

# Portale dei Cammini d'Italia: Tecnologie semantiche e Linked Data

L'obiettivo è la progettazione e l'implementazione di moduli ontologici organizzati in un grafo di conoscenza che modellano il dominio dei cammini. Ulteriore obiettivo è quello di progettare ed implementare di una piattaforma software modulare che permetta la generazione, la gestione e l'utilizzo dei Linked Data e delle tecnologie semantiche ad essi associate nel contesto del progetto.

Nelle sezioni seguenti vengono forniti i dettagli sulle attività svolte dal *Laboratorio di Tecnologie Semantiche* (STLab) dell'*Istituto di Scienze e Tecnologie della Cognizione* (ISTC) del CNR.

## 1. Ontologia dei Cammini d'Italia (versione alpha)

La domanda principale che ha guidato il lavoro finora svolto è stata: *come si descrive un Cammino?*

Una possibile risposta è rappresentata concettualmente dalla versione alpha di **Atlas of Path - Ontologia dei Cammini d'Italia**, elaborata sulla base di materiali e dati presenti su:

- a. il sito web dell'*Atlante dei Cammini d'Italia*, tenendo in particolare considerazione gli *11 criteri di inclusione*<sup>1</sup> che ciascun Cammino deve soddisfare e le schede informative di quei Cammini che, soddisfacendo tutti i criteri, sono presenti nell'Atlante;
- b. i siti web di ciascun Cammino ai quali l'Atlante fa riferimento nelle schede informative.

L'obiettivo è la realizzazione di un modello concettuale che valorizzi l'intento dell'Atlante di fornire una visione d'insieme della rete di percorsi, comprendendo le loro connessioni e attraversamenti regionali. Inoltre, il modello consente un possibile collegamento con altri Linked Data già esistenti, quali ad esempio: il progetto *ArCo* (<http://wit.istc.cnr.it/arco/#guida>) consistente in ontologie che descrivono i diversi tipi di beni culturali e le schede catalografiche ad essi associate e gestite dall'Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione (ICCD) oppure il progetto *FOOD* (<http://etna.istc.cnr.it/food/>) consistente nella ontologie di riferimento per la rappresentazione semantica dei disciplinari relativi ai marchi di qualità dei prodotti agroalimentari messi a disposizione dal Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali (MiPAAFT).

---

<sup>1</sup> <http://www.turismo.beniculturali.it/home-cammini-ditalia/atlante-dei-cammini/>

## 2.1. Metodologia di modellazione

L'ontologia **Atlas of Paths** ruota attorno a quattro concetti fondamentali:

1. *Path* è il concetto che descrive un *cammino*, ricomprendendo i suoi percorsi, le entità che lo gestiscono e amministrano, le tematiche di interesse ad esso associate ed eventuali informazioni di contatto, come ad esempio il sito web;
2. *Pathway* descrive un *percorso* di un cammino nella sua accezione prettamente fisica e rappresentabile come una sequenza ordinata di tappe georeferenziate;
3. *PathStage* rappresenta una *tappa* di un percorso ed è anch'essa georeferenziata. Inoltre, ad una tappa possono essere associate informazioni ulteriori, quali ad esempio, la presenza nelle vicinanze di alloggi o ristoranti, la presenza di servizi di supporto al camminatore, della segnaletica indicante successive tappe del cammino, eventuali snodi verso altri cammini o percorsi alternativi e deviazioni del cammino stesso.
4. *PathPlan* rappresenta una *vista su un percorso* che è parte di un cammino. Una vista su un percorso fornisce informazioni contestuali riguardo i tempi di percorrenza associati a un metodo di spostamento specifico (ad es. a piedi, a cavallo, in bici, ecc.) e alle informazioni sulle stagioni dell'anno nelle quali è preferibile affrontare un percorso specifico di un cammino, anche tenendo conto del metodo di spostamento scelto.

Attorno a questi quattro concetti fondamentali è stata modellata l'ontologia **Atlas of Paths** utilizzando una metodologia di ingegneria ontologica basata su un'estensione di eXtreme Design (XD) [1, 2, 3]. XD è sia un metodo di progettazione agile di ontologie che si basa sul riuso di Ontology Design Patterns (ODP) al fine di risolvere problemi di modellazione ontologica noti e ricorrenti. Il riuso degli ODP è ottenuto attraverso l'esplicitazione dei requisiti rappresentati sotto forma di *domande di competenza* o *competency question* (CQ) [4], ovvero domande a cui le ontologie devono fornire una risposta. Le CQ emergono trasformando in domande le analisi svolte sul dominio di interesse, in questo caso l'*Atlante dei Cammini d'Italia*. Pertanto, le CQ identificano i requisiti di modellazione e, nel contesto della metodologia XD, vengono utilizzate anche come supporto per identificare potenziali pattern di modellazione e ontologie da riusare.

Le CQ che hanno guidato la modellazione dell'ontologia sono riportate nella tabella seguente (Tabella 1).

ID	Domanda di competenza
CQ1	Quali sono i percorsi parte di un cammino?

CQ2	Qual è il percorso principale di un cammino?
CQ3	Quali sono le varianti di un cammino?
CQ4	Quali sono le deviazioni di un cammino?
CQ5	Qual è la pavimentazione di un percorso?
CQ6	Che percentuale di strade asfaltate è possibile trovare in un percorso di un cammino rispetto al totale?
CQ7	Qual è il livello di sicurezza di un percorso?
CQ8	Quali luoghi attraversa un percorso?
CQ9	Quali sono le tappe previste all'interno di un percorso disponibile per un cammino?
CQ10	Qual è la tappa successiva di una certa tappa di un percorso?
CQ11	Qual è la tappa precedente di una certa tappa di un percorso?
CQ12	Quali sono i punti di interesse (alberghi, ristoranti, ecc.) disponibili nei dintorni di una tappa?
CQ13	Qual è la segnaletica del cammino che è possibile trovare in una tappa?
CQ14	Quali servizi di supporto al camminatore sono disponibili in una certa tappa?
CQ15	Qual è la georeferenziazione di un percorso?
CQ16	Qual è la georeferenziazione di una tappa?
CQ17	Qual è il tempo stimato per percorrere un determinato percorso di un cammino in base ad un possibile metodo di viaggio (a piedi, in bici, a cavallo, ecc.)?
CQ18	Chi è l'organismo responsabile della governance del cammino?
CQ19	Chi è l'ente responsabile della manutenzione di specifici percorsi di un cammino?
CQ20	Chi è l'ente responsabile della sorveglianza di specifici percorsi di un cammino?
CQ21	Quanto è lungo un percorso?
CQ22	Quante sono le tappe di un percorso?
CQ23	Qual è il tema di interesse particolare di un cammino?
CQ24	Qual è il sito che descrive nel Web un cammino?
CQ25	Quand'è il periodo più adatto per effettuare un cammino?

*Tabella 1. Domande di competenza elicitate per la modellazione dell'ontologia Atlas of Paths.*

Il lavoro di analisi effettuato sulle domande di competenza elicitate ha portato all'identificazione dei moduli che implementano la rete di ontologie di riferimento per modellare la conoscenza nel dominio dei cammini. In particolare, sono stati

progettati e sviluppati in OWL due moduli ontologici interconnessi, ossia **Route** e **Atlas of Paths**. Come visto sopra, *Atlas of Paths* fonda la sua modellazione intorno ai concetti di *Path*, *Pathway*, *PathPlan* e *PathStage*. Tuttavia, questi concetti definiscono una concettualizzazione peculiare sul dominio specifico dei cammini. Questa è, invece, generalizzata dai concetti e dalle relazioni definite nel modulo ontologico *Route*.

Più nel dettaglio, tale modulo ontologico definisce quelli che sono i concetti e le relazioni generali per descrivere percorsi, tappe e piani di viaggio di qualunque tipo. Pertanto, *Route* costituisce il modulo ontologico di supporto di *Atlas of Paths*, che, invece, costituisce il modulo ontologico di dominio. Infatti, in *Route* sono stati definiti i seguenti concetti fondamentali:

- *Route*, ossia un generico percorso. Si noti che *Pathway* definito in *Atlas of Paths* è una specializzazione di *Route* relativa al dominio dei cammini;
- *Stage*, ossia una generica tappa di un generico percorso. Si noti che *PathStage* definito in *Atlas of Paths* è una specializzazione di *Stage* relativa al dominio dei cammini;
- *TripPlan*, ossia un piano di viaggio generico di cui *PathPlan*, così come definito in *Atlas of Paths*, costituisce una specializzazione nel dominio dei cammini.

## 2.2. Contesto e scelte progettuali

Questa divisione in un due moduli ontologici, uno di supporto e uno peculiare di dominio, risponde sia ai requisiti di modellazione, così come identificati nelle domande di competenza, sia al requisito specifico di collocare il risultato di questa modellazione ontologica in un contesto più ampio, ossia quello di *OntoPiA*<sup>2</sup>.

*OntoPiA* è la rete di ontologie e vocabolari controllati che modella una parte della conoscenza delle banche dati chiave<sup>3</sup> della pubblica amministrazione utilizzando le tecnologie del Semantic Web. L'obiettivo di *OntoPiA* è quello di favorire la costruzione del grafo di conoscenza della pubblica amministrazione italiana attraverso il paradigma dei Linked Open Data ottenuto dalla pubblicazione, la condivisione, l'interlinking e l'arricchimento degli open data associati alle banche dati chiave. *OntoPiA* è la componente centrale della parte semantica del Data & Analytics Framework (DAF)<sup>4</sup> che intende migliorare e semplificare l'interoperabilità e lo scambio dei dati pubblici tra PA, standardizzare e promuovere la diffusione degli Open Data, ottimizzare i processi di analisi dati e generazione di sapere.

La scelta di collocare le ontologie dei Cammini d'Italia all'interno della rete di ontologie di *OntoPiA* è giustificata dalle seguenti motivazioni:

- I cammini sono elencati tra le banche dati chiave identificate nel piano triennale coordinato dal Team Digitale e dall'Agenzia per l'Italia Digitale

---

<sup>2</sup> <https://github.com/italia/daf-ontologie-vocabolari-controllati>

<sup>3</sup> <https://docs.italia.it/italia/daf/pianotri-elencobasidatichiave/it/stabile/>

<sup>4</sup> <https://teamdigitale.governo.it/it/projects/daf.htm>

(AgID). Infatti, nel piano triennale è fatto riferimento esplicito a “*Base di dati contenenti informazioni su itinerari e percorsi (e.g., via francigena). I percorsi e gli itinerari sono descritti in base al tipo di percorso, alle possibili tappe, ai territori attraversati, ecc.*”<sup>5</sup>;

- La modellazione beneficia del riuso di moduli ontologici già disponibili nella rete di OntoPiA. Ciò è anche dimostrato dalla recente migrazione dell’ontologia degli eventi e luoghi della cultura<sup>6</sup> (Cultural-ON) in OntoPiA;
- Aumenta l’interoperabilità con altri linked open dataset della Pubblica Amministrazione;
- Il risultato ha una visibilità maggiore a livello di tutte le pubbliche amministrazioni italiane;
- I linked open data prodotti e modellati secondo Atlas of Path concorrono alla realizzazione del grafo di conoscenza della pubblica amministrazione, traendo al contempo benefici da quest’ultimo. Ad esempio, è possibile arricchire i dati dei cammini creando collegamenti con dati provenienti da altre banche dati (ad es. luoghi ed eventi della cultura, vocabolari controllati ISTAT sui toponimi, ecc.).

Dal punto di vista tecnico, l’integrazione di **Atlas of Path** e **Route** in OntoPiA vuol dire, innanzitutto, utilizzare lo stesso *namespace* e le stesse regole per la generazione degli identificativi (URI) di classi e proprietà. In conformità con OntoPiA, la quale pubblica le sue ontologie utilizzando il namespace <https://w3id.org/italia/>, abbiamo quindi scelto i seguenti identificativi:

- <https://w3id.org/italia/onto/Route> per il modulo ontologico *Route*;
- <https://w3id.org/italia/onto/AtlasOfPaths> per modulo ontologico *Atlas of Paths*.

Ricordiamo che il dominio w3id.org identifica il servizio gestito dal Permanent Identifier Community Group del W3C<sup>7</sup>. Tale servizio è progettato per mantenere una redirectione delle URI sicura e permanente verso quelli che sono gli indirizzi finali. Questo vuol dire che le ontologie sono fisicamente salvate su un repository esterno a w3id, che nel caso specifico è il repository GitHub del progetto OntoPiA<sup>8</sup>. Tuttavia, viene usato il meccanismo di w3id per la gestione permanente delle URI. Ciò permette di non cambiare gli identificativi di ontologie, classi e proprietà qualora il repository fisico dovesse cambiare in futuro. La redirectione, implementata attraverso l’utilizzo del servizio di gestione permanente degli identificativi di w3id, abilita anche la content negotiation al fine di fornire le ontologie nelle serializzazioni OWL maggiormente utilizzate nel Semantic Web, ossia RDF/XML, Turtle e JSON-LD.

---

<sup>5</sup><https://docs.italia.it/italia/daf/pianotri-elencobasidatichiave/it/stabile/monitoraggio.html#cammini-e-percorsi>

<sup>6</sup> <https://w3id.org/italia/onto/Cultural-ON>

<sup>7</sup> <https://www.w3.org/community/perma-id/>

<sup>8</sup> <https://github.com/italia/daf-ontologie-vocabolari-controllati>

Nella tabella seguente (Tabella 2) è mostrato il riepilogo dei file fisici, nella colonna “Localizzazione ontologia”, utilizzati per fornire le specifiche serializzazioni, elencate nella colonna “Formato di serializzazione”.

Sia l’ontologia *Route* che l’ontologia *AtlasOfPaths* sono salvate fisicamente, nei diversi formati disponibili, nel repository GitHub del progetto Italia<sup>9</sup>.

Identificativo w3id	Formato di serializzazione	Localizzazione ontologia
https://w3id.org/italia/onto/Route	RDF/XML	https://raw.githubusercontent.com/italia/daf-ontologie-vocabolari-controllati/master/Ontologie/Route/latest/Route-AP_IT.rdf
	Turtle	https://raw.githubusercontent.com/italia/daf-ontologie-vocabolari-controllati/master/Ontologie/Route/latest/Route-AP_IT.ttl
	JSON-LD	https://raw.githubusercontent.com/italia/daf-ontologie-vocabolari-controllati/master/Ontologie/Route/latest/Route-AP_IT.jsonld
https://w3id.org/italia/onto/AtlasOfPaths	RDF/XML	https://raw.githubusercontent.com/italia/daf-ontologie-vocabolari-controllati/master/Ontologie/AtlasOfPaths/latest/AtlasOfPaths-AP_IT.rdf
	Turtle	https://raw.githubusercontent.com/italia/daf-ontologie-vocabolari-controllati/master/Ontologie/AtlasOfPaths/latest/AtlasOfPaths-AP_IT.ttl
	JSON-LD	https://raw.githubusercontent.com/italia/daf-ontologie-vocabolari-controllati/master/Ontologie/AtlasOfPaths/latest/AtlasOfPaths-AP_IT.jsonld

Tabella 2. Localizzazioni delle ontologie *Route* e *Atlas of Path* corrispondenti al formato di serializzazione specifico.

<sup>9</sup> *Route* è disponibile all’indirizzo: <https://github.com/italia/daf-ontologie-vocabolari-controllati/tree/master/Ontologie/Route>, mentre *AtlasOfPaths* è disponibile all’indirizzo: <https://github.com/italia/daf-ontologie-vocabolari-controllati/tree/master/Ontologie/AtlasOfPaths>.

## 2.3. Descrizione delle ontologie

### 1.3.1. Route

In *Figura 1* è possibile visualizzare il modulo ontologico **Route**. La classe `:Route` è definita sia come sottoclasse di `l0:Sequence` che `l0:Description`. `L0`<sup>10</sup> è il modulo top level di *OntoPiA* che fornisce le classi e le relazioni di più alto livello. Nello specifico, una `l0:Sequence` rappresenta una sequenza di oggetti ordinata. L'ordine è determinato dal puntatore al primo elemento (proprietà `l0:hasFirstMember`) e segue, di conseguenza, le relazioni di successore (`l0:follows`) e predecessore (`l0:precedes`) tra gli elementi della sequenza. Nel caso specifico di una `:Route`, i suoi elementi sono delle tappe, ovvero delle istanze della classe `:Stage`. Inoltre, l'ordinamento delle tappe in un percorso prevede anche la possibilità di identificare il successore diretto e il predecessore diretto attraverso le object property `l0:directlyFollows` e `l0:directlyPrecedes`. Le object property `l0:directlyFollows` e `l0:directlyPrecedes` sono, rispettivamente, sottoproprietà di `l0:follows` e `l0:precedes` e, a differenza di queste ultime, non sono transitive. La modellazione del percorso sfruttando il pattern delle sequenze soddisfa i requisiti *CQ9*, *CQ10* e *CQ11* (cf. Tabella 1).

Un percorso, istanza della classe `:Route`, può essere collegato tramite la object property `clv:hasGeometry` ad un geometria istanza della classe `clv:Geometry` definita nell'ontologia *Core Location Vocabulary*<sup>11</sup> (CLV) di *OntoPiA*. Una `clv:Geometry` prevede nella sua formalizzazione la possibilità di associare delle informazioni circa la georeferenziazione di un oggetto spaziale attraverso le datatype property `clv:lat` (latitudine) e `clv:long` (longitudine). La georeferenziazione può essere associata anche una tappa (`:Stage`) sfruttando ancora una volta la object property `clv:hasGeometry` avente come range una `clv:Geometry`. Il riuso del modulo CLV permette quindi di georeferenziare percorsi e tappe, rispondendo quindi a requisiti *CQ15* e *CQ16*.

La lunghezza di un percorso è rappresentata sfruttando la modellazione fornita dal modulo ontologico delle misure e delle unità di misura<sup>12</sup> (MU) di *OntoPiA*. Infatti, tramite la object property `:hasLength` è possibile collegare una `:Route` ad una istanza della classe `mu:Value`. Quest'ultima associa uno specifico valore letterale (ad es. "10") ad una unità di misura (ad es. Km), la quale è rappre come istanza della classe `mu:MeasurementUnit`. In tal modo, è possibile modellare situazioni, come quella espressa dalla frase "il percorso è lungo 10 Km", che soddisfano quindi il requisito della *CQ21*.

L'object property `:crosses` consente di collegare una `:Route` a un qualsiasi oggetto che può avere una rappresentazione spaziale. Quindi, questa

<sup>10</sup> <https://w3id.org/italia/onto/l0>

<sup>11</sup> <https://w3id.org/italia/onto/CLV>

<sup>12</sup> <https://w3id.org/italia/onto/MU>

modellazione soddisfa il requisito CQ8. Ad esempio, è possibile asserire che un certo percorso attraversa un determinato luogo.

La classe `:TripPlan` rappresenta un piano di viaggio associato ad uno specifico percorso utilizzando la object property `:hasRoute`. Un piano di viaggio è modellato in modo da associare un certo tempo di percorrenza al percorso attraverso la object property `:hasEstimatedDuration`. Inoltre, un piano di viaggio può essere spaccettato in sotto-piani di viaggio attraverso la object property `:hasSubTripPlan`.

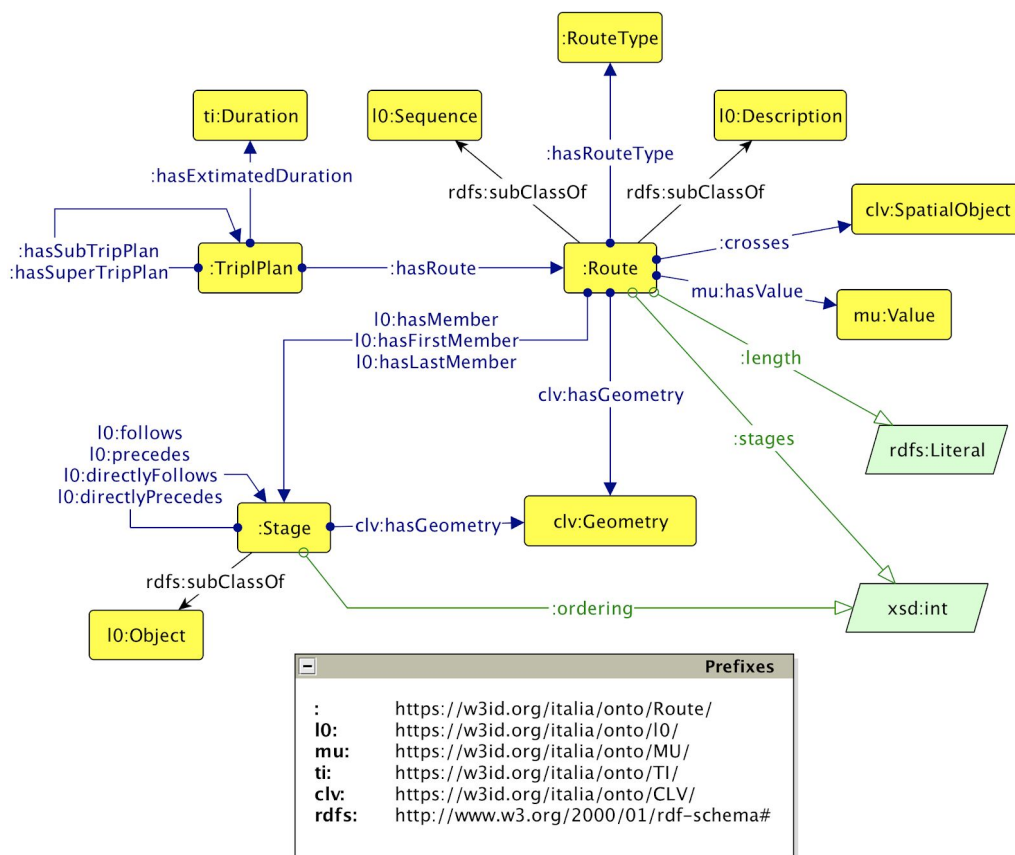


Figura 1. Modulo ontologico Route

### 1.3.2. Atlas of Paths

In Figura 2 è possibile visualizzare il modulo ontologico **Atlas of Paths**. Tale modulo è costruito sulla base del modulo *Route*, che è stato descritto nel paragrafo precedente. Infatti, il concetto generico di percorso `route:Route`<sup>13</sup> è

<sup>13</sup> Il prefisso `route:` identifica il namespace <https://w3id.org/italia/onto/Route/> del modulo ontologico *Route*.



specializzato dalla classe `:Pathway` che rappresenta un percorso fisico nell'accezione utilizzata nel dominio dei cammini.

Secondo uno degli **11 criteri d'inclusione**, un cammino per essere tale deve avere dei percorsi ricoperti di asfalto per un massimo del 40% del totale. Per questo motivo, abbiamo definito la classe `:QuantifiedPathwayPaving` che rappresenta una relazione  $n$ -aria capace di mettere in relazione un `:Pathway` (object property `:forPathway`), una specifica pavimentazione (object property `:withPaving`), rappresentata come istanza della classe `:Paving` (ad es. asfalto), con un `mu:Value` (object property `:withPaving`), che - ricordiamo - associa un valore letterale ad una metrica. Questa modellazione permette di soddisfare i requisiti *RQ5*, *RQ6*. Inoltre, essa permette di definire il concetto di `:Pathway` in maniera formale nell'ontologia, in modo che siano istanze di tale classe solo i percorsi che non hanno più del 40% della loro copertura in asfalto. Questo vincolo è modellato rappresentando la classe `:Pathway` come una sottoclasse della classe rappresentata in Manchester Syntax qui di seguito:

```

1.   inverse (:forPathway)
2.     some (:withPaving value :asphalt
3.       and mu:hasValue some
4.         (mu:hasMeasurementUnit value :percentage
5.         and mu:value exactly 1 xsd:double[< "40.0"^^xsd:double])
6.     )

```

Un `:Pathway` può essere associato ad un'istanza della classe `:SecurityLevel`, che specifica il livello di sicurezza del percorso, fornendo quindi una soluzione al requisito *CQ7*. Le object property `:hasMaintainer` e `:hasSurveillance` permettono di associare ad un `:Pathway` un'entità di manutenzione e una di sorveglianza. Queste ultime due entità sono rappresentate come istanze della classe `l0:Agent` di L0 e forniscono una soluzione ai requisiti *CQ19* e *CQ20*.

Il numero di tappe di un percorso è rappresentato come dato letterale di tipo intero (`xsd:int`). Tale valore è associato a un `:Pathway` tramite la datatype property `:stages`. Questa soluzione soddisfa il requisito *CQ22*.

La classe `:PathStage` specializza il concetto di tappa introdotto da `route:Stage` nel contesto specifico dei cammini. Pertanto, un `:PathStage` eredita la modellazione basata sul pattern `l0:Sequence`, descritto in precedenza (cf. par. 1.3.1). Inoltre, un `:PathStage` è associato a:

- **stanze della classe** `:Signposting` tramite la object property `:hasSignposting`. Un `:Signposting` permette di introdurre informazioni riguardo la segnaletica presente in una determinata tappa, fornendo quindi una soluzione di modellazione al requisito *CQ13*;

- *punti di interesse*, rappresentati come istanze della classe `poi:PointOfInterest` fornita dall'ontologia dei punti di interesse<sup>14</sup> (POI) di OntoPiA. Un punto di interesse può essere in generale di qualsiasi tipo, ma abbiamo previsto in **AltasOfPaths** esplicito riferimento a: (i) le strutture alberghiere, rappresentate dalla classe `acco:Accommodation`<sup>15</sup>, e (ii) le attività di ristorazione, rappresentate dalla classe `:Restaurant`. Questa soluzione di modellazione soddisfa il requisito CQ12;
- *servizi di supporto al camminatore*, rappresentati come istanze della classe `:SupportService`, tramite la object property `:hasSupportService`. Il tipo del servizio di supporto è fornito creando un'istanza della classe `:ServiceType` e collegandolo a un `:SupportService` tramite la object property `:hasServiceType`. Questa modellazione soddisfa il requisito CQ14.

La classe `:Path` rappresenta, invece, il concetto di cammino. Un cammino può essere associato a uno o più percorsi rappresentati dalla classe `:Pathway` tramite la object property `route:hasRoute` e questo risponde al requisito CQ1. Inoltre, le sotto-proprietà di `route:hasRoute` - ossia `route:hasPreRoute`, `route:hasAltRoute` e `route:hasDeviation` - permettono di associare un cammino ad un percorso in modo che quest'ultimo risulti essere, rispettivamente, il *percorso preferenziale*, *alternativo* o una *deviazione*. Questa soluzione soddisfa i requisiti CQ2, CQ3 e CQ4.

Inoltre, un cammino può avere un *tema di interesse speciale* (ad esempio, naturalistico, culturale, religioso ecc.), che corrisponde al requisito CQ23. L'ontologia Atlas of Paths modella questo requisito utilizzando il concetto di tema definito dalla classe `l0:Topic` di L0 ed associandolo ad un `:Path` tramite la object property `l0:hasTopic`.

Il sito web, che descrive o pubblicizza il cammino, è rappresentato nell'ontologia dalla classe `sm:WebSite` definita nell'ontologia dei Social Media<sup>16</sup> (SM) di OntoPiA. Un `sm:WebSite` è associato a un `:Path` tramite la object property `sm:hasWebSite` fornendo in questo modo una soluzione al requisito CQ24.

La object property `:hasGovernanceOrgan`, che prevede come dominio un `:Path` e come range un `cov:Organization`, permette di associare un cammino a un organo preposto alla governance del cammino stesso. La classe `cov:Organization` rappresenta le organizzazioni ed è definita nel Core Organization Vocabulary<sup>17</sup> (COV) di OntoPiA. Questa soluzione soddisfa il requisito CQ18.

<sup>14</sup> <https://w3id.org/italia/onto/POI>

<sup>15</sup> La classe `acco:Accommodation` è definita nell'ontologia delle strutture ricettive (ACCO) di OntoPiA disponibile all'indirizzo <https://w3id.org/italia/onto/ACCO>.

<sup>16</sup> <https://w3id.org/italia/onto/SM>

<sup>17</sup> <https://w3id.org/italia/onto/COV>

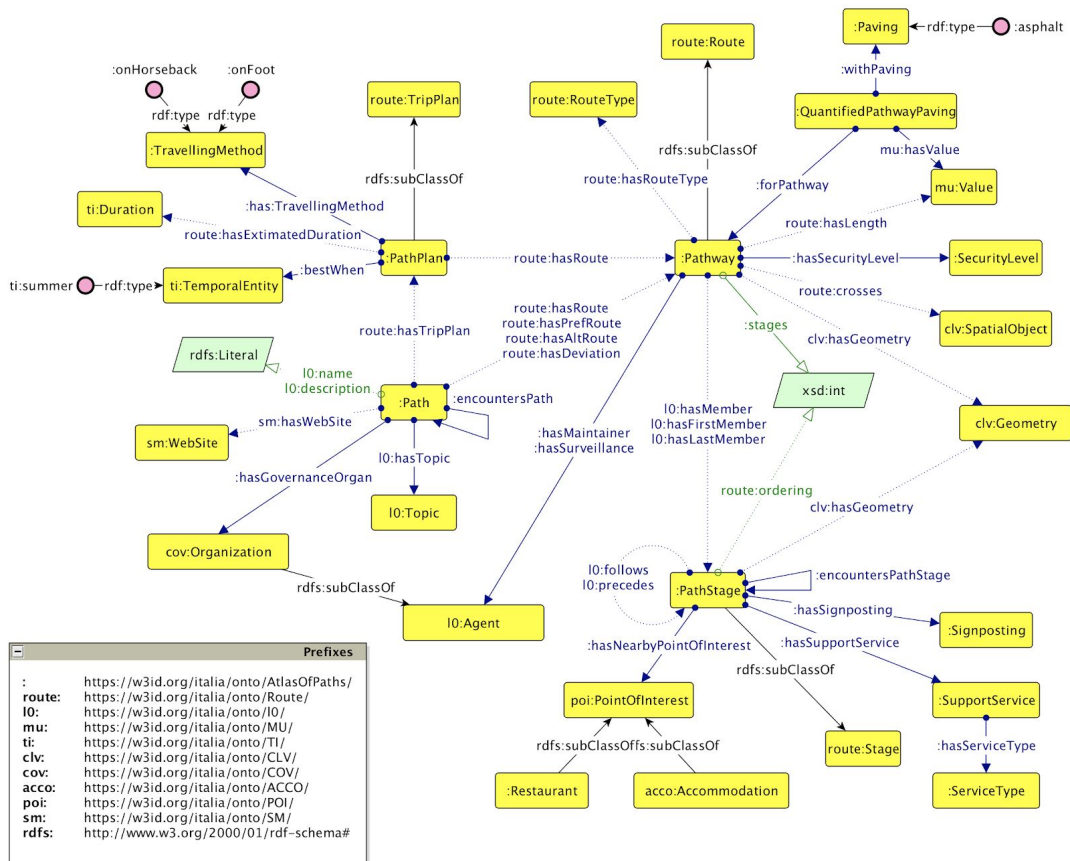


Figura 2. Ontologia Atlas of Paths

Infine, la classe `:PathPlan` specializza il concetto di piano di viaggio nel contesto dei cammini. Di conseguenza `:PathPlan` è modellata come sottoclasse di `route:PathPlan` ed estende quest'ultima modellandola come una relazione *n*-aria avente come argomenti:

- un `:TravellingMethod`, che rappresenta il metodo di viaggio (ad es. "a piedi", "a cavallo", "in bicicletta", ecc.). Un `:PathPlan` è collegato a un `:TravellingMethod` tramite la object property `:hasTravellingMethod`;
- un `ti:TemporalEntity`, che rappresenta una qualsiasi entità temporale (ad es. estate) che può essere utilizzata per specificare qual è il periodo dell'anno più adatto per pianificare il cammino. Questo argomento è collegato ad un `:PathPlan` tramite la object property `:bestWhen`.

Questa soluzione di modellazione soddisfa i requisiti CQ17 e CQ25.

## 2. Produzione dei Linked Open Data

I Linked Open Data dei Cammini d'Italia saranno modellati utilizzando l'ontologia Atlas of Paths descritta in Sezione 1.

### 2.1. Piattaforma software

Al fine di agevolare e favorire la loro produzione è stato progettato una piattaforma software per l'inserimento dei Cammini. Tale piattaforma fornisce una serie di moduli di inserimento che guidano l'utente nella compilazione delle informazioni necessarie per descrivere un cammino così come previsto nella sua formalizzazione ontologica. I moduli di inserimento consistono in pagine HTML generate a partire dalle ontologie Route e Atlas of Paths. Per rendere indipendente la generazione dei moduli di inserimento rispetto alle ontologie la piattaforma software è stata implementata utilizzando il pattern Model-View-Controller (cf. Figura 3). L'utilizzo di questo pattern ha permesso di implementare:

- il Model come le ontologie stesse;
- la View come i moduli di inserimento;
- Il Controller come un modulo software implementato in PHP che rende trasparente il modello rispetto alla vista consentendo di produrre un modulo di inserimento in base ai concetti, alle proprietà e agli assiomi definiti nelle ontologie.

La piattaforma software è rilasciata con licenza Apache 2.0 ed è disponibile in open source su un repository GitHub<sup>18</sup>.

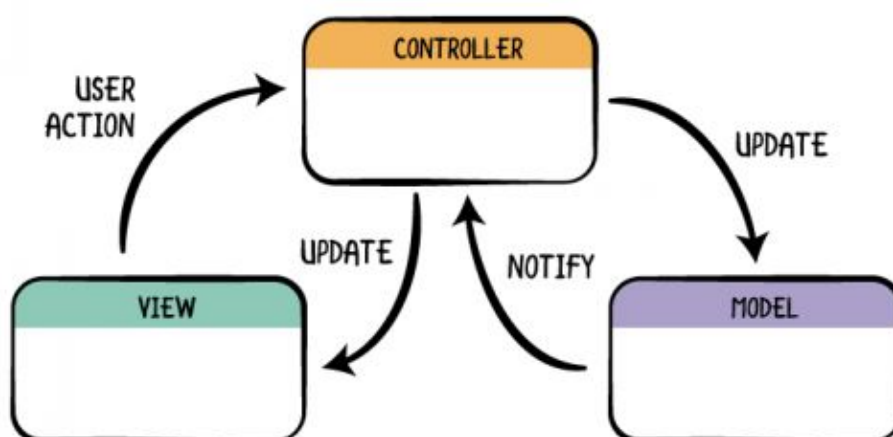


Figura 3. Pattern Model-View-Controller.

<sup>18</sup> <https://github.com/anuzzolese/atlas-of-paths>

## 2.2. Moduli di inserimento

Il controller è implementato per produrre generare una pipeline di moduli di inserimento coerenti con la rappresentazione logica modellata nell'ontologia, che prevede:

- un cammino con le sue informazioni peculiari tra cui spicca il percorso, che può essere quello principale, una variante o una deviazione;
- un percorso (principale, una variante o una deviazione) con le sue informazioni peculiari tra cui spiccano le tappe;
- le tappe con le loro informazioni peculiari.

In Figura è mostrato il diagramma UML delle attività che schematizza la pipeline implementata. In base a tale pipeline, nell'attività *Crea Cammino* l'utente inserisce le informazioni obbligatorie ed opzionali per un Cammino, che ricordiamo verrà rappresentato come un'istanza della classe `:Path` dell'ontologia Atlas of Paths. Tra le informazioni obbligatorie vi è il percorso principale. Per inserire il dato riguardo il percorso principale, la pipeline prevede un'altra attività separata che è *Crea Percorso*. In questa attività all'utente sarà richiesto di fornire tutte le informazioni riguardanti un percorso nella sua accezione fisica. Inoltre, l'utente potrà optare per introdurre varianti o deviazioni del percorso. In ogni caso (percorso principale, variante o deviazione), l'utente deve obbligatoriamente rappresentare un percorso come una serie di tappe. Pertanto, la pipeline prevede un'attività separata, chiamata *Crea Tappa*, in cui l'utente deve inserire tutti i dati relativi ad ogni singola tappa. La presenza di tre attività separate permette di isolare le attività di creazione del cammino, da quella del percorso e delle tappe al fine di procedere all'inserimento in maniera incrementale.

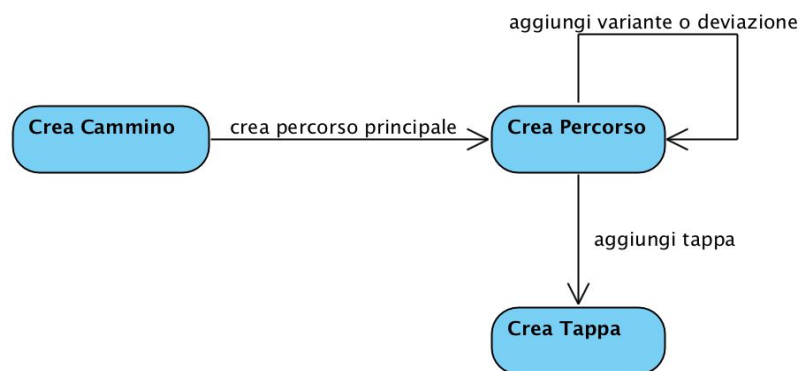


Figura 4. Diagramma UML delle attività della pipeline implementata.

L'attività *Crea Cammino* è realizzata fornendo all'utente una vista contestuale sul modello relativamente all'intorno della classe `:Path`. In Figura 5 è mostrato l'interfaccia che la piattaforma presenta all'utente quando quest'ultimo procede all'inserimento di un cammino.

## ATLAS OF PATHS HOME

Form di creazione dei Linked Data dei Cammini.

**Nome**

Obbligatorio.

**Foto cammino**

Opzionale.

**Descrizione**

Il cammino è un lungo itinerario che...

Obbligatorio.

**Temi d'interesse**

+

Opzionale..

**Organo di governo**

Obbligatorio.

**Sito web**

Obbligatorio.

**Aggiungi percorso**

+

Obbligatorio.

*Figura 5. Modulo di inserimento di un cammino.*

Il modulo richiede come informazioni obbligatorie le seguenti:

- Nome del cammino;
- Descrizione testuale del cammino;
- Organo di governo;
- Percorso.

Invece, le informazioni opzionali richieste sono le seguenti:

- Foto rappresentativa del cammino;
- Temi d'interesse particolare.

Quando l'utente clicca sul pulsante *Aggiungi percorso* del modulo che abilita la creazione di un cammino, il sistema mostra un nuovo modulo di inserimento relativo al percorso. In Figura 6 è mostrata l'interfaccia grafica di tale modulo.

ATLAS OF PATHS
HOME

Metodo di viaggio e durata

A piedi

13:45

Opzionale.

Aggiungi metodo di viaggio e durata

+

Lunghezza

10

Km ↕

Opzionale.

Periodo migliore dell'anno in cui affrontare il percorso

Ex: Estate

Opzionale.

Percentuale di strade asfaltate - intervallo 0-40%

Obbligatorio.

Livello di sicurezza - intervallo 0 (completamente non sicuro) - 10 (completamente sicuro)

Obbligatorio.

Entità responsabile manutenzione

Entità responsabile manutenzione

Obbligatorio.

Entità responsabile sicurezza

Entità responsabile sicurezza

Obbligatorio.

Aggiungi tappa

+

Obbligatorio.

Aggiungi variante

+

Opzionale.

Aggiungi deviazione

+

Opzionale.

*Figura 6. Modulo di inserimento di un percorso.*

Il modulo richiede come informazioni obbligatorie le seguenti:

- Percentuale di strade asfaltate presenti. Il dato deve rientrare in un intervallo che va 0% a 40% poiché al di sopra di questo intervallo non è possibile introdurre un percorso come valido cammino;
- Livello di sicurezza. Il dato rientra in un intervallo che va da 0 (nessuna sicurezza) a 10 (massima sicurezza);
- Entità responsabile della manutenzione del percorso;
- Entità responsabile della sicurezza del percorso;
- Tappe.

Invece, le informazioni opzionali richieste sono le seguenti:

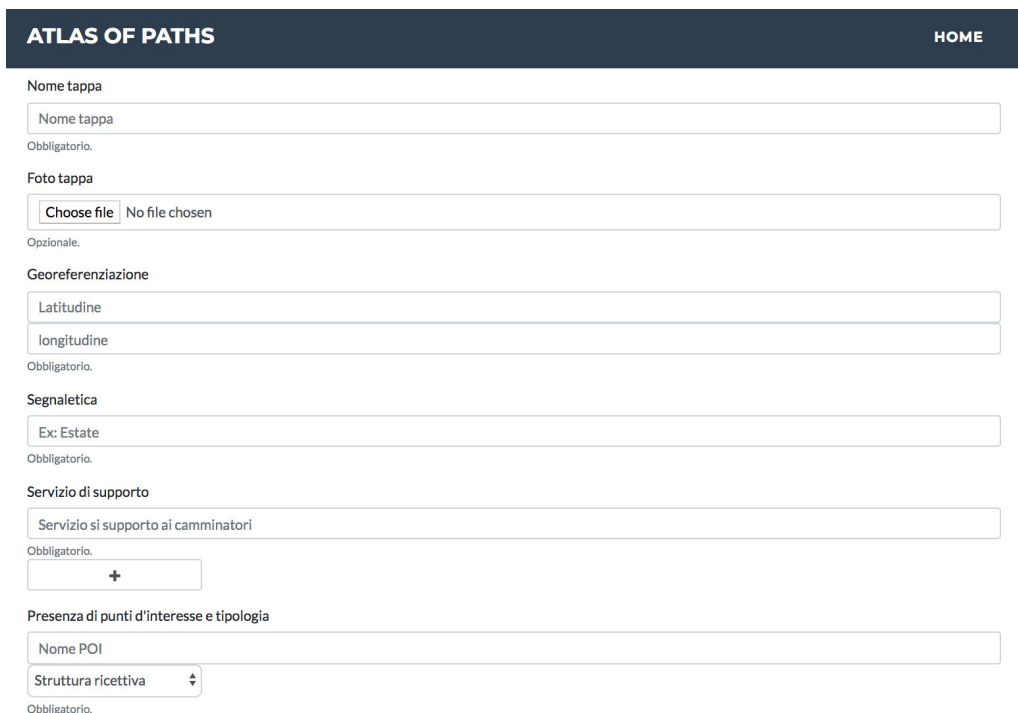
- Metodo di viaggio (ex. *a cavallo*) e tempo stimato per percorrere il cammino con il metodo indicato. E' possibile indicare più metodo con relativi tempi stimati di percorrenza;



- Lunghezza del percorso;
- Periodo migliore dell'anno in cui affrontare il percorso (*ex estate*);
- Varianti;
- Deviazioni.

Nel caso di varianti e Deviazioni la struttura del modo fondamentale è la stessa a quella del percorso salvo piccole differenze legate al fatto che, per le varianti bisogna indicare la tappa iniziale e finale devono essere parte del percorso principale, mentre per le deviazioni solo la tappa iniziale deve far parte del percorso principale. Per semplicità non riportiamo gli screenshot per queste due sottoviste.

Quando l'utente clicca sul pulsante *Aggiungi Tappa* del modulo che abilita la creazione di un percorso, il sistema mostra un nuovo modulo di inserimento relativo alla tappa. In Figura 7 è mostrata l'interfaccia grafica di tale modulo.



**ATLAS OF PATHS** HOME

Nome tappa  
  
 Obbligatorio.

Foto tappa  
 No file chosen  
 Opzionale.

Georeferenziazione  
  
  
 Obbligatorio.

Segnaletica  
  
 Obbligatorio.

Servizio di supporto  
  
 Obbligatorio.

Presenza di punti d'interesse e tipologia  
  
  
 Obbligatorio.

*Figura 7. Modulo di inserimento di una tappa di un percorso.*

Il modulo richiede come informazioni obbligatorie le seguenti:

- Nome della tappa. E' possibile collegare vocabolari controllati per limitare lo spazio delle possibili tappe e per abilitare meccanismi di autocompletamento. Ad esempio, è possibile associare il vocabolario controllato ISTAT dei toponimi;
- Georeferenziazione in termini di latitudine e longitudine;
- Segnaletica del cammino presente nella tappa;



- Servizio di supporto al camminatore;
- Punti di Interesse (POI) nelle vicinanze. In particolare è possibile, oltre che fornire il nome del POI, fornire anche la tipologia. Nella versione attuale l'utente può scegliere tra tre possibilità, ossia 'Struttura ricettiva', 'Struttura ristorativa' o 'Altro'.
- 

Invece, le informazioni opzionali richieste sono le seguenti:

- Foto rappresentativa della tappa.

### 2.3. Soluzione architetturale

Una volta che un cammino viene salvato popola un triple store che può essere utilizzato per pubblicare i Linked Open Data in RDF e fornire accesso ed interrogazione attraverso il linguaggio di interrogazione SPARQL. In Figura 8 è mostrato il diagramma architetturale del framework di gestione ed uso delle ontologie e dei linked open data. Il framework è progettato come un container Docker<sup>19</sup>. Docker è una piattaforma open-source che automatizza il deployment (consegna, con relativa installazione e messa in funzione o esercizio, di un sistema software tipicamente all'interno di un sistema informatico aziendale) di applicazioni all'interno di container software, fornendo un'astrazione aggiuntiva grazie alla virtualizzazione a livello di sistema operativo di Linux.

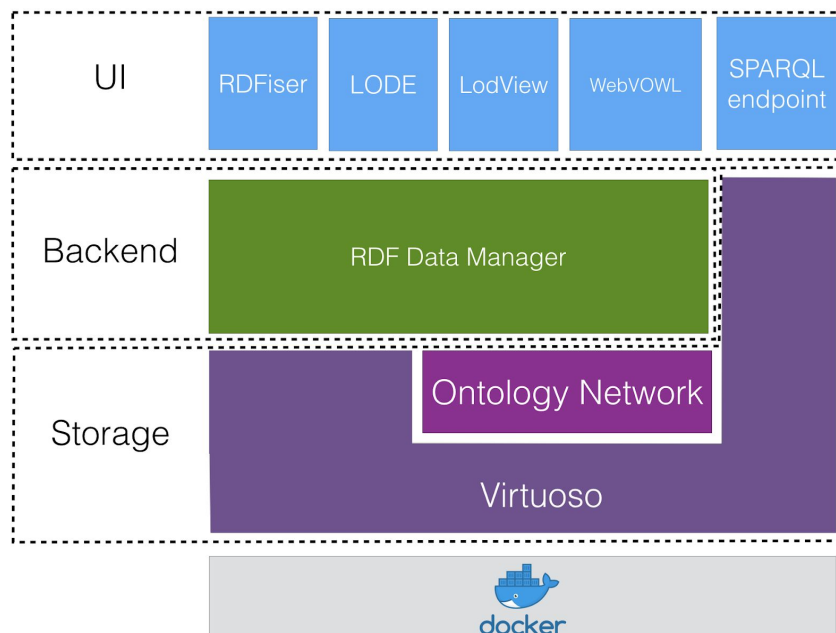


Figura 8. Diagramma architetturale del framework di gestione di ontologie e dati.

Il layer di storage dell'architettura è costituito da un triple store e dall'ontology network.

<sup>19</sup> <https://docs.docker.com/>

Il triple store si basa su OpenLink Virtuoso<sup>20</sup>. Virtuoso è preposto al salvataggio fisico ed al recupero di triple RDF, ossia elementi *soggetto-predicato-oggetto*, che costituiscono la notazione alla base dei Linked Data. Il triple store fornisce tutte le funzionalità CRUD (create, read, update e delete) a livello di singole entità, singole triple, insiemi di entità, insiemi di triple, singoli grafi (i.e. named graph) ed insiemi di grafi.

L'Ontology Network, è l'insieme delle ontologie interconnesse fra loro che modellano classi e proprietà di Atlas of Paths. Nel nostro caso sono le ontologie Route, Atlas of Paths, più le dipendenze riusate da OntoPiA così come descritto in Sezione 1.

L'RDF Data Manager identifica il layer di backend. Essa consiste nella piattaforma software che fornisce abilita i moduli di inserimento e che è preposta alla creazione dei Linked Open Data dei cammini così come descritto in Sezione 2.1. Più nel dettaglio è il componente Controller descritto in Sezione 2.1.

Il layer UI è costituito da una serie di tool che danno all'utente la possibilità di interagire con Linked Open Data dei cammini. Nel dettaglio questi tool sono:

- RDFiser, che è il nome scelto per la parte della piattaforma software descritta in Sezione 2.2 che dà la possibilità ad un utente di creare dei Linked Open Data attraverso la compilazione di moduli web;
- Live OWL Documentation Environment<sup>21</sup> (LODE), che è lo strumento di generazione automatica di documentazione per ontologie. La documentazione è presentata in HTML;
- LodView<sup>22</sup>, che è un visualizzatore di dati RDF. La visualizzazione è basata sul rendering HTML di entità RDF;
- WebVOWL, che è un applicazione web per la visualizzazione interattiva ed esplorativa di ontologie che utilizza come notazione la Visual Notation for OWL Ontologies<sup>23</sup> (VOWL);
- SPARQL endpoint, che l'applicazione web basata su OpenLink Virtuoso che permette l'interrogazione dei Linked Open Data pubblicati in RDF attraverso lo standard di interrogazione SPARQL.

Il container Docker è disponibile sul repository GitHub del progetto<sup>24</sup>. Per poter installare il container occorre avere installato ed attivo Docker sulla propria macchina e quindi eseguire il seguenti comandi da terminale:

```
$> docker-compose up
```

Il comando sopra compila e lancia il container.

---

<sup>20</sup> <https://virtuoso.openlinksw.com/>

<sup>21</sup> <http://www.essepuntato.it/lode>

<sup>22</sup> <https://github.com/dvcama/LodView>

<sup>23</sup> <http://vowl.visualdataweb.org/v2/>

<sup>24</sup> <https://github.com/anuzzele/atlas-of-paths>

Una volta attivo il container è possibile accedere all'homepage del progetto all'indirizzo <http://localhost:8080>. In Figura 9 è mostrata la homepage.



*Figura 9. Homepage presentata dal container in esecuzione.*

All'indirizzo <http://localhost:8080/upload-form.html> si accede al modulo principale per la creazione di cammini.

Lo strumento LODE può essere utilizzato per visualizzare le ontologie nel proprio browser. A tal proposito:

- l'ontologia Route è visualizzabile all'indirizzo raggiungere navigando con il browser all'indirizzo <http://localhost:9090/extract?lang=it&url=https://w3id.org/italia/onto/Route>;
- l'ontologia Atlas of Paths è visualizzabile all'indirizzo raggiungere navigando con il browser all'indirizzo <http://localhost:9090/extract?lang=it&url=https://w3id.org/italia/onto/AtlasOfPaths>.

La Figura 10 mostra la visualizzazione LODE di Atlas of Paths.

Lo strumento WebVOWL è interrogabile all'indirizzo <http://localhost:8181/webvowl/>. Ad esempio, la Figura 11 mostra la visualizzazione dell'ontologia Atlas of Paths fornita da WebVOWL.

Lo strumento LodView è interrogabile all'indirizzo <http://localhost:8181/lodview>. Ad esempio, la Figura 12 mostra la visualizzazione della classe `:Path` dell'ontologia Atlas of Paths fornita da LodView.

Infine, lo SPARQL endpoint è interrogabile all'indirizzo <http://localhost:8890/sparql>, la cui interfaccia è mostrata in Figura 13.

IRI: <https://w3id.org/italia/onto/AtlasOfPaths/>  
**Ontologie importate:** <https://w3id.org/italia/onto/Route/> ([Visualizzala con LODE](#))  
**Altre visualizzazioni:** [Sorgente dell'ontologia](#)

## Indice

1. [Classi](#)
2. [Object Property](#)
3. [Data Property](#)
4. [Individui](#)
5. [Annotation Property](#)
6. [Dichiarazioni di Namespace](#)

## Classi

[accommodation](#) [duration](#) [feature](#) [measurement unit](#) [organization](#) [path](#)  
[path plan](#) [path stage](#) [path theme](#) [pathway](#) [paving](#) [point of interest](#)  
[quantified pathway paving](#) [restaurant](#) [security level](#) [service type](#) [Servizio](#)  
[signposting](#) [temporal entity](#) [travelling method](#) [web site](#)

Figura 10. Visualizzazione LODE di Atlas of Paths.

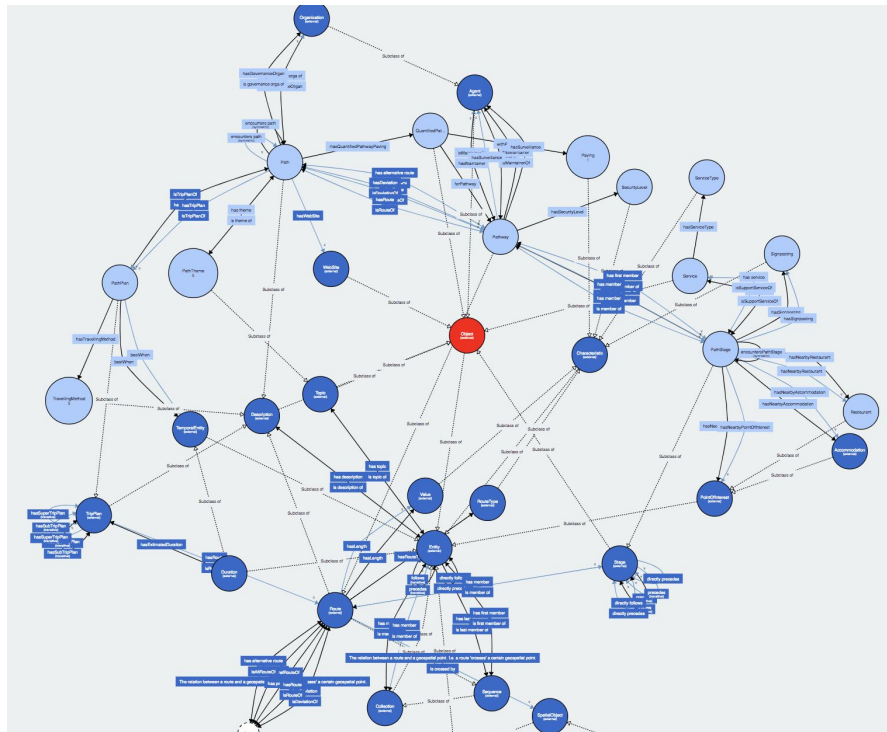
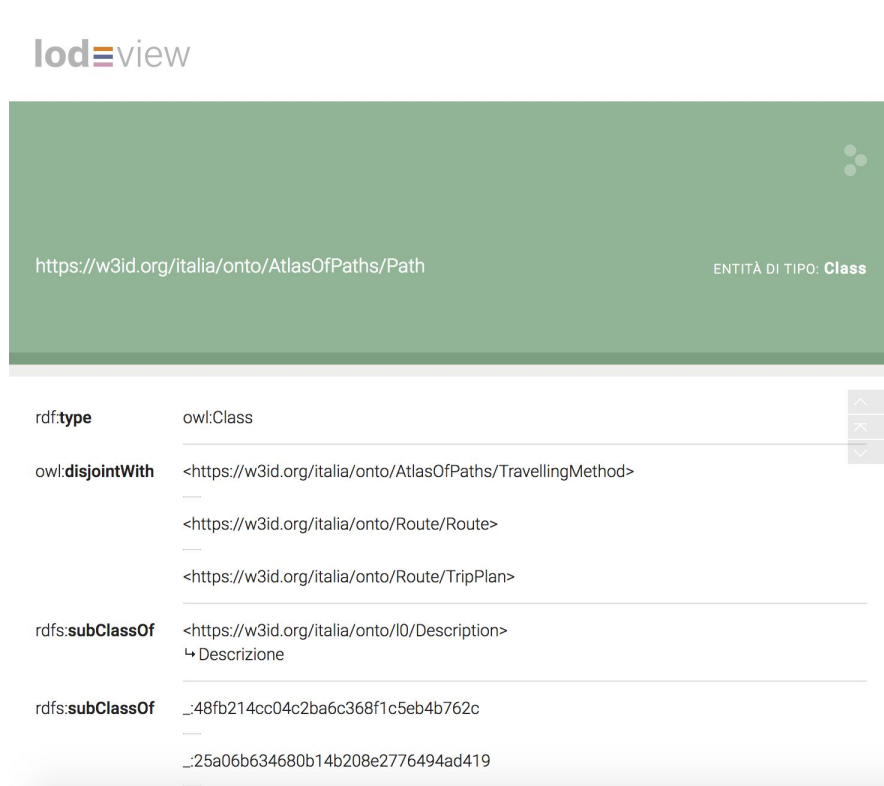


Figura 11. Visualizzazione WebVOWL di Atlas of Paths.

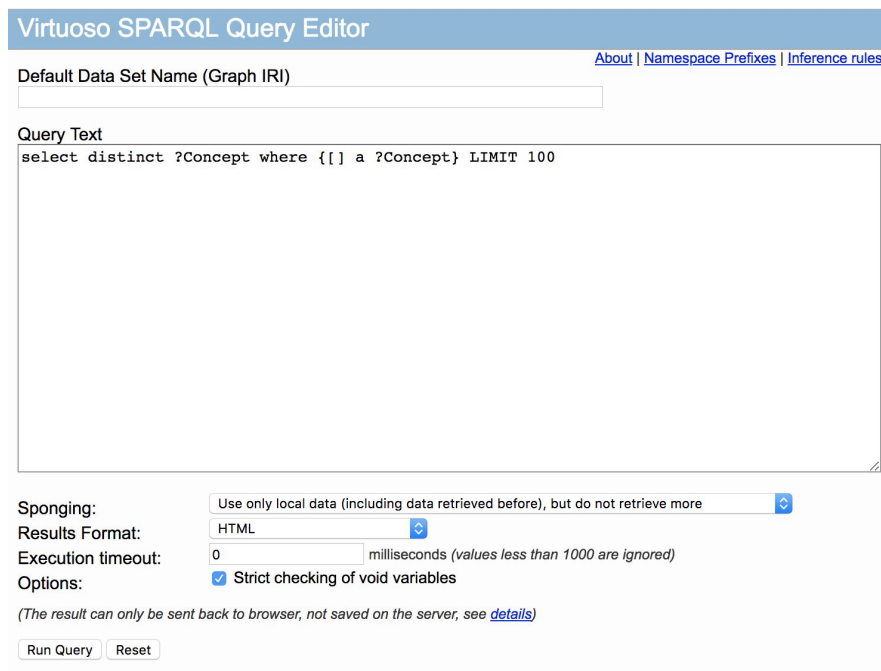


**lodview**

https://w3id.org/italia/onto/AtlasOfPaths/Path ENTITÀ DI TIPO: **Class**

<b>rdf:type</b>	owl:Class
<b>owl:disjointWith</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&lt;https://w3id.org/italia/onto/AtlasOfPaths/TravellingMethod&gt;</li> <li>&lt;https://w3id.org/italia/onto/Route/Route&gt;</li> <li>&lt;https://w3id.org/italia/onto/Route/TripPlan&gt;</li> </ul>
<b>rdfs:subClassOf</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&lt;https://w3id.org/italia/onto/I0/Description&gt;</li> <li>↳ Descrizione</li> </ul>
<b>rdfs:subClassOf</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>..48fb214cc04c2ba6c368f1c5eb4b762c</li> <li>..25a06b634680b14b208e2776494ad419</li> </ul>

**Figura 12. Visualizzazione della classe : *Path* dell'ontologia Atlas of Paths fornita dallo strumento LodView.**



**Virtuoso SPARQL Query Editor**

[About](#) | [Namespace Prefixes](#) | [Inference rules](#)

Default Data Set Name (Graph IRI)

Query Text

```
select distinct ?Concept where {[ ] a ?Concept} LIMIT 100
```

Sponging: Use only local data (including data retrieved before), but do not retrieve more

Results Format: HTML

Execution timeout: 0 milliseconds (values less than 1000 are ignored)

Options:  Strict checking of void variables

(The result can only be sent back to browser, not saved on the server, see [details](#))

Run Query Reset

**Figura 13. SPARQL endpoint fornito da OpenLink Virtuoso.**