

MongoDB

dr Sara Migliorini

NoSQL Systems – MongoDB

- MongoDB è un sistema per la gestione di basi di dati NoSQL di tipo document-based.
 - Una base di dati è formata da **collezioni di documenti**.
 - Ciascuna **collezione** corrisponde al concetto di **tabella** (o entità).
 - Ciascuna collezione è formata da insiemi di **documenti** (**tuple**).
- Altre tipologie di database NoSQL
 - Graph database (e.g. Neo4j)
 - Column-oriented database (e.g. Apache Cassandra)
 - Key-value database (e.g. Amazon DynamoDB)
 - Document-oriented database (e.g. MongoDB)

MongoDB: Caratteristiche

- Struttura a documenti che ricorda l'organizzazione ad oggetti dei linguaggi di programmazione moderni
- Flessibilità e assenza di schema (schema-less)
 - Dati la cui struttura evolve nel tempo
 - Dati non strutturati o semi-strutturati
- Scalabilità e performance
 - Fondamentalmente MongoDB è un **sistema distribuito**
 - La parte server è stata sviluppata pensando che la configurazione di default prevedesse un **cluster** (*replica*)
 - Ridondanza e alta disponibilità
- Linguaggio di interrogazione e indici per semplificare e velocizzare operazioni comuni, come `findOne()` e `updateOne()`

MongoDB: Tools

Administrative tools: per la gestione dei database

- MongoDB shell (mongosh): da riga di comando
- MongoDB Compass: interfaccia grafica
 - <https://www.mongodb.com/try/download/compass>

Backup e restore: per la creazione o ripristino di backup

- mongodbdump: per creare un backup binario
- mongodbrestore: per il ripristino di un backup

MongoDB: Tools


Performance and monitoring tools: per verificare le prestazioni del cluster e monitorare lo stato di salute del sistema

- `mongostat`: statistiche sulle prestazioni
- `mongotop`: monitorare il tempo richiesta dalle istanze per eseguire operazioni di lettura e scrittura

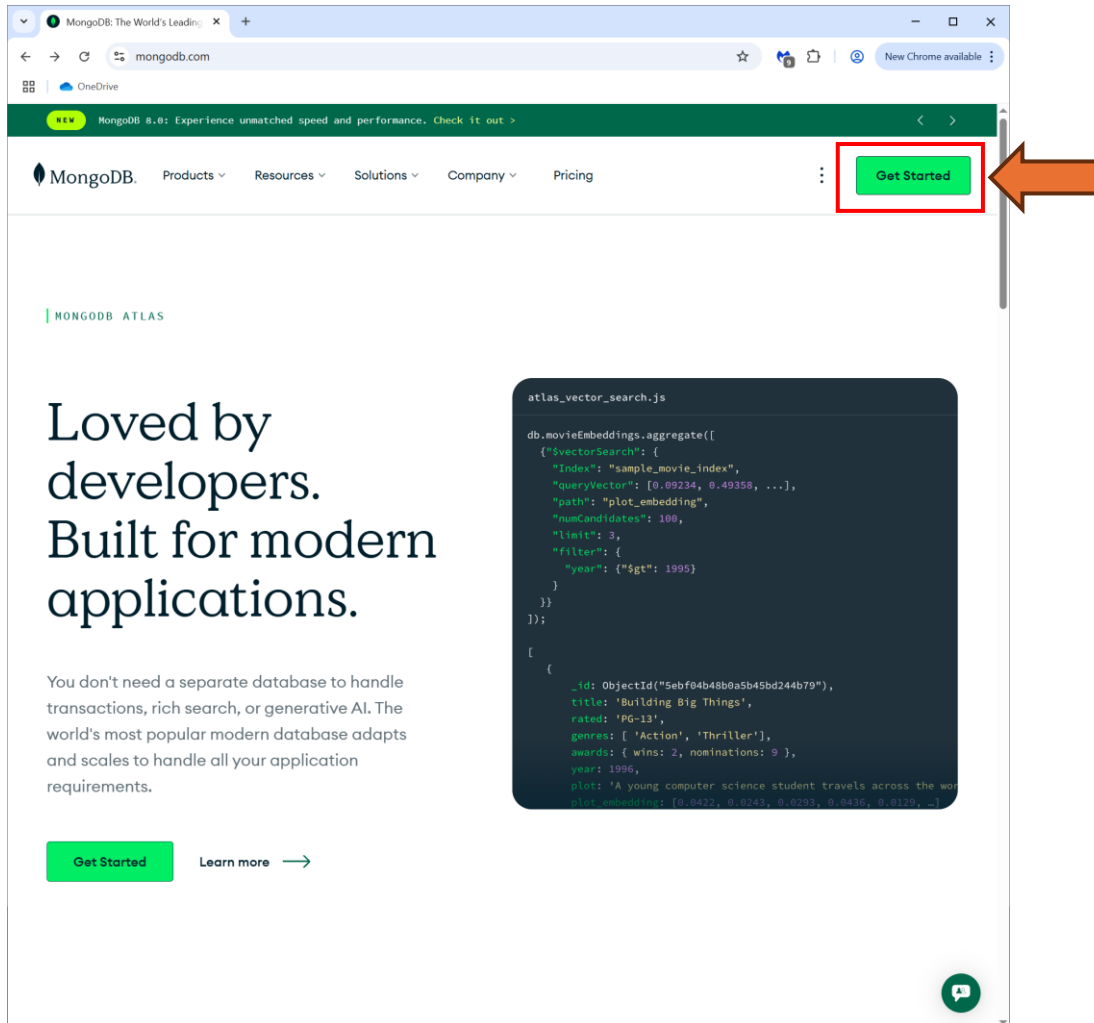
Developer and integration tools

- MongoDB per Visual Studio Code
- ...

MongoDB: Installazione

- MongoDB cluster:
 - Scaricare ed installare MongoDB Community Edition
 - <https://www.mongodb.com/try/download/community>
-  • Creare un account su MongoDB Atlas ed utilizzare il cluster gratuito
 - <https://www.mongodb.com/try>

MongoDB: Cluster su Atlas



MongoDB 8.0: Experience unmatched speed and performance. Check it out >

MongoDB. Products ▾ Resources ▾ Solutions ▾ Company ▾ Pricing

⋮ [Get Started](#)

MONGODB ATLAS

Loved by developers. Built for modern applications.

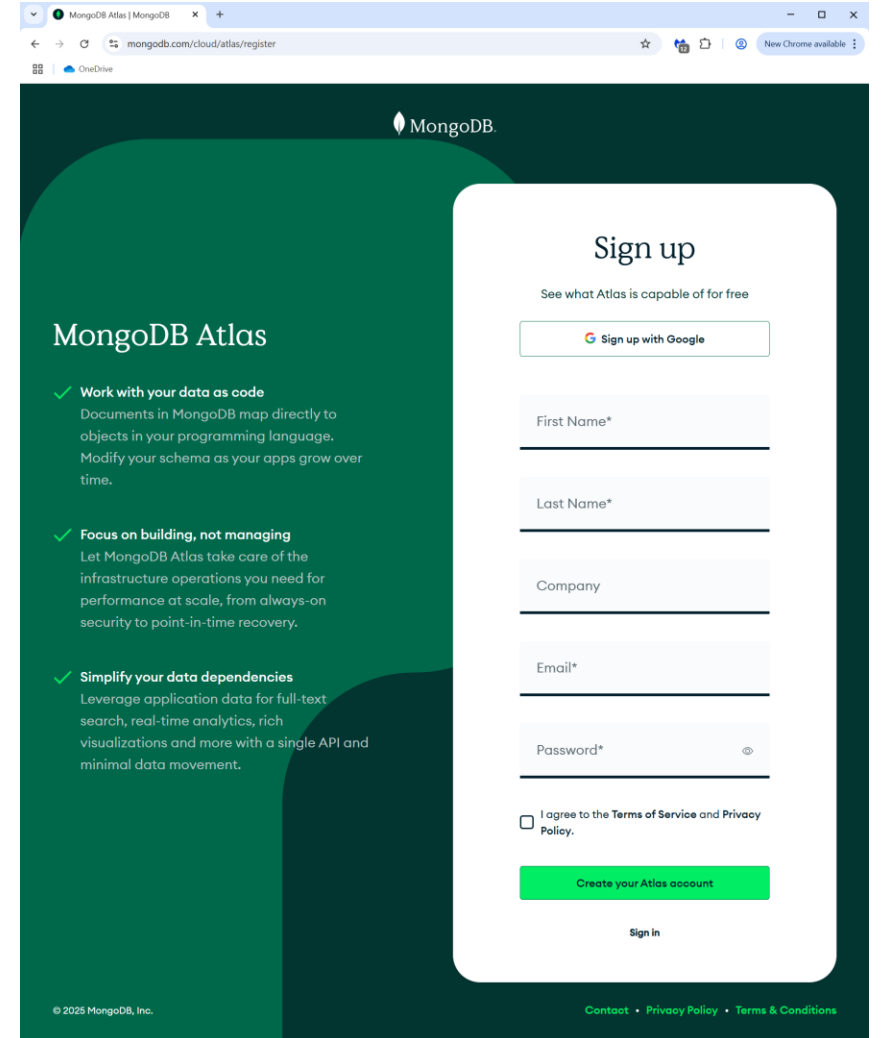
You don't need a separate database to handle transactions, rich search, or generative AI. The world's most popular modern database adapts and scales to handle all your application requirements.

```
atlas_vector_search.js

db.movieEmbeddings.aggregate([
  { "$vectorSearch": {
    "index": "sample_movie_index",
    "queryVector": [0.09234, 0.49358, ...],
    "path": "plot_embedding",
    "numCandidates": 100,
    "limit": 3,
    "filter": {
      "year": { "$gt": 1995 }
    }
  }}
]);

[
  {
    _id: ObjectId("5ebf04b48b0a5b45bd244b79"),
    title: 'Building Big Things',
    rated: 'PG-13',
    genres: [ 'Action', 'Thriller' ],
    awards: { wins: 2, nominations: 9 },
    year: 1996,
    plot: 'A young computer science student travels across the world to find a way to build a better world.',
    vectorEmbedding: [0.0432, 0.0245, 0.0293, 0.0436, 0.0129, ...]
  }
]
```

[Get Started](#) [Learn more](#) →



MongoDB Atlas

See what Atlas is capable of for free

[Sign up with Google](#)

First Name*

Last Name*

Company

Email*

Password*

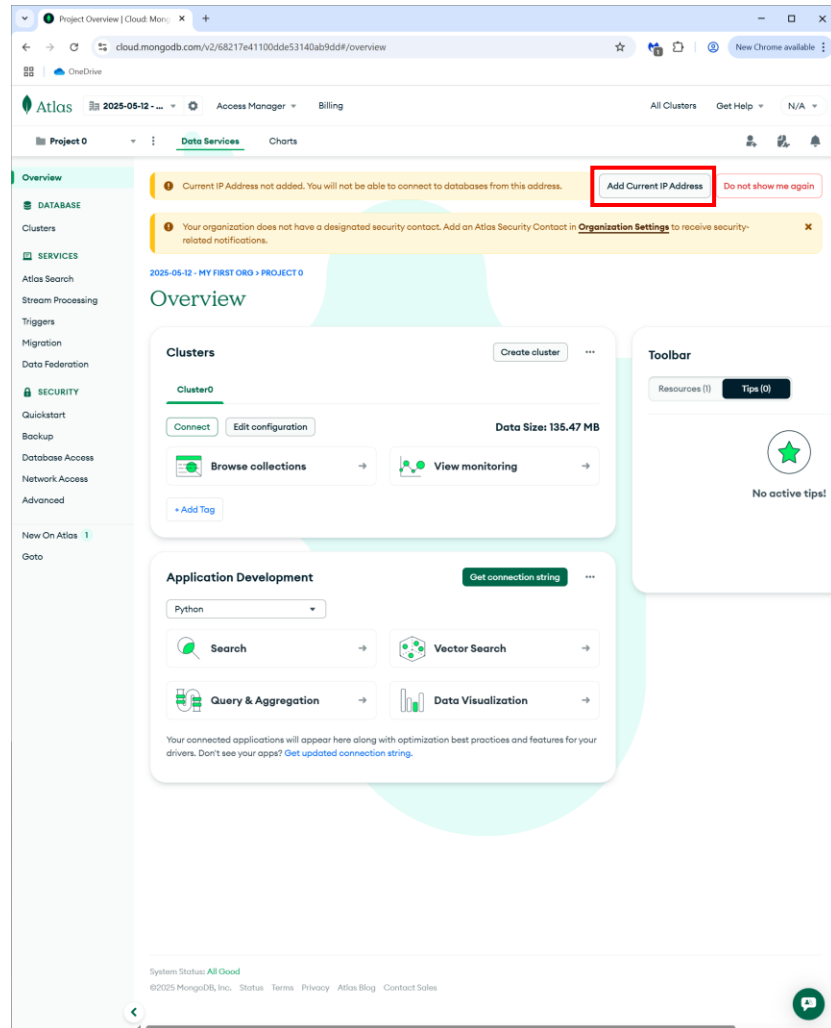
☐ I agree to the [Terms of Service](#) and [Privacy Policy](#).

[Create your Atlas account](#)

[Sign in](#)

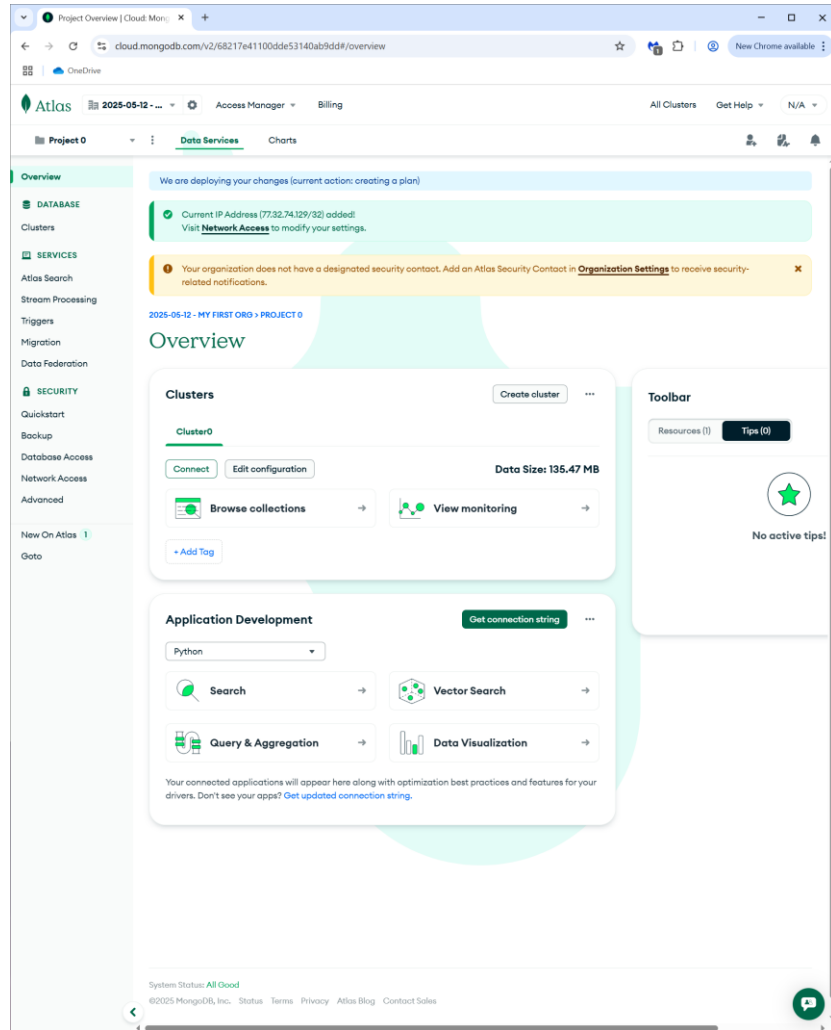
© 2025 MongoDB, Inc. [Contact](#) • [Privacy Policy](#) • [Terms & Conditions](#)

MongoDB: Creazione Cluster su Atlas



1. Aggiungere l'IP alla lista di quelli autorizzati alla connessione

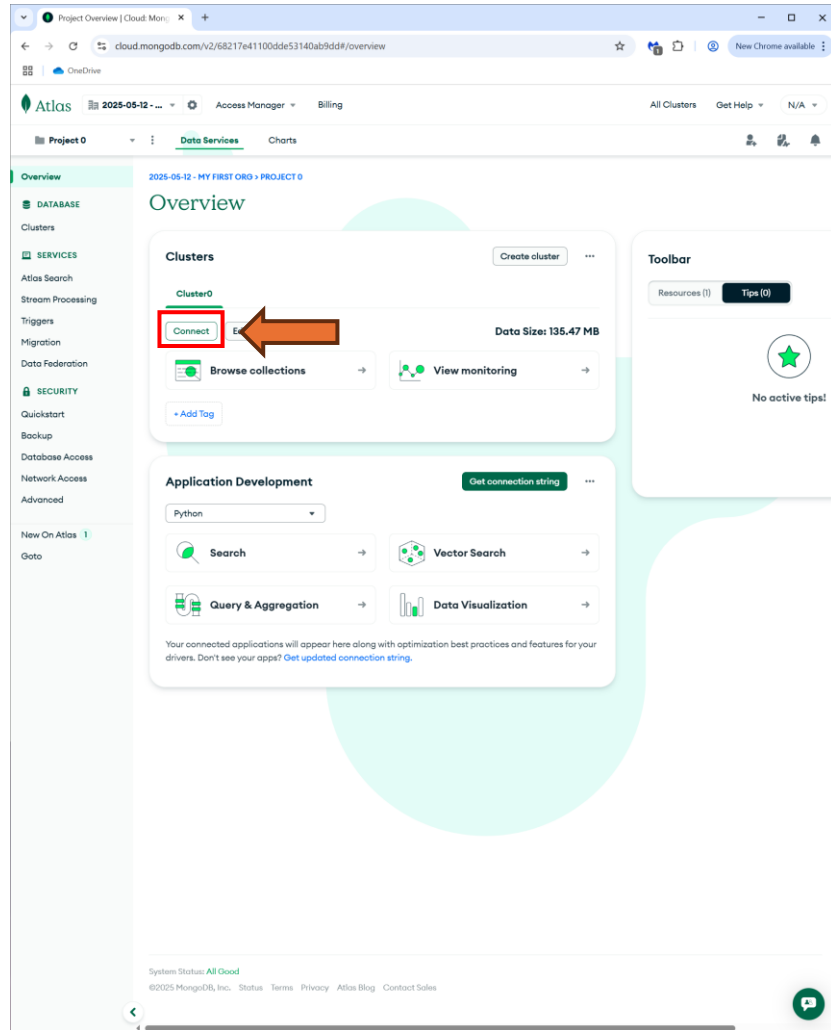
MongoDB: Creazione Cluster su Atlas



1. Aggiungere l'IP alla lista di quelli autorizzati alla connessione
2. Completare le configurazioni di sicurezza aggiungendo un'email di contatto

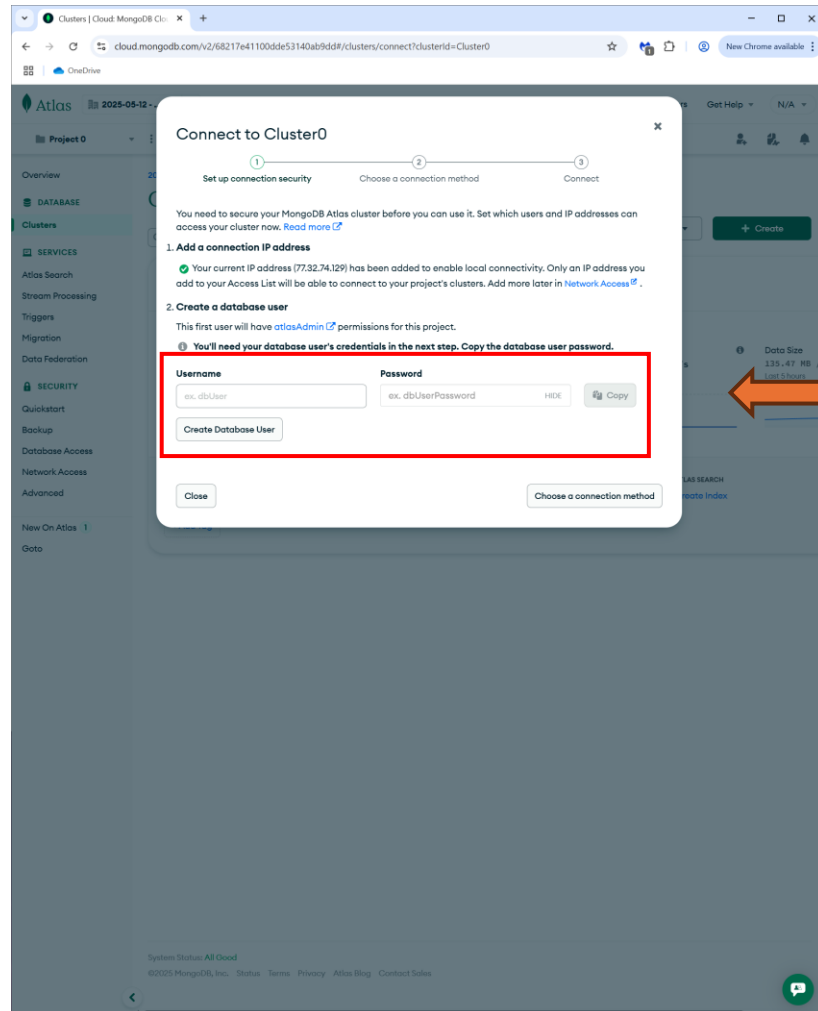


MongoDB: Creazione Cluster su Atlas



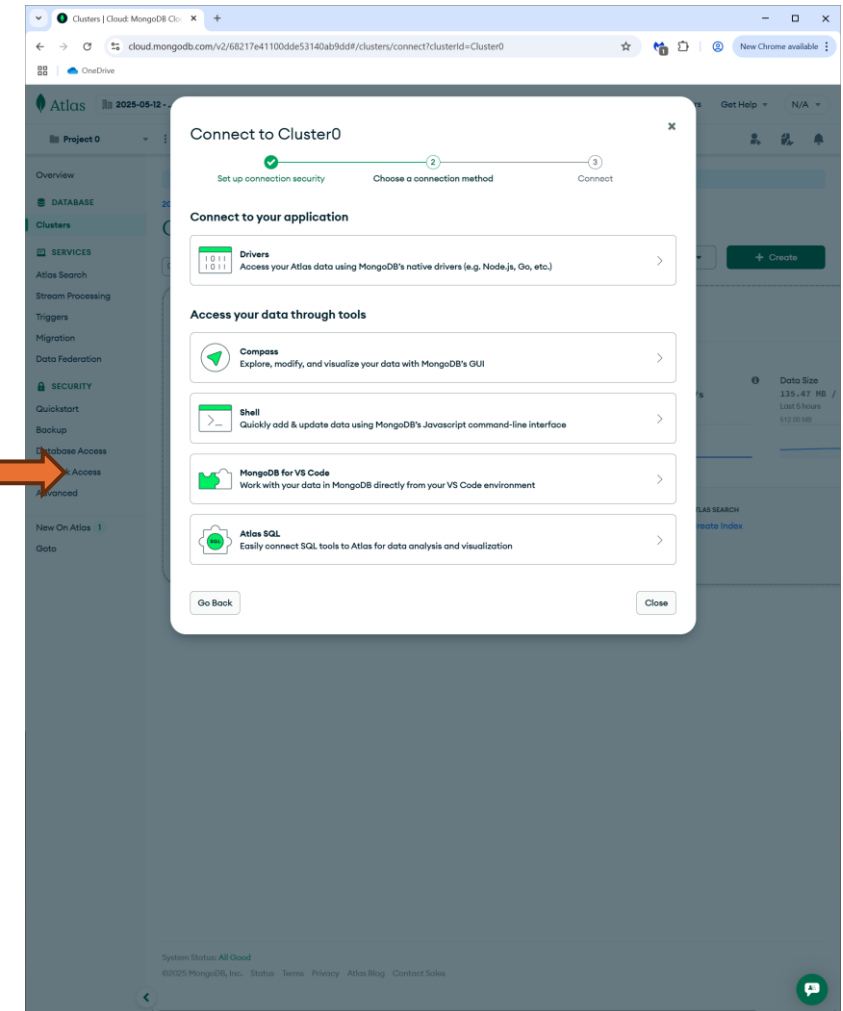
1. Aggiungere l'IP alla lista di quelli autorizzati alla connessione
2. Completare le configurazioni di sicurezza aggiungendo un'email di contatto
3. Connessione

MongoDB: Creazione DB e Connessione

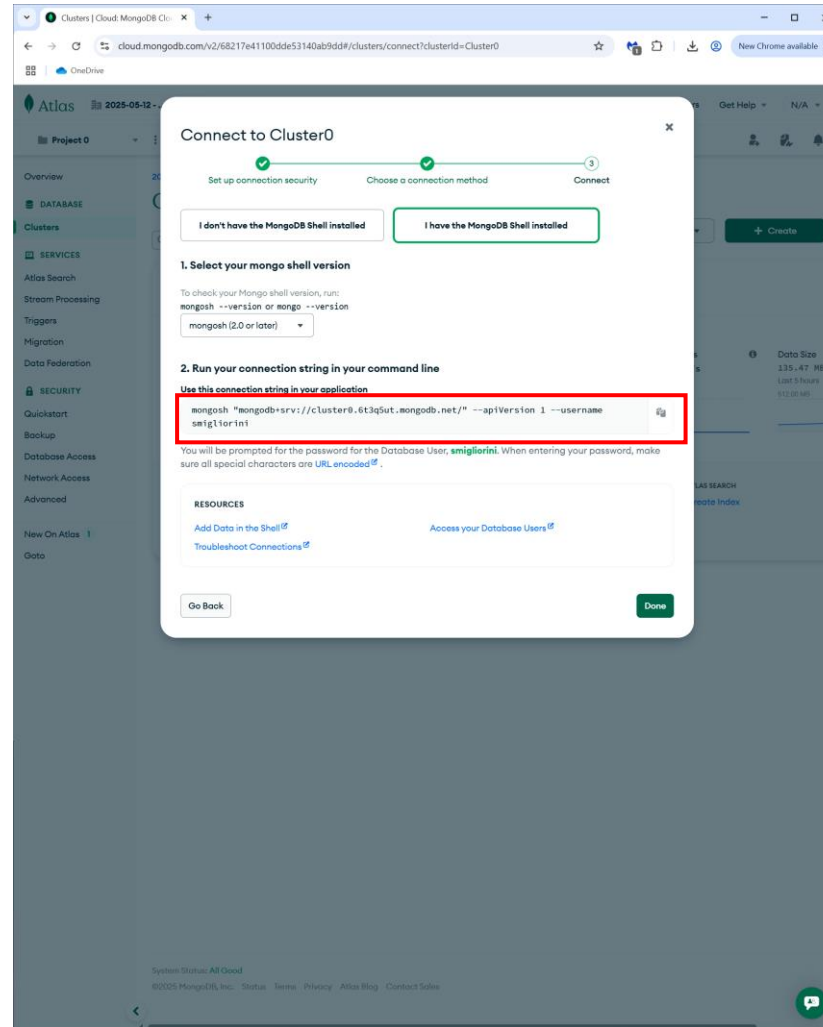


3a. Creazione utente

3b. Scelta del client



Connessione a MongoDB tramite mongosh



Connessione a MongoDB tramite mongosh

- La shell mongosh può essere installata in vario modo:
 - Download al link: <https://www.mongodb.com/try/download/shell>
 - Usare NPM (Node Package Manager) se Node.js è installato nel Sistema
 - Aprire il terminale
 - `npm install -g mongosh`
- Connessione ad un server MongoDB
 - Comando generico:
 - `mongosh "mongodb://username:password@hostname:port/test"`
 - **Cluster Atlas (copia ed incolla dall'interfaccia web):**
 - `mongosh "mongodb+srv://cluster0.6t3q5ut.mongodb.net/" --apiVersion 1 --username smigliorini`

Connessione a MongoDB tramite mongosh

```
mongosh mongodb+srv://<credentials>@cluster0.6t3q5ut.mongodb.net/
Microsoft Windows [Version 10.0.19045.5737]
(c) Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\yoshi>mongosh "mongodb+srv://cluster0.6t3q5ut.mongodb.net/" --apiVersion 1 --username smigliorini
Enter password: *****
Current Mongosh Log ID: 6821bfb362f2d74ffe6c4bcf
Connecting to:      mongodb+srv://<credentials>@cluster0.6t3q5ut.mongodb.net/?appName=mongosh+2.5.1
Using MongoDB:      8.0.8 (API Version 1)
Using Mongosh:      2.5.1

For mongosh info see: https://www.mongodb.com/docs/mongodb-shell/

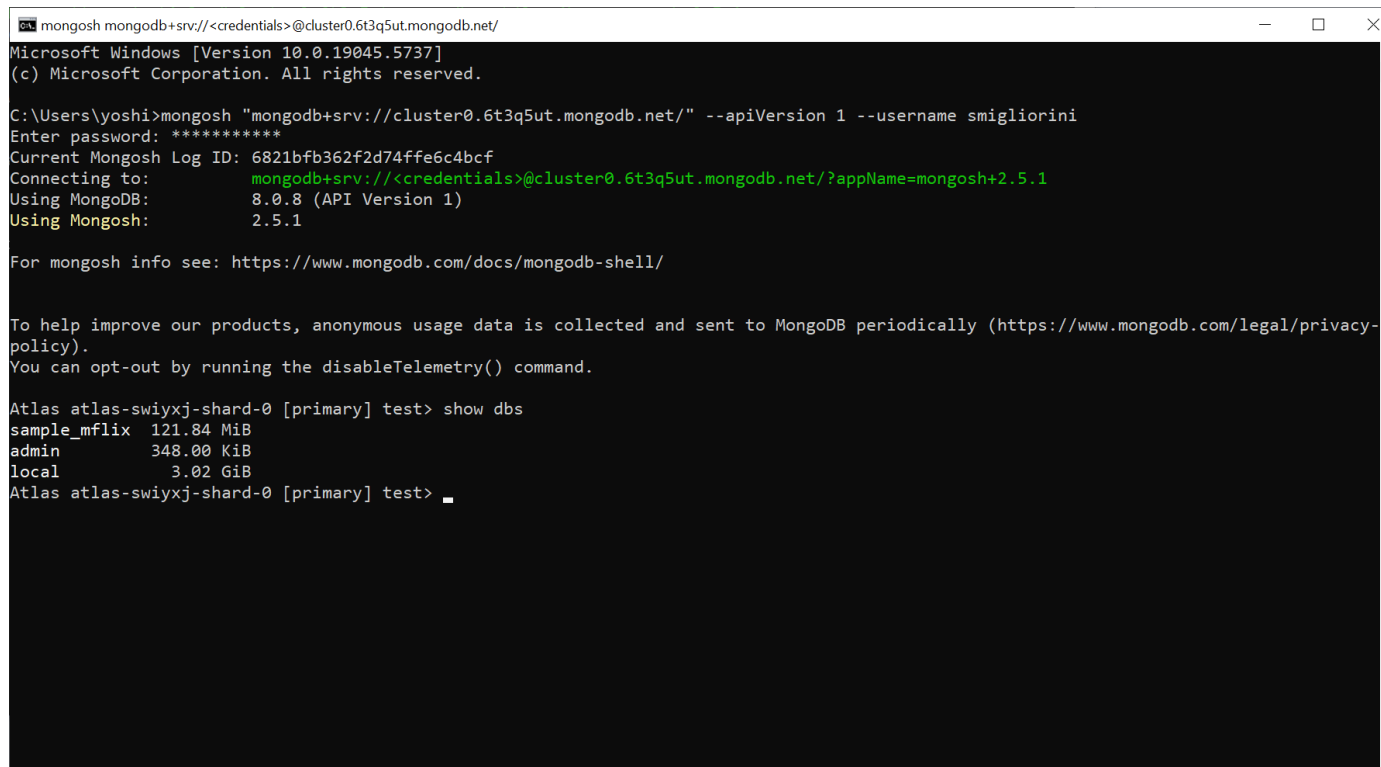
To help improve our products, anonymous usage data is collected and sent to MongoDB periodically (https://www.mongodb.com/legal/privacy-policy).
You can opt-out by running the disableTelemetry() command.

Atlas atlas-swiyxj-shard-0 [primary] test>
```

Comandi principali di mongosh

Mostrare tutti i database

- test> show dbs



```
mongosh mongodb+srv://<credentials>@cluster0.6t3q5ut.mongodb.net/
Microsoft Windows [Version 10.0.19045.5737]
(c) Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\yoshi>mongosh "mongodb+srv://cluster0.6t3q5ut.mongodb.net/" --apiVersion 1 --username smigliorini
Enter password: *****
Current Mongosh Log ID: 6821bfb362f2d74ffe6c4bcf
Connecting to:      mongodb+srv://<credentials>@cluster0.6t3q5ut.mongodb.net/?appName=mongosh+2.5.1
Using MongoDB:      8.0.8 (API Version 1)
Using Mongosh:      2.5.1

For mongosh info see: https://www.mongodb.com/docs/mongodb-shell/

To help improve our products, anonymous usage data is collected and sent to MongoDB periodically (https://www.mongodb.com/legal/privacy-policy).
You can opt-out by running the disableTelemetry() command.

Atlas atlas-swiyxj-shard-0 [primary] test> show dbs
sample_mflix 121.84 MiB
admin        348.00 KiB
local        3.02 GiB
Atlas atlas-swiyxj-shard-0 [primary] test> _
```

Comandi principali di mongosh

Selezionare un particolare database su cui lavorare

- test> use sample_mflix
- switched to db sample_mflix

```
mongosh mongodb+srv://<credentials>@cluster0.6t3q5ut.mongodb.net/
Microsoft Windows [Version 10.0.19045.5737]
(c) Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\yoshi>mongosh "mongodb+srv://cluster0.6t3q5ut.mongodb.net/" --apiVersion 1 --username smigliorini
Enter password: *****
Current Mongosh Log ID: 6821bfb362f2d74ffe6c4bcf
Connecting to:      mongodb+srv://<credentials>@cluster0.6t3q5ut.mongodb.net/?appName=mongosh+2.5.1
Using MongoDB:      8.0.8 (API Version 1)
Using Mongosh:      2.5.1

For mongosh info see: https://www.mongodb.com/docs/mongosh-shell/

To help improve our products, anonymous usage data is collected and sent to MongoDB periodically (https://www.mongodb.com/legal/privacy-policy).
You can opt-out by running the disableTelemetry() command.

Atlas atlas-swiyxj-shard-0 [primary] test> show dbs
sample_mflix 121.84 MiB
admin         348.00 KiB
local         3.02 GiB
Atlas atlas-swiyxj-shard-0 [primary] test> use sample_mflix
switched to db sample_mflix
Atlas atlas-swiyxj-shard-0 [primary] sample_mflix> show collections
comments
embedded_movies
movies
sessions
theaters
users
Atlas atlas-swiyxj-shard-0 [primary] sample_mflix> _
```


Comandi principali di mongosh

Mostrare le collezioni di documenti presenti in un database

- sample_mflix> show collections

```
mongosh mongodb+srv://<credentials>@cluster0.6t3q5ut.mongodb.net/
Microsoft Windows [Version 10.0.19045.5737]
(c) Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\yoshi>mongosh "mongodb+srv://cluster0.6t3q5ut.mongodb.net/" --apiVersion 1 --username smigliorini
Enter password: *****
Current Mongosh Log ID: 6821bfb362f2d74ffe6c4bcf
Connecting to:      mongodb+srv://<credentials>@cluster0.6t3q5ut.mongodb.net/?appName=mongosh+2.5.1
Using MongoDB:      8.0.8 (API Version 1)
Using Mongosh:      2.5.1

For mongosh info see: https://www.mongodb.com/docs/mongosh-shell/

To help improve our products, anonymous usage data is collected and sent to MongoDB periodically (https://www.mongodb.com/legal/privacy-policy).
You can opt-out by running the disableTelemetry() command.

Atlas atlas-swiyxj-shard-0 [primary] test> show dbs
sample_mflix 121.84 MiB
admin         348.00 KiB
local         3.02 GiB
Atlas atlas-swiyxj-shard-0 [primary] test> use sample_mflix
switched to db sample_mflix
Atlas atlas-swiyxj-shard-0 [primary] sample_mflix> show collections
comments
embedded_movies
movies
sessions
theaters
users
Atlas atlas-swiyxj-shard-0 [primary] sample_mflix> _
```

Comandi principali di mongosh

Visualizzare tutti i comandi disponibili

- test> help

Uscire dalla shell

- test> exit

```
mongosh mongodb+srv://<credentials>@cluster0.6t3q5ut.mongodb.net/
embedded_movies
movies
sessions
theaters
users
Atlas atlas-swiyxj-shard-0 [primary] sample_mflix> help

Shell Help:

log                                'log.info(<msg>)': Write a custom info/warn/error/fatal/debug message to the log file
                                   'log.getPath()': Gets a path to the current log file

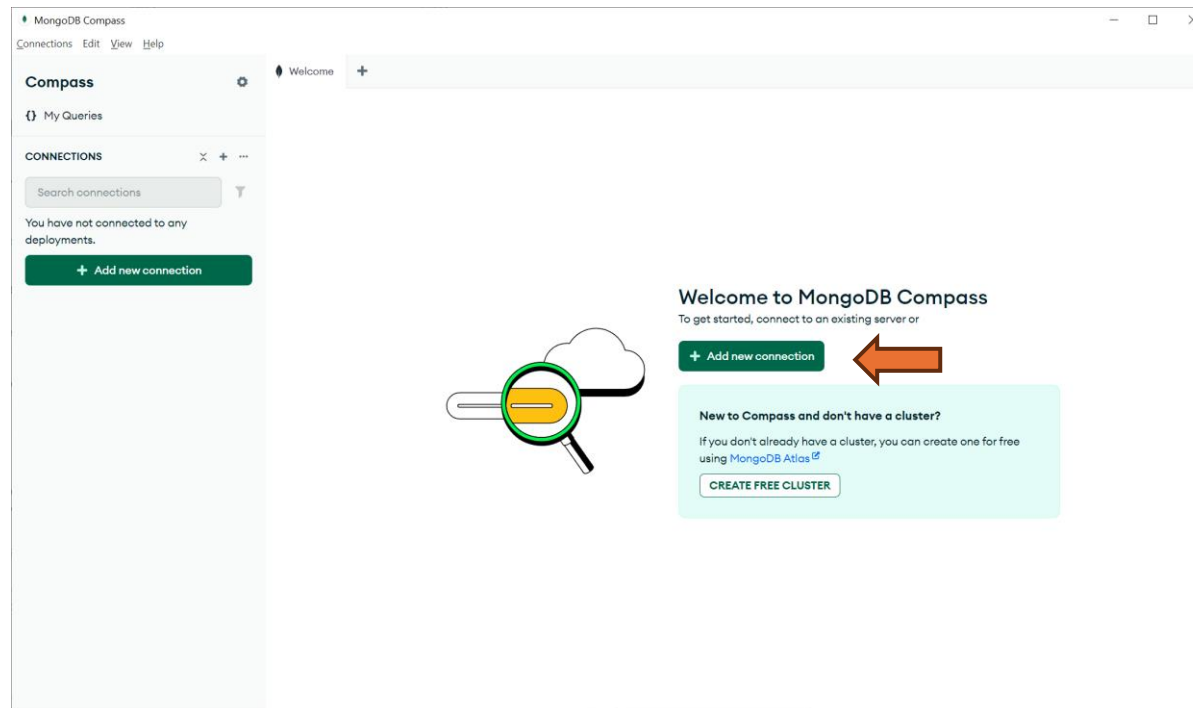
use                                Set current database
show                               'show databases': Print a list of all available databases
                                   'show collections': Print a list of all collections for current database
                                   'show profile': Prints system.profile information
                                   'show users': Print a list of all users for current database
                                   'show roles': Print a list of all roles for current database
                                   'show log <type>': log for current connection, if type is not set uses 'global'
                                   'show logs': Print all logs

exit                               Quit the MongoDB shell with exit/exit()/exit
quit                              Quit the MongoDB shell with quit/quit()
Mongo                             Create a new connection and return the Mongo object. Usage: new Mongo(URI, options [optional])
connect                           Create a new connection and return the Database object. Usage: connect(URI, username [optional], password [optional])
it                                result of the last line evaluated; use to further iterate
version                           Shell version
load                              Loads and runs a JavaScript file into the current shell environment
enableTelemetry                   Enables collection of anonymous usage data to improve the mongosh CLI
disableTelemetry                  Disables collection of anonymous usage data to improve the mongosh CLI
passwordPrompt                    Prompts the user for a password
sleep                             Sleep for the specified number of milliseconds
print                             Prints the contents of an object to the output
printjson                         Alias for print()
convertShardKeyToHashed           Returns the hashed value for the input using the same hashing function as a hashed index.   cls
                                   Clears the screen like console.clear()
isInteractive                      Returns whether the shell will enter or has entered interactive mode

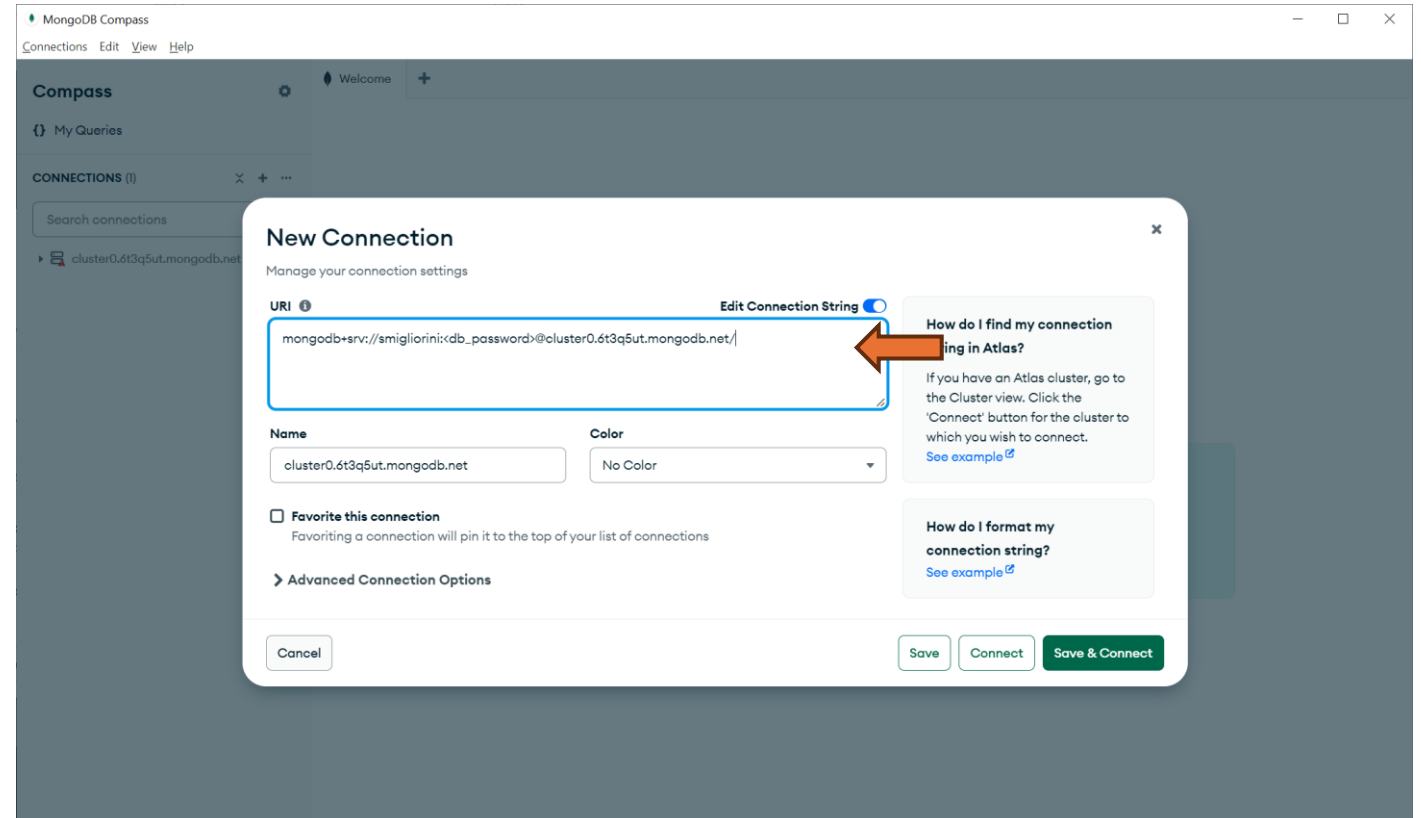
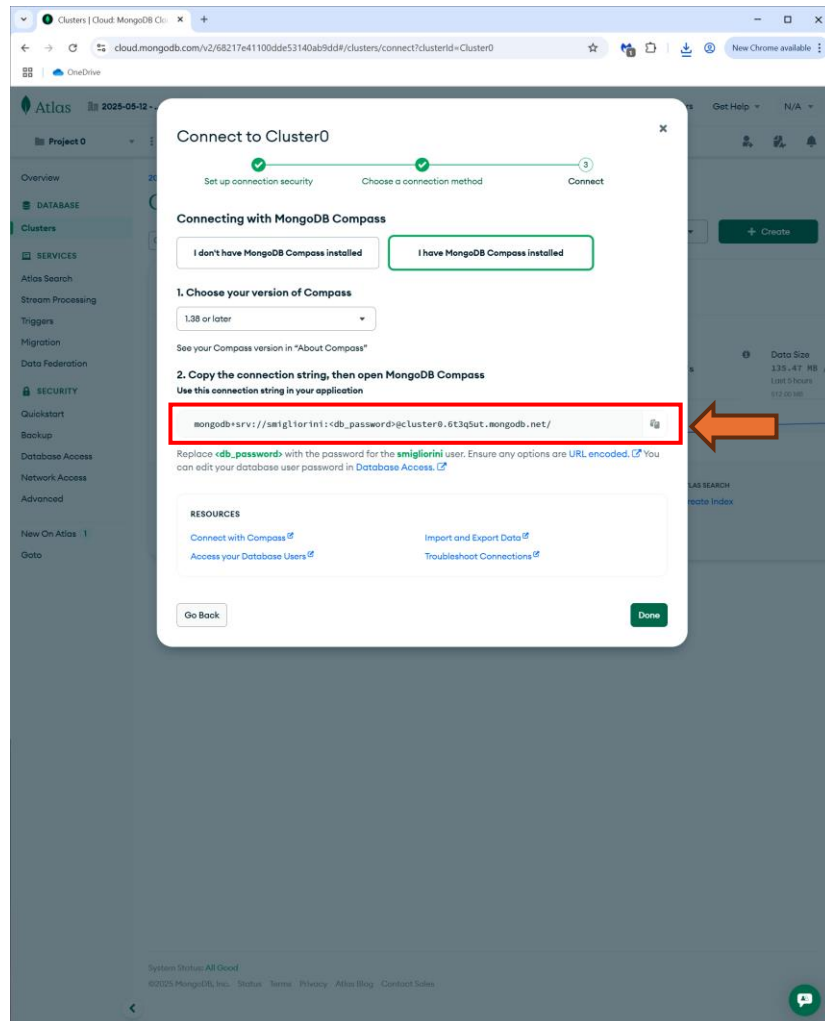
For more information on usage: https://docs.mongodb.com/manual/reference/method
Atlas atlas-swiyxj-shard-0 [primary] sample_mflix>
```

MongoDB Compass: Connessione

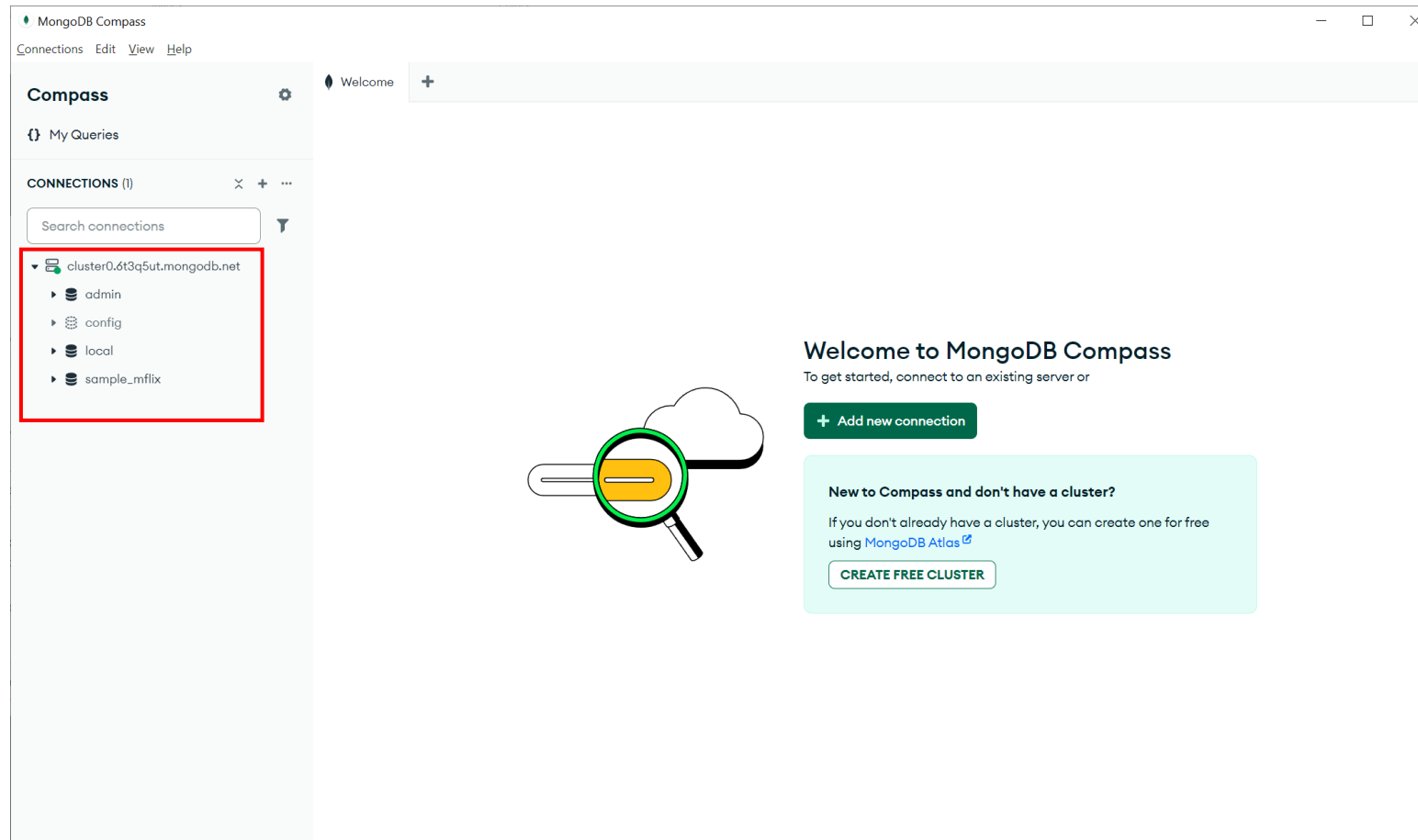
- Interfaccia grafica alternativa all'uso della shell `mongosh`
- Rappresentazione visuale dei database e delle collezioni
- Visualizza le performance di query ed indici



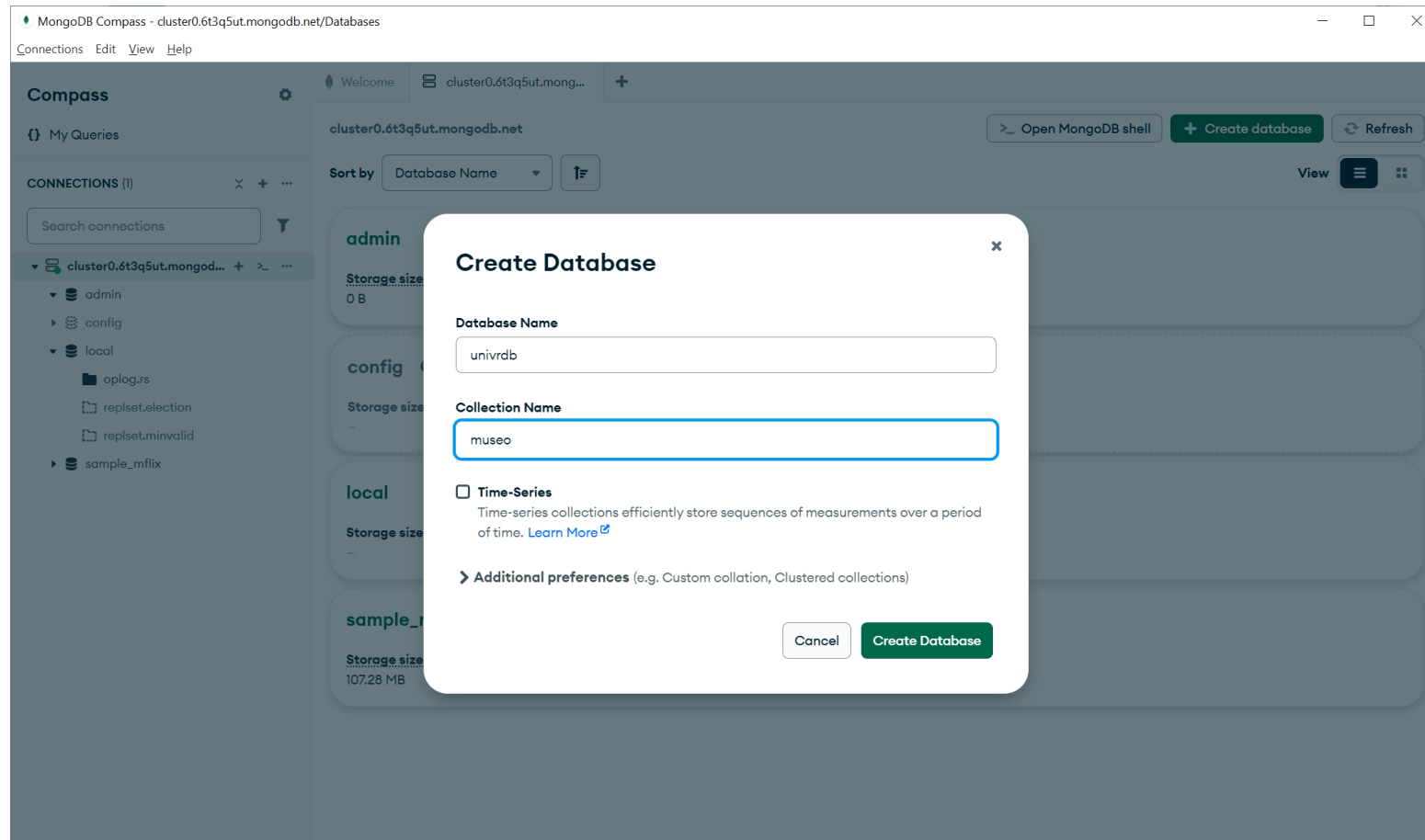
MongoDB Compass: Connessione



MongoDB Compass: Consultazione DB

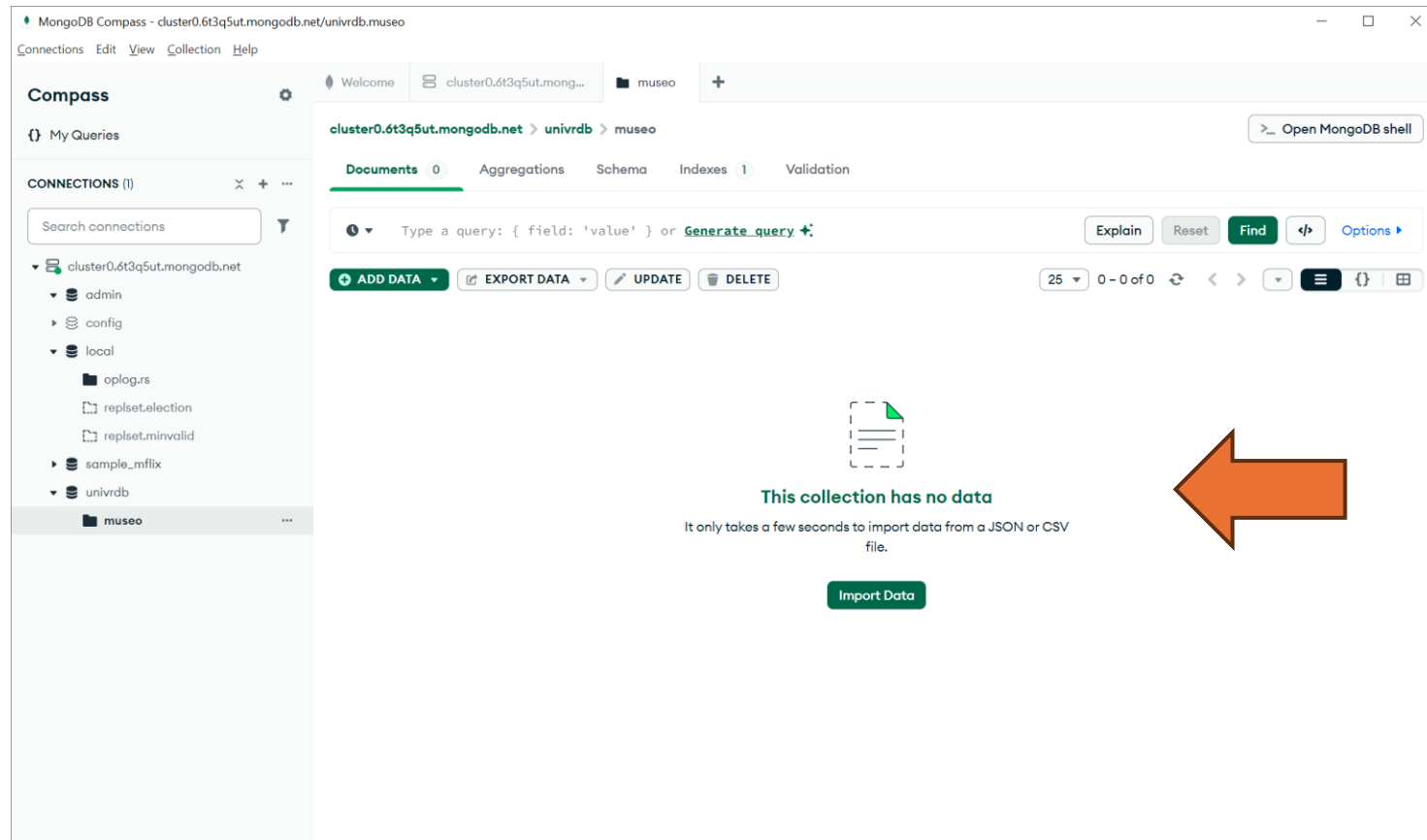


MongoDB Compass: Creazione Database



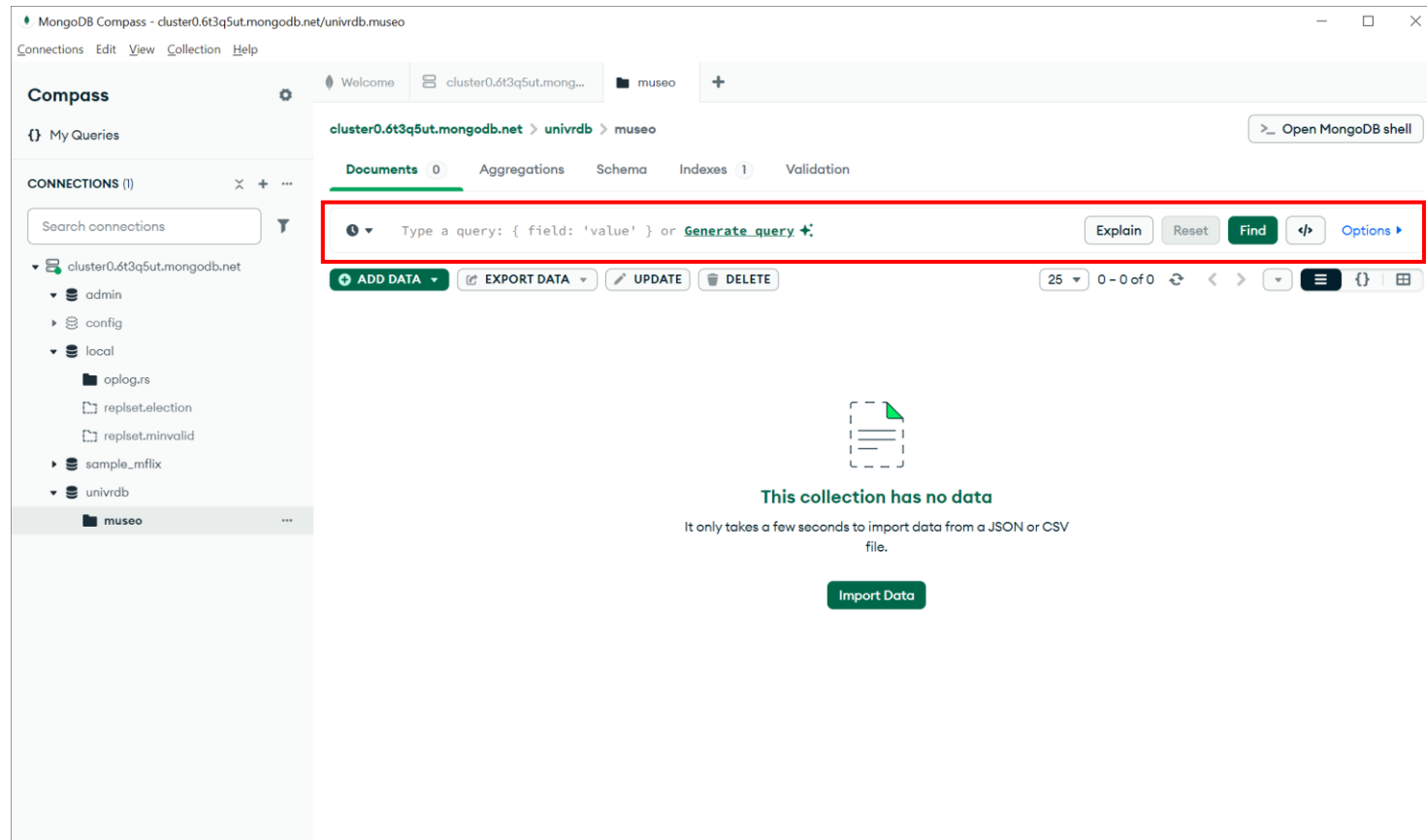
Un database contiene almeno una collezione di documenti.

MongoDB Compass: Creazione Database



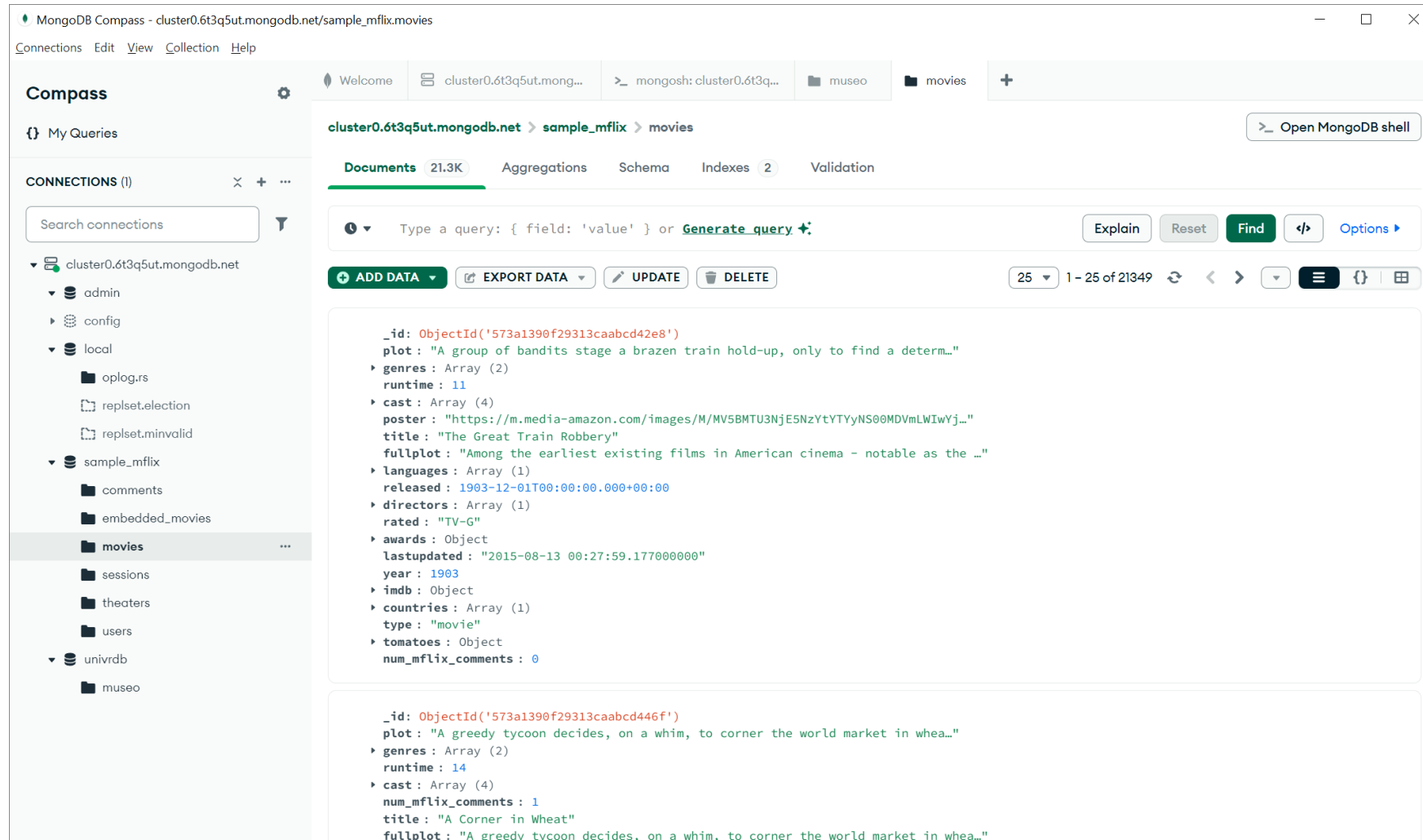
Una volta creato un database ed una collezione è possibile importare i dati (documenti) che fanno parte della connessione tramite file CSV oppure JSON.

MongoDB Compass: Creazione Database

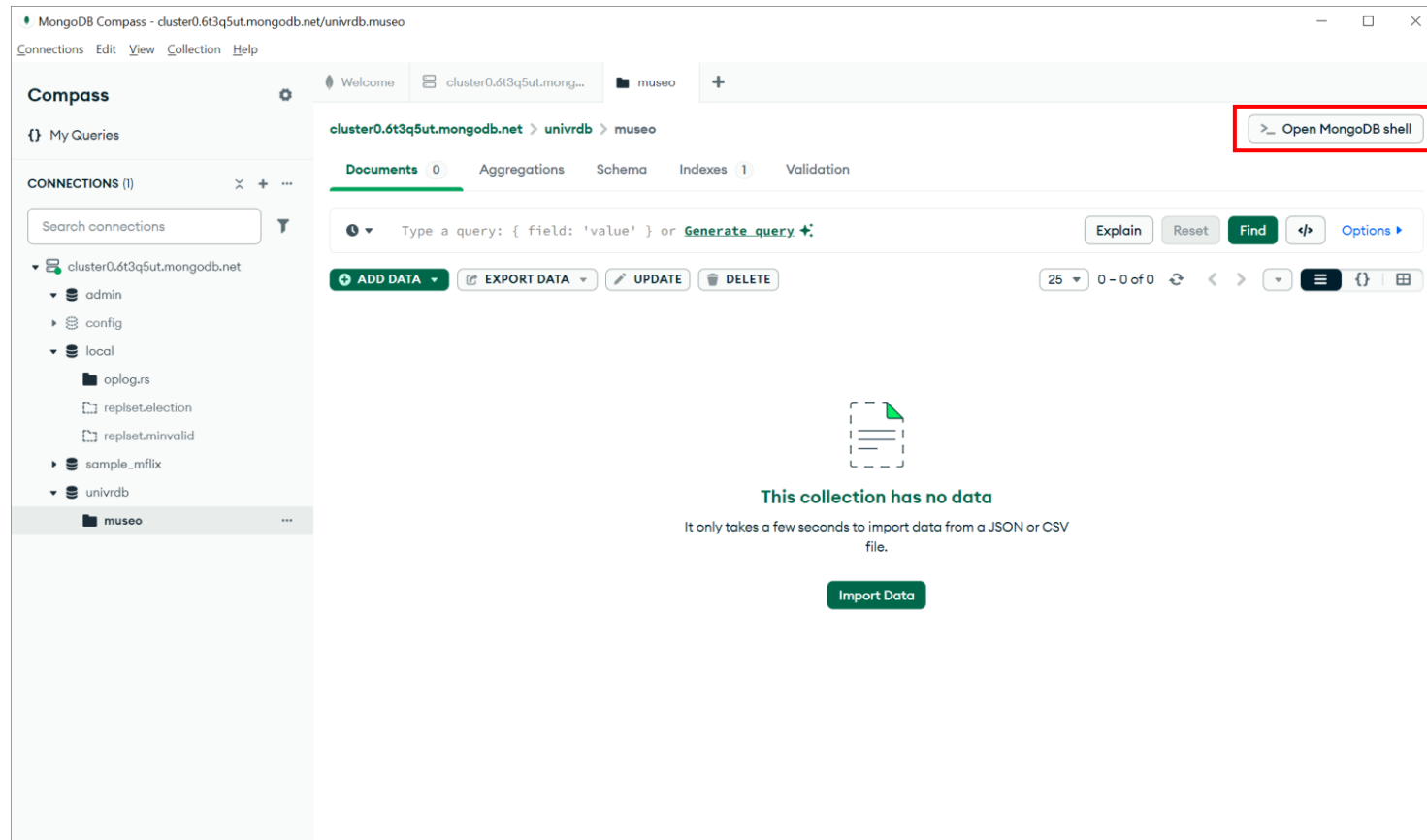


Selezionata una collezione è possibile vederne un campione oppure interrogarla tramite Query textbox.

MongoDB Compass: Creazione Database

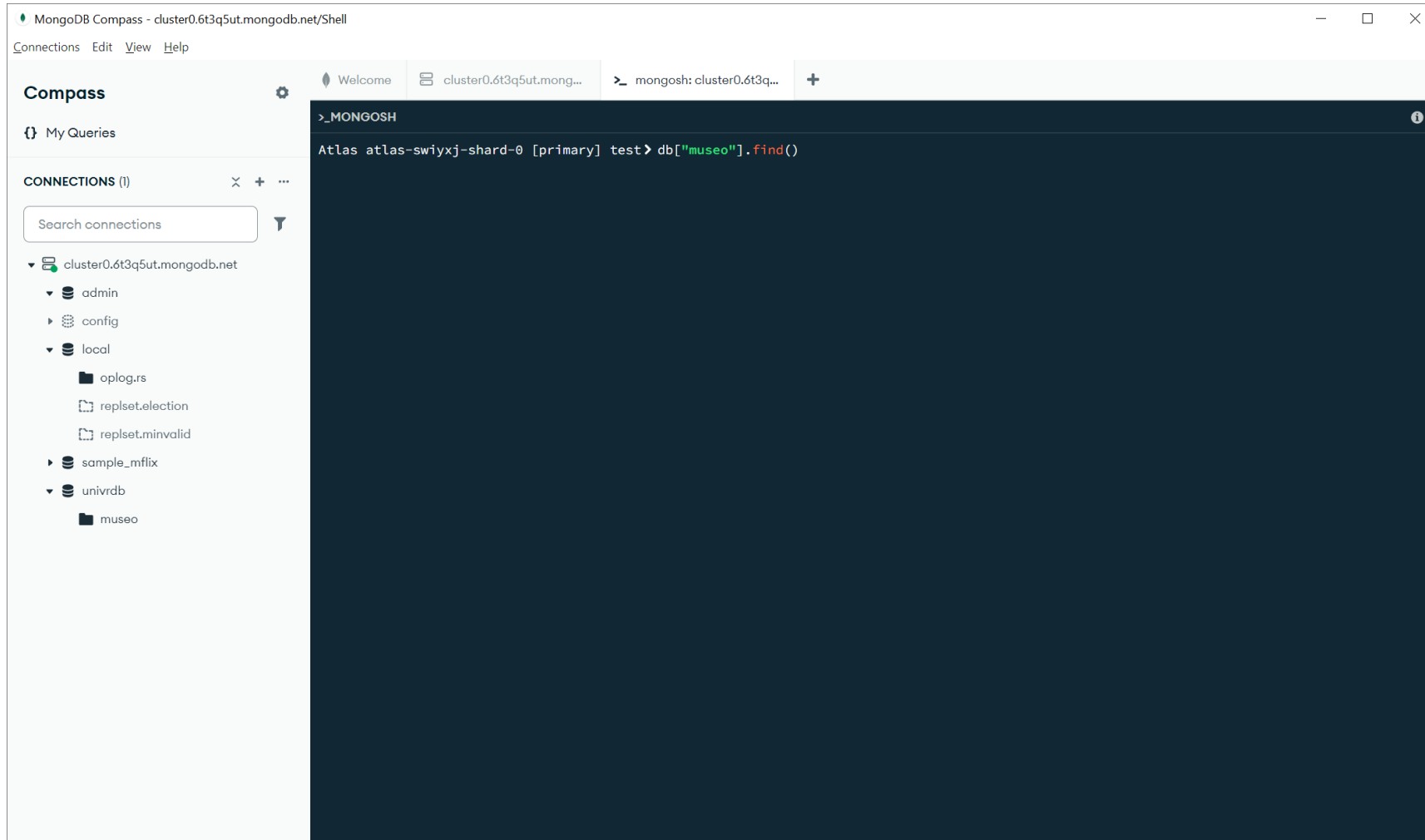


MongoDB Compass: Creazione Database

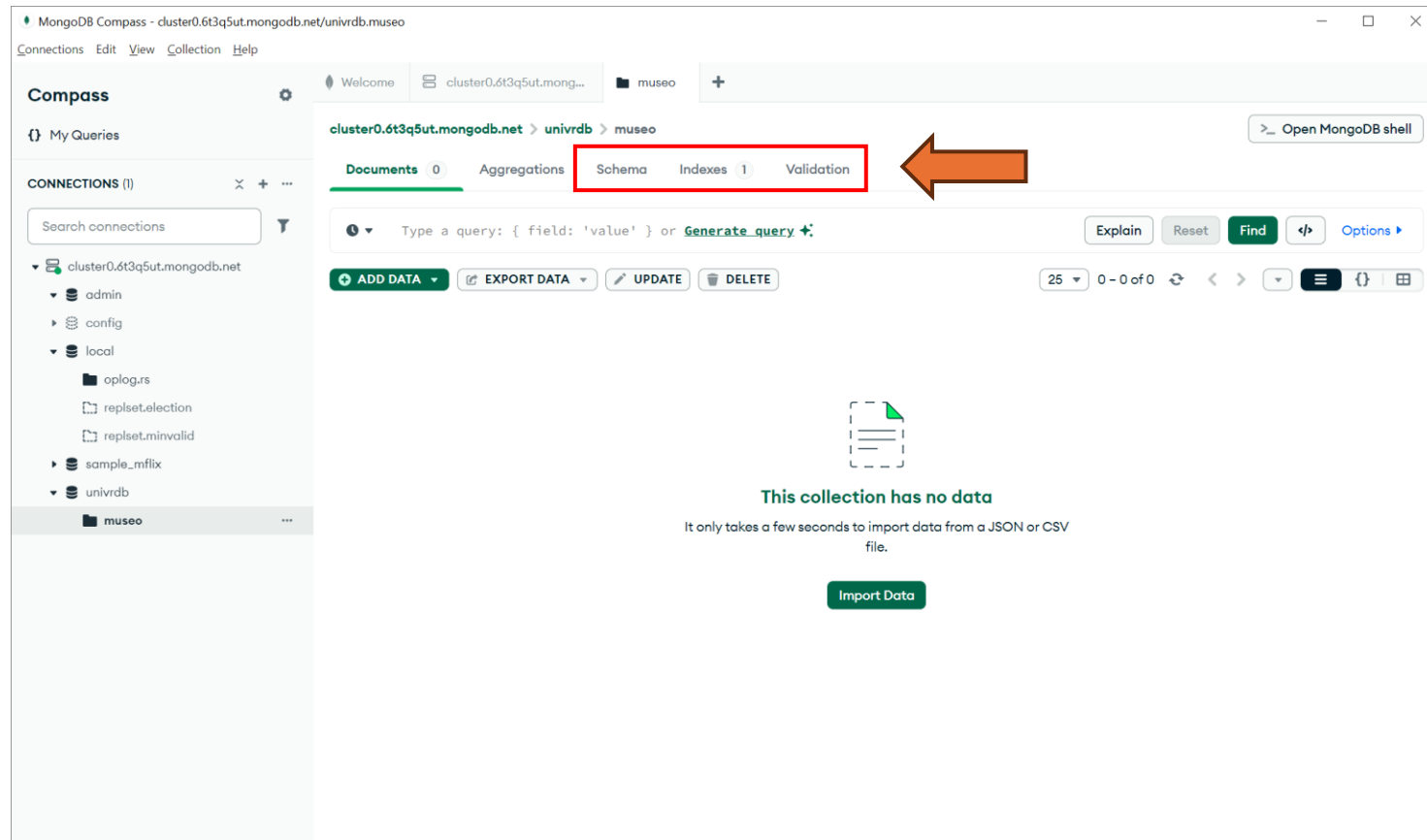


Usare la shell MongoDB integrata in Compass.

MongoDB Compass: Creazione Database

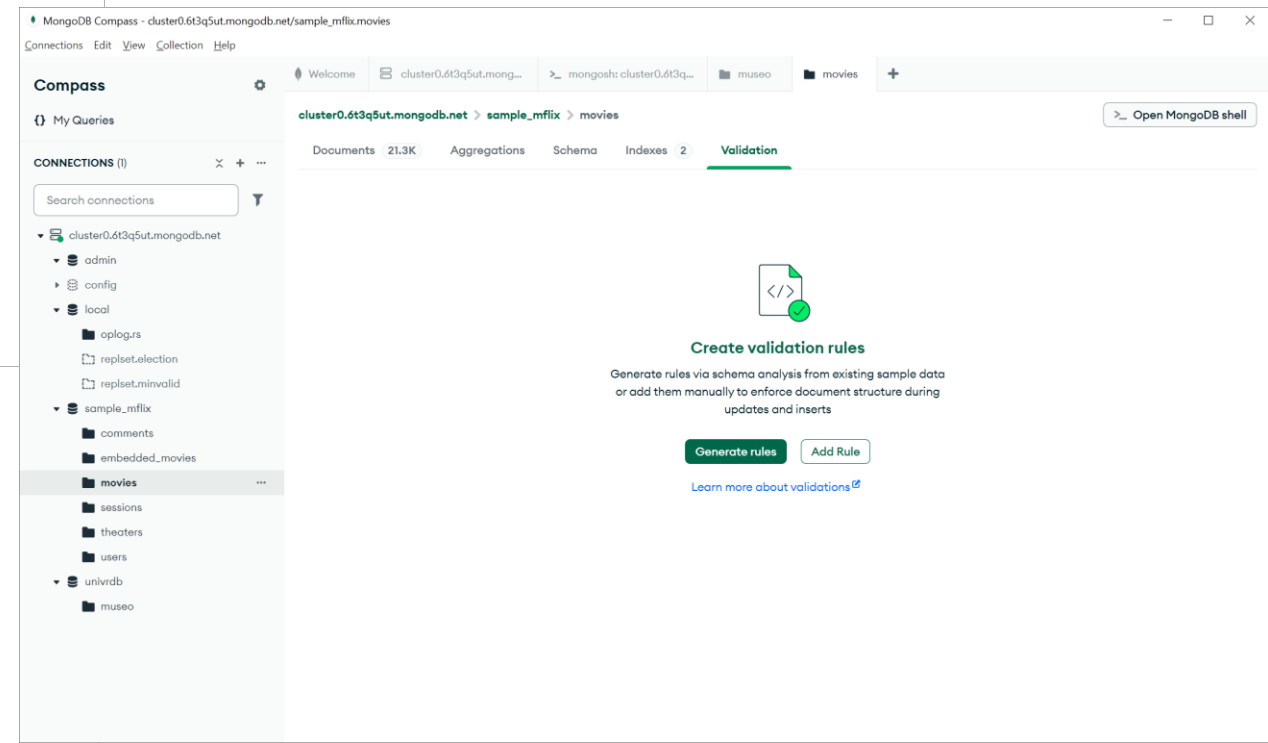
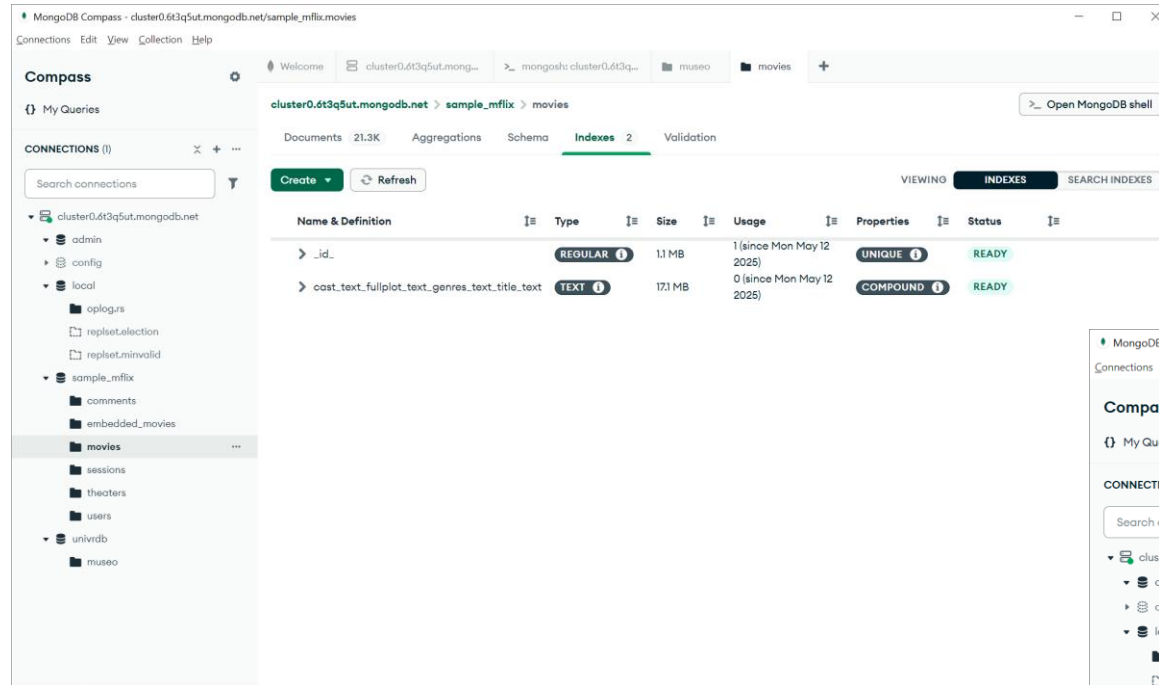


MongoDB Compass: Creazione Database



- Vedere lo schema dei documenti della collezione.
- Consultare gli indici della collezione.
- Validation rules: forzare delle regole di struttura dei documenti che devono essere soddisfatte durante gli aggiornamenti e gli inserimenti.

MongoDB Compass: Creazione Database



Operazioni CRUD

Operazioni tipiche su una base di dati MongoDB

- **Create**: inserire un nuovo documento in un database MongoDB
- **Read**: interrogare uno o più documenti
- **Update**: modificare un documento esistente
- **Delete**: rimuovere un documento esistente

Punto di partenza

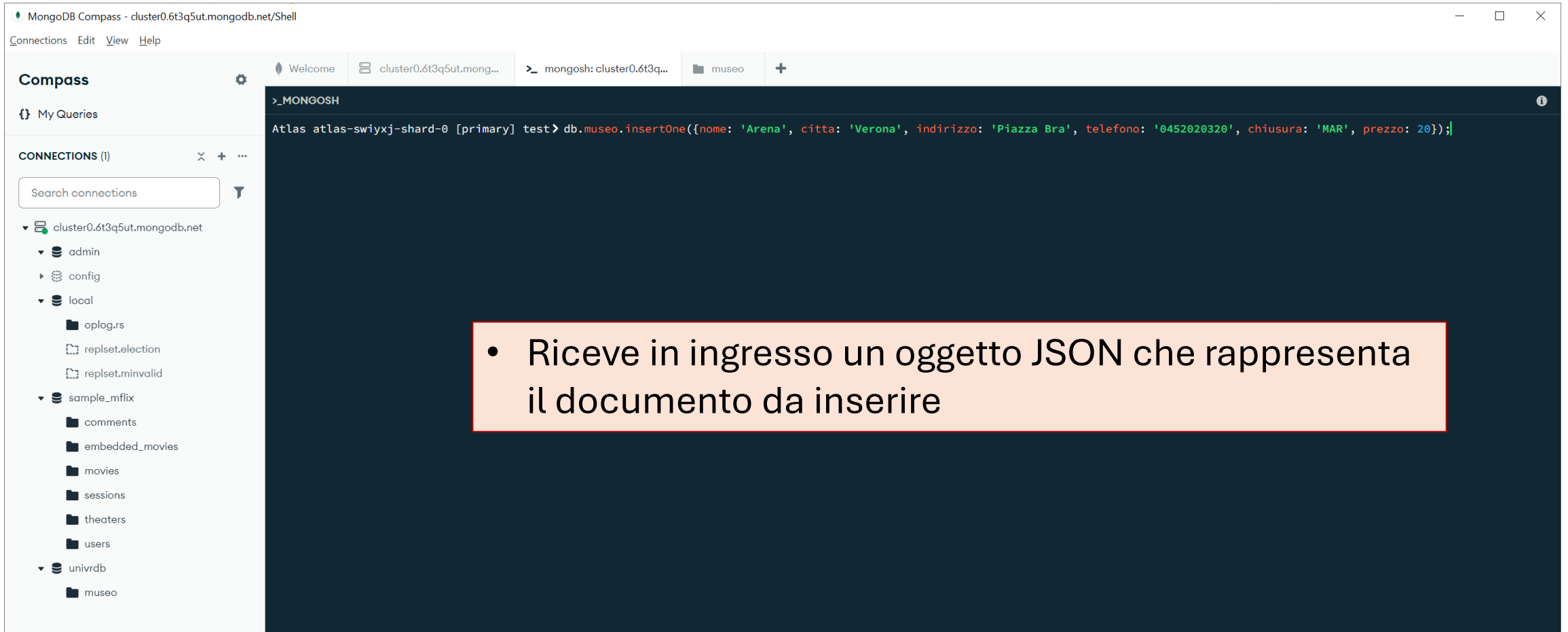
- `show dbs`
- `use <dbname>`

Create: Inserimento

Inserimento di un documento in una collezione (insertOne)

- `db.museo.insertOne({ nome: 'Arena',
citta: 'Verona',
indirizzo: 'Piazza Bra',
telefono: '04500303',
chiusura: 'MAR',
prezzo: 20,
});`
- **Nota:**
 - `db.museo = db["museo"] = db.collection('museo')`

Create: Inserimento



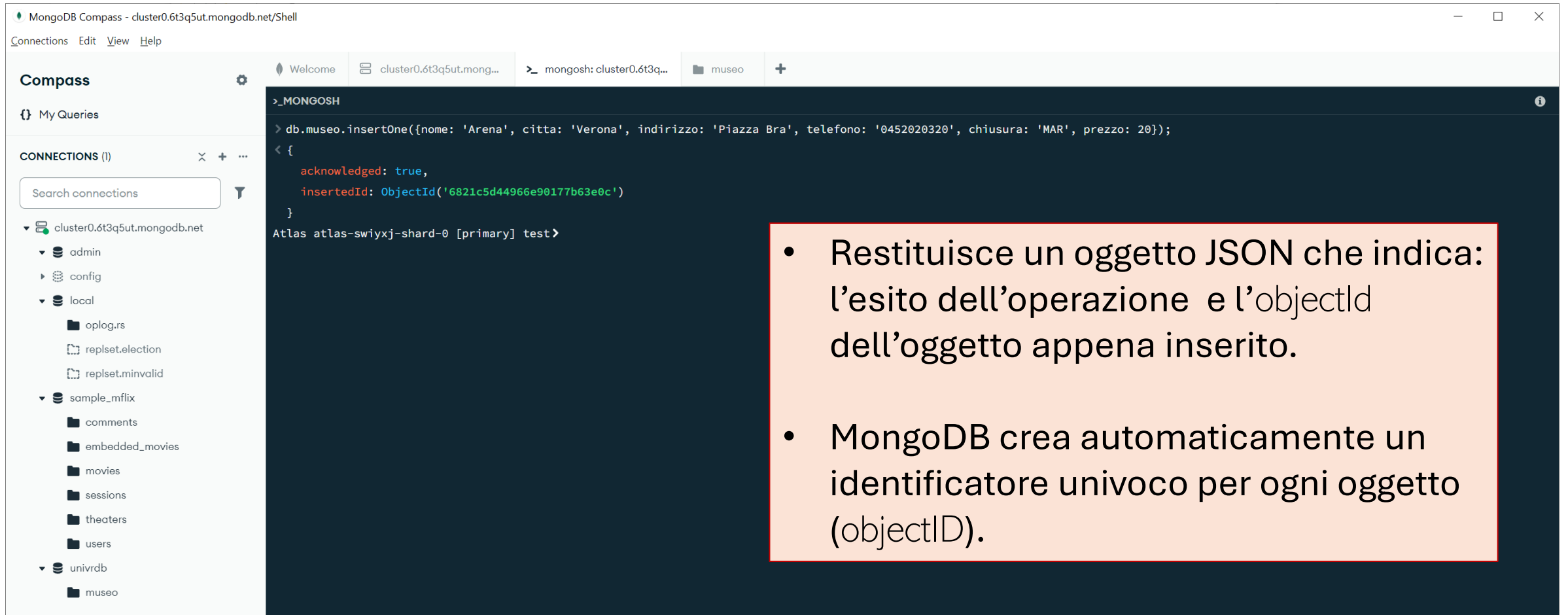
The screenshot shows the MongoDB Compass interface. On the left, the 'Connections' panel lists the connected cluster 'cluster0.6t3q5ut.mongodb.net' and its databases, including 'museo'. The main window displays the 'mongosh' shell with the following command and result:

```
>_MONGOSH
Atlas atlas-swiyxj-shard-0 [primary] test> db.museo.insertOne({nome: 'Arena', citta: 'Verona', indirizzo: 'Piazza Bra', telefono: '0452020320', chiusura: 'MAR', prezzo: 20});
```

The result of the command is not visible in the screenshot.

- Riceve in ingresso un oggetto JSON che rappresenta il documento da inserire

Create: Inserimento



The screenshot shows the MongoDB Compass interface. On the left, the 'Connections' panel lists the connected cluster 'cluster0.6t3q5ut.mongodb.net' and its databases, including 'museo'. The main panel displays the MongoDB Shell with the following command and output:

```
> db.museo.insertOne({nome: 'Arena', citta: 'Verona', indirizzo: 'Piazza Bra', telefono: '0452020320', chiusura: 'MAR', prezzo: 20});
< {
  acknowledged: true,
  insertedId: ObjectId('6821c5d44966e90177b63e0c')
}
```

The output indicates that the insertion was successful, returning a JSON object with 'acknowledged: true' and the 'insertedId' of the new document.

- Restituisce un oggetto JSON che indica: l'esito dell'operazione e l'objectId dell'oggetto appena inserito.
- MongoDB crea automaticamente un identificatore univoco per ogni oggetto (objectId).

Create: Inserimento

Inserimento di più documenti in una collezione (insertMany)

- `db.museo.insertMany([`
 - `{ nome: 'Arena',`
 - `citta: 'Verona',`
 - `...`
 - `},`
 - `{ nome: 'Castelvecchio',`
 - `citta: 'Verona',`
 - `...`
 - `},``]);`

Create: Inserimento

Riassunto dei Metodi disponibili:

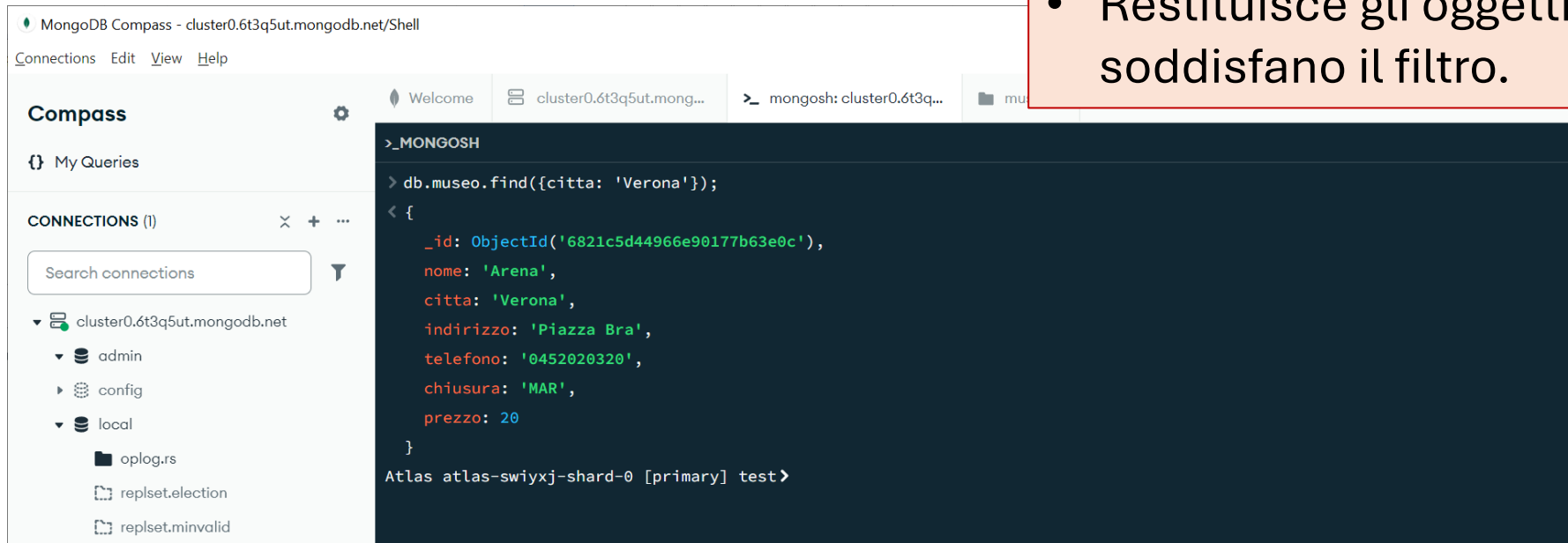
- `db.collection.insertOne()`
- `db.collection.insertMany()`

Read: Ricerca

Ricerca di un documento in una collezione con un certo filtro

- `db.museo.find({citta: 'Verona'});`

- Riceve in ingresso un oggetto JSON contenente il filtro (opzionale).
- Restituisce gli oggetti JSON che soddisfano il filtro.



The screenshot shows the MongoDB Compass interface. On the left, the 'Connections' panel lists the connected cluster 'cluster0.6t3q5ut.mongodb.net' and its components: 'admin', 'config', 'local', 'oplog.rs', 'replset.election', and 'replset.minvalid'. The main area displays a query in the 'My Queries' tab: `>_MONGOSH`
`> db.museo.find({citta: 'Verona'});`
`< {`
 `_id: ObjectId('6821c5d44966e90177b63e0c'),`
 `nome: 'Arena',`
 `citta: 'Verona',`
 `indirizzo: 'Piazza Bra',`
 `telefono: '0452020320',`
 `chiusura: 'MAR',`
 `prezzo: 20`
`}`
Atlas atlas-swiyxj-shard-0 [primary] test>

Read: Ricerca

- `db.museo.find({})`
 - Recupera tutti i documenti della collezione museo
- `db.museo.find({ <field1>: <value1>, ... })`
 - Recupera tutti i documenti della collezione museo che soddisfano il filtro
 - Le condizioni sono in AND.
 - Operatori generici di confronto:
 - `{ <field1>: { <operator1>: <value1> }, ... }`
 - `$in`, `$nin`
 - `$eq`, `$ne`
 - `$gt`, `$gte`, `$lt`, `$lte`
 - ecc...

Read: Ricerca

- `db.museo.find({ $or: [{ status: 'A' }, { qty: { $lt: 30 } }] });`
 - Condizioni in OR
- `db.museo.find({ status: 'A',
$or: [{ qty: { $lt: 30 } }, { item: { $regex: '^p' } }] });`
 - Condizioni in AND + OR

Ricerca con valori nulli

Ricerca con valori nulli

- `db.museo.find({ item: null });`
- `db.museo.find({ item: { $ne : null } });`

Read: Ricerca con proiezione

Ricerca con proiezione

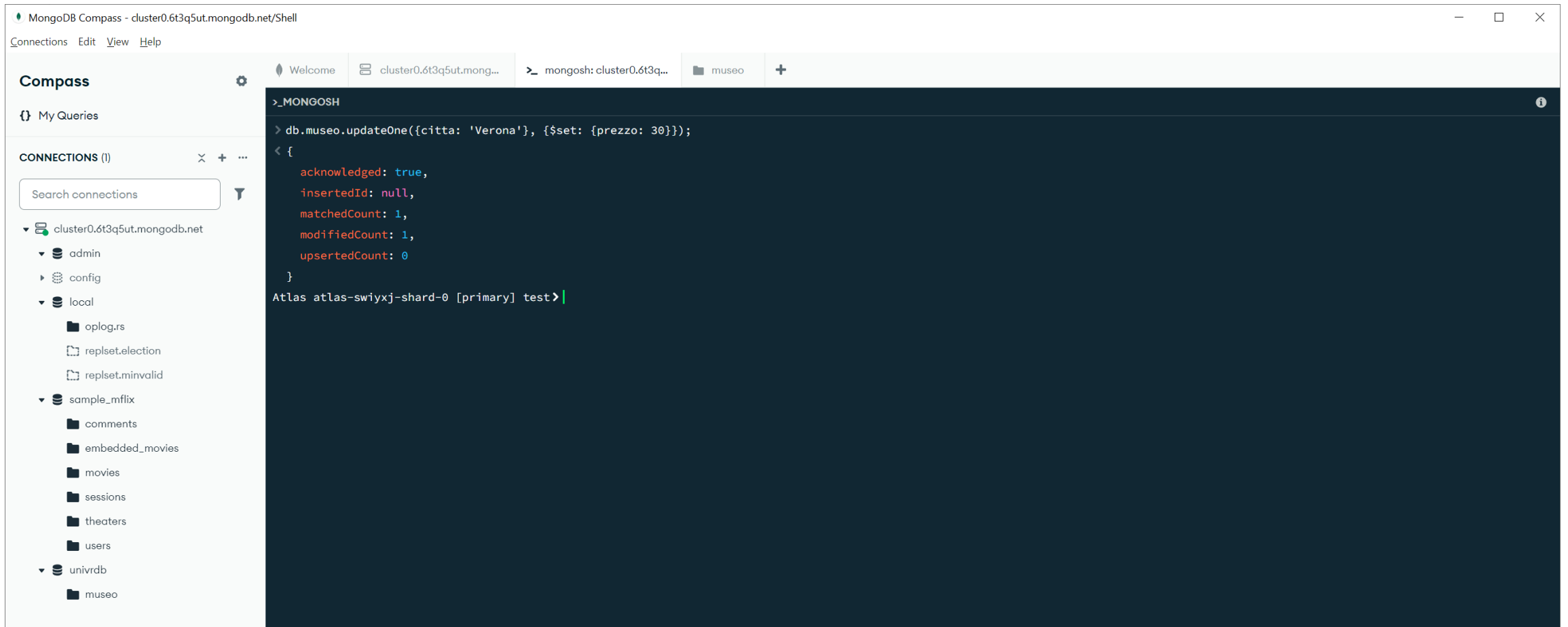
- `db.museo.find({ status: 'A' })`
 `.project({ nome: 1, citta: 1, indirizzo: 0, chiusura: 0, prezzo: 0 });`
- `db.museo.find({ status: 'A' })`
 `.project({ indirizzo: 0, chiusura: 0, prezzo: 0 });`
 - **Esclude specifici attribute (valore = 0), default = 1**

Aggiornamento: Update

Aggiornare un documento: updateOne()

- `db.museo.updateOne({citta: 'Verona'}, {$set: {price: 30}});`
 - L'oggetto JSON passato come primo parametro serve da filtro
 - `$set`: permette di specificare un insieme di campi con il valore aggiornato
 - Ritorna un oggetto JSON che contiene dei metadati:
 - `matchedCount`: notifica il numero di documenti che soddisfano il filtro
 - `modifiedCount`: notifica il numero di documenti che sono stati modificati
- Con `updateOne()` viene modificato sempre un solo documento → il primo che soddisfa il criterio

Aggiornamento: Update



The screenshot displays the MongoDB Compass interface. The left sidebar shows the 'Connections' panel with a tree view of the database structure. The 'cluster0.6t3q5ut.mongodb.net' connection is expanded, showing a 'museo' database. The main panel shows the 'My Queries' section with a single query executed in the 'museo' database. The query is:

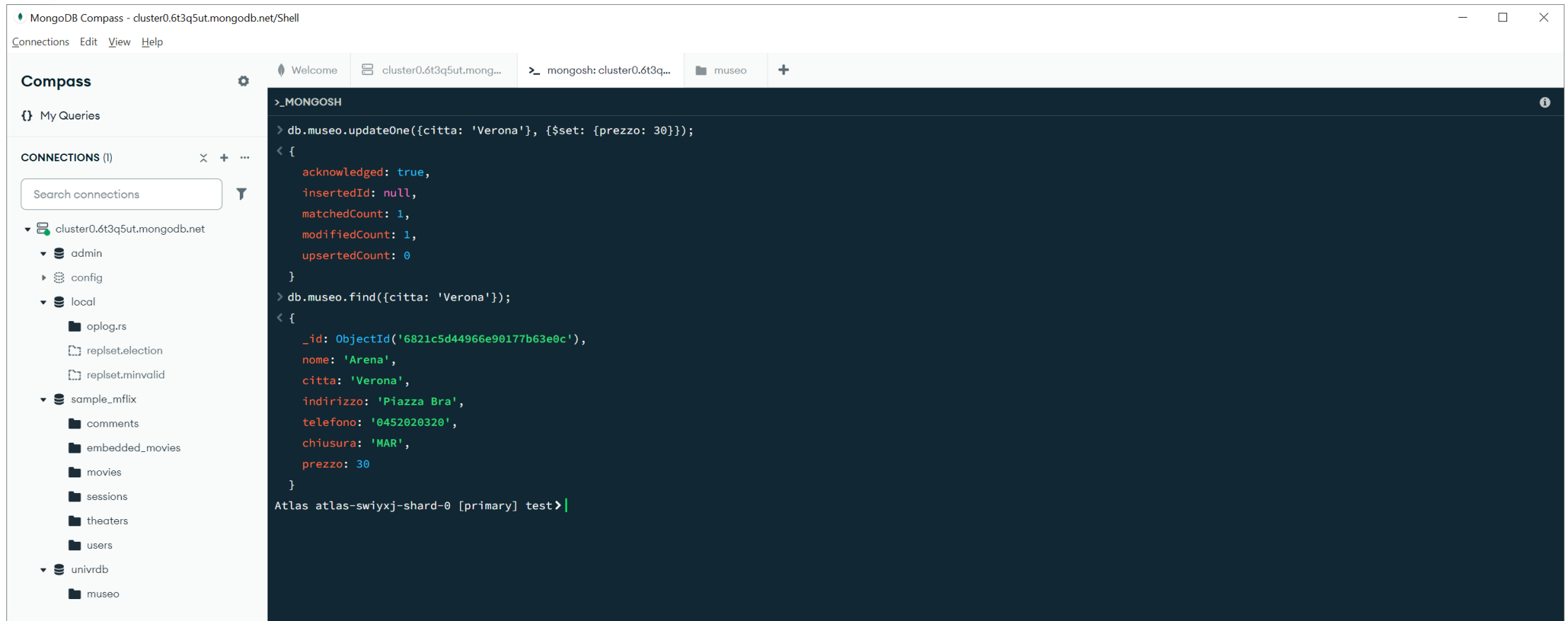
```
> db.museo.updateOne({citta: 'Verona'}, {$set: {prezzo: 30}});
```

The result of the query is displayed as a JSON object:

```
< {
  acknowledged: true,
  insertedId: null,
  matchedCount: 1,
  modifiedCount: 1,
  upsertedCount: 0
}
```

The status bar at the bottom of the main panel indicates the operation was successful: 'Atlas atlas-swiyxj-shard-0 [primary] test>|'.

Aggiornamento: Update



The screenshot displays the MongoDB Compass application interface. The left sidebar shows the 'Connections' panel with a tree view of the database structure, including 'cluster0.6t3q5ut.mongodb.net', 'admin', 'config', 'local', 'sample_mflix', and 'univrd' (containing 'museo'). The main workspace is titled 'MongoDB Compass - cluster0.6t3q5ut.mongodb.net/Shell' and contains a 'My Queries' section and a 'MONGOSH' terminal. The terminal shows the following commands and results:

```
> db.museo.updateOne({citta: 'Verona'}, {$set: {prezzo: 30}});
< {
  acknowledged: true,
  insertedId: null,
  matchedCount: 1,
  modifiedCount: 1,
  upsertedCount: 0
}

> db.museo.find({citta: 'Verona'});
< {
  _id: ObjectId('6821c5d44966e90177b63e0c'),
  nome: 'Arena',
  citta: 'Verona',
  indirizzo: 'Piazza Bra',
  telefono: '0452020320',
  chiusura: 'MAR',
  prezzo: 30
}
```

The terminal output indicates that the update operation was successful, with one document matched and modified. The subsequent find operation confirms the update, showing the document with 'citta: 'Verona'' and 'prezzo: 30'.

Aggiornamento: Update

Riassunto dei metodi disponibili

- `db.collection.updateOne()`
- `db.collection.updateMany()`
- `db.museo.replaceOne(<filter>, <replacement>, options)`
 - **Sostituisce un singolo documento mantenendo inalterato l'ObjectId**
 - `db.museo.replaceOne(
 { item: 'paper' },
 { item: 'paper',
 instock: [
 { warehouse: 'A', qty: 60 },
 { warehouse: 'B', qty: 40 }
]
 });`

Cancellazione: Delete

Cancellazione di un documento da una collezione:

- `db.museo.deleteOne({citta: 'Verona'})`;
- Parametro: oggetto JSON che permette di selezionare particolari documenti.
- `deleteOne()` cancella sempre il primo documento che rispetta la condizione di filtro.
- Ritorna un oggetto JSON con dei metadati, tra cui:
 - `deletedCount`: numero di documenti che sono stati cancellati
- `deleteMany()`

Schema in Documenti MongoDB

- Il modello relazionale predilige la proprietà di normalizzazione del dato: una stessa informazione è presente una sola volta all'interno della base di dati e le relazioni permettono di creare collegamenti da informazioni (evitare ridondanza!).
- In un database NoSQL è prevista la possibilità di avere ridondanza e strutture de-normalizzate per incrementare le prestazioni e garantire flessibilità (dato non strutturato o semi-strutturato).
- I documenti MongoDB consentono il concetto di **incapsulamento**: la proprietà di un documento può essere un altro documento.
 - L'incapsulamento riduce la necessità di JOIN e facilita il recupero dell'informazione.
 - La migliore struttura ed il miglior criterio di incapsulamento dipende dai requisiti dell'applicazione (tipico modo di interrogare l'informazione).

Incapsulamento

```
{ "_id": ObjectId("f34303859302'ù),  
  "title": "Journey to the Center of the Earth",  
  "published_year": 1864,  
  "genres": ["Adventures", "Science Fiction"],  
  "author": {  
    "first_name": "Jules",  
    "last_name": "Verne",  
    "birth_year": 1828,  
    "nationality": "French",  
    "biography": "A pioneering author in the science fiction...."  
  },  
  "rating": 4.5,  
  "copies_sold": 1500000  
}
```

Incapsulamento → ridondanza
Cosa succede se ho un altro libro dello
stesso autore?

Riferimento

// Course Collection

```
{  
  "_id": ObjectId("d04940004ncdd"),  
  "course_name": "Introduction to Artificial Intelligence",  
  "professor_id": ObjectId("4590f394ks"),  
  "duration": "6 months",  
  "credits" : 6  
}
```

// Professor Collection

```
{  
  "_id": ObjectId("4590f394ks"),  
  "first_name": "Alan",  
  "last_name": "Turing",  
  "department": "Computer science",  
  "publications" : 45  
}
```

- Attraverso i riferimenti è possibile creare dei collegamenti tra i dati tramite «link» o «puntatori».
- Le applicazioni risolveranno questi riferimenti andando a recuperare i dati relativi.

Denormalizzazione

// Course Collection

```
{  
  "_id": ObjectId("d04940004ncdd"),  
  "course_name": "Introduction to Artificial Intelligence",  
  "professor_id": ObjectId("4590f394ks"),  
  "professor_name": "Alan Turin",  
  "duration": "6 months",  
  "credits": 6  
}
```

// Professor Collection

```
{  
  "_id": ObjectId("4590f394ks"),  
  "first_name": "Alan",  
  "last_name": "Turing",  
  "department": "Computer science",  
  "publications": 45  
}
```

- Approccio a metà tra incapsulamento e riferimento che consente di velocizzare l'accesso a certe informazioni.

MongoDB Formato e tipi di dato

- MongoDB memorizza le informazioni nel formato BSON (Binary JSON) che è del tutto simile a JSON ma offre una più ampia varietà di tipi base e delle ottimizzazioni per la memorizzazione e la ricerca.
- Tipi di dato supportati da BSON:
 - “_id”: ObjectId(“407f1f77bcf86cd799439012”),
 - “doubleField”: 55.4,
 - “stringField”: “Hello, world!”,
 - “objectField”: {“name”: “John”, “age”: 34},
 - “arrayField”: [1,2,3,4,5],
 - “binaryField”: BinData(0, “binary-content”),
 - “booleanField”: true,
 - “dataField”: ISODate(“2024-05-12T10:00:00Z”),

MongoDB Formato e tipi di dato

- “nullField”: null,
- “regexField”: /^abc/,
- “javascriptField”: Code(“function() { print(‘success!’); }”),
- “javascriptWithScopeField”: Code(“return this.x + this.y; {x: 3, y: 5}”),
- “intField”: 42,
- “timestampField”: Timestamp(1601410400, 1),
- “int64Field”: NumberLong(9876543210),
- “decimal128Field”: NumberDecimal(“0.123456789”),
- “minKeyField”: MinKey(),
- “maxKeyField”: MaxKey(),

MongoDB: Aggregazioni

- Le aggregazioni sono uno strumento che consente di combinare più trasformazioni e interrogazioni, definendo una pipeline di processamento.

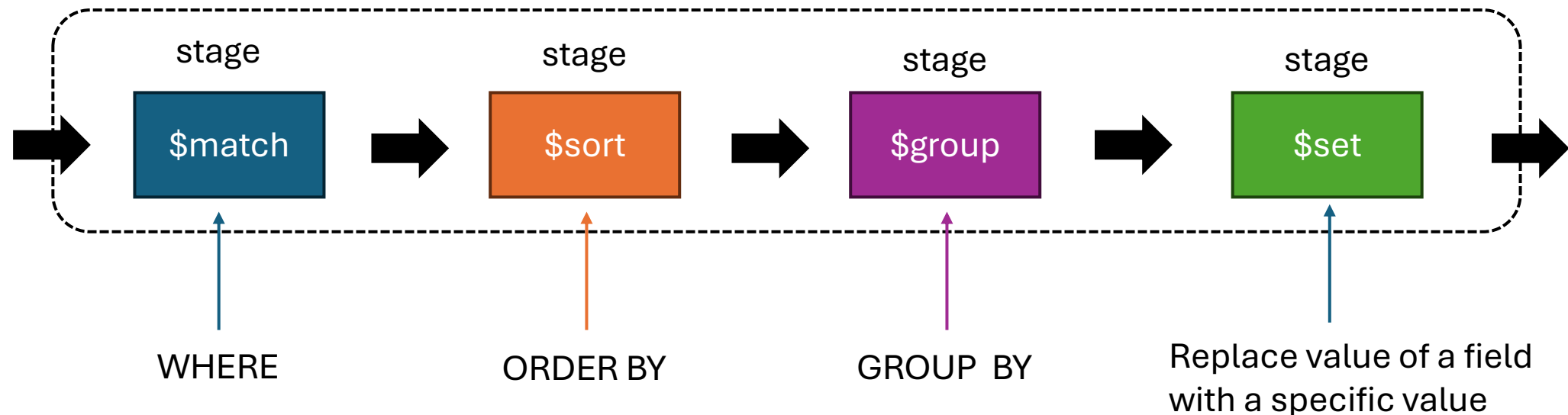
```
{  
  "_id": ObjectId( "059440..."),  
  "student_id": ObjectId( "4d034930..." ),  
  "course_id": ObjectId( "2f402002...",  
  "grade": 76,  
  "semester": "Fall 2023",  
}
```

```
db.student_grades.aggregate([  
  {$match: { semester: "Fall 2023" }},  
  {$group: {_id: "student_id"}},  
  {$project: { $divide: [$totalGrade", $totalCourses]}  
])
```

Calcola la media per studente

MongoDB: Aggregazioni

- In una pipeline di trasformazione, ad ogni passo viene passato all'operazione corrente un insieme di documenti, mentre l'insieme ottenuto dalla trasformazione è passato all'operazione successiva.



MongoDB: Aggregazioni (operatori)





SQL clause, term, function	MongoDB aggregation operators
WHERE	\$match
GROUP BY	\$group
HAVING	\$match
SELECT	\$project
LIMIT	\$limit
OFFSET	\$skip
ORDER BY	\$sort
SUM()	\$sum
COUNT()	\$sum AND \$sortByCount
JOIN	\$lookup
SELECT INTO NEW_TABLE	\$out
MERGE INTO TABLE	\$merge
UNION ALL	\$unionWith

MongoDB: Aggregazioni (operatori)

SQL clause, term, function	MongoDB aggregation operators
WHERE	\$match
GROUP BY	\$group
HAVING	\$match
SELECT	\$project
LIMIT	\$limit
OFFSET	\$skip
ORDER BY	Esistono altri operatori: consultare la documentazione!
SUM()	
COUNT()	\$sum AND \$sortByCount
JOIN	\$lookup
SELECT INTO NEW_TABLE	\$out
MERGE INTO TABLE	\$merge
UNION ALL	\$unionWith

MongoDB: Join

- L'operatore di aggregazione `$lookup` permette di eseguire un **left outer join** rispetto ad una collezione della stessa base di dati.

```
{
  $lookup:
  {
    from: <collection to join>,  Collezioe esterna presente nello stesso DB
    localField: <field from the input documents>,  Attributo del documento corrente da usare per il (equi) JOIN
    foreignField: <field from the documents of the "from" collection>,  Attributo del documento esterno da usare per il JOIN
    let: { <var_1>: <expression>, ..., <var_n>: <expression> },
    pipeline: [ <pipeline to run> ],
    as: <output array field>  Nome dell'attributo che conterrà l'elenco dei documenti collegati
  }
}
```


MongoDB: Join

```
db.customers.aggregate([
  {
    $lookup: {
      // The collection to join.
      from: "orders",
      // The field from the customers collection.
      localField: "_id",
      // The field from the orders collection.
      foreignField: "customerId",
      // The output array containing joined documents.
      as: "orders"
    }
  }
]);
```

```
[
  {
    "_id": "cust100",
    "email": "jane@example.com",
    "name": "Jane Doe",
    "orders": [
      {
        "_id": "ord200",
        "customerId": "cust100",
        "itemIds": [
          "item300",
          "item301"
        ]
      },
      {
        "_id": "ord202",
        "customerId": "cust100",
        "itemIds": [
          "item301",
          "item303"
        ]
      }
    ]
  },
  ...
]
```