

「αode」



Analisi dei requisiti

2025-03-10

| | |
|--------------|-----------------------------|
| Responsabile | Nicolò Bovo |
| | Alessandro Di Pasquale |
| | Massimo Chioru |
| Redattori | Romeo Calero |
| | Giovanni Battista Matteazzi |
| | Alessandro Di Pasquale |
| | Nicolò Bovo |
| Verificatori | Manuel Cinnirella |
| | Elia Leonetti |
| | Manuel Cinnirella |
| | Romeo Calero |
| | Alessandro Di Pasquale |
| | Massimo Chioru |

Registro delle modifiche

| Vers. | Data | Descrizione | Autore | Verificatore |
|-------|------------|---|-------------------------------------|------------------------|
| 1.2.0 | 2025-07-29 | Aggiunta casi d'uso per MVP | Alessandro Di Pasquale | Massimo Chioru |
| 1.1.0 | 2025-07-24 | Correzioni migliorative da valutazione RTB | Manuel Cinnirella | Alessandro Di Pasquale |
| 1.0.0 | 2025-06-13 | Selezione termini glossario e correzioni finali | Alessandro Di Pasquale | Romeo Calero |
| 0.6.0 | 2025-06-08 | Aggiornamento requisiti per stream processor | Alessandro Di Pasquale, Nicolò Bovo | Romeo Calero |
| 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 Calero | Elia Leonetti |
| 0.1.0 | 2025-03-10 | Bozza del documento | Romeo Calero | Elia Leonetti |

Indice

| | |
|---|----------|
| I. Introduzione | 6 |
| I - 1. Scopo del documento | 6 |
| I - 2. Scopo del prodotto | 6 |
| I - 3. Riferimenti | 6 |
| I - 3.1. Riferimenti normativi | 6 |
| I - 3.2. Riferimenti informativi | 6 |
| II. Descrizione del prodotto | 6 |
| II - 1. Obiettivi del prodotto | 6 |
| II - 1.1. Obiettivi primari: | 7 |
| II - 1.2. Obiettivi secondari: | 7 |
| II - 2. Funzionalità e vincoli del prodotto | 7 |
| II - 2.1. Funzionalità implementate: | 7 |
| II - 2.2. Vincoli tecnici: | 8 |
| II - 3. Utenti e loro caratteristiche | 8 |
| II - 3.1. Tipologie di utenti: | 8 |
| III. Casi d'uso | 8 |
| III - 1. Introduzione | 8 |
| III - 2. Attori | 9 |
| III - 3. Elenco dei casi d'uso | 9 |
| III - 3.1. UC1 - Autenticazione utente alla dashboard | 9 |
| III - 3.2. UC2 - Inserimento Username | 9 |
| III - 3.3. UC3 - Inserimento Password | 10 |
| III - 3.4. UC4 - Visualizzazione Errore Credenziali | 10 |
| III - 3.5. UC5 - Visualizzazione Dashboard | 10 |
| III - 3.6. UC6 - Visualizzazione profilo utente nella dashboard | 11 |
| III - 3.7. UC7 - Visualizzazione statistiche utente nella dashboard | 11 |
| III - 3.8. UC8 - Visualizzazione promozioni recenti nella dashboard | 12 |
| III - 3.9. UC9 - Filtra punti di interesse per categoria | 12 |
| III - 3.10. UC10 - Messaggio di errore «Nessun risultato trovato» | 13 |
| III - 3.11. UC11 - Visualizzazione dettaglio marker _G | 13 |
| III - 3.12. UC12 - Visualizzazione nome del punto di interesse dal marker _G | 14 |
| III - 3.13. UC13 - Visualizzazione categoria dal punto di interesse dal marker _G | 14 |
| III - 3.14. UC14a - Avvio di un nuovo percorso | 15 |
| III - 3.15. UC14b - Visualizzazione della bici sulla mappa | 15 |
| III - 3.16. UC15 - Tracciamento percorso con polyline | 16 |
| III - 3.17. UC16 - Riaccentramento mappa sulla posizione bici | 16 |
| III - 3.18. UC17 - Cancellazione dalla mappa del percorso attraversato | 16 |
| III - 3.19. UC18 - Cambio modalità tema dell'interfaccia | 17 |
| III - 3.20. UC19 - Logout dell'utente dal sistema | 17 |
| III - 3.21. UC20 - Accesso al sistema di monitoraggio per l'amministratore: Grafana | 18 |
| III - 3.22. UC21 - Navigazione alla dashboard di analisi marketing | 18 |

| | | |
|-------------|---|-----------|
| III - 3.23. | UC22 - Navigazione alla dashboard di monitoraggio del sistema | 19 |
| III - 3.24. | UC23 - Visualizzazione metriche eventi giornalieri | 20 |
| III - 3.25. | UC24 - Visualizzazione conteggio negozi totali | 20 |
| III - 3.26. | UC25 - Visualizzazione lista utenti registrati | 20 |
| III - 3.27. | UC26 - Visualizzazione mappa visite per negozio ultime 24h | 21 |
| III - 3.28. | UC27 - Visualizzazione mappa negozi selezionati | 21 |
| III - 3.29. | UC28 - Visualizzazione grafico utilizzo CPU | 22 |
| III - 3.30. | UC29 - Visualizzazione grafico utilizzo memoria | 22 |
| III - 3.31. | UC30 - Visualizzazione grafico utilizzo disco | 22 |
| III - 3.32. | UC31 - Visualizzazione grafico cache hit ratio | 23 |
| III - 3.33. | UC32 - Visualizzazione top 10 negozi più visitati | 23 |
| III - 3.34. | UC33 - Navigazione alla dashboard di business | 24 |
| III - 3.35. | UC34 - Visualizzazione offerte attive | 24 |
| III - 3.36. | UC35 - Visualizzazione tempo permanenza media | 25 |
| III - 3.37. | UC36 - Visualizzazione revenue per categoria | 25 |
| III - 3.38. | UC37 - Visualizzazione conversion rate | 25 |
| III - 3.39. | UC38 - Visualizzazione revenue giornaliero | 26 |
| III - 3.40. | UC39 - Visualizzazione heatmap geografica revenue | 26 |
| III - 3.41. | UC40 - Visualizzazione conversione per livello di sconto | 26 |
| III - 3.42. | UC41 - Visualizzazione negozi con maggior revenue | 27 |
| III - 3.43. | UC42 - Visualizzazione trend orario | 27 |
| III - 3.44. | UC43 - Visualizzazione mappa negozi selezionati | 27 |
| IV. | Requisiti | 28 |
| IV - 1. | Requisiti funzionali obbligatori | 28 |
| IV - 1.1. | RF1 - Autenticazione e autorizzazione | 28 |
| IV - 1.2. | RF2 - Tracking posizione e generazione eventi | 28 |
| IV - 1.3. | RF3 - Elaborazione stream e proximity detection | 28 |
| IV - 1.4. | RF4 - Generazione messaggi personalizzati | 29 |
| IV - 1.5. | RF5 - Dashboard utente interattiva | 29 |
| IV - 1.6. | RF6 - Storage e persistenza dati | 29 |
| IV - 1.7. | RF7 - Cache e ottimizzazione performance | 29 |
| IV - 1.8. | RF8 - ETL automatico e data management | 29 |
| IV - 2. | Requisiti non funzionali | 29 |
| IV - 2.1. | RNF1 - Performance | 29 |
| IV - 2.2. | RNF2 - Scalabilità | 29 |
| IV - 2.3. | RNF3 - Affidabilità | 30 |
| IV - 2.4. | RNF4 - Sicurezza | 30 |
| IV - 2.5. | RNF5 - Osservabilità | 30 |
| IV - 2.6. | RNF6 - Usabilità | 30 |
| IV - 3. | Requisiti di vincolo | 30 |
| IV - 3.1. | RV1 - Tecnologici | 30 |
| IV - 3.2. | RV2 - Geografici | 30 |
| IV - 3.3. | RV3 - Operativi | 30 |
| V. | Riepilogo requisiti | 31 |

Lista delle figure

| | |
|---|----|
| Figura 1 UC1, UC2, UC3, UC4 | 10 |
| Figura 2 UC5, UC6, UC7, UC8 | 12 |
| Figura 3 UC9, UC10 | 13 |
| Figura 4 UC11, UC12, UC13 | 15 |
| Figura 5 UC14a, UC14b, UC15, UC16, UC17, UC18, UC19 | 18 |
| Figura 6 UC20, UC21, UC22, UC33 | 20 |
| Figura 7 UC23, UC24, UC25, UC26, UC27, UC32, UC43 | 22 |
| Figura 8 UC28, UC29, UC30, UC31 | 23 |
| Figura 9 UC33, UC34, UC35, UC36, UC37, UC38, UC39, UC40, UC41, UC42 | 28 |

Lista delle tabelle

| | |
|-----------------|----|
| Tabella 1 | 31 |
|-----------------|----|

I. Introduzione

I - 1. Scopo del documento

Il presente documento di Analisi dei Requisiti fornisce una descrizione dettagliata e completa del sistema **NearYou_G**, una piattaforma di notifiche personalizzate basate sulla posizione che utilizza intelligenza artificiale generativa (AI generativa_G) 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_G
- **Generare messaggi personalizzati** utilizzando LLM_G (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_G da OpenStreetMap

I - 3. Riferimenti

I - 3.1. Riferimenti normativi

- Norme di Progetto (v2.0.0)

https://alphacodeswe.github.io/AlphaCode-docs-file/rtb/NormeDiProgetto_2025_04_05_v2.0.0_signed.pdf

I - 3.2. Riferimenti informativi

- Glossario (v2.0.0)

https://alphacodeswe.github.io/AlphaCode-docs-file/rtb/Glossario_2025_07_07_v2.0.0_signed.pdf

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_G
3. **Scalabilità e performance:** Gestire flussi di dati in tempo reale attraverso Apache Kafka_G e Bytewax_G
4. **Analytics avanzate:** Fornire insights attraverso dashboard Grafana con metriche di business e sistema
5. **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_G Kafka che simula movimenti utenti su percorsi reali di Milano usando OSRM_G
- Consumer_G Bytewax per elaborazione stream dati con arricchimento in tempo reale
- 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_G, 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_G con gestione sessioni sicura
- WebSocket_G 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_G 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)
- **Scalabilità:** Supporto multi-worker Bytewax per elaborazione parallela
- **Sicurezza:** Kafka con SSL/TLS_G, 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_G 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_G

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. Casi d'uso

III - 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.

III - 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.

Sistema di Tracciamento: Sistema che gestisce automaticamente il monitoraggio e la registrazione dei percorsi degli utenti attraverso l'acquisizione continua di dati GPS e la loro elaborazione per la visualizzazione cartografica.

III - 3. Elenco dei casi d'uso

III - 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

III - 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

III - 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

III - 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

Figura 1 — UC1, UC2, UC3, UC4



III - 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)

III - 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)

III - 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)

III - 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

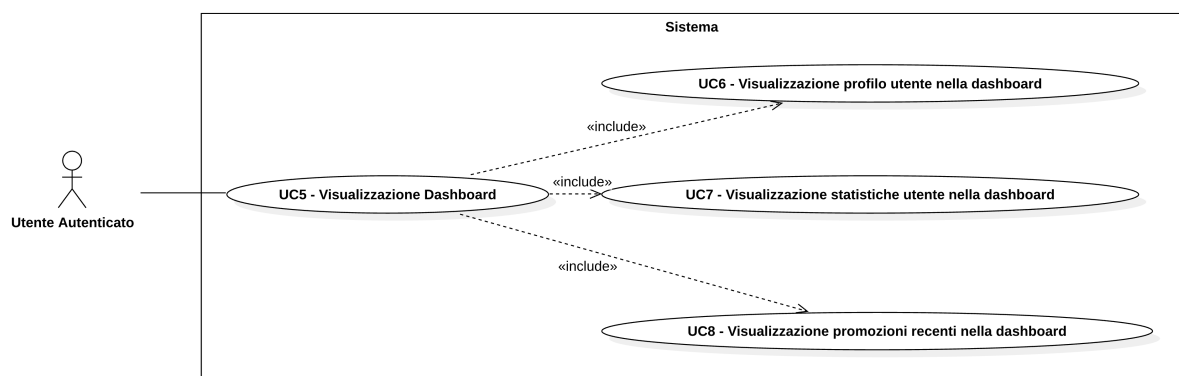
Postcondizioni:

- Le promozioni recenti vengono visualizzate nella sezione dedicata della sidebar

Scenario principale:

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, rappresentanti lo storico di ogni promozione generata da LLM che è apparsa all'utente dal principio del suo percorso, dotata della relativa ora di apparizione.

Figura 2 — UC5, UC6, UC7, UC8



III - 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)

Estensioni:

- UC10: Visualizzazione messaggio «Nessun risultato trovato»

III - 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

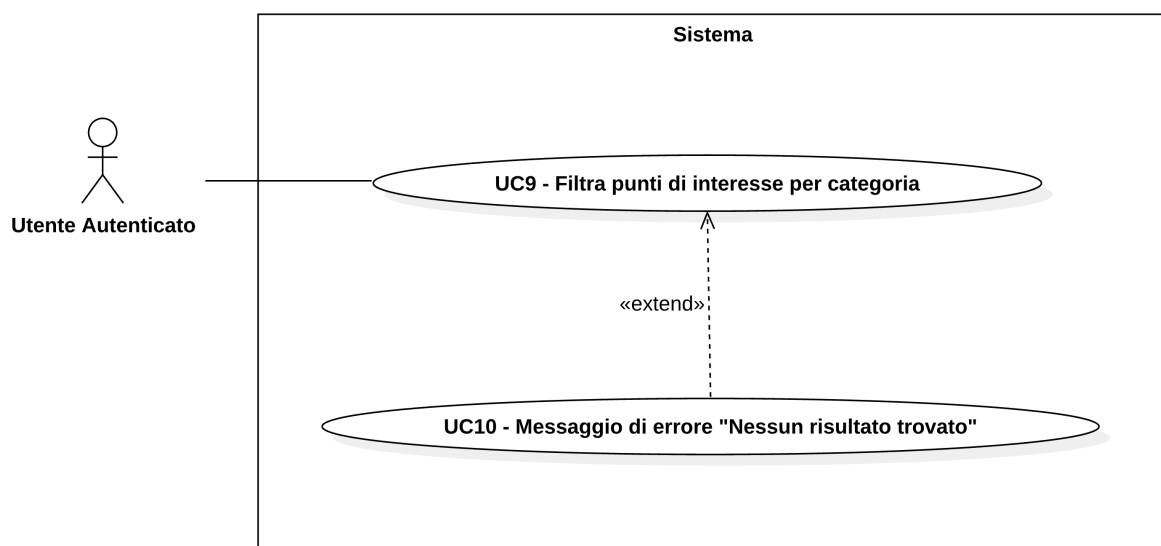
Postcondizioni:

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

Scenario principale:

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

Figura 3 – UC9, UC10



III - 3.11. UC11 - Visualizzazione dettaglio marker_G

Attore principale:

- Utente Autenticato

Precondizioni:

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

Postcondizioni:

- Il sistema mostra i dettagli del punto di interesse nel popup del marker_G.

Scenario principale:

1. L'utente visualizza la mappa con i marker_G dei punti di interesse

2. L'utente clicca su un marker_G specifico

Inclusioni:

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

III - 3.12. UC12 - Visualizzazione nome del punto di interesse dal marker_G**Attore principale:**

- Utente Autenticato

Precondizioni:

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

Postcondizioni:

- Il sistema visualizza il nome del punto di interesse del marker_G 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_G

III - 3.13. UC13 - Visualizzazione categoria dal punto di interesse dal marker_G**Attore principale:**

- Utente Autenticato

Precondizioni:

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

Postcondizioni:

- Il sistema visualizza la categoria del punto di interesse del marker_G 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_G

Figura 4 – UC11, UC12, UC13



III - 3.14. UC14a - Avvio di un nuovo percorso

Attore principale:

- Utente Autenticato

Precondizioni:

- L'utente è autenticato e si trova nella dashboard
- Il GPS è attivo e funzionante
- Nessun percorso attivo è in corso

Postcondizioni:

- Il tracciamento del percorso viene avviato

Scenario principale:

1. Il sistema avvia il tracciamento del percorso e registra la posizione iniziale

III - 3.15. UC14b - Visualizzazione della bici sulla mappa

Attore principale:

- Utente Autenticato

Precondizioni:

- Un percorso attivo è stato avviato
- La dashboard è visibile
- Il GPS è attivo e funzionante

Postcondizioni:

- L'icona della bici è visibile sulla mappa, nella posizione attuale dell'utente

Scenario principale:

1. Il sistema riceve la posizione corrente dell'utente dal GPS
2. Il sistema aggiorna la mappa con l'icona della bici nella posizione rilevata

Inclusioni:

- Tracciamento percorso con polyline (UC15)

III - 3.16. UC15 - Tracciamento percorso con polyline

Attore principale:

- Sistema di Tracciamento

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

III - 3.17. 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

III - 3.18. UC17 - Cancellazione dalla mappa del percorso attraversato

Attore principale:

- Utente Autenticato

Precondizioni:

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

Postcondizioni:

- La polyline blu del percorso attraversato 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 del percorso attraversato
3. La mappa mostra solo la posizione corrente della bici senza traccia storica

III - 3.19. 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

III - 3.20. 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

Scenario principale:

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

Figura 5 – UC14a, UC14b, UC15, UC16, UC17, UC18, UC19



III - 3.21. 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)
- Navigazione alla dashboard di business (UC33)

III - 3.22. 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)
- Visualizzazione mappa percorsi utenti (UC43)

III - 3.23. 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

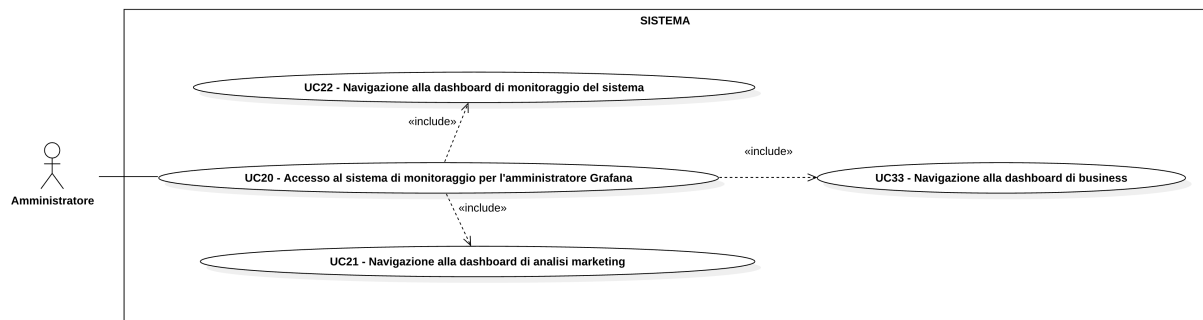
Scenario principale:

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)

Figura 6 — UC20, UC21, UC22, UC33



III - 3.24. 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

III - 3.25. 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

III - 3.26. 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

III - 3.27. 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

III - 3.28. 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

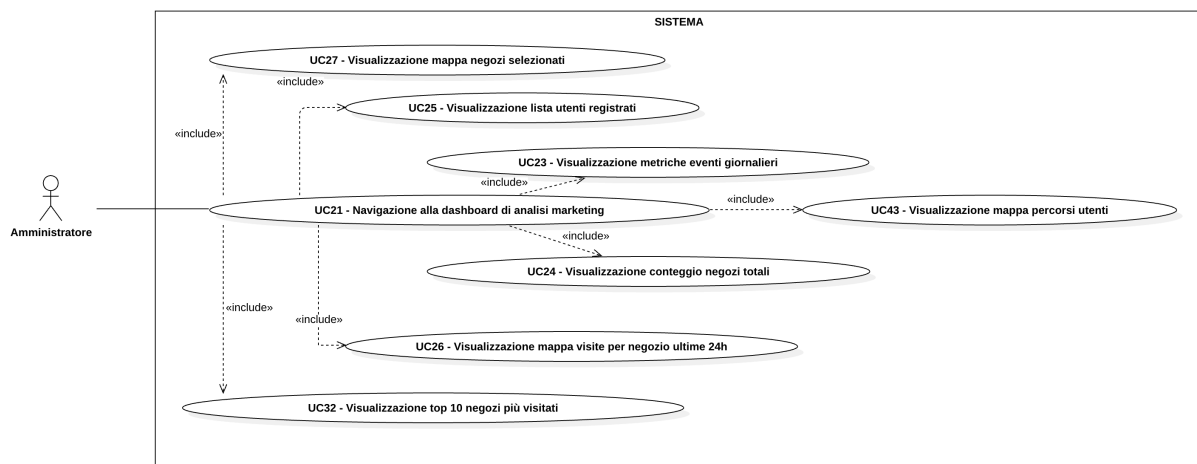
Postcondizioni:

- La mappa con i marker_G rossi dei negozi selezionati è visualizzata

Scenario principale:

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_G rossi per ogni negozio selezionato

Figura 7 – UC23, UC24, UC25, UC26, UC27, UC32, UC43



III - 3.29. 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

III - 3.30. 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

Scenario principale:

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

III - 3.31. 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

III - 3.32. 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

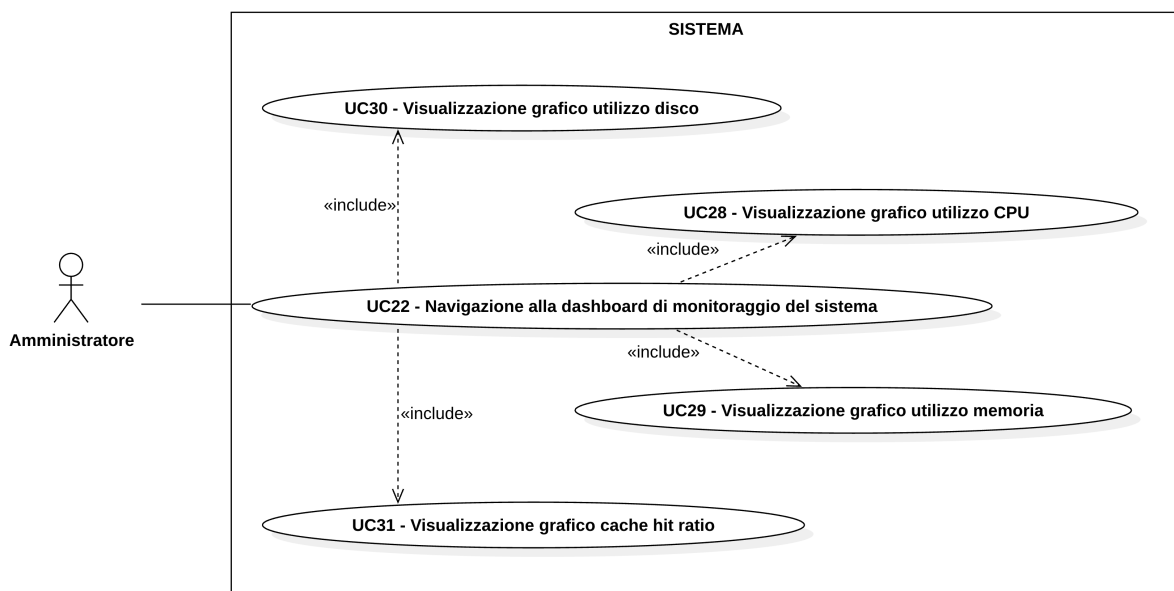
Postcondizioni:

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

Scenario principale:

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)

Figura 8 – UC28, UC29, UC30, UC31

**III - 3.33. 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

III - 3.34. UC33 - Navigazione alla dashboard di business**Attore principale:**

- Amministratore

Precondizioni:

- L'amministratore ha accesso al sistema Grafana
- La dashboard di business è configurata e disponibile

Postcondizioni:

- La dashboard di business è caricata con tutti i pannelli di analytics
- L'amministratore può visualizzare tutte le metriche di business

Scenario principale:

1. L'amministratore seleziona la dashboard di business dal menu Grafana
2. Il sistema carica tutti i pannelli di analytics avanzate
3. Il sistema inizializza le visualizzazioni e i grafici di business

Inclusioni:

- Visualizzazione offerte attive (UC34)
- Visualizzazione tempo permanenza media (UC35)
- Visualizzazione revenue per categoria (UC36)
- Visualizzazione conversion rate (UC37)
- Visualizzazione revenue giornaliero (UC38)
- Visualizzazione heatmap geografica revenue (UC39)
- Visualizzazione conversione per livello di sconto (UC40)
- Visualizzazione negozi con maggior revenue (UC41)
- Visualizzazione trend orario (UC42)

III - 3.35. UC34 - Visualizzazione offerte attive**Attore principale:**

- Amministratore

Precondizioni:

- L'amministratore si trova nella dashboard di business
- Il sistema traccia le offerte attive nel database

Postcondizioni:

- Il numero totale delle offerte attualmente attive è visualizzato

Scenario principale:

1. L'amministratore visualizza il pannello «Offerte Attive»
2. Il sistema conta tutte le offerte con stato attivo
3. Il sistema mostra il valore numerico delle offerte attive

III - 3.36. UC35 - Visualizzazione tempo permanenza media**Attore principale:**

- Amministratore

Precondizioni:

- L'amministratore si trova nella dashboard di business
- Il sistema traccia i tempi di permanenza degli utenti presso i negozi

Postcondizioni:

- Il tempo medio di permanenza degli utenti è visualizzato (in minuti)

Scenario principale:

1. L'amministratore visualizza il pannello «Permanenza Media»
2. Il sistema calcola la media dei tempi di permanenza di tutti gli utenti
3. Il sistema mostra il valore medio in formato tempo (minuti/ore)

III - 3.37. UC36 - Visualizzazione revenue per categoria**Attore principale:**

- Amministratore

Precondizioni:

- L'amministratore si trova nella dashboard di business
- Il sistema traccia le transazioni e i revenue per categoria di negozio

Postcondizioni:

- Il grafico del revenue suddiviso per categoria di negozio è visualizzato

Scenario principale:

1. L'amministratore visualizza il pannello «Revenue per Categoria»
2. Il sistema aggrega i dati di revenue per ogni categoria di negozio
3. Il sistema genera un grafico (a torta) con il breakdown per categoria

III - 3.38. UC37 - Visualizzazione conversion rate**Attore principale:**

- Amministratore

Precondizioni:

- L'amministratore si trova nella dashboard di business
- Il sistema traccia le visite ai negozi e le conversioni in acquisti

Postcondizioni:

- Il tasso di conversione generale è visualizzato come percentuale

Scenario principale:

1. L'amministratore visualizza il pannello «Conversion Rate %»
2. Il sistema calcola il rapporto tra visite e conversioni effettive

3. Il sistema mostra la percentuale di conversion rate con indicatori colorati

III - 3.39. UC38 - Visualizzazione revenue giornaliero

Attore principale:

- Amministratore

Precondizioni:

- L'amministratore si trova nella dashboard di business
- Il sistema traccia le transazioni e i revenue giornalieri

Postcondizioni:

- L'ammontare in Euro del revenue giornaliero è visualizzato

Scenario principale:

1. L'amministratore visualizza il pannello «Revenue Giornaliero»
2. Il sistema aggrega i dati di revenue per ogni giorno del periodo selezionato
3. Il sistema genera il totale di revenue giornaliera in Euro

III - 3.40. UC39 - Visualizzazione heatmap geografica revenue

Attore principale:

- Amministratore

Precondizioni:

- L'amministratore si trova nella dashboard di business
- Il sistema traccia la distribuzione geografica del revenue

Postcondizioni:

- La mappa heatmap con la distribuzione geografica del revenue è visualizzata (assieme alla legenda)

Scenario principale:

1. L'amministratore visualizza il pannello «Heatmap Geografica Revenue»
2. Il sistema analizza la distribuzione del revenue per zone geografiche
3. Il sistema genera una mappa heatmap con intensità colorate basate sul revenue

III - 3.41. UC40 - Visualizzazione conversione per livello di sconto

Attore principale:

- Amministratore

Precondizioni:

- L'amministratore si trova nella dashboard di business
- Il sistema traccia le conversioni correlate ai diversi livelli di sconto

Postcondizioni:

- Il grafico delle conversioni suddivise per livello di sconto è visualizzato

Ascisse: percentuale di sconto

Ordinate: conversion rate in percentuale

Scenario principale:

1. L'amministratore visualizza il pannello «Conversione per Livello Sconto»

2. Il sistema analizza le conversioni raggruppate per fasce di sconto
3. Il sistema genera un grafico a barre che mostra l'efficacia degli sconti

III - 3.42. UC41 - Visualizzazione negozi con maggior revenue

Attore principale:

- Amministratore

Precondizioni:

- L'amministratore si trova nella dashboard di business
- Il sistema traccia il revenue generato da ogni singolo negozio

Postcondizioni:

- La classifica dei sette negozi con maggior revenue è visualizzata

Scenario principale:

1. L'amministratore visualizza il pannello «Top Negozi Revenue (7 giorni)»
2. Il sistema ordina i negozi per revenue generato nell'ultima settimana
3. Il sistema mostra una tabella con i top performer per revenue

III - 3.43. UC42 - Visualizzazione trend orario

Attore principale:

- Amministratore

Precondizioni:

- L'amministratore si trova nella dashboard di business
- Il sistema traccia visite e revenue per periodo temporale (7 giorni)

Postcondizioni:

- Il grafico temporale multi-serie con trend di visite e revenue degli ultimi 7 giorni è visualizzato

Scenario principale:

1. L'amministratore visualizza il pannello «Trend Orario - Visite e Revenue (7 giorni)»
2. Il sistema analizza i dati di visite e revenue aggregati per intervalli temporali negli ultimi 7 giorni
3. Il sistema genera un grafico a linee multiple che mostra l'andamento temporale di visite (linea verde) e revenue (linea blu) con valori medi e totali nel periodo

III - 3.44. UC43 - Visualizzazione mappa negozi selezionati

Attore principale:

- Amministratore

Precondizioni:

- L'amministratore si trova nella dashboard di analisi marketing
- Esistono percorsi effettuati da degli utenti registrati

Postcondizioni:

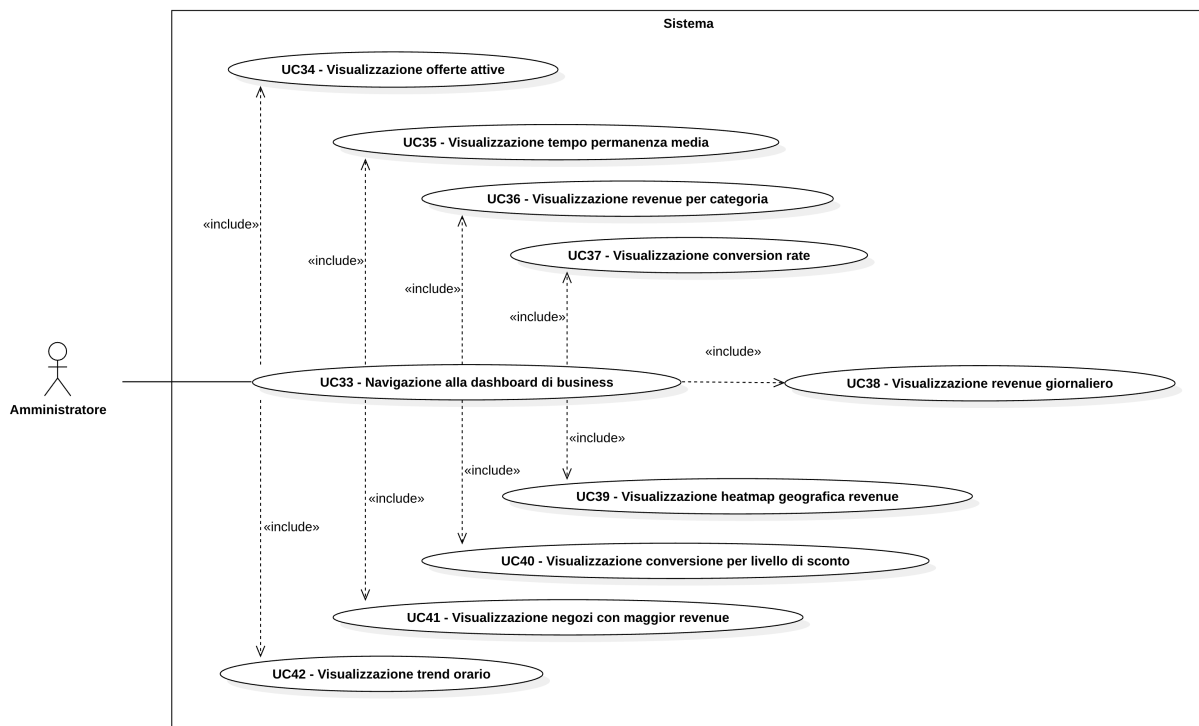
- La mappa con i tracciati dei percorsi degli utenti è visualizzata

Scenario principale:

1. L'amministratore visualizza il pannello «Mappa dei Percorsi Utenti»

2. Il sistema carica la mappa geografica della regione
3. Il sistema disegna con una linea verde i percorsi effettuati dai vari utenti

Figura 9 — UC33, UC34, UC35, UC36, UC37, UC38, UC39, UC40, UC41, UC42



IV. Requisiti

IV - 1. Requisiti funzionali obbligatori

IV - 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

IV - 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

IV - 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

IV - 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

IV - 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

IV - 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

IV - 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)

IV - 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

IV - 2. Requisiti non funzionali**IV - 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

IV - 2.2. RNF2 - Scalabilità

- **RNF2.1:** Supporto elaborazione multi-worker con Bytewax
- **RNF2.2:** Partizionamento Kafka per distribuzione carico

- RNF2.3: Connection pooling per database
- RNF2.4: Cache distribuita Redis per multiple istanze

IV - 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

IV - 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

IV - 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

IV - 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

IV - 3. Requisiti di vincolo

IV - 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)

IV - 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)

IV - 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

V. Riepilogo requisiti

Tabella 1 –

| Categoria | Obbligatori | Desiderabili | Facoltativi | Totale |
|----------------|-------------|--------------|-------------|-----------|
| Funzionali | 35 | 0 | 0 | 35 |
| Non Funzionali | 24 | 0 | 0 | 24 |
| Vincolo | 11 | 0 | 0 | 11 |
| Totale | 70 | 0 | 0 | 70 |