$\lceil \alpha ode \rfloor$



Analisi dei requisiti

2025-03-10

Responsabile Nicolò Bovo

Redattori Romeo Calearo

Verificatori | Elia Leonetti

 ${\bf Alpha Code}$

Università Degli Studi di Padova Versione 0.5.0

Registro delle modifiche

Vers.	Data	Descrizione	Autore	Verificatore
0.5.0	2025-04-09	Stesura requisiti funzionali, non funzionali e di vincolo	Giovanni Battista Matteazzi	Manuel Cinnirella
0.4.0	2025-04-02	Proseguito sviluppo e aggiunta casi d'uso	Giovanni Battista Matteazzi	Manuel Cinnirella
0.3.0	2025-03-28	Proseguito sviluppo e aggiunta casi d'uso	Giovanni Battista Matteazzi	Manuel Cinnirella
0.2.0	2025-03-17	Aggiunta sezione casi d'uso e architettura	Romeo Calearo	Elia Leonetti
0.1.0	2025-03-10	Bozza del documento	Romeo Calearo	Elia Leonetti

Indice

I.	Introd	luzione		6
	I - 1.	Scopo del	documento	6
	I - 2.	Scopo del	prodotto	6
	I - 3.	Riferimen	ıti	6
		I - 3.1.	Riferimenti tecnici	6
		I - 3.2.	Riferimenti implementativi	6
II.	Descri	izione del	prodotto	6
			del prodotto	
		II - 1.1.	Obiettivi primari:	7
		II - 1.2.	Obiettivi secondari:	7
	II - 2.	Funziona	lità e vincoli del prodotto	7
		II - 2.1.	Funzionalità implementate:	7
		II - 2.2.	Vincoli tecnici:	8
	II - 3.	Utenti e l	oro caratteristiche	8
		II - 3.1.	Tipologie di utenti:	8
III.	Archi	tettura de	l sistema	8
	III - 1.	Compone	enti Core	8
	III - 2.	Flusso Da	ıti	9
IV.	Casi d	'1180		. 9
_ ,,			one	
			i casi d'uso	
	_, _,		UC1 - Autenticazione utente alla dashboard	
		IV - 3.2.	UC2 - Inserimento Username	
		IV - 3.3.	UC3 - Inserimento Password	
		IV - 3.4.	UC4 - Visualizzazione Errore Credenziali	. 10
		IV - 3.5.	UC5 - Visualizzazione Dashboard	. 11
		IV - 3.6.	UC6 - Visualizzazione profilo utente nella dashboard	. 12
		IV - 3.7.	UC7 - Visualizzazione statistiche utente nella dashboard	
		IV - 3.8.	UC8 - Visualizzazione promozioni recenti nella dashboard	. 12
		IV - 3.9.	UC9 - Filtra punti di interesse per categoria	. 13
		IV - 3.10.	UC10 - Messaggio di errore «Nessun risultato trovato»	. 13
		IV - 3.11.	UC11 - Selezione del marker	. 14
		IV - 3.12.	UC12 - Visualizzazione nome del punto di interesse dal marker \dots	. 14
		IV - 3.13.	UC13 - Visualizzazione categoria dal punto di interesse dal marker .	15
		IV - 3.14.	UC14 - Inizio percorso con visualizzazione bici sulla mappa	. 15
		IV - 3.15.	UC15 - Tracciamento percorso con polyline	. 16
		IV - 3.16.	UC16 - Riaccentramento mappa sulla posizione bici	. 16
		IV - 3.17.	UC17 - Cancellazione storico percorso dalla mappa	. 16
		IV - 3.18.	UC18 - Cambio modalità tema dell'interfaccia	. 17
		IV - 3.19.	UC19 - Logout dell'utente dal sistema	. 17

		IV - 3.20.	UC20 - Accesso al sistema di monitoraggio per l'amministratore:	
			Grafana	
			UC21 - Navigazione alla dashboard di analisi marketing	
			UC22 - Navigazione alla dashboard di monitoraggio del sistema	
			UC23 - Visualizzazione metriche eventi giornalieri	
			UC24 - Visualizzazione conteggio negozi totali	
			UC25 - Visualizzazione lista utenti registrati	
		IV - 3.26.	UC26 - Visualizzazione mappa visite per negozio ultime 24h	. 21
		IV - 3.27.	UC27 - Visualizzazione mappa negozi selezionati	. 21
		IV - 3.28.	UC28 - Visualizzazione grafico utilizzo CPU	. 22
		IV - 3.29.	UC29 - Visualizzazione grafico utilizzo memoria	. 22
		IV - 3.30.	UC30 - Visualizzazione grafico utilizzo disco	. 23
		IV - 3.31.	UC31 - Visualizzazione grafico cache hit ratio	. 23
		IV - 3.32.	UC32 - Visualizzazione top 10 negozi più visitati	. 24
V.	Requi	isiti	•••••	. 24
	_		funzionali obbligatori	
		V - 1.1.	RF1 - Autenticazione e autorizzazione	. 24
		V - 1.2.	RF2 - Tracking posizione e generazione eventi	. 24
		V - 1.3.	RF3 - Elaborazione stream e proximity detection	
		V - 1.4.	RF4 - Generazione messaggi personalizzati	
		V - 1.5.	RF5 - Dashboard utente interattiva	
		V - 1.6.	RF6 - Storage e persistenza dati	. 25
		V - 1.7.	RF7 - Cache e ottimizzazione performance	. 25
		V - 1.8.	RF8 - ETL automatico e data management	
	V - 2.	Requisiti	non funzionali	
		V - 2.1.	RNF1 - Performance	. 25
		V - 2.2.	RNF2 - Scalabilità	. 25
		V - 2.3.	RNF3 - Affidabilità	. 25
		V - 2.4.	RNF4 - Sicurezza	
		V - 2.5.	RNF5 - Osservabilità	. 26
		V - 2.6.	RNF6 - Usabilità	. 26
	V - 3.	Requisiti	di vincolo	
		V - 3.1.	RV1 - Tecnologici	
		V - 3.2.	RV2 - Geografici	
		V - 3.3.	RV3 - Operativi	. 26

Lista delle figure

Lista delle tabelle

I. Introduzione

I - 1. Scopo del documento

Il presente documento di Analisi dei Requisiti fornisce una descrizione dettagliata e completa del sistema **NearYou**, una piattaforma di notifiche personalizzate basate sulla posizione che utilizza intelligenza artificiale generativa (AI generativa) per creare messaggi contestuali e rilevanti per gli utenti.

Il documento costituisce la base per lo sviluppo del sistema, definendo chiaramente funzionalità, vincoli, casi d'uso e requisiti tecnici derivanti dall'analisi del codice sorgente e dell'architettura implementata.

I - 2. Scopo del prodotto

NearYou è una piattaforma tecnologica che combina tracking della posizione in tempo reale, database geospaziali, intelligenza artificiale generativa e analytics avanzate per fornire notifiche personalizzate agli utenti quando si trovano in prossimità di negozi o punti di interesse.

Il sistema è progettato per:

- Tracciare la posizione degli utenti in tempo reale attraverso simulazione GPS
- **Generare messaggi personalizzati** utilizzando LLM (Large Language Models) quando l'utente è vicino a un negozio
- Fornire una dashboard interattiva con visualizzazione su mappa delle posizioni, percorsi e notifiche
- **Memorizzare e analizzare** tutti i dati per fornire insights attraverso dashboard analytics
- Aggiornare automaticamente il database dei negozi tramite ETL da OpenStreetMap

I - 3. Riferimenti

I - 3.1. Riferimenti tecnici

- Docker Compose: docker-compose.yml
- Configurazione ambiente: .env
- Documentazione API: FastAPI autodocs (/docs)
- Database schema: Script di inizializzazione ClickHouse e PostgreSQL

I - 3.2. Riferimenti implementativi

- Repository GitHub del progetto
- Dockerfile e script di deployment
- Configurazioni di monitoraggio (Grafana, Prometheus)

II. Descrizione del prodotto

II - 1. Obiettivi del prodotto

Il sistema NearYou ha come obiettivo principale la **creazione di un'esperienza utente personalizzata e contestuale** attraverso l'integrazione di diverse tecnologie avanzate:

II - 1.1. Obiettivi primari:

- 1. **Personalizzazione intelligente**: Utilizzare profili utente (età, professione, interessi) per generare messaggi rilevanti tramite LLM
- 2. **Geolocalizzazione precisa**: Implementare tracking in tempo reale con calcolo di distanze attraverso PostGIS
- **3. Analytics avanzate**: Fornire insights attraverso dashboard Grafana con metriche di business e sistema
- **4. Automazione**: Mantenere aggiornato il database negozi attraverso ETL automatici da OpenStreetMap

II - 1.2. Obiettivi secondari:

- Caching intelligente: Ridurre latenza e costi LLM attraverso cache Redis
- Monitoraggio completo: Garantire osservabilità del sistema con Prometheus, Loki e metriche custom
- Facilità di deployment: Fornire ambiente containerizzato completo con Docker Compose

II - 2. Funzionalità e vincoli del prodotto

II - 2.1. Funzionalità implementate:

Data Pipeline e Streaming:

- Producer Kafka che simula movimenti utenti su percorsi reali di Milano usando OSRM
- Integrazione con PostGIS per calcolo distanze e identificazione negozi vicini

Generazione Messaggi Intelligente:

- Servizio microservice FastAPI per generazione messaggi personalizzati
- Integrazione con LLM (supporto Groq, OpenAI, provider multipli)
- Sistema di cache Redis per ottimizzazione performance e riduzione costi
- Template personalizzabili basati su profilo utente e tipologia negozio

Dashboard Utente:

- Interfaccia web responsive con mappa Leaflet interattiva
- Visualizzazione real-time di posizione utente, percorsi e negozi
- Sistema di notifiche in-app per messaggi personalizzati
- Autenticazione JWT con gestione sessioni sicura
- WebSocket per aggiornamenti posizione in tempo reale

Storage e Persistenza:

- ClickHouse per analytics e storage eventi temporali ad alta performance
- PostgreSQL/PostGIS per gestione dati geospaziali dei negozi
- Schema ottimizzato per query geospaziali e analytics

ETL e Data Management:

- Apache Airflow per orchestrazione ETL automatici
- ETL adattivo che si auto-configura in base ai cambiamenti nei dati
- Integrazione con OpenStreetMap per aggiornamento negozi Milano
- Sistema di tracking cambiamenti con logging completo

Monitoring e Observability:

- Dashboard Grafana con pannelli personalizzati per metriche business e sistema
- Prometheus per raccolta metriche con esportatori per tutti i componenti
- Loki per gestione log centralizzata
- Metriche custom per tracking performance LLM, cache hit rate, eventi utente

II - 2.2. Vincoli tecnici:

- Geografici: Sistema focalizzato su Milano (coordinate definite in configurazione)
- Performance: Target <200ms per generazione messaggi (con cache)
- Sicurezza: Kafka con SSL/TLS, JWT per autenticazione, password protette
- Disponibilità: Health checks e restart automatici per tutti i servizi

II - 3. Utenti e loro caratteristiche

II - 3.1. Tipologie di utenti:

Utente finale:

- Descrizione: Persona che utilizza l'applicazione per ricevere notifiche personalizzate
- Caratteristiche: Ha un profilo definito (età, professione, interessi) memorizzato nel sistema
- Interazioni: Accede alla dashboard, visualizza la mappa, riceve notifiche, naviga lo storico
- Competenze richieste: Utilizzo base di applicazioni web e mobile

Amministratore di sistema:

- Descrizione: Operatore responsabile del monitoraggio e manutenzione del sistema
- Caratteristiche: Competenze tecniche per interpretare metriche e log
- Interazioni: Accesso a Grafana, Prometheus, log Loki, configurazione Airflow
- Competenze richieste: Conoscenza sistemi distribuiti, database, monitoring

Sviluppatore/DevOps:

- **Descrizione**: Persona che sviluppa, deploy e mantiene il sistema
- Caratteristiche: Competenze tecniche avanzate su architetture microservizi
- Interazioni: Deploy con Docker Compose, configurazione environment, debug
- Competenze richieste: Docker, Kafka, database, cloud native technologies

III. Architettura del sistema

Il sistema NearYou implementa un'**architettura microservizi event-driven** con i seguenti componenti principali:

III - 1. Componenti Core

Streaming Data Pipeline:

- Apache Kafka: Message broker per streaming eventi GPS con SSL
- **Producer**: Simulatore movimenti utenti su percorsi OSRM Milano
- Consumer: Processore eventi con arricchimento dati e generazione messaggi

API Services:

Message Generator: Microservizio FastAPI per generazione messaggi LLM

- Dashboard Service: Servizio FastAPI per dashboard utente con WebSocket
- Authentication: Sistema JWT per gestione autenticazione e autorizzazione

Storage Layer:

- ClickHouse: Database colonnare per analytics e storage eventi temporali
- PostgreSQL/PostGIS: Database relazionale con estensioni geospaziali per negozi
- Redis: Cache distribuita per messaggi LLM e sessioni

ETL e Data Management:

- Apache Airflow: Orchestratore per ETL automatici da OpenStreetMap
- OSRM: Servizio routing per calcolo percorsi realistici su Milano

Monitoring Stack:

- Grafana: Dashboard per visualizzazione metriche business e sistema
- Prometheus: Raccolta metriche con esportatori specializzati
- Loki: Gestione log centralizzata
- Exporters: Componenti per esposizione metriche database e servizi

III - 2. Flusso Dati

- 1. Generazione Eventi: Producer simula movimenti utenti su percorsi OSRM
- 2. Proximity Detection: Calcolo distanze con PostGIS, trigger per messaggi
- 3. Message Generation: Chiamata servizio LLM con cache Redis
- 4. **Storage**: Persistenza eventi arricchiti in ClickHouse
- 5. Real-time Updates: Notifica utenti via WebSocket
- 6. Analytics: Visualizzazione dati in dashboard Grafana

IV. Casi d'uso

IV - 1. Introduzione

I casi d'uso del sistema NearYou sono strutturati attorno alle funzionalità core implementate nel codice sorgente. Ogni caso d'uso è identificato da un codice univoco UC[numero] e descrive le interazioni tra attori e sistema.

IV - 2. Attori

Utente Autenticato: Persona che utilizza la dashboard per visualizzare la propria posizione e ricevere notifiche personalizzate, avendo eseguito l'accesso.

Utente non Autenticato: Utente che non ha ancora eseguito l'accesso.

Amministratore: Persona che usa la dashboard per visualizzare le analisi di marketing e di monitoraggio del sistema.

IV - 3. Elenco dei casi d'uso

IV - 3.1. UC1 - Autenticazione utente alla dashboard

Attore principale:

• Utente non autenticato

Precondizioni:

• L'utente ha credenziali valide nel sistema

Postcondizioni:

L'utente è autenticato e ha accesso alla dashboard

Scenario principale:

- 1. L'utente accede alla pagina di login
- 2. Inserisce username e password
- 3. Il sistema valida le credenziali e autentica l'utente consentendogli l'accesso alla dashboard

Inclusioni:

- UC2: Inserimento Username
- UC3: Inserimento Password

Estensioni:

• UC4: Visualizzazione Errore Credenziali

IV - 3.2. UC2 - Inserimento Username

Attore principale:

• Utente non autenticato

Precondizioni:

- L'utente ha uno username valido nel sistema
- L'utente sta effettuando l'autenticazione per la pagina di dashboard

Postcondizioni:

• Il sistema accetta lo username inserito

Scenario principale:

- 1. L'utente accede alla pagina di login
- 2. L'utente inserisce lo username

IV - 3.3. UC3 - Inserimento Password

Attore principale:

• Utente non autenticato

Precondizioni:

- L'utente ha una password valida nel sistema
- L'utente sta effettuando l'autenticazione per la pagina di dashboard

Postcondizioni:

• Il sistema accetta la password inserita

Scenario principale:

- 1. L'utente accede alla pagina di login
- 2. L'utente inserisce la password

IV - 3.4. UC4 - Visualizzazione Errore Credenziali

Attore principale:

• Utente non autenticato

Precondizioni:

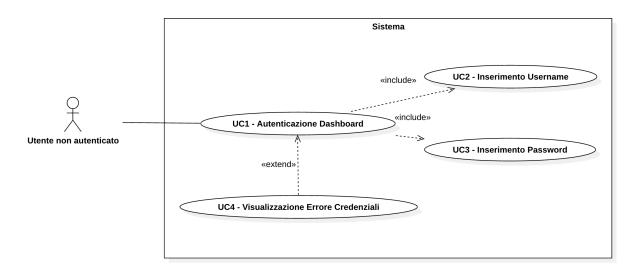
· L'utente sta effettuando l'autenticazione per la pagina di dashboard

Postcondizioni:

 Il sistema rifiuta le credenziali d'accesso inserite dall'utente poiché discrepanti con quelle memorizzate

Scenario principale:

- 1. L'utente accede alla pagina di login
- 2. L'utente inserisce lo username
- 3. L'utente inserisce la password
- 4. L'utente riceve un messaggio di errore che lo notifica delle credenziali errate



IV - 3.5. UC5 - Visualizzazione Dashboard

Attore principale:

• Utente Autenticato

Precondizioni:

L'utente ha effettuato il login con successo

Postcondizioni:

- La dashboard principale è completamente caricata e funzionale
- Tutte le informazioni dell'utente sono visualizzate

Scenario principale:

- 1. L'utente accede alla dashboard
- 2. Il sistema carica la dashboard principale
- 3. Il sistema carica la mappa con i punti di interesse
- 4. Il sistema inizializza tutti i componenti della dashboard

Inclusioni:

- Visualizzazione profilo utente nella dashboard (UC6)
- Visualizzazione statistiche utente nella dashboard (UC7)
- Visualizzazione promozioni recenti nella dashboard (UC8)

IV - 3.6. UC6 - Visualizzazione profilo utente nella dashboard

Attore principale:

Utente Autenticato

Precondizioni:

- L'utente è autenticato nel sistema e quindi visualizza la dashboard
- Il sistema mantiene le informazioni del profilo utente

Postcondizioni:

• Le informazioni del profilo utente sono visualizzate nella sidebar sinistra

Scenario principale:

- 1. L'utente accede alla dashboard principale
- 2. Il sistema carica e visualizza le informazioni del profilo nella sidebar (ID, Età, Professione, Interessi)

IV - 3.7. UC7 - Visualizzazione statistiche utente nella dashboard

Attore principale:

Utente Autenticato

Precondizioni:

- L'utente è autenticato nel sistema e quindi visualizza la dashboard
- Il sistema traccia e memorizza le attività dell'utente

Postcondizioni:

Le statistiche dell'utente sono visualizzate nella sezione dedicata della sidebar

Scenario principale:

- 1. L'utente accede alla dashboard principale
- 2. Il sistema calcola e mostra le statistiche aggiornate (km percorsi, negozi vicini, notifiche, minuti attivi)

IV - 3.8. UC8 - Visualizzazione promozioni recenti nella dashboard

Attore principale:

• Utente Autenticato

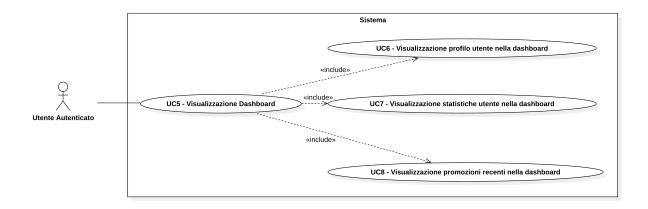
Precondizioni:

- L'utente è autenticato nel sistema e quindi visualizza la dashboard
- Sono disponibili promozioni nel sistema

Postcondizioni:

• Le promozioni recenti vengono visualizzate nella sezione dedicata della sidebar

- 1. L'utente accede alla dashboard principale
- 2. Il sistema recupera le promozioni più recenti disponibili
- 3. Il sistema mostra le promozioni nella sezione «Promozioni Recenti» della sidebar



IV - 3.9. UC9 - Filtra punti di interesse per categoria

Attore principale:

• Utente Autenticato

Precondizioni:

- L'utente è autenticato e si trova nella dashboard principale
- Il sistema contiene punti di interesse di diverse categorie
- La barra di filtri è visibile in basso alla mappa

Postcondizioni:

· Vengono visualizzati sulla mappa solo i punti di interesse della categoria selezionata

Scenario principale:

- 1. L'utente accede alla dashboard principale
- 2. L'utente seleziona una categoria specifica (Ristoranti, Abbigliamento, Supermercati, Elettronica, Bar & Caffè)

Inclusioni:

- Visualizzazione nome del punto di interesse dal marker (UC12)
- Visualizzazione categoria dal punto di interesse dal marker (UC13)

Estensioni:

UC10: Visualizzazione messaggio «Nessun risultato trovato»

IV - 3.10. UC10 - Messaggio di errore «Nessun risultato trovato»

Attore principale:

• Utente Autenticato

Precondizioni:

- L'utente è autenticato e si trova nella dashboard principale
- L'utente ha applicato un filtro per categoria
- Il sistema non dispone di punti di interesse inerenti alla categoria selezionata

Postcondizioni:

- Il sistema non carica alcun punto di interesse
- Il sistema mostra il messaggio di errore

- 1. L'utente accede alla dashboard principale
- 2. L'utente seleziona una categoria specifica
- 3. L'utente visualizza il messaggio di errore



IV - 3.11. UC11 - Selezione del marker

Attore principale:

• Utente Autenticato

Precondizioni:

- L'utente è autenticato e si trova nella dashboard con la mappa visualizzata
- Il sistema tiene traccia dei marker
- Sono presenti marker dei punti di interesse sulla mappa

Postcondizioni:

• Il sistema mostra i dettagli del punto di interesse nel popup del marker.

Scenario principale:

- 1. L'utente visualizza la mappa con i marker dei punti di interesse
- 2. L'utente clicca su un marker specifico

Inclusioni:

- Visualizzazione nome del punto di interesse dal marker (UC12)
- Visualizzazione categoria del punto di interesse dal marker (UC13)

IV - 3.12. UC12 - Visualizzazione nome del punto di interesse dal marker

Attore principale:

• Utente Autenticato

Precondizioni:

- L'utente è autenticato e si trova nella dashboard principale
- Sono presenti marker dei punti di interesse sulla mappa
- L'utente ha selezionato o sta visualizzando un marker specifico

Postcondizioni:

• Il sistema visualizza il nome del punto di interesse del marker selezionato

Scenario principale:

- 1. L'utente accede alla dashboard principale
- 2. L'utente seleziona una categoria specifica
- 3. L'utente visualizza il nome del punto di interesse dal marker

IV - 3.13. UC13 - Visualizzazione categoria dal punto di interesse dal marker

Attore principale:

• Utente Autenticato

Precondizioni:

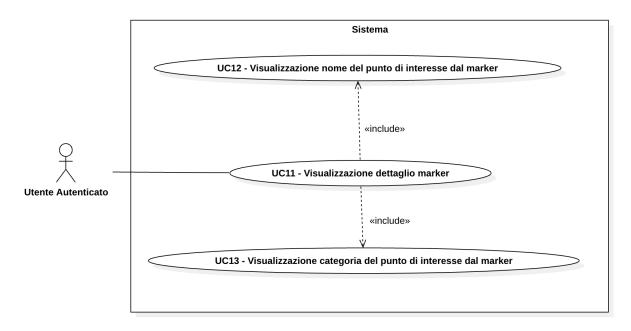
- L'utente è autenticato e si trova nella dashboard principale
- Sono presenti marker dei punti di interesse sulla mappa
- L'utente ha selezionato o sta visualizzando un marker specifico

Postcondizioni:

• Il sistema visualizza la categoria del punto di interesse del marker selezionato

Scenario principale:

- 1. L'utente accede alla dashboard principale
- 2. L'utente seleziona una categoria specifica
- 3. L'utente visualizza la categoria del punto di interesse dal marker



IV - 3.14. UC14 - Inizio percorso con visualizzazione bici sulla mappa

Attore principale:

Utente Autenticato

Precondizioni:

- L'utente è autenticato e si trova nella dashboard con la mappa visualizzata
- Il GPS dell'utente è attivo e funzionante
- L'utente non ha un percorso già attivo

Postcondizioni:

- L'icona della bici viene visualizzata sulla mappa nella posizione corrente dell'utente
- Il tracciamento del percorso è attivato

Scenario principale:

- 1. L'utente avvia un nuovo percorso dalla dashboard (percorso generato)
- 2. Il sistema rileva la posizione GPS corrente dell'utente
- 3. Il sistema posiziona l'icona della bici sulla mappa nella posizione rilevata

Inclusioni:

• Tracciamento percorso con polyline (UC15)

IV - 3.15. UC15 - Tracciamento percorso con polyline

Attore principale:

• Utente Autenticato

Precondizioni:

- L'utente ha iniziato un percorso attivo
- Il GPS dell'utente è attivo e fornisce posizioni valide
- L'icona della bici è visualizzata sulla mappa

Postcondizioni:

• Una polyline blu traccia il percorso dell'utente sulla mappa

Scenario principale:

- 1. Il sistema rileva continuamente la posizione GPS dell'utente in movimento
- 2. Il sistema aggiorna la posizione dell'icona della bici
- 3. Il sistema disegna progressivamente una polyline blu collegando le posizioni precedenti

IV - 3.16. UC16 - Riaccentramento mappa sulla posizione bici

Attore principale:

• Utente Autenticato

Precondizioni:

- L'utente ha un percorso attivo
- L'icona della bici è visualizzata sulla mappa
- L'utente ha spostato manualmente la vista della mappa

Postcondizioni:

• La mappa viene centrata automaticamente sulla posizione corrente della bici

Scenario principale:

- 1. L'utente clicca sull'icona del mirino presente sui controlli della mappa
- 2. Il sistema identifica la posizione corrente della bici
- 3. Il sistema centra la vista della mappa sulla posizione della bici

IV - 3.17. UC17 - Cancellazione storico percorso dalla mappa

Attore principale:

• Utente Autenticato

Precondizioni:

- L'utente è autenticato e si trova nella dashboard con la mappa visualizzata
- È presente una polyline blu dello storico percorso sulla mappa

Postcondizioni:

• La polyline blu dello storico percorso viene rimossa completamente dalla mappa

Scenario principale:

- 1. L'utente clicca sull'icona del pennello presente sui controlli della mappa in alto a destra
- 2. Il sistema rimuove la polyline blu dello storico percorso
- 3. La mappa mostra solo la posizione corrente della bici senza traccia storica

IV - 3.18. UC18 - Cambio modalità tema dell'interfaccia

Attore principale:

• Utente Autenticato

Precondizioni:

- L'utente è autenticato e si trova nella dashboard con la mappa visualizzata
- L'interfaccia è attualmente in modalità chiara o scura

Postcondizioni:

- L'interfaccia cambia da tema chiaro a scuro o viceversa
- La preferenza del tema viene salvata e mantenuta per l'utente

Scenario principale:

- 1. L'utente clicca sull'icona del sole/luna presente in alto a destra
- 2. Il sistema alterna la modalità tema corrente
- 3. L'interfaccia viene aggiornata immediatamente con il nuovo tema

IV - 3.19. UC19 - Logout dell'utente dal sistema

Attore principale:

• Utente Autenticato

Precondizioni:

• L'utente è autenticato e si trova nella dashboard con la mappa visualizzata

Postcondizioni:

- L'utente viene disconnesso dal sistema
- · L'utente viene reindirizzato alla pagina di login

- 1. L'utente clicca sul pulsante «Esci» presente in alto a destra nella dashboard
- 2. Il sistema termina la sessione dell'utente
- 3. Il sistema reindirizza l'utente alla pagina di autenticazione



IV - 3.20. UC20 - Accesso al sistema di monitoraggio per l'amministratore: Grafana

Attore principale:

Amministratore

Precondizioni:

- L'amministratore ha accesso al link diretto del sistema Grafana
- Il sistema Grafana è configurato e disponibile

Postcondizioni:

- Il sistema Grafana è completamente caricato
- L'amministratore può navigare tra le dashboard disponibili

Scenario principale:

- 1. L'amministratore accede al link diretto del sistema Grafana
- 2. Il sistema carica l'interfaccia principale di Grafana
- 3. Il sistema Grafana carica automaticamente tutti i pannelli di analisi business
- 4. Il sistema mostra le dashboard disponibili (Dashboard Utente e Dashboard Sistema)

Inclusioni:

- Navigazione alla dashboard di analisi marketing (UC21)
- Navigazione alla dashboard di monitoraggio sistema (UC22)

IV - 3.21. UC21 - Navigazione alla dashboard di analisi marketing

Attore principale:

Amministratore

Precondizioni:

· L'amministratore ha accesso al sistema Grafana

• La dashboard di analisi marketing è configurata

Postcondizioni:

• La dashboard di analisi marketing è caricata con tutti i suoi relativi pannelli

Scenario principale:

- 1. L'amministratore seleziona la dashboard di analisi marketing
- 2. Il sistema carica tutti i pannelli di business
- 3. Il sistema visualizza le metriche e dati di marketing

Inclusioni:

- Visualizzazione metriche eventi giornalieri (UC23)
- Visualizzazione conteggio negozi totali (UC24)
- Visualizzazione lista utenti registrati (UC25)
- Visualizzazione mappa visite per negozio ultime 24h (UC26)
- Visualizzazione mappa negozi selezionati (UC27)
- Visualizzazione top 10 negozi più visitati (UC32)

IV - 3.22. UC22 - Navigazione alla dashboard di monitoraggio del sistema

Attore principale:

Amministratore

Precondizioni:

- L'amministratore ha accesso al sistema Grafana
- La dashboard di monitoraggio del sistema è configurata

Postcondizioni:

· La dashboard di monitoraggio del sistema è caricata con tutti i suoi relativi pannelli

Scenario principale:

- 1. L'amministratore seleziona la dashboard di monitoraggio del sistema
- 2. Il sistema carica tutti i pannelli di monitoraggio delle risorse
- 3. Il sistema inizializza i grafici e le metriche di sistema

Inclusioni:

- Visualizzazione grafico utilizzo CPU (UC28)
- Visualizzazione grafico utilizzo memoria (UC29)
- Visualizzazione grafico utilizzo disco (UC30)
- Visualizzazione grafico cache hit ratio (UC31)



IV - 3.23. UC23 - Visualizzazione metriche eventi giornalieri

Attore principale:

Amministratore

Precondizioni:

- · L'amministratore si trova nella dashboard di analisi marketing
- Il sistema traccia gli eventi utente

Postcondizioni:

• Il conteggio degli eventi del giorno corrente è visualizzato (numero)

Scenario principale:

- 1. L'amministratore visualizza il pannello «Eventi Oggi»
- 2. Il sistema calcola il numero di eventi del giorno corrente
- 3. Il sistema mostra il valore numerico nel pannello

IV - 3.24. UC24 - Visualizzazione conteggio negozi totali

Attore principale:

Amministratore

Precondizioni:

- · L'amministratore si trova nella dashboard di analisi marketing
- Il sistema conteggia il numero dei negozi registrati

Postcondizioni:

• Il numero totale di negozi nel sistema è visualizzato (numero)

Scenario principale:

- 1. L'amministratore visualizza il pannello «Negozi Totali»
- 2. Il sistema conta tutti i negozi registrati nel database
- 3. Il sistema mostra il conteggio totale

IV - 3.25. UC25 - Visualizzazione lista utenti registrati

Attore principale:

Amministratore

Precondizioni:

- L'amministratore si trova nella dashboard di analisi marketing
- Esistono utenti registrati nel sistema

Postcondizioni:

• La tabella completa degli utenti con tutti i dettagli è visualizzata

Scenario principale:

- 1. L'amministratore visualizza la sezione «Lista Utenti»
- 2. Il sistema recupera tutti i dati degli utenti dal database
- 3. Il sistema mostra la tabella con tutte le colonne utente
- 4. Il sistema implementa la paginazione per navigare tra gli utenti

IV - 3.26. UC26 - Visualizzazione mappa visite per negozio ultime 24h

Attore principale:

Amministratore

Precondizioni:

- L'amministratore si trova nella dashboard di analisi marketing
- Il sistema traccia le visite degli utenti ai negozi

Postcondizioni:

• Il grafico delle visite per negozio è visualizzato

Scenario principale:

- 1. L'amministratore visualizza il pannello «Visite per Negozio ultime 24h»
- 2. Il sistema analizza i dati delle visite alle varie attività commerciali
- 3. Il sistema mostra le visite per negozio

IV - 3.27. UC27 - Visualizzazione mappa negozi selezionati

Attore principale:

Amministratore

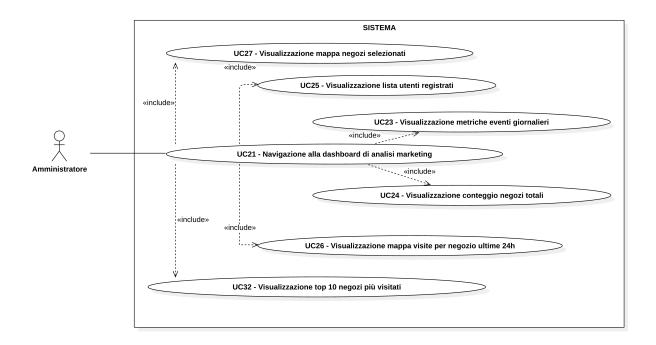
Precondizioni:

- L'amministratore si trova nella dashboard di analisi marketing
- Esistono negozi con coordinate geografiche nel sistema

Postcondizioni:

• La mappa con i marker rossi dei negozi selezionati è visualizzata

- 1. L'amministratore visualizza il pannello «Mappa dei Negozi Selezionati»
- 2. Il sistema carica la mappa geografica della regione
- 3. Il sistema posiziona i marker rossi per ogni negozio selezionato



IV - 3.28. UC28 - Visualizzazione grafico utilizzo CPU

Attore principale:

Amministratore

Precondizioni:

- L'amministratore si trova nella dashboard di monitoraggio sistema
- Il sistema di monitoraggio raccoglie metriche CPU

Postcondizioni:

Il grafico temporale dell'utilizzo CPU è visualizzato con dati aggiornati

Scenario principale:

- 1. L'amministratore visualizza il pannello «CPU Utilizzo»
- 2. Il sistema recupera le metriche CPU dal node-exporter
- 3. Il sistema genera il grafico a linee temporali con percentuali di utilizzo

IV - 3.29. UC29 - Visualizzazione grafico utilizzo memoria

Attore principale:

Amministratore

Precondizioni:

- L'amministratore si trova nella dashboard di monitoraggio sistema
- Il sistema di monitoraggio raccoglie metriche di memoria

Postcondizioni:

• Il grafico temporale dell'utilizzo memoria è visualizzato

- 1. L'amministratore visualizza il pannello «Memoria Utilizzo»
- 2. Il sistema recupera le metriche di memoria dal node-exporter
- 3. Il sistema genera il grafico a linee temporali con percentuali di utilizzo memoria

IV - 3.30. UC30 - Visualizzazione grafico utilizzo disco

Attore principale:

Amministratore

Precondizioni:

- L'amministratore si trova nella dashboard di monitoraggio sistema
- Il sistema di monitoraggio raccoglie metriche disco

Postcondizioni:

Il grafico temporale dell'utilizzo disco è visualizzato

Scenario principale:

- 1. L'amministratore visualizza il pannello «Disco Utilizzo»
- 2. Il sistema recupera le metriche di spazio disco dal node-exporter
- 3. Il sistema genera il grafico a linee temporali con percentuali di spazio utilizzato

IV - 3.31. UC31 - Visualizzazione grafico cache hit ratio

Attore principale:

Amministratore

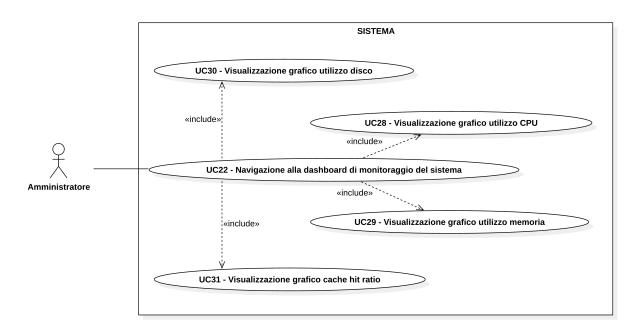
Precondizioni:

- L'amministratore si trova nella dashboard di monitoraggio sistema
- Il sistema di cache è attivo e tracciato

Postcondizioni:

• Il grafico circolare del cache hit ratio è visualizzato con colori indicativi

- 1. L'amministratore visualizza il pannello «Cache Hit Ratio»
- 2. Il sistema calcola il rapporto tra hit e miss della cache
- 3. Il sistema genera il grafico circolare colorato (verde/rosso in base alle performance)



IV - 3.32. UC32 - Visualizzazione top 10 negozi più visitati

Attore principale:

Amministratore

Precondizioni:

- · L'amministratore si trova nella dashboard di analisi marketing
- Il sistema traccia le visite ai negozi

Postcondizioni:

• La classifica dei 10 negozi più visitati è visualizzata

Scenario principale:

- 1. L'amministratore visualizza il pannello «Top 10 Negozi Più Visitati»
- 2. Il sistema analizza i dati delle visite degli ultimi 24 ore
- 3. Il sistema genera la classifica ordinata per numero di visite

V. Requisiti

V - 1. Requisiti funzionali obbligatori

V - 1.1. RF1 - Autenticazione e autorizzazione

- RF1.1: Il sistema deve supportare autenticazione JWT con username/password
- **RF1.2**: I token devono avere scadenza configurabile (default 1 ora)
- RF1.3: Le password devono essere memorizzate in forma sicura nel database
- **RF1.4**: Il sistema deve supportare logout con invalidazione token

V - 1.2. RF2 - Tracking posizione e generazione eventi

- RF2.1: Il sistema deve simulare movimenti utenti su percorsi realistici Milano
- RF2.2: Gli eventi GPS devono essere generati ogni 2 secondi per utente attivo
- RF2.3: I percorsi devono essere calcolati usando OSRM con profilo bicicletta
- **RF2.4**: Gli eventi devono contenere: user_id, latitudine, longitudine, timestamp

V - 1.3. RF3 - Elaborazione stream e proximity detection

- **RF3.1**: Il sistema deve processare eventi GPS in tempo reale via Kafka
- RF3.2: Deve calcolare distanza da negozi usando funzioni PostGIS
- RF3.3: Deve triggerare generazione messaggi per distanze < 200 metri
- RF3.4: Deve evitare messaggi duplicati per stesso negozio durante singolo noleggio

V - 1.4. RF4 - Generazione messaggi personalizzati

- RF4.1: Il sistema deve generare messaggi usando LLM basati su profilo utente
- RF4.2: I messaggi devono essere personalizzati per: età, professione, interessi
- **RF4.3**: Deve supportare multiple provider LLM (OpenAI, Groq)
- RF4.4: I messaggi devono essere limitati a massimo 30 parole
- RF4.5: Deve fornire messaggi fallback in caso di errore LLM

V - 1.5. RF5 - Dashboard utente interattiva

- **RF5.1**: Deve visualizzare mappa interattiva con Leaflet
- RF5.2: Deve mostrare posizione utente real-time con marker personalizzato

- **RF5.3**: Deve disegnare percorso storico come polyline
- RF5.4: Deve visualizzare negozi nell'area visibile con marker categorizzati
- RF5.5: Deve supportare filtri per categoria negozio
- RF5.6: Deve mostrare notifiche in sidebar con lazy loading

V - 1.6. RF6 - Storage e persistenza dati

- **RF6.1**: Deve memorizzare eventi utente in ClickHouse per analytics
- RF6.2: Deve gestire negozi in PostgreSQL/PostGIS per query geospaziali
- **RF6.3**: Deve mantenere profili utenti con dati demografici
- RF6.4: Deve tracciare storico completo movimenti e notifiche

V - 1.7. RF7 - Cache e ottimizzazione performance

- **RF7.1**: Deve implementare cache Redis per messaggi LLM
- RF7.2: Le chiavi cache devono essere generate con fuzzy matching
- RF7.3: Deve supportare TTL adattivo basato su popolarità categoria
- RF7.4: Deve fornire statistiche cache (hit rate, misses)

V - 1.8. RF8 - ETL automatico e data management

- **RF8.1**: Deve aggiornare database negozi da OpenStreetMap
- RF8.2: ETL deve essere adattivo basandosi su:
 - Frequenza cambiamenti storici
 - Periodi speciali (festività, saldi)
 - Anomalie nei pattern di modifica
- RF8.3: Deve registrare audit trail di tutti i cambiamenti
- RF8.4: Deve supportare gestione conflitti nell'aggiornamento dati

V - 2. Requisiti non funzionali

V - 2.1. RNF1 - Performance

- RNF1.1: Latenza generazione messaggi < 200ms (con cache)
- RNF1.2: Latenza aggiornamenti posizione < 100ms via WebSocket
- **RNF1.3**: Throughput Kafka > 1000 eventi/secondo
- RNF1.4: Query geospaziali PostGIS < 50ms per calcolo distanze

V - 2.2. RNF2 - Scalabilità

- RNF2.1: Partizionamento Kafka per distribuzione carico
- RNF2.2: Connection pooling per database
- RNF2.3: Cache distribuita Redis per multiple istanze

V - 2.3. RNF3 - Affidabilità

- RNF3.1: Health checks automatici per tutti i servizi
- RNF3.2: Restart automatico in caso di failure
- RNF3.3: Gestione graceful disconnessioni WebSocket
- RNF3.4: Retry logic per chiamate LLM fallite

V - 2.4. RNF4 - Sicurezza

• RNF4.1: Comunicazione Kafka con SSL/TLS

- RNF4.2: Autenticazione JWT con secret sicuro
- RNF4.3: Validazione input per prevenire injection
- RNF4.4: Password database protette in variabili ambiente

V - 2.5. RNF5 - Osservabilità

- RNF5.1: Metriche Prometheus per tutti i componenti
- RNF5.2: Log strutturati con livelli configurabili
- RNF5.3: Dashboard Grafana per monitoring business e sistema
- RNF5.4: Alert automatici per condizioni anomale

V - 2.6. RNF6 - Usabilità

- **RNF6.1**: Interfaccia responsive per desktop e mobile
- RNF6.2: Tema scuro/chiaro configurabile dall'utente
- RNF6.3: Caricamento lazy per performance ottimali
- RNF6.4: Feedback visuale per azioni utente

V - 3. Requisiti di vincolo

V - 3.1. RV1 - Tecnologici

- **RV1.1**: Deployment tramite Docker Compose
- RV1.2: Architettura microservizi event-driven
- RV1.3: Streaming data con Apache Kafka
- **RV1.4**: Frontend web-based (no app mobile native)

V - 3.2. RV2 - Geografici

- RV2.1: Sistema focalizzato su Milano (bbox configurata)
- **RV2.2**: Coordinate sistema: WGS84 (EPSG:4326)
- **RV2.3**: Percorsi limitati a rete stradale esistente (OSRM)

V - 3.3. RV3 - Operativi

- RV3.1: Ambiente development single-machine
- RV3.2: Configurazione tramite variabili ambiente
- RV3.3: Logging su stdout per container orchestration
- RV3.4: Gestione segreti tramite Docker secrets o env vars