SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

"Sapienza" Università di Roma
Ingegneria dell'Informazione, Informatica e Statistica
Dipartimento di Informatica

Programmazione WEB

Autore
Vincenzo Bova

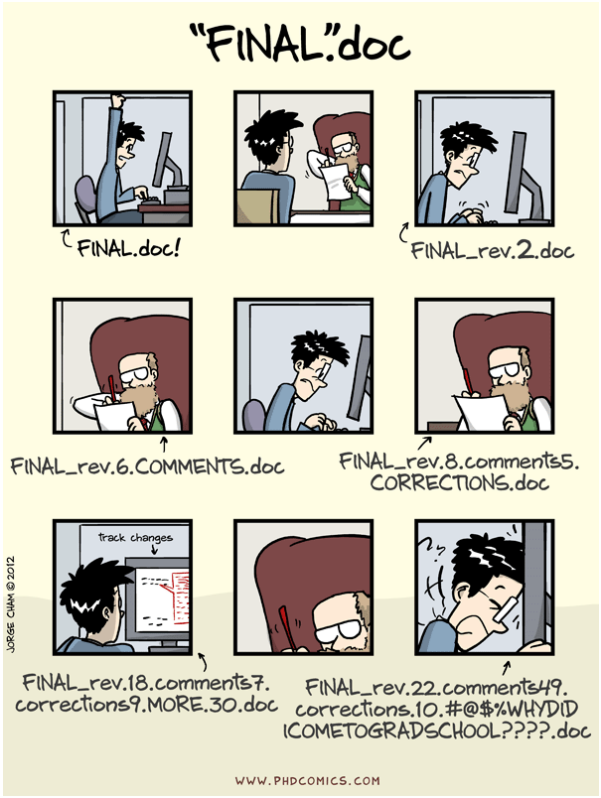
A.A. 2025/2026

Indice

1 Introduzione a Git

1.1 Sistemi di versionamento

Durante lo sviluppo di un progetto c'è spesso la necessità di effettuare revisioni, correzioni o modifiche ai file che lo compongono.



Gestire ciò creando ogni volta nuovi file, tuttavia, comporta evidenti problemi:

- **Duplicazione del contenuto:** che rende il sistema inefficiente e aumenta la difficoltà nel mantenere integrità;
- **Assenza di Naming Convention:** che rende impossibile risalire ad uno storico delle modifiche;
- **Autori incerti**;
- ...

Per ovviare a ciò sono stati creati i **sistemi di versionamento** (git, csv, mercurial, svn...), i quali offrono vari benefici:

- **Gestione delle versioni:** il sistema si occupa automaticamente di etichettare le varie versioni in modo consistente;
- **Tracciamento delle mofiche:** è possibile accedere ad uno storico delle modifiche effettuate;
- **Presenza di metadati:** ogni modifica ha un autore, una data...;
- **Creazione di linee di sviluppo parallele:** è possibile creare una versione parallela del codice per non modificare la versione principale, e poi riunirle integrando i cambiamenti;
- **Sincronizzazione tra computer:** il sistema consente di mantenere il progetto allineato tra più computer.

1.2 Git

Git è un sistema di versionamento distribuito e veloce, creato nel 2005 e capace di gestire progetti di grandi dimensioni. Si basa su un design semplice e utilizza DAG (*Directed Acyclic Graph*) e Merkle trees come strutture dati.

Definizione 1.1: Repository

È un insieme di commit, branch e tag.
Per semplicità assumiamo che un progetto equivale ad un repository.

Definizione 1.2: Working copy

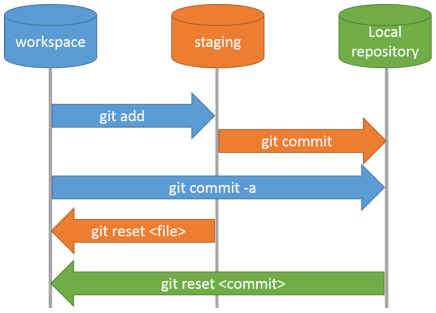
È l'insieme dei file tracciati nella copia locale del repository.
Quando creiamo un nuovo file non sarà ancora tracciato e bisognerà quindi aggiungerlo, quando invece modifichiamo un file già tracciato (*update*) stiamo aggiornando la working copy.

1.2.1 Commit

Un commit è un'istantanea del repository in un determinato momento.
Viene identificato dallo **SHA1** del commit stesso e contiene diversi campi:

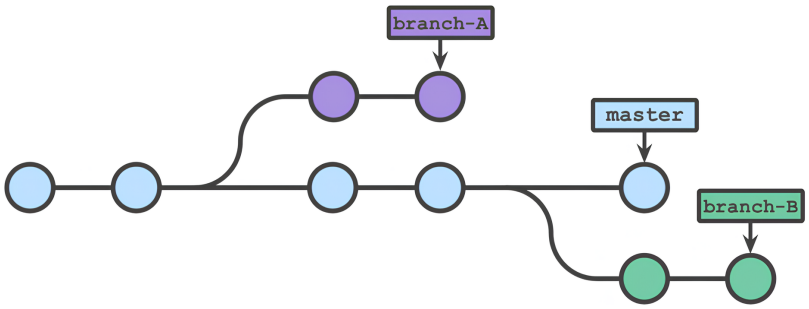
- data + autore, data + commiter
- commento **obbligatorio**
- 0,1 o più genitori
- tree: hash di tutti i file nel commit

In particolare il commit può contenere un sottoinsieme delle modifiche (anche ad un singolo file), le quali devono essere aggiunte alla staging area dei cambiamenti.



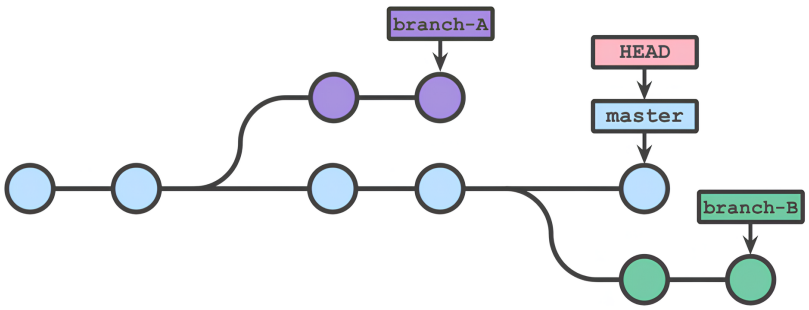
1.2.2 Branch

Un branch è una linea di sviluppo, composta da un insieme ordinato di commit collegati in un DAG, il quale inizia dal primo commit del repository e punta all'ultimo commit. Grazie ai branch è possibile **lavorare parallelamente** a più versioni del progetto.



1.2.3 HEAD

L'HEAD è un puntatore alla posizione attuale rispetto alla storia del repository e può essere aggiornato tramite il comando *checkout*.
Solitamente l'HEAD punta ad un branch o ad un tag, qualora invece puntasse ad un commit si parlerebbe di **Detached HEAD**. Quando ci si trova in questo stato i commit fatti non vengono inseriti in alcun branch, rischiando quindi di andare persi.



1.2.4 Tag

Un tag è un'etichetta per un commit e viene solitamente usato per segnare versioni importandi di un progetto (es. *v1.0.0*, *release-2025-09*).

1.2.5 Remotes

Sono dei riferimenti ai branch in repository remoti. Il nome predefinito è `origin` e vengono visualizzati nel formato `<remote>/<branch>` (es. `origin/main`).
In particolare definiamo come **tracking branch** un branch locale che tiene traccia di un branch remoto, facilitando l'uso dei comandi `git push` e `git pull`.

1.2.6 Merge

Il merge è un'operazione che fonde i cambiamenti apportati in due branch distinti, facendo in modo che il branch di destinazione contenga entrambi i cambiamenti e che quello di origine rimanga immutato.
Quando questa operazione viene eseguita tramite comando, Git determina in maniera autonoma quale tipo di merge sia più appropriato, basandosi sulla relazione tra i due branch e sullo storico dei loro commit.
In particolare esistono quattro tipologie di merge:

- **Fast forward:**
  - *Condizione:* il branch di origine è diretto discendente di HEAD.
  - *Azione:* Git sposta solo il puntatore di HEAD in avanti.
  - *Risultato:* nessun nuovo merge commit.
- **Merge commit:**
  - *Condizione:* i branch divergono e hanno sviluppi indipendenti;
  - *Azione:* Git combina le modifiche dei due branch, creando un nuovo commit;
  - *Risultato:* viene creato un merge commit con due genitori;
- **Rebase:**
  - *Condizione:* si vuole aggiorare un branch basandolo su un altro, riscrivendo lo storico;
  - *Azione:* Git ricrea ogni commit non in comune tra i due branch;
  - *Risultato:* la storia del branch diventa lineare, senza merge commit intermedi.
- **Three way:**
  - *Condizione:* storie divergenti (commit unici su entrambi i branch);
  - *Punti di confronto:*
    1. Base comune (Ancestor);
    2. Versione locale (HEAD);
    3. Versione remota (Branch);
  - *Azione:* Git crea un nuovo snapshot combinando le modifiche;
  - *Risultato:* Viene creato un merge commit.

1.3 Comandi Git

Per interfacciarsi con Git vengono messi a disposizione dal sistema diversi comandi:

- `git init`: inizializza un repository creando una subdirectory .git all'interno della directory corrente;
- `git status`: mostra lo stato attuale del repository (file tracciati, file modificati, file nello staging, file non tracciati);
- `git diff`: mostra le differenze tra working directory, staging e commit;
- `git add <file>`: aggiunge un file alla staging area (`git add .` per aggiungere tutti i file modificati);
- `git commit -m "Messaggio"`: crea un commit, registrando le modifiche aggiunte con `git add` nella cronologia del repository;
- `git log`: mostra la lista dei commit effettuati;
- `git branch <nome>`: crea un nuovo branch con il nome indicato, ma **non ci si sposta**;
- `git checkout <nome>`: passa ad un branch esistente spostando l'HEAD;
- `git checkout -b <nome>`: crea un nuovo branch con il nome indicato, per poi **spostarsi** su quest'ultimo (`git checkout -b <nome>` = `git branch <nome>` + `git checkout <nome>`);
- `git fetch`: scarica gli aggiornamenti (commit, branch) dal repository remoto, **senza merge** col tuo branch;
- `git merge <branch>`: unisce la cronologia del branch in cui ci si trova con quella del branch specificato;
- `git pull`: scarica gli aggiornamenti (commit, branch) dal repository remoto, **facendo merge** col tuo branch (`git pull` = `git fetch` + `git merge`);
- `git push`: invia i commit locali al repository remoto, aggiornando il branch remoto corrispondente;

1.4 Git flow

Con il termine Git flow intendiamo un modello di branching rigido per la gestione di rilasci e cicli di sviluppo definiti.
Il suo scopo è quello di separare gli ambienti di produzione, sviluppo, funzionalità e correzioni, attraverso i seguenti branch:

- `main/master`
  - **Contenuto:** solo codice stabile, testato e rilasciato.;
  - **Checkout da:** `release-*` o `hotfix-*`;
  - **Tag:** ogni merge riceve un tag di versione (es. *v1.0*);
- `develop`
  - **Contenuto:** cronologia completa delle funzionalità di sviluppo;
  - **Checkout da:** `feature-*`;
  - **Merge in:** `release-*`
- `feature-*`
  - **Scopo:** lavoro isolato su una nuova funzionalità;
  - **Checkout da:** `develop`;
  - **Merge in:** `develop`;
  - **Regola:** non interagisce mai con `main`;
- `release-*`
  - **Scopo:** preparazione per il prossimo rilascio;
  - **Checkout da:** `develop`;
  - **Attività:** Solo bug fixing minori e aggiornamento metadata (numero di versione);
  - **Doppio merge in:** `main` per il rilascio in produzione e `develop` per preservare le correzioni;
- `hotfix-*`
  - **Scopo:** Correzione immediata di bug critici trovati nel `main`;
  - **Checkout da:** `main`
  - **Doppio merge in:** `main` per deployare subito la correzione e `develop` per garantire che il bug non riappaia in futuro;

1.5 Gestione dei conflitti

Immaginiamo un contesto in cui tre sviluppatori lavorano allo stesso progetto:

- **Marco** (`fix-data-leakage`): si accorge di una falla critica nel preprocessing del dataset. Ha fatto 4 commit sul suo branch;
- **Luca** (`update-rules-parser`): ha aggiornato il parser delle regole della community, modificando gli **stessi file** di preprocessing toccati da Marco. Ha fatto 3 commit sul suo branch;
- **Voi** (`main`): effettuate il merge del lavoro di Marco senza problemi e ora dovete unire il lavoro di Luca.

Nel momento in cui proverete ad effettuare il secondo merge, Git non ve lo consentirà, mettendo in pausa il merge e marcando i file in conflitto nel seguente modo:

```
<<<<<<< HEAD
# Codice sul branch main
=======
# Codice sul branch update-rules-parser
>>>>>>> update-rules-parser
```

A questo punto sarà necessario risolvere i conflitti tramite l'interfaccia grafica aperta dal comando `git mergetool`, oppure manualmente aprendo ogni file, rimuovendo i marcatori di confitto e rieffettuando il commit.

1.6 Annullamento delle operazioni

- **Annulare in staging:** dopo aver eseguito `git add`, qualora non si volesse più committare il file, è possibile rimuoverlo dall'area di staging tramite il comando `git reset HEAD - <file>`;
- **Annullare modifiche locali:** dopo aver modificato un file, è possibile scartare le modifiche e ripristinare quest'ultimo alla versione dell'ultimo commit tramite il comando `git checkout - <file>`;
- **Annullare un commit pubblicato:** dopo aver eseguito un commit ed averlo pubblicato, è possibile annullarlo tramite il comando `git revert <hash-commit>`;
- **Annullare un commit locale:** dopo aver eseguito un commit, qualora quest'ultimo non sia ancora stato pubblicato, è possibile annullarlo tramite il comando
  `git reset <-soft|-hard> HEAD~1`, dove:
  - `-soft` rimuove l'ultimo commit mantenendo le modifiche nell'area di staging;
  - `-hard` rimuove l'ultimo commit cancellando completamente le modifiche;
  - `HEAD~1` indica il commit direttamente precedente ad HEAD (`HEAD~3` indica il 3°, etc...);
- **Riscrivere l'ultimo commit:** per rimpiazzare l'ultimo commit con uno nuovo è possibile utilizzare il comando `git commit -amend`.

2 HTTP

L'**HyperText Transfer Protocol** (HTTP) è un protocollo a livello di applicazione nello stack di protocolli Internet, progettato per la trasmissione di informazioni.
La variante sicura è **HTTPS** e nel 2022 è stato pubblicato HTTP/3.
L'HTTP si basa su un'architettura **client/server**, dove:

- **Client:** detto *User Agent (UA)*, è un qualsiasi programma client che avvia una richiesta (es. browser web, app mobile...);
- **Server:** detto *Origin Server (O)*, è un programma che può originare risposte autorevoli per una data risorsa (es. sito web, telecamera per il traffico...).

2.1 Richieste/Risposte HTTP

L'HTTP funziona attraverso un ciclo di richieste (dal client al server) e risposte (dal server al client):

```
Richiesta
>
UA ====== O
<
Risposta
```

2.1.1 Richieste HTTP

Le richieste HTTP vengono inviate dal client al server e sono composte da:

- **Linea di richiesta:** contentenente metodo HTTP, URI e versione del protocollo;
- **Campi di intestazione** della richiesta;
- **Corpo del messaggio** (opzionale);

```
GET /hello.txt HTTP/1.1 #Linea di richiesta
User-Agent: curl/7.64.1                          # Campi
Host: [www.example.com](https://www.example.com)  # di
Accept-Language: en, it                          # intestazione
# Corpo del messaggio assente
```

2.1.2 Risposte HTTP

Le risposte HTTP vengono inviate dal server al client e sono composte da:

- **Stato di completamento** riguardo la richiesta;
- **Campi di intestazione** della risposta;
- **Contenuto della risposta** (opzionale).

```
HTTP/1.1 200 OK # Stato di completamento
Date: Mon, 27 Jul 2009 12:28:53 GMT          # |
Server: Apache                               # |
Last-Modified: Wed, 22 Jul 2009 19:15:56 GMT # |
ETag: "34aa387-d-1568eb00"                   # | Campi di
Accept-Ranges: bytes                         # | intestazione
Content-Length: 51                           # |
Vary: Accept-Encoding                        # |
Content-Type: text/plain                     # |
Hello World! My content includes a trailing CRLF. # Contenuto della risposta
```

2.2 Intermediari

Il protocollo HTTP prevede che tra l'User Agent e l'Origin Server possano esserci uno o più intermediari, i quali possono inoltrare, filtrare o modificare le richieste e le risposte HTTP (es. proxy, gateway, tunnel...).

```
      >       >       >       >                    UA = User Agent
UA ===== A ===== B ===== C ===== O          A, B, C = Intermediari
      <       <       <       <                    O = Origin Server
```

In particolare i proxy (a differenza dei tunnel) possono utilizzare di un sistema di **cache**, memorizzando le risposte in modo da poter servire richieste future senza contattare nuovamente il server. Per poter essere memorizzata, una risposta deve essere dichiarata dal server come **cacheable**.

```
      >       >                                    UA = User Agent
UA ===== A ===== B ----- C ----- O          A, B, C = Intermediari
      <       <                                    O = Origin Server
```

2.3 Metodi HTTP

I metodi HTTP specificano l'azione che il client desidera eseguire su una risorsa.
Ogni metodo può avere o meno le seguenti proprietà:

- **Safe** (*sicuro*): la richiesta non ha effetti collaterali sulla risorsa (sola lettura);
- **Idempotent** (*idempotente*): eseguire più volte la stessa richiesta produce lo stesso effetto di una singola richiesta;
- **Cacheable** (*memorizzabile nella cache*): la risposta può essere memorizzata nelle cache.

2.3.1 PUT

Il metodo PUT consente di creare una nuova risorsa, specificandola nella richiesta, o di sovrascriverla qualora l'URI esista già. Si tratta di un metodo **idempotente**.

```
PUT /course-descriptions/web-and-software-architecture
```

2.3.2 GET

Il metodo GET consente di richiedere una rappresentazione dello stato di una risorsa. Si tratta di un metodo **safe**, **idempotente** e **cacheable**.

```
GET /course-descriptions/web-and-software-architecture
```

2.3.3 POST

Il metodo POST consente di creare o modificare un subordinato della risorsa indicata nell'URI oppure di attivare un'azione. Si tratta di un metodo **cacheable**.

```
POST /announcements/
```

```
POST /announcements/{id}/comments/
```

```
POST /users/{id}/email
```

2.3.4 DELETE

Il metodo DELETE consente di richiedere al server l'eliminazione della risorsa specificata nell'URI. Si tratta di un metodo **idempotente**.

```
DELETE /courses/web-and-software-architecture
```

2.3.5 Altri metodi

Metodo	Descrizione	Safe	Idempotente	Cacheable
HEAD	Come GET, ma non trasferisce il contenuto della risposta.	Sì	Sì	Sì
CONNECT	Stabilisce un tunnel verso il server identificato dalla risorsa target.	No	No	No
OPTIONS	Descrive le opzioni di comunicazione per la risorsa target.	Sì	Sì	No
TRACE	Esegue un test di loop-back del messaggio lungo il percorso verso la risorsa target.	Sì	Sì	No
PATCH	Modifica parzialmente una risorsa, invece di sostituirla interamente come fa PUT.	No	No	No

2.4 Codici di stato della risposta

I codici di stato sono rappresentati da un numero a tre cifre nell'intervallo 100-599 e descrivono il risultato della richiesta e la semantica della risposta.

Intervallo	Descrizione
1xx	*Informazioni*: La richiesta è stata ricevuta, processo in corso.
2xx	*Successo*: La richiesta è stata ricevuta, compresa e accettata con successo.
3xx	*Reindirizzamento*: Sono necessarie ulteriori azioni per completare la richiesta.
4xx	*Errore del client*: La richiesta contiene sintassi errata o non può essere soddisfatta.
5xx	*Errore del server*: Il server non è riuscito a soddisfare una richiesta apparentemente valida.

In particolare i codici di stato più comuni sono:

Codice di stato	Descrizione
200 OK	In una richiesta GET, la risposta conterrà la risorsa richiesta; in una richiesta POST, la risposta conterrà un'entità che descrive o contiene il risultato dell'azione.
201 Created	La richiesta è stata soddisfatta, risultando nella creazione di una nuova risorsa.
204 No Content	Il server ha elaborato con successo la richiesta e non sta restituendo alcun contenuto.
301 Moved Permanently	Questa e tutte le richieste future dovrebbero essere indirizzate all'URI fornito.
302 Found	Guarda un'altra URL.
400 Bad Request	Apparente errore del client.
401 Unauthorized	È richiesta l'autenticazione.
403 Forbidden	La richiesta conteneva dati validi ed è stata compresa dal server, ma l'azione è proibita.
404 Not Found	La risorsa non è stata trovata ma potrebbe essere disponibile in futuro.
405 Method Not Allowed	Il metodo di richiesta non è supportato.
500 Internal Server Error	Condizione inaspettata riscontrata.
501 Not Implemented	Metodo di richiesta non riconosciuto, oppure il server non ha la capacità di soddisfare la richiesta.
502 Bad Gateway	Un gateway o proxy ha ricevuto una risposta non valida dal server a monte.
503 Service Unavaible	Server sovraccarico o inattivo per manutenzione (temporaneo).
504 Gateway Timeout	Il server non ha ricevuto una risposta tempestiva dal server a monte.

3 API

3.1 JSON e YAML

3.1.1 JSON

JavaScript Object Notation (JSON) è un formato testuale leggero per lo scambio e l'archiviazione di dati, derivato dalla sintassi JavaScript.
Si tratta di un formato facile da leggere e scrivere sia per gli umani che per le macchine e questo perchè si basa unicamente sui concetti di **oggetto** e di **array**.
In particolare gli oggetti sono una collezione non ordinata di coppie chiave:valore, racchiusa tra parentesi graffe, mentre gli array sono un elenco ordinato di valori (anche eterogenei), separati da virgole e racchiuso tra parentesi quadre.

```json
{
  "user": {
    "id": 12345,
    "username": "mario.rossi",
    "isActive": true,
    "lastLogin": null,
    "hobbies": ["programmazione", "videogames", "calcio"]
    "address": {
      "street": "Via Roma 10",
      "zipCode": "20100",
      "country": "Italia"
    }
  }
}
```

3.1.2 YAML

YAML Ain't Markup Language (YAML) è un formato testuale per la serializzazione dei dati utilizzato per file di configurazione e per archiviare o scambiare dati.

```yaml
user:
  id: 12345 #ID dell'utente
  username: "mario.rossi"
  isActive: true
  lastLogin: null
  hobbies:
    - "programmazione"
    - "videogames"
    - "calcio"
  address:
    street: "Via Roma 10"
    zipCode: "20100"
    country: "Italia"
```

3.2 API

Un'**Application Programming Interface** (API) è la **definizione delle interazioni consentite** tra due parti di un software. Funge cioè da contratto di interazione tra il **consumer** (client) ed il **provider** (servizio), specificando:

- **Richieste** possibili;
- **Parametri** delle richieste;
- **Valori di ritorno**;
- **Formati di dato** richiesti (es. JSON, XML, YAML...).

L'adozione di un API porta vantaggi fondamentali nell'architettura software:

- **Interfaccia esplicita:** definisce chiaramente le aspettative e le modalità di interazione;
- **Contratto infrangibile:** stabilisce un insieme di regole che entrambe le parti devono rispettare;
- **Information Hiding** (occultamento delle informazioni): la logica interna del provider rimane nascosta al consumer, che deve conoscere unicamente l'interfaccia.

3.2.1 Categorie di API

È possibile suddividere le API in base alla loro posizione e funzione in:

- **API Locali:**
  - API per i linguaggi di programmmazione (es. libreria standard di Python);
  - API del sistema operativo;
  - API delle librerie software;
  - API hardware;
- **API Remote (Web API):**
  - Interfacce di programmazione basate su protocolli di rete (tipicamente HTTP), come le API RESTful.

Inoltre, è possibile suddividere le API sulla base dell'accessibilità in:

- **API Private:** destinate all'uso interno di un'azienda o un sistema chiuso, prevedono che l'accesso sia limitato ai componenti interni;
- **API Pubbliche:** disponibili per l'uso da parte del pubblico, prevedono che l'accesso possa essere limitato ad alcuni utenti tramite **API Tokens**.

3.2.2 Interfaccia e stabilità

Col tempo i cambimaneti alle API potrebbero rompere le compatibilità con i client esistenti. Si utilizzano quindi dei **marcatori di stato**:

- `beta:` indica che le parti potrebbero cambiare perchè non sono ancora stabili;
- `deprecated:` indica che le parti verranno rimosse o non saranno più supportate in futuro.

3.2.3 Documentazione delle API

È possibile definire esplicitamente un API attraverso **documentazione** (testo, esempi, manuali), oppure attraverso un **linguaggio di descrizione** standardizzato, il quale formalizza il contratto, consentendo la generazione automatica di documentazione, codice client e validazione.
In particolare il linguaggio di descrizione leader del settore per le API moderne basate su HTTP è **OAS (OpenAPI Specification)**, un formato di descrizione **vendor-neutral** (indipendente dal fornitore).
I file OpenAPI vengono solitamente scritti in formato YAML, data la sua leggibilità.

```yaml
openapi: 3.0.0
info:
  title: "An example OpenAPI document"
  description: |
    This API allows writing down marks on a Tic Tac Toe board
    and requesting the state of the board or of individual cells.
  version: 0.0.1
paths: {} # Gli endpoint dell'API verrebbero definiti qui
```