextileCategory*

Tipo	Nombre	Valor
Propiedad	is_relatable	False
Propiedad	Is_filtered	False
Propiedad	Has_name	"category"
Propiedad	Property_URI	http://erlangen-crm.org/current/P41_classified
Relación	Is_domain_property	visualTextile (VisualConcept)

Posición del objeto.

La posición del objeto es una propiedad especial, ya que se enlaza con el concepto visual a través de la propiedad *position_domain_property*.

Por lo demás, sigue una definición similar a la del resto de propiedades.

En el modelo de SILKNOW, siguiendo la filosofía del modelo CIDOC_CRM, al igual que sucedía con el material y la técnica, la uicación de producción de un objeto se hace mediante la relación con *E12_Production*, y dentro de esta entidad, se relaciona, a través de la propiedad *P8 took*

place on or within con una instancia de la entidad *Feature*¹ del grafo de conocimiento de Geonames.org. De esta entidad se referenciarán en STEVO las siguientes propiedades:

- geonames:name → Nombre principal del lugar, con el prefijo del idioma.
- geo:lat → latitud del lugar.
- geo:long → longitud del lugar.

Esto implica, la instanciación de tres propiedades visuales en STEVO:

- *visualTextilePositionName*, con el nombre/nombres de la ubicación del lugar de producción.
- *visualTextilePosX*, con la longitud del objeto.
- *visualTextilePosY*, con la latitud del objeto.

La propiedad *visualTextilePositionName*, debido a la incerteza de la producción de los objetos, debe de poder visualizarse, además de filtrar y visualizar los objetos relacionados con el mismo valor en dicha propiedad. En la Tabla 5 se enumeran las propiedades y relaciones de esta propiedad visual.

Las propiedades *visualTextilePosX* y *visualTextilePosY*, se usarán únicamente para la representación del objeto, no se podrá visualizar su contenido, ni filtrar, ni relacionar.

Las propiedades y relaciones de *visualTextilePosX* se detallan en la Tabla 6, las de *visualTextilePosY* son análogas, pero cambiando X por Y en el nombre.

Tabla 5 Relaciones y propiedades de la instancia de propiedad visual *visualTextileProductionName*

Tipo	Nombre	Valor
Propiedad	is_relatable	True
Propiedad	Is_filtered	True
Propiedad	Has_name	"production"
Propiedad	Uses_query_variable_name	"production"
Relación	Represented_by_color	greenColor (Color)
Relación	Value_per_query	queryForTextileProduction (Query)
Relación	Is_domain_property	visualTextile (VisualConcept)

Tabla 6 Relaciones y propiedades de la instancia de propiedad visual *visualTextilePosX*

Tipo	Nombre	Valor
Propiedad	is_relatable	false
Propiedad	Is_filtered	false
Propiedad	Has_name	"longitud"
Propiedad	Uses_query_variable_name	"longitud"
Relación	Value_per_query	queryForTextileProduction (Query)
Relación	Is_Position_x_domain_property	visualTextile (VisualConcept)

También hay que instanciar el concepto de *Query*, para poder consultar los datos de la producción del objeto. La instancia se denomina *queryForTextileProduction* y en la se describen

¹ URI del concepto Feature del grafo de conocimiento de Geonames.org.
<<http://www.geonames.org/ontology#Feature>>

las relaciones y propiedades de la misma. En la Tabla 7 se enumeran las relaciones y propiedades de esta instancia.

Tiempo de producción del objeto.

Para tratar el tiempo en SILKNOW, se usa una instancia del concepto E12_Production, como para representar la técnica y el material. Desde esa instancia, con la propiedad P4-has_time-span, se accede a una, o varias instancias del concepto E52_Time-Span del modelo CIDOC-CRM. Esta instancia tiene las propiedades hasBeginning y hasEnd, que permiten obtener los valores de inicio y fin del intervalo.

En SILKNOW, aunque se usan etiquetas alternativas, la etiqueta preferente aplica una unidad temporal anual para expresar el intervalo.

Tabla 7 Relaciones y propiedades de la instancia de Query, queryForTextileProduction

Propiedad	Valor
Has_variable for_instance	this
Has_expression	<pre>SELECT distinct ?latitud ?longitud WHERE { ?s rdf:type <http://erlangen-crm.org/current/E12_Production> . ?s <http://erlangen-crm.org/current/P108_has_produced> this . ?s <http://erlangen-crm.org/current/P8_took_place_on_or_within> ?p . ?p rdf:type <http://www.geonames.org/ontology#Feature> . ?p <http://www.w3.org/2003/01/geo/wgs84_pos#lat> ?latitud . ?p <http://www.w3.org/2003/01/geo/wgs84_pos#long> ?longitud ?p <http://www.geonames.org/ontology#name> ?production. }</pre>

Tiempo de producción del objeto.

Para tratar el tiempo en SILKNOW, se usa una instancia del concepto E12_Production, como para representar la técnica y el material. Desde esa instancia, con la propiedad P4-has_time-span, se accede a una, o varias instancias del concepto E52_Time-Span del modelo CIDOC-CRM. Esta instancia tiene las propiedades hasBeginning y hasEnd, que permiten obtener los valores de inicio y fin del intervalo.

En SILKNOW, aunque se usan etiquetas alternativas, la etiqueta preferente aplica una unidad temporal anual para expresar el intervalo.

En la ontología STEVO para representar estas propiedades hay que instanciar el concepto *Visual Property* con la instancia *visualTextileTimeStart* y *visualTextileTimeEnd*. Los valores de estas propiedades deben de poder visualizarse en el mapa espacio temporal, sobre todo debido a la incerteza, que es muy alta en esta propiedad. En SILKNOW se determinó que no era muy eficiente la visualización de objetos relacionados, también por la incerteza de los datos, y por tratarse de intervalos. Era poco probable en el dominio de datos del proyecto hallar objetos relacionados que tuvieran el mismo valor de intervalo temporal. Podría tener sentido si la relación fuera efectiva en el momento en que hubiera un porcentaje de solapamiento en el intervalo temporal, pero es un dato que habría que investigar. Las propiedades y relaciones de la instancia *visualTextileTimeStart* se enumeran en la Tabla 8, los de *visualTextileTimeEnd* son totalmente análogos.

Tabla 8 Relaciones y propiedades de datos de la instancia *visualTextileTimeStart*

Tipo	Nombre	Valor
Propiedad	is_relatable	false
Propiedad	Is_filtered	true
Propiedad	Has_name	"from"
Propiedad	Uses_query_variable_name	"start"
Relación	Value_per_query	queryForTextileTime (Query)
Relación	Is_time_start_domain_property	visualTextile (VisualConcept)

En la Tabla 9 se enumeran las relaciones y valor de las propiedades de la instancia del concepto *Query*, *queryForTextileTime*, usada para obtener los valores de las instancias de propiedades visuales *visualTextileTimeStart* y *visualTextileTimeEnd*, que obtiene los valores de tiempo de producción asociados a un objeto.

Tabla 9 Relaciones y propiedades de datos de la instancia *queryForTextileTime*

Propiedad	Valor
Has_variable_for_instance	this
Has_expression	<pre> SELECT distinct ?this, ?start, ?end WHERE { ?s rdf:type <http://erlangen-crm.org/current/E12_Production> . ?s <http://erlangen-crm.org/current/P108_has_produced> ?this . ?s <http://erlangen-crm.org/current/P4_has_time-span> ?p . ?p <http://www.w3.org/2006/time#hasBeginning> ?st . ?p <http://www.w3.org/2006/time#hasEnd> </pre>

	<pre> ?ed . ?st <http://www.w3.org/2006/time#inXSDDate> ?start . ?ed <http://www.w3.org/2006/time#inXSDDate> ?end . FILTER (?uriInstance in (this.value)) } </pre>
--	--

Definición de la representación gráfica de los conceptos.

En el mapa espacio temporal de SILKNOW únicamente se representan los objetos y sus agrupaciones.

Las agrupaciones se representan con un círculo, por lo que es muy sencilla su representación, ya que sólo necesitan la definición de un Marcador cuya representación gráfica sea un círculo.

En este caso habrá que crear una instancia de Marcador, que se denominará *silkknowClusterMarker*, asociada al comportamiento de agrupación, que será un marcador del tipo *Circle_Marker*, representado por una figura geométrica circular.

Sin embargo, el concepto representado por la instancia *visual/Textile*, es similar, pero tiene una complejidad asociada. El marcador del objeto que representa el concepto, en función del tipo de categoría del objeto tiene asociado una textura que lo define. Para ello, se crea una instancia del concepto Marcador, que tiene asociados tantos modificadores como diferentes categorías tenga el objeto. Además, al marcador se le asociará la instancia de representación gráfica primitiva (Primary Graphic Representation, de ontología VISO) *circleTextile*, para definir diferentes propiedades de la figura. En la Tabla 10 se enumeran las propiedades y relaciones de dicha instancia.

Tabla 10 Relaciones y propiedades de la Instancia de *circleTextile*

Tipo	Nombre	Valor
Propiedad	has_image	defaultTextileTexture (instancia de Picture con valor de textura con defecto en la propiedad has_URL)
Propiedad	Has_graphic_representation	circle (Shapes, ontología VISO)
Propiedad	color_rgb	LightBlueColor (Color, ontología VISO)

La instancia de Marcador, se denomina *silkknowTextileMarker*. En la Tabla 11 se enumeran las propiedades y relaciones de esta instancia del concepto Marcador. Este marcador tiene tantas relaciones con instancias de modificador, como tipos de tejidos diferentes se van a representar. En la tabla se representan los modificadores tejidos de tipo Ropa, Religioso, Desconocido, Hogar, y Complementos.

Tabla 11 Relaciones y propiedades de la instancia de Marcador *silkknowTextileMarker*

Tipo	Nombre	Valor
Relación	has_graphic_representation	circleTextile (Marcador)
Relación	Usa_modificador	correspondingTextileTypeClothesPicture (Modificador)

Relación	Usa_modificador	correspondingTextileTypeReligiousPicture (Modificador)
Relación	Usa_modificador	correspondingTextileTypeUnkownPicture (Modificador)
Relación	Usa_modificador	correspondingTextileTypeHomePicture (Modificador)
Relación	Usa_modificador	correspondingTextileTypeCompPicture (Modificador)

A modo de ejemplo, se detallan las propiedades y relaciones de la instancia del modificador usado para representar los objetos de tipo Ropa en la Tabla 12 .

Tabla 12 Relaciones y propiedades de la instancia correspondingTextileTypeClothes del concepto Modificador.

Tipo	Nombre	Valor
Relación	Modifica_sobre_valor	visualTextileType
Propiedad	Tiene_representación_gráfica	PictureTextileTypeClothes (instancia de Picture con valor de textura del tipo Ropa la propiedad has_URL)
Propiedad	Valor_de_propiedad	http://data.silknow.org/category/40

En la Figura 8 2 se muestra la representación gráfica de varios objetos del mapa espacio temporal de SILKNOW. Como se puede apreciar en la imagen, cada objeto tiene un tipo de textura que lo identifica en función del tipo al que pertenece el objeto.

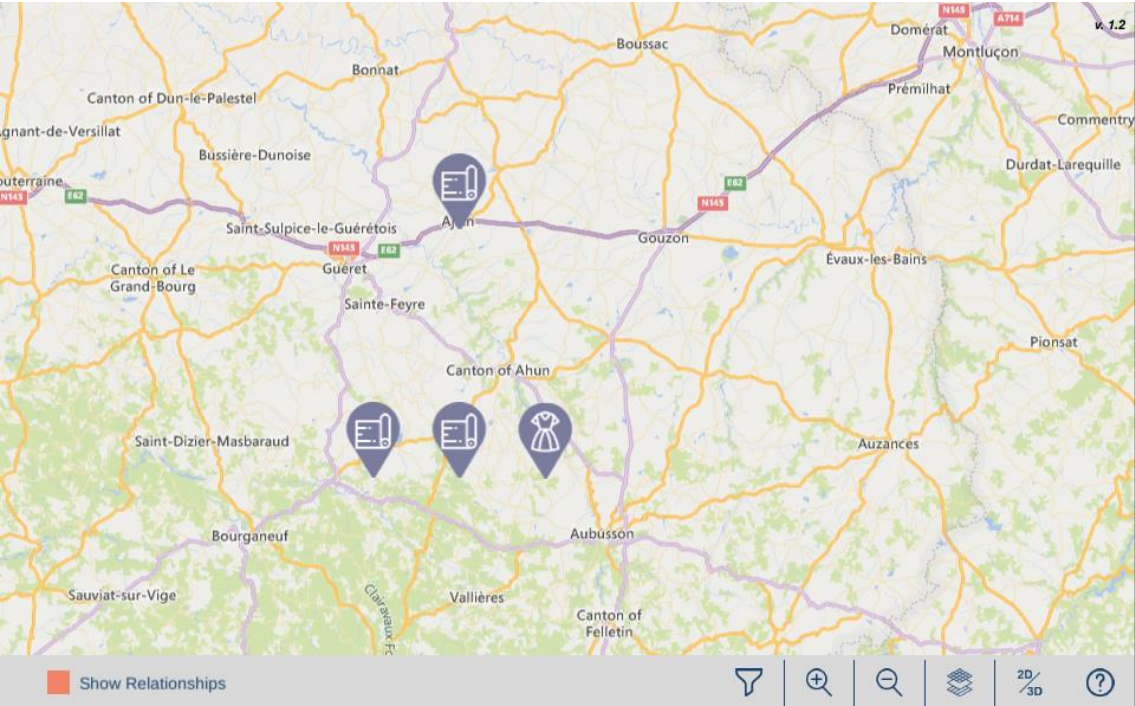


Figura 8 2 Representación gráfica de los conceptos representados en el mapa espacio temporal. Fuente: ADASILK (SILKNOW Consortium 2022)

Definición de los comportamientos.

Dada la complejidad de los requerimientos del mapa espacio temporal del proyecto SILKNOW será necesario instanciar varios conceptos de comportamiento STEVO para que se pueda representar la interacción de forma adecuada.

A continuación, se detallan las instancias realizadas en STEVO, y sus relaciones, para representar los comportamientos de agrupación, de control de tiempo, y de visualización de relaciones entre objetos.

Agrupaciones.

Dado que los datos se agruparán en grupos, y no en mapas de calor se hará uso del concepto *Clusters_Group_Behaviour*, que extiende a *Group_Behaviour*, creando la instancia *silkknowGroupBehaviour*. Esta instancia usará la instancia de marcador *silkknowClusterMarker* comentada previamente.

En la Tabla 13 se exponen las relaciones y propiedades de la instancia *silkknowGroupBehaviour*.

Tabla 13 Propiedades y relaciones de la instancia *silkknowGroupBehaviour* (*Clusters_Group_Behaviour*) para representar cómo visualizar los agrupamientos.

Tipo	Nombre	Valor
Relación	Marcador_representante	silkknowClusterMarker (Marcador)
Relación	Es_comportamiento_de_grupo_de	sceneSilknow (Escena)

En la Figura 9 se muestran varias capturas de pantalla del mapa espacio temporal de SILKNOW. Las capturas muestran el resultado de un proceso de navegación en el que el usuario se acerca cada vez más a la ciudad de París. Inicialmente se ven agrupamientos en toda Europa, pero conforme se acerca, además de ver el mapa con mayor información, se muestran diferentes agrupamientos, resultado de los agrupamientos de nivel superior.



Figura 9 Zoom con agrupamientos sobre mapa espacio temporal de ADASILK. Composición con capturas de pantallas de ADASILK.Fuente: Adaptada de ADASILK (SILKNOW Consortium 2022)

Control de tiempo.

El control de tiempo en el mapa espacio temporal de SILKNOW se tiene que poder hacer de dos formas. Primero con un control de línea de tiempo (TimeLine), de forma que tomando como unidad de tiempo el siglo, se pueda ver cuáles de los objetos se han producido en siglo concreto, y de forma sencilla, ver los que se han producido en el siguiente, o en el anterior. Usando el control con cierta rapidez se puede observar un efecto película, ya que en cada interacción se verían los datos de cada siglo de forma correlativa.

Por otra parte, también se desea poder observar los datos de cada siglo, o un intervalo de siglos, de forma simultánea a los de otro siglo, o intervalo. Con esta función se puede observar de forma simultánea los datos de cada intervalo de tiempo.

Para definir el control de tiempo será necesario instanciar dos conceptos de STEVO, el primero será *Control_Individual*, para representar el TimeLine, y el segundo *Control_Simultáneo*.

La instancia de *Control_Individual* será *silknowTimeLineControl*, cuyas relaciones y propiedades se exponen en la Tabla 14 2.

En la Figura 103 se muestra una captura de pantalla del mapa espacio temporal de SILKNOW con el detalle de la interfaz de usuario para activar los diferentes controles de tiempo, que en este caso son dos: Individual (TimeLine) y Simultáneo.

Tabla 14 2 Propiedades y relaciones de la instancia *silknowTimeLineControl* (*Control_Individual*)

Tipo	Nombre	Valor
Relación	Frecuencia_control_tiempo	unityCentury (Unidad Temporal) Instancia predefinida en STEVO.
Relación	Es_comportamiento_de_tiempo_de	sceneSilknow (Escena)

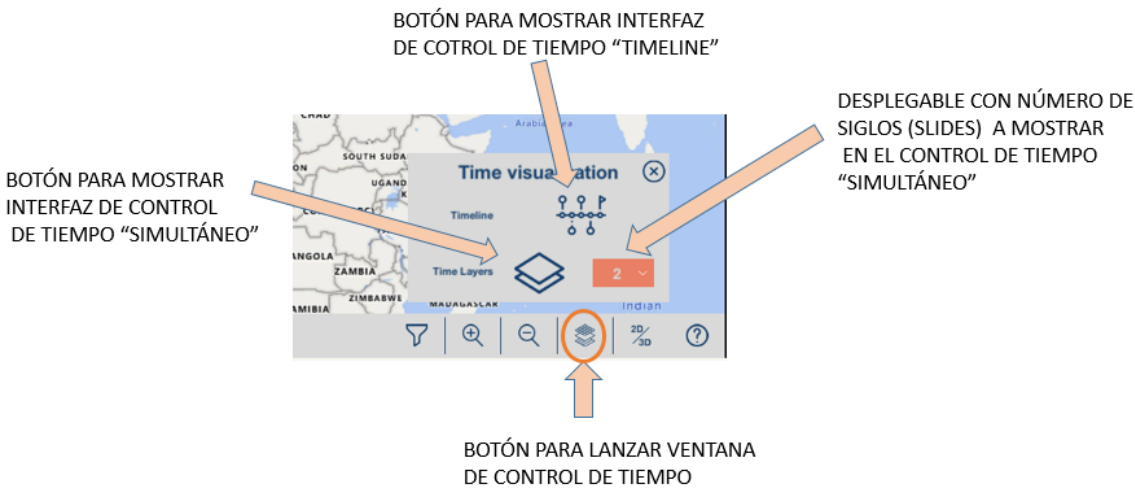


Figura 103 Captura de ADASILK mostrando la interfaz para seleccionar los diferentes modos de control de tiempo y sus parámetros. Fuente: Adaptada de ADASILK (SILKNOW Consortium 2022).

En la Figura 11 se muestran diferentes capturas de pantalla del mapa espacio temporal de SILKNOW con la interfaz de control de tiempo Individual, o TimeLine. Esta interfaz consiste en un control de tipo slider, que permite activar uno u otro siglo de forma sencilla. De esta forma

se ven de izquierda a derecha los datos que han sido producidos en los siglos 15, 16 y 17 respectivamente.

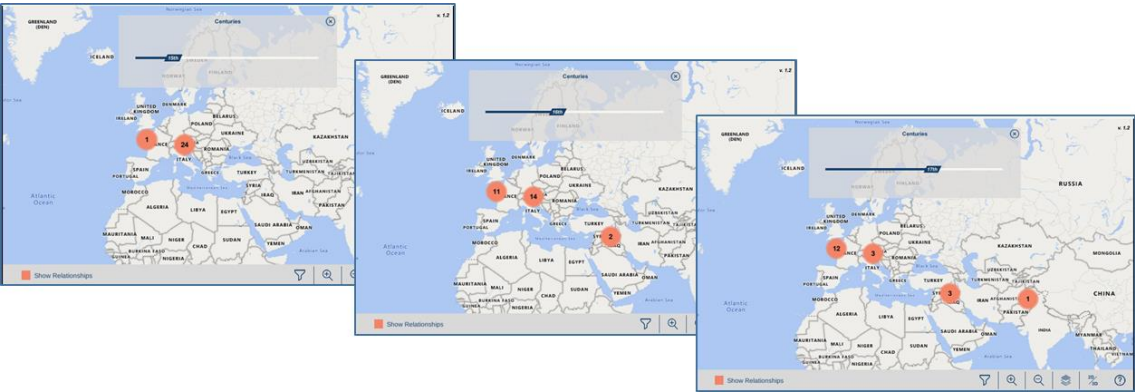


Figura 11 Diferentes capturas de pantallas con el control de tiempo "TimeLine" activo en la parte superior sobre un mismo conjunto de datos. Cada captura corresponde a un siglo diferente. Fuente: Adaptada de ADASILK (SILKNOW Consortium 2022)

La instancia de *Control_Simultáneo* será *silknowSimultaneousTimeControl* y sus relaciones y propiedades se enumeran en la Tabla 15.

Tabla 15 Relaciones y Propiedades de la instancia *silknowSimultaneousTimeControl* (*Control_Simultaneo*)

Tipo	Nombre	Valor
Relación	Frecuencia_control_tiempo	unityCentury (Unidad Temporal) Instancia predefinida en STEVO.
Relación	Es_comportamiento_de_tiempo_de	sceneSilknow (Escena)
Propiedad	Usa_pasos	True
Propiedad	Número_máximo_de_pasos	4
Propiedad	Visualiza_zona_espacial	True

En la Figura 12 se muestran dos capturas con el modo de control de tiempo simultáneo del mapa espacio temporal de SILKNOW. En las dos capturas se visualiza el mismo conjunto de datos, mostrando para la misma zona espacial tres capas de datos. En la figura superior la capa activa es la inferior que comprende el intervalo del siglo 17 al 18, aunque también se observan los datos del intervalo definido por los siglos 16 a 17. En la figura inferior, tras activar la capa activa, la comprendida entre los siglos 16 y 17, las capas se desplazan hacia abajo, mostrando perfectamente la distribución de datos entre los siglos 16 y 17, y dejando ver los datos entre el 15 y 16, así como mostrando una gran parte de la capa definida por los siglos 16 y 17.

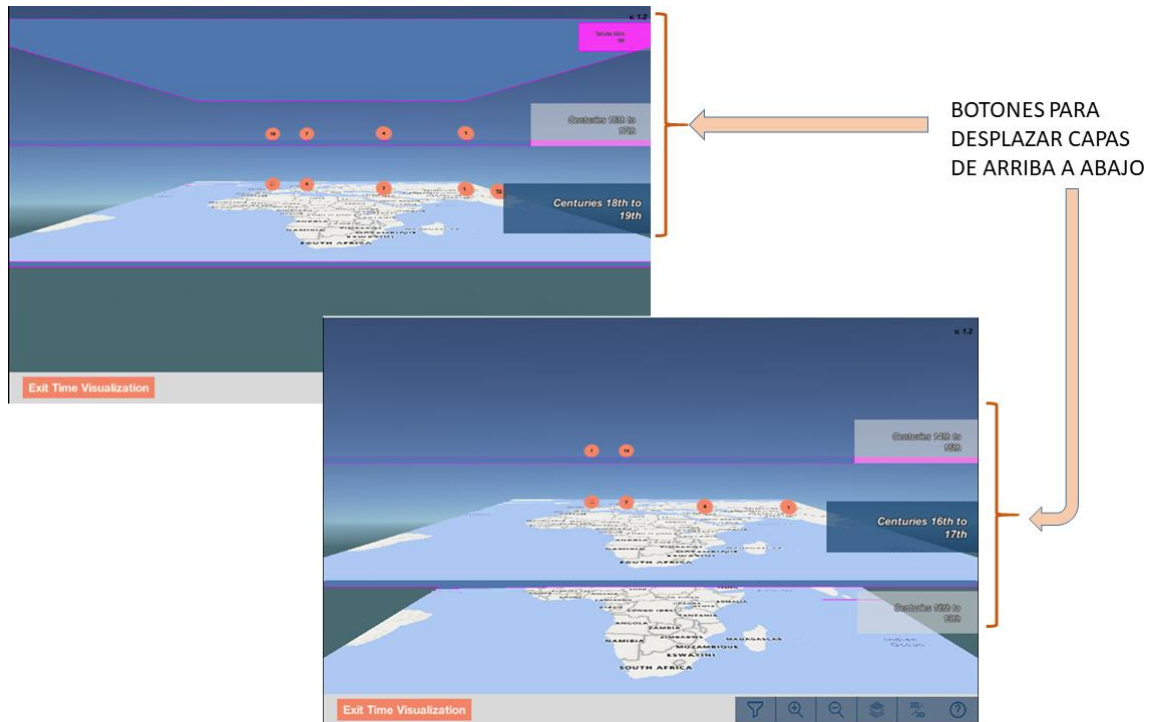


Figura 12 Capturas de pantalla de visualización de tiempo simultáneo en mapa SILKNOW. Cada capa representa un intervalo de tiempo (en siglos). Los botones de la derecha permiten mover las capas de arriba a abajo para mejor visualización. Fuente: Adaptada de ADASILK (SILKNOW Consortium 2022)

Relaciones.

En el mapa espacio temporal de SILKNOW, representado a través de la ontología STEVO, se visualizan dos tipos de relaciones entre los objetos, usando las propiedades que sean relacionables (propiedad “relacionable” del concepto Propiedad_Visual).

El primer tipo dibuja líneas entre los objetos que tengan el mismo valor de las propiedades marcadas para ver sus relaciones. El segundo tipo representa el control de anillo, que permite ver el porcentaje de objetos que tienen el mismo valor para cada una de sus propiedades relacionables.

Para el primer tipo de relaciones, habrá que instanciar el concepto *Relación_Enlaces* mediante la instancia *silknowLinkedRelationBehaviour*. En la Tabla 16 se definen las propiedades y relaciones de esta instancia.

Tabla 16 Relaciones y propiedades de la instancia *silknowLinkedRelationBehaviour* (Relacion_Enlaces)

Tipo	Nombre	Valor
Relación	Es_comportamiento_de_Relación	sceneSilknow (Escena)
Propiedad	Aplica_Técnica_de_líneas	True
Propiedad	Número_máximo_de_enlaces	2000
Propiedad	Aplica_Técnica_de_Color	False

En la Figura 13 se muestran dos capturas de pantalla del mapa espacio temporal de silknow, tras activar la visualización de objetos relacionados a través de la propiedad material. En este caso, todos los objetos que se están visualizando tienen el mismo material que el objeto seleccionado, por lo que está relacionado con todos. En la parte superior, el nivel de zoom es alto, y se ve la relación con los objetos próximos. En la parte inferior, se aleja más la vista del usuario, teniendo

un nivel de zoom más bajo, y se observan las relaciones, pero a través de los agrupamientos, ya que el objeto activado y otros no se visualizan.

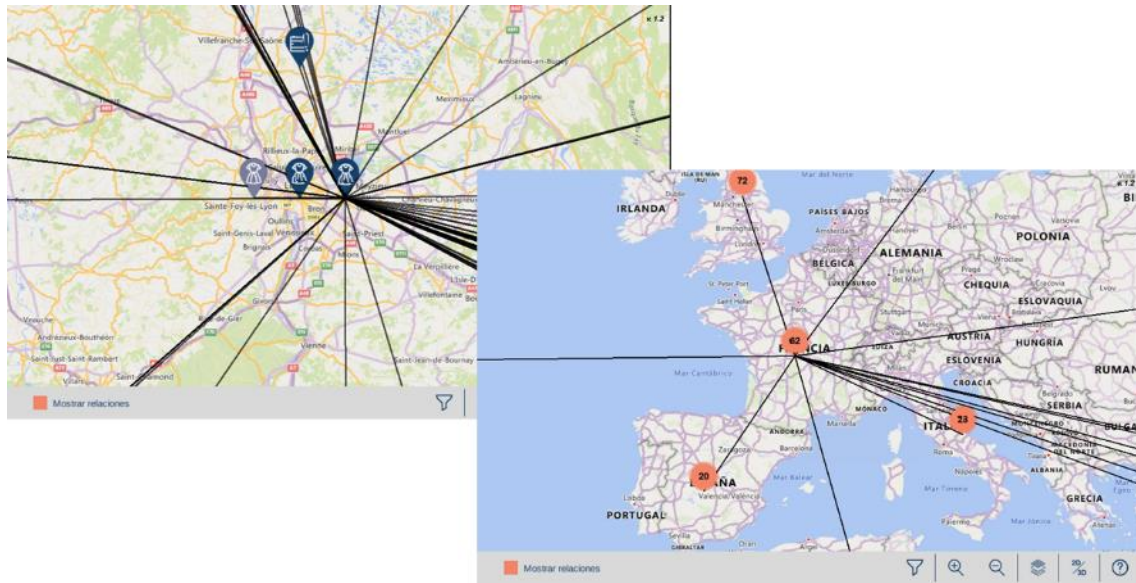


Figura 13 Figura compuesta por dos capturas de pantalla en las que se muestran las relaciones de un objeto con el resto. La imagen superior es a nivel de zoom alto, y la inferior es a un nivel de zoom más bajo, las relaciones se muestran entre las agrupaciones. Fuente: Adaptada de ADASILK (SILKNOW Consortium 2022)

Para representar el segundo tipo de relaciones con anillos, o corona circular, que permita saber el porcentaje de objetos que tienen el mismo valor en las propiedades de todos los objetos, para cada objeto que se visualice, se requiere instanciar el concepto *Relacion_Anillo*. Se crea la instancia *silknowMarkerRelationBehaviour* y se relaciona con la instancia *sceneSilknow*, de Escena, mediante la relación “*Tiene_Comportamiento_de_Relación*” y su inversa “*Es_Comportamiento_de_Relación*”.

En la Figura 14 se muestra una captura de pantalla del mapa espacio temporal de SILKNOW, tras activar la visualización de relaciones en anillo de los objetos que se están visualizando.

La zona espacial es la misma que en la representada en la Figura 14, y los objetos son los mismos. Se ve que efectivamente el objeto está relacionado con todos los objetos (100%) a través de la propiedad “material”, como se veía en la otra figura con las líneas. Este porcentaje se ve visualmente, que también sucede con el objeto de al lado, pero en los otros dos, aunque es alto, ya no es del 100%.

Incerteza

Al tener datos de patrimonio cultural en el proyecto SILKNOW, no es nada extraño que también tengan incerteza. En este caso, los datos presentan incerteza principalmente en espacio y tiempo. Al tratarse de tejidos, en ocasiones de casi un milenio de antigüedad, y al carecer en numerosas ocasiones de documentos de compra y venta, así como firmas o etiquetas de autoridad, es complejo saber quién, cuándo y dónde se produjeron. Estos datos tienen que obtenerse a partir de los materiales, técnica, los motivos del tejido y los diferentes lugares de procedencia, lo que conlleva una incerteza.

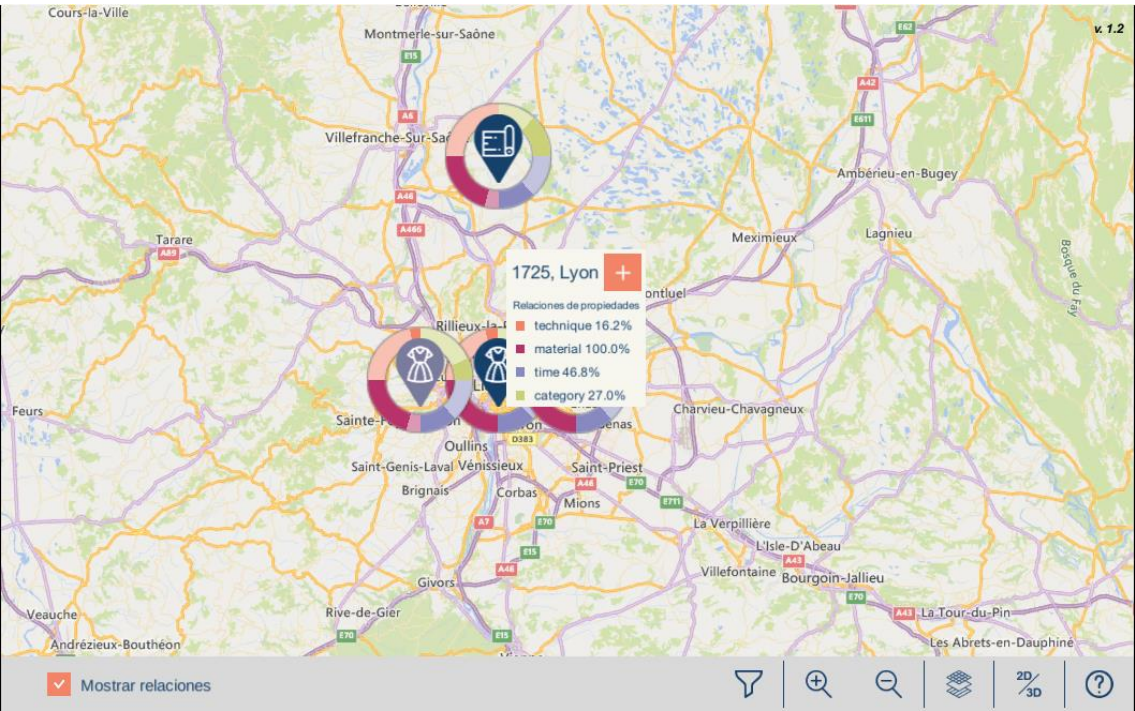


Figura 14 Captura de pantalla del mapa espacio temporal de SILKNOW. En esta imagen se aprecia el anillo de con las relaciones totales de los objetos. Se aprecia la leyenda de propiedades que muestra que el 100% tienen el mismo material. Fuente: Adaptada de ADASILK (SILKNOW Consortium 2022)

Tal y como se ha discutido en la definición del modelo de esta investigación (ver capítulo 6), hay varias formas de gestionar este problema. En el proyecto SILKNOW se decidió hacerlo mediante replicación espacial y decoloración de marcador. Es decir, si un objeto puede proceder de dos, o más lugares diferentes, su ubicación espacial en la representación del dato será una para cada posible lugar. Esto puede generar confusión, ya que un resultado puede generar un número X de datos que cumplen una consulta, pero en la representación pueden existir X + N datos, siendo N un incremento generado por la duplicación de incerteza. Esta situación puede suceder fácilmente en conjuntos relativamente pequeños de datos y es confusa porque con las agrupaciones se representa el número de datos. En una visualización con un nivel bajo de zoom, con pocas agrupaciones, es sencillo de detectar, mediante la suma de las agrupaciones, que el número de datos es mayor que el esperado y esto puede confundir al usuario.

Para representar la incerteza del mapa espacio temporal de SILKNOW, se instancia el concepto de STEVO *Tratamiento_Incerteza_Con_Replicacion*, mediante la instancia *silknowUncertaintyBehaviour*. En la Tabla 17 se detallan las propiedades y relaciones de esta instancia.

Tabla 17 Relaciones y propiedades de la instancia *silknowUncertaintyBehaviour* (*Tratamiento_Incerteza_Con_Replicacion*)

Tipo	Nombre	Valor
Relación	Es_tratamiento_de_incerteza	sceneSilknow (Escena)
Propiedad	Aplica_Decoloracion	True
Propiedad	Aplica_Desplazamiento	False

La aplicación de esta técnica en el mapa espacio temporal de SILKNOW puede apreciarse en la Figura y en la Figura 1, donde se aprecia claramente un dato que tiene un color más claro que

el resto, aunque sea del mismo tipo, este dato presenta incerteza. Si se quiere conocer el tipo de incerteza, que puede ser por el espacio, tiempo, o ambos datos, hay que visualizar la información del objeto, como se aprecia en la Figura , para ver en la interfaz las propiedades “Lugar” y “Tiempo”, que en el caso de que tengan varios datos, sería la causa de la incerteza.

En la Figura 6 se muestra que hay objetos, donde el icono tiene un color claro, esto es debido a que estos presentan incerteza de algún tipo.

Unidades de tiempo, espacio y sistemas de referencia.

Las unidades de tiempo, espacio, así como los espacios de referencia usados en el mapa espacio temporal de SILKNOW, se pueden representar con instancias predefinidas en la ontología STEVO.

Para definir el entorno temporal se ha creado una instancia denominada *silknowTime*, del concepto *Entorno_Temporal*, indicando que el intervalo de tiempo de trabajo de SILKNOW (desde el año 0 de nuestra era hasta el siglo XX) y la unidad de tiempo, que es el siglo. En la Tabla 18 se enumeran las propiedades y relaciones de esta instancia.

Tabla 18 Relaciones y propiedades de la instancia *silknowTime* (*Entorno_Temporal*)

Tipo	Nombre	Valor
Relación	Unidad_Temporal	unitCentury (Unidad_Temporal)
Relación	Comienzo_de_Tiempo	startSilknowTime (Instant)
Relación	Fin_de_Tiempo	endSilknowTime (Instant)

Para referenciar el entorno espacial del mapa, se usa la instancia predefinida en STEVO del concepto *Entorno_Espacial*: “Unity3D”