

Università degli Studi di Torino

Dipartimento di informatica



Corso di Modellazione Concettuale per il Web  
Semantico

**Funghi&Funghi**  
**Un'ontologia per i funghi della**  
**Gallura**

Andrea Fancellu, 838776

---

ANNO ACCADEMICO 2023/2024

# Indice

<b>1</b>	<b>Introduzione</b>	<b>2</b>
1.1	Motivazioni . . . . .	2
1.2	Requisiti . . . . .	2
1.2.1	Finalità . . . . .	2
1.2.2	Task . . . . .	3
1.2.3	Utenti . . . . .	3
1.3	Descrizione del Dominio . . . . .	3
1.4	Competency Questions . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Documentazione</b>	<b>6</b>
2.1	Documentazione sul Dominio . . . . .	6
2.1.1	<i>NCBI_Taxon</i> . . . . .	6
2.1.2	<i>foodOn</i> . . . . .	6
2.1.3	Ontologia Friend Of A Friend . . . . .	8
2.1.4	Sito web <i>Funghi Italiani</i> . . . . .	8
2.1.5	Articolo di Alessandro Ruggero . . . . .	10
2.1.6	File tabellare prodotto da un raccoglitore esperto . . . . .	10
2.1.7	Wikipedia . . . . .	11
2.2	LODE . . . . .	13
<b>3</b>	<b>Visualizzazione</b>	<b>14</b>
3.1	Tassonomia delle Classi . . . . .	14
3.2	Interazioni tra classi . . . . .	15
3.3	Triple di esempio e graphDB . . . . .	16
3.3.1	<i>Amanita Caesarea 2</i> . . . . .	16
3.3.2	<i>Cestino di Gavino</i> . . . . .	17
3.4	Ontology Design Pattern: BAG . . . . .	19
<b>4</b>	<b>Estensioni</b>	<b>20</b>
4.1	Interrogazione dell'ontologia . . . . .	20
4.1.1	Flow Chart dell'interazione . . . . .	20
4.1.2	Mockup . . . . .	21
4.1.3	Esempio di interazione . . . . .	23
4.1.4	Query SPARQL . . . . .	23
4.2	Base di Regole SWRL . . . . .	26

# Capitolo 1

## Introduzione

Nel seguente documento si presenta Funghi&Funghi, ontologia che tratta i funghi della Gallura, subregione storica e geografica della Sardegna settentrionale. L'ontologia, corredata di documentazione *LODE*, è reperibile al link: [Funghi&Funghi](https://www.aslgallura.it/ispettorato-micologico-non-commestibili-molti-dei-funghi-esaminati/).

### 1.1 Motivazioni

La Gallura, con le sue tradizioni e la sua biodiversità, ha sempre avuto un legame profondo con la natura e i suoi prodotti. In particolare, la raccolta dei funghi è un'attività radicata nella cultura locale, praticata da generazioni e perfettamente integrata nelle ricette locali. Allo stesso tempo però, la sicurezza alimentare è una questione di primaria importanza. L'abbondanza di funghi velenosi, che possono essere confusi con quelli commestibili, rappresenta un rischio significativo per i raccoglitori inesperti<sup>1</sup>. Un'ontologia ben strutturata può aiutare a prevenire intossicazioni, fornendo informazioni chiare e affidabili su come riconoscere e distinguere le diverse specie. Questo potrebbe contribuire a ridurre il numero di incidenti legati al consumo di funghi velenosi. I funghi rappresentano, inoltre, un'alternativa sostentabile al problema ambientale in corso, in quanto, se raccolti correttamente senza deturpare il terreno in cui crescono spontaneamente, forniscono un alimento a basso impatto ambientale. Promuovere un consumo consapevole e informato è quindi necessario e di vitale importanza per favorire lo sviluppo dell'ecosistema sardo.

### 1.2 Requisiti

Nella seguente sezione si presentano i requisiti generali dell'ontologia, analizzando finalità, task a cui l'ontologia è rivolta e possibili utenti finali.

#### 1.2.1 Finalità

La finalità principale dell'ontologia è la creazione di una struttura che raggruppi le conoscenze relative alle specie fungine galluresi. Funghi&Funghi si pone come uno strumento di supporto per iniziative di ricerca scientifica, educazione ambientale e sicurezza alimentare.

---

<sup>1</sup><https://www.aslgallura.it/ispettorato-micologico-non-commestibili-molti-dei-funghi-esaminati/>

### 1.2.2 Task

Il task per cui l'ontologia potrà essere utilizzata è la consultazione, declinato nelle seguenti modalità:

- fornire una base di conoscenza consultabile che permetta agli utenti di identificare rapidamente le specie fungine tramite descrizioni dettagliate e immagini;
- servire come riferimento scientifico per micologi, botanici e ricercatori, fornendo dati accurati e aggiornati sulle caratteristiche morfologiche e biologiche dei funghi;
- supportare la verifica e l'identificazione dei funghi raccolti, prevenendo errori che potrebbero portare a intossicazioni.

### 1.2.3 Utenti

L'ontologia sui funghi della Gallura si rivolge a due tipologie di utenti:

- **raccoglitori**, persone che raccolgono funghi per uso personale e necessitano di uno strumento affidabile per discernere le specie commestibili da quelle tossiche;
- **micologi**, persone che necessitano di una fonte di informazioni dettagliata e scientificamente accurata, in grado di supportare il proprio lavoro.

## 1.3 Descrizione del Dominio

La Gallura, situata nella zona settentrionale della Sardegna, è una regione caratterizzata da una notevole diversità geografica e climatica. Il territorio comprende il massiccio del Monte Limbara, con altitudini che superano i 1.300 metri, colline coperte da una densa macchia mediterranea, ampie pianure e una lunga fascia costiera, con spiagge e scogliere che si affacciano sul Mar Tirreno. Questo variegato mosaico di ecosistemi rende la Gallura un habitat ideale per una vasta gamma di specie fungine, in particolare di basidiomiceti, che includono sia funghi commestibili di grande valore gastronomico che funghi velenosi, talvolta anche mortali. I basidiomiceti rappresentano una delle cinque divisioni del genere *fungi*. Nonostante rappresentino solo un'esigua percentuale della totalità dei funghi esistenti<sup>2</sup>, essi rappresentano la maggioranza dei funghi raccolti dall'uomo, in quanto presentano un corpo fruttifero esterno, il carpoforo, a cui comunemente viene associato il nome di fungo. Il carpoforo è composto da un gambo e un cappello. La zona al di sotto del cappello che può essere articolata in lamelle, strutture affusolate che ricoprono l'intera superficie; o tubuli, piccoli fori che formano una sorta di spugna. I funghi hanno, inoltre, un rapporto stretto con l'ambiente che li circonda, in particolare con gli alberi, di cui possono essere:

- simbionti (o micorrizici);
- parassiti;

---

<sup>2</sup>[https://www.researchgate.net/publication/361804256\\_Study\\_of\\_Aскомицети\\_and\\_Basidiомицети\\_Fungi Macro\\_A\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/361804256_Study_of_Aскомицети_and_Basidiомицети_Fungi Macro_A_Review)

- saprofitti.

La prima classe indica funghi in grado di condividere sostanze nutritive con le radici di un albero, stabilendo una relazione vantaggiosa per entrambi gli organismi. La seconda classe include funghi che vivono a spese dell'albero ospite, causando ad esso danni e talvolta portandolo alla morte. La terza classe è costituita da funghi che traggono sostentamento dal materiale organico morto, contribuendo al ciclo dei nutrienti nel suolo.

Si tenga presente che in Sardegna il rapporto simbiotico, saprofitico e parassitico tra alberi e funghi trova una sua originalità unica e rara. Moltissimi funghi, infatti, originariamente in simbiosi con le radici di alberi specifici, in Sardegna si trovano legati ad altre strutture arboree. Questo fenomeno è particolarmente evidente in Gallura, dove le specie fungine hanno adattato le loro relazioni ecologiche alle particolari condizioni ambientali e alla vegetazione locale, anche a causa della presenza della quercia da sughero, albero particolarmente comune nei boschi della Gallura.

Tra le classi di funghi più comuni dell'area geografica oggetto di analisi, possiamo citare:

- **Amanita**, classe di funghi simbionti caratterizzati da lamelle al di sotto del cappello e da una membrana che avvolge il carpoforo nello stato iniziale della vita, che può lasciare tracce su gambo e cappello nel periodo della maturità. A questa classe afferiscono alcune tra le specie più tossiche (*Amanita Phalloides*, *Amanita Verna*), ma anche una delle specie più apprezzate in ambito culinario (*Amanita Caesarea*);
- **Boletus**, classe di funghi simbionti caratterizzati dalla presenza di tubuli al posto delle lamelle sotto il cappello. Tra le specie più conosciute e ricercate c'è il *Boletus Edulis*, comunemente noto come porcino, rinomato per il suo sapore eccellente e la sua versatilità in cucina.
- **Tricholoma**, un genere di funghi saprofitti. Alcune specie, come il *Tricholoma Portentosum*, sono considerate eccellenti in cucina, ma altre, come il *Tricholoma Pardinum*, sono molto tossiche. Il loro habitat include boschi di montagna.
- **Armillaria**, un genere di funghi prevalentemente parassiti, noti per causare malattie nelle foreste, come il marciume radicale. *Armillaria mellea*, conosciuto come chiodino, è uno dei più noti. Nonostante la sua natura parassitaria, i chiodini sono apprezzati in cucina, sebbene richiedano una cottura adeguata per eliminare eventuali tossine.

## 1.4 Competency Questions

Alcuni esempi di domande a cui il sistema deve essere in grado di rispondere sono:

- "quali sono le caratteristiche morfologiche distintive di un determinato fungo (ad esempio *Amanita Caesarea*)?";
- "quali funghi possono essere raccolti in autunno in Gallura?";
- "in quale periodo dell'anno cresce il *Boletus edulis* in Gallura?";

- "quali specie di funghi della Gallura sono velenose?";
- "quali specie di funghi commestibili si trovano nella regione della Gallura?";
- "con quale fungo è confondibile l'*Amanita Caesarea*?".

# Capitolo 2

## Documentazione

### 2.1 Documentazione sul Dominio

La documentazione è composta da una varietà di risorse informali, specifiche e standard esistenti, che contribuiscono alla comprensione del tema trattato. Tra queste risorse spiccano *NCBI\_Taxon*<sup>3</sup> (*National Center for Biotechnology Information Taxonomy*), l'ontologia *foodOn*<sup>4</sup>, l'ontologia *Friend Of A Friend*<sup>5</sup>, il sito web *Funghi Italiani*<sup>6</sup>, e l'articolo del micologo Alessandro Ruggero "*Contributo alla conoscenza della flora micologica del massiccio del Limbara*"<sup>7</sup>. Tra i documenti informali utilizzati si riportano invece *Wikipedia*, utilizzato per classificare alcune specie fungine e individuare caratteristiche rilevanti, e un documento prodotto da un raccoglitore gallurese.

#### 2.1.1 *NCBI\_Taxon*

Il progetto *NCBI\_Taxon* rappresenta una risorsa preziosa per l'ontologia sui funghi della Gallura. Questo standard fornisce un quadro concettuale strutturato per descrivere in dettaglio le caratteristiche, le proprietà e le relazioni tra entità biologiche, inclusi i funghi. Navigando a partire da *Basidiomycota*, classe rappresentante i basidiomiceti, già descritti nel capitolo precedente, è stato possibile individuare alcune classi di funghi rilevanti per il dominio scelto. L'ontologia è stata allineata a *NCBI\_Taxon* ponendo la classe fungo come *subClassOf Basidiomycota*, in modo da limitare la trattazione ai soli basidiomiceti. Inoltre sono state allineate mediante *EquivalentTo* le classi *Amanita*, *Boletus* e *Tricholoma* di Funghi&Funghi con le classi corrispondenti (e omonime) in *NCBI\_Taxon*.

#### 2.1.2 *foodOn*

L'ontologia *foodOn* mira a fornire una rappresentazione degli alimenti e delle risorse correlate al cibo. Integra concetti che coprono una vasta gamma di categorie, inclusi i funghi. L'ontologia *foodOn* è stata utilizzata per allineare la classe *Armillaria* alla classe *Honey Mushroom*, in quanto assente nella tassonomia NCBI\_Taxon.

<sup>3</sup><https://bioportal.bioontology.org/>

<sup>4</sup><https://www.ebi.ac.uk/ols4/ontologies/foodon>

<sup>5</sup><http://xmlns.com/foaf/spec/>

<sup>6</sup><https://funghi.funghiitaliani.it/>

<sup>7</sup><https://www.researchgate.net/publication/321944968>

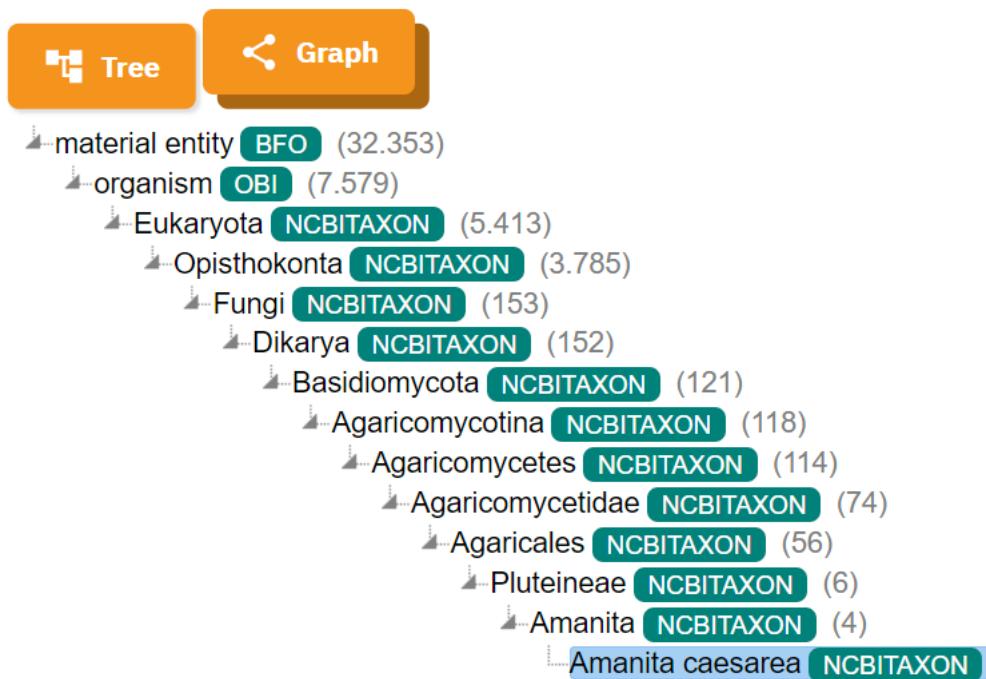


Figura 2.1: Posizione dell'Amanita Caesarea nella tassonomia di NCBI\_Taxon

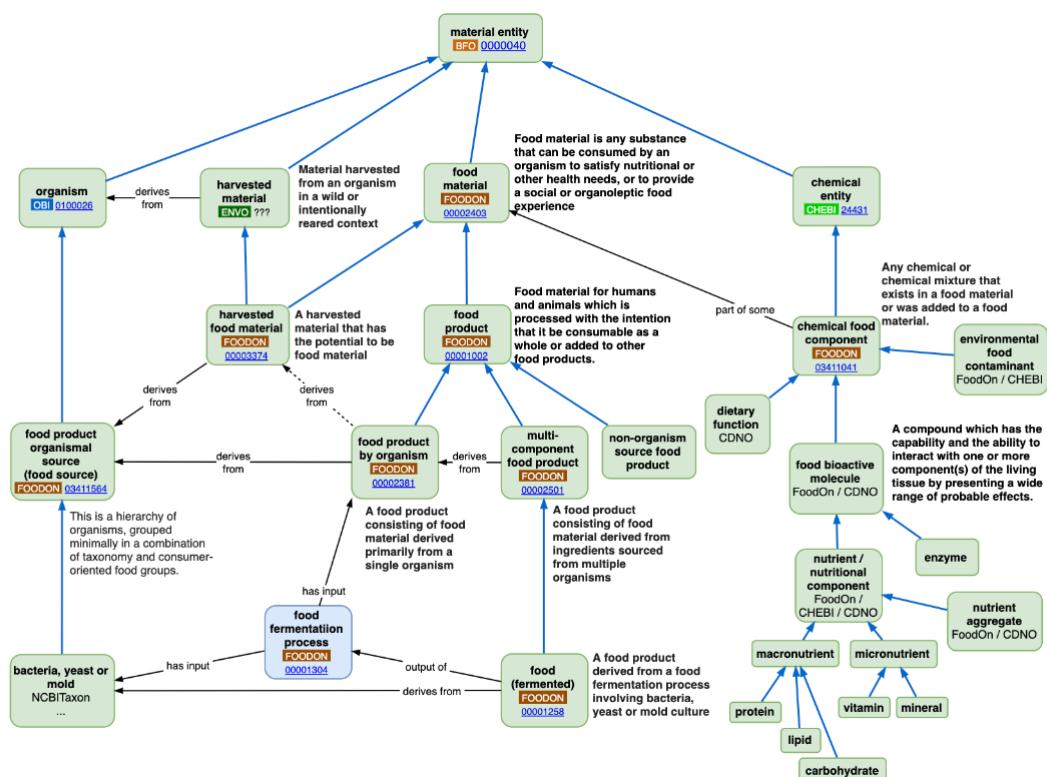


Figura 2.2: Struttura generale foodOn

### 2.1.3 Ontologia Friend Of A Friend

L'ontologia *Friend Of A Friend* (*foaf*) è stata utilizzata per definire la classe *Raccoglitore*. In particolare, è stata specificata come sottoclasse (*SubClassOf*) della classe *foaf:Person*. Questo implica che ogni istanza della classe *Raccoglitore* sia anche un'istanza della classe *foaf:Person*, ereditandone tutte le proprietà e caratteristiche. Questo tipo di definizione permette di utilizzare le informazioni relative ai raccoglitori nel contesto più ampio delle persone.

### 2.1.4 Sito web *Funghi Italiani*

Il sito web *Funghi Italiani* si è rivelato di primaria importanza per lo sviluppo dell'ontologia dei funghi della Gallura. Questo portale offre la possibilità di cercare funghi e ottenere informazioni dettagliate su di essi, comprese descrizioni strutturali del carpoforo, habitat, commestibilità e tossicità.

INDICE DELLE SCHEDE								
Scheda	Genere	Specie	Autore	Micr.	Famiglia	Com.	Tossicologia	Aggiorn.
<input type="button" value="P -"/> <input type="button" value="P amanita"/>	<a href="#">Amanita</a>	<i>amici</i>	Gillet 1898					25/01/2022
<input type="button" value="P -"/> <input type="button" value="P amanita"/>	<a href="#">Amanita</a>	<i>argentea</i>	Huijsman 1959					21/06/2017
<input type="button" value="P -"/> <input type="button" value="P amanita"/>	<a href="#">Amanita</a>	<i>aspera</i>	(Pers. : Fr.) Pers. 1800					27/01/2022
<input type="button" value="P -"/> <input type="button" value="P amanita"/>	<a href="#">Amanita</a>	<i>aspera</i>	sensu auct. mult. 2005					20/03/2017
<input type="button" value="P -"/> <input type="button" value="P amanita"/>	<a href="#">Amanita</a>	<i>battarrae</i>	(Boud.) Bon 1985	Amanitaceae		Commestibile dopo adeguata cottura		22/03/2017
<input type="button" value="P -"/> <input type="button" value="P amanita"/>	<a href="#">Amanita</a>	<i>brunneofuliginea</i>	Zhu L. Yang 1997	Amanitaceae		Commestibile dopo adeguata cottura		15/02/2022
<input type="button" value="P -"/> <input type="button" value="P amanita"/>	<a href="#">Amanita</a>	<i>caesarea</i>	Amanita caesarea (Scop. : Fr.) Pers. 1801	Amanitaceae				13/12/2016
<input type="button" value="P -"/> <input type="button" value="P amanita"/>	<a href="#">Amanita</a>	<i>ceceliae</i>	(Berk. & Broome) Bas 1984	Amanitaceae		Commestibile dopo adeguata cottura		23/03/2017
<input type="button" value="P -"/> <input type="button" value="P amanita"/>	<a href="#">Amanita</a>	<i>cistelorum</i>	Amanita cistelorum Contu & Pacioni 1998	Amanitaceae				22/03/2017
<input type="button" value="P -"/> <input type="button" value="P amanita"/>	<a href="#">Amanita</a>	<i>citrina</i>	Pers. 1797	Amanitaceae		Sindrome gastroenterica da indagare		08/12/2020
<input type="button" value="P -"/> <input type="button" value="P amanita"/>	<a href="#">Amanita</a>	<i>crocea</i>	(Quél.) Singer 1951	Amanitaceae		Commestibile dopo adeguata cottura		12/04/2017
<input type="button" value="P -"/> <input type="button" value="P amanita"/>	<a href="#">Amanita</a>	<i>curtipes</i>	E.-J. Gilbert 1941	Amanitaceae				12/04/2017
<input type="button" value="P -"/> <input type="button" value="P amanita"/>	<a href="#">Amanita</a>	<i>echinocephala</i>	(Vittad.) Quél. 1872	Amanitaceae		Sindrome norleucinica		12/04/2017
<input type="button" value="P -"/> <input type="button" value="P amanita"/>	<a href="#">Amanita</a>	<i>eliae</i>	Quél. 1872	Amanitaceae				18/04/2017
<input type="button" value="P -"/> <input type="button" value="P amanita"/>	<a href="#">Amanita</a>	<i>excelsa</i>	(Fr. : Fr.) Bertill. 1866					24/04/2017

Figura 2.3: Sezione del sito in cui è possibile cercare informazioni sui funghi

***Amanita caesarea*** (Scop. : Fr.) Pers. 1801**Tassonomia**Divisione **Basidiomycota**Classe **Agaricomycetes**Ordine **Agaricales**Famiglia **Amanitaceae**Genere **Amanita**Sottogenere **Amanita**Sezione **Caesareae****Nome italiano**

Ovolo buono.

**Etimologia**

L'epiteto *Amanita* deriva dal greco Αμανίτης [Amanitos] = fungo del monte Amano, da Αμανος [Amanos] = Amano, catena di monti tra la Cilicia e la Siria, nella Turchia asiatica, dove questa specie sembra fosse abbondante in antichità.

L'epiteto *caesarea* deriva dal latino *Caesareus* = dei Cesari imperatori.

**Cappello**

5-20 cm da emisferico a convesso-espanso pianeggiante a maturità, margine sempre nettamente striato; cuticola lucida, umida, facilmente asportabile, rosso arancio uniforme; abitualmente nudo o con alcuni lembi bianchi, residui del velo generale.

**Lamelle**

Molto fitte, intercalate da lamellule più corte, piuttosto larghe, libere al gambo e di colore giallo-uovo o giallo-dorato.

**Gambo**

2-3 x 8-18 cm, dritto, glabro, di forma quasi perfettamente cilindrica, presenta un certo ingrossamento alla base, mentre in alto tende ad assottigliarsi, si presenta pieno, duro e fibroso nel fungo giovane, farcito o quasi cavo nel fungo adulto. È di colore giallo-dorato o giallo-uovo.

Figura 2.4: Descrizione del fungo *Amanita Caesarea*

**Specie simili**

Le è simile l'*Amanita calyptroderma* G.F. Atk. & V.G. Ballen = *Amanita calyptrata* (Peck) = *Amanita lanei* (Murrill) Sacc. & Trotter, commestibile, cappello 10-30, arancione o giallo, ricoperto da ampi lembi bianchi del velo generale, volva enorme e bianca, gambo tozzo color crema come l'anello e le lamelle, cresce in America settentrionale, in autunno sotto querce e conifere.

Scheda di proprietà AMINT realizzata da Pietro Curti - Approvata e Revisionata dal CLR Micologico di AMINT.

Regione Umbria, Maggio 2012; Foto di Tomaso Lezzi

2° Comitato Scientifico A.Mi. Umbria - Spello (PG)

Ritrovamento sotto *Quercus frainetto*. Margine rigato, lamelle e carne gialli; anello giallo, rigato superiormente; volva membranacea bianca.



Figura 2.5: Sezione specie simili e fotografia di un esemplare di *Amanita Caesarea*

### 2.1.5 Articolo di Alessandro Ruggero

Il documento "Contributo alla conoscenza della flora micologica del Massiccio del Limbara (Gallura, Sardegna)" di Alessandro Ruggero e Marco Contu fornisce una lista di funghi raccolti nelle foreste del massiccio del Limbara, con caratteristiche annesse. Viene effettuato un confronto tra le specie raccolte in Sardegna e alcune specie rinvenute in Grecia, in cui cresce il medesimo genere di conifere. Il biotipo sardo è descritto come unico nel suo genere. Gli esemplari galluresi sono stati raccolti tra agosto e dicembre. Il confronto rivela somiglianze e differenze significative tra i due campioni, contribuendo così alla comprensione della distribuzione e della diversità della flora micologica mediterranea. Tale documento è stato importante per lo sviluppo dell'ontologia Funghi&Funghi per determinare con certezza la presenza di alcune specie fungine nel massiccio del Limbara.

### 2.1.6 File tabellare prodotto da un raccoglitore esperto

Un'ultima importante risorsa informale è rappresentata dal file creato da Gavino Fancellu, esperto raccoglitore di funghi gallurese. Il file, frutto dell'esperienza e della passione accumulata nel corso degli anni dal raccoglitore, mette in evidenza le relazioni tra funghi commestibili e velenosi, e tra funghi e alberi. Inoltre fornisce una prospettiva pratica ed empirica riguardo la presenza di alcune specie in Gallura. Ne è esempio il *Tricholoma Portentosum*, fungo sconosciuto ai più ma presente nel massiccio del Limbara. Seguono alcune immagini tratte dal file di riferimento:

Classe	n.	Ordine	n.	Famiglia	Genere	
Basidiomycétes	1	Boletales	a)	Boletaceae	<i>Bolétus Aestivalis</i>	<i>Tylopilus Felleus</i>
					<i>Boletus Edulis</i>	<i>Boletus Satanas</i>
					<i>Gomphidius Helveticus</i>	<i>Cortinarius Orellanus</i>
					<i>Paxillus</i>	
					<i>Phylloporus</i>	
					<i>Leccinum Scabrum</i>	<i>Chalciporus Piperatus</i>
2	Agaricáles	a)	Amanitaceae		<i>Amanita Ovoidea</i>	<i>Amanita Verna, A. Alba, A. Virosa</i>
					<i>Amanita Caesaria</i>	<i>Amanita Aureola</i>
					<i>Amanitopsis</i>	
					<i>Limacella</i>	
		b)	Volvariaceae		<i>Pluteus</i>	
					<i>Volvaria</i>	
		c)	Agaricaceae		<i>Agaricus Comtulus</i>	<i>Lepiota Cristata</i>
					<i>Agaricus Silvicola</i>	<i>Amanita Virosa</i>
					<i>Agaricus Bisporus</i>	<i>Agaricus Xanthodermus</i>
					<i>Cystoderma</i>	
					<i>Cystolepiota</i>	
					<i>Lepiota</i>	
					<i>Melanophyllum</i>	
		d)	Coprinaceae		<i>Còprinus</i>	
					<i>Lacrymaria</i>	
					<i>Psatyrella</i>	
		e)	Strophariaceae		<i>Hypoloma</i>	
					<i>Panèolus</i>	
					<i>Psilocybe</i>	
					<i>Stropharia</i>	
		f)	Tricholomaceae		<i>Armillariella</i>	<i>Hypholoma Fasciculare, Tricholoma Vaccinum</i>

Figura 2.6: Classificazione dei funghi per classe, ordine, famiglia e genere. L'ultima colonna rappresenta i funghi "antagonisti", ossia simili a quello classificato ma tossici

		In simbiosi con quest'albero crescono quasi tutti i funghi commestibili e velenosi. Due esempi: Amanita Caesaria e Amanita Phalloides.
Castagno	a)	
Pino		In simbiosi con quest'albero crescono moltissime specie.
Pioppo	a)	Agrocybe
	b)	Tricholoma
	c)	Boletus
	d)	Lactarius
	e)	Pleurotus
	f)	Armillaria
Quercia <i>Quercus suber, Q. pubescens, Q. ilex</i>	a)	Amanita
	b)	Boletus
	c)	Russula
	d)	Lactarius
	e)	Tricholoma
	f)	Rhodophillus

Figura 2.7: Rapporto tra alberi e funghi

### 2.1.7 Wikipedia

*Wikipedia* si è rivelato essere un ottimo strumento per l'individuazione di alcune caratteristiche specifiche dei funghi scelti. In particolare, ha permesso di determinare se i funghi fossero saprofiti, simbionti o parassiti. Seguono alcune immagini di esempio delle informazioni selezionate.

<i>Amanita caesarea</i>		
Caratteristiche morfologiche		
<b>Cappello</b>	semisferico	
<b>Imenio</b>	lamelle	
<b>Lamelle</b>	libere	
<b>Sporata</b>	bianca	
<b>Velo</b>	anello e volva	
<b>Carne</b>	immutabile	
<b>Ecologia</b>	micorrizico	
<b>Comestibilità</b>	commestibile	

Figura 2.8: *infobox* di Wikipedia dedicato all'Amanita Caesarea

<i>Tricholoma portentosum</i>		
Caratteristiche morfologiche		
<b>Cappello</b>	umbonato-ottuso	
<b>Imenio</b>	lamelle	
<b>Lamelle</b>	adnate	
<b>Sporata</b>	bianca	
<b>Velo</b>	nudo	
<b>Carne</b>	immutabile	
<b>Ecologia</b>	saprofita	
<b>Comestibilità</b>	commestibile	


Figura 2.9: *infobox* di Wikipedia dedicato al Tricholoma Portentosum

## 2.2 LODE

La documentazione generata con *LODE* è reperibile al seguente link: [Funghi&Funghi](#).

# Capitolo 3

## Visualizzazione

### 3.1 Tassonomia delle Classi

Si riporta, nell'immagine seguente, la tassonomia delle 44 classi facenti parte dell'ontologia Funghi&Funghi.

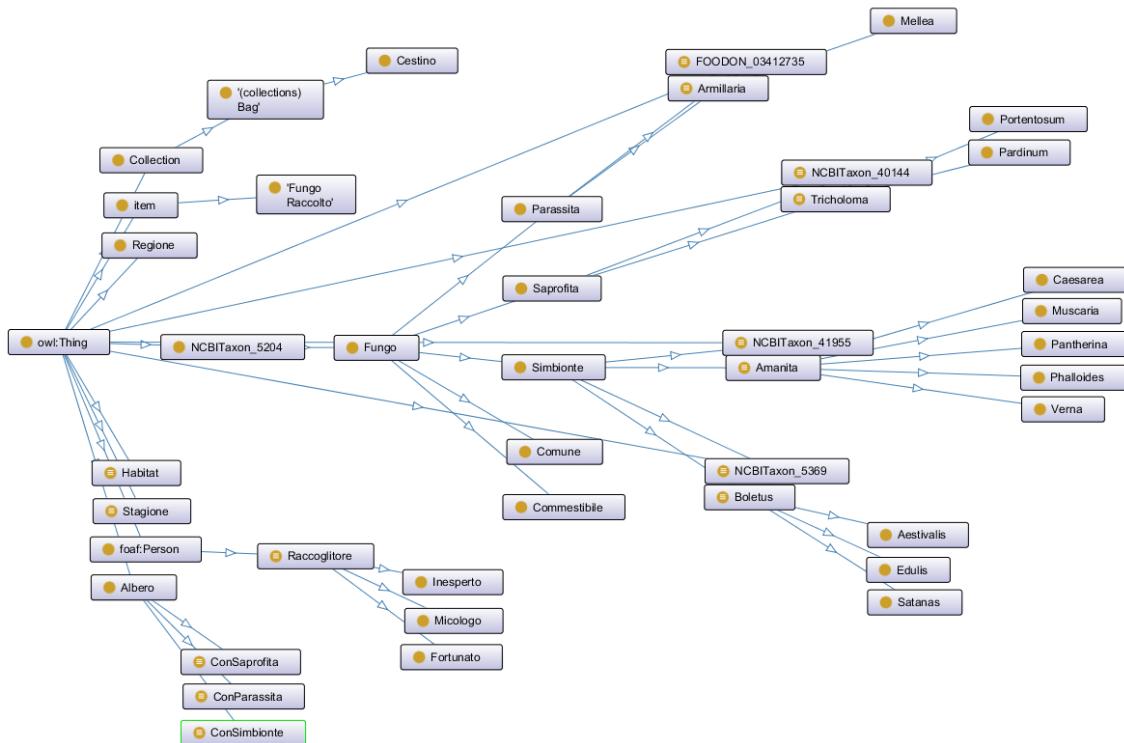


Figura 3.1: Tassonomia delle classi

## 3.2 Interazioni tra classi

Nella figura seguente si riporta lo schema delle relazioni tra le classi dell'ontologia. Lo spessore dei collegamenti indica la quantità di relazioni tra le classi interessate.

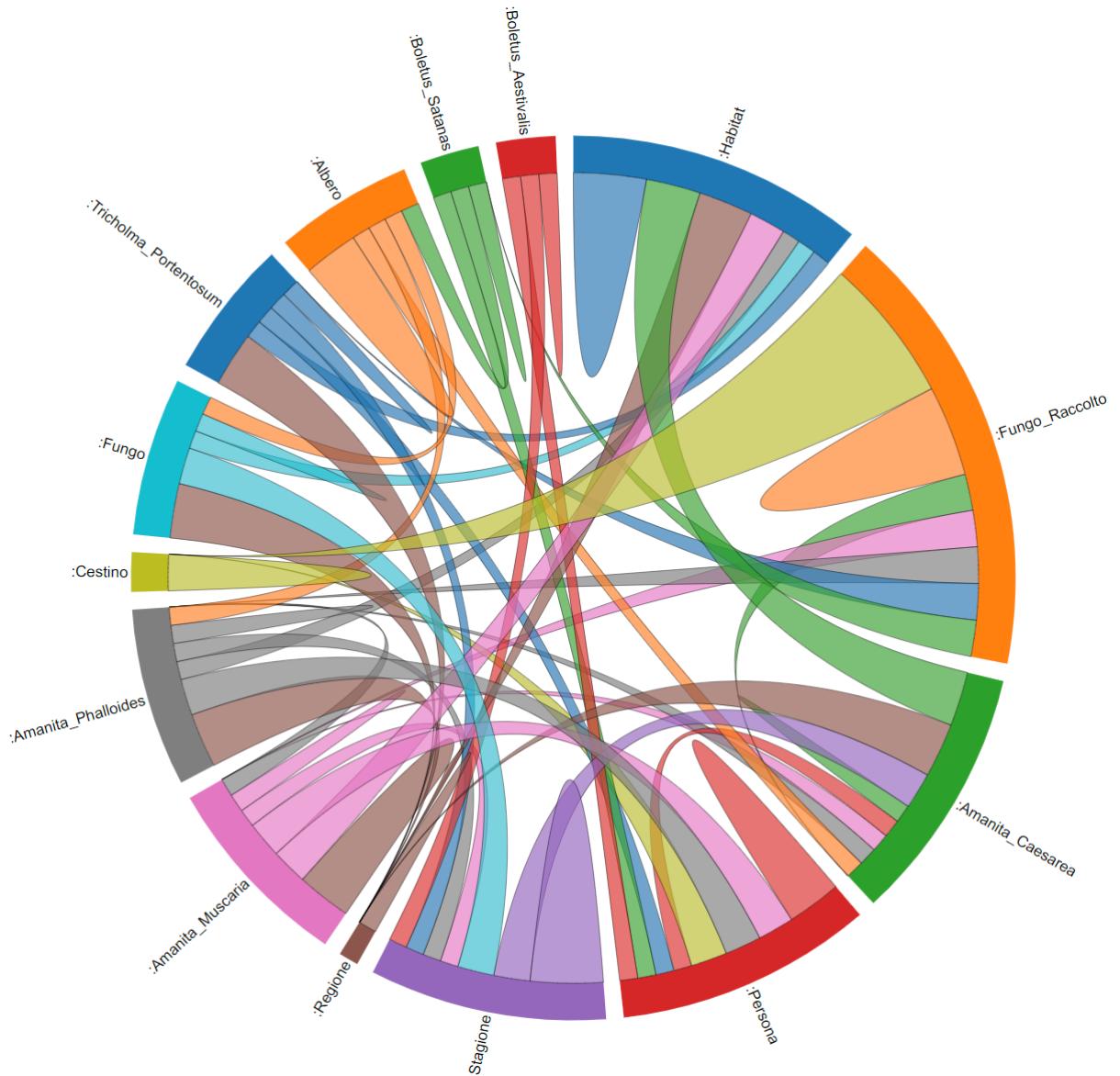


Figura 3.2: Schema delle relazioni tra le classi dell'ontologia

### 3.3 Triple di esempio e graphDB

#### 3.3.1 *Amanita Caesarea 2*

Di seguito, la visualizzazione delle triple e del *visual graph* che definiscono uno degli individui presenti nel sistema: *Amanita Caesarea 2*.

	subject	predicate	object
1	:Amanita_Caesarea_2	:colore	"giallo"
2	:Amanita_Caesarea_2	:colore	"rosso"
3	:Amanita_Caesarea_2	:colore_cappello	"rosso"
4	:Amanita_Caesarea_2	:colore_gambo	"giallo"
5	:Amanita_Caesarea_2	:cresce_durante	:Autunno
6	:Amanita_Caesarea_2	:cresce_durante	:Inverno
7	:Amanita_Caesarea_2	:fungoSiTrovaln	:Gallura
8	:Amanita_Caesarea_2	:haHabitat	:Montagna
9	:Amanita_Caesarea_2	:sano	"true"^^xsd:boolean
10	:Amanita_Caesarea_2	:simbionteDi	:Quercia_2
11	:Amanita_Caesarea_2	:velenoso	"false"^^xsd:boolean
12	:Amanita_Caesarea_2	rdf:type	obo:NCBITaxon_41955
13	:Amanita_Caesarea_2	rdf:type	obo:NCBITaxon_5204
14	:Amanita_Caesarea_2	rdf:type	:Amanita
15	:Amanita_Caesarea_2	rdf:type	:Amanita_Caesarea
16	:Amanita_Caesarea_2	rdf:type	:Fungo
17	:Amanita_Caesarea_2	rdf:type	:Fungo_Simbionte
18	:Amanita_Caesarea_2	rdf:type	owl:NamedIndividual
19	:Amanita_Caesarea_2	rdf:type	owl:Thing
20	:Amanita_Caesarea_2	rdfs:comment	"Esemplare di Amanita Caesarea" @it
21	:Amanita_Caesarea_2	rdfs:label	"Amanita Caesarea 2" @it
22	:Amanita_Caesarea_2	owl:sameAs	:Amanita_Caesarea_2

Figura 3.3: Triple che definiscono l'esemplare di *Amanita Caesarea*



Figura 3.4: Visual Graph realizzato su GraphDB dell’individuo *Amanita Caesarea* 2

### 3.3.2 *Cestino di Gavino*

Di seguito, la visualizzazione delle triple e del visual graph che definiscono uno degli individui presenti nel sistema: *Cestino di Gavino*.

subject	predicate	object
1 :Cestino_di_Gavino	rdf:type	:Cestino
2 :Cestino_di_Gavino	rdf:type	owl:NamedIndividual
3 :Cestino_di_Gavino	rdfs:comment	"Cestino posseduto dal raccoglitore Gavino"@it
4 :Cestino_di_Gavino	rdfs:label	"Cestino di Gavino"@it

Figura 3.5: Triple in cui il *Cestino di Gavino* compare come soggetto

	subject	predicate	object
1	_:node1043	rdf:first	:Cestino_di_Gavino
2	:Fungo_di_Gavino_4	bag:itemOf	:Cestino_di_Gavino
3	:Fungo_di_Gavino_5	bag:itemOf	:Cestino_di_Gavino
4	:Gavino	:ha_cestino	:Cestino_di_Gavino
5	:fungo_di_Gavino_1	bag:itemOf	:Cestino_di_Gavino
6	:fungo_di_Gavino_1	collectionentity:isMemberOf	:Cestino_di_Gavino
7	:fungo_di_Gavino_2	bag:itemOf	:Cestino_di_Gavino
8	:fungo_di_Gavino_2	collectionentity:isMemberOf	:Cestino_di_Gavino
9	:fungo_di_Gavino_3	bag:itemOf	:Cestino_di_Gavino
10	:fungo_di_Gavino_3	collectionentity:isMemberOf	:Cestino_di_Gavino

Figura 3.6: Triple in cui il *Cestino di Gavino* compare come oggetto

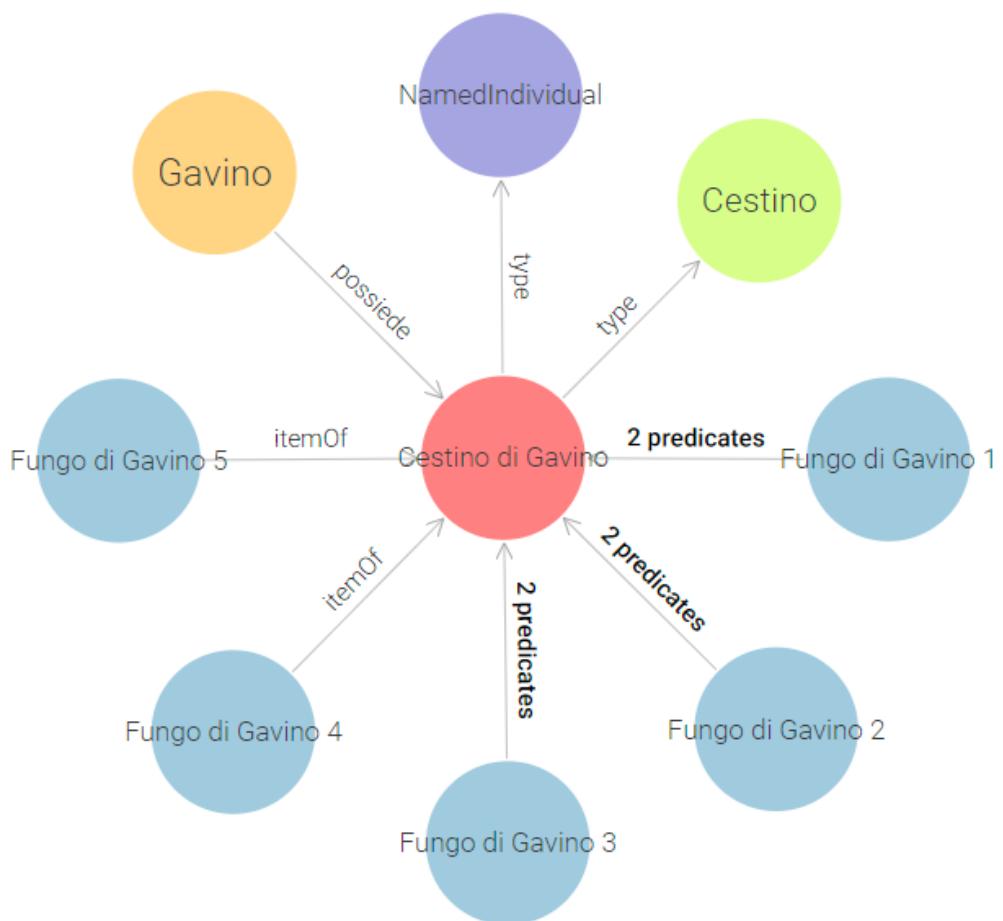


Figura 3.7: Visual Graph realizzato su GraphDB dell’individuo *Cestino di Gavino*

### 3.4 Ontology Design Pattern: BAG

Il pattern scelto per l'implementazione è *Bag*, in quanto è possibile avere più istanze dell'*item* (*Fungo Raccolto*) nel *bag* (*Cestino*). Tali classi sono state poste come *SubClassOf Bag* e *Item* rispettivamente. In Figura, la struttura del pattern scelto.

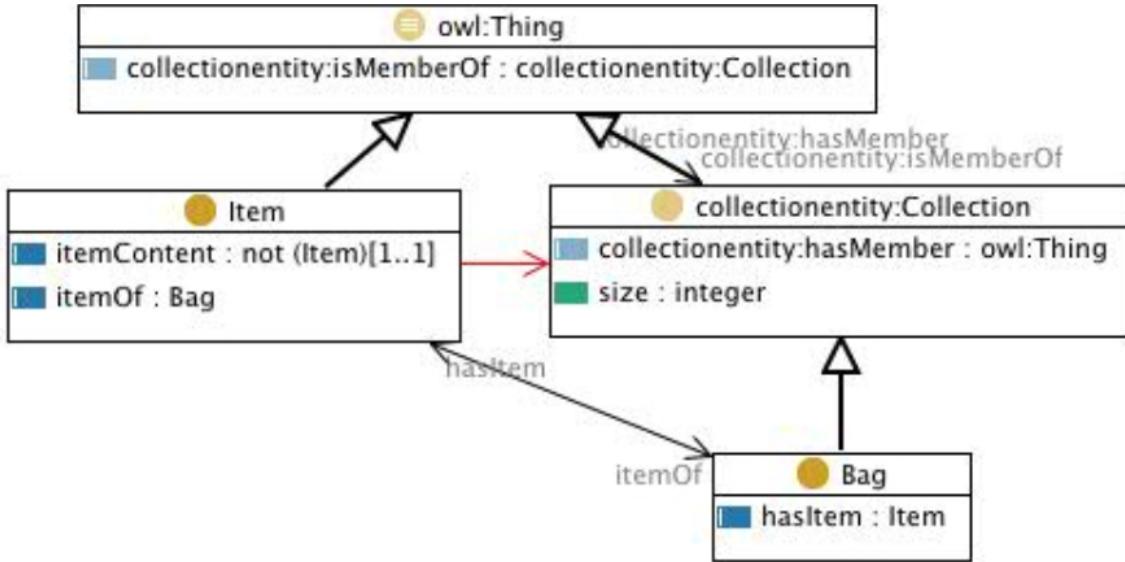


Figura 3.8: Ontology Design Pattern Bag

# Capitolo 4

## Estensioni

### 4.1 Interrogazione dell'ontologia

#### 4.1.1 Flow Chart dell'interazione

La seguente sezione descrive, mediante un diagramma di sequenza, il processo attraverso il quale l'utente raccoglitore e il sistema interagiscono.

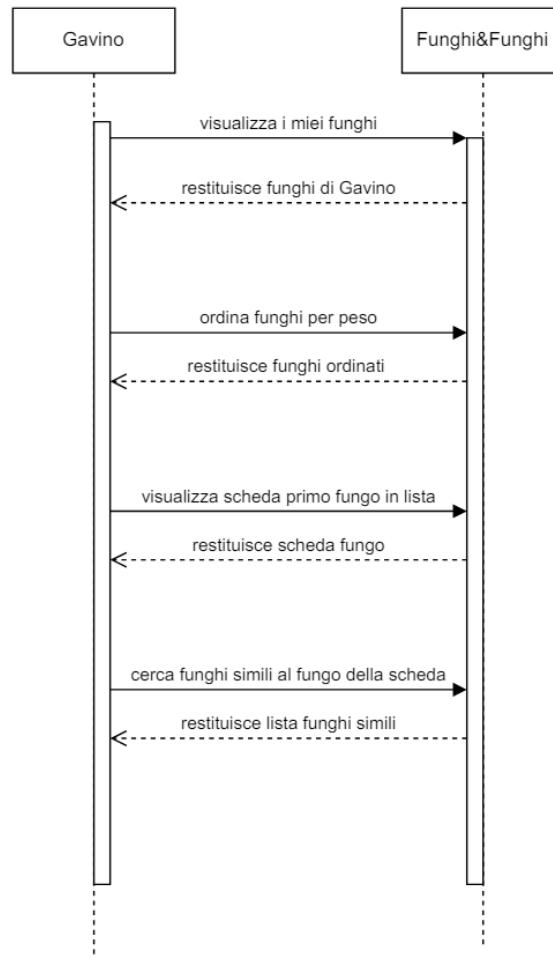


Figura 4.1: interazione tra raccoglitore e sistema

Il diagramma è così articolato:

- **Richiesta dell'elenco dei funghi raccolti.** L'utente raccoglitore avvia l'interazione con il sistema chiedendo di visualizzare l'elenco dei funghi che ha raccolto e memorizzato nel suo cestino virtuale. Il sistema fornisce l'elenco di funghi contenuti nel cestino virtuale dell'utente.
- **Ordinamento per peso.** L'utente decide di ordinare in base al peso i funghi. Il sistema risponde fornendo i funghi ordinati.
- **Visualizzazione della scheda informativa.** L'utente sceglie di visualizzare la scheda informativa del primo fungo nell'elenco ordinato. Il sistema fornisce informazioni dettagliate sul fungo, come il nome, il peso, il colore, e altre caratteristiche rilevanti.
- **Richiesta di visualizzazione della lista di funghi simili.** Infine, l'utente richiede al sistema di mostrare una lista di funghi simili a quello selezionato. Il sistema fornisce all'utente la lista degli oggetti con cui il fungo scelto potrebbe essere confuso, aiutandolo così a identificare correttamente i funghi durante le sue future escursioni.

#### 4.1.2 Mockup

Di seguito si riportano i *mockup* del sito web.



Figura 4.2: Home Page del sito Funghi&Funghi



Figura 4.3: Sezione "Il Mio Cestino" del sito



Figura 4.4: Sezione "Scheda Fungo" del sito



Figura 4.5: Sezione "Cerca Simili" del sito

### 4.1.3 Esempio di interazione

In questa sezione, esamineremo un esempio di interazione tra l'utente raccoglitore Gavino e la piattaforma Funghi&Funghi. Gavino accede alla piattaforma e naviga fino alla sezione "Il Mio Cestino". Il sito interroga la sua base di conoscenza e visualizza le informazioni sui funghi raccolti e registrati dall'utente. Gavino, desiderando ordinare i funghi per peso, utilizza il bottone di filtro corrispondente. Dopo aver esaminato i funghi raccolti seleziona la scheda di un fungo specifico, l'*Amanita Caesarea*, in modo da ottenere informazioni dettagliate su quella varietà. Dopo aver consultato la scheda informativa, Gavino sceglie di cliccare sul pulsante "Cerca Simili". Il sito lo indirizza a una pagina che elenca tutti i possibili funghi con cui l'*Amanita Caesarea* può essere confusa.

### 4.1.4 Query SPARQL

#### Intestazione

```

1 PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
2 PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
3 PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
4 PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
5 PREFIX : <http://www.semanticweb.org/andre/ontologies/2024/3/
    untitled-ontology-21#>
6 PREFIX bag: <http://www.ontologydesignpatterns.org/cp/owl/bag.owl#>
```

#### 1. Visualizza tutti i funghi velenosi tra gli esempi

```

1 SELECT
2     ?fungo
3 WHERE {
4     ?fungo :velenosо true.
5 }
```

#### Funzionamento:

- seleziona tutte le entità *?fungo*;
- verifica che l'attributo *:velenosо* del *?fungo* sia settato a *true*.

	fungo
1	:Boletus_Satanas_1
2	:Tricholoma_Pardinum_1
3	:amanita_muscaria_1♂
4	:amanita_phalloides_1
5	:Tricholoma_Pardinum_2

Figura 4.6: Risultato della query

## 2. Visualizza tutti i funghi del cestino di Gavino con relative informazioni

```

1 SELECT
2   ?cestino
3   ?fungo
4   ?pesoF
5   ?coloreCappello
6   ?coloreGambo
7   ?velenosit
8 WHERE {
9   ?persona :ha_nome_raccoglitore "Gavino".
10  ?persona :ha_cestino ?cestino.
11  ?fungoRaccolto bag:itemOf ?cestino.
12  ?fungoRaccolto :contiene_fungo ?fungo.
13  ?fungo :peso ?pesoF.
14  ?fungo :colore_gambo ?coloreGambo.
15  ?fungo :colore_cappello ?coloreCappello.
16  ?fungo :velenoso ?velenosit .
17 }

```

### Funzionamento:

- seleziona il **?cestino** associato a una **?persona** chiamata "Gavino";
- identifica i funghi (**?fungoRaccolto**) nel **?cestino**;
- recupera le informazioni sui funghi come **?pesoF**, **?coloreGambo**, **?coloreCappello** e **?velenosità**.

cestino	fungo	pesoF	coloreCappello	coloreGambo	velenosità
1 :Cestino_di_Gavino	:Tricholoma_Portentosum_1	"250""xsd:integer	"marrone"	"marrone"	"false""xsd:boolean
2 :Cestino_di_Gavino	:Tricholoma_Pardinum_1	"350""xsd:integer	"marrone"	"marrone maculato"	"true""xsd:boolean
3 :Cestino_di_Gavino	:amanita_caesarea_1	"300""xsd:positiveInteger	"giallo"	"arancione"	"false""xsd:boolean

Figura 4.7: Risultato della query

## 3. Visualizza il numero di funghi velenosi raccolti da Gavino

```

1 SELECT ?raccoglitore (COUNT(?fungo) AS ?numFunghiVelenosi)
2 WHERE {
3   ?raccoglitore :ha_nome_raccoglitore "Gavino".
4   ?raccoglitore :ha_cestino ?cestino.
5   ?fungoRaccolto bag:itemOf ?cestino.
6   ?fungoRaccolto :contiene_fungo ?fungo.
7   ?fungo :velenoso true.
8 }
9 GROUP BY ?raccoglitore

```

### Funzionamento:

- seleziona il **?raccoglitore** di nome "Gavino";
- conta il numero di funghi (**?fungo**) velenosi nel suo **?cestino**;
- raggruppa i risultati per raccoglitore (necessario perché viene usata una funzione di aggregazione).

raccoglitore	numFunghiVelenosi
1 :Gavino	"3"^^xsd:integer

Figura 4.8: Risultato della query

#### 4. Trovare i funghi simili all'*Amanita Caesarea* che condividono *habitat* e stagione

```

1 SELECT DISTINCT ?nomeA ?nomeS
2 WHERE {
3     ?amanita :ha_nome_fungo "Amanita Caesarea".
4     ?amanita :confondibileCon ?fungoSimile.
5     ?amanita :haHabitat ?habitat.
6     ?amanita :cresce_durante ?stagione.
7     ?fungoSimile :haHabitat ?habitat.
8     ?fungoSimile :cresce_durante ?stagione.
9     ?amanita :ha_nome_fungo ?nomeA.
10    ?fungoSimile :ha_nome_fungo ?nomeS.
11 }
```

#### Funzionamento:

- seleziona i funghi (*?fungoSimile*) che sono confondibili con *Amanita Caesarea*;
- verifica che condividano lo stesso *?habitat* e la stessa *?stagione*.

nomeA	nomeS
1 'Amanita Caesarea'	"Amanita Muscaria"
2 'Amanita Caesarea'	"Amanita Phalloides"

Figura 4.9: Enter Caption

#### 5. Ordina i funghi raccolti da Gavino per peso

```

1 SELECT ?raccoglitore ?nomeFungo ?pesoFungo
2 WHERE {
3     ?raccoglitore :ha_nome_raccoglitore "Gavino".
4     ?raccoglitore :ha_cestino ?cestino.
5     ?fungoRaccolto bag:itemOf ?cestino.
6     ?fungoRaccolto :contiene_fungo ?fungo.
7     ?fungo :ha_nome_fungo ?nomeFungo.
8     ?fungo :peso ?pesoFungo.
9 }
10 ORDER BY DESC(?pesoFungo)
```

#### Funzionamento:

- seleziona i funghi (*?fungo*) raccolti da Gavino;
- recupera il loro nome (*?nomeFungo*) e il peso (*?pesoFungo*);
- ordina i risultati in ordine decrescente di peso.

raccoglitore	nomeFungo	pesoFungo
1 :Gavino	"Amanita Muscaria"	"400"^^xsd:positiveInteger
2 :Gavino	"Tricholoma Pardinum"	"350"^^xsd:integer
3 :Gavino	"Amanita Caesarea"	"300"^^xsd:positiveInteger
4 :Gavino	"Tricholoma Portentosum"	"250"^^xsd:integer
5 :Gavino	"Amanita Phalloides"	"100"^^xsd:positiveInteger

Figura 4.10: Risultato della query

## 6. Visualizza tutti i funghi con peso da record

```

1 SELECT ?raccoglitore ?nomeFungo ?pesoFungo
2 WHERE {
3 {
4   SELECT ?raccoglitore (MAX(?peso) AS ?pesoFungo)
5   WHERE {
6     ?raccoglitore :ha_cestino ?cestino.
7     ?fungoRaccolto bag:itemOf ?cestino.
8     ?fungoRaccolto :contiene_fungo ?fungo.
9     ?fungo :peso ?peso.
10    }
11    GROUP BY ?raccoglitore
12  }
13  ?raccoglitore :ha_cestino ?cestino.
14  ?fungoRaccolto bag:itemOf ?cestino.
15  ?fungoRaccolto :contiene_fungo ?fungo.
16  ?fungo :peso ?pesoFungo.
17  ?fungo :ha_nome_fungo ?nomeFungo.
18 }
```

### Funzionamento:

- la sottoquery seleziona il *?raccoglitore* e il fungo con peso massimo (*?pesoFungo*) tra quelli nel cestino;
- la query esterna recupera i dettagli dei funghi con peso massimo per ciascun raccoglitore, inclusi nome (*?nomeFungo*) e peso (*?pesoFungo*).

raccoglitore	nomeFungo	pesoFungo
1 :Andrea	"Boletus Aestivalis"	"1000"^^xsd:positiveInteger
2 :Gavino	"Amanita Muscaria"	"400"^^xsd:positiveInteger

Figura 4.11: Risultato della query

## 4.2 Base di Regole SWRL

### 1. Definizione della classe *Fungo Comune*

```

1 Fungo(?f) ^ Habitat(?h1) ^ Habitat(?h2) ^ haHabitat(?f, ?h1) ^ 
  haHabitat(?f, ?h2) ^ differentFrom(?h1, ?h2) -> Fungo_Comune(?f)
```

**Funzionamento:**

- verifica che  $?f$  sia un fungo;
- verifica che  $?h1$  e  $?h2$  siano *habitat*;
- verifica che  $?f$  abbia due *habitat* differenti,  $?h1$  e  $?h2$ ;
- se  $?f$  ha *habitat* diversi, allora viene classificato come ***Fungo Comune***.

**2. Definizione di Raccoglitore Fortunato**

```
1 Raccoglitore(?p) ^ Fungo(?f) ^ raccoltoDa(?f, ?p) ^ peso(?f, ?v) ^  
swrlb:greaterThan(?v, 999) -> Fortunato(?p)
```

**Funzionamento:**

- verifica che  $?p$  sia un raccoglitore;
- verifica che  $?f$  sia un Ffungo;
- verifica che  $?f$  sia stato raccolto da  $?p$ ;
- verifica che il peso di  $?f$  ( $?v$ ) sia maggiore di 999;
- se il peso del fungo è maggiore di 999, allora il raccoglitore ( $?p$ ) è classificato come ***Fortunato***.

La regola presentata presenta l'operatore *built-in swrlb:greaterThan* che, datyi due parametri, controlla che il primo sia strettamente maggiore del secondo. Viene utilizzata in modo da definire raccglitore fortunato uno che trova un fungo di almeno 1 kg.

**3. Definizione della classe Raccoglitore Inesperto**

```
1 Raccoglitore(?r) ^ Cestino(?c) ^ Fungo(?f) ^ ha_cestino(?r, ?c) ^  
collectionentity:hasMember(?c, ?fr) ^ contiene_fungo(?fr, ?f) ^  
velenos(?f, true) ^ mangia(?r, ?f) -> Inesperto(?r)
```

**spiegazione:**

- verifica che  $?r$  sia un raccoglitore;
- verifica che  $?c$  sia un cestino;
- verifica che  $?f$  sia un fungo;
- verifica che  $?r$  abbia un cestino ( $?c$ );
- verifica che  $?c$  contenga un fungo raccolto ( $?fr$ );
- verifica che  $?fr$  contenga un fungo velenoso ( $?f$ );
- verifica che  $?r$  abbia mangiato un fungo velenoso;
- se tutte queste condizioni sono soddisfatte, il raccoglitore ( $?r$ ) è classificato come ***Inesperto***.

#### 4. Definizione della classe Fungo Commestibile

```
1 Fungo(?f) ^ velenoso(?f, false) ^ sano(?f, true) -> Commestibile(?f)
```

spiegazione:

- verifica che *?f* sia un fungo;
- verifica che *?f* non sia velenoso;
- verifica che *?f* sia sano;
- se *?f* non è velenoso e sano, allora viene classificato come *Commestibile*.

#### 5. Definizione del Micologo

```
1 Raccoglitore(?p) ^ Fungo(?f) ^ raccoglie(?p, ?f) ^ studia(?p, ?f)  
-> Micologo(?p)
```

spiegazione:

- verifica che *?p* sia un raccoglitore;
- verifica che *?f* sia un fungo;
- verifica che *?p* raccolga *?f*;
- verifica che *?p* studi *?f*;
- se *?p* raccoglie e studia *?f*, allora *?p* è classificato come *Micologo*.