

Analisi dei requisiti

2025-03-10

Responsabile	Nicolò Bovo
	Alessandro Di Pasquale
	Massimo Chioru
	Giovanni Battista Matteazzi
	Elia Leonetti
Redattori	Romeo Calearo, Giovanni Battista Matteazzi
	Alessandro Di Pasquale, Nicolò Bovo
	Manuel Cinnirella, Massimo Chioru
Verificatori	Elia Leonetti
	Manuel Cinnirella, Romeo Calearo
	Alessandro Di Pasquale, Massimo Chioru

Registro delle modifiche

Vers.	Data	Descrizione	Autore	Verificatore
2.0.0	2025-08-12	Selezione termini glossario e correzioni finali	Romeo Calearo	Alessandro Di Pasquale, Nicolò Bovo
1.3.0	2025-08-03	Aggiornamento requisiti e tabella tracciamento	Massimo Chioru	Romeo Calearo
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 Calearo
0.6.0	2025-06-08	Aggiornamento requisiti per stream processor	Alessandro Di Pasquale, Nicolò Bovo	Romeo Calearo
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.	Introduzione	7
I - 1.	Scopo del documento	7
I - 2.	Scopo del prodotto	7
I - 3.	Riferimenti	7
I - 3.1.	Riferimenti normativi	7
I - 3.2.	Riferimenti informativi	7
II.	Descrizione del prodotto	8
II - 1.	Obiettivi del prodotto	8
II - 1.1.	Obiettivi primari:	8
II - 1.2.	Obiettivi secondari:	8
II - 2.	Funzionalità e vincoli del prodotto	8
II - 2.1.	Funzionalità implementate:	8
II - 2.2.	Vincoli tecnici:	9
II - 3.	Utenti e loro caratteristiche	9
II - 3.1.	Tipologie di utenti:	9
III.	Casi d'uso	10
III - 1.	Introduzione	10
III - 2.	Attori	10
III - 3.	Elenco dei casi d'uso	10
III - 3.1.	UC1 - Autenticazione utente alla dashboard	10
III - 3.2.	UC2 - Inserimento Username	10
III - 3.3.	UC3 - Inserimento Password	11
III - 3.4.	UC4 - Visualizzazione Errore Credenziali	11
III - 3.5.	UC5 - Visualizzazione Dashboard	12
III - 3.6.	UC6 - Visualizzazione profilo utente nella dashboard	12
III - 3.7.	UC7 - Visualizzazione statistiche utente nella dashboard	13
III - 3.8.	UC8 - Visualizzazione promozioni recenti nella dashboard	13
III - 3.9.	UC9 - Filtra punti di interesse per categoria	14
III - 3.10.	UC10 - Messaggio di errore «Nessun risultato trovato»	14
III - 3.11.	UC11 - Visualizzazione dettaglio marker _G	15
III - 3.12.	UC12 - Visualizzazione nome del punto di interesse dal marker _G ...	15
III - 3.13.	UC13 - Visualizzazione categoria dal punto di interesse dal marker _G	16
III - 3.14.	UC14a - Avvio di un nuovo percorso	16
III - 3.15.	UC14b - Visualizzazione della bici sulla mappa	17
III - 3.16.	UC15 - Tracciamento percorso con polyline _G	17
III - 3.17.	UC16 - Riaccentramento mappa sulla posizione bici	17
III - 3.18.	UC17 - Cancellazione dalla mappa del percorso attraversato	18
III - 3.19.	UC18 - Cambio modalità tema dell'interfaccia	18
III - 3.20.	UC19 - Logout _G dell'utente dal sistema	18
III - 3.21.	UC20 - Accesso al sistema di monitoraggio _G per l'amministratore _G : Grafana _G	19

III - 3.22.	UC21 - Navigazione alla dashboard di analisi marketing	20
III - 3.23.	UC22 - Navigazione alla dashboard di monitoraggio del sistema . . .	20
III - 3.24.	UC23 - Visualizzazione metriche eventi giornalieri	21
III - 3.25.	UC24 - Visualizzazione conteggio negozi totali	21
III - 3.26.	UC25 - Visualizzazione lista utenti registrati	21
III - 3.27.	UC26 - Visualizzazione mappa visite per negozio ultime 24h	22
III - 3.28.	UC27 - Visualizzazione mappa negozi selezionati	22
III - 3.29.	UC28 - Visualizzazione grafico utilizzo CPU	23
III - 3.30.	UC29 - Visualizzazione grafico utilizzo memoria	23
III - 3.31.	UC30 - Visualizzazione grafico utilizzo disco	23
III - 3.32.	UC31 - Visualizzazione grafico cache hit ratio	24
III - 3.33.	UC32 - Visualizzazione top 10 negozi più visitati	24
III - 3.34.	UC33 - Navigazione alla dashboard di business	25
III - 3.35.	UC34 - Visualizzazione offerte attive	25
III - 3.36.	UC35 - Visualizzazione tempo permanenza media	26
III - 3.37.	UC36 - Visualizzazione revenue per categoria	26
III - 3.38.	UC37 - Visualizzazione conversion rate	26
III - 3.39.	UC38 - Visualizzazione revenue giornaliero	27
III - 3.40.	UC39 - Visualizzazione heatmap geografica revenue	27
III - 3.41.	UC40 - Visualizzazione conversione per livello di sconto	27
III - 3.42.	UC41 - Visualizzazione negozi con maggior revenue	28
III - 3.43.	UC42 - Visualizzazione trend orario	28
III - 3.44.	UC43 - Visualizzazione mappa percorsi utenti	28
IV.	Requisiti	29
IV - 1.	Requisiti obbligatori	29
IV - 1.1.	Requisiti funzionali	29
IV - 1.1.1.	RF1 - Autenticazione e autorizzazione	29
IV - 1.1.2.	RF2 - Tracking _G posizione e generazione eventi	29
IV - 1.1.3.	RF3 - Elaborazione stream _G e proximity detection	30
IV - 1.1.4.	RF4 - Generazione messaggi personalizzati e sistema offerte	30
IV - 1.1.5.	RF5 - Dashboard _G utente base	30
IV - 1.1.6.	RF6 - Storage e persistenza dati	30
IV - 1.1.7.	RF7 - Cache _G e ottimizzazione base	30
IV - 1.2.	Requisiti non funzionali (di qualità)	30
IV - 1.2.1.	RNF1 - Documentazione	30
IV - 1.2.2.	RNF2 - Test	31
IV - 1.3.	Requisiti di vincolo	31
IV - 1.3.1.	RV1 - Tecnologici	31
IV - 1.3.2.	RV2 - Browser _G e Compatibilità	31
IV - 1.3.3.	RV3 - Tecnologie Frontend Richieste	31
IV - 1.3.4.	RV4 - Geografici	31
IV - 1.3.5.	RV5 - Operativi	31
IV - 1.3.6.	RV6 - Requisiti Hardware Minimi	32

IV - 2. Requisiti funzionali desiderabili	32
IV - 2.1. RFD1 - Ottimizzazioni frontend avanzate	32
IV - 2.2. RFD2 - Monitoring _G e osservabilità avanzate	32
IV - 2.3. RFD3 - Funzionalità utente avanzate	32
IV - 2.4. RFD4 - Performance e scalabilità	32
IV - 3. Requisiti (funzionali) facoltativi	32
IV - 3.1. RFF1 - Integrazioni esterne	32
IV - 3.2. RFF2 - AI _G /ML _G Enhancement	33
IV - 3.3. RFF3 - Business Intelligence avanzato	33
V. Riepilogo requisiti	33
VI. Tracciamento Requisiti-Casi d'Uso	34
VII. Tracciamento Casi d'Uso-Requisiti	36

Lista delle figure

Figura 1 UC1, UC2, UC3, UC4	12
Figura 2 UC5, UC6, UC7, UC8	13
Figura 3 UC9, UC10	15
Figura 4 UC11, UC12, UC13	16
Figura 5 UC14a, UC14b, UC15, UC16, UC17, UC18, UC19	19
Figura 6 UC20, UC21, UC22, UC33	21
Figura 7 UC23, UC24, UC25, UC26, UC27, UC32, UC43	23
Figura 8 UC28, UC29, UC30, UC31	24
Figura 9 UC33, UC34, UC35, UC36, UC37, UC38, UC39, UC40, UC41, UC42	29

Lista delle tabelle

Tabella 1	33
Tabella 2	34
Tabella 3	35
Tabella 4	36
Tabella 5	37

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_G della posizione in tempo reale**, **database_G geospaziali_G**, **intelligenza artificiale generativa** e **analytics_G 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 real-time_G attraverso simulazione GPS_G
- **Generare messaggi personalizzati** utilizzando LLM_G (Large Language Models) quando l'utente è vicino a un negozio
- **Fornire una dashboard_G interattiva** con visualizzazione su mappa delle posizioni, percorsi e notifiche
- **Memorizzare e analizzare** tutti i dati per fornire insights_G attraverso dashboard_G analytics_G
- **Aggiornare automaticamente** il database_G dei negozi tramite ETL_G da OpenStreetMap_G

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_G
2. **Geolocalizzazione precisa:** Implementare tracking_G in real-time_G con calcolo di distanze attraverso PostGIS_G
3. **Scalabilità e performance:** Gestire flussi di dati in real-time_G attraverso Apache Kafka_G e Bytewax_G
4. **Analytics_G avanzate:** Fornire insights_G attraverso dashboard_G Grafana_G con metriche di business e sistema
5. **Automazione:** Mantenere aggiornato il database_G negozi attraverso ETL_G automatici da OpenStreetMap_G

II - 1.2. Obiettivi secondari:

- **Caching_G intelligente:** Ridurre latenza e costi LLM_G attraverso cache_G Redis_G
- **Monitoraggio_G completo:** Garantire osservabilità del sistema con Prometheus_G, Loki_G e metriche custom
- **Facilità di deployment_G:** Fornire ambiente containerizzato_G completo con Docker Compose_G

II - 2. Funzionalità e vincoli del prodotto

II - 2.1. Funzionalità implementate:

Data Pipeline_G e Streaming_G:

- Producer_G Kafka_G che simula movimenti utenti su percorsi reali di Milano usando OSRM_G
- Consumer_G Bytewax_G per elaborazione stream_G dati con arricchimento in real-time_G
- Integrazione con PostGIS_G per calcolo distanze e identificazione negozi vicini

Generazione Messaggi Intelligente:

- Servizio microservice_G FastAPI_G per generazione messaggi personalizzati
- Integrazione con LLM_G (supporto Groq_G, OpenAI_G, provider multipli)
- Sistema di cache_G Redis_G per ottimizzazione performance e riduzione costi
- Template personalizzabili basati su profilo utente e tipologia negozio

Dashboard_G Utente:

- Interfaccia web responsive_G con mappa Leaflet_G interattiva
- Visualizzazione real-time_G 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 real-time_G

Storage e Persistenza:

- ClickHouse_G per analytics_G e storage eventi temporali ad alta performance
- PostgreSQL_G/PostGIS_G per gestione dati geospaziali_G dei negozi
- Schema ottimizzato per query geospaziali_G e analytics_G

ETL_G e Data Management:

- Apache Airflow_G per orchestrazione ETL_G automatici
- ETL_G adattivo che si auto-configura in base ai cambiamenti nei dati
- Integrazione con OpenStreetMap_G per aggiornamento negozi Milano
- Sistema di tracking_G cambiamenti con logging_G completo

Monitoring_G e Observability:

- Dashboard_G Grafana_G con pannelli personalizzati per metriche business e sistema
- Prometheus_G per raccolta metriche con esportatori per tutti i componenti
- Loki_G per gestione log centralizzata
- Metriche custom per tracking_G performance LLM_G, cache_G hit rate_G, eventi utente

II - 2.2. Vincoli tecnici:

- **Geografici:** Sistema focalizzato su Milano (coordinate definite in configurazione)
- **Performance:** Target <200ms per generazione messaggi (con cache_G)
- **Scalabilità:** Supporto multi-worker Bytewax_G per elaborazione parallela
- **Sicurezza:** Kafka_G con SSL_G/TLS_G, JWT_G 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_G, 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_G e manutenzione del sistema
- **Caratteristiche:** Competenze tecniche per interpretare metriche e log
- **Interazioni:** Accesso a Grafana_G, Prometheus_G, log Loki_G, configurazione Airflow_G
- **Competenze richieste:** Conoscenza sistemi distribuiti, database_G, monitoring_G

Sviluppatore/DevOps_G:

- **Descrizione:** Persona che sviluppa, deploy_G e mantiene il sistema
- **Caratteristiche:** Competenze tecniche avanzate su architetture microservizi_G
- **Interazioni:** Deploy_G con Docker Compose_G, configurazione environment_G, debug_G
- **Competenze richieste:** Docker_G, Kafka_G, database_G, 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_G e la registrazione dei percorsi degli utenti attraverso l'acquisizione continua di dati GPS_G 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_G

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_G valido nel sistema

- L'utente sta effettuando l'autenticazione per la pagina di dashboard_G

Postcondizioni:

- Il sistema accetta lo username_G inserito

Scenario principale:

1. L'utente accede alla pagina di login_G
2. L'utente inserisce lo username_G

III - 3.3. UC3 - Inserimento Password**Attore principale:**

- Utente non autenticato

Precondizioni:

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

Postcondizioni:

- Il sistema accetta la password_G inserita

Scenario principale:

1. L'utente accede alla pagina di login_G
2. L'utente inserisce la password_G

III - 3.4. UC4 - Visualizzazione Errore Credenziali**Attore principale:**

- Utente non autenticato

Precondizioni:

- L'utente sta effettuando l'autenticazione per la pagina di dashboard_G

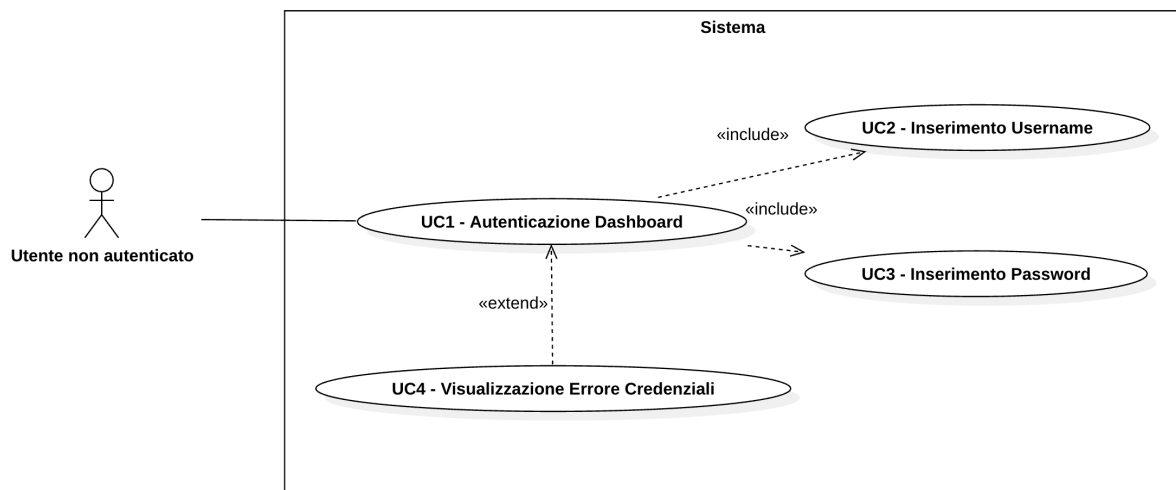
Postcondizioni:

- 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_G
2. L'utente inserisce lo username_G
3. L'utente inserisce la password_G
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_G con successo

Postcondizioni:

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

Scenario principale:

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

Inclusioni:

- Visualizzazione profilo utente nella dashboard_G (UC6)
- Visualizzazione statistiche utente nella dashboard_G (UC7)
- Visualizzazione promozioni recenti nella dashboard_G (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_G
- Il sistema mantiene le informazioni del profilo utente

Postcondizioni:

- Le informazioni del profilo utente sono visualizzate nella sidebar_G sinistra

Scenario principale:

1. L'utente accede alla dashboard_G principale
2. Il sistema carica e visualizza le informazioni del profilo nella sidebar_G (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_G
- Il sistema traccia e memorizza le attività dell'utente

Postcondizioni:

- Le statistiche dell'utente sono visualizzate nella sezione dedicata della sidebar_G

Scenario principale:

1. L'utente accede alla dashboard_G 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_G
- Sono disponibili promozioni nel sistema

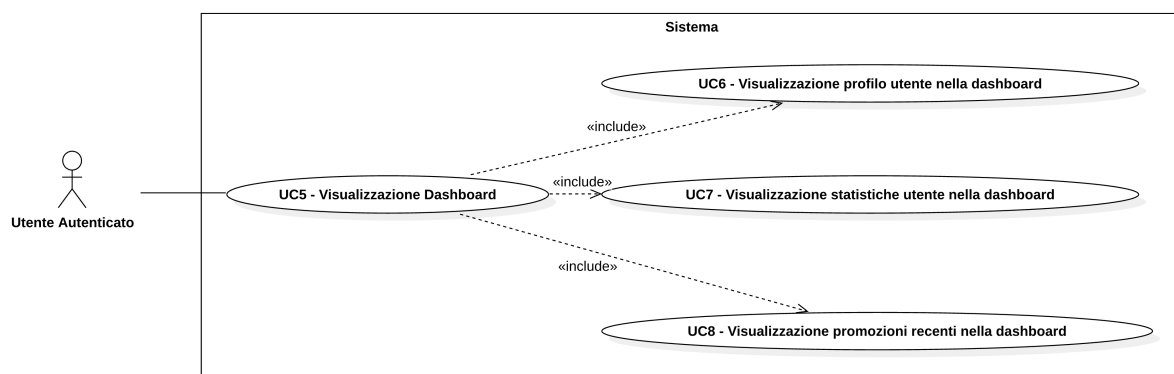
Postcondizioni:

- Le promozioni recenti vengono visualizzate nella sezione dedicata della sidebar_G

Scenario principale:

1. L'utente accede alla dashboard_G principale
2. Il sistema recupera le promozioni più recenti disponibili
3. Il sistema mostra le promozioni nella sezione «Promozioni Recenti» della sidebar_G, rappresentanti lo storico di ogni promozione generata da LLM_G 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_G 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_G 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_G principale
- L'utente ha applicato un filtro per categoria
- Il sistema non dispone di punti di interesse inerenti alla categoria selezionata

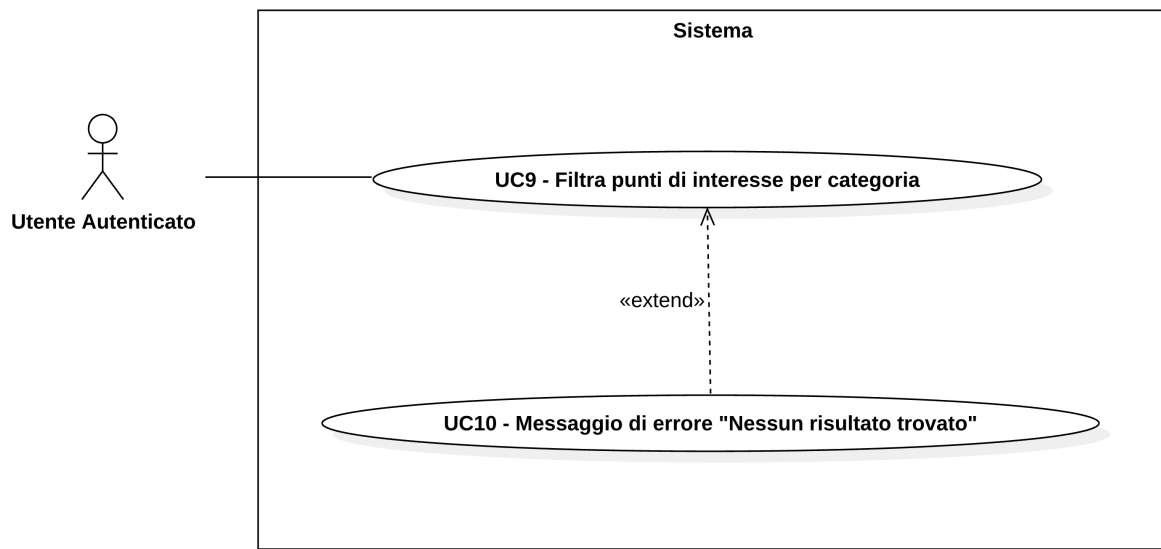
Postcondizioni:

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

Scenario principale:

1. L'utente accede alla dashboard_G 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_G 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_G 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_G 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_G 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_G principale
- Sono presenti marker_G dei punti di interesse sulla mappa
- L'utente ha selezionato o sta visualizzando un marker_G specifico

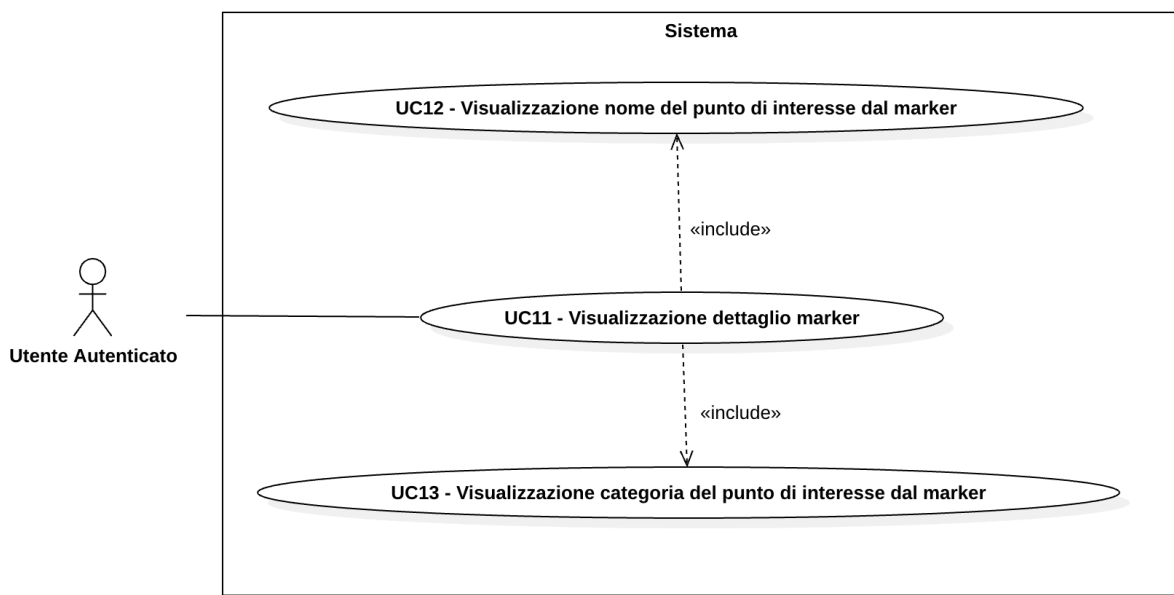
Postcondizioni:

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

Scenario principale:

1. L'utente accede alla dashboard_G 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_G
- Il GPS_G 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_G è visibile
- Il GPS_G 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_G
2. Il sistema aggiorna la mappa con l'icona della bici nella posizione rilevata

Inclusioni:

- Tracciamento percorso con polyline_G (UC15)

III - 3.16. UC15 - Tracciamento percorso con polyline_G**Attore principale:**

- Sistema di Tracciamento

Precondizioni:

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

Postcondizioni:

- Una polyline_G blu traccia il percorso dell'utente sulla mappa

Scenario principale:

1. Il sistema rileva continuamente la posizione GPS_G dell'utente in movimento
2. Il sistema aggiorna la posizione dell'icona della bici
3. Il sistema disegna progressivamente una polyline_G 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_G con la mappa visualizzata
- È presente una polyline_G blu del percorso attraversato sulla mappa

Postcondizioni:

- La polyline_G 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_G 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_G 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_G dell'utente dal sistema**Attore principale:**

- Utente Autenticato

Precondizioni:

- L'utente è autenticato e si trova nella dashboard_G con la mappa visualizzata

Postcondizioni:

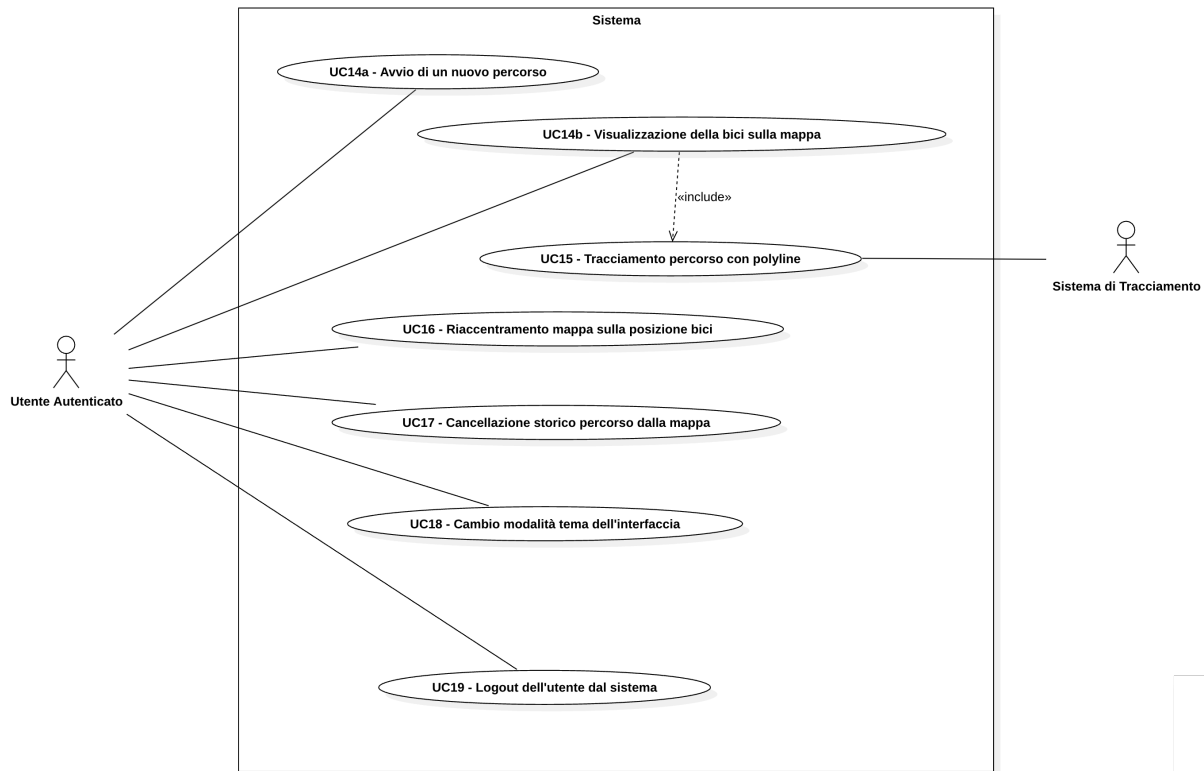
- L'utente viene disconnesso dal sistema

- L'utente viene reindirizzato alla pagina di login_G

Scenario principale:

1. L'utente clicca sul pulsante «Esci» presente in alto a destra nella dashboard_G
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_G per l'amministratore_G: Grafana_G

Attore principale:

- Amministratore_G

Precondizioni:

- L'amministratore_G ha accesso al link diretto del sistema Grafana_G
- Il sistema Grafana_G è configurato e disponibile

Postcondizioni:

- Il sistema Grafana_G è completamente caricato
- L'amministratore_G può navigare tra le dashboard_G disponibili

Scenario principale:

1. L'amministratore_G accede al link diretto del sistema Grafana_G
2. Il sistema carica l'interfaccia principale di Grafana_G
3. Il sistema Grafana_G carica automaticamente tutti i pannelli di analisi business
4. Il sistema mostra le dashboard_G disponibili (Dashboard_G Utente e Dashboard_G Sistema)

Inclusioni:

- Navigazione alla dashboard_G di analisi marketing (UC21)
- Navigazione alla dashboard_G di monitoraggio_G sistema (UC22)
- Navigazione alla dashboard_G 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

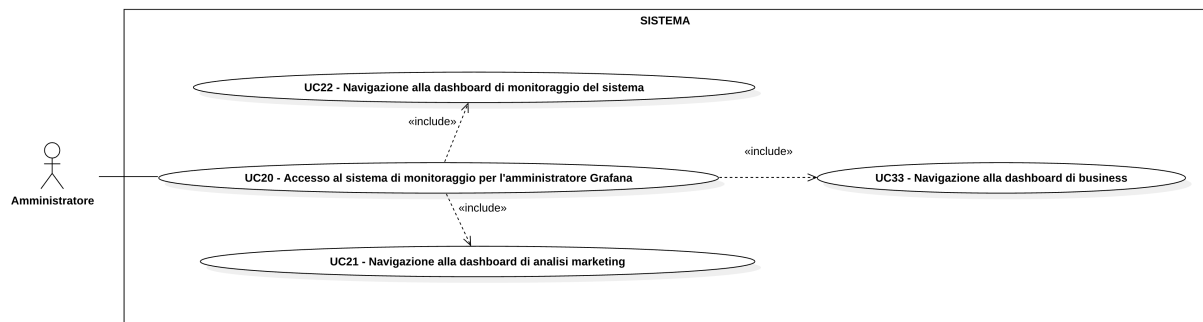
Scenario principale:

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

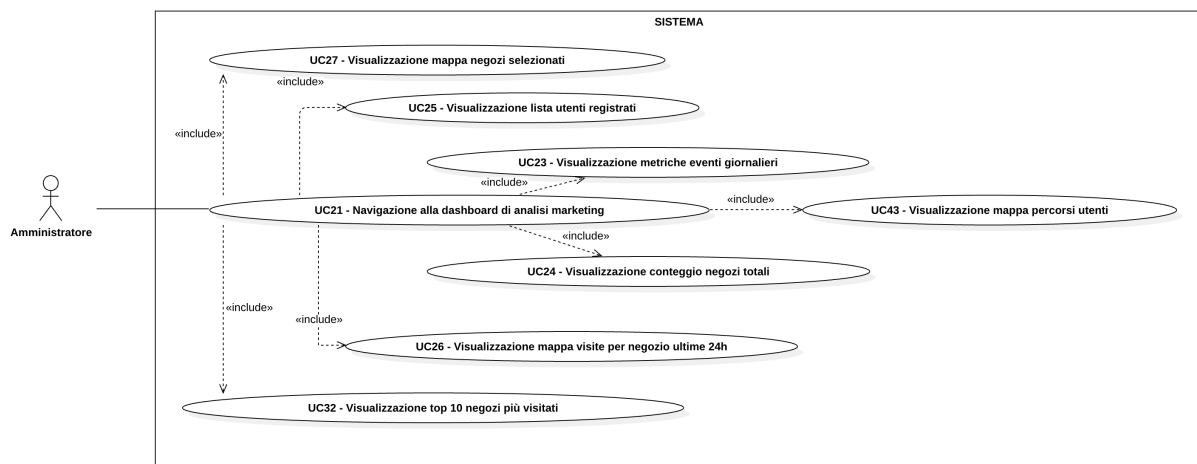
Postcondizioni:

- 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

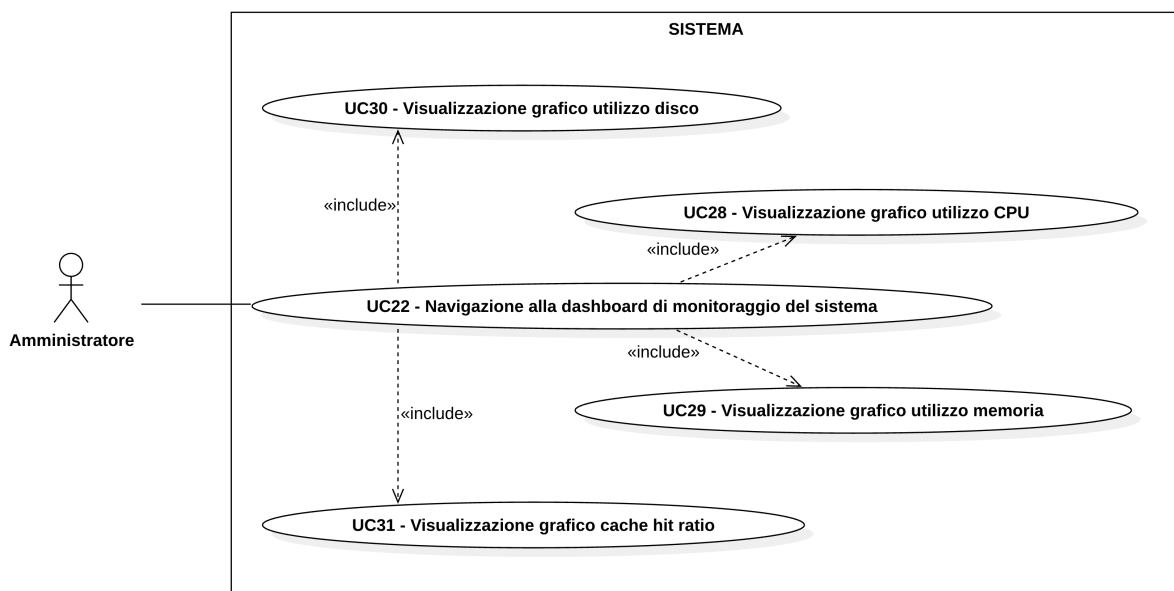
Postcondizioni:

- 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 percorsi utenti

Attore principale:

- Amministratore

Precondizioni:

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

Postcondizioni:

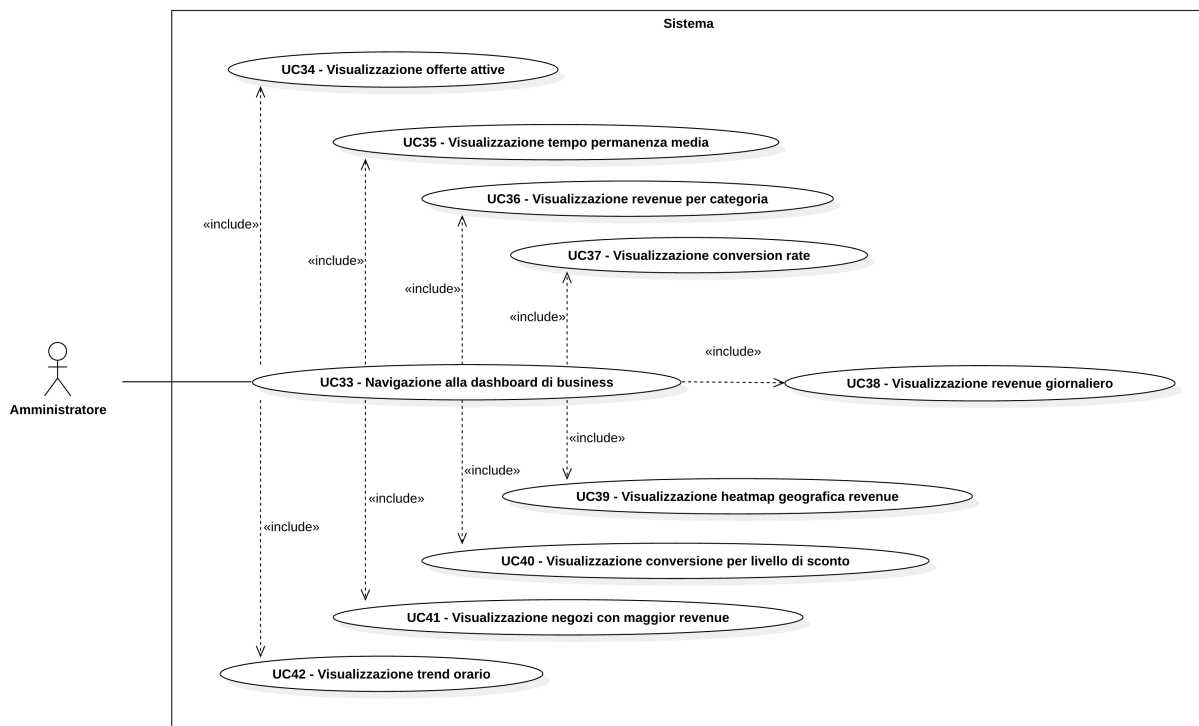
- La mappa con i tracciati dei percorsi degli utenti è visualizzata

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 obbligatori

IV - 1.1. Requisiti funzionali

IV - 1.1.1. RF1 - Autenticazione e autorizzazione

- **RF1.1:** Il sistema deve supportare autenticazione JWT_G con username_G/password_G via endpoint_G /api/token
- **RF1.2:** I token_G devono avere scadenza configurabile tramite JWT_EXPIRATION_S (default 1 ora)
- **RF1.3:** Le credenziali devono essere validate contro database_G ClickHouse_G con hash_G sicuri
- **RF1.4:** Il sistema deve supportare logout_G con invalidazione sessione client-side
- **RF1.5:** WebSocket_G deve autenticare via token_G JWT_G per connessioni real-time_G

IV - 1.1.2. RF2 - Tracking_G posizione e generazione eventi

- **RF2.1:** Il sistema deve simulare movimenti utenti con producer.py su percorsi Milano OSRM_G
- **RF2.2:** Gli eventi GPS_G devono essere prodotti in Kafka_G topic_G gps_stream con SSL_G
- **RF2.3:** I percorsi devono essere calcolati usando OSRM_G self-hosted con profilo cycling
- **RF2.4:** Gli eventi devono contenere: user_id, latitude, longitude, timestamp, poi_info
- **RF2.5:** Il producer_G deve supportare readiness checks per Kafka_G, ClickHouse_G e OSRM_G

IV - 1.1.3. RF3 - Elaborazione stream_G e proximity detection

- **RF3.1:** Il sistema deve processare eventi GPS_G via Bytewax_G dataflow_G con Observer pattern_G
- **RF3.2:** Deve calcolare distanza usando query PostGIS_G `ST_DWithin` per soglia 200m
- **RF3.3:** Deve implementare ConnectionManager singleton_G per pooling_G database_G
- **RF3.4:** Deve prevenire messaggi duplicati con cache_G visit tracking_G
- **RF3.5:** Deve supportare metriche real-time_G con PerformanceObserver

IV - 1.1.4. RF4 - Generazione messaggi personalizzati e sistema offerte

- **RF4.1:** Il sistema deve generare messaggi via HTTP service `/generate-message`
- **RF4.2:** Deve supportare provider LLM_G configurabili (Groq/OpenAI_G) via `LLM_PROVIDER`
- **RF4.3:** Deve implementare cache_G Redis_G per messaggi con TTL_G configurabile
- **RF4.4:** Deve gestire offerte con Strategy Pattern_G (Standard/Aggressive/Conservative)
- **RF4.5:** Deve supportare Builder Pattern_G per creazione offerte complesse
- **RF4.6:** Factory Pattern_G deve creare offerte tipizzate (Flash/Student/Senior/Category)
- **RF4.7:** Validation Strategy deve validare vincoli offerte (età, interessi, date)

IV - 1.1.5. RF5 - Dashboard_G utente base

- **RF5.1:** Deve servire interfaccia web tramite `/dashboard/user` con static files
- **RF5.2:** Deve implementare mappa Leaflet_G con marker_G categorizzati per shop types
- **RF5.3:** Deve visualizzare percorso utente come polyline_G con history
- **RF5.4:** Deve supportare filtri categoria con mapping predefinito
- **RF5.5:** Deve implementare fallback_G WebSocket_G → HTTP polling_G automatico

IV - 1.1.6. RF6 - Storage e persistenza dati

- **RF6.1:** Deve memorizzare eventi in ClickHouse_G tabelle `user_events` e `user_visits`
- **RF6.2:** Deve gestire shop data in PostgreSQL_G/PostGIS_G con indici spaziali
- **RF6.3:** Deve mantenere profili utenti in ClickHouse_G tabella `users`
- **RF6.4:** Deve tracciare storico visite con vista materializzata `mv_daily_shop_stats`
- **RF6.5:** Deve supportare offers storage in PostgreSQL_G con vincoli temporali

IV - 1.1.7. RF7 - Cache_G e ottimizzazione base

- **RF7.1:** Deve implementare Redis_G cache_G per messaggi LLM_G con serializzazione_G JSON_G
- **RF7.2:** Deve supportare Memory cache_G con LRU eviction_G come fallback_G
- **RF7.3:** Deve implementare TTL_G configurabile via `CACHE_TTL`
- **RF7.4:** Deve fornire cache_G statistics e hit rate_G monitoring_G

IV - 1.2. Requisiti non funzionali (di qualità)**IV - 1.2.1. RNF1 - Documentazione**

- **RNF1.1:** Rispetto delle metriche definite nel Piano di Qualifica (v2.0.0)
- **RNF1.2:** Rispetto delle norme definite nelle Norme di Progetto (v2.0.0)
- **RNF1.3:** Stesura di un documento Manuale Utente per la corretta comprensione dell'utilizzo del sistema

IV - 1.2.2. RNF2 - Test

- **RNF2.1:** Superamento dei test d'unità atti a testimoniare il buon funzionamento del sistema e delle sue componenti (come approfondito all'interno del Piano di Qualifica [v2.0.0])
- **RNF2.2:** Superamento dei test d'integrazione che garantiscano una corretta collaborazione tra i vari componenti di sistema, nonché una maggiore affidabilità dello stesso.

IV - 1.3. Requisiti di vincolo**IV - 1.3.1. RV1 - Tecnologici**

- **RV1.1:** Deployment_G tramite Docker Compose_G
- **RV1.2:** Architettura microservizi_G event-driven
- **RV1.3:** Presenza Stream Processor_G
- **RV1.4:** Frontend web-based (no app mobile native)
- **RV1.5:** Supporto browser_G moderni con API_G JavaScript_G ES6_G+
- **RV1.6:** Dipendenze esterne: Leaflet_G .js, Font Awesome_G 6.4.0+

IV - 1.3.2. RV2 - Browser_G e Compatibilità

- **RV2.1:** Chrome/Chromium_G ≥ 51 (giugno 2016)
- **RV2.2:** Firefox_G ≥ 55 (agosto 2017)
- **RV2.3:** Safari_G ≥ 12.1 (marzo 2019)
- **RV2.4:** Microsoft Edge ≥ 79 (gennaio 2020, solo Chromium_G)
- **RV2.5:** Safari_G iOS ≥ 12.2 per dispositivi mobili
- **RV2.6:** Esclusione esplicita: Internet Explorer, Edge Legacy

IV - 1.3.3. RV3 - Tecnologie Frontend Richieste

- **RV3.1:** WebSocket_G API_G per comunicazione real-time_G
- **RV3.2:** Fetch API_G per richieste HTTP asincrone
- **RV3.3:** IntersectionObserver API_G per lazy loading_G
- **RV3.4:** Web Storage API_G (sessionStorage_G/localStorage_G)
- **RV3.5:** CSS_G Custom Properties e CSS_G Grid_G/Flexbox_G
- **RV3.6:** JavaScript_G abilitato obbligatorio

IV - 1.3.4. RV4 - Geografici

- **RV4.1:** Sistema focalizzato su Milano (bbox_G configurata)
- **RV4.2:** Coordinate sistema: WGS84_G (EPSG_G:4326)
- **RV4.3:** Percorsi limitati a rete stradale esistente (OSRM_G)

IV - 1.3.5. RV5 - Operativi

- **RV5.1:** Ambiente development single-machine
- **RV5.2:** Configurazione tramite variabili environment_G
- **RV5.3:** Logging_G su stdout per container orchestration_G
- **RV5.4:** Gestione segreti tramite Docker_G secrets o env vars_G
- **RV5.5:** Fallback_G automatico WebSocket_G → HTTP polling_G
- **RV5.6:** Design responsivo_G con breakpoint_G mobile (≥320px)

IV - 1.3.6. RV6 - Requisiti Hardware Minimi

- **RV6.1:** RAM minima: 8GB (raccomandati 16GB)
- **RV6.2:** Connessione Internet per WebSocket_G real-time_G
- **RV6.3:** Risoluzione display minima: 320px larghezza

IV - 2. Requisiti funzionali desiderabili

IV - 2.1. RFD1 - Ottimizzazioni frontend avanzate

- **RFD1.1:** Il sistema dovrebbe implementare lazy loading_G notifiche con IntersectionObserver_G
- **RFD1.2:** Dovrebbe supportare tema scuro/chiaro configurabile dall'utente con localStorage_G
- **RFD1.3:** Dovrebbe fornire local cache_G frontend per shop areas e notifications
- **RFD1.4:** Dovrebbe limitare e ottimizzare rendering markers_G (max 100 shops)
- **RFD1.5:** Dovrebbe implementare design responsivo_G con breakpoint_G mobile

IV - 2.2. RFD2 - Monitoring_G e osservabilità avanzate

- **RFD2.1:** Il sistema dovrebbe esporre analisi Prometheus_G tramite FastAPI_G instrumentator_G
- **RFD2.2:** Dovrebbe implementare dashboard_G Grafana_G con pannelli assemblati dinamicamente
- **RFD2.3:** Dovrebbe supportare logging_G strutturato con livelli configurabili
- **RFD2.4:** Dovrebbe includere exporters_G per database_G e servizi (Postgres_G, Redis_G, ClickHouse_G)
- **RFD2.5:** Dovrebbe supportare Loki_G/Promtail_G per log aggregation_G
- **RFD2.6:** Dovrebbe implementare cAdvisor_G per container_G monitoring_G

IV - 2.3. RFD3 - Funzionalità utente avanzate

- **RFD3.1:** Il sistema dovrebbe supportare statistiche utente dettagliate per periodi configurabili
- **RFD3.2:** Dovrebbe implementare paginazione_G avanzata per notifiche e promozioni
- **RFD3.3:** Dovrebbe fornire filtri dinamici Grafana_G (età, professione, categoria, popolarità)
- **RFD3.4:** Dovrebbe supportare mappe interattive con route visualization
- **RFD3.5:** Dovrebbe implementare shop visit simulation con feedback realtime_G

IV - 2.4. RFD4 - Performance e scalabilità

- **RFD4.1:** Il sistema dovrebbe implementare connection pooling_G avanzato
- **RFD4.2:** Dovrebbe supportare cache_G distribuita con clustering_G Redis_G
- **RFD4.3:** Dovrebbe fornire push gateway_G per metriche batch
- **RFD4.4:** Dovrebbe implementare graceful degradation_G per service failures

IV - 3. Requisiti (funzionali) facoltativi

IV - 3.1. RFF1 - Integrazioni esterne

- **RFF1.1:** Il sistema potrebbe integrare API_G meteo per context-aware messaging
- **RFF1.2:** Potrebbe supportare payment integration_G per offer redemption

IV - 3.2. RFF2 - AI_G/ML_G Enhancement

- **RFF2.1:** Potrebbe utilizzare reinforcement learning_G per offer optimization

IV - 3.3. RFF3 - Business Intelligence avanzato

- **RFF3.1:** Potrebbe supportare A/B testing_G per offer strategies

V. Riepilogo requisiti

Tabella 1 –

Categoria	Obbligatori	Desiderabili	Facoltativi	Totale
Funzionali	36	20	4	60
Non Funzionali	5	0	0	5
Vincolo	30	0	0	30
Totale	71	20	4	95

VI. Tracciamento Requisiti-Casi d'Uso

Tabella 2 –

Requisito	Casi d'Uso
RF1.1 - Autenticazione JWT	UC1, UC2, UC3
RF1.2 - Token con scadenza	UC1
RF1.3 - Validazione credenziali	UC3, UC4
RF1.4 - Logout	UC19
RF1.5 - WebSocket autenticazione	UC14b, UC15
RF2.1 - Simulazione movimenti Milano	UC14a, UC14b, UC15
RF2.2 - Eventi GPS Kafka	UC14b, UC15
RF2.3 - Percorsi OSRM cycling	UC15
RF2.4 - Contenuto eventi GPS	UC14b, UC15
RF2.5 - Readiness checks	UC14a
RF3.1 - Stream processing Bytewax	UC14b, UC15
RF3.2 - Calcolo distanze PostGIS	UC8
RF3.3 - ConnectionManager singleton	UC8
RF3.4 - Prevenzione duplicati	UC8
RF3.5 - Metriche real-time	UC23, UC28, UC29, UC30, UC31
RF4.1 - Servizio generazione messaggi	UC8
RF4.2 - Provider LLM configurabili	UC8
RF4.3 - Cache Redis messaggi	UC8
RF4.4 - Gestione offerte Strategy	UC8
RF4.5 - Builder Pattern offerte	UC8
RF4.6 - Factory Pattern offerte	UC8
RF4.7 - Validation Strategy	UC8
RF5.1 - Interfaccia web dashboard	UC5
RF5.2 - Mappa Leaflet con marker	UC5, UC9, UC11, UC12, UC13
RF5.3 - Percorso polyline	UC15, UC17
RF5.4 - Filtri categoria	UC9, UC10
RF5.5 - Fallback WebSocket-HTTP	UC14b, UC15
RF6.1 - Eventi ClickHouse	UC7, UC15, UC23
RF6.2 - Shop data PostgreSQL/PostGIS	UC9, UC11, UC12, UC13, UC24, UC27
RF6.3 - Profili utenti ClickHouse	UC6
RF6.4 - Storico visite materializzata	UC7, UC26, UC32
RF6.5 - Offers storage PostgreSQL	UC8
RF7.1 - Redis cache LLM	UC8, UC31
RF7.2 - Memory cache LRU fallback	UC8
RF7.3 - TTL configurabile	UC8
RF7.4 - Cache statistics	UC31

Tabella 3 –

Requisito	Casi d'Uso
RFD1.1 - Lazy loading notifiche	UC5, UC8
RFD1.2 - Tema scuro/chiaro	UC18
RFD1.3 - Local cache frontend	UC5, UC9, UC11
RFD1.4 - Ottimizzazione rendering markers	UC9, UC11, UC12, UC13
RFD1.5 - Design responsivo	UC5-UC19
RFD2.1 - Analisi Prometheus FastAPI	UC20, UC23, UC28, UC29, UC30, UC31
RFD2.2 - Dashboard Grafana dinamiche	UC20, UC21, UC22, UC33
RFD2.3 - Logging strutturato	UC20-UC42
RFD2.4 - Exporters database	UC20, UC24, UC27, UC31
RFD2.5 - Loki/Promtail aggregation	UC20-UC42
RFD2.6 - cAdvisor container monitoring	UC22, UC28, UC29, UC30
RFD3.1 - Statistiche utente dettagliate	UC7, UC25
RFD3.2 - Paginazione avanzata	UC8, UC25
RFD3.3 - Filtri dinamici Grafana	UC21, UC25, UC33
RFD3.4 - Mappe interattive route	UC15, UC27, UC39, UC43
RFD3.5 - Shop visit simulation	UC14a, UC14b, UC15
RFD4.1 - Connection pooling avanzato	UC8, UC14b, UC15
RFD4.2 - Cache distribuita Redis	UC8, UC31
RFD4.3 - Push gateway metriche	UC20, UC23, UC28-UC31
RFD4.4 - Graceful degradation	UC1-UC42
RNF1.1 - Metriche Piano Qualifica	UC20, UC21, UC22, UC33
RNF1.2 - Norme di Progetto	UC20, UC21, UC22, UC33
RNF1.3 - Manuale Utente	UC1-UC19
RNF2.1 - Test unità	UC1-UC42
RNF2.2 - Test integrazione	UC1-UC42
RV1.1 - Docker Compose	UC1-UC42
RV1.2 - Architettura microservizi	UC1-UC42
RV1.3 - Stream Processor	UC14b, UC15
RV1.4 - Frontend web-based	UC1-UC19
RV1.5 - Browser ES6+	UC1-UC19
RV1.6 - Dipendenze Leaflet/FontAwesome	UC5-UC19
RV2.1-RV2.6 - Compatibilità browser	UC1-UC19
RV3.1 - WebSocket API	UC14b, UC15
RV3.2 - Fetch API	UC1-UC19
RV3.3 - IntersectionObserver	UC5, UC8
RV3.4 - Web Storage API	UC1, UC18
RV3.5 - CSS Custom Properties	UC5-UC19
RV3.6 - JavaScript obbligatorio	UC1-UC19
RV4.1 - Sistema Milano	UC14a, UC14b, UC15
RV4.2 - Coordinate WGS84	UC14b, UC15
RV4.3 - Percorsi OSRM	UC15
RV5.1 - Environment development	UC1-UC42
RV5.2 - Configurazione env vars	UC1-UC42
RV5.3 - Logging stdout	UC20-UC42
RV5.4 - Gestione segreti	UC1, UC3
RV5.5 - Fallback WebSocket-HTTP	UC14b, UC15
RV5.6 - Design responsivo	UC5-UC19
RV6.1 - RAM minima 8GB	UC1-UC42
RV6.2 - Connessione Internet	UC14b, UC15
RV6.3 - Risoluzione 320px	UC5-UC19

VII. Tracciamento Casi d'Uso-Requisiti

Tabella 4 –

Caso d'Uso	Requisiti
UC1 - Autenticazione utente	RF1.1, RF1.2, RFD1.5, RFD4.4, RNF1.3, RV1.4, RV1.5, RV3.2, RV3.4, RV5.4
UC2 - Inserimento Username	RF1.1, RFD1.5, RNF1.3, RV1.4, RV1.5, RV3.2
UC3 - Inserimento Password	RF1.1, RF1.3, RFD1.5, RNF1.3, RV1.4, RV1.5, RV3.2, RV5.4
UC4 - Errore Credenziali	RF1.3, RFD1.5, RNF1.3, RV1.4, RV1.5, RV3.2
UC5 - Visualizzazione Dashboard	RF5.1, RF5.2, RFD1.1, RFD1.3, RFD1.5, RNF1.3, RV1.4, RV1.5, RV1.6, RV3.2, RV3.3, RV3.5, RV3.6, RV5.6
UC6 - Profilo utente dashboard	RF6.3, RFD1.5, RNF1.3, RV1.4, RV1.5, RV3.5, RV3.6
UC7 - Statistiche utente	RF6.1, RF6.4, RFD3.1, RFD1.5, RNF1.3, RV1.4, RV1.5, RV3.5, RV3.6
UC8 - Promozioni recenti	RF3.2, RF3.3, RF3.4, RF4.1, RF4.2, RF4.3, RF4.4, RF4.5, RF4.6, RF4.7, RF6.5, RF7.1, RF7.2, RF7.3, RFD1.1, RFD3.2, RFD4.1, RFD4.2, RFD1.5, RNF1.3, RV1.4, RV1.5, RV3.3, RV3.5, RV3.6
UC9 - Filtri categoria POI	RF5.2, RF5.4, RF6.2, RFD1.3, RFD1.4, RFD1.5, RNF1.3, RV1.4, RV1.5, RV1.6, RV3.5, RV3.6
UC10 - Messaggio nessun risultato	RF5.4, RFD1.5, RNF1.3, RV1.4, RV1.5, RV3.5, RV3.6
UC11 - Dettaglio marker	RF5.2, RF6.2, RFD1.3, RFD1.4, RFD1.5, RNF1.3, RV1.4, RV1.5, RV1.6, RV3.5, RV3.6
UC12 - Nome POI marker	RF5.2, RF6.2, RFD1.4, RFD1.5, RNF1.3, RV1.4, RV1.5, RV1.6, RV3.5, RV3.6
UC13 - Categoria POI marker	RF5.2, RF6.2, RFD1.4, RFD1.5, RNF1.3, RV1.4, RV1.5, RV1.6, RV3.5, RV3.6
UC14a - Avvio percorso	RF2.1, RF2.5, RFD3.5, RFD4.4, RNF1.3, RV1.2, RV4.1
UC14b - Visualizzazione bici	RF1.5, RF2.1, RF2.2, RF2.4, RF3.1, RF5.5, RFD3.5, RFD4.1, RFD4.4, RFD1.5, RNF1.3, RV1.3, RV1.4, RV1.5, RV3.1, RV3.5, RV3.6, RV4.2, RV5.5, RV6.2
UC15 - Tracciamento polyline	RF1.5, RF2.1, RF2.2, RF2.3, RF2.4, RF3.1, RF5.3, RF5.5, RF6.1, RFD3.4, RFD3.5, RFD4.1, RFD4.4, RFD1.5, RNF1.3, RV1.3, RV1.4, RV1.5, RV3.1, RV3.5, RV3.6, RV4.1, RV4.2, RV4.3, RV5.5, RV6.2
UC16 - Riaccentramento mappa	RFD1.5, RNF1.3, RV1.4, RV1.5, RV1.6, RV3.5, RV3.6
UC17 - Cancellazione percorso	RF5.3, RFD1.5, RNF1.3, RV1.4, RV1.5, RV1.6, RV3.5, RV3.6
UC18 - Cambio tema	RFD1.2, RFD1.5, RNF1.3, RV1.4, RV1.5, RV3.4, RV3.5, RV3.6
UC19 - Logout utente	RF1.4, RFD1.5, RFD4.4, RNF1.3, RV1.4, RV1.5, RV3.2

Tabella 5 –

Caso d'Uso	Requisiti
UC20 - Accesso Grafana	RFD2.1, RFD2.2, RFD2.3, RFD2.4, RFD2.5, RFD4.3, RFD4.4, RNF1.1, RNF1.2, RV5.3
UC21 - Dashboard marketing	RFD2.2, RFD2.3, RFD3.3, RFD4.4, RNF1.1, RNF1.2, RV5.3
UC22 - Dashboard monitoraggio	RFD2.2, RFD2.3, RFD2.6, RFD4.4, RNF1.1, RNF1.2, RV5.3
UC23 - Eventi giornalieri	RF3.5, RF6.1, RFD2.1, RFD2.3, RFD4.3, RNF1.1, RNF1.2, RV5.3
UC24 - Conteggio negozi	RF6.2, RFD2.3, RFD2.4, RNF1.1, RNF1.2, RV5.3
UC25 - Lista utenti	RFD3.1, RFD3.2, RFD3.3, RFD2.3, RNF1.1, RNF1.2, RV5.3
UC26 - Visite negozio 24h	RF6.4, RFD2.3, RNF1.1, RNF1.2, RV5.3
UC27 - Mappa negozi selezionati	RF6.2, RFD2.3, RFD2.4, RFD3.4, RNF1.1, RNF1.2, RV5.3
UC28 - Grafico CPU	RF3.5, RFD2.1, RFD2.3, RFD2.6, RFD4.3, RNF1.1, RNF1.2, RV5.3
UC29 - Grafico memoria	RF3.5, RFD2.1, RFD2.3, RFD2.6, RFD4.3, RNF1.1, RNF1.2, RV5.3
UC30 - Grafico disco	RF3.5, RFD2.1, RFD2.3, RFD2.6, RFD4.3, RNF1.1, RNF1.2, RV5.3
UC31 - Cache hit ratio	RF7.1, RF7.4, RF3.5, RFD2.1, RFD2.3, RFD2.4, RFD4.2, RFD4.3, RNF1.1, RNF1.2, RV5.3
UC32 - Top 10 negozi visitati	RF6.4, RFD2.3, RNF1.1, RNF1.2, RV5.3
UC33 - Dashboard business	RFD2.2, RFD2.3, RFD3.3, RFD4.4, RNF1.1, RNF1.2, RV5.3
UC34 - Offerte attive	RFD2.3, RFD4.4, RNF1.1, RNF1.2, RV5.3
UC35 - Tempo permanenza media	RFD2.3, RFD4.4, RNF1.1, RNF1.2, RV5.3
UC36 - Revenue per categoria	RFD2.3, RFD4.4, RNF1.1, RNF1.2, RV5.3
UC37 - Conversion rate	RFD2.3, RFD4.4, RNF1.1, RNF1.2, RV5.3
UC38 - Revenue giornaliero	RFD2.3, RFD4.4, RNF1.1, RNF1.2, RV5.3
UC39 - Heatmap geografica revenue	RFD2.3, RFD3.4, RFD4.4, RNF1.1, RNF1.2, RV5.3
UC40 - Conversione per sconto	RFD2.3, RFD4.4, RNF1.1, RNF1.2, RV5.3
UC41 - Negozi maggior revenue	RFD2.3, RFD4.4, RNF1.1, RNF1.2, RV5.3
UC42 - Trend orario	RFD2.3, RFD4.4, RNF1.1, RNF1.2, RV5.3
UC43 - Mappa percorsi utenti	RFD3.4, RFD2.3, RNF1.1, RNF1.2, RV1.1, RV1.2, RV1.3, RV1.4, RV1.5, RV1.6, RV2.1-RV2.6, RV3.1, RV3.2, RV3.5, RV3.6, RV4.1, RV4.2, RV4.3, RV5.1, RV5.2, RV5.3, RV5.6, RV6.1, RV6.2, RV6.3