

# ROLLO – RIDE YOUR WAY

## Progettazione di rete e simulazione

### 1. Analisi della realtà proposta

Il progetto "Rollo - Ride your way" nasce con l'obiettivo di realizzare una web app per il noleggio e la gestione di biciclette nella città di Padova. La base di dati che si appoggia alla web app deve permettere la registrazione e gestione degli utenti, la localizzazione delle sedi (che gestiscono un certo numero di biciclette e si occupano della loro revisione), il controllo dei dispositivi IoT installati su ogni bicicletta e la tracciabilità dei noleggi effettuati.

Ogni noleggio sarà registrato con informazioni relative a:

- data e orario di inizio/fine
- distanza percorsa
- costo (in token)
- bicicletta utilizzata
- utente che ha effettuato il noleggio

Si è scelto di utilizzare dei token come soluzione alternativa al pagamento in diretto in modo da far sentire il cliente più rilassato, senza il bisogno di fare ogni volta una serie di operazioni con l'app della banca. Questi token possono essere comprati o guadagnati con la visione di alcune pubblicità che verranno implementate in una versione futura.

Nel testo del compito assegnato era richiesto un servizio di bike sharing in cui gli utenti avrebbero dovuto ritirare e lasciare le bici presso delle "stazioni" prestabilite in cui sono bloccate e controllate. Nell'ideazione di Rollo – Ride your way il gruppo ha scelto di implementare una soluzione lievemente diversa: più interessante per possibili futuri investitori e più invitante all'utilizzo da parte dei giovani. L'idea differisce dal tema assegnato nella parte di stoccaggio e blocco delle bici, in quanto le bici con Rollo possono essere lasciate ovunque all'interno di una mappa cittadina che verrà poi stabilita, senza la preoccupazione di dover lasciare le biciclette alle stazioni fisse, che potrebbero essere lontane. La chiusura sarà controllata dal circuito di IoT.

Rollo è una soluzione economica, sostenibile e sempre disponibile per i suoi clienti. Il focus principale è offrire un servizio accessibile a tutti e semplice da utilizzare. È economica per gli utenti in quanto è stata pensata come una soluzione da proporre ai comuni italiani per migliorarne l'inclusività dei cittadini. Non c'è bisogno di investire grandi cifre per comprare le bici in quanto l'unico vero prodotto hardware da comprare sarebbe il circuito IoT installabile su qualsiasi bicicletta.

### 2. Layout della rete

Il sistema di bike-sharing "Rollo" per il comune di Padova (e provincia) prevede la disposizione di 4 sedi sparse per la città. La più importante sarà la sede centrale, più grande delle altre per ospitare un numero maggiore di uffici e tutti i server (pubblici e alcuni privati per R&D) dell'azienda, utilizzati dalle altre sedi in remoto. Le rimanenti sedi sono disposte a nord, sud, est e ovest della città. Ogni sede (compresa la centrale) ha una zona wi-fi per i dispositivi mobili e i laptop, una parte importante di uffici e il magazzino per la preparazione/manutenzione di biciclette nuove o che richiedono una riparazione. Dispone anche di una linea

## Gruppo 1: Duluta, Manfo, Marcolin, Fedorengo

di comunicazione telefonica (VoIP come p.e. Skype) con le altre sedi. Le sedi “periferiche” secondo la progettazione saranno simili se non identiche per quanto riguarda la configurazione di rete e dei dispositivi.

Sono indicate in seguito delle zone approssimative in cui potrebbero essere collocate le sedi:

- Sede centrale: Zona Stazione / Arcella
- Sede Nord: Limena / Campodarsego
- Sede Sud: Monselice
- Sede Est: Ponte di Brenta / Noventa Padovana
- Sede Ovest: Rubano / Mestrino

Ogni bicicletta avrà una sede di riferimento che si occuperà della sua manutenzione e controllo qualità. In questa documentazione viene fatta particolare attenzione alla progettazione della rete aziendale. Per approfondimenti riguardo l'app o la base di dati si consiglia la lettura delle documentazioni dedicate, consultabili a [questo link](#) (GitHub).

## 3. Standard di rete scelti

| STANDARD SCELTO                   | IMPLEMENTAZIONE  |
|-----------------------------------|--|
| LAN Ethernet (IEEE 802.3)         | Per il collegamento alla rete per i dispositivi che usano Ethernet   |
| Wi-Fi (IEEE 802.11, 802.11q)      | Per il collegamento alla rete dei dispositivi Wi-Fi  |
| IEEE 802.1Q                       | Per definire le VLAN e farle comunicare tra loro usando il router  |
| 4G/5G                             | Per le SIM installate sulle biciclette, connettendole così a internet  |
| Satellite (GPS, GLONASS, GALILEO) | Per localizzare le coordinate di ogni bicicletta (dispositivo IoT) attraverso i dati satellitari di Stati Uniti, Russia ed Europa. |
| VoIP                              | Per gestire la linea telefonica diretta tra le aziende   |
| HTTP / HTTPS                      | Per la comunicazione web   |
| TCP / IP (RFC 1155)               | Per la comunicazione tra computer su reti locali e ampie   |

## 4. Elenco dispositivi di rete

Stampanti (Wireless e LAN), cavi Ethernet **Cat5e** (fino a 1 Gbps), Switch 24 porte contenuti in Rack, Router (in Cisco Packet Tracer: Router 2811 e Router-PT), Telefoni VoIP (vedi simulazione in Packet Tracer), Schede IoT (ESP32, vedi documentazione IoT), Fibra Ottica monomodale.

## 5. Cablaggio strutturato

I cavi utilizzati tra dispositivi di diverso livello ISO/OSI all'interno delle sedi sono di tipo Copper Straight-Through. I cavi utilizzati per collegare tra loro gli switch sono di tipo Copper Cross-Over.

Per un risultato ottimale i router comunicheranno tutti attraverso la rete fisica (fibra ottica monomodale) già costruita da un ISP, che sarà affittata con un abbonamento (FTTH Business). In caso non sia presente ancora la fibra ottica in strada, verrà richiesto all'ISP di provvedere all'installazione di un collegamento, per avere sempre una velocità costante intorno a 1 Gbps di download e upload (come non accade nelle reti ADSL).

Si prevede che le sedi saranno disposte in edifici commerciali, probabilmente affittati parzialmente e con contratto pluriennale, su un massimo di 3 piani. Non è previsto l'utilizzo di ripetitori né per la fibra ottica né per l'Ethernet, in quanto la fibra monomodale può viaggiare fino a 50 km senza perdere intensità di segnale e un cavo Ethernet **Cat5e** può coprire una distanza consigliata di 100 metri.

Non ci sono problemi di morfologia del terreno in quando la pianura padana non presenta dislivelli rilevanti.

## 6. Piani di indirizzamento

### 1) Sede centrale

INDIRIZZO PUBBLICO: 137.0.0.1

#### RETE PRIVATA

NET ID: 172.168.0.0/22

SM: 255.255.252.0

Indirizzi disponibili: 172.168.0.0 - 172.168.3.255

#### TRUST

GESTIONE VLAN TRAMITE VTP:

domain = rollo

pw = rollo

**1) ZONA WI-FI** | vlan 10 "Wi-Fi" | DHCP POOL "wifi"

NET ID: 172.168.0.0/24

SM: 255.255.255.0

WM: 0.0.0.255

NA: 172.168.0.0

BR: 172.168.0.255

GW: 172.168.0.1

SSID: Rollo-centrale

WPA2-PSK: R0987654321

AUTHENTICATION SERVER: 172.168.0.254

**2) UFFICI** | vlan 20 "UFFICI" | DHCP POOL "offices"

NET ID: 172.168.1.0/24

SM: 255.255.255.0

WM: 0.0.0.255

NA: 172.168.1.0

BR: 172.168.1.255

GW: 172.168.1.1

**3) SALA SERVER** | vlan 30 "SALA\_SERVER"

NET ID: 172.168.2.0/29

SM: 255.255.255.248

WM: 0.0.0.7

NA: 172.168.2.0

BR: 172.168.2.7

GW: 172.168.2.1

WEB SVR: 172.168.2.2

MAIL SVR: 172.168.2.3

DBMS SVR: 172.168.2.4

WINDOWS SVR: 172.168.2.5

BACKUP SVR: 172.168.2.6

## Gruppo 1: Duluta, Manfo, Marcolin, Fedorenco

**4) PHONE** | vlan 40 "PHONE" | DHCP POOL "phone"

NET ID: 172.168.2.8/30

SM: 255.255.255.252

WM: 0.0.0.3

NA: 172.168.2.8

BR: 172.168.2.11

GW: 172.168.2.9

IP telefono: 172.168.2.10

#TEL:1010

## DMZ

NET ID: 172.168.2.16/28

SM: 255.255.255.240

WM: 0.0.0.15

NA: 172.168.2.16

BR: 172.168.2.31

GW: 172.168.2.17

Host disponibili: 14 (da .18 a .30)

DNS SVR Pubblico: 172.168.2.29

WEB SVR Pubblico: 172.168.2.30

## 2) Sedi periferiche (p.e. Sede Nord)

INDIRIZZO PUBBLICO: 137.0.0.30

## RETE PRIVATA

NET ID: 172.168.0.0/23

SM: 255.255.254.0

Indirizzi disponibili: 172.168.0.0 - 172.168.1.255

GESTIONE VLAN TRAMITE VTP:

domain = rollo

pw = rollo

**1) ZONA WI-FI** | vlan 10 "Wi-Fi" | DHCP POOL "wifi"

NET ID: 172.168.0.0/24

SM: 255.255.255.0

WM: 0.0.0.255

NA: 172.168.0.0

BR: 172.168.0.255

GW: 172.168.0.1

SSID: Rollo-nord

WPA2-PSK: 0123456789

**2) UFFICI** | vlan 20 "UFFICI" | DHCP POOL "offices"

NET ID: 172.168.1.0/25

SM: 255.255.255.128

WM: 0.0.0.127

## Gruppo 1: Duluta, Manfo, Marcolin, Fedorenco

NA: 172.168.1.0  
BR: 172.168.1.127  
GW: 172.168.1.1

**3) PHONE** |        vlan 30 "PHONE"        |        DHCP POOL "phone"

NET ID: 172.168.1.128/30  
SM: 255.255.255.252  
WM: 0.0.0.3  
NA: 172.168.1.128  
BR: 172.168.1.131  
GW: 172.168.1.129

IP telefono: 172.168.1.130  
#TEL: 2020

## 7. NAT

Ogni azienda, sul router esterno, utilizza il NAT statico (SNAT) per tradurre il proprio indirizzo IPv4 privato in quello pubblico designato e mandare in sicurezza le richieste dei suoi host. Il NAT poi sa a chi trasmettere le risposte una volta che ha ritradotto l'indirizzo da pubblico a privato.

Si accentua la scelta di utilizzare due router distinti all'interno della sede centrale. Quello esterno si occupa del NAT e PAT, mentre quello interno gestisce solamente le ACL.

Il router esterno utilizza il PAT (Port-Forwarding Address Translation) per aprire le porte 8080 (http) e 53(dns) verso i server pubblici della DMZ.

## 8. Politiche di routing

Nella sede centrale, il router interno instrada i pacchetti verso quello esterno con un Routing Statico.

Oltre alla sede centrale non ci sono veri e propri Autonomous-System. La politica di routing scelta per il resto della rete è l'OSPF. Nella simulazione in Packet Tracer, per facilità implementativa, tutti i router ospf sono stati assegnati all'area 0 (backbone).

## 9. Sistemi operativi

È stato scelto Debian come sistema operativo per i server perché garantisce stabilità, sicurezza e leggerezza, elementi fondamentali per un servizio sempre attivo come un sistema di bike sharing. Debian è open source, gratuito e supporta in modo nativo tutte le principali tecnologie web utilizzate nel progetto, come PHP, MySQL e Apache. A differenza di Windows Server, che richiede licenze a pagamento, che è più pesante e meno adatto a sistemi Linux-based come quelli IoT, Debian consente una gestione più efficiente delle risorse e una maggiore flessibilità nella configurazione del sistema. Inoltre, grazie alla sua struttura minimale, riduce il rischio di vulnerabilità e aggiornamenti forzati che potrebbero compromettere la continuità del servizio.

| TIPO DI PC                | MIGLIOR OS                       |
|---------------------------|----------------------------------|
| Ufficio / Amministrazione | Windows 10/11 Pro                |
| Sviluppo Software         | Ubuntu Desktop o Windows + WSL2  |
| Tecnico/IoT               | Ubuntu Desktop o Raspberry Pi OS |

## 10. TRUST e DMZ

Nella sede centrale è stato scelto di implementare una struttura Trust-DMZ, in cui i server pubblici vengono collocati in una DMZ (rete demilitarizzata), ossia una rete completamente separata da quella privata. Tutti gli altri PC, stampanti, Server ecc... sono collocati nella TRUST. La peculiarità dell'utilizzo di questa struttura è che i dispositivi della TRUST non possono in alcun modo comunicare con la DMZ e la DMZ a sua volta non può comunicare con la TRUST. Per questo motivo un router interno si occupa delle ACL, bloccando il traffico tra le due zone e garantendo un ottimo livello di sicurezza.

## 11. Servizi Server

### Web Server

Si è scelto di utilizzare Nginx come web server, in combinazione con PHP-FPM per l'elaborazione del backend e MySQL per la gestione dei dati. Nginx è stato preferito ad Apache per le sue prestazioni superiori, il basso consumo di risorse e l'efficienza nel servire contenuti statici, come quelli generati dal frontend in React. La configurazione con Let's Encrypt consente di implementare facilmente la crittografia HTTPS, migliorando la sicurezza delle comunicazioni. Inoltre, Nginx offre un'eccellente scalabilità e si integra perfettamente con tecnologie moderne, rendendolo la scelta più adatta per un'applicazione web dinamica e reattiva come quella del sistema di bike sharing in esame.

### Mail Server

Deve ancora essere scelto un servizio tra quelli sotto riportati.

| Servizio             | Ruolo                               | Perché sceglierlo                                |
|----------------------|-------------------------------------|--|
| Postfix              | Server SMTP per inviare email       | Leggero, sicuro e ampiamente supportato          |
| Dovecot              | Server IMAP/POP3 per ricevere email | Sicuro, facile da configurare                    |
| Rspamd               | Filtro antispam e antivirus         | Potente e moderno, meglio di SpamAssassin        |
| Let's Encrypt        | Certificati SSL/TLS gratis          | Per cifrare la posta e migliorare la reputazione |
| Roundcube o RainLoop | Interfaccia webmail                 | Facile da usare e integrabile con login web      |
| DKIM, SPF, DMARC     | Record DNS per autenticazione       | Per evitare che le email finiscano in spam       |

### DBMS

Per la gestione dei dati del progetto viene utilizzato MySQL, alternativa perfettamente compatibile con MariaDB, per via della sua affidabilità, scalabilità e dell'ampio supporto disponibile. Essendo uno dei database relazionali più diffusi al mondo, MySQL si integra perfettamente con linguaggi come PHP e si adatta benissimo all'architettura del sistema di Rollo, in cui il backend elabora richieste API e interagisce costantemente con il database per gestire utenti, prenotazioni e biciclette. La struttura relazionale di MySQL è ideale per rappresentare con precisione le entità del servizio offerto, garantendo integrità dei dati, prestazioni elevate e la possibilità di eseguire query complesse in modo efficiente. Inoltre, la compatibilità con strumenti di amministrazione come phpMyAdmin semplifica la gestione e il debug durante lo sviluppo.

## Backup Server

Per garantire la continuità del servizio e la protezione dei dati sensibili, è stata prevista l'implementazione di un backup server dedicato. Questo server avrà il compito di eseguire regolarmente copie di sicurezza del database (MySQL/MariaDB), dei file del backend PHP e delle configurazioni del sistema. La soluzione più opportuna ricade su una Linux-based, leggera e stabile, con strumenti come rsync, cron, mysqldump e, se necessario, un sistema di snapshot tramite Btrfs o ZFS. Il backup verrà effettuato su una macchina separata o su uno storage esterno sicuro, per ridurre il rischio di perdita dati in caso di attacchi o guasti hardware. In questo modo, sarà possibile ripristinare rapidamente il servizio in caso di emergenza e tutelare sia gli utenti sia la funzionalità operativa del sistema. La scelta di una soluzione open source e automatizzabile consente di mantenere bassi i costi e di adattarsi facilmente alle future evoluzioni del progetto.

## 12. ACL

### Router Interno – Sede Centrale

```
!
ip access-list extended ACL-CENTRALE
 permit udp any eq bootpc any eq bootps
 permit tcp 172.168.0.0 0.0.2.11 host 172.168.2.3 eq smtp
 permit tcp 172.168.0.0 0.0.2.11 host 172.168.2.2 eq www
 permit udp 172.168.0.0 0.0.3.255 any eq 5060
 permit tcp 172.168.0.0 0.0.3.255 any eq 5060
 permit udp 172.168.0.0 0.0.3.255 any range 10000 20000
 permit udp any any eq domain
 permit udp 172.168.0.0 0.0.3.255 host 8.8.8.8 eq domain
 permit tcp any host 172.168.2.30 eq www
 permit udp host 8.8.8.8 eq domain 172.168.0.0 0.0.3.255
 deny ip 172.168.0.0 0.0.3.255 172.168.2.16 0.0.0.15
 deny ip 172.168.2.16 0.0.0.15 172.168.0.0 0.0.3.255
!
```

### Router di confine – Sede Periferica (p.e. Nord)

```
!
ip access-list extended ACL-NORD
 permit udp any eq bootpc any eq bootps
 permit tcp 172.168.0.0 0.0.1.255 host 137.0.0.1 eq www
 permit udp 172.168.0.0 0.0.1.255 host 137.0.0.1 eq domain
 permit udp 172.168.0.0 0.0.1.255 any eq 5060
 permit tcp 172.168.0.0 0.0.1.255 any eq 5060
 permit udp 172.168.0.0 0.0.1.255 any range 10000 20000
access-list 1 permit 172.168.0.0 0.0.1.255
!
```

## 13. Servizi Cloud

Nel progetto Rollo sono utilizzati diversi servizi cloud per facilitare lo sviluppo e la gestione della piattaforma di bike sharing. In particolare, sono sfruttati servizi **SaaS** come GitHub per il versionamento del codice, phpMyAdmin per l'amministrazione del database, Figma per la progettazione grafica collaborativa e Google Maps per l'integrazione delle mappe nell'applicazione. Per il deployment del frontend React, viene utilizzata la piattaforma Vercel, che rappresenta un esempio di **PaaS**, offrendo un ambiente pronto all'uso senza dover gestire infrastrutture fisiche. Il codice viene sviluppato principalmente con Visual Studio Code, un editor integrato con vari plugin cloud che migliorano la produttività. Grazie a questa combinazione di servizi cloud, il

## **Gruppo 1: Duluta, Manfo, Marcolin, Fedorenco**

team può concentrarsi maggiormente sullo sviluppo funzionale e sull'esperienza utente, lasciando la gestione dell'infrastruttura e degli strumenti a piattaforme affidabili e scalabili.

## **14. IoT**

La componente IoT rappresenta il cuore tecnologico del progetto Rollo, permettendo il monitoraggio in tempo reale delle biciclette tramite moduli GPS e sensori integrati sulla scheda ESP32. Questo sistema consente di gestire lo stato della serratura elettronica, monitorare la posizione e inviare dati sul livello di batteria, garantendo sicurezza e affidabilità nel servizio. L'architettura modulare facilita aggiornamenti futuri e l'integrazione con altre piattaforme smart.

**Per informazioni aggiuntive consultare la documentazione dedicata...**

## **Opportunità di investimento**

Il progetto Rollo – Ride your way presenta notevoli potenzialità di sviluppo e crescita, rendendolo un'opportunità interessante per investitori nel settore della mobilità sostenibile e delle smart city. L'espansione della rete di bike sharing a nuove aree urbane e suburbane, l'integrazione con altre modalità di trasporto pubblico e la possibilità di aggiungere funzionalità avanzate come sistemi di pagamento digitali, analisi dei dati di utilizzo e programmi di fidelizzazione, costituiscono leve strategiche per incrementare il valore e l'attrattività del servizio. Inoltre, la scalabilità dell'architettura IT e l'impiego di tecnologie IoT permettono di mantenere i costi operativi contenuti, garantendo margini interessanti per gli investitori. Opportunità di partnership con enti pubblici, aziende private e fondi dedicati alla sostenibilità ambientale possono facilitare il finanziamento e l'implementazione di nuove iniziative, consolidando Rollo come un player di riferimento nel mercato della mobilità green.

## **Conclusione**

Rollo – Ride your way rappresenta una soluzione innovativa e sostenibile per il servizio di bike sharing nella città di Padova e provincia, pensata per rispondere alle esigenze di mobilità moderna, accessibilità e semplicità d'uso. La progettazione della rete, con un'infrastruttura solida e distribuita su più sedi, garantisce affidabilità, sicurezza e scalabilità del sistema, supportando efficacemente sia l'interazione tra utenti e dispositivi IoT installati sulle biciclette, sia la gestione centralizzata delle risorse aziendali.

L'adozione di tecnologie avanzate come il controllo tramite token, la connettività 4G/5G per le biciclette e l'integrazione con sistemi di localizzazione satellitare assicura una fruizione fluida e moderna del servizio. Inoltre, la scelta di una rete VLAN con segmentazione e l'implementazione di politiche di routing OSPF confermano l'attenzione al bilanciamento tra performance e sicurezza.

Il modello sviluppato, grazie alla sua flessibilità e modularità, si presta a future espansioni e adattamenti in contesti urbani diversi, aprendo la strada a nuovi investimenti e a un miglioramento continuo del servizio di mobilità sostenibile. Rollo si propone dunque non solo come un progetto tecnologico, ma anche come un contributo concreto alla diffusione di pratiche ecologiche e inclusive nella mobilità urbana.