



Informe Técnico ICC 2006-10-01

Ontología del Mapa de la Planta de un Edificio con Protégé-OWL

Zoe Falomir Llansola

Octubre de 2006

Departamento de Ingeniería y Ciencia de Computadores

Correo electrónico: zfalomir@icc.uji.es

Universitat Jaume I
Campus de Riu Sec
12.071 - CASTELLÓN

Building Floor Map Ontology with Protégé-OWL

Zoe Falomir Llansola

Abstract:

This technical report presents an ontology of a building floor map which could help a mobile robot to organize its knowledge about a building floor and to navigate through it. This ontology defines rooms, corridors and building accesses from the basic architectural elements of any building. These definitions are completed by determining the objects that the robot could find at each place. Finally, definitions of a chair, an armchair and a wheeled chair, which are based on the quantity and the topological location of their parts, are presented. These definitions could help a mobile robot to identify an object as a kind of chair by processing the images coming from a vision system.

This ontology was implemented using *Protégé-OWL version 3.2 beta*, *RacerPro version 1.9.0*, *GraphViz version 2.8* for Windows operating system.

Keywords:

Ontology, reasoner, mobile robot, map, navigation.

Ontología del Mapa de la Planta de un Edificio con Protégé-OWL

Zoe Falomir Llansola

Resumen:

Este informe técnico presenta una ontología cuyo objetivo es organizar el conocimiento del mapa de la planta de un edificio, el cual podría ser construido y utilizado por un robot móvil que navegara a través de dicha planta. Esta ontología parte de los elementos arquitectónicos básicos del edificio para definir habitaciones, pasillos y accesos a dicho edificio y se completa con la determinación de los objetos que el robot podría encontrar en cada lugar. Finalmente, se define una silla común, un sillón y una silla de oficina, basándose en las partes en qué se compone cada una y la cantidad y la localización topológica de éstas. Dichas definiciones podrían ayudar al robot a identificar un objeto como un tipo de silla por medio del procesamiento de las imágenes detectadas por un sistema de visión.

Esta ontología ha sido desarrollada utilizando las herramientas *Protégé-OWL versión 3.2 beta*, *RacerPro versión 1.9.0* y *GraphViz versión 2.8* para el sistema operativo Windows.

Palabras Clave:

Ontología, razonador, robot móvil, mapa, navegación.

1. Introducción

Este informe técnico presenta una ontología cuyo objetivo es organizar el conocimiento que podría contener el mapa de la planta de un edificio, a través del que podría navegar un robot móvil. Esta ontología parte de los elementos arquitectónicos básicos del edificio para definir habitaciones, pasillos y accesos a dicho edificio y se completa con la definición de los objetos que podría encontrar el robot en cada lugar, llegando a concretar hasta la división en partes de una silla, un sillón y una silla de oficina para su posterior identificación por un robot móvil mediante un sistema de visión.

2. Descripción del Software Utilizado

Para llevar a cabo la ontología propuesta se han utilizado las siguientes aplicaciones:

- *Protégé-Owl versión 3.2 beta*¹ para el sistema operativo Windows. Se trata de un editor de ontologías libre con licencia pública, por medio del cual se han obtenido los ficheros *mapa_planta_edificio.owl*, *mapa_planta_edificio.pprj* y *mapa_planta_edificio.repository*, los cuales contienen la implementación de la ontología “Mapa Planta Edificio” y se adjuntan a este informe técnico.
- *RacerPro versión 1.9.0*² para el sistema operativo Windows, funcionando bajo una licencia educacional obtenida el 15/06/2006 para el uso personal de Zoe Falomir Llansola, estudiante de la Universitat Jaume I. Se trata de un razonador OWL (*Web Ontology Language*) y de un servidor de inferencias para la Web Semántica.
- *GraphViz versión 2.8*³ para el sistema operativo Windows. Se trata de un software libre con licencia pública para la visualización de grafos.

3. Descripción de la Ontología “Mapa Planta Edificio”

En el apartado 3.1, se presentan las clases y subclases de la ontología “Mapa Planta Edificio” y en el apartado 3.2, las propiedades de ésta. Tanto las clases y subclases como las propiedades de la ontología han sido documentadas en castellano y en inglés. En el apartado 3.3, se describen las definiciones realizadas en dicha ontología; y finalmente, en el apartado 3.4, se presentan los grafos de la ontología final.

3.1. Clases y Subclases

Como se puede observar en la Figura 1, las clases principales de la ontología “Mapa Planta Edificio” son: la clase *Mapa_Planta_Edificio*, la clase *Habitación*, la clase *Acceso*, la clase *Pasillo*, la clase *Elemento_Arquitectónico* y la clase *Objeto*, siendo las cuatro últimas disjuntas entre ellas, es decir, lo que es una *Habitación* no puede ser ni un *Acceso*, ni un *Pasillo*, ni un *Elemento_Arquitectónico*, ni un *Objeto*.

Las subclases disjuntas de la clase *Acceso* que se han definido son: *Escaleras*, *Rampa*, *Ascensor*, y *Puerta_Principal*, teniendo la última como subclases a *Puerta_Principal_Automática* y *Puerta_Principal_Manual*.

La clase *Elemento_Arquitectónico* tiene como subclases disjuntas las siguientes: *Puerta*, *Ventana*, *Pared* y *Esquina*.

Finalmente, como subclases disjuntas de *Objeto* se han definido:

- *Equipos_Electrónicos*, cuyas subclases disjuntas son: *Cocina eléctrica*, *Microondas*, *Fotocopiadora*, *Teléfono*, *Ordenador*, *Proyector*, *Televisión*, *Impresora*, *Nevera* y *Robot*, teniendo la última como subclases: *Robot móvil* y *Robot manipulador*.

¹ <http://protege.stanford.edu/>

² <http://www.racer-systems.com/>

³ <http://www.graphviz.org/>

- *Mobiliario*, cuyas subclases disjuntas son: *Mesa*, *Silla*, *Papelera*, *Cama*, *Armario*, *Perchero*, *Banco*, *Estantería*, *Pizarra*, *Sofá*, *Lavabo*, *Fregadero*, *Contenedor*, *Váter* y *Partes Silla*, teniendo esta última las subclases *Asiento*, *Brazo*, *Pata*, *Respaldo* y *Rueda*.
- *Accesorios*, cuyas subclases disjuntas son: *Planta* (vegetal), *Libro*, *Espejo* y *Bolígrafo*.



Figura 1. Jerarquía de clases de la ontología *Mapa Planta Edificio*.

3.2. Propiedades

Las propiedades definidas en la ontología “Mapa Planta Edificio” son las siguientes:

- contiene_objeto*, propiedad que define los objetos incluidos en una habitación. Su propiedad inversa es *objeto_contenido_en*.
- compuesto_por*, propiedad que define los elementos que forman parte de un mapa de la planta de un edificio o de una habitación. Su propiedad inversa es *compone*.
- conecta*, propiedad que define la continuidad en el espacio de dos elementos. Su propiedad inversa es *es_conectado*.
- tiene_partes_silla*, propiedad que determina el tipo y cantidad de partes que forman parte de una *Silla*, *Sillón* o *Silla de oficina*. Su propiedad inversa es *partes_parte_de_silla* y sus subpropiedades son:
 - tiene_respaldo*, con su inversa *respaldo_parte_de*.
 - tiene_brazo*, con su inversa *brazo_parte_de*.
 - tiene_asiento*, con su inversa *asiento_parte_de*.
 - tiene_pata*, con su inversa *pata_parte_de*.
 - tiene_rueda*, con su inversa *rueda_parte_de*.
- tiene_localizacion_topologica*, propiedad que define la orientación de las partes en las que se divide una *Silla*, *Sillón* o *Silla de oficina*. Su propiedad inversa es *localizado_topológicamente_en* y sus subpropiedades son:
 - localizado_delante*, propiedad que define la orientación de las partes en las que se divide una *Silla*, *Sillón* o *Silla de oficina*. Su propiedad inversa es *localizado_detrás*.
 - localizado_arriba*, propiedad que define la orientación de las partes en las que se divide una *Silla*, *Sillón* o *Silla de oficina*. Su propiedad inversa es *localizado_abajo*.
 - toca_perpendicularmente*, propiedad que define la relación entre de las partes en las que se divide una *Silla*, *Sillón* o *Silla de oficina*. Su propiedad inversa es *es_tocado_perpendicularmente*.
 - es_disjunto*, propiedad que define la relación entre las partes en las que se divide una *Silla*, *Sillón* o *Silla de oficina*. Su propiedad inversa es *está_disjunto*.

3.3. Definiciones

A partir de las clases y subclases definidas en el apartado 2.1 y de las propiedades descritas en el apartado 2.2, se han realizado las siguientes definiciones:

a. Mapa Planta Edificio:

Un mapa de la planta de un edificio consta, al menos, de una *Habitación* y de un *Acceso* y puede tener de ninguno a varios *Pasillos* y *Objetos*. Así pues, la condición necesaria para definir *Mapa Planta Edificio*, se puede observar en la Figura 2.



Figura 2. Definición de *Mapa Planta Edificio*.

b. Habitación:

Una habitación consta, al menos, de los *Elementos Arquitectónicos*: *Esquina*, *Pared* y *Puerta*; pudiendo tener de ninguna a varias *Ventanas* (Figura 3).



Figura 3. Definición de *Habitación*.

c. Pasillo:

Un pasillo consta, al menos, de los *Elementos Arquitectónicos*: *Esquina* y *Pared*. Puede tener de ninguna a varias *Ventanas* aunque no puede tener ninguna *Puerta*, ya que ésta se considera parte de una *Habitación* o un *Acceso* al edificio. Además un pasillo conecta *Habitaciones* (Figura 4).

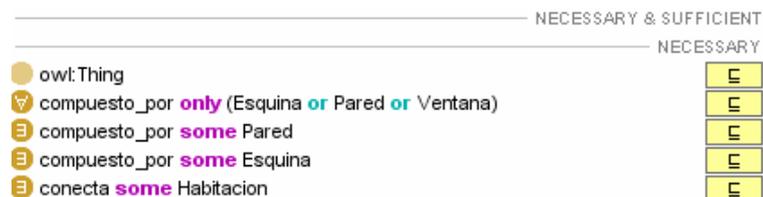


Figura 4. Definición de *Pasillo*.

d. Habitación vacía:

En una habitación vacía solamente podremos encontrar *Elementos Arquitectónicos*, es decir, ningún *Objeto*. De la misma forma, si sólo encontramos *Elementos Arquitectónicos* en una habitación, la podremos considerar una *Habitación vacía* (Figura 5).

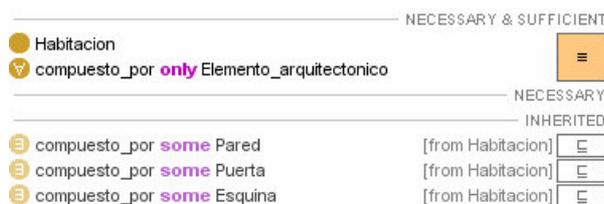


Figura 5. Definición de *Habitación vacía*.

e. *Habitación con nombre*:

Como subclase de *Habitación* definimos *Habitación con nombre*, bajo la cual se definen las subclases disjuntas: *Baño*, *Despacho*, *Laboratorio*, *Vestíbulo*, *Aula*, *Seminario*, *Sala de descanso*, *Cocina*, *Dormitorio* y *Sala de estar*. Cada una de las cuales se determina por el tipo de objetos que contienen:

- *Baño*, siempre que una habitación contenga los objetos váter y lavabo, se tratará de un baño. Igualmente, si nos encontramos en un baño, éste deberá tener obligatoriamente un váter y un lavabo (Figura 6).

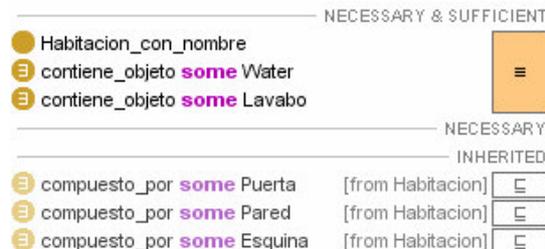


Figura 6. Definición de *Baño*.

- *Despacho*, deberá ser una habitación que contenga los objetos: mesa, papelera, armario y/o estantería, silla y/o silla de oficina, teléfono y ordenador (Figura 7).



Figura 7. Definición de *Despacho*.

- *Laboratorio*, se trata de una habitación que contenga los objetos: mesa, ordenador, teléfono, papelera, armario y/o estantería, silla y/o silla de oficina, robot y/o impresora y/o fotocopiadora. Además, debe contener como mínimo 10 objetos en total (Figura 8).



Figura 8. Definición de *Laboratorio*.

- *Aula*, es una habitación que contiene al menos una mesa, una pizarra, una silla y un ordenador y/o proyector (Figura 9).



Figura 9. Definición de *Aula*.

- *Seminario*, es una habitación que sólo contiene sillas, mesas y pizarras (Figura 10).



Figura 10. Definición de *Seminario*.

- *Sala de descanso*, debe contener los objetos: microondas, fregadero, nevera, mesa, silla y/o sillón y sofá (Figura 11).



Figura 11. Definición de *Sala de descanso*.

- *Cocina*, contiene los objetos: cocina eléctrica y/o microondas, fregadero y nevera (Figura 12).

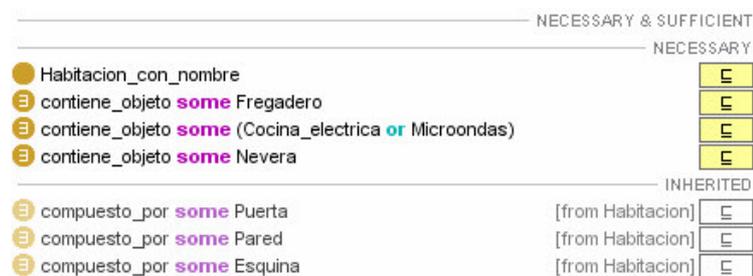


Figura 12. Definición de *Cocina*.

- *Dormitorio*, siempre que una habitación contenga una cama, se tratará de un dormitorio. De la misma forma, siempre que nos encontremos con una cama, nos encontraremos en un dormitorio, el cual deberá contener también un armario (Figura 13).

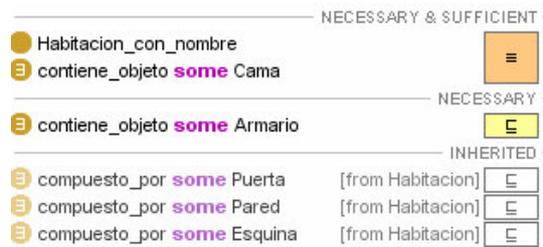


Figura 13. Definición de *Dormitorio*.

- *Sala de estar*, se trata de una habitación que contiene los objetos: televisión, mesa, sofá, silla y/o sillón (Figura 14).



Figura 14. Definición de *Sala de estar*.

f. *Habitación para dar clase*:

Siempre que una habitación contenga, al menos, una silla, una mesa y una pizarra podrá utilizarse para dar clase. Así pues, una habitación para dar clase deberá contener al menos los elementos anteriores (Figura 15).



Figura 15. Definición de *Habitación para dar clase*.

A partir de esta definición, el razonador *RacerPro* infiere que las habitaciones para dar clase son *Aula* y *Seminario*, tal y como se puede ver en la jerarquía de la Figura 16.



Figura 16. Jerarquía inferida de *Habitación para dar clase* y *Habitación para trabajar*.

g. Habitación para trabajar:

Una habitación para trabajar deberá contener al menos una silla, una mesa y un ordenador y siempre que una habitación disponga de estos objetos podrá utilizarse para trabajar (Figura 17).



Figura 17. Definición de *Habitación para trabajar*.

A partir de esta definición, el razonador *RacerPro* infiere que las habitaciones para trabajar son *Despacho* y *Laboratorio*, tal y como se puede ver en la jerarquía inferida de la Figura 16.

h. Mapa planta con nombre:

Como subclase de *Mapa planta edificio* definimos *Mapa planta con nombre*, bajo la cual se definen las subclases disjuntas: *Mapa planta aulario*, *Mapa planta edificio TI* y *Mapa planta vivienda*. Cada una de las cuales se determina por el tipo de habitaciones y accesos que contienen:

▪ Mapa planta aulario:

Definimos un mapa de la planta del aulario como un mapa de la planta de un edificio con nombre, el cual consta, al menos, de un ascensor, un pasillo, un baño, un aula, un laboratorio, una puerta principal automática y una rampa (Figura 18).



Figura 18. Definición de un *Mapa de la planta del aulario*.

▪ Mapa planta edificio TI:

Un mapa de la planta del edificio TI se define como un mapa de la planta de un edificio con nombre que consta, al menos, de una sala de descanso, un laboratorio, una rampa, un baño, un pasillo, un despacho, un seminario y un ascensor (Figura 19).



Figura 19. Definición de un *Mapa de la planta del edificio TI*.

▪ Mapa planta vivienda:

Definimos un mapa de la planta de una vivienda como aquel mapa de la planta de un edificio con nombre que consta, al menos, de una cocina, un dormitorio, una sala de estar, un pasillo, unas escaleras, un baño y una puerta principal manual (Figura 20).

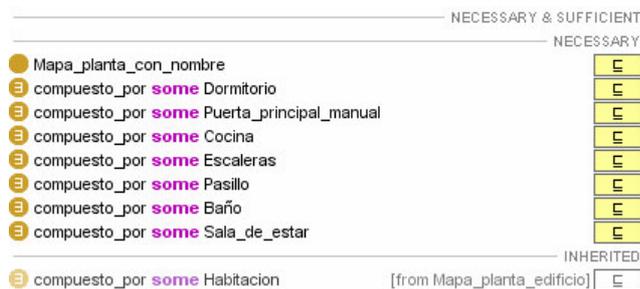


Figura 20. Definición de un *Mapa de la planta de una vivienda*.

i. Mapa planta edificio universidad:

Un mapa de una planta de un edificio de la universidad será aquel mapa de la planta de un edificio que tenga al menos un laboratorio y un aula o seminario. Además, aquel mapa de la planta de un edificio que contenga al menos un laboratorio y al menos un aula y/o seminario será considerado como un mapa de una planta de un edificio de la universidad (Figura 21).

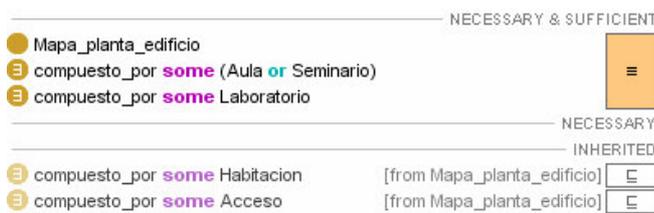


Figura 21. Definición de un *Mapa de la planta de un edificio de la universidad*.

A partir de esta definición, el razonador *RacerPro* infiere que los mapas de la planta de un edificio de la universidad son *Mapa planta aulario* y *Mapa planta edificio TI*, tal y como se puede ver en la jerarquía inferida de la Figura 22.



Figura 22. Jerarquía inferida de *Mapa de la planta de un edificio de la universidad* y de *Mapa de la planta de un edificio accesible para un robot móvil*.

j. Mapa planta edificio accesible robot móvil:

Un mapa de una planta de un edificio accesible para un robot móvil será aquel mapa de la planta de un edificio que tenga algún acceso que sea o un ascensor o una rampa o una puerta principal automática. De

la misma forma, si un mapa de la planta de un edificio consta de alguno de estos accesos, será considerado como un mapa de la planta de un edificio accesible para un robot móvil (Figura 23).

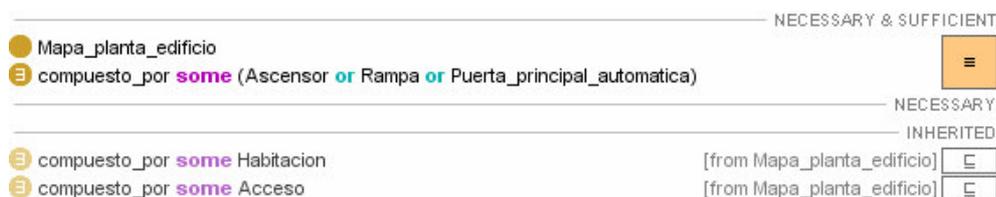


Figura 23. Definición de un *Mapa de la planta de un edificio accesible para un robot móvil*.

A partir de esta definición, el razonador *RacerPro* infiere que los mapas de la planta de un edificio accesible por un robot móvil son *Mapa planta aulario* y *Mapa planta edificio TI*, tal y como se puede ver en la jerarquía inferida de la Figura 22.

k. *Silla*:

Definimos una silla común como un objeto de mobiliario que tiene un asiento, como mínimo 3 patas y un respaldo (Figura 24).

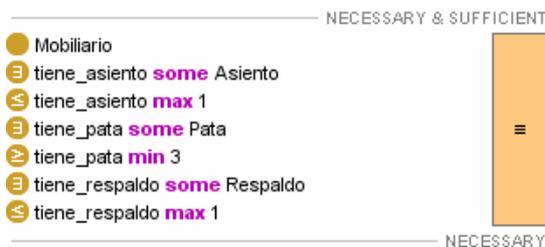


Figura 24. Definición de una *Silla*.

En esta ontología hemos optado por la definición más simple de silla, aunque posiblemente debería ser ampliada en un futuro para que cualquier diseño/modelo de silla más moderno y/o ergonómico pudiese ser clasificado como tal.

l. *Sillón*:

Definimos un sillón como una silla que tiene dos brazos (Figura 25).



Figura 25. Definición de un *Sillón*.

m. *Silla oficina*:

Definimos una silla de oficina como un sillón con al menos 3 ruedas (Figura 26).



Figura 26. Definición de una *Silla de oficina*.

n. Partes de silla:

Una vez definidos *Silla*, *Sillón* y *Sillón de oficina* a partir de sus componentes, definimos dichos componentes a partir de la relación que tienen éstos entre sí:

- Asiento, parte de una silla que se encuentra tocando perpendicularmente a la parte *respaldo* y a la parte *pata* y que se encuentra localizado debajo y delante de la parte *respaldo* y arriba de la parte *pata* (Figura 27).

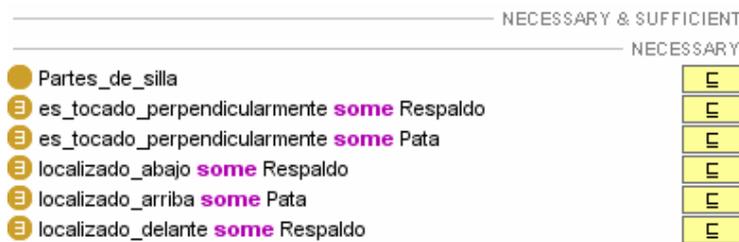


Figura 27. Definición de un *Asiento*.

- Brazo, parte de una silla que toca perpendicularmente a la parte *respaldo*, que se encuentra localizada arriba y delante de la parte *asiento* y que es disjunta de las partes *pata* y *asiento* (Figura 28).

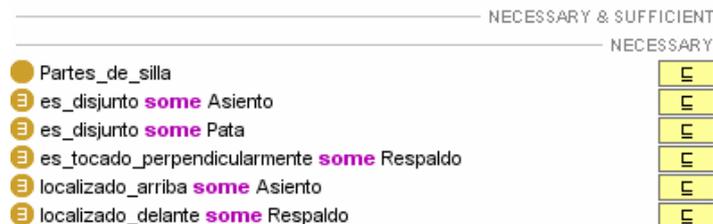


Figura 28. Definición de un *Brazo*.

- Pata, parte de una silla que toca perpendicularmente a la parte *asiento*, que es disjunta de la parte *respaldo* y que se encuentra localizada debajo de las partes *asiento* y *respaldo* (Figura 29).

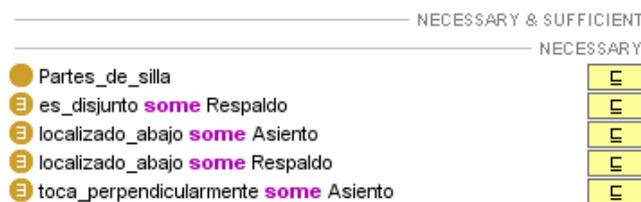


Figura 29. Definición de una *Pata*.

- *Respaldo*, parte de una silla que toca perpendicularmente a la parte *asiento*, es disjunta de la parte *pata* y está localizada arriba y detrás de la parte *asiento* y arriba de la parte *pata* (Figura 30).



Figura 30. Definición de una *Respaldo*.

- *Rueda*, parte de una silla que toca perpendicularmente una parte *pata*, es disjunta de las partes *asiento* y *respaldo* y está localizada debajo de las partes *pata*, *asiento* y *pata*.



Figura 31. Definición de una *Rueda*.

3.4. Grafos de la Ontología Final

A continuación, se muestran los grafos de la ontología final, obtenidos mediante el plug-in *OWLviz* de *Protégé-OWL*, el cual utiliza la herramienta *GraphViz* v. 2.8. Concretamente, en la Figura 14, se muestra la jerarquía de clases insertadas en la ontología “Mapa Planta Edificio”, mientras que, en la Figura 15, aparece toda la jerarquía de clases de dicha ontología, incluyendo las clases inferidas por el razonador *RacerPro*.

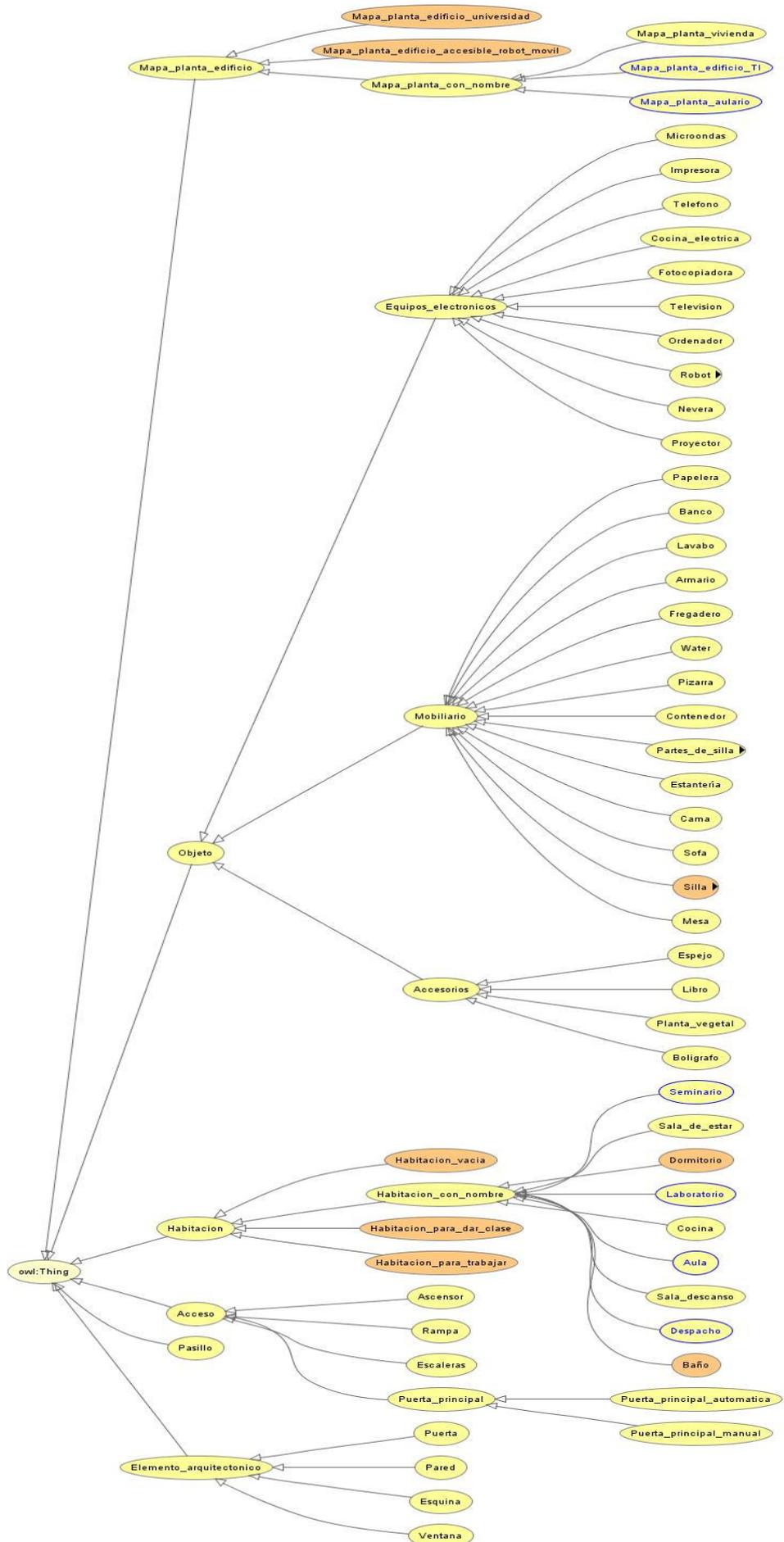


Figura 14. Jerarquía de clases insertadas en la ontología *Mapa Planta Edificio*.

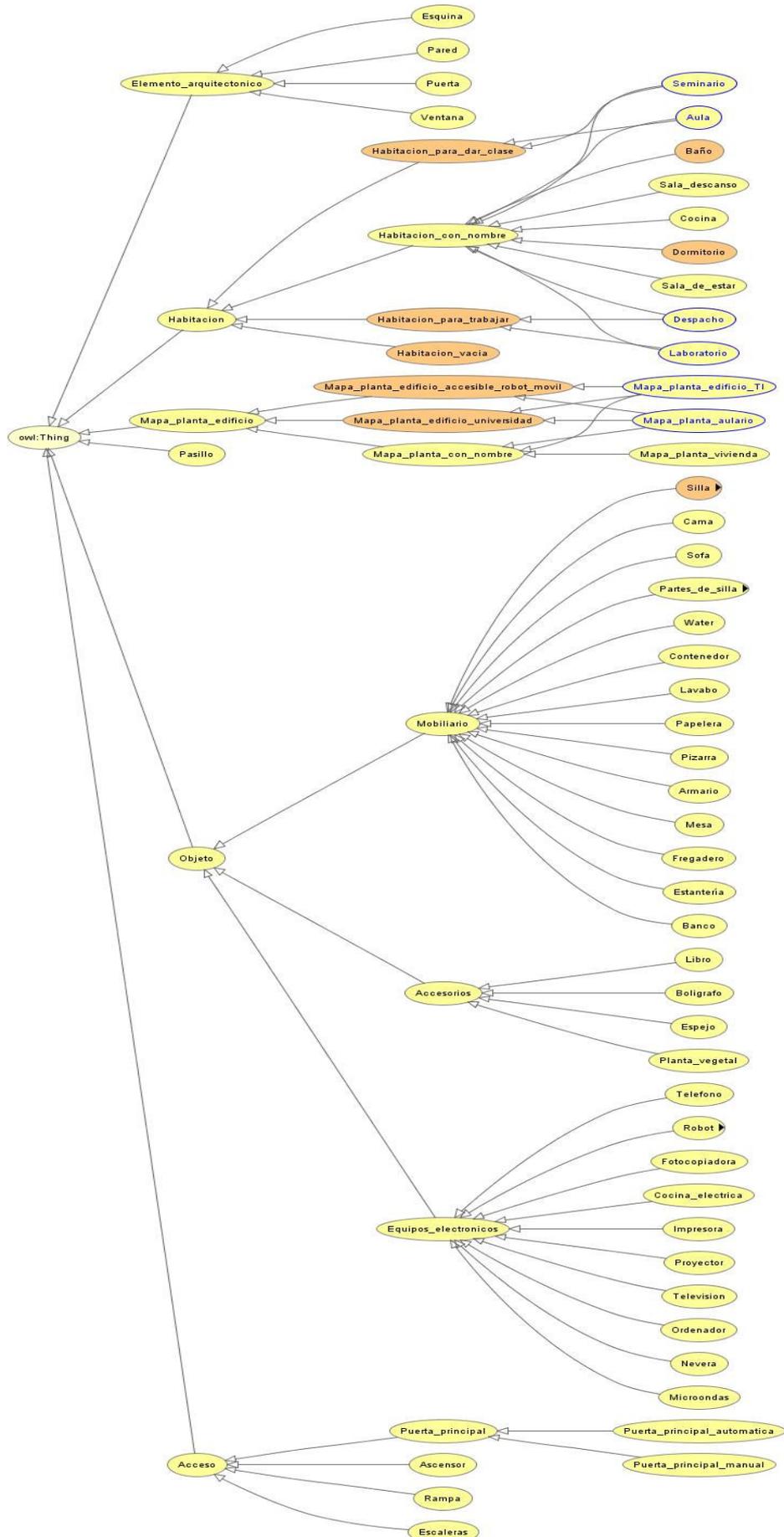


Figura 15. Jerarquía de clases de la ontología *Mapa Planta Edificio*, incluyendo las inferidas por *RacerPro*.

4. Conclusiones

En este informe técnico se ha presentado una ontología del mapa de la planta de un edificio. Dicha ontología podría ser construida por un robot móvil a medida que navegara a través del edificio o podría serle transferida de antemano, con lo cual, el robot conocería la estructura de la planta del edificio sin haber estado previamente en él. Esto sería posible, siempre y cuando, el robot fuera capaz de reconocer los elementos estructurales más básicos del edificio (paredes, esquinas, puertas y ventanas) y los objetos que se encontrara en su camino. Para identificar dichos objetos, el robot debería poder descomponerlos en sus partes más básicas y relacionar topológicamente dichas partes entre ellas, como ocurre en la definición de *Silla*, para poder establecer una equivalencia de la imagen captada por su sistema de visión con la estructura semántica correspondiente.