

Smart Waste Collection - Project Management

Alessandro Marcantoni - 0000980506

Simone Romagnoli - 0000995763

Giugno 2022

Indice

Introduzione

Smart Waste Collection nasce come progetto integrato per i corsi di *Pervasive Computing* e *Laboratorio di Sistemi Software*. In questa relazione, vengono descritti nel dettaglio i metodi di *project management* utilizzati per lo sviluppo del progetto; in particolare, vengono spiegate nel dettaglio tutte le attività che hanno guidato i processi decisionali e come hanno impattato l'andamento del progetto stesso. Tra i requisiti del corso di *Laboratorio di Sistemi Software* vi è l'utilizzo di un approccio *Domain Driven*. Questo documento contiene anche gli artefatti prodotti come output di ciascun *process group*, appositamente elencati nell'appendice.

La struttura del documento prevede delle sezioni (*) che corrispondono ai *process group* applicati per la gestione del progetto, delle sotto-sezioni (**) che rappresentano i processi svolti per ogni *process group* ed infine delle sotto-sotto-sezioni (*.*.*) che riportano invece le attività operative svolte, nonché gli output scaturiti da tali attività.

Il presente documento è stato sviluppato all'interno di un apposito repository GitHub all'interno di una [organizzazione](#) creata per il progetto. Per ulteriori dettagli tecnici, consultare l'apposita [documentazione](#).

1 Scoping

Per svolgere la fase di scoping al meglio, si simula che il progetto Smart Waste Collection venga proposto dal cliente *Sphera*. In questo scenario, noi svolgiamo il ruolo di software house e, nello specifico, ricopriamo la posizione di *project manager* con diverse esperienze pregresse.

Nei seguenti capitoli, verrà descritta la richiesta del progetto da parte del cliente, per poi effettuare un'analisi rappresentata dal Project Overview Statement; tale documento sarà d'interesse sia per i *senior manager* della nostra azienda, sia per quelli dell'azienda cliente.

1.1 Proposta del Cliente

Sphera è un'azienda multiutility leader nei servizi ambientali, idrici ed energetici nell'ambito di una regione italiana. Negli ultimi due anni ha riscontrato lamentele da parte dei clienti in merito al servizio di smaltimento dei rifiuti. In particolare, i cittadini hanno manifestato malcontento a causa dell'inefficienza del servizio stesso e di periodi di mancato servizio, in cui non sono stati in grado di conferire i rifiuti. Questo problema è dato dal fatto che i cassonetti sono talvolta pieni, tuttavia la raccolta programmata è prevista dopo alcuni giorni. *Sphera* stessa si è inoltre accorta che alcune delle raccolte programmate hanno prelevato un quantitativo di rifiuti non sufficiente a giustificare la mobilitazione di un camion. Inoltre, un altro problema evidenziato dai cittadini consiste nello smaltimento di rifiuti straordinari (ferro, sterpaglie, ecc.). Nello specifico, al momento i cittadini, per smaltire i rifiuti straordinari, si devono personalmente recare presso il punto di smaltimento a loro più vicino, previa prenotazione telefonica al numero verde di *Sphera*. Le lamentele riguardano principalmente la disponibilità del servizio di call-center e i lunghi tempi d'attesa per l'effettivo smaltimento. Si richiede quindi un sistema che permetta il monitoraggio dei bidoni stessi indicando così all'azienda il momento più opportuno per la raccolta. In particolare, il manager dei servizi ambientali Richie Clato ha proposto di introdurre dei nuovi cassonetti con sensori che permettono di misurare il volume e il peso occupati dai rifiuti. Inoltre, tali cassonetti possono essere aperti solamente tramite l'utilizzo di una smart card fornita ai cittadini. Date queste premesse, Richie ha identificato i seguenti sistemi software che compongono la soluzione:

- **Dumpster Infrastructure:** i cassonetti saranno dotati di sensori che ne monitorano vari parametri. È pertanto necessaria un'infrastruttura che consenta di visualizzare in tempo reale lo stato dei cassonetti sparsi per il territorio. La soluzione deve essere scalabile in quanto deve astrarre dal numero di cassonetti. Deve inoltre mantenere lo storico degli accessi dei cittadini per futuri utilizzi, a partire da indagini statistiche fino a includere premi per i cittadini modello.
- **Citizen App:** un'applicazione mobile che permetta al cittadino di consultare lo stato dei cassonetti in ciascuna stazione di raccolta per sapere se è possibile conferire un particolare tipo di rifiuto. L'applicazione deve presentare una vista "a mappa della città" per permettere al cittadino di orientarsi. Inoltre, sarebbe opportuno se nella *home* il cittadino potesse vedere lo stato di alcune stazioni preferite.
- **Trucks Routing:** un'applicazione connessa con la **Dumpster Infrastructure** che organizza gli itinerari dei camioncini sulla base dello stato dei cassonetti in una determinata zona. Quando un autista parte dalla filiera deve avere l'itinerario pronto e deve raccogliere solamente un tipo di rifiuto.

- **Extraordinary Waste Booking:** un'applicazione o sito che permetta ai cittadini di prenotare lo smaltimento di rifiuti straordinari a casa: il cittadino deve indicare l'indirizzo di casa propria, il tipo di rifiuto straordinario e i giorni di disponibilità per la raccolta.
- **Admin Dashboard:** un'applicazione che permetta di visualizzare lo stato di cassonetti e posizione dei camioncini in tempo reale per gli amministratori. Deve inoltre poter visualizzare i dati storici e statistiche relative a conferimenti effettuati da cittadini e prenotazioni per raccolte di rifiuti straordinari.

1.2 Analisi del Dominio

Sono state condotti 3 *Project Scoping Meetings* con lo scopo di studiare al meglio il dominio in questione, in particolare adottando un approccio *Domain Driven*.

Nella prima riunione è stata discussa la proposta del cliente che, pertanto, è stato coinvolto in prima persona. Al fine di chiarire eventuali dubbi ed ambiguità presenti nella proposta stessa, è stata inoltre condotta un'intervista (??): a questa hanno partecipato, oltre ovviamente al cliente, i project manager, i membri core del team ed un facilitator. Quest'ultima figura è stata messa a disposizione direttamente dal cliente poiché presenta competenze sia tecniche che riguardanti il dominio del problema.

In seguito, è stata condotta una seconda riunione con lo scopo di analizzare in maniera approfondita il dominio. A questa riunione hanno partecipato i project manager, i membri core del team e il facilitator del cliente; l'obiettivo di questo meeting era quello di tradurre i desideri del cliente in user stories e requisiti formali. L'output di questa riunione ha compreso, oltre a user stories e *Requirements Breakdown Structure*, anche documenti formali utili successivamente al team tra cui *Impact Mapping*, *Benefit Mapping*, diagrammi dei casi d'uso e un vocabolario comune sotto forma di *Ubiquitous Language*. Inoltre, è stato possibile decidere un *Project Management Life Cycle Model* a partire dall'incertezza dei requisiti.

L'obiettivo della terza ed ultima riunione è stato quello di stilare un documento di *Project Overview Statement* in modo da formalizzare definitivamente il progetto. A questa hanno partecipato, proprio come nella prima, il cliente, i project manager, i membri core del team e il facilitator.

1.2.1 Intervista col Committente

Si riporta di seguito l'intervista con il committente.

1. Com'è attualmente gestita la raccolta dei rifiuti?

Al momento i camioncini raccolgono periodicamente i rifiuti dalle stazioni di raccolta. Noi abbiamo una schedula che elenca quali tipi di rifiuto dobbiamo raccogliere in un dato giorno. Ogni camioncino parte dalla filiera di smaltimento e svuota i cassonetti di tutti i punti di raccolta nella sua *mission area*. Noi vorremmo ottimizzare la raccolta per permettere ai cittadini di conferire i rifiuti in qualsiasi momento presso il punto di raccolta più vicino.

2. Quanti cassonetti ci sono in ogni punto di raccolta?

In base al numero di persone che vivono nella zona del punto di raccolta, possono esserci uno o più cassonetti per ogni tipo di rifiuto comune. Per esempio, un punto di raccolta può essere composto da due cassonetti della plastica, due della carta e uno per ogni altro tipo.

3. Quali tipi di cassonetti ci sono in ogni punto di raccolta?

I tipi di rifiuto presenti in ogni punto di raccolta sono indifferenziata, organico, plastica/alluminio, carta e vetro; tuttavia, stiamo pensando di introdurre altri tipi di rifiuto. I cassonetti possono avere caratteristiche fisiche diverse, a seconda dal tipo di rifiuto raccolto. Infatti, ci sono due grandezze possibili per i cassonetti: una grande, adatta per rifiuti che non necessitano di essere raccolti con alta frequenza, e una più piccola, che viene usata per i rifiuti organici, ad esempio. Al momento, i cassonetti più grandi possono essere aperti utilizzando una leva ad altezza dei piedi, mentre quelli più piccoli si aprono manualmente. Tuttavia, vorremmo che i cittadini fossero in grado di aprire tutti i cassonetti utilizzando una smart card.

4. Quali tipi di rifiuto vorreste raccogliere? Come?

Vorremmo prelevare i rifiuti comuni direttamente dai punti di raccolta. D'altro canto, vorremmo fornire un servizio di raccolta "a casa" *on-demand* per i rifiuti straordinari. I rifiuti comuni includono:

- carta
- plastica/alluminio
- vetro
- indifferenziata
- organico

I rifiuti straordinari includono:

- ramaglie
- olio esausto
- ferro
- elettronica
- vestiti
- altro

5. Quali sono le principali caratteristiche dei cassonetti?

Le principali caratteristiche sono:

- grandezza: in termini del volume di rifiuti che può contenere (misura in litri)
- colore: indica il tipo di rifiuto raccolto
- apertura: può essere tramite una leva ad altezza piedi o manuale

6. Quali informazioni vorreste tracciare per quanto riguarda un singolo cassonetto?

Per ogni cassonetto vorremmo sapere:

- il volume occupato
- se è aperto o chiuso
- se è funzionante o danneggiato
- se deve essere svuotato

7. Quali tipi di camioncini dei rifiuti avete? Quanti tipi di rifiuti può prelevare un singolo camioncino?

Abbiamo solo un tipo di camioncini. Durante una missione, può raccogliere solo un singolo tipo di rifiuto. Stiamo anche pianificando di acquisire camioncini specifici per i rifiuti straordinari per soddisfare le richieste dei clienti.

8. Quanti camioncini dei rifiuti avete?

Ce ne sono circa da 10 a 30 parcheggiati in ogni filiera di smaltimento. L'ammontare preciso dipende dal numero di punti di raccolta nella provincia della filiera.

9. Quali informazioni vorreste tracciare per quanto riguarda un singolo camioncino dei rifiuti?

Vorremmo tracciare:

- il volume totale
- il volume attualmente occupato
- il tipo di rifiuto che si sta raccogliendo al momento
- la sua posizione in tempo reale

10. Dove vengono portati i rifiuti dai camioncini?

I rifiuti vengono portati nella filiera di smaltimento della provincia.

11. Quindi i camioncini raccolgono rifiuti da ogni punto di raccolta della provincia?

No. A ogni camioncino viene assegnata una missione e, di conseguenza, una *mission area*. Una *mission area* è composta da un insieme di aree residenziale che sono fisicamente vicine tra loro.

12. Come sono distribuiti i punti di raccolta nel territorio?

C'è una filiera di smaltimento per ogni provincia. Ogni filiera è responsabile dei rifiuti prelevati dai punti di raccolta della propria provincia. Una provincia è suddivisa in aree residenziali dove è collocato un singolo punto di raccolta. Le aree residenziali sono dimensionate in modo da "coprire" più o meno lo stesso numero di persone.

13. Quali tipi di rifiuto vengono gestiti in una filiera di smaltimento?

Ogni filiera gestisce tutti i tipi di rifiuti. Ciascun tipo di rifiuto viene smaltito da un'apposita catena di smaltimento all'interno della filiera.

14. Come volete gestire i rifiuti straordinari?

Al momento, i rifiuti straordinari vengono portati direttamente alle filiere dai cittadini. Tuttavia, vorremmo che i cittadini siano in grado di prenotare un appuntamento per raccogliere i rifiuti straordinari direttamente a casa loro.

1.2.2 Ubiquitous Language

Per evitare ogni genere di ambiguità all'interno del dominio studiato, è stato accordato un vocabolario comune, identificato come *Ubiquitous Language*. In particolare, sono stati individuati i termini più usati dal cliente e spiegati con la definizione del cliente quando fornita. I termini sono stati raggruppati per *topic*, nello specifico:

- *Ubiquitous Language* del **cittadino** (??).
- *Ubiquitous Language* della **raccolta** (??).
- *Ubiquitous Language* del **cassonetto** (??).
- *Ubiquitous Language* del **camioncino** (??).
- *Ubiquitous Language* dei **rifiuti** (??).

1.2.3 User Stories

Dall'intervista col cliente sono scaturiti quelli che saranno i 3 attori principali nel sistema da realizzare: i manager dell'azienda cliente, i cittadini e gli autisti dei camion dei rifiuti. Le *user stories* prodotte (elencate di seguito) sono state quindi realizzate concentrandosi su questi attori.

As a Manager...

... *I want to* observe the real-time position of garbage trucks and the type of waste they are carrying *so that* I can monitor active missions.

... *I want to* observe the list of complaints received from citizens and dumpsters *so that* I can fix possible issues.

... *I want to* observe collection points and dumpsters' status *so that* I can check whether the system is working or not.

... *I want to* observe disposal points' position *so that* I can have a visual representation of their location.

... *I want to* observe the list of "at home" collection requests *so that* I can verify the usefulness of the service.

... *I want to* create a new smart card for specific citizens *so that* they can open dumpsters with it.

As a Citizen...

... *I want to* open dumpsters with my smart card *so that* I can dispose waste effortlessly and without touching the dumpster.

... *I want to* book an "at home" waste collection *so that* I don't have to go to the disposal point.

... *I want to observe all collection points so that I can see the types of waste that I can dispose of, the percentage of occupied volume for every dumpster and whether they are available or not.*

... *I want to report issues so that I can help improve the service.*

As a **Truck Driver**...

... *I want to automatically receive missions so that I can know which disposal points and which type of waste to collect.*

... *I want to automatically receive "at home" missions so that I can know which extraordinary waste collection requests I have to satisfy.*

... *I want to report issues so that I can notify managers about possible problems.*

1.2.4 Impact Mapping

Il diagramma di *impact mapping* realizzato (??) aiuta ad individuare una prima versione del **goal**. Inoltre, permette di specificare quali sono gli attori del dominio studiato e, per ognuno di questi, quali sono le variazioni di maggiore impatto introdotte dal progetto. In questo modo si riescono a dedurre delle idee per eventuali *deliverable* da proporre nel *Project Overview Statement*. Infine, il diagramma di *impact mapping* può fungere da spunto per la *Requirement Breakdown Structure*.

Inoltre, è stato prodotto un diagramma di *benefit mapping* (??) realizzato a partire dalle *user stories*. Questo mostra chi sono gli attori che beneficiano maggiormente dai cambiamenti introdotti dal sistema.

1.2.5 Casi d'Uso

Sulla base delle user stories individuate, sono stati prodotti dei diagrammi dei casi d'uso per meglio formalizzare i requisiti. In particolare, sono stati analizzati gli scenari:

- **Ordinary waste disposal** (??): lo scenario in cui il cittadino si reca presso il *collection point* per conferire i propri rifiuti; gli attori coinvolti in tale caso d'uso sono il cittadino e il cassonetto dei rifiuti.
- **Ordinary waste collection** (??): il processo che prevede la missione di raccolta dei rifiuti all'interno dei cassonetti da parte dei camioncini.
- **Extraordinary waste management** (??): la gestione dei rifiuti straordinari mediante raccolta a casa dei cittadini da parte dei camioncini.
- **Dashboard** (??): l'utilizzo della dashboard da parte dei manager e della **Citizen App** da parte dei cittadini.
- **Complaints** (??): la presentazione di reclami da parte di cittadini, autisti dei camioncini e cassonetti e successiva visualizzazione da parte dei manager.

1.2.6 Requirement Breakdown Structure

Una volta analizzati i casi d'uso e le *user stories*, è stato prodotto un diagramma di *Requirement Breakdown Structure* ???. Questo permette di descrivere ogni requisito in termini delle funzionalità che questo introduce.

Il **goal** che accomuna i requisiti è l'ottimizzazione della raccolta dei rifiuti. I requisiti che ne scaturiscono coincidono con gli elementi di primo livello; vi sono poi le funzioni di ciascuno, che spiegano quali sono le funzionalità di più alto livello di ciascun requisito. Le funzioni si suddividono ulteriormente in delle feature più specifiche.

- **Ottimizzazione della raccolta dei rifiuti**

1. **Dumpster Infrastructure**

- 1.1. Apertura dei cassonetti con smart-cards
 - 1.1.1. Autenticazione delle smart-card
 - 1.1.2. Apertura e chiusura di cassonetti
- 1.2. Raccolta e condivisione dati
 - 1.2.1. Aggiornamento del volume occupato
 - 1.2.2. Salvataggio di informazioni sul conferimento dei cittadini
 - 1.2.3. Segnalazione problemi

2. **Citizen App**

- 2.1. Verifica dello stato dei cassonetti
 - 2.1.1. Interfaccia grafica con cassonetti
 - 2.1.2. Verifica della disponibilità dei cassonetti
 - 2.1.3. Verifica del volume occupato dei cassonetti
- 2.2. Prenotazione di smaltimento di rifiuti straordinari
 - 2.2.1. Creazione di una richiesta di smaltimento di rifiuti straordinari
- 2.3. Segnalazione problemi
 - 2.3.1. Scrivere una lamentela
 - 2.3.2. Inviare lamentele

3. **Trucks Routing**

- 3.1. Pianificare missioni di smaltimento di rifiuti ordinari
 - 3.1.1. Inviare notifica di "cassonetto pieno"
 - 3.1.2. Ricerca di altri cassonetti "quasi pieni" nei dintorni
 - 3.1.3. Calcolo del percorso migliore
 - 3.1.4. Tracciamento della posizione in tempo reale dei camioncini
- 3.2. Pianificare missioni di smaltimento di rifiuti straordinari
 - 3.2.1. Notifica di richiesta di smaltimento di rifiuti straordinari
 - 3.2.2. Raggruppamento di missioni per tipo di rifiuto straordinario
 - 3.2.3. Calcolo del percorso migliore
 - 3.2.4. Tracciamento della posizione in tempo reale dei camioncini

4. **Admin Dashboard**

- 4.1. Mostrare lo stato dei punti di raccolta
 - 4.1.1. Mostrare la disponibilità dei cassonetti

- 4.1.2. Mostrare il volume occupato dei cassonetti
- 4.2. Mostrare lo stato in tempo reale dei camioncini
 - 4.2.1. Mostrare la posizione dei camioncini
 - 4.2.2. Mostrare il volume occupato dei camioncini
- 4.3. Mostrare la missioni
 - 4.3.1. Mostrare la lista di missioni attive
- 4.4. Mostrare le segnalazioni
 - 4.4.1. Mostrare la lista di segnalazioni
- 4.5. Registrazione di nuovi cittadini
 - 4.5.1. Creazione di nuove smart-card per i cittadini

1.2.7 Project Management Life Cycle Model

In seguito all'individuazione dei requisiti, è stato scelto il *life cycle model* ritenuto più adatto per condurre il progetto. Dato il livello di conoscenza dei requisiti in questa fase, si è optato per un modello **tradizionale incrementale**. Tale scelta è stata effettuata perché sono noti a priori sia i goal, sia le soluzioni che permettono di raggiungere gli obiettivi; perciò, non è stato ritenuto necessario adottare un approccio agile. Ciò è dovuto anche all'utilizzo di un approccio *domain driven* che ha permesso di studiare a fondo il dominio del problema. Tuttavia, non è stato scelto un approccio lineare (a cascata) poiché la formalizzazione dei requisiti mediante *user stories* rende naturale la scomposizione in **milestone**.

1.3 Project Overview Statement

In seguito all'analisi del dominio, è stato prodotto un *Project Overview Statement* per ricevere l'approvazione da parte del *senior management* a procedere con il progetto. Si assume che il *POS* sia stato ben compreso dai *senior manager* e che questi abbiano subito approvato l'inizio del progetto. Tale documento è riportato di seguito:

PROJECT OVERVIEW STATEMENT	Nome Progetto Smart Waste Collection	Project Managers Alessandro Marcantoni, Simone Romagnoli
Problemi/Opportunità <p>Il servizio di smaltimento dei rifiuti dell'azienda <i>Sphera</i> è inefficiente: talvolta i cassonetti sono pieni, pertanto i cittadini non riescono a conferire i propri rifiuti, e la raccolta programmata avverrà solo alcuni giorni dopo.</p> <p>Inoltre, la clientela è fortemente insoddisfatta del metodo di raccolta dei rifiuti straordinari che al momento prevede una prenotazione al numero verde per potersi successivamente recare di persona al punto di smaltimento.</p> <p>L'azienda potrebbe infine sfruttare l'ottimizzazione della raccolta dei rifiuti per minimizzare le missioni di raccolta che prelevano un quantitativo di rifiuti non abbastanza elevato: <i>Sphera</i> stessa ha infatti rilevato che alcune raccolte programmate hanno prelevato un quantitativo di rifiuti non sufficiente a giustificare la missione di raccolta.</p>		
Goal <p>L'obiettivo principale è ottimizzare la raccolta rifiuti facendo in modo che, quando almeno un cassonetto raggiunge il 75% di volume occupato, parta una missione di raccolta che svuoti anche i cassonetti pieni più del 50% in aree limitrofe.</p> <p>Parallelamente, si vuole riorganizzare la raccolta di rifiuti straordinari in modo che il 95% degli appuntamenti venga concordato per via telematica e la raccolta avvenga a casa del cliente.</p>		
Obiettivi <p>Si vogliono realizzare i seguenti sottosistemi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dumpster Infrastructure: dotare i cassonetti di sensori e attuatori in grado di: <ul style="list-style-type: none"> – monitorare il volume occupato; – aprire il cassonetto all'avvicinamento di una smart card; – memorizzare/condividere i dati raccolti. • Citizen App: applicazione mobile che permetta al cittadino di: <ul style="list-style-type: none"> – consultare lo stato di riempimento dei cassonetti nei punti di raccolta; – prenotare un appuntamento per smaltimento di rifiuti straordinari; – segnalare eventuali problemi/reclami. • Trucks Routing: sistema reattivo che organizza missioni di raccolta rifiuti (ordinari e straordinari) . • Admin Dashboard: piattaforma che consente ai manager di visualizzare informazioni relative ai cassonetti, posizione dei camioncini in tempo reale e una lista dei reclami. 		

Criteri di Successo

1. I cassonetti dei rifiuti non raggiungono mai il 100% di volume occupato (*Improved Service*).
2. Il numero medio di missioni mensili si riduce di almeno del 25% (*Avoided Cost*).
3. Non si ricevono più di 5 reclami al mese (*Improved Service*).
4. Lo smaltimento di rifiuti straordinari avviene, almeno al 95%, in seguito a prenotazioni sulla **Citizen App** (*Improved Service*).

Rischi/Assunzioni/Ostacoli

- Si assume che l'azienda *Sphera* possa sostenere i costi dovuti alla realizzazione dell'intero progetto.
- Si assume che i rifiuti conferiti da un singolo cittadino non superino il 10% della capacità massima dei cassonetti.
- Si assume che tutti i cittadini ricevano la propria smart card per il conferimento di rifiuti.
- La messa a terra dei nuovi cassonetti e la distribuzione delle smart card ai cittadini costituiscono un ostacolo temporale.
- C'è il rischio che i cittadini non sfruttino i nuovi servizi, ad esempio chiamando il numero verde per prenotare missioni di smaltimento di rifiuti straordinari.
- C'è il rischio che i cittadini non sappiano sfruttare la tecnologia delle smart card e non riescano a conferire i propri rifiuti.

1.3.1 Conditions of Satisfaction & Acceptance Criteria

Insieme al *Project Overview Statement*, sono state individuate delle condizioni da rispettare per garantire il successo del progetto. In particolare, queste comprendono:

- **Ecosostenibilità:** vista la leadership nei servizi ambientali di *Sphera*, le sue policy interne concedono di realizzare progetti esterni solo con aziende che rispettino determinate caratteristiche di sostenibilità ambientale. Nello specifico, per lo sviluppo del progetto l'azienda deve utilizzare delle *capability* che riducano i consumi energetici almeno del 30% rispetto ad uno standard di riferimento, che ammettano l'utilizzo di luce naturale per almeno il 50% delle aree occupate e che abbiano almeno un contratto di forniture fatte con materiali riciclati. Fortunatamente, la nostra azienda soddisfa tali condizioni; sarà quindi solamente necessario mantenerle.
- **Utilizzo di Digital Twin:** il reparto IT del cliente ha concordato con il core team l'utilizzo della tecnologia basata su *digital twin* per garantire compatibilità con estensioni future del progetto o anche funzionalità terze.
- **User Experience:** il committente ha richiesto di coinvolgere degli esperti di design di sua conoscenza per quanto riguarda la resa grafica delle componenti con interfaccia. Ha pertanto

chiesto di realizzare dei prototipi (in forma di *mock-up*) da presentare al *design team* da loro scelto per approvazione prima di procedere con la realizzazione dei front end.

Inoltre, sono stati stilati dei criteri di accettazione per ogni requisito precedentemente individuato. In particolare:

- **Dumpster Infrastructure:**

1. Tutta l'infrastruttura (cassonetti e punti di raccolta) ha una controparte digitale rappresentata dal proprio *digital twin*.
2. I cassonetti sono tutti dotati di un sensore di volume, un sensore di peso e un microprocessore connesso alla stazione wi-fi del punto di raccolta, grazie ai quali riescono a comunicare dati ed eventi con le varie componenti del sistema.
3. I cassonetti si aprono e si chiudono con chiamate da remoto.

- **Trucks Routing:**

1. Le missioni e i camioncini hanno una controparte digitale rappresentata dal proprio *digital twin*.
2. Il componente riesce a generare correttamente una missione ordinaria in seguito ad una notifica ricevuta da un cassonetto pieno.
3. Il componente riesce a generare correttamente missioni straordinarie con frequenza giornaliera.

- **Admin Dashboard:**

1. É presente una pagina in cui si riescono a consultare i punti di raccolta.
2. É presente una pagina in cui si riescono a consultare i camioncini in missione.
3. É presente una pagina in cui si riescono a consultare le richieste di missione straordinaria.
4. É presente una pagina in cui si riescono a consultare i reclami.

- **Citizen App:**

1. É presente una pagina in cui si riescono a consultare i punti di raccolta.
2. É presente una pagina in cui si riescono a prenotare delle richieste di missione straordinaria.
3. É presente una pagina in cui si riescono a consultare le proprie richieste di missione straordinaria.

2 Planning

In questa sezione viene portata avanti la pianificazione delle fasi successive del progetto. A partire dal *Project Management Life Cycle Model* scelto in fase di scoping, verrà definita una schedula contenente le attività da svolgere per raggiungere gli obiettivi specificati nella sezione di scoping (??).

2.1 Definizione delle Attività

Questa fase è stata condotta durante diverse riunioni di *Joint Project Planning Session*. A ciascun meeting hanno partecipato tutti i membri core del team, i project manager, un facilitator (che ha anche rappresentato il cliente) e il resource manager.

Nella prima riunione è stato nuovamente presentato lo sponsor del progetto che coincide con il committente, e sono stati presentati tutti i membri core del team, per rafforzare il legame con il cliente. Successivamente, è stato confermato il *Project Management Life Cycle Model* scelto, riflettendo brevemente su vantaggi e svantaggi offerti da ciascuna metodologia nel caso del progetto corrente. Questa fase è considerata di fondamentale importanza poiché può influenzare pesantemente le successive riunioni di *planning*.

Nella seconda riunione sono stati validati i requisiti ed è stato individuato un diagramma delle dipendenze tra questi per comprenderne le priorità.

Nei meeting successivi sono state individuate le attività e i task da svolgere per realizzare ogni requisito. A ogni task è stata associata una stima di tempo necessario per la sua implementazione: a partire da queste stime, è stato possibile comprendere la durata di ogni requisito in ore/uomo.

2.1.1 Analisi delle Dipendenze

In seguito alla validazione dei requisiti, sono state individuate le dipendenze realizzative tra di essi. Nello specifico, come mostra il diagramma ??, il requisito della **Dumpster Infrastructure** è il primo da portare a termine, seguito dal **Trucks Routing**. A seguire, possono essere implementati **Admin Dashboard** e **Citizen App** parallelamente; tuttavia, si ritiene la *Admin Dashboard* leggermente più prioritaria per riuscire a monitorare al meglio i requisiti precedenti.

2.1.2 Work Breakdown Structure

A partire dai requisiti individuati in fase di *scoping*, è stata fatta una scomposizione delle **attività** da svolgere per portarli a compimento. Da ogni attività sono stati poi dedotti i **task**, cioè le attività di massimo dettaglio che saranno la base per stimare i tempi e i costi realizzativi di ogni requisito. Ad ogni task (e ad ogni attività che non genera ulteriori task) è stato associato un identificativo univoco per poter essere referenziato in momenti successivi. Si riportano quindi le *Work Breakdown Structure* di:

1. **Dumpster Infrastructure** (??).
2. **Trucks Routing** (??).
3. **Admin Dashboard** (??).
4. **Citizen App** (??).

2.1.3 Project Network Diagrams

È stata effettuata un'analisi che ha permesso di produrre dei *Project Network Diagram* per ogni requisito individuato. In particolare, è stata associata una stima di tempo necessario per svolgere ogni task: tale stima è stata effettuata con *Delphi Technique*. In particolare, iterativamente ogni membro del team ha espresso la propria opinione fino a raggiungere una ragionevole convergenza, cercando di non superare le 3 iterazioni. Successivamente, sono state identificate le dipendenze tra i task: queste permettono di comprendere quali task possono essere svolti in parallelo e quali invece necessitano che altri vengano portati a termine prima di poter essere iniziati. Si riportano quindi i diagrammi realizzati:

- **Dumpster Infrastructure** (??).
- **Trucks Routing** (??).
- **Admin Dashboard** (??).
- **Citizen App** (??).

Ogni diagramma è suddiviso in sezioni che rappresentano le funzioni individuate nella *Requirement Breakdown Structure* (??). Inoltre, la durata concordata per ogni task è rappresentata in ore/uomo, considerando però che ogni unità lavorativa dovrà essere successivamente sottoposta a review da parte di un altro membro del team. In passato, è stato dimostrato che tale approccio ha garantito una maggiore produttività e migliore qualità del codice; di conseguenza, i project manager hanno proposto tale modalità operativa già in fase di *planning* e il committente, che ne ha compreso i vantaggi, ha concordato tale metodologia.

In seguito, è stato realizzato un ulteriore diagramma **Pert** (??) che rappresentasse durata delle attività e dipendenze tra di esse in modo tale da poter costruire il *critical path*, ovvero l'insieme di quei task che, se subiscono ritardi, faranno ritardare l'intero progetto. Questo permetterà di porre particolare attenzione a tali attività nella fase di monitoraggio.

2.2 Analisi e Pianificazione Strategica

Nei vari meeting di pianificazione sono stati analizzati i rischi che potrebbero incorrere durante lo svolgimento del progetto, per poi definire delle policy di gestione del rischio. Inoltre, è stata effettuata un'analisi di **Cost Budgeting** per stimare il budget che sarà successivamente monitorato e controllato considerando la *baseline* definita. Infine, è stato definito un piano di qualità che definisce gli standard di qualità del prodotto e come verranno effettuati **Quality Assurance & Control** nelle fasi successive del progetto.

2.2.1 Analisi dei Rischi

Alla luce delle attività precedentemente individuate, è stata condotta un'analisi per determinare eventuali rischi che queste possono comportare (**risk identification**) e stabilirne probabilità e impatto (**risk assessment**), modalità di gestione (**risk mitigation**), modalità di controllo ed azioni correttive nel caso eventi negativi si verifichino (**risk monitoring & control**).

Un primo rischio riscontrato riguarda dei possibili, seppur minimi, cambiamenti di scope. La probabilità che questi si verifichino, come nella maggior parte dei progetti, è molto elevata; tuttavia, l'impatto di tali cambiamenti è ridotto grazie alla cospicua fase di analisi del dominio (realizzata mediante *Domain Driven Design*) condotta insieme ad esperti messi a disposizione dal committente stesso. Perciò, si è deciso di gestire tale rischio introducendo una **scope bank**.

Un altro rischio individuato riguarda l'incertezza e non esperienza sulla tecnologia impiegata per realizzare e gestire i *digital twin*. È pertanto necessario effettuare degli studi per scegliere la tecnologia più opportuna e, successivamente, formare i componenti del team di sviluppo affinché siano in grado di utilizzarla. Si stima che tali attività non impattino significativamente sulla durata del progetto poiché gli sviluppatori conoscono già alcuni elementi di base riguardo a tale ambito. Perciò si è ritenuto sufficiente aumentare la durata dei task che includono l'utilizzo di tale tecnologia di 4 ore.

Infine, è stato considerato il rischio che un componente del team di sviluppo non sia in grado di svolgere il proprio lavoro a causa di impegni relativi ad altri progetti. Nonostante ciò possa avere un impatto considerevole sul corretto avanzamento del progetto, la probabilità che ciò accada è però piuttosto bassa; perciò, si ritiene sufficiente stabilire un ritmo di lavoro sostenibile in termini di ore di lavoro giornaliere così da conciliare anche gli impegni relativi ad altri progetti. Inoltre, per monitorare il corretto svolgimento del progetto, si prevede di riportare con cadenza giornaliera lo stato di avanzamento personale dei membri del team. Questo permetterà di accorgersi immediatamente di eventuali ritardi e, in tal caso, verrà chiesto agli altri membri del team di aiutare il compagno, se possibilitati a farlo, o al componente del team in questione di dedicare più ore al progetto corrente.

2.2.2 Analisi del Budget

A partire dalla definizione dei task e dei tempi necessari per svolgerli, è possibile individuare una stima del budget necessario per la realizzazione del progetto. In particolare, l'azienda paga i propri sviluppatori 45,00€ l'ora. Pertanto, dato che l'ammontare di ore totali di lavoro che le attività richiedono è di 317 ore, il budget richiesto per sostenere i costi delle risorse umane è di 14265,00€.

Inoltre, tra i costi individuati vi sono quelli della piattaforma per la gestione di *digital twin* e *cloud providers*. Infatti, è necessario affidarsi a *service provider* esterni che introducono inevitabilmente dei costi di acquisizione e gestione. Non avendo ancora valutato per quale optare tra i vari disponibili, non è possibile stimare con precisione il budget richiesto; tuttavia, si riporta di seguito una cifra indicativa dell'ordine di grandezza. La maggior parte dei *cloud providers* forniscono macchine al costo di circa 100€ al mese, scegliendo una configurazione di risorse opportuna per il sistema da realizzare. Infine, piattaforme che gestiscono *digital twin* calcolano i prezzi in base al numero di chiamate/messaggi. Il costo medio è di 1,20€ ogni 1.000.000, pertanto si stima un costo mensile di circa 100€. Tale stima è stata ottenuta considerando che il numero di persone che abitano l'area coperta dal sistema è circa 5.000.000, che il numero medio di conferimenti mensili per ogni nucleo familiare è pari a 10 (ognuno corrispondente a circa 5 richieste al servizio), che vengono effettuate circa 3000 raccolte al mese (ognuna corrispondente a circa 1000 richieste al servizio).

2.2.3 Piano di Qualità

Per garantire la qualità del codice è stato definito un insieme di regole da rispettare per ogni componente da realizzare:

- **Linting:** il codice scritto dovrà essere correttamente formattato; per garantire ciò, sarà necessario utilizzare un tool di linting a seconda del linguaggio utilizzato per l'implementazione del componente. Tale requisito deve essere garantito per ogni sorgente prodotto.
- **Commenti:** il codice scritto dovrà essere commentato per garantire chiarezza e velocità di review. La percentuale di linee contenenti commenti per ogni file, non dovrà mai essere inferiore al 30% (rispetto alla lunghezza totale del file).

- **Documentazione:** ogni sottosistema deve presentare la relativa documentazione delle proprie *API*, in modo da favorire l'integrazione.
- **Testing:** il sistema deve essere realizzato mediante approccio *Test Driven Development*. I test dovranno anche comprendere una verifica della *coverage* del software: questa non dovrà mai essere inferiore al 90%.

La *Quality Assurance* del prodotto verrà effettuata grazie all'utilizzo di un insieme di workflow di **continuous integration**. Questi dovranno garantire che gli standard decisi nel *Quality Planning* vengano rispettati per ogni sottosistema. In caso di mancato rispetto degli standard, i workflow dovranno prevedere l'invio automatizzato di una mail all'autore del codice per poter intervenire sul sorgente.

2.3 Definizione della Schedule

Durante l'ultima *Joint Project Planning Session* è stata presentata la schedule al committente che la ha approvata, permettendo così l'inizio del progetto.

2.3.1 Gantt Diagram & Scope Bank

Una volta individuata la stima della durata di ogni task, è stata stilata la schedule definitiva considerando le risorse a disposizione. Nello specifico, il *developer team* formato per il progetto è composto da 4 risorse; pertanto, si è pianificato di svolgere in parallelo al massimo 4 task. Il diagramma Gantt prodotto (??), considerando le risorse sopracitate, ha definito una schedule di 100 ore. Come già discusso durante l'analisi dei rischi ??, si è deciso di allocare una *scope bank* equivalente al 10% della durata totale del progetto in modo da affrontare e gestire al meglio cambiamenti di scope. Di conseguenza, al committente verrà presentata una schedule della durata totale di 110 ore. Si prevede che il team dedichi al progetto circa 4 ore al giorno dato che i membri sono impegnati in altri progetti. Pertanto, la durata stimata del progetto è di 28 giorni lavorativi.

3 Launching & Executing

In questa sezione vengono riportati gli elementi significativi riguardanti il *launching* del progetto.

3.1 Definizione del Team e delle Regole Operative

Il team di progetto è stato idealmente definito già in fase di *scoping*, di conseguenza il processo di recruiting non ha richiesto molto tempo. Quindi, una volta confermato il team che ha partecipato alle fasi precedenti, sono stati definiti gli aspetti operativi che accompagnano le parti successive.

In seguito, è stato tenuto un *Kick-Off Meeting* che ha avuto come obiettivo quello di riunire tutti gli *stakeholder* del progetto per rimarcare gli aspetti rilevanti del lavoro da svolgere a valle della pianificazione schedulata.

3.1.1 Staffing

I seguenti membri del team, hanno partecipato a tutte le riunioni precedenti e sono, di conseguenza, allineati sulla pianificazione del progetto:

- Martina Baiardi (*Converging*)
- Alessandro Marcantoni (*Accomodating*)
- Simone Romagnoli (*Diverging*)
- Marta Spadoni (*Assimilating*)

Vista l'approvazione della pianificazione da parte del cliente, non è stato ritenuto necessario espandere ulteriormente il *core team*, che, pertanto, coincide con il *developer team*.

3.1.2 Responsibility Management

Vista la natura orizzontale del team, non è stato ritenuto necessario distinguere le responsabilità dei singoli individui relative alle attività. Tuttavia, sono stati assegnati dei **ruoli** a ciascun membro del team che permettano di identificare tempestivamente gli *owner* di eventuali problematiche.

In primo luogo, *Alessandro* e *Simone* hanno svolto da *project manager*, quindi sono stati incaricati di tutti gli aspetti non meramente implementativi. Per quanto riguarda invece gli aspetti più implementativi, *Martina* è stata eletta responsabile delle scelte tecnologiche, che verranno tuttavia confermate dai project manager e discusse assieme al developer team durante i meetings. Invece, *Marta* è stata eletta responsabile del prodotto: si è quindi occupata di gestire i repository di codice prodotti e ha definito come assicurarsi un'alta qualità del codice attraverso processi di *continuous integration* e *continuous delivery*.

3.1.3 Operative Rules

Sono state stabilite delle regole operative per allineare i vari membri del team sulle modalità d'esecuzione dei processi.

- **Meetings** - Ogni mattina verranno condotti degli **stand-up meeting** che avranno lo scopo di condividere lo stato di avanzamento della realizzazione di task e l'insorgere di eventuali problemi. Inoltre, verranno tenute delle riunioni prima di iniziare la realizzazione di un nuovo *requirement* e al completamento di quest'ultimo; a questi meeting parteciperà anche il committente. Ovviamente, se ritenuto opportuno, sarà possibile richiedere dei meeting da qualsiasi membro e in qualsiasi momento.

- **Problem Solving** - Per risolvere eventuali problemi ci si affiderà a un approccio *team-oriented*. Innanzitutto, verranno discussi durante i meeting giornalieri e si cercherà insieme di individuare le cause e i “proprietari” dei problemi. Una volta analizzato al meglio il problema, verranno generate idee risolutive con dei *brainstorming* e si svilupperanno dei piani d’azione sulla base di quelle migliori.
- **Decision Making** - Il processo di *decision making* avrà un approccio di tipo **consultativo**: i project manager saranno ritenuti responsabili delle decisioni prese e delle eventuali conseguenze, tuttavia queste verranno prese solamente dopo essere state discusse con il team.
- **Comunicazioni** - Sono stati concordati diversi canali di comunicazione sulla base degli argomenti di discussione:
 - *Whatsapp* per le comunicazioni più veloci.
 - *Email* per le comunicazioni più formali o con il cliente.
 - *Slack* per le comunicazioni più tecniche.

Il cliente ha espressamente dichiarato la sua preferenza per le chiamate (telefoniche o in videoconferenza) in caso di comunicazioni sincrone che lo coinvolgono. Tuttavia, è stato comunque integrato nei canali più interni affinché sia reso partecipe anche delle notizie minori relative al progetto.

3.1.4 Project Impact Statement

I project manager hanno stilato, assieme a tutti i membri del team, un documento che definisca la gestione dei cambiamenti di scope. In particolare, per ogni cambiamento introdotto nelle fasi successive al lancio del progetto, sarà necessario definire:

- importanza e pertinenza, stabilendo se il cambiamento conduce a maggiori benefici e se è in linea con gli obiettivi di progetto. È pertanto necessario consultare il cliente prima di prendere una decisione;
- costi introdotti, in termini di tempo, risorse umane e denaro;
- ridefinizione provvisoria della schedula.

I project manager non hanno ritenuto necessario concentrarsi sull’individuazione delle cause che hanno introdotto il cambiamento, data la natura del progetto esterno.

Dopo aver analizzato al meglio il cambiamento, sarà possibile dedurre quanto tempo quest’ultimo detrae dalla **Scope Bank** allocata. Se il tempo richiesto non è particolarmente eccessivo (non supera il 50% del valore iniziale della Scope Bank), si potrà procedere seguendo il piano già stilato ed approvato dal cliente. Nel caso il tempo richiesto sia invece considerevolmente elevato, sarà necessario stabilire insieme al cliente una nuova schedula. Una volta ottenuta l’approvazione finale, verrà formalizzata la nuova schedula e si potrà procedere con l’integrazione del cambiamento.

4 Monitoring & Control

In questa sezione vengono riportate le strategie adottate per monitorare i task definiti in fase di pianificazione (??). Inoltre, viene riportato il processo di accettazione del prodotto da parte del committente.

4.1 Monitoraggio del Progetto

Sono stati monitorati diversi aspetti riguardanti il progetto. Tale attività è ritenuta necessaria per rispettare la pianificazione effettuata ed accorgersi presto di eventuali problematiche. Nello specifico, sono stati utilizzati dei metodi formali per monitorare sia lo stato di avanzamento dei task, sia lo stato dei membri del team in termini di problematiche riscontrate e di produttività.

4.1.1 Progress Reporting

Per riportare lo stato di avanzamento dei task, il team ha deciso di affidarsi a due sistemi di reporting; in particolare:

- **Trello**, per riportare lo svolgimento delle attività più recenti (*current period reports*);
- **Boardify**, per riportare l'avanzamento del progetto coprendone l'intera storia (*cumulative reports*).

Entrambi i sistemi scelti permettono di istanziare delle bacheche sulle quali è possibile tracciare l'andamento dei task e individuare lo scostamento tra lo stato di avanzamento attuale e la pianificazione. Inoltre, il secondo sistema è stato sviluppato internamente all'azienda: di conseguenza, i membri del developer team si sono trovati già familiari con tale strumento e ciò ha permesso di ridurre l'*overhead* introdotto dal processo di monitoring.

In aggiunta, il responsabile del prodotto (*Marta*) ha considerato il processo di monitoring come fondamentale per lo sviluppo di codice. Quindi, è stato concordato di inserire tale processo nella **continuous integration** del prodotto. Infatti, è stato possibile stilare dei report relativi a ciascun task grazie ai messaggi di *commit* effettuati dagli sviluppatori; in questo modo, è stato possibile automatizzare il controllo dello stato di avanzamento in ogni task senza introdurre maggiore *overhead*.

4.1.2 Issues Log

Per tenere traccia di tutte le problematiche che emergono è stato redatto un documento chiamato *Issues Log*. In particolare, tale documento ha permesso di identificare e analizzare meglio le problematiche, ed è stato utilizzato per evidenziare, in una determinata fase del progetto, quali problemi si trovassero in risoluzione e quali fossero già risolti. Inoltre, la condivisione di tale documento con il committente ha permesso di coinvolgerlo maggiormente e di incrementare la sua fiducia nei confronti del team.

Dato un problema, l'*Issues Log* ha permesso di tracciare:

- nome del problema;
- descrizione del problema;
- proprietario del problema;
- data di riscontro del problema;

- data di risoluzione;
- metodi risolutivi ipotetici;
- metodo risolutivo utilizzato;
- stato attuale.

4.1.3 Meetings

Come anticipato nella sezione ??, quotidianamente sono stati condotti dei **Project Status Meeting**, ai quali ha partecipato ogni membro del developer team. In queste riunioni non è stato incluso il committente, tuttavia è stato sempre riportato l'esito con una breve descrizione del meeting (massimo 10 righe). Il programma di queste riunioni prevede:

- breve presentazione dello stato di avanzamento dei task svolti dai membri del developer team;
- aggiornamento dell'*Issues Log*;
- aggiornamento (se necessario) della schedula;
- aggiornamento del **Project Notebook**.

4.2 Controllo del Progetto

Durante lo svolgimento del progetto è emerso un cambiamento di scope. In particolare, dalla riunione di inizio del requisito **Trucks Routing**, a cui ha partecipato anche il cliente, è scaturita la necessità di applicare una variazione importante alla logica di generazione delle missioni di raccolta dei rifiuti. Nella soluzione precedente le missioni venivano generate solamente dai cassonetti quando il volume occupato dalla spazzatura superava la soglia del 75%. Il cliente ha manifestato l'esigenza di controllare quotidianamente il volume occupato dai cassonetti in ogni area residenziale per generare missioni nel caso in cui un numero elevato di cassonetti raggiunga il 50% di volume occupato. Il cliente ha espresso tale bisogno motivato da risultati di ricerche interne, dimostrando che tale funzionalità possa essere effettivamente vantaggiosa per il loro sistema. I project manager, insieme al developer team, hanno valutato l'impatto di tale variazione all'interno del *Project Impact Statement*, la cui gestione è descritta nella sezione ??. Nello specifico, a fronte di tale cambiamento di scope sono state fatte le seguenti considerazioni:

- **Importanza e Pertinenza:** il cambiamento è sicuramente in linea con il *goal* del progetto, in quanto mira ad una maggiore efficienza nella generazione di missioni. Inoltre, comporta l'introduzione di una *feature* importante ad uno dei microservizi core del sistema.
- **Costi:** per la realizzazione di tale task è stata allocata una risorsa per l'implementazione e una seconda risorsa (diversa dalla prima) per effettuarne una review. Per quanto riguarda le tempistiche di tale attività, non risulta dipendente da nessun altro task all'interno del requisito. Tuttavia, avendo a disposizione solo 4 risorse, i tempi di realizzazione saranno certamente dilatati. La stima della durata della singola attività risulta essere di almeno 8 ore, che eccede la soglia del 50% della **Scope Bank** individuata per poter procedere senza modificare la schedula. Inoltre, l'aggiunta di una nuova attività comporta una revisione del budget. Con i criteri già utilizzati nella sezione , si stima di aggiungere 360€ al budget precedentemente stabilito.

- Ridefinizione Provvisoria della Scheda: il cambiamento è stato introdotto nella nuova scheda provvisoria (??), la quale è stata presentata al committente. In particolare, la nuova scheda prevede un quantitativo di lavoro pari a 113 ore: questo è dato dal fatto che è stato prelevato il 50% di ore della *Scope Bank* (5 ore), mentre le restanti 3 ore dell'attività sono quelle che determinano l'effettiva variazione della scheda. Di conseguenza, la consegna del sistema sarà ritardata di un giorno lavorativo. In seguito a tale variazione, la dimensione della *Scope Bank* ammonta a 5 ore. Prima di procedere con l'effettiva implementazione, è stata attesa la conferma da parte del cliente.

4.3 Accettazione del Progetto

Una volta terminata la realizzazione di tutti i requisiti, il team si è assicurato che il sistema funzionasse nella sua interezza: ciò è stato possibile anche durante lo svolgimento del progetto grazie ai test sviluppati e ai processi di *continuous integration* e *continuous delivery*; tuttavia, si è voluta ottenere un'ulteriore conferma a progetto terminato eseguendo nuovamente i test e verificando il corretto funzionamento del sistema deployato.

Successivamente, è stato condotto un meeting, come pianificato, per mostrare al committente il progetto terminato. Questi ha espresso la sua soddisfazione e ha concordato a procedere con la fase di chiusura del progetto.

5 Closing

In questa sezione vengono riportati i processi seguiti per chiudere il progetto. Nello specifico, vengono riportate le procedure di accettazione seguite coinvolgendo il committente e i processi di auto-valutazione e *review* del team eseguiti come ultima fase del progetto.

5.1 Procedure di Accettazione

Già in fase di pianificazione (??), sono stati accordati dei processi di accettazione del progetto per evitare fraintendimenti ed evitare problematiche di qualsiasi genere. Tali procedure hanno incluso il collaudo delle componenti del progetto, la verifica della corretta installazione del sistema nella sua interezza e la consegna della documentazione formale relativa all'utilizzo e allo sviluppo del progetto. Tali processi sono stati iniziati con il *launching* del progetto (??) grazie ai meccanismi di *monitoring* (??) realizzati; tuttavia, il team ha dedicato ulteriore tempo, coinvolgendo il committente, per effettuare verifiche finali a progetto terminato.

5.1.1 Collaudo

Il collaudo del progetto ha richiesto che tutti i test sviluppati funzionassero. Il committente ha manifestato la sua fiducia nei test in quanto lo sviluppo del progetto ha avuto un approccio basato su **Test Driven Development**: ciò ha permesso di accertare il funzionamento di un componente nell'immediato e di costruire test che verificassero il comportamento desiderato del software. La combinazione di tale tecnica con un flusso ben definito di **Continuous Integration** ha permesso di collaudare continuamente il sistema. Inoltre, ha permesso di identificare problematiche nell'immediato, in particolare con l'invio di notifiche in caso di errori introdotti da cambiamenti o nuove feature nel sistema.

5.1.2 Deployment

Una volta accettati i deliverable, si è proceduto con la loro installazione. Anche tale processo è stato automatizzato già dalle fasi precedenti del progetto, grazie alla definizione di un flusso ben definito di **Continuous Delivery**.

Per l'installazione è stato adottato un approccio **Cut-Over**, sostituendo completamente le soluzioni precedenti. La scelta di tale approccio è dovuta alla natura del progetto, che aveva come obiettivo quello di cambiare radicalmente le metodologie di raccolta dei rifiuti.

5.1.3 Documentazione

Il committente ha richiesto una documentazione molto dettagliata affinché sia possibile apportare modifiche in momenti futuri. Di conseguenza, è stata consegnata una copia del **Project Notebook**, contenente le descrizioni di tutte le fasi del progetto e una copia di tutti i documenti prodotti (*POS*, *RBS*, etc). Inoltre, sono state consegnate anche le documentazioni più tecniche, come quelle del codice e di come poter utilizzare le componenti sviluppate.

5.2 Review

In conclusione, il team si è riunito per effettuare una revisione del lavoro svolto e auto-valutarsi in vista di progetti futuri.

5.2.1 Post-Implementation Audit

É stata condotta una riunione in cui il team ha valutato quanto il piano realizzato in fase di pianificazione è stato effettivamente rispettato. Nello specifico, gli obiettivi sono stati raggiunti e il cliente si è ritenuto soddisfatto sia del sistema stesso che dei tempi di consegna, che hanno rispecchiato quelli prestabiliti.

Inoltre, è stata commentata la metodologia di gestione del progetto. L'approccio adottato ha permesso di stabilire il funzionamento del sistema nella sua interezza già nelle fasi iniziali del progetto, per poi concentrarsi sull'implementazione delle componenti in maniera iterativa. Tutti i membri del team hanno concordato il fatto che la metodologia incrementale fosse la più adatta vista la natura del progetto; tuttavia, il gruppo si è sentito più a suo agio in altri progetti con cicli di vita più agili.

5.2.2 Final Project Report

Durante la riunione finale è stato redatto un documento riassuntivo che contiene gli elementi significativi di project management adottati. In particolare, sono stati annotati i processi seguiti in ogni *process group* insieme alle considerazioni fatte durante il meeting stesso. Inoltre, a tale report sono stati allegati in appendice tutti i documenti significativi per i project manager.

Appendice

Citizen		
Term	Description	Associations
Citizen	An inhabitant of a residential area.	Residential Area
Smart Card	A plastic card with a built-in microprocessor. It will be used to open dumpsters.	Dumpster
Complaint	A message that notifies an issue. It may be sent by citizens, truck drivers and dumpsters themselves.	Citizen, Truck Driver, Dumpster

Figura 1: *Ubiquitous Language*: i termini del topic "cittadino"..

Collection		
Term	Description	Associations
Waste Collection	The action of picking up waste.	Waste
"At Home" Collection	The service that the company is willing to offer to collect extraordinary waste at citizens' houses.	Extraordinary Waste, Citizen
Collection Point	The group of dumpsters in a residential area.	Dumpster, Residential Area
Province	A geopolitical area a country is divided into. Each province has its own disposal point.	Disposal Point
Residential Area	A partition of a province. Each residential area has its own collection point.	Province, Collection Point
Mission	The trip that a garbage truck performs stopping at multiple collection points and collecting a single ordinary type of waste.	Garbage Truck, Ordinary Waste, Collection Point
"At Home" Mission	The trip that a garbage truck performs stopping at multiple citizens' houses and collecting a single extraordinary type of waste.	Garbage Truck, Extraordinary Waste, Collection Point
Mission Area	The set of residential areas covered by a garbage truck's mission.	Residential Area, Garbage Truck, Mission
Disposal Point	A set of buildings with many disposal chains used for waste disposal. Garbage trucks start and finish their missions here.	Disposal Chain, Waste, Garbage Truck, Mission
Disposal Chain	A sequence of machinery that treat a specific type of waste.	Type of Waste

Figura 2: *Ubiquitous Language*: i termini del topic "raccolta"..

Dumpster		
Term	Description	Associations
Dumpster	A container for waste.	Waste
Type of Dumpster	Configuration of dumpster features.	Dumpster, Dumpster Feature
Features	Set of characteristics that describe a dumpster.	Dumpster
Size	Feature that represents dumpster's physical measure. It could be large or small.	Dumpster, Dumpster Feature
Large Size	Type of dumpster that can be opened using a foot lever. It can store up to 1000 liters.	Dumpster, Dumpster Feature, Type of Dumpster
Small Size	Type of dumpster that can be opened by hand. It can store up to 250 liters.	Dumpster, Dumpster Feature, Type of Dumpster
Color	Feature of dumpsters that shows the type of waste they collect.	Dumpster, Dumpster Feature
Opening	It defines the way dumpsters are opened. This can be done either using a foot lever or by hands.	Dumpster, Dumpster Feature
Capacity	The maximum amount of waste (in liters) that a single dumpster can store.	Dumpster, Dumpster Feature
Occupied Volume	The amount of waste (in liters) that a single dumpster is currently storing.	Dumpster, Dumpster Feature

Figura 3: *Ubiquitous Language*: i termini del topic "cassonetti"..

Truck		
Term	Description	Associations
Garbage Truck	A truck specially designed to collect waste and transport it to the disposal point.	Collect, Waste, Disposal Point
Truck Driver	A company's employee that drives garbage trucks.	Garbage Trucks
Capacity	The total amount of waste (in liters) that a garbage truck can store.	Waste, Garbage Truck
Occupied Volume	The amount of waste (in liters) that a garbage truck is currently storing.	Waste, Garbage Truck
Position	The current position of a garbage truck.	Garbage Truck

Figura 4: *Ubiquitous Language*: i termini del topic "camioncini"..

Waste		
Term	Description	Associations
Waste	Unwanted matter of material of any type, that citizens want to get rid of.	Type of Waste, Citizen
Type of Waste	Classification of the material of the waste.	Waste
Ordinary Waste	Set of types of waste that are daily produced by citizens.	Waste, Type of Waste, Citizen
Extraordinary Waste	Set of types of waste that are difficult to collect. This may be due to their dimension or composition.	Waste, Type of Waste, Collect
Unsorted Waste	Ordinary waste that is not recyclable.	Waste, Ordinary Waste
Plastic/Aluminium	Ordinary waste composed by plastic or aluminium.	Waste, Ordinary Waste
Organic	Ordinary waste that is compostable over time.	Waste, Ordinary Waste
Glass	Ordinary waste composed by glass.	Waste, Ordinary Waste
Twigs	Extraordinary waste composed by pruning of trees or other bushes.	Waste, Extraordinary Waste
Waste Oil	Extraordinary waste composed by exhausted oil.	Waste, Extraordinary Waste
Iron	Extraordinary waste composed by iron.	Waste, Extraordinary Waste
Electronics	Extraordinary waste composed by electronic components.	Waste, Extraordinary Waste
Clothes	Extraordinary waste composed by old clothes.	Waste, Extraordinary Waste
Other Extraordinary Waste	Every other type that was not described previously.	Waste, Extraordinary Waste

Figura 5: *Ubiquitous Language*: i termini del topic "rifiuti"..

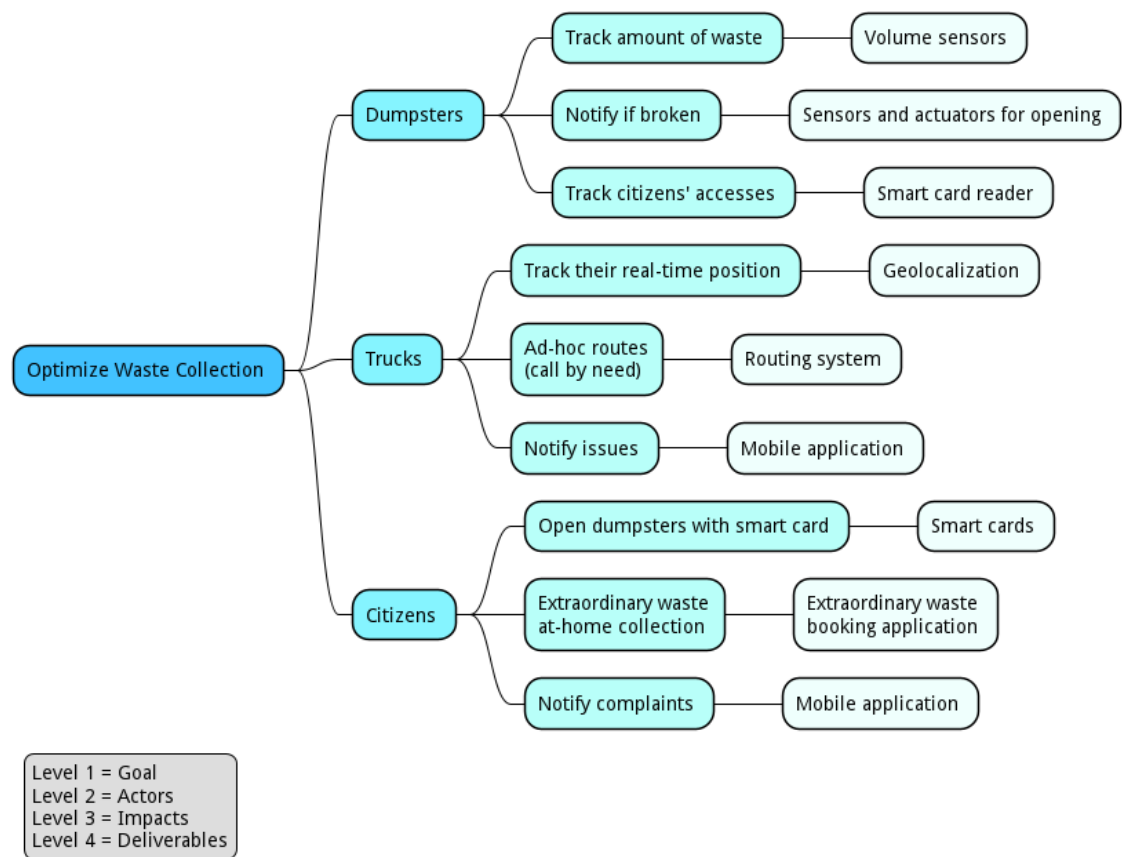


Figura 6: *Impact map* che, a partire dal *goal*, mostra quali sono le soluzioni con maggiore impatto sugli attori del sistema..

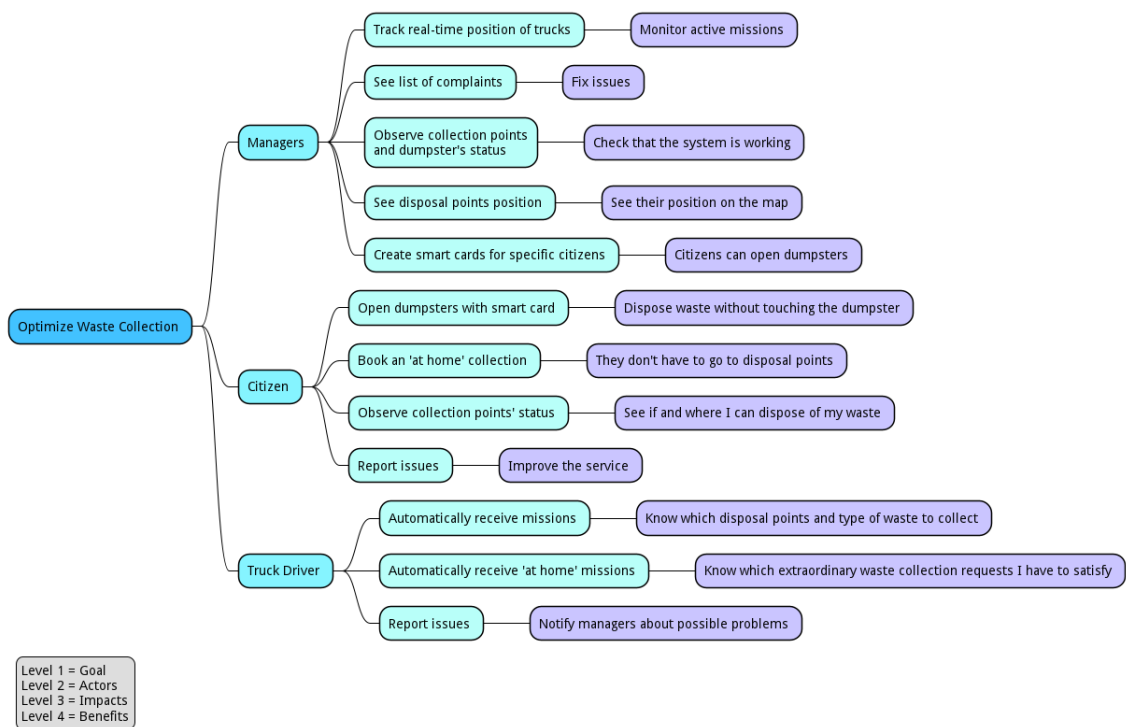


Figura 7: *Impact map* che, a partire dal *goal*, mostra chi sono gli attori che beneficiano maggiormente dai cambiamenti introdotti dal sistema..

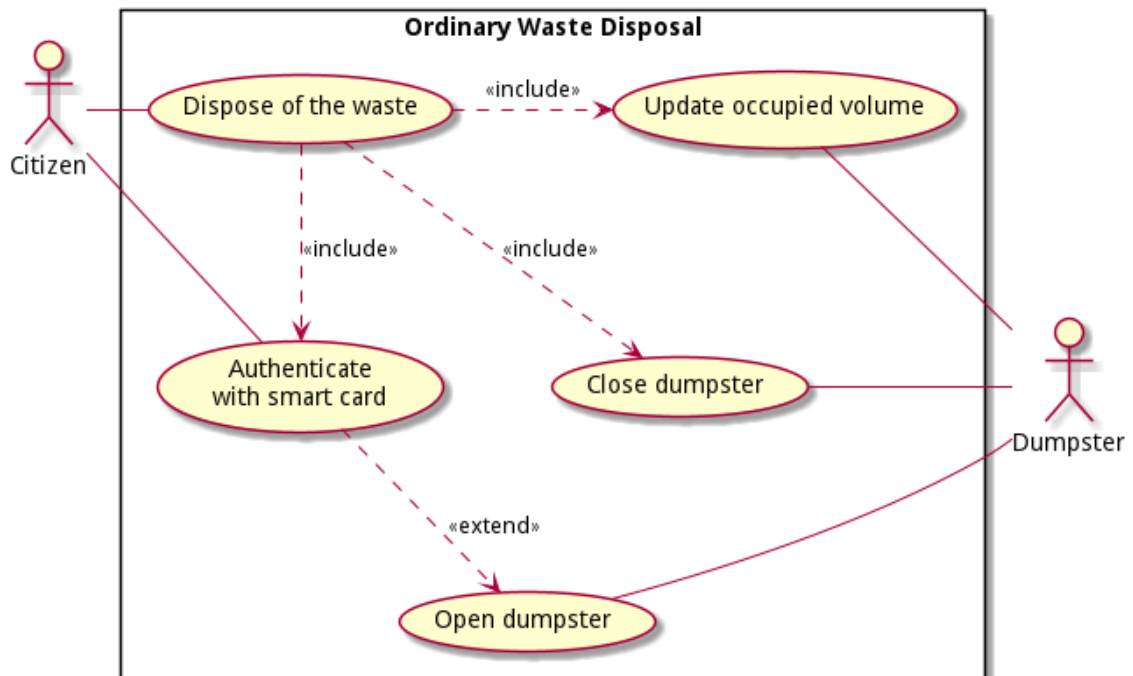


Figura 8: Diagramma dei casi d'uso dello scenario del conferimento di rifiuti ordinari..

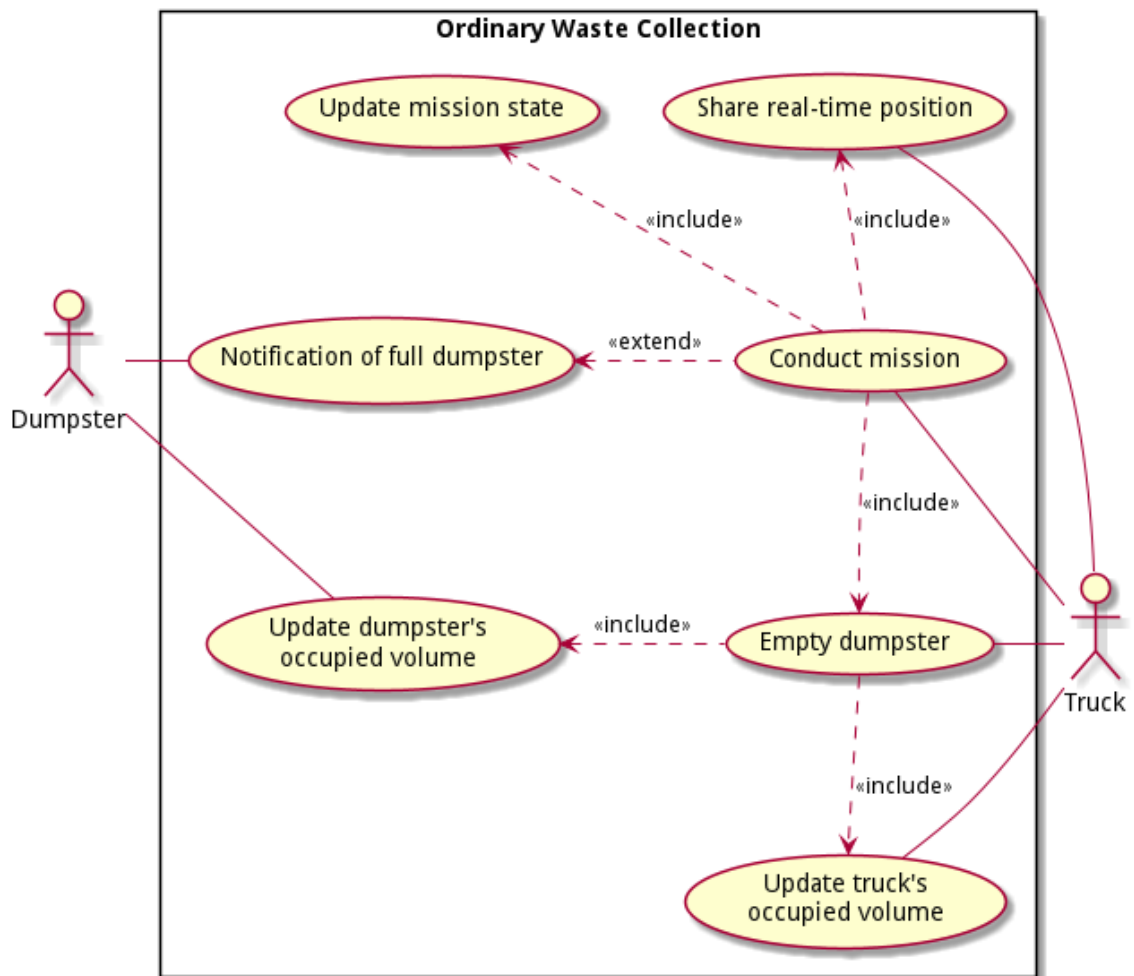


Figura 9: Diagramma dei casi d'uso dello scenario della raccolta di rifiuti ordinari..

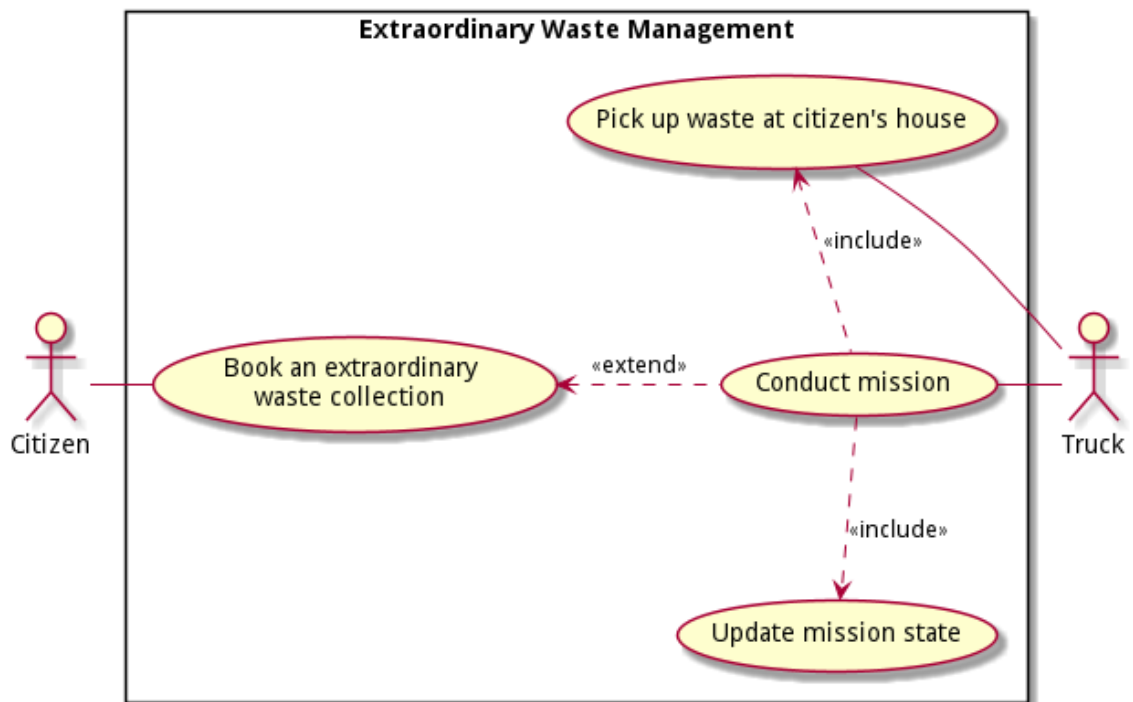


Figura 10: Diagramma dei casi d'uso dello scenario della gestione di rifiuti straordinari..

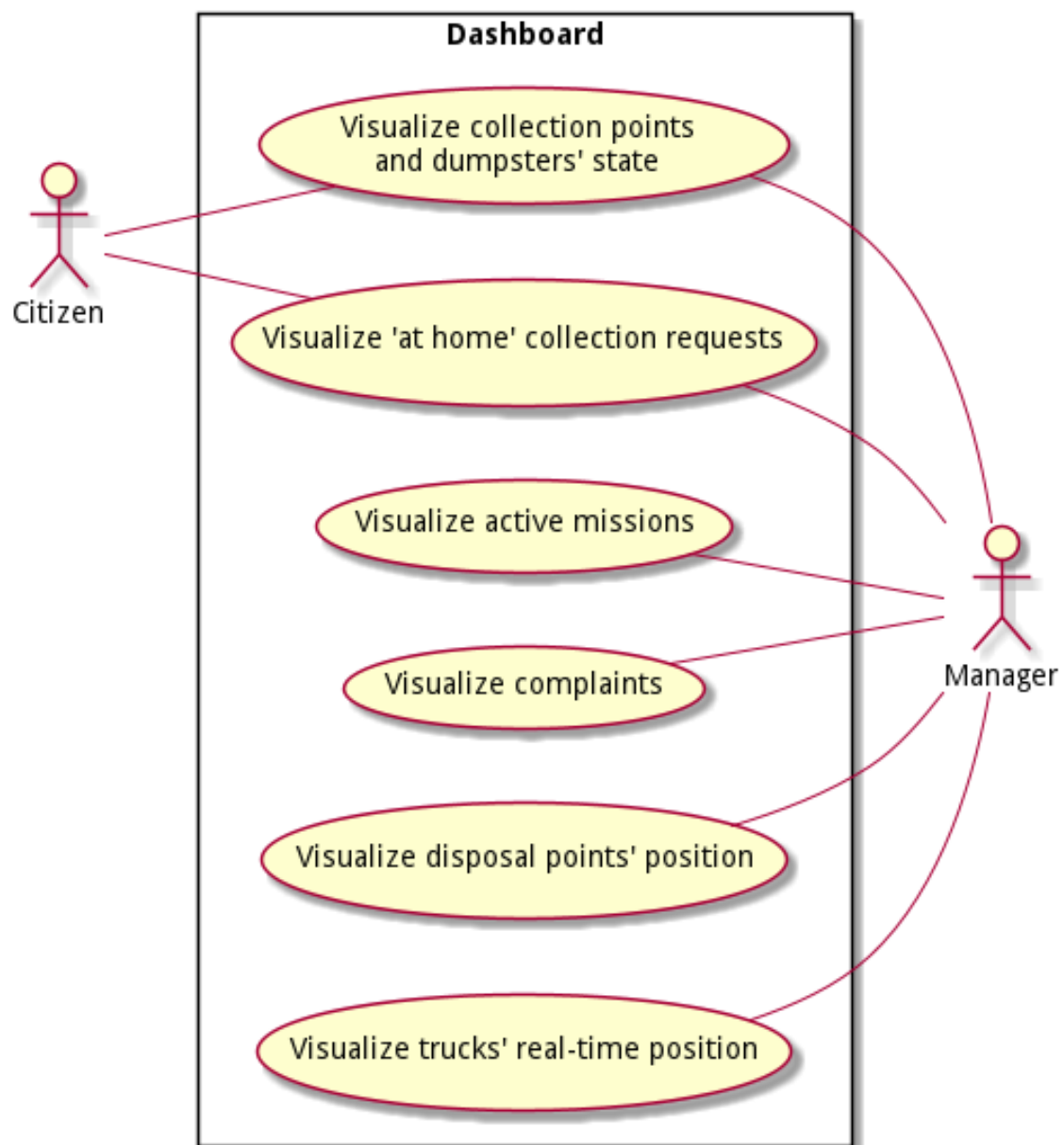


Figura 11: Diagramma dei casi d'uso dello scenario dell'utilizzo della dashboard..

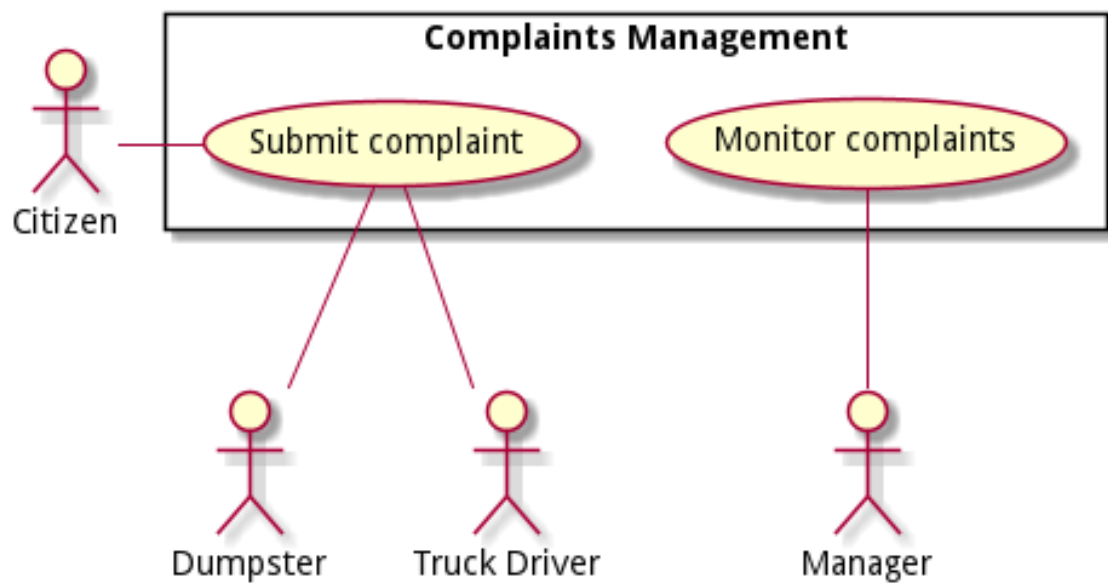


Figura 12: Diagramma dei casi d'uso dello scenario della gestione dei reclami..

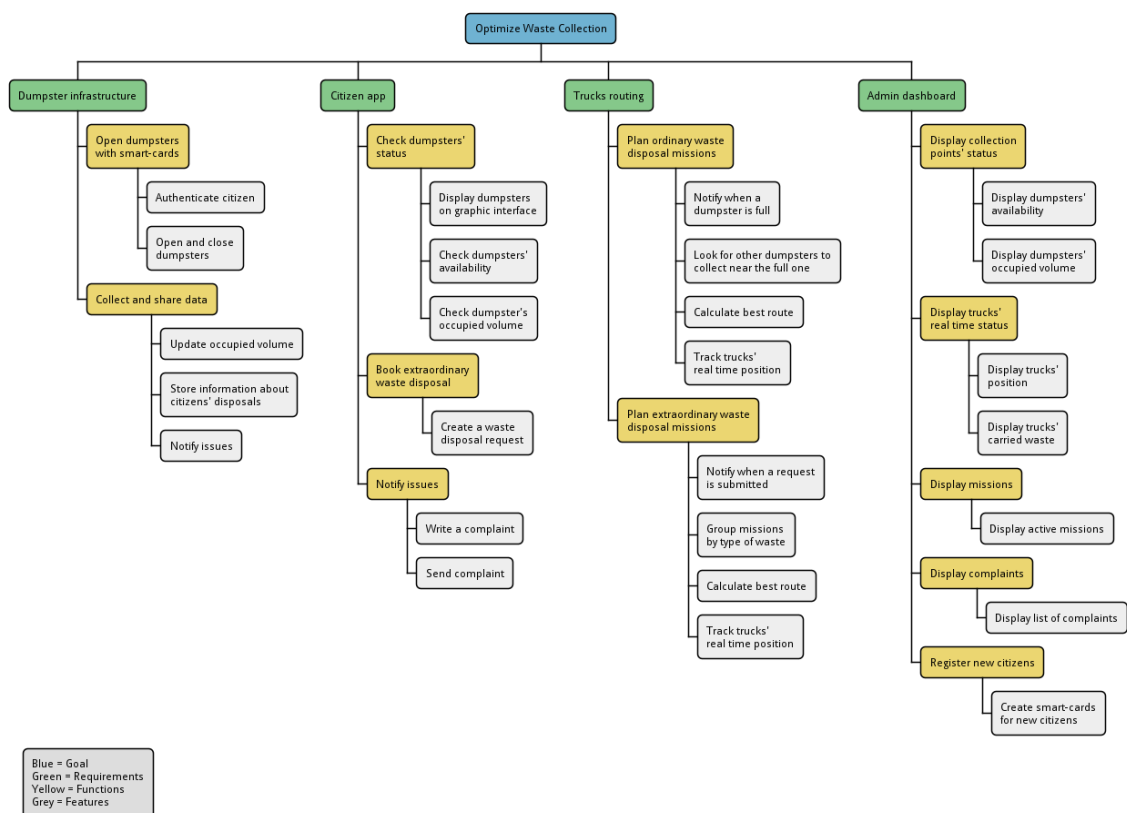


Figura 13: *Requirement Breakdown Structure* derivata dall'analisi delle *user stories* e parzialmente inclusa nel *Project Overview Statement* .

Requirement Dependencies

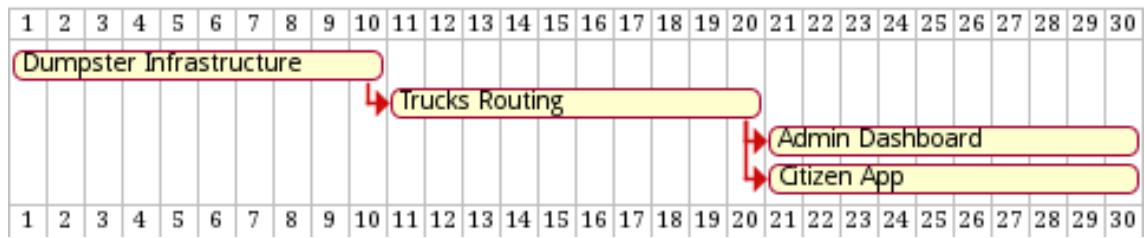


Figura 14: Diagramma delle dipendenze tra i requisiti del progetto..

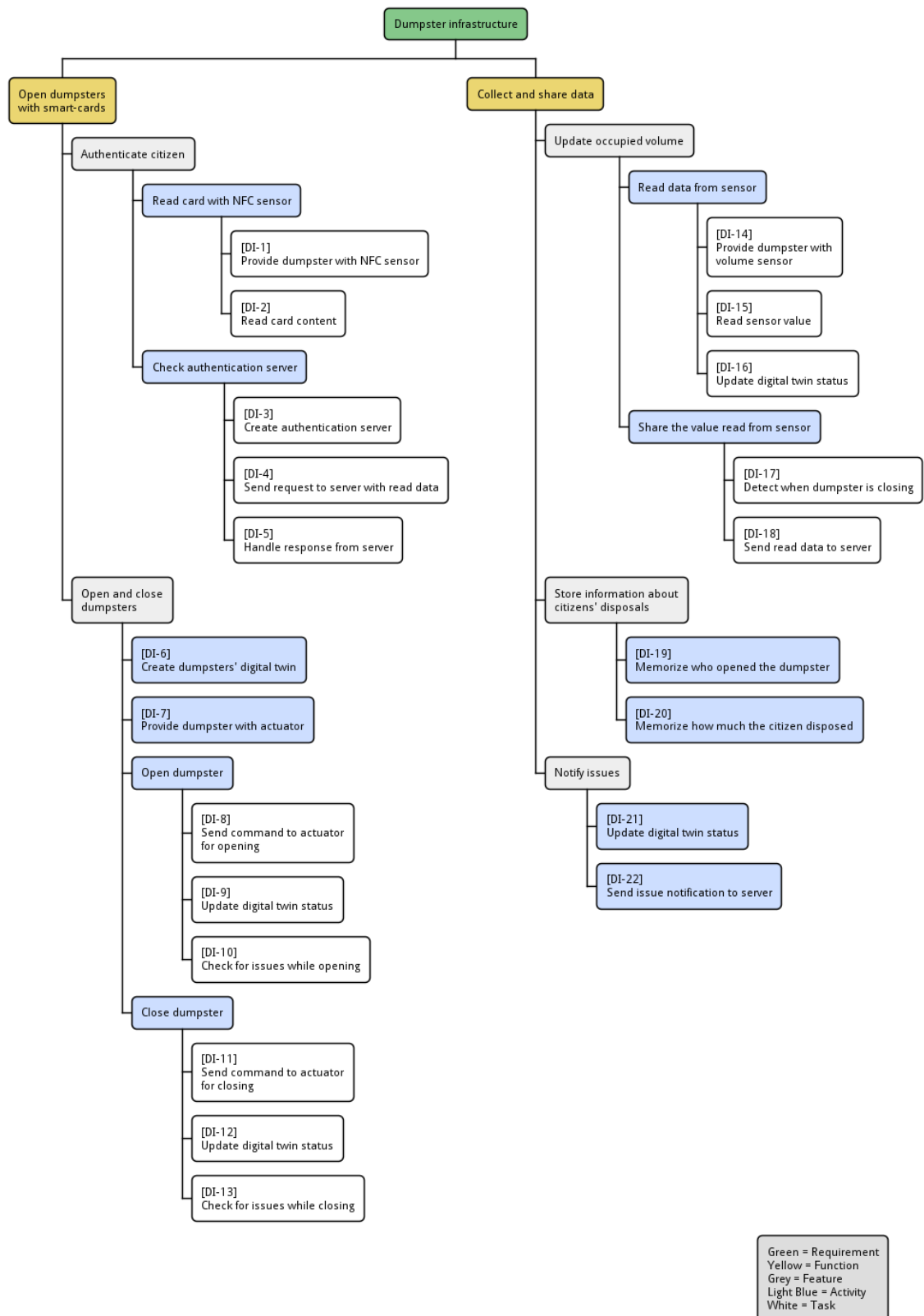


Figura 15: *Work Breakdown Structure* della **Dumpster Infrastructure**..

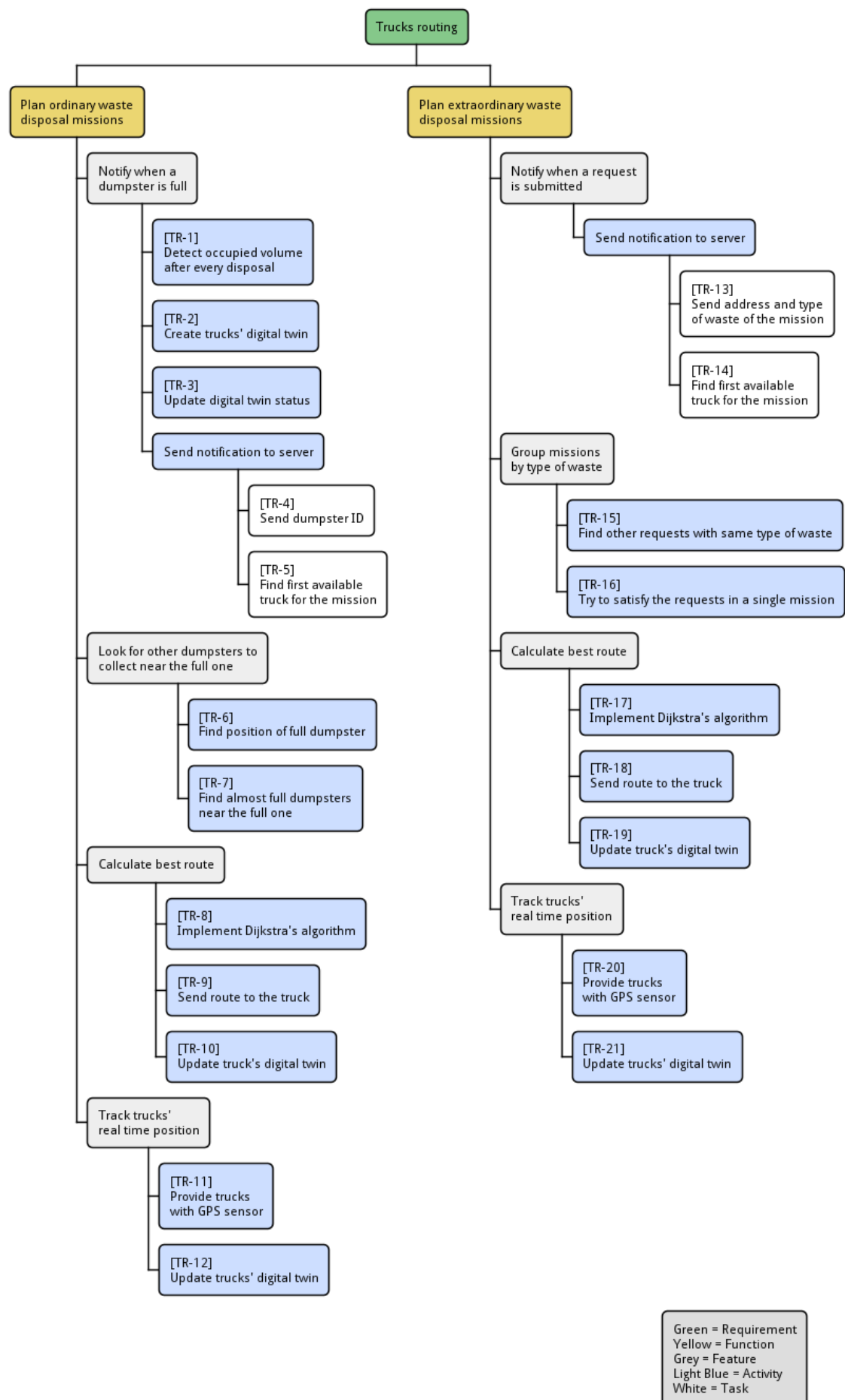


Figura 16: *Work Breakdown Structure* del **Trucks Routing**..

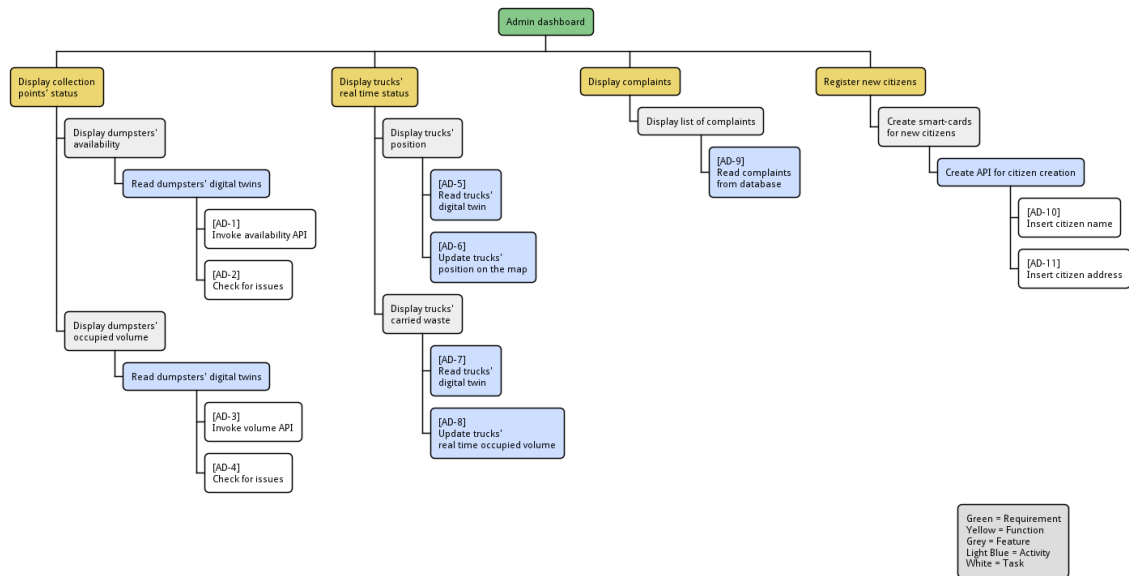


Figura 17: *Work Breakdown Structure* della **Admin Dashboard**..

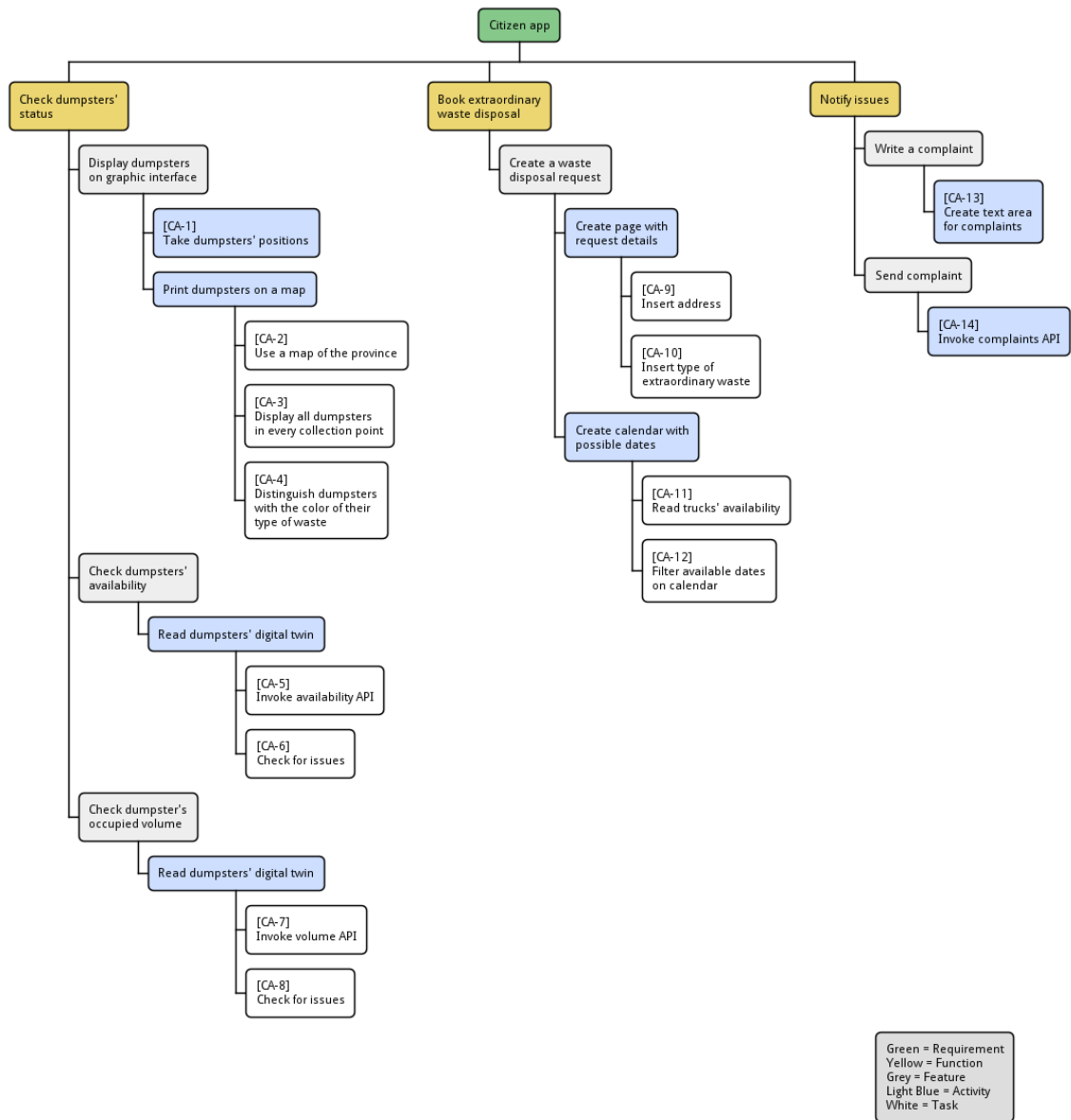


Figura 18: *Work Breakdown Structure* della **Citizen App**..

Dumpster Infrastructure - Project Network Diagram

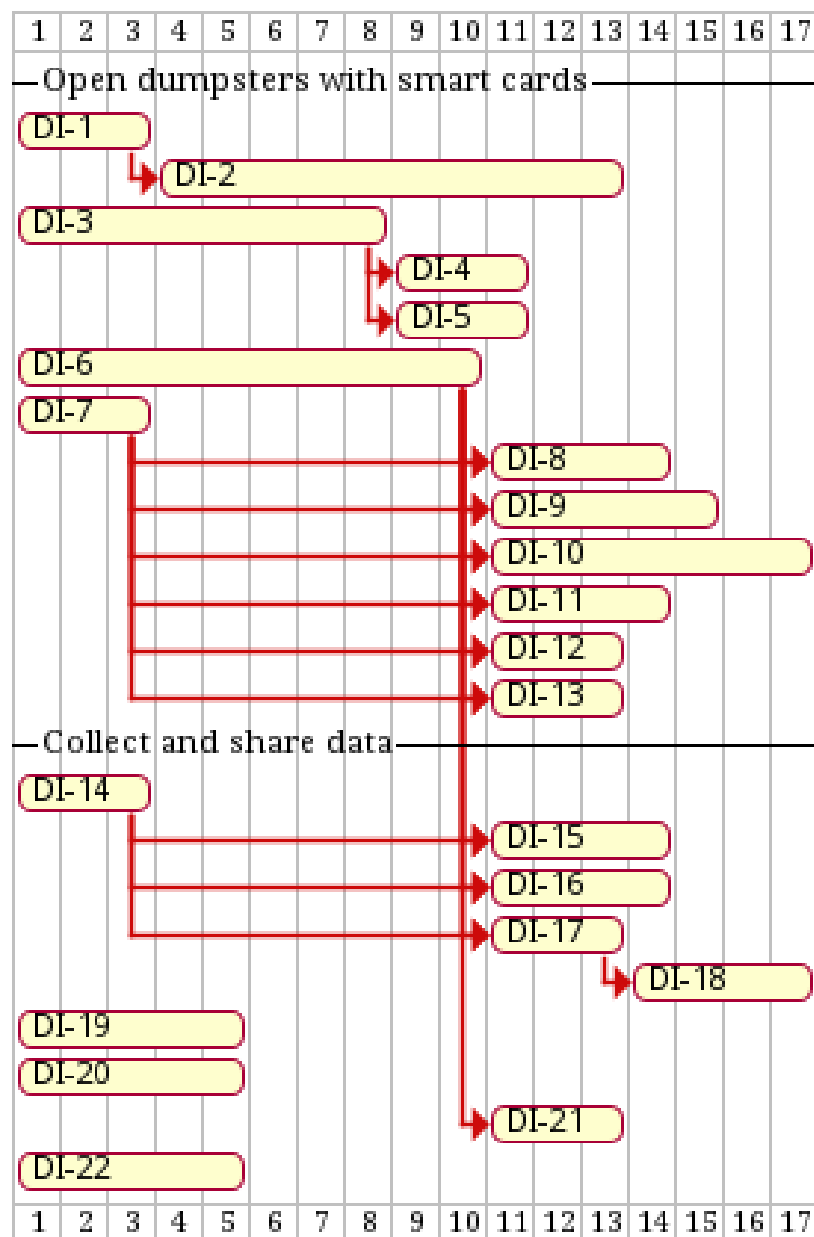


Figura 19: Project Network Diagram contenente le attività e i task per portare a termine la *Dumpster Infrastructure*..

Trucks Routing - Project Network Diagram

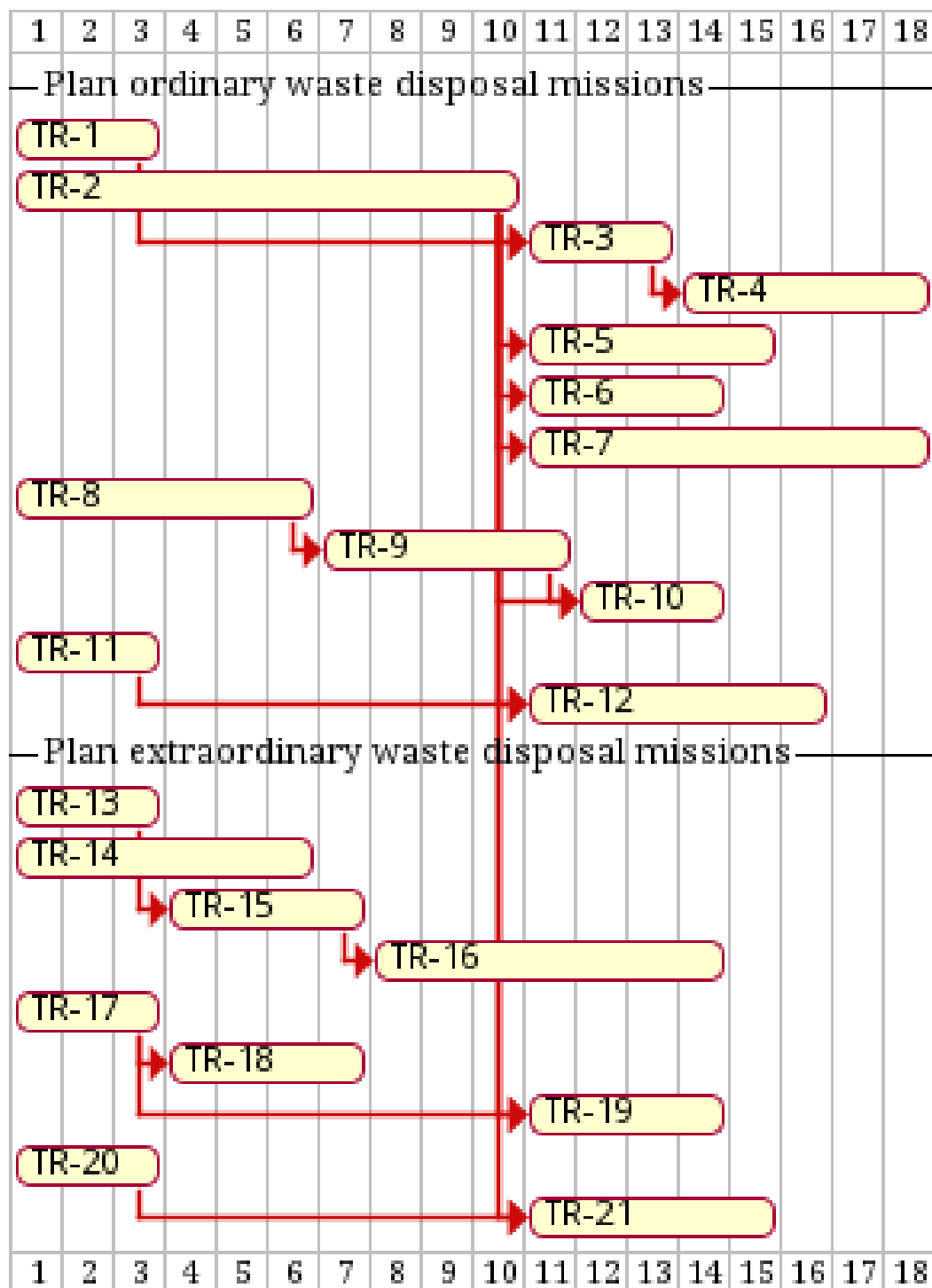


Figura 20: Project Network Diagram contenente le attività e i task per portare a termine il *Trucks Routing*.

Admin Dashboard - Project Network Diagram

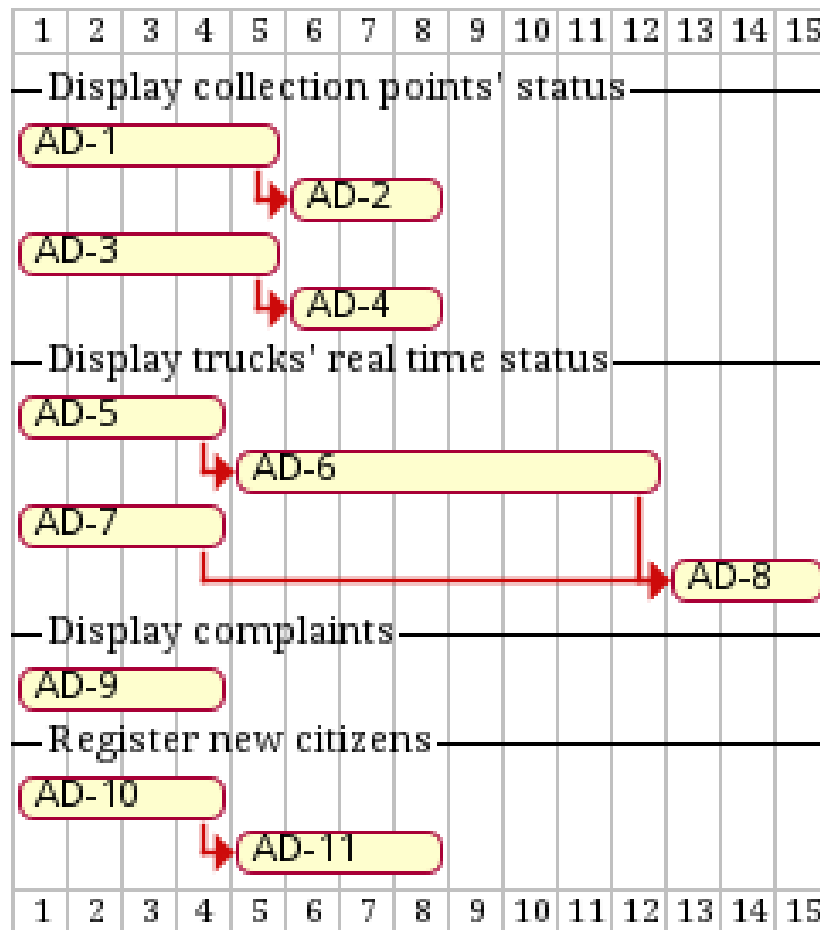


Figura 21: Project Network Diagram contenente le attività e i task per portare a termine la *Admin Dashboard*..

Citizen App - Project Network Diagram

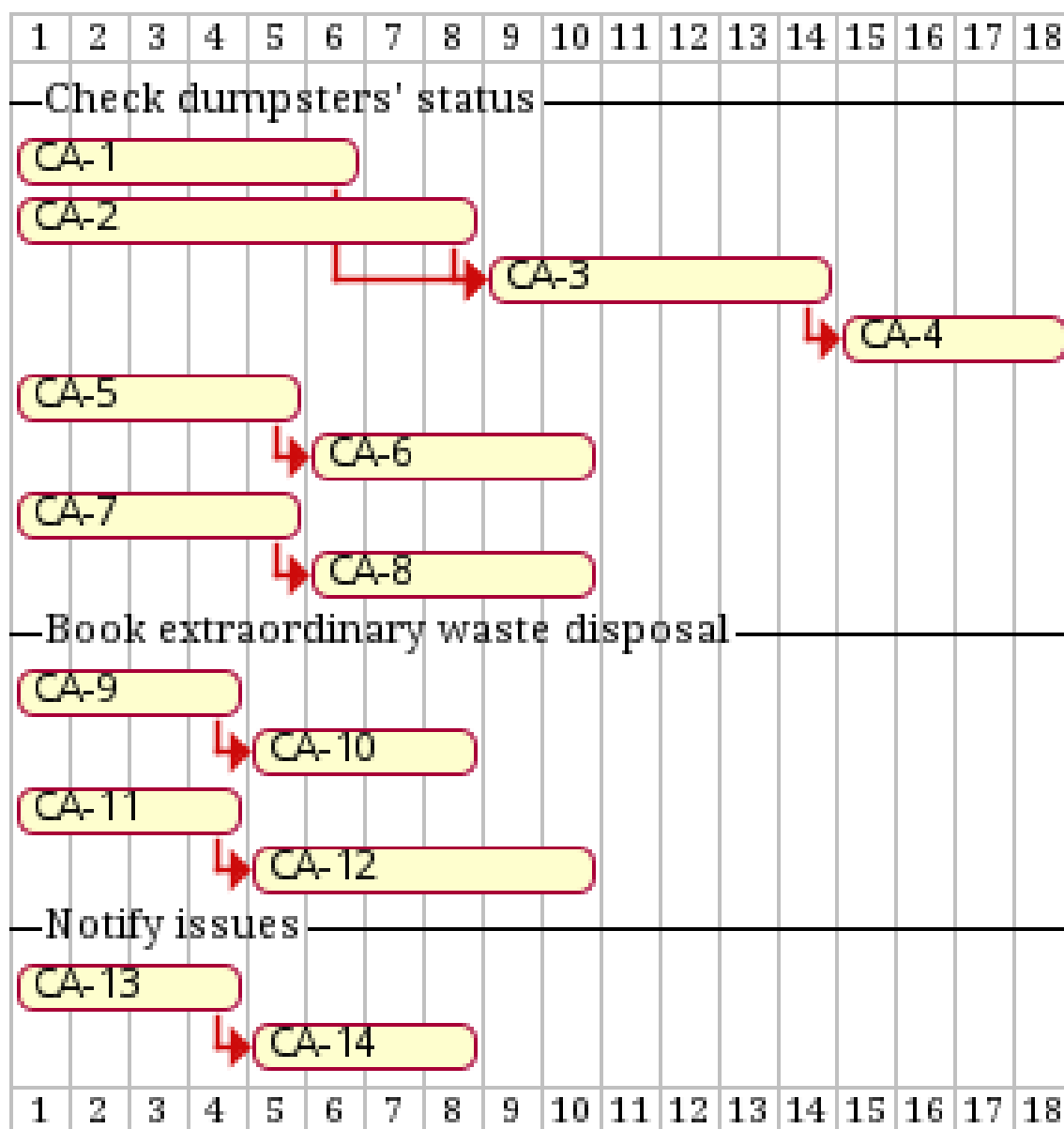


Figura 22: Project Network Diagram contenente le attività e i task per portare a termine la *Citizen App*.

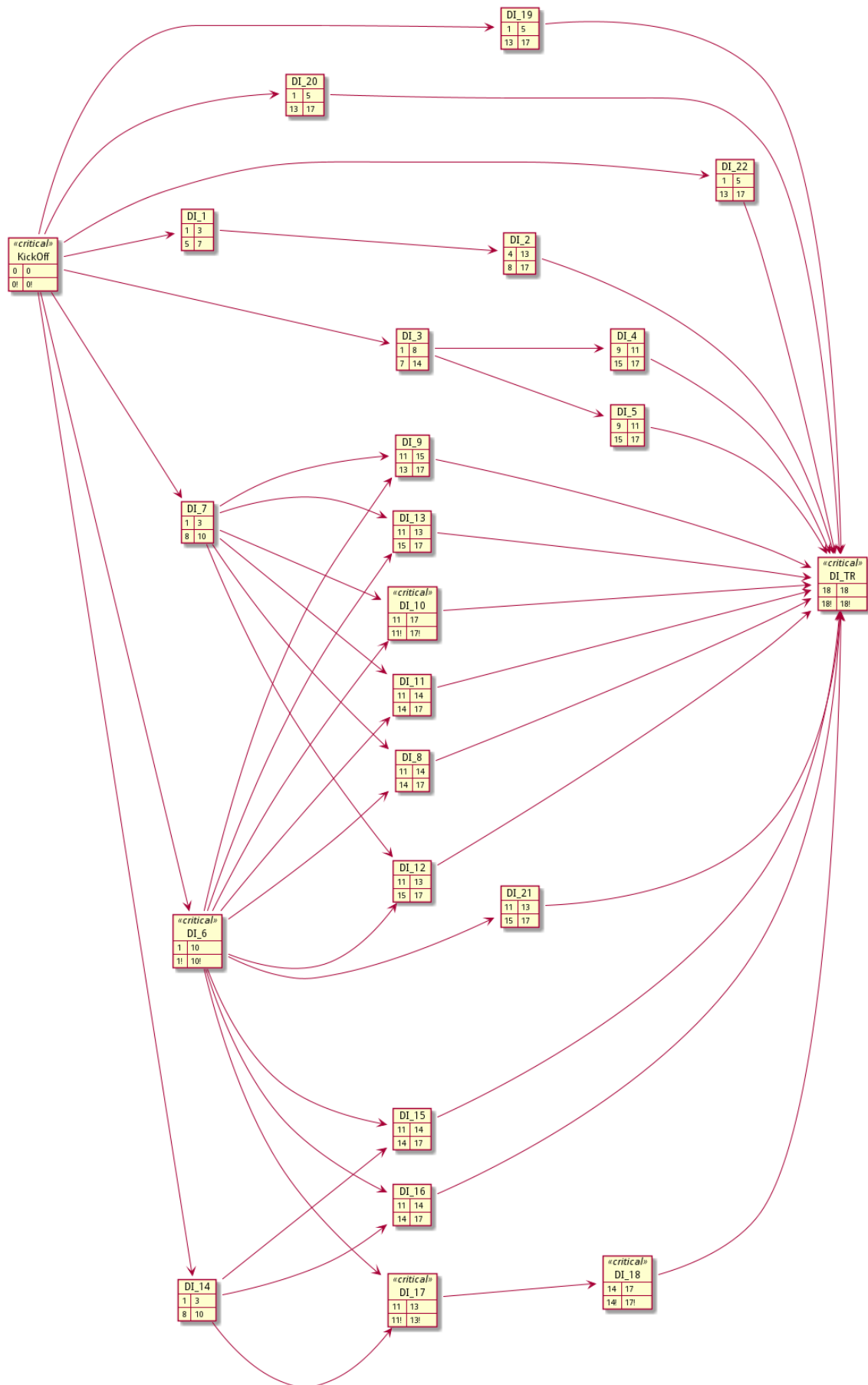


Figura 23: Diagramma di PERT per l'individuazione del *critical path*..

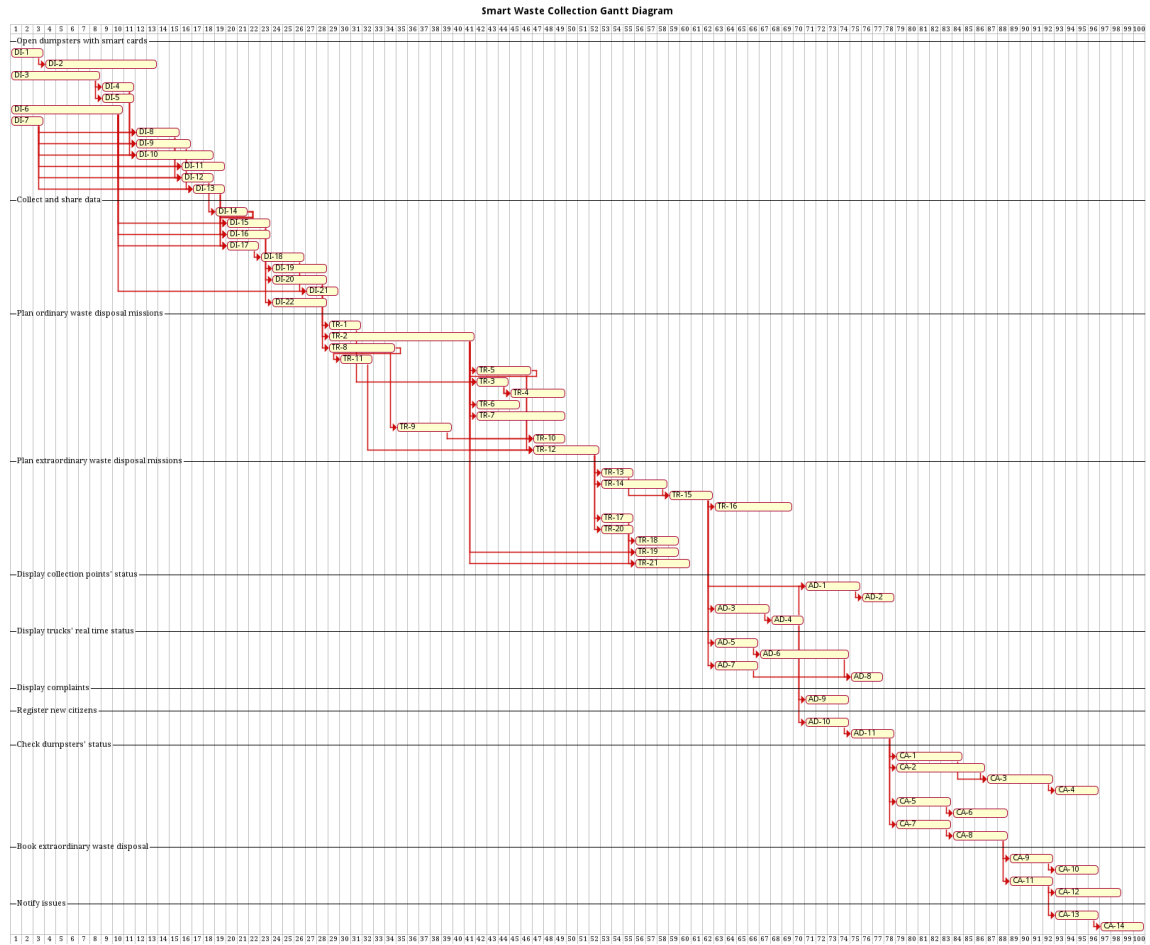


Figura 24: Diagramma Gantt di tutti i task del progetto svolgendo al massimo 4 attività in parallelo. .

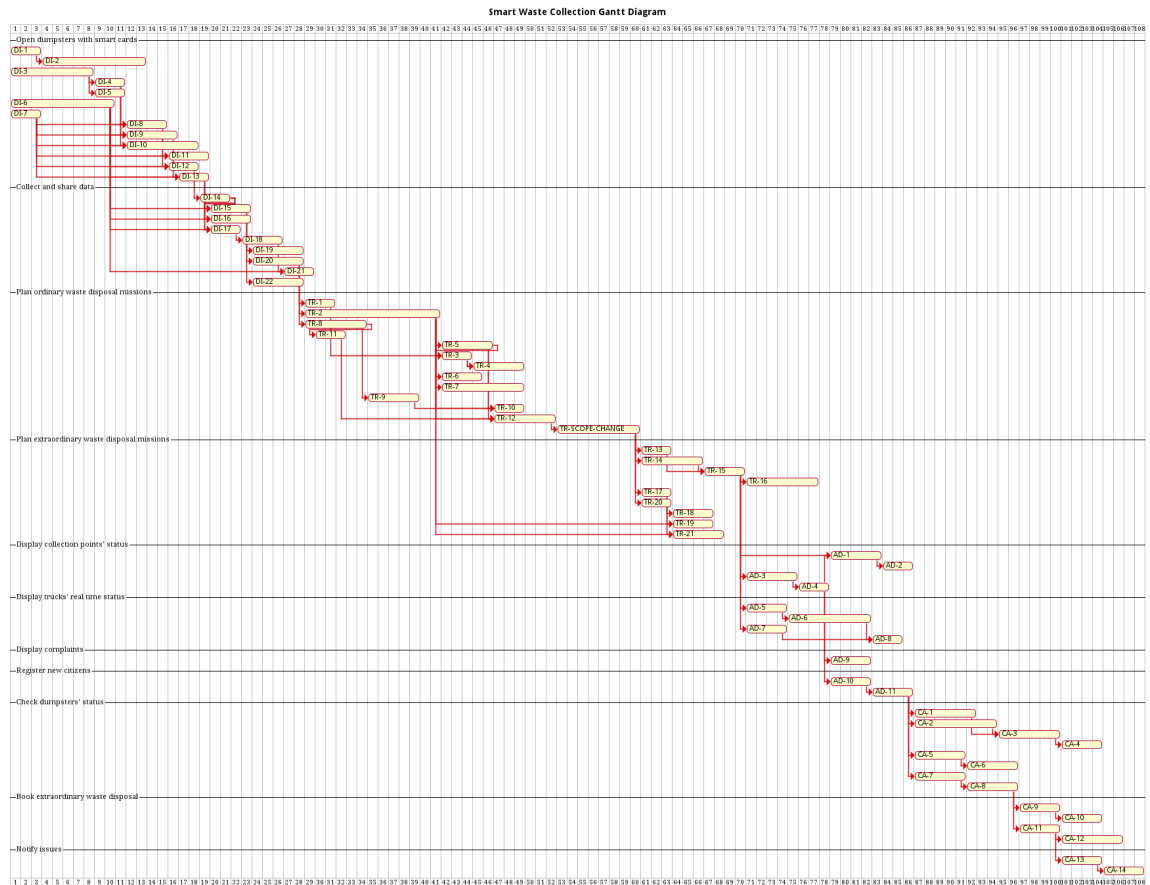


Figura 25: Diagramma Gantt di tutti i task del progetto in seguito all'applicazione del cambiamento richiesto dal cliente. .