

UNIVERSITAT OBERTA DE CATALUNYA

Enginyeria Tècnica en Informàtica de Sistemes

**ESTUDI
DEL
CONCEPTE
D'ONTOLOGIA
I
DEL
LLENGUATGE
RDF**

Aplicació a l'arqueologia

Alumne: **Miquel Mayà Boix**

Dirigit per: **Carlos Granell Canut**

CURS 2003 – 04 (Setembre)

ESTUDI DEL CONCEPTE D'ONTOLOGIA I DEL LENGUATGE RDF

Aplicació a l'arqueologia

L'objectiu final d'aquest treball és conèixer i entendre l'anotació semàntica¹ en pàgines web a partir d'un estudi de recerca i de posar un cas en pràctica. Com a primer pas, realitzarem una recerca a internet sobre aquest tema per veure la problemàtica de la web actual alhora de cercar informació i les diferents respostes que es van proposant per a solucionar el tema. Així estudiarem els conceptes d'ontologia² aplicats a les web, els llenguatges RDF i RDFS³ per a aplicar-los en casos pràctics, i també veurem el treball i les conclusions de l'organització Dublin Core Metadata Initiative⁴ en l'estandarització de metadades⁵ i el desenvolupament d'un vocabulari comú per a descriure els recursos de les pàgines web. I com a segon pas, realitzarem una pàgina web amb les eines tradicionals per a transformar-la seguidament en una web semàntica⁶. Això ho farem creant una ontologia sobre el tema i aplicant-la amb anotacions RDF i RDFS al codi HTML fet prèviament. D'aquesta manera coneixerem el treball que s'està fent a la comunitat internet per a la transformació de la web actual en una web on sigui molt més fàcil trobar allò que necessitem, i les aplicacions i motors de cerca també se'n puguin aprofitar "entenent" els continguts de les pàgines. El tema de l'ontologia serà la identificació i interpretació de les restes en un jaciment arqueològic d'una vil·la romana típica del Maresme dedicada a la fabricació d'àmfores, producció de vi, el seu envasat i la seva exportació. I la instància d'aquesta ontologia l'aplicarem sobre la vil·la que s'està excavant a la població de Malgrat de Mar al turó de Santa Rita.

¹ **Anotació semàntica:** informació afegida als documents o pàgines web en llenguatge RDF i RDFS.

² **Ontologia:** és una descripció formal i explícita dels continguts d'una pàgina web i les seves relacions.

³ **RDF i RDFS:** són un model d'especificació de dades.

⁴ **Dublin Core Metadata Initiative:** és una organització dedicada a promoció l'estandarització d'un vocabulari comú per a descriure els recursos de les pàgines web.

⁵ **Metadades:** dades que descriuen altres dades.

⁶ **Web semàntica:** és una extensió de la Web actual on es dona un significat ben definit a la informació.

ESTUDIO DEL CONCEPTO DE ONTOLOGIA Y DEL LENGUAJE RDF

Aplicación a la arqueología

El objetivo final de este trabajo es conocer y entender la anotación semántica ⁷ en páginas web a partir de un estudio de investigación y de poner un caso en práctica. Como primer paso, realizaremos una búsqueda en internet sobre este tema para ver la problemática de la web actual en el momento de buscar información, y las diferentes propuestas para solucionar el tema. Por tanto, estudiaremos los conceptos de ontología ⁸ aplicados a las web, los lenguajes RDF y RDFS ⁹ para aplicarlos en casos prácticos, y también veremos el trabajo y las conclusiones de la organización Dublin Core Metadata Initiative ¹⁰ en la estandarización de metadatos ¹¹ y el desarrollo de un vocabulario común para describir los recursos de las páginas web. Y como segundo paso, realizaremos una página web con las herramientas tradicionales para transformarla seguidamente en una web semántica ¹². Esto lo haremos creando una ontología sobre el tema y aplicándola con anotaciones RDF y RDFS al código HTML hecho previamente. De esta manera, conoceremos el trabajo que se está realizando en la comunidad internet para la transformación de la web actual en una web donde sea mucho más fácil encontrar lo que necesitamos, y las aplicaciones y motores de búsqueda también se puedan aprovechar “entendiendo” los contenidos de las páginas. El tema de la ontología será la identificación y interpretación de los restos en un yacimiento arqueológico de una villa romana típica del Maresme dedicada a la fabricación de ánforas, producción de vino, su envasado y su exportación. La instancia de esta ontología la aplicaremos sobre la villa que se está excavando en la población de Malgrat de Mar en la colina de Santa Rita.

⁷ **Anotación semántica:** información añadida a los documentos o páginas web en lenguaje RDF y RDFS.

⁸ **Ontología:** es una descripción formal y explícita de los contenidos de una página web y sus relaciones.

⁹ **RDF y RDFS:** son un modelo de especificación de datos.

¹⁰ **Dublin Core Metadata Initiative:** es una organización dedicada a promocionar la estandarización de un vocabulario común para describir los recursos de las páginas web.

¹¹ **Metadatos:** datos que describen otros datos.

¹² **Web semántica:** es una extensión de la Web actual donde se da un significado bien definido a la información.

STUDY OF THE ONTOLOGY CONCEPT AND RDF LANGUAGE

Application to archaeology

The final mission of this work is to know and to understand the semantic annotation¹³ in Web pages from an investigation study and to put a case in practice. As first step, we will make an Internet research on this subject to know the problematic of the present Web when looking for information, and the different proposals to solve it. Therefore, we will study the ontology¹⁴ concept applied to the Web, and languages RDF and RDFS¹⁵ to apply them in practical cases. We will also see the work and the conclusions of the Dublin Organization Core Metadata Initiative¹⁶ in the metadata¹⁷ standardization and the development of a common vocabulary to describe the resources of the Web pages. And as second step, we will make a Web site with the traditional tools to next transform it into a semantic Web¹⁸. This, we will do it creating an ontology on the subject and applying it with annotations RDF and RDFS to HTML code previously done. This way, we will know the work that is being made into the Internet community for the transformation of the present Web into a Web where it is much more easy to find what we needed, and the applications and search engines also can take advantage of "understanding" the contents of the pages. The subject of the ontology will be the identification and interpretation of the rest in an archaeological deposit of a typical Roman villa from El Maresme dedicated to the manufacture of amphoras, wine production, its packaging and its export. The instance of this ontology we will apply it on the villa that is being excavated in the population of Malgrat de Mar in the hill of Santa Rita.

¹³ **Semantic annotation:** information added to documents or web pages in RDF and RDFS language.

¹⁴ **Ontology:** it is a formal and explicit description of a Web page contents and its relations.

¹⁵ **RDF and RDFS:** they are an specification data model.

¹⁶ **Dublin Core Metadata Initiative:** it is an organization dedicated to promote the standardization of a common vocabulary to describe the Web pages resources.

¹⁷ **Metadata:** data describing data.

¹⁸ **Semantic Web:** it is an extension of the present Web where information has a well defined meaning.

ÍNDIX

0. Introducció	6
1. La Web semàntica	7
1.1 La Web Actual	7
1.2 La Web Semàntica	9
2. Els llenguatges semàntics: RDF	11
2.1 RDF	11
2.2 Dublin Core Metadata Initiative (DCMI).....	12
2.3 L'esquema RDF (RDF Schema Specification)	13
3. Ontologia	15
3.1 El concepte d'ontologia	15
3.2 Metodologia per a la creació d'ontologies	15
4. Cas pràctic: Anotació semàntica d'una pàgina web d'arqueologia	18
4.1 Introducció: ontologia d'una vil·la romana	18
4.2 Passos en la creació de l'ontologia.....	18
4.2.1. Identificar el propòsit i el seu abast	18
4.2.2. Considerar la reutilització d'ontologies existents.....	19
4.2.3. Enumerar els termes importants en l'ontologia	19
4.2.4. Definir les classes i la gerarquia de classes	22
4.2.5. Definir les propietats de classes	23
4.2.6. Restriccions de les propietats	25
4.2.7. Relacions semàntiques	27
4.2.8. Crear instàncies	28
4.2.9. Assegurar-se que la gerarquia de classes és correcta	34
4.2.10. Definir una convenció de noms per les classes i propietats ...	34
4.2.11. Evaluació	34
4.2.12. Documentació i reutilització	34
4.3 Ontologia amb Protégé 2000	35
5. Conclusions	36
6. Una visió futurista	37
7. Referències	38
8. Annex A: Exportació de l'ontologia a RDF i RDFS.....	39
9. Annex B: Anotacions semàntiques	44

ÍNDIX DE FIGURES

1. Cerca al google de la paraula “roure”	8
2. Semantic Web Tower	9
3. Sentència RDF	11
4. Graf d'objectes, propietats i valors	11
5. Instància de la vil·la de Santa Rita	21
6. Gerarquia de classes d'una vil·la	25
7. Relacions semàntiques d'una vil·la	27
8. Ontologia creada amb Protégé 2000	35

0. Introducció

La cerca d'informació a internet es converteix moltes vegades en un problema. Quan escrivim una paraula en un cercador, els enllaços que ens dona com a resultat solen ser imprecisos, inexactes i molts d'ells inexistents. Això és degut al sistema utilitzat en la creació de pàgines web, on la informació es presenta sense cap estructura semàntica i, per tant, l'única manera de cercar-la és comparant patrons de paraules. Actualment, però, hi ha diverses iniciatives que estant estudiant aquest problema i s'està començant a fer algunes propostes per a trobar una solució. Aquestes passen per transformar les webs tradicionals a webs semàntiques. Aquest pas es realitza creant una ontologia de classes sobre el tema que estem treballant mitjançant un llenguatge semàntic, com ara RDF, o aprofitant una ontologia ja definida, i afegint instàncies concretes de l'ontologia amb anotacions semàntiques a la web tradicional.

L'objectiu d'aquest treball és conèixer i entendre l'anotació semàntica en pàgines web a partir d'un estudi de recerca i de posar un cas en pràctica. En aquest estudi de recerca, veurem l'estructura per capes d'una web semàntica: el llenguatge XML per realitzar les anotacions, el llenguatge RDF per a definir la semàntica, l'ontologia per a descriure els conceptes del nostre domini, i la capa lògica per a realitzar deduccions sobre el tema.

En el cas pràctic, dissenyarem una pàgina web amb Dreamweaver MX sobre la vil·la romana que s'està excavant a Malgrat de Mar. A continuació farem una recerca per internet de les excavacions arqueològiques realitzades al Maresme sobre vil·les romanes per a tenir una visió més global sobre el tipus de restes trobades. A continuació crearem la seva ontologia amb el programa Protégé 2000 i l'exportarem al llenguatge RDFS. Finalment identificarem les instàncies de la pàgina web amb anotacions RDFS.

1. La Web semàntica

1.1 La Web actual

La importància de la informació i les dades en una societat on cada vegada més s'utilitza Internet, és molt gran. Però aquestes dades per sí soles, sense una semàntica, no són de molta utilitat. Per exemple, la paraula “collar” es pot utilitzar per definir una corretja que envolta el coll d'un animal i el manté lligat, o una cadena al coll d'una persona com a ornamentació, i també pot ser l'acte d'unir dues peces.

Per tant, quan cerquem informació per internet, ens trobem amb un gran problema de classificació de la informació que hi ha i perdem molt de temps garbellant tots els links que ens proporcionen els cercadors.

Els motors de cerca actuals, cataloguen només una petita porció de la Web, ens presenten enllaços trencats, produeixen resultats no esperats i inexactes. I tot això perquè estan limitats a cerques per paraules clau o “matching” de cadenes o subcadenes. Hi ha dos tipus de motors: robots i directoris. La diferència principal és la manera de recollir la informació.

Un robot és un programa que recull la informació de les pàgines que troba, la indexa i la introdueix en una base de dades que serà explorada posteriorment utilitzant un motor de cerca.

Els motors basats en directoris usen catàlegs (els catàlegs podem definir-los com una versió molt simple d'una ontologia) creats manualment. Aquests catàlegs contenen referències a llocs web i són administrats pel personal del directori o col·laboradors especialitzats. Les referències normalment són intrduïdes pels mateixos adminstradors o creadors dels llocs web, i supervisades i revisades pel personal del directori. Són més exactes que els robots, però requereixen un gran consum de temps i els resultats de les cerques són més petits.

Per a l'usuari, el funcionament consisteix en demanar-li que introdueixi manualment una o més paraules, i aleshores els cercadors apliquen un algorisme d'aparellament de patrons que li mostra pàgines descontextualitzades. Per exemple, si escriu la paraula “roure”, li donarà la pàgina personal d'un tal senyor Roure, una altra que parla de la gent que és forta com un roure i si tenim sort, en trobarem alguna que ens parli d'arbres. Com a exemple, a la següent figura tenim els primers deu resultats que ens mostra el cercador google en escriure la paraula clau “roure”. I com podem veure, no n'hi ha cap que parli d'arbres.

Per tant, hem vist que la Web es va desenvolupar originalment com un producte per a ser entès per a humans i no per a les màquines. I així ho explica Tim Berners-Lee, l'inventor de la World Wide Web al seu llibre “Weaving the Web”¹, o a la història de la web². Però Internet ha tingut un èxit i un creixement tant gran que ha superat qualsevol de les millors expectatives. I consegüentment, ara ens trobem en una immensa quantitat d'informació desorganitzada i desclasificada que no pot ser asimilada per a les persones.

És necessari que els ordinadors l'entenguin i ens la presentin tal com la necessitem. Per això cal documentar les dades amb noves dades que ens les descriguin i els donin significat interpretable per a les màquines i les persones.

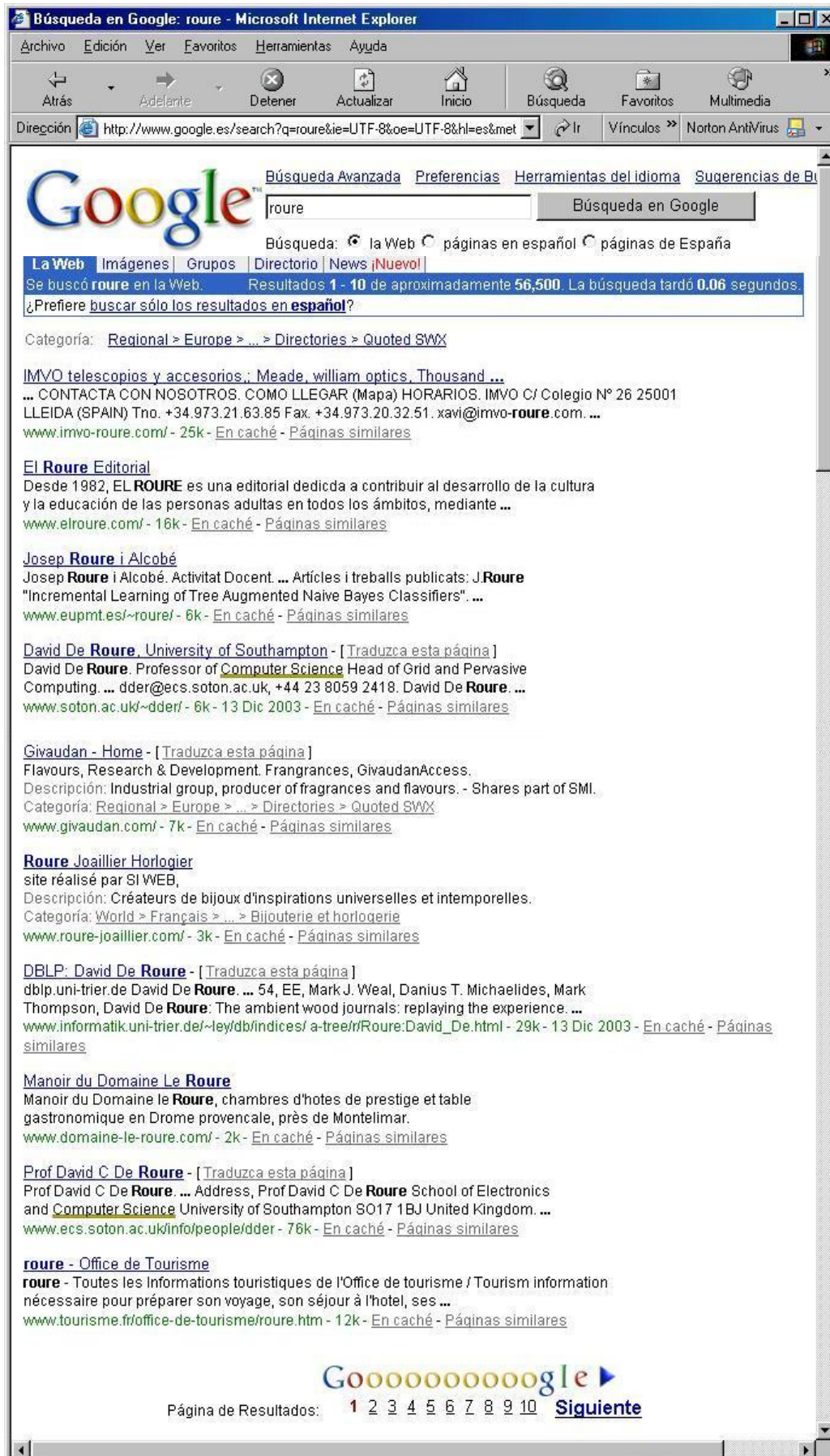


Figura 1. Cerca al google de la paraula "roure"

1.2 La Web semàntica

Tal com ens expliquen en Tim Berners-Lee, en James Hendler i Ora Lassila en l'article de l'*Scientific American*³, la web semàntica no és una web separada, sino una extensió de l'actual, on la informació té un significat ben definit i el treball cooperatiu entre computadors i persones està millorat. De moment, els primers passos per a convertir l'actual web en web semàntica ja estan en marxa. Pròximament, a mida que prosperin els estudis sobre el tema i les màquines siguin més capaces de processar i entendre les dades, podrem aprofitar la nova funcionalitat de la web.

La web semàntica ens permetrà fer cerques precises com per exemple “vull saber quina és la millor ruta per veure els roures més vells als boscos catalans”

Un dels grups de treball creats per a desenvolupar el tema és la “Semantic Web Activity”⁴. És un projecte desenvolupat pel World Wide Web Consortium (W3C) i el seu objectiu és donar significat, estructura i organització a la Web de manera que possibiliti la cerca automatitzada, la comprensió i l'intercanvi de recursos.

La gent que treballa sobre la web semàntica, basa el seus estudis en la famosa “Semantic Web Tower”⁵ que és representada pel següent dibuix i planteja la necessitat de crear una arquitectura de capes:

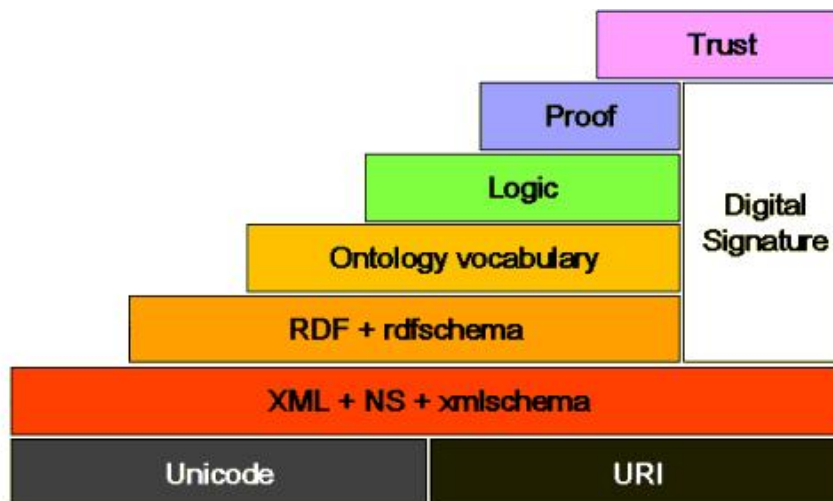


Figura 2. Semantic Web Tower

- Capa XML: el llenguatge XML⁶ va ser creat el 1998 pel W3C per a descriure l'estructura de les dades contingudes a les pàgines Web.
- Capa RDF: mentre que XML permet definir dades d'una manera estructurada, RDF permet definir la semàntica d'aquestes dades. El model RDF està compost de tres conceptes principals: recursos, propietats i sentències.
- Capa ontològica: La utilització de URIs (Universal Resource Identifier) per a descriure les propietats dels recursos amb RDF garanteix la definició única dels conceptes que representen les dades de les webs. Però un concepte es pot expressar de maneres diferents. Per exemple, el terme

“creador” i “creator”. Per tant, perquè la informació existent en documents diferents de diferents pàgines web es puguin processar i relacionar conjuntament, és necessària una definició consensuada dels conceptes de totes les pàgines. La solució són les ontologies. Una ontologia defineix els termes utilitzats en un domini i la seva relació.

- Capa Lògica: aquesta està composta per un conjunt de regles d’inferència que els agents podran utilitzar per relacionar i processar la informació. Aquestes regles permetran deduir noves sentències a partir de les dades i estructures descrites en les capes XML i RDF, utilitzant les relacions entre dades i estructures definides a la capa ontològica.

Així la Web semàntica serà una extensió de la Web actual on es dona un significat ben definit a la informació⁷. La idea és que les dades puguin ser utilitzades i compreses pels ordinadors sense la supervisió humana, de manera que els agents web puguin ser dissenyats per a tractar la informació de les pàgines de forma semi-automàtica. Convertir la informació en coneixement seguint un esquema comú i consensuat sobre els dominis.

La nova informació sobre les dades, no només especificarà el contingut de la pàgina, sino que també explicarà com fer deduccions amb ells.

Amb tot això, es millorarà la cerca d’informació i es potenciarà el desenvolupament de tot tipus d’aplicacions que requereixin compartir, reutilitzar, etc., qualsevol tipus de coneixement a través de la xarxa internet.

2. Els llenguatges semàntics: RDF

2.1 RDF

RDF (Resource Description Framework)⁸ és la proposta del W3C per a definir metadades a la Web. És senzillament un model semàntic d'especificació de les dades de manera que siguin enteses per a les màquines, i per tant, proporciona interoperabilitat semàntica entre aplicacions que intercanvien informació. Això implica significats compartits i gramàtiques compartides.

El model RDF està compost de tres conceptes principals:

- recursos: que representen llocs, persones o objectes del món real i estan identificades per un URI (Universal Resource Identifier).
- propietats: que són atributs o relacions per descriure recursos.
- sentències o declaracions: que són una combinació dels conceptes anteriors i estan compostes per un *subjecte*, un *predicat* i un *objecte*. El significat de les dades s'expressa per un conjunt d'aquestes sentències utilitzant marques XML. El subjecte és un recurs identificat per un URI, el predicat descriu una propietat o atribut del recurs, i l'objecte és el valor assignat a aquesta propietat.

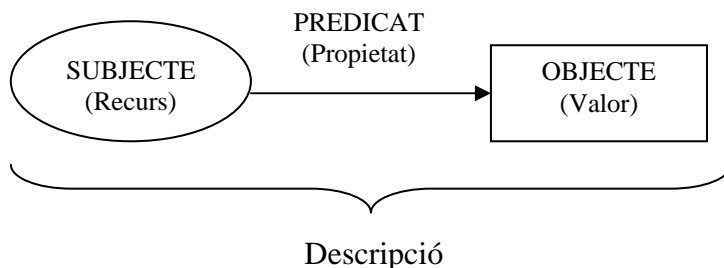


Figura 3. Sentència RDF

RDF descriu objectes especificant propietats i els seus valors a través de declaracions. A l'anar afegint aquestes declaracions, el que obtenim és un graf. Podem obtenir un graf com la combinació recursiva de l'estructura bàsica anterior – subjecte, predicat, objecte – gràcies a que els objectes són també recursos.

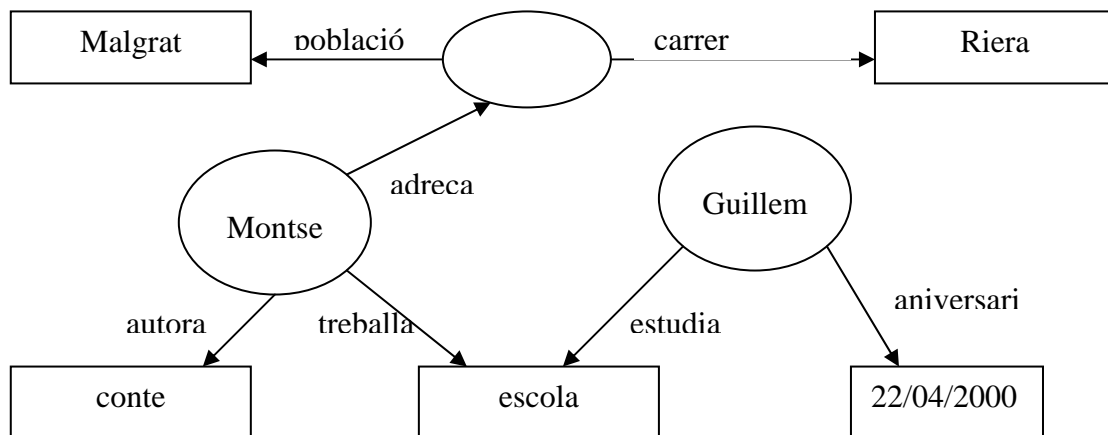


Figura 4. Graf d'objectes, propietats i valors

La sintaxi RDF proporciona la manera de representar la semàntica i ens permet agrupar diverses sentències sobre un mateix recurs en un element: “*Description*”. Com per exemple: “*Miquel Mayà és el creador del recurs www.lamevaweb.com i el seu correu electrònic és mmaya@uoc.edu*” es representaria:

```
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/TR/PR-rdf-syntax"
  xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.0/" >
  <rdf:Description about="http://www.lamevaweb.com">
    <dc:title>La meva Web</dc:title>
    <dc:creator> Miquel Mayà</dc:creator>
    <s:email>mmaya@uoc.edu</s:email>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

En aquest exemple, utilitzem l’espai de noms “dc” (Dublin Core)⁹ i l’espai de noms “s” que no està especificat.

2.2 Dublin Core Metadata Initiative (DCMI)¹⁰

És una organització dedicada a promocionar l’estandarització de metadades i a desenvolupar un vocabulari comú per a descriure els recursos de les pàgines web. Les DCMI recommendations¹¹ són especificacions tècniques o semàntiques que han estat formalment aprovades per la DCMI. El conjunt dels 15 elements bàsics Dublin Core aprovats són:

- [title](#)
- [creator](#)
- [subject](#)
- [description](#)
- [publisher](#)
- [contributor](#)
- [date](#)
- [type](#)
- [format](#)
- [identifier](#)
- [source](#)
- [language](#)
- [relation](#)
- [coverage](#)
- [rights](#)

La DCMI ens presenta el següent exemple simple d'utilització de Dublin Core en RDF:

[UKOLN Home Page](#)¹²

La DCMI també té altres elements i refinaments (Dublin Core Tems):

[audience](#), [alternative](#), [tableOfContents](#), [abstract](#), [created](#), [valid](#), [available](#), [issued](#), [modified](#), [extent](#), [medium](#), [isVersionOf](#), [hasVersion](#), [isReplacedBy](#), [replaces](#), [isRequiredBy](#), [requires](#), [isPartOf](#), [hasPart](#), [isReferencedBy](#), [references](#), [isFormatOf](#), [hasFormat](#), [conformsTo](#), [spatial](#), [temporal](#), [mediator](#), [dateAccepted](#), [dateCopyrighted](#), [dateSubmitted](#), [educationLevel](#), [accessRights](#), [bibliographicCitation](#).

2.3 L'esquema RDF (RDF Schema Specification, RDFS¹³)

És una extensió d'RDF que proporciona primitives addicionals i enriqueix el model bàsic proporcionant un vocabulari de conceptes i relacions d'herència. Va ser creat per a ser aplicable a tota la variada gamma de recursos de la web. Algunes de les característiques de RDFS són:

- **Classes:**
rdfs:Resource. Qualsevol cosa descrita per una sentència RDF és una instància d'aquesta classe.
rdf:Property. És la classe de totes les propietats utilitzades a la a les instàncies de *rdfs:Resource*.
rdfs:Class. S'usa per a definir conceptes.
- **Propietats:**
rdfs:type. Modela interrelacions del tipus *instància-de* entre recursos i classes.
rdfs:subClassOf. Modela la jerarquia de classes.
rdfs:subPropertyOf. Subconjunts d'altres propietats.
- **Restriccions:**
rdfs:ConstraintResource. Defineix la classe de totes les restriccions.
rdfs:ConstraintProperty. És un subconjunt de *rdfs:ConstraintResource*. Té dues instàncies: *rdfs:range* i *rdfs:domain* que s'usen per a restringir el rang i el domini de les propietats.

RDF també té un tipus de contenidors que representen multiconjunts i seqüències per quan cal referir-se a una col·lecció de recursos:

- **Bag**: llista de recursos o literals sense ordre i amb valors duplicats.
- **Sequence**: llista de recursos o literals on es permeten valors duplicats.
- **Alternative**: Seqüència de recursos o literals per a un únic valor o propietat. D'aquesta llista se n'ha d'escollir un.

Per tant, tenim que RDF és:

- Un model de dades simple per al seu processament per part d'aplicacions.
- Permet raonar sobre el significat d'un recurs a través de declaracions.
- Pot expressar-se en una sintaxi XML que permet utilitzar-lo en diferents plataformes i aplicacions.
- Però també dóna un model on tothom pot fer declaracions sobre qualsevol cosa. I això vol dir que es poden fer declaracions inconsistentes.

3. Ontologia

3.1 El concepte d'ontologia

És una descripció formal i explícita dels conceptes dins d'un domini de coneixement determinat, com per exemple els continguts d'una pàgina web, i les seves relacions, de manera que pugui ser interpretat per les màquines i ens permeti realitzar cerques a través de la semàntica en comptes de la sintaxi.

L'ús de les ontologies proporciona una sèrie de beneficis:

- Proporcionen una forma de representar i compartir el coneixement utilitzant un vocabulari comú. Si dues webs parlen del mateix tema, i utilitzen la mateixa ontologia, tindran els mateixos termes per descriure el contingut. Aleshores, els agents podran extreure informació dels dos llocs i complementar-la per a contestar consultes dels usuaris o aplicacions.
- Permeten analitzar el coneixement. Es pot utilitzar una ontologia com a base de coneixement. O sigui, com una gran base de dades interpretable i utilitzable per a aplicacions.
- Permeten una reutilització del coneixement. Una ontologia, pot ser reutilitzada per altres llocs que la necessitin en comptes de crear-la de nou. O també pot ser utilitzada conjuntament amb altres per crear una ontologia més gran que n'englobi unes quantes.

Elements bàsics d'una ontologia:

- Conceptes o classes: les idees a formalitzar. Estructurades en subclasses i superclasses.
- Propietats de cada concepte.
- Restriccions de les propietats.
- Relacions: interaccions entre classes.
- Funcions: relacions on s'identifiquen elements mitjançant el càlcul d'una funció.
- Instàncies: objectes d'un concepte classe.
- Axiomes: teoremes declarats sobre relacions que han de complir els elements d'una ontologia.

3.2 Metodologia per a la creació d'ontologies:

1. Identificar el propòsit i el seu abast: definir el context d'aplicació o domini. Els seus objectes i funcionalitats. Ens podem fer les següents preguntes:
 - Quin és el domini que cobrirà l'ontologia?
 - Per a què la utilitzarem?
 - Quins tipus de preguntes contestarà la seva informació?
 - Qui utilitzarà i mantindrà l'ontologia?

Això ens ajudarà en tot moment a decidir quin tipus d'informació hi hem d'incloure i quin no és necessari, si calen sinònims, explicació de

conceptes, etc. Les respostes a aquestes preguntes poden variar durant el temps de disseny de l'ontologia.

2. Considerar la reutilització d'ontologies existents: és important comprovar el que els altres han fet i veure si ho podem refinar o estendre per a la nostra ontologia. La reutilització és necessària també, si volem interactuar amb altres aplicacions que ja estan utilitzant ontologies o vocabularis particulars.
3. Enumerar els termes importants en l'ontologia: Sobre quins termes volem parlar? Quines propietats tenen? Què voldriem dir sobre ells? De moment només volem una llista sense preocupar-nos de si els conceptes es sobreposen amb el que representen, de les relacions entre ells, de quines propietats haurien de tenir, o de si els conceptes són classes o propietats.
4. Definir les classes i la gerarquia de classes: Podem fer-ho tant desde conceptes generals i després les seves especialitzacions, com al revés, de les classes específiques fins a la seva agrupació en conceptes generals.
5. Definir les propietats de classes: Si repassem la llista de termes que hem fet al punt 3, trobarem que molts d'ells són propietats de les classes. Per a cada propietat, hem de determinar a quina classe descriu. Totes les subclasses d'una classe hereten les seves propietats. Així, he d'assignar una propietat a la classe més general possible.
6. Restriccions de les propietats: valors que poden prendre aquestes propietats: cardinalitat (quants valors pot prendre alhora), tipus (string, número, booleà, enumerat, instància, ...) i domini i rang (quan el contingut d'una propietat és una altra classe).
7. Relacions semàntiques: entre els objectes de l'ontologia.
8. Crear instàncies de les classes de la gerarquia. Consisteix en escollir una classe, crear una instància i omplir les propietats.
9. Assegurar-se que la gerarquia de classes és correcta: buscar possibles errors com utilitzar classes diferents per a conceptes sinònims, no tenir en compte transitivitats en les relacions entre classes, tenir massa o poques subclasses, confondre una classe amb una propietat, una instància amb una classe, voler incloure a l'ontologia tota la informació de la pàgina, ...
10. Definir una convenció de noms per les classes i propietats: per a facilitar la comprensió de l'ontologia i evitar errors. No utilitzar un mateix nom per a una propietat i una classe. Definir si es distingeix entre majúscules i minúscules, i quins caràcters són permesos. No utilitzar abreviacions, decidir si el nom d'una subclasse ha d'incloure el de la seva superclasse, ...
11. Evaluació: fer un disseny definitiu i evaluar-lo. Aquí s'han de considerar aspectes com la reutilització de l'ontologia en construccions futures.

12. Documentació i reutilització: s'ha de fer de forma paral·lela als punts anteriors i complir la metodologia de construcció: diferències semàntiques, justificar les decisions, evaluació, coneixement adicional per usar-la, etc. També s'ha d'indexar i col·locar-la amb les ontologies existents per a la seva possible reutilització.

Existeixen múltiples llenguatges per a la representació d'ontologies (OIL, DAML, DAML+OIL, SHOE, TopicMaps, OCLM, Ontolingua), encara que el llenguatge que agafa més força actualment és OWL¹⁴ descendent directe de DAML+OIL¹⁵, però per a descriure ontologies associades a serveis web que ajudin a localitzar, seleccionar, compondre i utilitzar aquests serveis de forma automàtica, s'ha desenvolupat el llenguatge DAML-S¹⁶, que molt aviat es convertirà en OWL-S.

De moment, les ontologies són una bona solució per donar una semàntica a les dades, encara que aquesta solució està molt limitada a dominis molt concrets, ja que resulta molt difícil fer una ontologia general que abarqui molts dominis alhora. Un altre problema és que depenen del punt de vista del dissenyador i per tant són molt subjectives.

4. Cas pràctic: anotació semàntica d'una pàgina web d'arqueologia

4.1 Introducció: ontologia d'una vil·la romana (basat principalment en les restes arqueològiques trobades)

Una vil·la romana no és una població sino una pagesia. Molt similar a una casa de pagès catalana. Van aparèixer amb l'arribada dels romans al segle I i II a. C. i eren propietat dels "dominus" que les administraven directament o a través del "vilicus" (representant). Aquesta, solia tenir la pars rústica, on hi havia les estructures de treball, producció i cultiu, i la pars urbana, on hi residien els propietaris i hi tenien les seves dependències. Al Maresme, se'n van crear moltes (a cada població actual, n'hi ha restes d'almenys una) i es dedicaven principalment a la producció de vi i al seu envasat en àmfores per a exportar-les a la Gàl·lia, Itàlia, la Britannia, Cartago, illes Balears i la vall de l'Ebre. Com a treballadors al conreu, la fabricació de ceràmica i al servei domèstic, hi havia els esclaus i els lliberts.

Aquesta ontologia no intenta ser una descripció completa del funcionament i les parts d'aquestes vil·les, sino només una identificació i interpretació de les restes en un jaciment arqueològic d'aquest tipus. Per tant, seré més fidel als elements trobats que no pas a les explicacions dels textos de l'època.

4.2 Passos en la creació de l'ontologia:

4.2.1. Identificar el propòsit i el seu abast: definir el context d'aplicació o domini. Els seus objectes i funcionalitats. Ens podem fer les següents preguntes:

4.2.1.1. Quin és el domini que cobrirà l'ontologia?

El funcionament i les parts d'una vil·la romana dedicada a la producció de vi, la fabricació de l'envasat i a la seva exportació.

4.2.1.2. Per a què la utilitzarem?

Per a donar a conèixer l'activitat romana que hi va haver a Malgrat de Mar.

4.2.1.3. Quins tipus de preguntes contestarà la seva informació?

Respondrà a preguntes de funcionament de l'activitat en una vil·la romana i en concret de la de Malgrat.

4.2.1.4. Qui utilitzarà i mantindrà l'ontologia?

Jo mateix. Aquesta web quedarà penjada per a poder ser visitada per tothom i especialment per a que els malgratencs coneguin la seva història. A mida que els arqueòlegs vagin obtenint més dades, les aniré afegint o actualitzant.

Això ens ajudarà en tot moment a decidir quin tipus d'informació hi hem d'incloure i quin no és necessari, si calen sinònims, explicació de conceptes, etc. Les respostes a aquestes preguntes poden variar durant el temps de disseny de l'ontologia.

4.2.2. Considerar la reutilització d'ontologies existents: és important comprovar el que els altres han fet i veure si ho podem refinar o estendre per a la nostra ontologia. La reutilització és necessària també, si volem interactuar amb altres aplicacions que ja estan utilitzant ontologies o vocabularis particulars.

No tinc en compte aquest punt perquè l'objectiu del treball consisteix en la creació de l'ontologia i no la reutilització d'altres existents.

4.2.3. Enumerar els termes importants en l'ontologia: Sobre quins termes volem parlar? Quines propietats tenen? Què voldríem dir sobre ells? De moment només volem una llista sense preocupar-nos de si els conceptes es sobreposen amb el que representen, de les relacions entre ells, de quines propietats haurien de tenir, o de si els conceptes són classes o propietats.

Aquesta llista de paraules està extreta dels documents publicats per l'Ajuntament de Malgrat de Mar que parlen de les excavacions arqueològiques realitzades a la població, que són les restes romanes de la vil·la de Santa Rita. Com que no s'ha excavat tota la zona, sino només les parts on s'ha edificat o estan a punt de fer-ho, no tenim molta informació per a definir l'ontologia d'aquesta vil·la. Però a mida que els arqueòlegs vagin completant i ampliant els seus treballs, aniré actualitzant aquesta web semàntica. Per tant, després d'aquesta llista, per a tenir una informació més completa, començaré amb una recerca a internet de les publicacions sobre altres jaciments del Maresme que sí estan complets o tenen més troballes per a poder interpretar les parts i el funcionament d'una vil·la romana.

àmfora	roda de molí
forn d'àmfora	cisterna
vi	teules
sitja	rajols
gra	peses de teler
oli	necròpolis
vinya	estructures
raïm	murs
premsa	pedres
dòlia ¹⁹	fonaments
terra sigil·lata ²⁰	torre de vigilància
senyors	mòlta de gra
esclaus	hàbitat
lliberts ²¹	forn de calefacció
castrum ²²	forn de metall
	forja
	magatzem
	ceràmica
	abocador
	terrisseria
	segells d'àmfores
	fermentació

¹⁹ **dòlia:** atuell ceràmic per contenir aliments i fermentar vi.

²⁰ **terra sigil·lata:** terra caracteritzada per la seva coloració i acabat, un engalbat semivitrificat i d'un color vermell singular, que fa que la ceràmica sigui impermeable

²¹ **lliberts:** esclaus que havien obtingut la llibertat perquè els amos els havien lliberat.

²² **castrum:** colònia militar romana.

Després de la recerca a internet, he decidit definir les propietats, els elements i activitats d'una vil·la romana típica del Maresme de la següent manera:

vil·la :

- localització
 - actual
 - romana

- extensió

- activitats
 - residència
 - vigilància
 - fabricació de ceràmica
 - conreu
 - mòlta de gra
 - metal·lúrgia
 - vitivinícola
 - premsa
 - fermentació i decantació
 - magatzem
 - producció d'oli

- estructures
 - terrisseria
 - molí de gra
 - molí d'oli
 - forja
 - processament de vi
 - torre
 - necròpoli
 - cambra²³
 - atrium²⁴
 - triclinium²⁵
 - peristilium²⁶
 - frigidarium²⁷
 - tepidarium²⁸
 - caldarium²⁹
 - latrina
 - rasa³⁰

²³ **cambra:** habitacle del qual no sabem la seva funció.

²⁴ **atrium:** habitacle distribuïdor que connecta diferents sales.

²⁵ **triclinium:** sala de recepció d'hostes que no eren admesos a les estances íntimes.

²⁶ **peristilium:** pati ajardinat. Espai al voltant del qual es distribuïen les habitacions de la casa.

²⁷ **frigidarium:** una de les tres sales de bany de la casa. Bany fred.

²⁸ **tepidarium:** una de les tres sales de bany de la casa. Bany tebi.

²⁹ **caldarium:** una de les tres sales de bany de la casa. Bany calent.

³⁰ **rasa:** excavació llarga i estreta destinada al cultiu.

- cultius
 - tipus: raïm, gra, oliveres
 - conreadors: esclaus, lliberts

- arreus
 - forn
 - roda de molí
 - sitja
 - dòlia
 - premsa
 - cisterna

- Productes:
 - àmfora
 - pes de teler
 - ceràmica comuna
 - teules
 - vi

- tipus d'habitants
 - dominus (propietari)
 - vilicus (representant)
 - esclaus
 - lliberts

Així, una primera instància de la vil·la de Santa Rita podria ser:

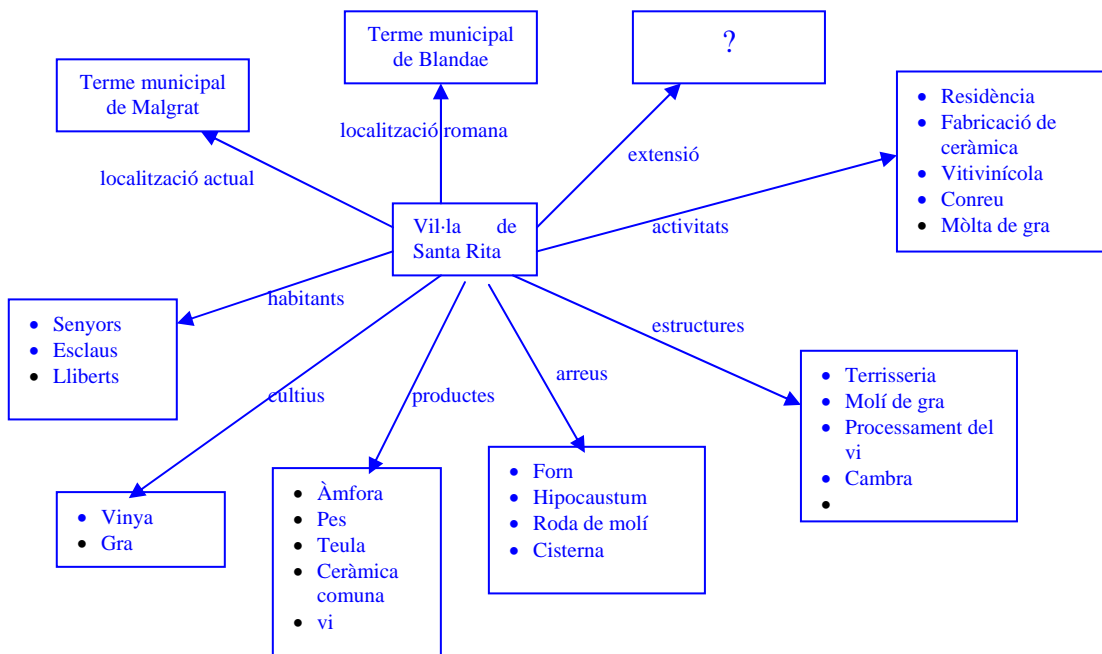
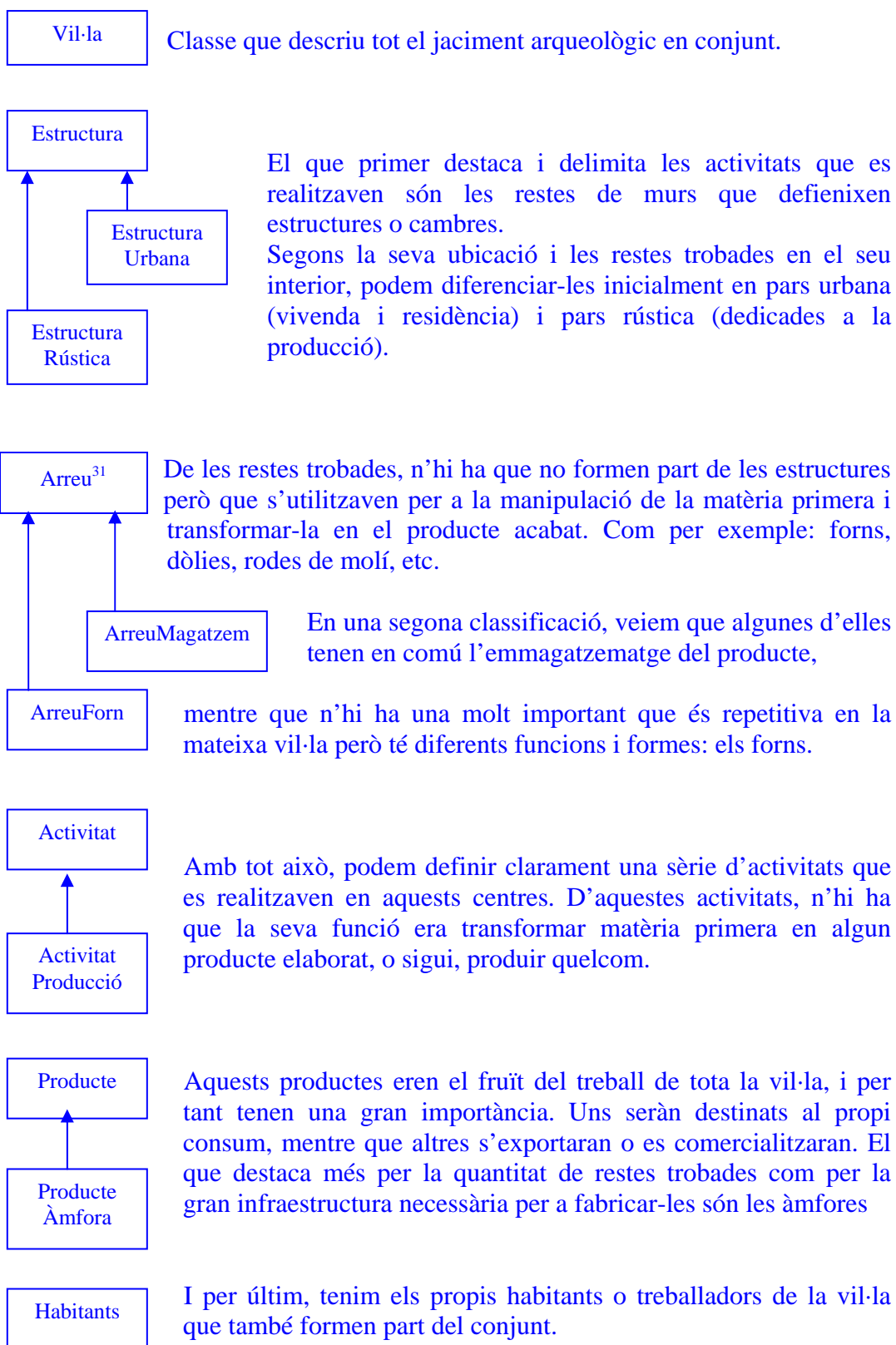


Figura 5. Instància de la vil·la de Santa Rita

4.2.4. Definir les classes i la gerarquia de classes: Podem fer-ho tant desde conceptes generals i després les seves especialitzacions, com al revés, de les classes específiques fins a la seva agrupació en conceptes generals.



³¹ Arreus: efectes, instruments, accessoris necessaris o convenients per a una operació.

4.2.5. Definir les propietats de classes: Si repassem la llista de termes que hem fet al punt 3, trobarem que molts d'ells són propietats de les classes. Per a cada propietat, hem de determinar a quina classe descriu. Totes les subclasses d'una classe hereten les seves propietats. Així, he d'assignar una propietat a la classe més general possible.

Mentre decidia les propietats de les classes, m'he adonat que hi ha unes propietats que es repeteixen com ara:

<i>descripcióArreu</i>	<i>descripcióEstructura</i>	<i>descripcióArticle</i>
<i>funcióArreu</i>	<i>funcióEstructura</i>	<i>funcióArticle</i>
<i>imatgeArreu</i>	<i>imatgeEstructura</i>	<i>imatgeArticle</i>
<i>reproduccióArreu</i>	<i>reproduccióEstructura</i>	<i>reproduccióArticle</i>

Per tant, creo una classe més genèrica amb aquestes propietats que es dirà

RestaArqueològica

RestaArqueològica
<i>descripcióRestaArqueològica</i>
<i>funcióRestaArqueològica</i>
<i>reproduccióRestaArqueològica</i>
<i>imatgeRestaArqueològica</i>

- *descripcióResta*: breu explicació de la resta arqueològica i la seva funcionalitat.
- *funcióRestaArqueològica*: explicació de la seva funcionalitat
- *reproduccióResta*: simulació reconstruïda tal com deuria ser en la seva època.
- *imatgeResta*: fotografia de la resta en el seu estat actual.

Estructura
<i>iniciEstructura</i>
<i>amortitzacióEstructura</i>
<i>superfícieEstructura</i>
<i>elementsEstructura</i>
<i>arreusEstructura</i>

- *iniciEstructura*: data de quan es va construir o de quan es va començar a utilitzar.
- *amortitzacióEstructura*: data de quan es va deixar d'utilitzar
- *superfícieEstructura*: mida en metres quadrats.
- *elementsEstructura*: parts o elements relacionats amb l'estructura que s'hi han trobat (portes, finestres, columnes...).
- *arreusEstructura*: elements o utensilis trobats a l'estructura.

EstructuraRústica
<i>activitatEstructura</i>

- *activitatEstructura*: Activitat de producció per a la que estava dissenyada

EstructuraUrbana

Arreu
<i>ubicacióArreu</i>

- *ubicacióArreu*: estructura on s'utilitzava.

ArreuMagatzem
<i>capacitatArreuMagatzem</i>

- *capacitatArreuMagatzem*: metres cúbics o litres que pot emmagatzemar.

ArreuForn
<i>coccióArreuForn</i>
<i>superfícieArreuForn</i>
<i>numCambresArreuForn</i>

- *coccióArreuForn*: Hi havia dos tipus de cocció: oxidant o reductor.
- *superfícieArreuForn*: metres quadrats del forn.
- *numCambresArreuForn*: poden ser de varies cambres per a una major producció.

Producte

ProducteÀmfora
<i>tipusÀmforaProducte</i>
<i>segellÀmforaProducte</i>

- *tipusÀmforaProducte*: les àmfors romanes tenen la seva classificació en noms segons la forma que tenen.
- *segellÀmforaProducte*: també solien tenir unes lletres o marques que identificaven el productor del vi, com una denominació d'origen.

Activitat
<i>descripcióActivitat</i>
<i>personesActivitat</i>
<i>arreusActivitat</i>
<i>estructuresActivitat</i>

- *descripcióActivitat*: breu explicació del funcionament de l'activitat.
- *personesActivitat*: tipus de persones encarregades de dur-la a terme.
- *arreusActivitat*: conjunt d'elements o utensilis trobats al jaciment que són necessaris per a portar a terme l'activitat.
- *estructuresActivitat*: estructures on es realitzava l'activitat.

ActivitatProducció
<i>materialsActivitatProducció</i>
<i>productesActivitatProducció</i>

- *materialsActivitatProducció*: matèria primera utilitzada per a la elaboració del producte acabat.
- *productesActivitatProducció*: producte acabat fruit d'aquesta activitat.

Habitant
<i>funcióHabitant</i>
<i>activitatHabitant</i>

- *funcióHabitant*: paper que juga a la vil·la.
- *activitatHabitant*: quina activitat realitza.

Vil·la
<i>localitzacióActualVil·la</i>
<i>localitzacióRomanaVil·la</i>
<i>extensióVil·la</i>
<i>activitatsVil·la</i>
<i>estructuresVil·la</i>
<i>arreusVil·la</i>
<i>productesVil·la</i>
<i>cultiusVil·la</i>
<i>habitantsVil·la</i>

- *localitzacióActualVil·la*: terme municipal on està ubicada avui.
- *localitzacióRomanaVil·la*: terme municipal on estava ubicada a la seva època.
- *extensióVil·la*: metres quadrats o hectàrees.
- *activitatsVil·la*: conjunt d'activitats que podem deduir que es realitzaven segons les troballes arqueològiques.
- *estructuresVil·la*: conjunt de murs i estructures trobades.
- *arreusVil·la*: conjunt de troballes que no formen part dels edificis però tampoc són utensilis.
- *productesVil·la*: elements fruit del treball destinats al propi consum o a la seva comercialització.
- *cultiusVil·la*: varietats de cultius que podem deduir que es realitzaven.
- *habitantsVil·la*: persones que habitaven o treballaven a la Vil·la.

Així, la nova gerarquia de classes seria la següent:

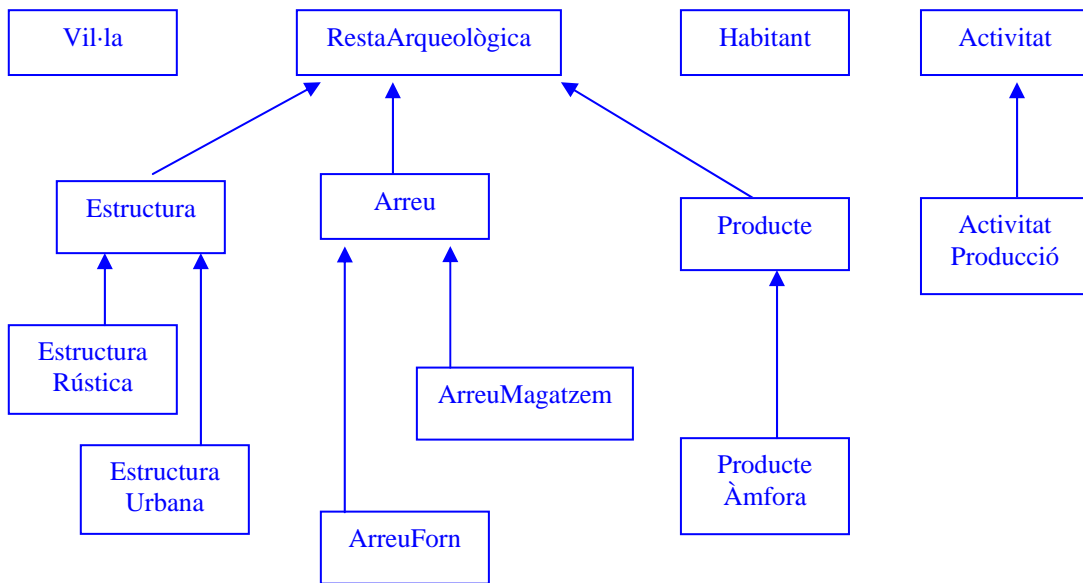


Figura 6. Gerarquia de classes d'una vil·la

4.2.6. Restriccions de les propietats: valors que poden prendre aquestes propietats: cardinalitat (quants valors pot prendre alhora), tipus (string, número, booleà, enumerat, instància, ...) i domini i rang (quan el contingut d'una propietat és una altra classe)

RestaArqueològica	cardinalitat	tipus
<i>descripcióRestaArqueològica</i>	1	string
<i>funcióRestaArqueològica</i>	1	string
<i>reproduccióRestaArqueològica</i>	n	imatge
<i>imatgeRestaArqueològica</i>	n	imatge

Estructura	cardinalitat / rang	tipus / domini
<i>iniciEstructura</i>	1	data
<i>amortitzacióEstructura</i>	1	data
<i>superfícieEstructura</i>	1	número
<i>elementsEstructura</i>	n	string
<i>arreusEstructura</i>	n	Arreu / ArreuForn ArreuMagatzem

EstructuraRústica	rang	domini
<i>activitatEstructura</i>	n	Activitat / ActivitatProducció

EstructuraUrbana	cardinalitat	tipus

Arreu	rang	domini
<i>ubicacióArreu</i>	1	EstructuraUrbana/ EstructuraRústica

ArreuMagatzem	cardinalitat	tipus
<i>capacitatArreuMagatzem</i>	1	número

ArreuForn	cardinalitat	tipus
<i>coccióArreuForn</i>	1	string
<i>superfícieArreuForn</i>	1	número
<i>numCambresArreuForn</i>	1	número

Producte	cardinalitat	tipus

ProducteÀmfora	cardinalitat	tipus
<i>tipusProducteÀmfora</i>	1	string
<i>segellProducteÀmfora</i>	1	string

Activitat	cardinalitat / rang	tipus / domini
<i>descripcióActivitat</i>	1	string
<i>personesActivitat</i>	n	Habitants
<i>arreusActivitat</i>	n	Arreu / Arreu Forn / ArreuMagatzem
<i>estructuresActivitat</i>	n	EstructuraUrbana/ EstructuraRústica

ActivitatProducció	rang	domini
<i>materialsActivitatProducció</i>	n	Producte
<i>producteActivitatProducció</i>	n	Producte / ProducteÀmfora

Habitants	cardinalitat	tipus
<i>funcióHabitants</i>	1	string
<i>activitatHabitants</i>	n	string

Vil·la	cardinalitat / rang	tipus / domini
<i>localitzacióActualVil·la</i>	1	string
<i>localitzacióRomanaVil·la</i>	1	string
<i>extensióVil·la</i>	1	número
<i>activitatsVil·la</i>	n	Activitat / ActivitatProducció
<i>estructuresVil·la</i>	n	EstructuraUrbana/ EstructuraRústica
<i>arreusVil·la</i>	n	Arreu / Arreu Forn / ArreuMagatzem
<i>productesVil·la</i>	n	Producte / ProducteÀmfora
<i>cultiusVil·la</i>	n	string
<i>habitantsVil·la</i>	n	Habitants

Nota: qualsevol propietat pot tenir el valor nul perquè hi ha informació que encara no se sap i potser no es sabrà mai.

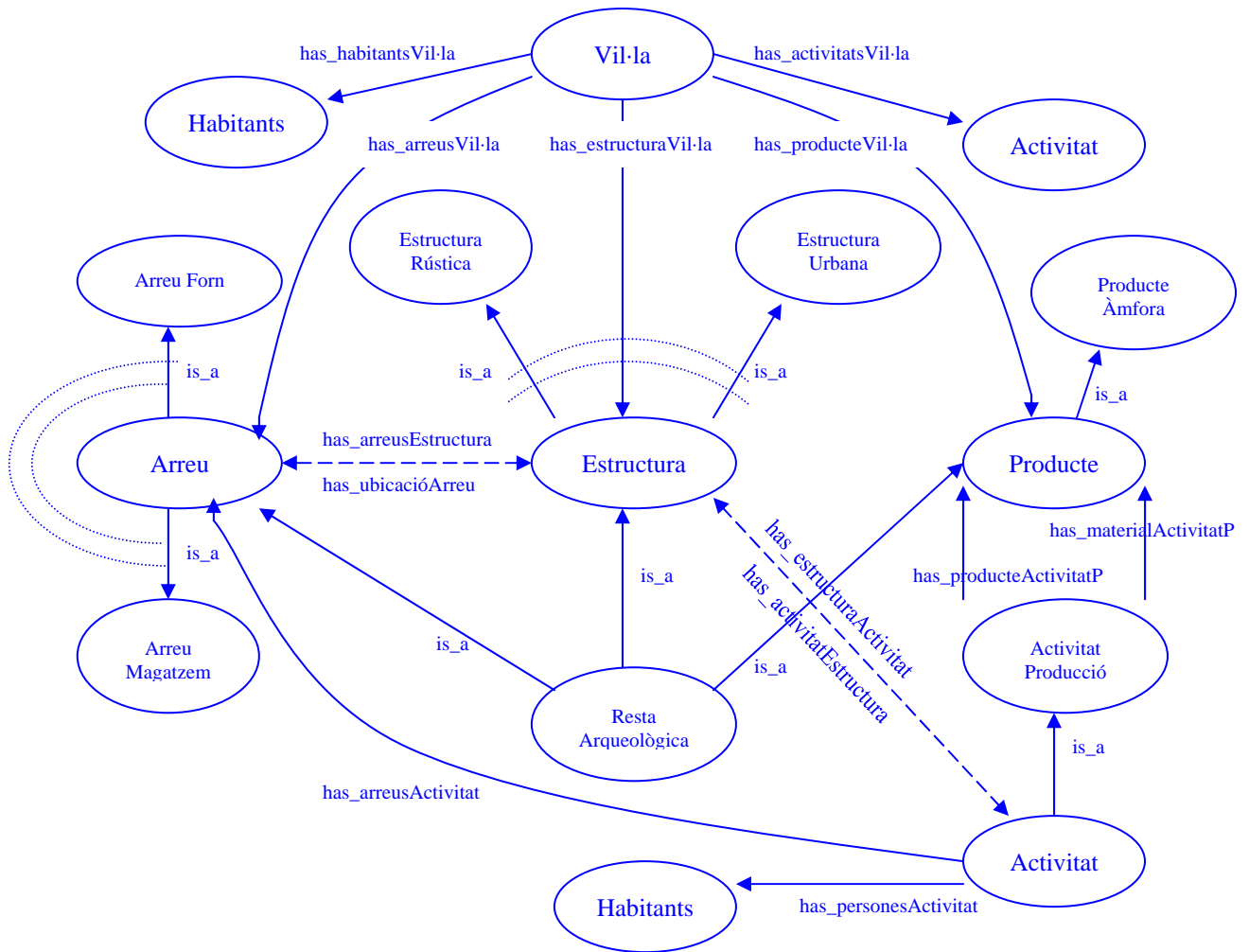
4.2.7. Relacions semàntiques: entre els objectes de l'ontologia.

Figura 7. Relacions semàntiques d'una vila

llegenda:

- **Is_a**: indica relació *SubClassOf*.
- **Has_NomPropietat**: indica una *ObjectProperty*.
- **Fletxa discontinúia**: indica que aquestes dues propietats són inverses.
- **Dos arcs**: indica que les classes són *disJoint*.

4.2.8. Crear instàncies de les classes de la gerarquia. Consisteix en escollir una classe, crear una instància i omplir les propietats.

Instàncies de la vil·la de Santa Rita:

Excavacions realitzades el 1983:

Estructures:

○ Àmbit I:

1. *descripcióRestaArqueològica*: tan sols en coneixem un mur degut a la reduïda superfície excavada. Murs fets de pissarra blavosa, amb les pedres posades en sec i amb una petita banqueteta de fonamentació, mentre que la part superior és feta de tàpia.
2. *funcióRestaArqueològica*: sala d'ús desconegut.
3. *reproduccióRestaArqueològica*:
4. *imatgeRestaArqueològica*:
5. *iniciEstructura*: darreries del segle I a.C.
6. *amortitzacióEstructura*: entre els anys 1 i 3 d.C.
7. *superfícieEstructura*:
8. *elementsEstructura*: no s'ha descobert cap punt d'accés, segurament perquè estarien situats a les zones no excavades.
9. *arreusEstructura*:

○ Àmbit II:

1. *descripcióRestaArqueològica*: murs fets de pissarra blavosa, amb les pedres posades en sec i amb una petita banqueteta de fonamentació, mentre que la part superior és feta de tàpia.
2. *funcióRestaArqueològica*: sala d'ús desconegut.
3. *reproduccióRestaArqueològica*:
4. *imatgeRestaArqueològica*:
5. *iniciEstructura*: darreries del segle I a.C.
6. *amortitzacióEstructura*: mitjans del segle I d.C.
7. *superfícieEstructura*: 56 m²
8. *elementsEstructura*: no s'ha descobert cap punt d'accés, segurament perquè estarien situats a les zones no excavades.
9. *arreusEstructura*:

Productes:

nota: degut a la quantitat de fragments ceràmics apareguts, identifico només un de cada tipus (el fragment més sencer, per exemple).

○ Pes de teler:

1. *descripcióRestaArqueològica*: peça ceràmica.
2. *funcióRestaArqueològica*: tensar les teles en el seu procés de fabricació.
3. *reproduccióRestaArqueològica*:
4. *imatgeRestaArqueològica*:

- Teula:
 1. *descripcióRestaArqueològica*: peça ceràmica.
 2. *funcióRestaArqueològica*: cobrir canalitzacions.
 3. *reproduccióRestaArqueològica*:
 4. *imatgeRestaArqueològica*:

- Àmfora nº 1:
 1. *descripcióRestaArqueològica*: fragments ceràmics d'àmfora. Part d'ells amb defectes de coccio. Originalment de cos ovalat, coll estret i cilíndric i dues nances que arriben prop del nivell de l'orifici.
 2. *funcióRestaArqueològica*: envasat del vi o oli destinat a l'exportació.
 3. *reproduccióRestaArqueològica*:
 4. *imatgeRestaArqueològica*:
 5. *tipusÀmforaProducte*: Pascual 1
 6. *segellÀmforaProducte*: LMO

- Àmfora nº 2:
 1. *descripcióRestaArqueològica*: fragments ceràmics d'àmfora. Part d'ells amb defectes de coccio. Originalment de cos ovalat, coll estret i cilíndric i dues nances que arriben prop del nivell de l'orifici.
 2. *funcióRestaArqueològica*: envasat del vi o oli destinat a l'exportació.
 3. *reproduccióRestaArqueològica*:
 4. *imatgeRestaArqueològica*:
 5. *tipusÀmforaProducte*: Dressel 2-4
 6. *segellÀmforaProducte*: R.L.

- Àmfora nº 3:
 1. *descripcióRestaArqueològica*: fragments ceràmics d'àmfora. Part d'ells amb defectes de coccio. Originalment de cos ovalat, coll estret i cilíndric i dues nances que arriben prop del nivell de l'orifici.
 2. *funcióRestaArqueològica*: envasat del vi o oli destinat a l'exportació.
 3. *reproduccióRestaArqueològica*:
 4. *imatgeRestaArqueològica*:
 5. *tipusÀmforaProducte*: Dressel 1
 6. *segellÀmforaProducte*: I.R.

Excavacions realitzades el 2003: A més a més de fragments de ceràmica dels mateixos tipus que a les anteriors excavacions, tenim algun element nou:

Estructures:

○ Àmbit III:

1. *descripcióRestaArqueològica*: restes d'alguns murs que han estat desmuntats durant l'època medieval i moderna.
2. *funcióRestaArqueològica*: habitatge.
3. *reproduccióRestaArqueològica*:
4. *imatgeRestaArqueològica*:
5. *iniciEstructura*:
6. *amortitzacióEstructura*:
7. *superfícieEstructura*:
8. *elementsEstructura*:
9. *arreuEstructura*: hipocaustum³²

○ Àmbit IV:

1. *descripcióRestaArqueològica*: restes d'alguns murs que han estat desmuntats durant l'època medieval i moderna.
2. *funcióRestaArqueològica*: mòlta de gra, magatzem.
3. *reproduccióRestaArqueològica*:
4. *imatgeRestaArqueològica*:
5. *iniciEstructura*:
6. *amortitzacióEstructura*:
7. *superfícieEstructura*:
8. *elementsEstructura*:
9. *arreuEstructura*: roda de molí, sitja.

○ Àmbit V:

1. *descripcióRestaArqueològica*: restes d'alguns murs que han estat desmuntats durant l'època medieval i moderna.
2. *funcióRestaArqueològica*: recollida de líquids. Segurament aigua de pluja.
3. *reproduccióRestaArqueològica*:
4. *imatgeRestaArqueològica*:
5. *iniciEstructura*:
6. *amortitzacióEstructura*:
7. *superfícieEstructura*:
8. *elementsEstructura*:
9. *arreuEstructura*: Cisterna.

³² **hipocaustum**: forn destinat a calefacció de la residència del dominus.

- Rases :

1. *descripcióRestaArqueològica*: excavació llarga i estreta destinada al cultiu.
2. *funcióRestaArqueològica*: contenir l'aigua de reg per alimentar les plantes.
3. *reproduccióRestaArqueològica*:
4. *imatgeRestaArqueològica*:
5. *iniciEstructura*:
6. *amortitzacióEstructura*:
7. *superfícieEstructura*:
8. *elementsEstructura*:
9. *arreusEstructura*:

Arreus:

- Sitja:

1. *descripcióRestaArqueològica*: lloc sota terra de forma cilíndrica.
2. *funcióRestaArqueològica*: magatzem de gra.
3. *reproduccióRestaArqueològica*:
4. *imatgeRestaArqueològica*:
5. *ubicacióArreu*: Àmbit IV
6. *capacitatArreuMagatzem*:

- hipocaustum:

1. *descripcióRestaArqueològica*: forn i cambra per on circula l'aire calent. Situat sota les habitacions.
2. *funcióRestaArqueològica*: calefacció.
3. *reproduccióRestaArqueològica*:
4. *imatgeRestaArqueològica*:
5. *ubicacióArreu*: Àmbit III
6. *coccioArreuForn*:
7. *superfícieArreuForn*:
8. *numCambresArreuForn*:

- Cisterna:

1. *descripcióRestaArqueològica*: dipòsit subterrani.
2. *funcióRestaArqueològica*: recollida de líquids. Segurament aigua de pluja.
3. *reproduccióRestaArqueològica*:
4. *imatgeRestaArqueològica*:
5. *ubicacióArreu*: Àmbit V
6. *capacitatArreuMagatzem*:

Activitats:

- residència:
 1. *descripcióActivitat*: activitats com dormir, menjar o simplement lleure.
 2. *personesActivitat*: Dominus
 3. *arreusActivitat*: Hipocaustum
 4. *estructuresActivitat*: Àmbit III

- conreu:
 1. *descripcióActivitat*: treballar el camp per produir cereals, raïm, ...
 2. *personesActivitat*: Esclaus i Lliberts
 3. *arreusActivitat*:
 4. *estructuresActivitat*: Rases
 5. *materialsActivitatProducció*: terra, grana, aigua, fems
 6. *productesActivitatProducció*: raïm, gra, olives, fruita

- fabricació de ceràmica
 1. *descripcióActivitat*: donar forma a les argiles per a convertir-les en estris i coure'ls en forns per donar-los-hi resistència.
 2. *personesActivitat*: Esclaus i Lliberts
 3. *arreusActivitat*: bòbila³³
 4. *estructuresActivitat*: terrisseria
 5. *materialsActivitatProducció*: argila, resina, aigua
 6. *productesActivitatProducció*: àmfores, pesos, estris de cuina, teules

- mòlta de gra:
 1. *descripcióActivitat*: esmicolar el gra fins a convertir-lo en farina.
 2. *personesActivitat*: pagesos
 3. *arreusActivitat*: roda de molí
 4. *estructuresActivitat*: molí de gra
 5. *materialsActivitatProducció*: gra
 6. *productesActivitatProducció*: farina

- vitivinícola:
 1. *descripcióActivitat*: prensar el raïm per convertir-lo en most i que fermenti.
 2. *personesActivitat*: pagesos
 3. *arreusActivitat*: premsa, cisterna
 4. *estructuresActivitat*: estructures de processament del vi
 5. *materialsActivitat*: raïm
 6. *productesActivitat*: vi

³³ **bòbila**: forn de ceràmica.

habitants:

- dominus:
 1. *funcióHabitant*: propietari
 2. *activitatHabitant*: control, lleure
- vilicus:
 1. *funcióHabitant*: representant del propietari
 2. *activitatHabitant*: control
- esclau:
 1. *funcióHabitant*: treballador
 2. *activitatHabitant*: servei domèstic, pagesos, tallers
- llibert:
 1. *funcióHabitant*: treballador
 2. *activitatHabitant*: servei domèstic, pagesos, tallers

Vil·la:

- Santa Rita:
 1. *localitzacióActualVil·la*: Terme municipal de Malgrat de Mar.
 2. *localitzacióRomanaVil·la*: Terme municipal de Blandae.
 3. *extensióVil·la*:
 4. *activitatsVil·la*: residència, fabricació de ceràmica, vitivinícola, conreu, mòlta de gra.
 5. *estructuresVil·la*: terrisseria, molí de gra, processament de vi, cambra, rases
 6. *arreusVil·la*: forn, hipocaustum, roda de molí, cisterna.
 7. *productesVil·la*: àmfora, pes de teler, teula, ceràmica comuna, vi
 8. *cultiusVil·la*: vinya, gra.
 9. *habitantsVil·la*: senyors, esclaus, lliberts.

4.2.9. Assegurar-se que la gerarquia de classes és correcta: buscar possibles errors com utilitzar classes diferents per a conceptes sinònims, no tenir encompte transitivitats en les relacions entre classes, tenir massa o poques subclasses, confondre una classe amb una propietat, una instància amb una classe, voler incloure a l'ontologia tota la informació de la pàgina, ...

Aquest punt ja està inclòs al disseny anterior.

4.2.10. Definir una convenció de noms per les classes i propietats: per a facilitar la comprensió de l'ontologia i evitar errors. No utilitzar un mateix nom per a una propietat i una classe. Definir si es distingeix entre majúscules i minúscules, i quins caràcters són permesos. No utilitzar abreviacions, decidir si el nom d'una subclasse ha d'incloure el de la seva superclasse, ...

Aquest pas ja l'he fet en triar les propietats de les classes, i he decidit el següent:

- El nom de cada propietat contindrà el nom de la classe.
- Es distingeix entre majúscules i minúscules.
- El nom de cada propietat començarà en minúscules.
- Els noms compostos començaran cada paraula amb majúscula.
- No hi haurà ni espais ni cap caràcter especial entre noms.

4.2.11. Evaluació: fer un disseny definitiu i evaluar-lo. Aquí s'han de considerar aspectes com la reutilització de l'ontologia en construccions futures.

Aquest punt ja està inclòs al disseny anterior.

4.2.12. Documentació i reutilització: s'ha de fer de forma paral·lela als punts anteriors i complir la metodologia de construcció: diferències semàntiques, justificar les decisions, evaluació, coneixement adicional per usar-la, etc. També s'ha d'indexar i col·locar-la amb les ontologies existents per a la seva possible reutilització.

Aquest punt ja està inclòs al disseny anterior.

4.3. Ontologia amb Protégé 2000

Un dels programes per a la definició i representació d'ontologies en llenguatge RDF i RDFS és Protégé 2000. Que després de definir les classes, propietats, dominis i rangs, ens generarà l'ontologia en format RDFS.

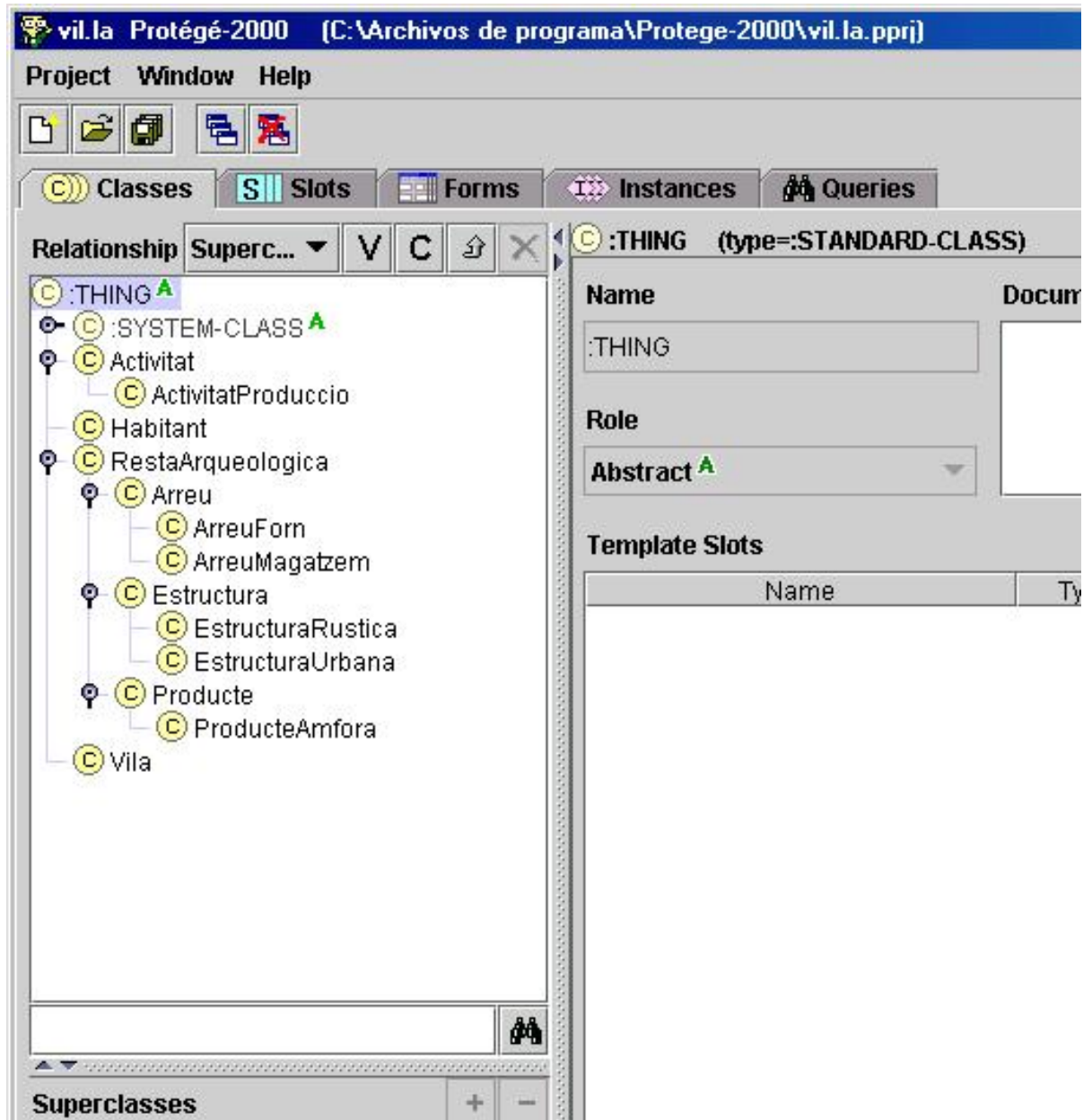


Figura 8. Ontologia creada amb Protégé 2000

5. Conclusions:

Internet ens proporciona una gran base de dades de tot tipus d'informació al nostre abast. El gran problema però és que tota aquestes dades estan desordenades i desclassificades. Cosa que ens fa perdre molt de temps alhora de trobar la informació que cerquem, si és que la trobem.

La proposta del W3C consisteix en proporcionar un llenguatge estàndard per a donar un significat a les dades de totes les webs de manera que siguin fàcilment interpretades i "enteses" per a computadors i aplicacions.

Neix així la web semàntica. Aquesta ens permetrà realitzar consultes molt concretes i específiques on els cercadors ens podran respondre directament sense portar-nos a altres enllaços.

La web semàntica es basa en el concepte d'ontologia que és una descripció formal i explícita dels continguts d'una pàgina web i les seves relacions. L'objectiu és estandaritzar i perfeccionar aquestes ontologies de manera que siguin reutilitzables i compartides. Es representen mitjançant una sintaxi que en aquest treball la especificarem amb el llenguatge RDF i RDF(S).

RDF és un model d'especificació de les dades que descriu els objectes especificant propietats i els seus valors a través de declaracions. És una sintaxi per a representar una semàntica (l'ontologia). I aquestes declaracions les formalitzem amb el llenguatge XML. XML permet definir dades d'una manera estructurada.

6. Una visió futurista

Després d'aquesta recerca i estudi sobre el tema de les webs semàntiques, tinc una visió totalment diferent d'internet. Si la informàtica veig que evoluciona a passos de gegant, m'acabo d'adonar que internet viatja a la velocitat de la llum, i encara no hem vist res del què serà. Ara entenc quan en alguns mitjans de comunicació publiquen que Bill Gates intenta tenir el control d'internet. I és que estem a les portes d'una revolució tecnològica sense precedents que ens deixarà a tots bocabadats. Potser exagero una mica però deixem el temps al temps i veurem.

Des de fa tres o quatre anys s'estan estudiant i desenvolupant ontologies per a webs semàntiques. Tot just estem al principi i encara hi ha dificultats i potser falta consens alhora d'utilitzar i aplicar estàndards. Però desplaçem-nos deu o vint anys endavant. Alhora de crear una pàgina web, el primer que farem serà escollir l'ontologia que més s'apropi al què volem explicar o publicar. De la mateixa manera que ara escollim un tema i una categoria per donar-nos d'alta en un cercador, més endavant triarem una ontologia per a les nostres dades.

M'imagino la xarxa internet com un gran cervell virtual amb tot el coneixement humà a la nostra disposició. Si els humans tenim neurones interconnectades que mantenen els nostres records, el nostre coneixement i ens permeten prendre decisions, internet tindrà ordinadors interconnectats compartint tota la informació, coneixement, experiències i aplicacions que podran prendre decisions a partir de totes aquestes dades. Si pensem en un futur on tindrem cases domòtiques amb superordinadors que ens explicaran tot allò que preguntem, tan sols serà necessari que estiguin connectats al gran cervell internet. Des del cotxe, des de casa, pel carrer, a qualsevol lloc podrem parlar amb "el gran germà internet" i saber el què volem.

Potser estic exagerant, però aquesta revolució ens canviarà molt la vida. Passarem de no saber res a poder saber-ho tot, i al moment. Només caldrà una conversa amb un dispositiu, androide o qualsevol aparell connectat a internet¹⁷.

Referències

- ¹ Berners-Lee T. Weaving the Web.
[<http://www.w3.org/People/Berners-Lee/Weaving/Overview.html>]
- ² W3C. A Little History of the World Wide Web.
[<http://www.w3.org/History.html>]
- ³ Berners-Lee T, Hendler J, Lassila O (2001). The Semantic Web. *Sci Ame* 7-15.
- ⁴ W3C. Semantic Web.
[<http://www.w3.org/2001/sw/>]
- ⁵ W3C. The Semantic Web Made Easy.
[<http://www.w3.org/RDF/Metalog/docs/sw-easy.html>]
- ⁶ W3C. Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Second Edition). W3C Recommendation 6 October 2000
[<http://www.w3.org/TR/REC-xml>]
- ⁷ Berners-Lee T, Hendler J, Lassila O (2001). The Semantic Web. *Sci Ame* 7-15.
- ⁸ W3C. Resource Description Framework (RDF) Model and Syntax Specification. W3C Recommendation 22 February 1999.
[<http://www.w3.org/TR/REC-rdf-syntax/>]
- ⁹ Dublin Core Metadata Initiative. Dublin Core Metadata Element Set, Version 1.0: Reference Description
[<http://purl.org/dc/elements/1.0/>]
- ¹⁰ Dublin Core Metadata Initiative.
[<http://dublincore.org>]
- ¹¹ Dublin Core Metadata Initiative. DCMI Recommendations.
[<http://dublincore.org/documents/>]
- ¹² UKOLN Home Page. Dublin Core in RDF.
[<http://www.ukoln.ac.uk/metadata/resources/rdf/examples/3/>]
- ¹³ W3C. RDF Vocabulary Description Language 1.0: RDF Schema.
[<http://www.w3.org/TR/rdf-schema/>]
- ¹⁴ W3C. OWL Web Ontology Language Reference.
[<http://www.w3.org/TR/owl-ref/>]
- ¹⁵ [DARPA's Information Exploitation Office](http://www.daml.org). The DARPA Agent Markup Language Homepage.
[<http://www.daml.org>]
- ¹⁶ [DARPA's Information Exploitation Office](http://www.daml.org/services/). DAML Services.
[<http://www.daml.org/services/>]
- ¹⁷ [Paul Ford](http://www.ftrain.com/google_takes_all.html). August 2009: How Google beat Amazon and Ebay to the Semantic Web.
[http://www.ftrain.com/google_takes_all.html]

Annex A: Exportació de l'ontologia a RDF i RDFS:

```

<?xml version='1.0' encoding='UTF-8'?>
<!DOCTYPE rdf:RDF [
  <!ENTITY rdf 'http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#'>
  <!ENTITY a 'http://protege.stanford.edu/system#'>
  <!ENTITY vil 'http://protege.stanford.edu/vil#'>
  <!ENTITY rdfs 'http://www.w3.org/TR/1999/PR-rdf-schema-
19990303#'>
]>
<rdf:RDF xmlns:rdf="&rdf;"
  xmlns:a="&a;"
  xmlns:vil="&vil;"
  xmlns:rdfs="&rdfs;">
<a:OverridingProperty rdf:about="&a;ArreuForn_coccioArreuForn"
  a:maxCardinality="1">
  <a:domain rdf:resource="&vil;ArreuForn"/>
  <a:overriddenProperty rdf:resource="&vil;coccioArreuForn"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&rdfs;Literal"/>
  <a:values>oxidant</a:values>
  <a:values>reductor</a:values>
</a:OverridingProperty>
<rdfs:Class rdf:about="&vil;Activitat"
  rdfs:label="Activitat">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&rdfs;Resource"/>
</rdfs:Class>
<rdfs:Class rdf:about="&vil;ActivitatProduccio"
  rdfs:label="ActivitatProduccio">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&vil;Activitat"/>
</rdfs:Class>
<rdfs:Class rdf:about="&vil;Arreu"
  rdfs:label="Arreu">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&vil;RestaArqueologica"/>
</rdfs:Class>
<rdfs:Class rdf:about="&vil;ArreuForn"
  rdfs:label="ArreuForn">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&vil;Arreu"/>
</rdfs:Class>
<rdfs:Class rdf:about="&vil;ArreuMagatzem"
  rdfs:label="ArreuMagatzem">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&vil;Arreu"/>
</rdfs:Class>
<rdfs:Class rdf:about="&vil;Estructura"
  rdfs:label="Estructura">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&vil;RestaArqueologica"/>
</rdfs:Class>
<rdfs:Class rdf:about="&vil;EstructuraRustica"
  rdfs:label="EstructuraRustica">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&vil;Estructura"/>
</rdfs:Class>
<rdfs:Class rdf:about="&vil;EstructuraUrbana"
  rdfs:label="EstructuraUrbana">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&vil;Estructura"/>
</rdfs:Class>
<rdfs:Class rdf:about="&vil;Habitant"
  rdfs:label="Habitant">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&rdfs;Resource"/>
</rdfs:Class>
<rdfs:Class rdf:about="&vil;Producte"
  rdfs:label="Producte">

```

```

        <rdfs:subClassOf rdf:resource="&vil;RestaArqueologica"/>
</rdfs:Class>
<rdfs:Class rdf:about="&vil;ProducteAmfora"
  rdfs:label="ProducteAmfora">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&vil;Producte"/>
</rdfs:Class>
<rdfs:Class rdf:about="&vil;RestaArqueologica"
  rdfs:label="RestaArqueologica">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&rdfs;Resource"/>
</rdfs:Class>
<rdfs:Class rdf:about="&vil;Vila"
  rdfs:label="Vila">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&rdfs;Resource"/>
</rdfs:Class>
<rdf:Property rdf:about="&vil;activitatEstructura"
  a:range="cls"
  rdfs:label="activitatEstructura">
  <a:allowedParents rdf:resource="&vil;Activitat"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="&vil;EstructuraRustica"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&rdfs;Class"/>
</rdf:Property>
<rdf:Property rdf:about="&vil;activitatHabitant"
  a:range="cls"
  rdfs:label="activitatHabitant">
  <a:allowedParents rdf:resource="&vil;Activitat"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="&vil;Habitant"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&rdfs;Class"/>
</rdf:Property>
<rdf:Property rdf:about="&vil;activitatsVila"
  a:range="cls"
  rdfs:label="activitatsVila">
  <a:allowedParents rdf:resource="&vil;Activitat"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="&vil;Vila"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&rdfs;Class"/>
</rdf:Property>
<rdf:Property rdf:about="&vil;amortitzacioEstructura"
  a:maxCardinality="1"
  rdfs:label="amortitzacioEstructura">
  <rdfs:domain rdf:resource="&vil;Estructura"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&rdfs;Literal"/>
</rdf:Property>
<rdf:Property rdf:about="&vil;arreusActivitat"
  a:range="cls"
  rdfs:label="arreusActivitat">
  <rdfs:domain rdf:resource="&vil;Activitat"/>
  <a:allowedParents rdf:resource="&vil;Arreu"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&rdfs;Class"/>
</rdf:Property>
<rdf:Property rdf:about="&vil;arreusEstructura"
  a:range="cls"
  rdfs:label="arreusEstructura">
  <a:allowedParents rdf:resource="&vil;Arreu"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="&vil;Estructura"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&rdfs;Class"/>
</rdf:Property>
<rdf:Property rdf:about="&vil;arreusVila"
  a:range="cls"
  rdfs:label="arreusVila">
  <a:allowedParents rdf:resource="&vil;Arreu"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="&vil;Vila"/>

```

```

    <rdfs:range rdf:resource="&rdfs;Class"/>
</rdf:Property>
<rdf:Property rdf:about="&vil;capacitatArreuMagatzem"
  a:maxCardinality="1"
  a:range="integer"
  rdfs:label="capacitatArreuMagatzem">
<rdfs:domain rdf:resource="&vil;ArreuMagatzem"/>
<rdfs:range rdf:resource="&rdfs;Literal"/>
</rdf:Property>
<rdf:Property rdf:about="&vil;coccioArreuForn"
  a:maxCardinality="1"
  rdfs:label="coccioArreuForn">
<rdfs:domain rdf:resource="&vil;ArreuForn"/>
<rdfs:range rdf:resource="&rdfs;Literal"/>
<a:values>oxidant</a:values>
<a:values>reductor</a:values>
</rdf:Property>
<rdf:Property rdf:about="&vil;cultiusVila"
  a:maxCardinality="1"
  rdfs:label="cultiusVila">
<rdfs:domain rdf:resource="&vil;Vila"/>
<rdfs:range rdf:resource="&rdfs;Literal"/>
</rdf:Property>
<rdf:Property rdf:about="&vil;descripcioActivitat"
  a:maxCardinality="1"
  rdfs:label="descripcioActivitat">
<rdfs:domain rdf:resource="&vil;Activitat"/>
<rdfs:range rdf:resource="&rdfs;Literal"/>
</rdf:Property>
<rdf:Property rdf:about="&vil;descripcioRestaArqueologica"
  a:maxCardinality="1"
  rdfs:label="descripcioRestaArqueologica">
<rdfs:domain rdf:resource="&vil;RestaArqueologica"/>
<rdfs:range rdf:resource="&rdfs;Literal"/>
</rdf:Property>
<rdf:Property rdf:about="&vil;elementsEstructura"
  a:maxCardinality="1"
  rdfs:label="elementsEstructura">
<rdfs:domain rdf:resource="&vil;Estructura"/>
<rdfs:range rdf:resource="&rdfs;Literal"/>
</rdf:Property>
<rdf:Property rdf:about="&vil;estructuresActivitat"
  a:range="cls"
  rdfs:label="estructuresActivitat">
<rdfs:domain rdf:resource="&vil;Activitat"/>
<a:allowedParents rdf:resource="&vil;Estructura"/>
<rdfs:range rdf:resource="&rdfs;Class"/>
</rdf:Property>
<rdf:Property rdf:about="&vil;estructuresVila"
  a:range="cls"
  rdfs:label="estructuresVila">
<a:allowedParents rdf:resource="&vil;Estructura"/>
<rdfs:domain rdf:resource="&vil;Vila"/>
<rdfs:range rdf:resource="&rdfs;Class"/>
</rdf:Property>
<rdf:Property rdf:about="&vil;extensioVila"
  a:maxCardinality="1"
  rdfs:label="extensioVila">
<rdfs:domain rdf:resource="&vil;Vila"/>
<rdfs:range rdf:resource="&rdfs;Literal"/>

```

```

</rdf:Property>
<rdf:Property rdf:about="&vil;funcioHabitant"
  a:maxCardinality="1"
  rdfs:label="funcioHabitant">
  <rdfs:domain rdf:resource="&vil;Habitant"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&rdfs;Literal"/>
</rdf:Property>
<rdf:Property rdf:about="&vil;funcioRestaArqueologica"
  a:maxCardinality="1"
  rdfs:label="funcioRestaArqueologica">
  <rdfs:domain rdf:resource="&vil;RestaArqueologica"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&rdfs;Literal"/>
</rdf:Property>
<rdf:Property rdf:about="&vil;habitantsVila"
  a:range="cls"
  rdfs:label="habitantsVila">
  <a:allowedParents rdf:resource="&vil;Habitant"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="&vil;Vila"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&rdfs;Class"/>
</rdf:Property>
<rdf:Property rdf:about="&vil;imatgeRestaArqueologica"
  rdfs:label="imatgeRestaArqueologica">
  <rdfs:domain rdf:resource="&vil;RestaArqueologica"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&rdfs;Literal"/>
</rdf:Property>
<rdf:Property rdf:about="&vil;iniciEstructura"
  a:maxCardinality="1"
  rdfs:label="iniciEstructura">
  <rdfs:domain rdf:resource="&vil;Estructura"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&rdfs;Literal"/>
</rdf:Property>
<rdf:Property rdf:about="&vil;inverse_of_estructuresActivitat"
  rdfs:label="inverse_of_estructuresActivitat">
  <rdfs:range rdf:resource="&vil;Estructura"/>
</rdf:Property>
<rdf:Property rdf:about="&vil;localitzacioActualVila"
  a:maxCardinality="1"
  rdfs:label="localitzacioActualVila">
  <rdfs:domain rdf:resource="&vil;Vila"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&rdfs;Literal"/>
</rdf:Property>
<rdf:Property rdf:about="&vil;localitzacioRomanaVila"
  a:maxCardinality="1"
  rdfs:label="localitzacioRomanaVila">
  <rdfs:domain rdf:resource="&vil;Vila"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&rdfs;Literal"/>
</rdf:Property>
<rdf:Property rdf:about="&vil;materialsActivitatProduccio"
  a:range="cls"
  rdfs:label="materialsActivitatProduccio">
  <rdfs:domain rdf:resource="&vil;ActivitatProduccio"/>
  <a:allowedParents rdf:resource="&vil;Producte"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&rdfs;Class"/>
</rdf:Property>
<rdf:Property rdf:about="&vil;numCambresArreuForn"
  a:maxCardinality="1"
  a:range="integer"
  rdfs:label="numCambresArreuForn">
  <rdfs:domain rdf:resource="&vil;ArreuForn"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&rdfs;Literal"/>

```

```

</rdf:Property>
<rdf:Property rdf:about="&vil;personesActivitat"
  a:range="cls"
  rdfs:label="personesActivitat">
  <rdfs:domain rdf:resource="&vil;Activitat"/>
  <a:allowedParents rdf:resource="&vil;Habitant"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&rdfs;Class"/>
</rdf:Property>
<rdf:Property rdf:about="&vil;productesActivitatProduccio"
  a:range="cls"
  rdfs:label="productesActivitatProduccio">
  <rdfs:domain rdf:resource="&vil;ActivitatProduccio"/>
  <a:allowedParents rdf:resource="&vil;Producte"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&rdfs;Class"/>
</rdf:Property>
<rdf:Property rdf:about="&vil;productesVila"
  a:range="cls"
  rdfs:label="productesVila">
  <a:allowedParents rdf:resource="&vil;Producte"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="&vil;Vila"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&rdfs;Class"/>
</rdf:Property>
<rdf:Property rdf:about="&vil;reproduccioRestaArqueologica"
  rdfs:label="reproduccioRestaArqueologica">
  <rdfs:domain rdf:resource="&vil;RestaArqueologica"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&rdfs;Literal"/>
</rdf:Property>
<rdf:Property rdf:about="&vil;segellProducteAmfora"
  a:maxCardinality="1"
  rdfs:label="segellProducteAmfora">
  <rdfs:domain rdf:resource="&vil;ProducteAmfora"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&rdfs;Literal"/>
</rdf:Property>
<rdf:Property rdf:about="&vil;superficieArreuForn"
  a:maxCardinality="1"
  a:range="integer"
  rdfs:label="superficieArreuForn">
  <rdfs:domain rdf:resource="&vil;ArreuForn"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&rdfs;Literal"/>
</rdf:Property>
<rdf:Property rdf:about="&vil;superficieEstructura"
  a:maxCardinality="1"
  a:range="integer"
  rdfs:label="superficieEstructura">
  <rdfs:domain rdf:resource="&vil;Estructura"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&rdfs;Literal"/>
</rdf:Property>
<rdf:Property rdf:about="&vil;tipusProducteAmfora"
  a:maxCardinality="1"
  rdfs:label="tipusProducteAmfora">
  <rdfs:domain rdf:resource="&vil;ProducteAmfora"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&rdfs;Literal"/>
</rdf:Property>
<rdf:Property rdf:about="&vil;ubicacioArreu"
  a:maxCardinality="1"
  a:range="cls"
  rdfs:label="ubicacioArreu">
  <rdfs:domain rdf:resource="&vil;Arreu"/>
  <a:allowedParents rdf:resource="&vil;Estructura"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&rdfs;Class"/>

```

```

</rdf:Property>
<rdf:Property rdf:about="&vil;vil.la_00046"
  a:maxCardinality="1"
  rdfs:label="vil.la_00046">
  <rdfs:range rdf:resource="&rdfs;Literal"/>
</rdf:Property>
</rdf:RDF>

```

Annex B: Anotacions semàntiques

```

<?xml version='1.0' encoding='UTF-8'?>
<!DOCTYPE rdf:RDF [
  <!ENTITY rdf 'http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#'>
  <!ENTITY vil 'http://protege.stanford.edu/vil#'>
  <!ENTITY rdfs 'http://www.w3.org/TR/1999/PR-rdf-schema-
19990303#'>
]>
<rdf:RDF xmlns:rdf="&rdf;"
  xmlns:vil="&vil;"
  xmlns:rdfs="&rdfs;">
<vil:ProducteAmfora rdf:about="&vil;vil.la_00053"
  vil:funcioRestaArqueologica="Envasat del vi o oli destinat a
l'exportacio."
  vil:segellProducteAmfora="LMO"
  vil:tipusProducteAmfora="Pascual 1"
  rdfs:label="vil.la_00053">
  <vil:descripcioRestaArqueologica>Fragments ceràmics d'amfora.
Part d'ells amb defectes de coccio. Originalment de cos ovalat, coll
estret i cilíndric i dues nances que arriben prop del nivell de
l'orifici.</vil:descripcioRestaArqueologica>
</vil:ProducteAmfora>
<vil:ProducteAmfora rdf:about="&vil;vil.la_00054"
  vil:funcioRestaArqueologica="Envasat del vi o oli destinat a
l'exportacio."
  vil:segellProducteAmfora="R.L."
  vil:tipusProducteAmfora="Dressel 2-4"
  rdfs:label="vil.la_00054">
  <vil:descripcioRestaArqueologica>Fragments ceràmics d'amfora.
Part d'ells amb defectes de coccio. Originalment de cos ovalat, coll
estret i cilíndric i dues nances que arriben prop del nivell de
l'orifici.</vil:descripcioRestaArqueologica>
</vil:ProducteAmfora>
<vil:ProducteAmfora rdf:about="&vil;vil.la_00055"
  vil:funcioRestaArqueologica="envasat del vi o oli destinat a
l'exportacio."
  vil:segellProducteAmfora="I.R."
  vil:tipusProducteAmfora="Dressel 1"
  rdfs:label="vil.la_00055">
  <vil:descripcioRestaArqueologica>Fragments ceràmics d'amfora.
Part d'ells amb defectes de coccio. Originalment de cos ovalat, coll
estret i cilíndric i dues nances que arriben prop del nivell de
l'orifici.</vil:descripcioRestaArqueologica>
</vil:ProducteAmfora>
<vil:EstructuraRustica rdf:about="&vil;vil.la_00056"
  vil:amortitzacioEstructura="entre els anys 1 i 3 d. C."
  vil:funcioRestaArqueologica="Sala d'us desconegut"
  vil:iniciEstructura="darreries del segle I a. C."

```

```

    rdfs:label="vil.la_00056">
    <vil:descripcioRestaArqueologica>Tan sols en coneixem un mur
degut a la reduïda superfície excavada. Murs fets de pissarra blavosa,
amb les pedres posades en sec i amb una petita banquetta de
fonamentació, mentre que la part superior es feta de
tapia.</vil:descripcioRestaArqueologica>
    <vil:elementsEstructura>No s'ha descobert cap punt d'accés,
segurament perquè estarien situats a les zones no
excavades.</vil:elementsEstructura>
</vil:EstructuraRustica>
<vil:EstructuraRustica rdf:about="&vil;vil.la_00057"
    vil:amortitzacioEstructura="mitjans del segle I d.C."
    vil:funcioRestaArqueologica="sala d'ús desconegut"
    vil:iniciEstructura="darreries del segle I a.C."
    vil:superficieEstructura="56"
    rdfs:label="vil.la_00057">
    <vil:descripcioRestaArqueologica>Murs fets de pissarra blavosa,
amb les pedres posades en sec i amb una petita banquetta de
fonamentació, mentre que la part superior es feta de
tapia.</vil:descripcioRestaArqueologica>
    <vil:elementsEstructura>No s'ha descobert cap punt d'accés,
segurament perquè estarien situats a les zones no
excavades.</vil:elementsEstructura>
</vil:EstructuraRustica>
<vil:Producte rdf:about="&vil;vil.la_00058"
    vil:descripcioRestaArqueologica="Peça de ceràmica"
    vil:funcioRestaArqueologica="Tensar les teles en el seu procés
de fabricació"
    rdfs:label="vil.la_00058"/>
<vil:Producte rdf:about="&vil;vil.la_00059"
    vil:descripcioRestaArqueologica="Peça ceràmica"
    vil:funcioRestaArqueologica="cobrir canalitzacions"
    rdfs:label="vil.la_00059"/>
<vil:EstructuraUrbana rdf:about="&vil;vil.la_00060"
    vil:funcioRestaArqueologica="habitatge"
    rdfs:label="vil.la_00060">
    <vil:descripcioRestaArqueologica>Restes d'alguns murs que han
estat desmuntats durant l'època medieval i
moderna.</vil:descripcioRestaArqueologica>
    <vil:arreuEstructura rdf:resource="&vil;ArreuForn"/>
</vil:EstructuraUrbana>
<vil:ArreuForn rdf:about="&vil;vil.la_00061"
    vil:funcioRestaArqueologica="calefacció"
    rdfs:label="vil.la_00061">
    <vil:descripcioRestaArqueologica>Forn i cambra per on circula
l'aire calent. Situat sota les
habitacions.</vil:descripcioRestaArqueologica>
    <vil:ubicacioArreu rdf:resource="&vil;EstructuraUrbana"/>
</vil:ArreuForn>
<vil:EstructuraRustica rdf:about="&vil;vil.la_00062"
    vil:funcioRestaArqueologica="Molta de gra, magatzem"
    rdfs:label="vil.la_00062">
    <vil:descripcioRestaArqueologica>Restes d'alguns murs que han
estat desmuntats durant l'època medieval i
moderna.</vil:descripcioRestaArqueologica>
    <vil:arreuEstructura rdf:resource="&vil;ArreuMagatzem"/>
</vil:EstructuraRustica>
<vil:EstructuraRustica rdf:about="&vil;vil.la_00063"
    vil:funcioRestaArqueologica="recollida de líquids. Segurament
aigua de pluja."

```

```
    rdfs:label="vil.la_00063">
    <vil:descripcioRestaArqueologica>restes d'alguns murs que han
estat desmuntats durant l'epoca medieval i
moderna</vil:descripcioRestaArqueologica>
    <vil:arreusEstructura rdf:resource="&vil;ArreuMagatzem"/>
</vil:EstructuraRustica>
<vil:ArreuMagatzem rdf:about="&vil;vil.la_00064"
    vil:descripcioRestaArqueologica="lloc sota terra de forma
cilindrica"
    vil:funcioRestaArqueologica="magatzem de gra"
    rdfs:label="vil.la_00064">
    <vil:ubicacioArreu rdf:resource="&vil;EstructuraRustica"/>
</vil:ArreuMagatzem>
<vil:ArreuMagatzem rdf:about="&vil;vil.la_00065"
    vil:descripcioRestaArqueologica="diposit subterrani"
    vil:funcioRestaArqueologica="recollida de liquids. Segurament
aigua de pluja."
    rdfs:label="vil.la_00065">
    <vil:ubicacioArreu rdf:resource="&vil;EstructuraRustica"/>
</vil:ArreuMagatzem>
</rdf:RDF>
```