**PROGETTO**

**Sistema CTC Evoluto SIL 2**

**TITOLO DOCUMENTO**

**X.Y.Z**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Rev. | Data | Descrizione revisione | Stesura | Verifica | Approvato |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

File: CTC Estero.docx

**INDICE**

[1 Introduzione 10](#_Toc212502815)

[1.1 Scopo 10](#_Toc212502816)

[1.2 Struttura del Documento 10](#_Toc212502817)

[1.3 Acronimi 11](#_Toc212502818)

[1.4 Documenti Applicabili e di Riferimento 12](#_Toc212502819)

[1.4.1 Documenti Applicabili 12](#_Toc212502820)

[2 Funzioni di Regolazione 13](#_Toc212502821)

[2.1 Acquisizione dell'orario teorico (Capacity Plan Service) 15](#_Toc212502822)

[2.1.1 Dati di input 15](#_Toc212502823)

[2.1.2 Elaborazione 15](#_Toc212502824)

[2.2 Calcolo orario programmato (Operational Plan Service) 16](#_Toc212502825)

[2.2.1 Dati di input 16](#_Toc212502826)

[2.2.2 Dati di output 16](#_Toc212502827)

[2.2.3 Creazione Orario programmato 16](#_Toc212502828)

[2.3 Stato e disponibilità dell’infrastruttura (Incident Impact Service) 17](#_Toc212502829)

[2.3.1 Dati di input 17](#_Toc212502830)

[2.3.2 Dati di output 17](#_Toc212502831)

[2.3.3 Gestione disponibilità dell’infrastruttura 17](#_Toc212502832)

[2.4 Sistema di rilevamento scostamenti (Deviation detection service) 18](#_Toc212502833)

[2.4.1 Dati di input 18](#_Toc212502834)

[2.4.2 Dati di output 18](#_Toc212502835)

[2.4.3 Gestione delle deviazioni 18](#_Toc212502836)

[2.5 Servizio di forecasting (Previsionale) 18](#_Toc212502837)

[2.5.1 Dati di input 18](#_Toc212502838)

[2.5.2 Dati di output 18](#_Toc212502839)

[2.5.3 Elaborazione previsionale 19](#_Toc212502840)

[2.6 Risoluzione conflitti (Conflicts Detection and Resolution) 19](#_Toc212502841)

[2.6.1 Dati di input 19](#_Toc212502842)

[2.6.2 Dati di output 19](#_Toc212502843)

[2.6.3 PROCESSAMENTO DEI CONFLITTI 20](#_Toc212502844)

[2.6.4 Calcolo Soluzioni Ottimali 20](#_Toc212502845)

[2.6.5 Gestione Dinamica Conflitti 20](#_Toc212502846)

[2.7 Servizio di approvazione automatica (Automatic Approved Service) 20](#_Toc212502847)

[2.7.1 Dati di input 20](#_Toc212502848)

[2.7.2 Dati di output 21](#_Toc212502849)

[2.7.3 Gestione processo risoluzione 21](#_Toc212502850)

[2.8 Modulo di integrazione (Integration layer) 21](#_Toc212502851)

[2.8.1 Dati di input 22](#_Toc212502852)

[2.8.2 Dati di output 22](#_Toc212502853)

[2.8.3 Funzioni di integrazione 22](#_Toc212502854)

[2.9 Servizio di pubblicazione dell’orario programmato 22](#_Toc212502855)

[2.9.1 Dati di input 22](#_Toc212502856)

[2.9.2 Dati di output 22](#_Toc212502857)

[2.9.3 Funzioni svolte 23](#_Toc212502858)

[2.9.4 Pubblicazione verso il sistema esterno 23](#_Toc212502859)

[2.10 Calcolo degli stazionamenti 23](#_Toc212502860)

[2.11 Gestione dei legami tra materiali (Train Linking Service) 24](#_Toc212502861)

[2.12 Gestione della composizione dei treni 26](#_Toc212502862)

[2.12.1 Dati di input 26](#_Toc212502863)

[2.12.2 Dati output 26](#_Toc212502864)

[2.12.3 Processamento delle composizioni 26](#_Toc212502865)

[2.12.4 Acquisizione e memorizzazione 26](#_Toc212502866)

[2.12.5 Calcolo e aggiornamento 26](#_Toc212502867)

[2.12.6 Utilizzo della composizione 26](#_Toc212502868)

[2.12.7 Gestione delle manovre e dei legami tra treni 26](#_Toc212502869)

[2.12.8 Gestione Operativa 27](#_Toc212502870)

[2.12.9 Gestione della tipologia del trasporto (eccezionali e/o merci pericolose) 27](#_Toc212502871)

[2.12.10 Archiviazione 27](#_Toc212502872)

[3 Funzioni di Circolazione 28](#_Toc212502873)

[3.1 Interfaccia TMS/CCS 28](#_Toc212502874)

[3.1.1 Dati inviati da TMS a CCS 28](#_Toc212502875)

[3.1.2 Dati inviati da CCS a TMS 28](#_Toc212502876)

[3.2 Servizio Piano operativo (OP Service) 29](#_Toc212502877)

[3.2.1 Dati di input 29](#_Toc212502878)

[3.2.2 Dati di output 29](#_Toc212502879)

[3.2.3 Gestione del piano operativo 29](#_Toc212502880)

[3.3 Servizio gestione treni (Train Manager Service) 29](#_Toc212502881)

[3.3.1 Dati di Input 29](#_Toc212502882)

[3.3.2 Dati di Output 30](#_Toc212502883)

[3.4 Servizio tracciatura treni (Train Tracker Service) 30](#_Toc212502884)

[3.4.1 Dati di input 30](#_Toc212502885)

[3.4.2 Dati di output 30](#_Toc212502886)

[3.4.3 Funzione tracciatura treni 30](#_Toc212502887)

[3.5 Servizio comandi automatici (Automatic Command Service) 31](#_Toc212502888)

[3.5.1 Dati di input 31](#_Toc212502889)

[3.5.2 Dati di output 31](#_Toc212502890)

[3.5.3 Gestione comandi automatici 31](#_Toc212502891)

[3.6 Motore delle logiche (Logic) 31](#_Toc212502892)

[3.6.1 Dati di input 31](#_Toc212502893)

[3.6.2 Dati di output 31](#_Toc212502894)

[3.6.3 Funzioni svolte 31](#_Toc212502895)

[3.7 I/O interface service 32](#_Toc212502896)

[3.7.1 Struttura e connessioni 32](#_Toc212502897)

[3.7.2 Scelta architetturale 32](#_Toc212502898)

[3.7.3 Interfaccia verso l’interlocking 32](#_Toc212502899)

[3.7.4 Interfaccia verso CCS 33](#_Toc212502900)

[3.7.5 Funzioni svolte 33](#_Toc212502901)

[3.8 Servizio gestione allarmi (Alarm service) 33](#_Toc212502902)

[3.8.1 Dati di input 33](#_Toc212502903)

[3.8.2 Dati di output 33](#_Toc212502904)

[3.8.3 Funzione implementate dalla gestione degli allarmi 34](#_Toc212502905)

[3.9 Servizio eventi (Event service) 34](#_Toc212502906)

[3.9.1 Dati di input 34](#_Toc212502907)

[3.9.2 Dati di output 34](#_Toc212502908)

[3.9.3 Gestione eventi 34](#_Toc212502909)

[3.10 Servizio di archiviazione (Storage service) 34](#_Toc212502910)

[3.10.1 Dati di input 34](#_Toc212502911)

[3.10.2 Dati di output 35](#_Toc212502912)

[3.10.3 Funzioni svolte 35](#_Toc212502913)

[3.10.4 Ricerca eventi 35](#_Toc212502914)

[3.10.5 Integrità e sicurezza dei dati 35](#_Toc212502915)

[3.10.6 Performance e Ottimizzazione 35](#_Toc212502916)

[3.11 Servizio interfaccia utente 35](#_Toc212502917)

[3.11.1 Interfaccia verso il CCS 35](#_Toc212502918)

[3.11.2 Interfaccia verso la GUI 36](#_Toc212502919)

[3.11.3 Funzioni svolte dal servizio di interfaccia utente 36](#_Toc212502920)

[4 Funzioni di Configurazione 37](#_Toc212502921)

[4.1 Acquisizione topologia infrastrutturale (Topology Import Service) 37](#_Toc212502922)

[4.1.1 Dati di input 37](#_Toc212502923)

[4.1.2 Dati di output 37](#_Toc212502924)

[4.1.3 Importazione infrastruttura 37](#_Toc212502925)

[5 Interfacce 39](#_Toc212502926)

[5.1.1 Interfaccia Informazione al Pubblico (IaP) 39](#_Toc212502927)

[5.1.2 Acquisizione orario e variazione orario teorico 39](#_Toc212502928)

[5.1.3 Variazione orario programmato 39](#_Toc212502929)

[5.1.4 Interfaccia verso gli apparati ACC/ACCM 39](#_Toc212502930)

[5.1.5 Interfaccia verso RBC. 39](#_Toc212502931)

[5.1.6 Interfaccia verso RTB. 39](#_Toc212502932)

[5.1.7 Scambio informazioni con sistemi di supervisione e telecontrollo limitrofi. 39](#_Toc212502933)

[6 IU 40](#_Toc212502934)

[6.1 Postazione Operatore 40](#_Toc212502935)

[6.1.1 Dati di input 40](#_Toc212502936)

[6.1.2 Dati di output 40](#_Toc212502937)

[6.1.3 Manutenzione 41](#_Toc212502938)

INDICE DELLE FIGURE

**Non è stata trovata alcuna voce dell'indice delle figure.**

INDICE DELLE TABELLE

**Non è stata trovata alcuna voce dell'indice delle figure.**

# Introduzione

## Scopo

## Struttura del Documento

## Acronimi

|  |  |
| --- | --- |
| **Acronimo** | **Definizione** |
| CPS | Capacity Plan Service |
| OP | Operational Plan |
| OPS | Operational Plan Service |
| TMS | Train Management System |
| CCS | Control-Command and Signalling |
| RBC | Radio Block Center |
| RTB | Rilevamento Temperatura Boccole |
| IaP | Informazione al Pubblico |
| ACC | Apparato Centrale Computerizzato |
| ACCM | Apparato Centrale Computerizzato Multistazione |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

## Documenti Applicabili e di Riferimento

### Documenti Applicabili

Il presente documento fa riferimento ai documenti di seguito elencati. Esso sarà aggiornato soltanto quando l’eventuale modifica di un documento di tale elenco ne dovesse compromettere la validità.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Rif.** | **Identificazione** | | **Autori** | **Titolo** |
|  | RFI DTCDNSSSTB SF IS 20 759 | Rev. A | RFI | Sistema di comando centralizzato del traffico (CTC) per impianti IS attrezzati con apparati centrali elettrici a comando di itinerario e apparati centrali computerizzati |
|  | RFI DMO IFS.PM SR TC 001 | Rev. A | RFI | Sistema per il Comando Centralizzato del Traffico (CTC) – Specifica dei requisiti funzionali e di manutenzione di sistema” |
|  | RFI DTCTSSSSS SR IS 14 034 | Rev. B | RFI | Sistemi ed Automazione della Circolazione dei treni – Specifica dei Requisiti Funzionali |
|  | RFI TCPSCC ST CI 21 003 | Rev. B | RFI | Specifica dei requisiti di interfaccia SCC-ACS per la gestione dei telecomandi e dei telecontrolli semplici, protetti e sicuri |

# Funzioni di Regolazione

Il TMS si occupa della gestione della regolazione del traffico ferroviario; in particolare calcola l’andamento futuro dei treni e si occupa di individuare e risolvere eventuali conflitti che si possono presentare.

L’architettura software del TMS si adatta all’utilizzo di microservizi in quanto si riesce agevolmente a suddividere la complessità dell’applicazione in una serie di componenti indipendenti.

Scopo principale del TMS è quello di creare l’Operational Plan che poi renderà disponibile alla parte di circolazione nel seguente digramma sono dettagliate le funzioni principali del TM che contribuiscono alla creazione dell’Operational Plan

Immagine che contiene testo, diagramma, Disegno tecnico, Piano

Il contenuto generato dall'IA potrebbe non essere corretto.

## Acquisizione dell'orario teorico (Capacity Plan Service)

Il sistema di supervisione e telecontrollo deve acquisire dal sistema di gestione dell’orario pianificato: l'orario teorico. Il flusso di lavoro di questo servizio è rappresentato nel seguente schema.

Immagine che contiene testo, Carattere, schermata, linea

Il contenuto generato dall'IA potrebbe non essere corretto.

### Dati di input

* Orario teorico fornito da una o più sorgenti esterne
* Topologia dell’impianto archiviata nel sistema in fase di configurazione: vedere 4.1

#### Dati di output

Estratto dell’orario teorico per l’infrastruttura gestita.

### Elaborazione

Il servizio processa i dati in ingresso nei seguenti passi

#### Funzione di ricezione

Questa funzione si occupa di ricevere i dati relativi all’orario da canali esterni che possono supportare interfacce e protocolli di comunicazione di diverso tipo

Funzioni svolte:

* Rilevamento dati in ingresso
* Input: Flusso dati da sistemi esterni
* Output: Dati grezzi da validare
* Frequenza: Oraria/giornaliera/con evento

#### Funzione di validazione

I dati sull’orario acquisiti da diversi sorgenti devono essere validati controllando sia il formato, quindi la sintassi con cui i dati sono codificati, sia la semantica ovvero il significato dei dati stessi:

* Controlli di consistenza
* Formato dati e struttura
* Completezza informazioni
* Coerenza temporale
* Compatibilità con topologia

In base all’esito della validazione il modulo si dovrà anche occupare di:

* Gestione degli errori
* Segnalazione anomalie
* Eventuali procedure di mitigazione
* Notifiche agli operatori

#### Funzione di archiviazione

Questa funzione rende disponibili i dati riguardanti l’orario al sistema:

* Codifica dei dati nel formato interno del sistema
* Caricamento nella base dati del sistema

## Calcolo orario programmato (Operational Plan Service)

Il sistema di supervisione e telecontrollo al variare del giorno deve calcolare, in base all'orario pianificato l'orario programmato. È l’orario completo dei treni da utilizzare per tutte le funzioni del sistema, calcolato per ciascun giorno. Tiene conto delle condizioni specifiche del giorno di esercizio e dei provvedimenti adottati per quel giorno: treni straordinari, soppressioni, modifiche di fermate.

### Dati di input

* Orario teorico: orario di servizio aggiornato dalla gestione orario teorico.
* Calendario di servizio (festivi, giorni speciali).
* Topologia dell’impianto archiviata nel sistema in fase di configurazione.
* Vincoli infrastrutturali temporanei.

### Dati di output

* Orario operativo del giorno: adattamento giornaliero dell’orario teorico, che tiene conto delle condizioni reali del giorno ed è base per l’effettiva regolazione del traffico.
* Aggiornamento delle funzioni collegate: piazzamento binari, gestione priorità, calcolo previsionale, gestione conflitti.
* Segnalazione di criticità: notifiche in caso di incongruenze o conflitti.

### Creazione Orario programmato

La creazione prevede l’esecuzione delle seguenti procedure a loro volta implementate da diverse funzioni

#### Raccolta dati

* Il sistema acquisisce i dati proveniente dall’orario teorico salvati nella base dati del sistema.
* Calendario di servizio
* Topologia della linea ferroviaria aggiornata

#### Applicazione delle variazioni giornaliere

* Adeguamento al tipo di giorno:
  + Feriale o festivo
  + Ora legale/solare

#### Calcolo parametri operativi

Il sistema calcola automaticamente:

* Tempi di percorrenza
* Tempi di sosta e delle ore di passaggio (ritardi/anticipi programmati).
* Margini di recupero

#### Validazione e controllo

* L’operatore può verificare e modificare manualmente tutti i dati presenti nel sistema.
* Terminato il caricamento dell’orario, il sistema avvia il calcolo l’assegnamento dei binari di stazionamento

## Stato e disponibilità dell’infrastruttura (Incident Impact Service)

Il sistema di supervisione e telecontrollo deve essere in grado di gestire le indisponibilità dell’infrastruttura quali:

* Interruzioni
* Anormalità
* Rallentamenti
* Indisponibilità degli enti

### Dati di input

Questa funzione necessita per operare dei seguenti input

* Anomalie: modifiche operative da applicare all’Infrastruttura quali interruzioni e rallentamenti sulla linea ferroviaria. Le modifiche devono fare riferimento ad un’infrastruttura esistente.
* Infrastruttura ferroviaria recuperata in base al tempo di validità delle modifiche da applicare.

### Dati di output

Infrastruttura aggiornata con le nuove restrizioni.

### Gestione disponibilità dell’infrastruttura

Questa gestione si articola nei seguenti processi implementati dalle funzioni specificate

#### Acquisizione dati

* Raccolta e validazione degli input
  + Ricezione delle alterazioni da operatori, sistemi esterni o automatismi
    - Segnalazione guasti
    - Inserimento lavori programmati.
  + Validazione della coerenza delle alterazioni rispetto all’infrastruttura esistente e al periodo di validità.
* Applicazione delle anomalie
  + Aggiornamento dello stato degli enti coinvolti:
    - Interruzioni: dichiarazione di indisponibilità di binari, tratte, stazioni, ecc.
    - Anormalità: inserimento di guasti, incidenti, eventi che limitano la funzionalità.
    - Rallentamenti: applicazione di limiti temporanei di velocità su tratte o impianti.
    - Indisponibilità enti: esclusione di specifici elementi (es. deviatoi bloccati, segnali fuori servizio).
* Ogni alterazione aggiorna lo stato dell’infrastruttura e viene registrata con tutti i dettagli (motivo, durata, enti coinvolti, ecc.).

#### Aggiornamento della rappresentazione dell’infrastruttura

* Il sistema aggiorna la “mappa” logica e fisica dell’infrastruttura, marcando gli enti come disponibili o indisponibili secondo le alterazioni attive.
* Notifica ai servizi preposti al calcolo dell’avvenuta variazione dell’infrastruttura ai seguenti servizi:
  + piazzamento treni,
  + calcolo previsionale,
  + gestione conflitti.

#### Aggiornamento e archiviazione

* L’infrastruttura aggiornata con le nuove restrizioni viene resa disponibile a tutti i moduli del sistema e agli operatori.
* Tutte le modifiche vengono registrate per analisi successive, playback e audit trail.

## Sistema di rilevamento scostamenti (Deviation detection service)

Questo servizio collega il mondo reale ovvero, posizioni effettive dei treni e il sistema di pianificazione, garantendo che i discostamenti tra quanto pianificato e quanto accade venga rilevato e comunicato al sistema di regolazione.

### Dati di input

* Posizione, velocità e stato dei treni reali inviati dal CCS: Servizio Gestione Treni mediante interfaccia TMS-CCS
* Piano operativo di riferimento pubblicato

### Dati di output

* Piano operativo aggiornato con le deviazioni pubblicate

### Gestione delle deviazioni

Funzioni che implementano il servizio:

* Ricezione dello stato reale inteso come posizione e velocità dei treni.
* Calcolo delle deviazioni, ritardo o anticipo, rispetto all’orario operativo pianificato.
* Aggiornamento dello stato operativo con le informazioni provenienti dal campo.
* Identificazioni delle deviazioni significative che impattano la regolazione.
* **Preparazione dell’orario modificato per le successive elaborazioni.**

## Servizio di forecasting (Previsionale)

Il servizio di forecasting ferroviario è un sistema che elabora previsioni sull’andamento dei treni basandosi su dati reali (posizione, velocità, stato operativo) e sull’orario pianificato, integrando eventuali modifiche dovute a incidenti o variazioni infrastrutturali.

Il suo scopo è anticipare deviazioni e conflitti, fornendo un quadro previsionale aggiornato che supporta la regolazione del traffico e la gestione attiva delle risorse.

### Dati di input

* Orario operativo aggiornato con le deviazioni rilevate dal Deviation Detetection Service
* Infrastruttura ferroviaria fornita dal Topology Import Service a cui sono state applicate le modifiche temporanee previste dall’Incident Impact Service
* Composizione dei treni in linea

### Dati di output

Previsionale: orario operativo arricchito con le previsioni di marcia treno aggiornate, che verrà inoltrato a:

* Servizio di risoluzione conflitti che utilizza la previsionale per identificare possibili conflitti futuri.
* Modulo di integrazione che lo utilizzerà per produrre il Piano operativo da pubblicare al CCS

### Elaborazione previsionale

Per pervenire alla creazione della previsionale il servizio esegue la procedura composta dai seguenti passi

#### Calcolo Previsionale

* Elabora le previsioni di andamento dei treni basandosi sulla situazione corrente
* Calcola gli orari previsti di arrivo e partenza alle varie stazioni
* Determina i tempi di percorrenza stimati tra le diverse località

#### Analisi futura

* Fornisce un quadro dell'andamento futuro dei treni senza apportare modifiche all'orario ufficiale
* Simula l'evoluzione della circolazione nel breve-medio termine
* Identifica tendenze e potenziali criticità prima che si manifestino

#### Integrazione dati infrastrutturali

* Utilizza i dati dell'infrastruttura per calcolare previsioni realistiche
* Tiene conto delle caratteristiche tecniche della linea es limiti di velocità
* Considera la topologia per determinare percorsi e tempi di percorrenza

#### Supporto alla rilevazione dei conflitti

* Fornisce dati predittivi essenziali per il servizio di rilevamento conflitti
* Permette di anticipare situazioni critiche con sufficiente anticipo
* Facilita la pianificazione di soluzioni preventive

## Risoluzione conflitti (Conflicts Detection and Resolution)

Il sistema, in base alla previsione di marcia dei treni nell’area controllata deve individuare i conflitti di circolazione identificandoli con gli identificativi dei treni coinvolti e la tratta o località in cui si rileva il conflitto. Questo servizio rappresenta il cuore decisionale del TMS, trasformando dati predittivi in azioni concrete per ottimizzare la circolazione ferroviaria.

### Dati di input

* Orario operativo con le previsioni di marcia aggiornate fornito dal servizio di Forecast.
* Infrastruttura ferroviaria fornita dal Topology Import Service a cui sono state applicate le modifiche temporanee previste dall’Incident Impact Service
* Composizioni treni forniti dal servizio di gestione di composizioni treni
* Legami tra materiali forniti dal servizio per la gestione dei legami tra materiali

### Dati di output

* Conflitti specificati da:
  + Treni coinvolti specificati dagli identificativi,
  + Tratto di linea o località in cui si verifica un conflitto
  + Tipo di conflitto: incrocio o precedenza
  + Orario stimato del conflitto
* Soluzioni proposte da inviare all’Automatic Approved Service contenenti:
  + Ritardi programmati da inserire nel piano operativo
  + Itinerari alternativi
  + Regole di precedenza tra treni
  + Modifiche orari di partenza arrivo
  + Assegnazione binari alternativi

### PROCESSAMENTO DEI CONFLITTI

La rilevazione e soluzione dei conflitti è un processo che si suddivide in diverse macro-attività, ciascuna della quale è implementata da delle sotto-funzioni, specificate qui di seguito

#### Ricerca e Identificazione Conflitti

* Analisi incrociata delle previsioni di marcia di tutti i treni
* Identificazione di:
  + Conflitti di risorse: Utilizzo stesso binario/stazionamento
  + Conflitti di percorso: Incroci in stazioni/tratti singoli binari

### Calcolo Soluzioni Ottimali

Applicazioni di algoritmi di ottimizzazione basati su:

* Priorità treni (categoria, tipo trasporto)
* Minimizzazione ritardi complessivi
* Rispetto vincoli infrastrutturali
* Considerazione legami materiali
* Generazione multiple scenari risolutivi
* Valutazione impatto per ciascuna soluzione

### Gestione Dinamica Conflitti

Implementa la funzionalità per cui la gestione dei conflitti deve essere dinamica. I conflitti possono evolversi: nuovi conflitti possono crearsi in seguito al mutare della situazione del campo o in seguito ad altri fattori, tra cui le soluzioni scelte per risolvere conflitti pregressi, pertanto, è necessario siano implementate le seguenti funzioni:

* Aggiornamento continuo basato su nuove previsioni
* Ricalcolo soluzioni in caso di cambiamenti
* Gestione conflitti a catena risolti da un intervento

## Servizio di approvazione automatica (Automatic Approved Service)

Questo servizio costituisce il sistema decisionale automatico del TMS, abilitando la gestione dinamica dei conflitti mentre viene mantenuto il controllo umano sulle decisioni critiche.

### Dati di input

* Regole di precedenza e soluzioni di conflitto proposte dal servizio di rilevamento e risoluzione conflitti.
* Impostazioni di automazione: livelli di autonomia decisionale preconfigurati, politiche di priorità soglie di intervento.
* Stato operativo corrente: Situazione reale della circolazione
* Piano operativo su cui applicare le variazioni

### Dati di output

* Soluzione dei conflitti formalmente approvate e pronte per l'applicazione da inviare al Modulo di Integrazione
* Notifiche delle decisioni automatiche prese
* Richieste di intervento manuale: Segnalazioni per casi che richiedono decisione umana

### Gestione processo risoluzione

Il processo di scelta delle soluzioni ai conflitti è suddiviso in diverse fasi ciascuna delle quali si occupa di un singolo aspetto che concorre all’individuazione della soluzione scelta tra quelle proposte

#### Valutazione automatica delle soluzioni

* Analisi delle proposte di risoluzione conflitti ricevute
* Applicazione di algoritmi di decisione preconfigurati
* Valutazione dell'impatto operativo di ciascuna soluzione

#### Processo di Approvazione

Selezione automatica della soluzione ottimale basata su:

* Minimizzazione dei ritardi complessivi
* Rispetto delle priorità dei treni
* Ottimizzazione dell'utilizzo infrastrutturale

#### Gestione dei tipi di automazione

* Modalità completamente automatica
  + Approvazione e applicazione immediata delle soluzioni
  + Nessun intervento umano richiesto
  + Notifica agli operatori delle decisioni intraprese
* Modalità semi-automatica
  + Proposta di soluzioni con richiesta di approvazione
  + Time-out per decisione automatica in caso di non risposta
  + Richiesta all’utente per decisioni critiche
* Modalità Manuale:
  + Inoltro semplice delle proposte all'operatore
  + Nessuna azione automatica intrapresa
  + Attesa decisione operatore

#### Inoltro alle altre funzioni della regolazione

Invio della risoluzione di conflitto scelta al modulo di integrazione

## Modulo di integrazione (Integration layer)

Questo servizio converte le decisioni strategiche in piani operativi eseguibili, garantendo coerenza e tracciabilità in tutto il processo di regolazione del traffico ferroviario. Requisiti a cui deve rispondere il servizio:

* Transazionale: Garantisce consistenza durante l'aggiornamento
* Incrementale: Applica solo le modifiche necessarie
* Tracciabile: Mantiene storico completo delle evoluzioni
* Resiliente: Gestisce errori durante il processo di integrazione

### Dati di input

* Soluzione dei conflitti approvate dal Servizio di approvazione automatica
* Piano operativo fornito dall’Operational Plan Service

### Dati di output

* Nuovo orario operativo integrato e pronto per la pubblicazione verso il CCS

### Funzioni di integrazione

Si articola nelle seguenti procedure

#### Integrazione delle Variazioni Approvate

* Integrazione delle modifiche nel piano operativo esistente
* Applicazione delle precedenze decise dalla risoluzione conflitti
* Inserimento ritardi programmati sui treni interessati
* Aggiornamento itinerari con percorsi alternativi

#### Gestione del ciclo di vita del piano operativo

* Creazione del nuovo piano operativo basato sulle variazioni approvate
* Sostituzione piano precedente con versione aggiornata
* Gestione versioni del piano operativo

#### Validazione dell'integrità del piano

* Controllo coerenza del nuovo piano operativo
* Verifica compatibilità con l'infrastruttura corrente
* Convalida temporale delle sequenze operative

#### Archiviazione e tracciabilità

* Salvataggio del nuovo orario nel sistema
* Registrazione storico delle variazioni applicate
* Tracciamento delle modifiche per audit e analisi

## Servizio di pubblicazione dell’orario programmato

Pubblica l'orario operativo interno del TMS verso il CCS, includendo anche le precedenze derivate dalla risoluzione dei conflitti.

### Dati di input

Piano operativo proveniente dall’Integration Layer contenente:

* Orario di base
* Variazioni approvate
* Precedenze risolte
* Eventuali ritardi calcolati

### Dati di output

Piano operativo finale contenente:

* Orario operativo aggiornato
* Precedenze derivate dalla risoluzione conflitti
* Eventuali modifiche infrastrutturali applicate

### Funzioni svolte

Questo servizio esegue le seguenti elaborazioni sui dati ciascuna delle quali prevede l’implementazione di diverse funzioni

#### Conversione formato

* Conversione dal formato interno TMS al formato compatibile con il CCS
* Mappatura dei dati tra i diversi sistemi

### Pubblicazione verso il sistema esterno

* Invio del piano operativo completo al CCS
* Gestione conferma della ricezione

## Calcolo degli stazionamenti

È il processo di assegnazione automatica dei binari di sosta nelle stazioni ai treni, basandosi sull'orario teorico e sulle condizioni operative reali.

#### Obiettivi primari

* Massimizzare l’utilizzo dell’infrastruttura
* Minimizzare i conflitti tra treni in arrivo e in partenza
* Ottimizzare i tempi di sosta

#### Obiettivi secondari

* Facilitare le coincidenze fra treni

#### Dati di input

La funzione di calcolo degli stazionamenti necessita dei seguenti dati raggruppati in base al processo che li fornisce:

* Orario teorico
  + Orario di arrivo e partenza programmato o transito
  + Tempo di sosta programmato
  + Tipologia del treno
* Topologia
  + Binari disponibili, con relative caratteristiche
  + Lunghezza degli stazionamenti disponibili
  + Presenza di marciapiedi
* Stato operativo
  + Occupazione attuale dei binari
  + Treni in arrivo
  + Anomalia all’infrastruttura: interruzioni o fuori servizio che possono rendere indisponibili alcuni stazionamenti

#### Dati di output

La funzioni di calcolo degli stazionamenti fornirà in output i seguenti dati:

* Assegnazione dei binari di stazionamento: per ogni treno viene determinato il binario su cui deve fermarsi o transitare.
* Notifica all’interfaccia operatore che può visualizzare gli stazionamenti e modifciarli
* Segnalazioni di conflitto: evidenziazione di situazioni in cui più treni richiedono lo stesso stazionamento nello stesso intervallo temporale.
* Segnalazione criticità: in caso di impossibilità di assegnare uno stazionamento adeguato (ad esempio per lunghezza insufficiente o indisponibilità).

Aggiornamento in tempo reale: delle assegnazioni in base a variazioni operative, ritardi, anticipi, modifiche manuali.

#### Calcolo stazionamento

Il calcolo dello stazionamento si articola nelle seguenti fasi:

* Raccolta dati
  + Acquisizione di tutti i treni previsti in una località (arrivo, partenza, transito, origine, termine corsa).
  + Raccolta delle caratteristiche degli stazionamenti (lunghezza, presenza marciapiede, compatibilità con la composizione del treno).
* Verifica e assegnazione
  + Verifica raggiungibilità: il sistema controlla che il binario sia raggiungibile dai punti linea previsti per il treno.
  + Assegnazione prioritaria: prima ai treni non periodici, poi a quelli periodici con maggiore frequenza, infine agli altri.
  + Verifica lunghezza: il sistema verifica che la lunghezza dello stazionamento sia sufficiente per il treno, basandosi sulla sua composizione.
  + Verifica marciapiede: per i treni viaggiatori, verifica la presenza di marciapiede adeguato.
  + Gestione legami: se due treni sono legati (ad esempio per composizione materiale), devono essere assegnati allo stesso binario.
  + Gestione conflitti: se più treni richiedono lo stesso binario nello stesso intervallo, il sistema segnala il conflitto e può proporre soluzioni alternative o richiedere l’intervento dell’operatore.

## Gestione dei legami tra materiali (Train Linking Service)

Il sistema di supervisione e telecontrollo deve dare la possibilità di inserire e modificare i legami fra treni o fra treno e manovra. Un legame tra materiali rappresenta una relazione operativa tra due treni (o tra un treno e una manovra) che condividono materiale rotabile (locomotive, carrozze, ecc.) o che sono collegati da esigenze di servizio (ad esempio, un treno che termina la corsa e il materiale viene riutilizzato per un altro treno in partenza, oppure una manovra che collega un treno a un parco/deposito). Possono essere dei seguenti tipi:

* Legami tra treni:
  + Servizi consecutivi della stessa composizione
  + Cambio numero treno
* Legami treno-manovra
  + Composizione/scomposizione dei treni in stazione
  + Preparazione materiale per servizi successivi
  + Invio del materiale rotabile in deposito

#### Dati di input

Raggruppati in base ai processi che li forniscono:

* Orario Teorico
  + orari di arrivo/partenza dei treni coinvolti.
* Topologia
  + stazionamenti
  + binari
  + depositi
  + possibilità di manovra
* Input forniti dall’operatore o da pianificazione
  + Tipo di legame
    - Sosta su medesimo stazionamento
    - Manovra tra stazionamenti
    - Manovra tra stazionamento e deposito
  + Periodicità del legame
    - Giorni della settimana
    - Intervallo di validità
  + Vincoli operativi
    - Sosta minima necessaria al perfezionamento del legame

#### Dati di output

La funzione dei legami fornirà i seguenti output

* Schema legami per il giorno operativo
* Assegnazione materiale specifico ai servizi
* Sequenze operative di manovra

#### Processamento dei legami

Per ogni legame inserito il sistema dovrà svolgere i seguenti passi:

* Verifica condizioni di realizzabilità
* Conferma disponibilità materiale
* Monitoring dell’esecuzione delle operazioni
* Aggiornamento stato del sistema

## Gestione della composizione dei treni

Il sistema di supervisione e telecontrollo deve acquisire dal sistema di gestione dell’Orario Pianificato la composizione dei treni. La gestione della composizione treno è il processo di definizione, monitoraggio e controllo della struttura fisica di ogni treno circolante, comprendendo il numero e tipo di veicoli, la loro disposizione e le caratteristiche operative.

### Dati di input

* Dati di orario: composizione teorica prevista per ciascun treno, con periodicità e validità.
* Dati reali: modifiche inserite dagli operatori (es. variazioni di composizione reale rispetto a quella teorica).
* Messaggi da sistemi esterni: aggiornamenti ricevuti da altri sistemi limitrofi,
* Eventuali vincoli: presenza di merci pericolose, trasporti eccezionali, limiti di linea.

### Dati output

* Visualizzazione della composizione: elenco dettagliato dei veicoli, massa, lunghezza, percentuale di massa frenata, presenza di merci pericolose
* Aggiornamento delle funzioni collegate: piazzamento binari, calcolo previsionale, gestione priorità e vincoli.
* Segnalazione di criticità: notifiche in caso di incompatibilità o presenza di trasporti speciali.
* Invio dati a sistemi esterni: trasmissione delle composizioni reali a PIC e altri sistemi interoperabili.

### Processamento delle composizioni

### Acquisizione e memorizzazione

* I dati di composizione di ogni treno vengono acquisiti dall’orario e memorizzati nella base dati del sistema
* L’operatore può modificare i dati teorici di composizione tramite apposite maschere.

### Calcolo e aggiornamento

* Il sistema calcola per ciascun giorno la composizione dei treni, partendo dai dati teorici e dalla periodicità della composizione stessa
* Eventuali modifiche reali, ricevute da sistemi limitrofi o inserite manualmente, aggiornano la composizione reale del treno.
* In caso di trasporti eccezionali o merci pericolose, il sistema evidenzia la presenza su tutte le interfacce grafiche (TG, TD, SI, QL) e attiva vincoli specifici.

### Utilizzo della composizione

I dati reali di composizione vengono utilizzati dalle seguenti funzioni:

* Calcolo previsionale della marcia (es. per la verifica della lunghezza del binario di stazionamento).
* Piazzamento dei treni sui binari di stazione (verifica compatibilità lunghezza/marciapiede).
* Gestione delle priorità e dei vincoli di circolazione (es. merci pericolose, trasporti eccezionali).

### Gestione delle manovre e dei legami tra treni

Il sistema di supervisione e telecontrollo deve gestire i movimenti di materiale per composizione, scomposizione e cambio numero dei treni. Possono essere

### Gestione Operativa

Il sistema di supervisione e telecontrollo deve permettere la variazione dell’orario programmato quali:

* Variazione di orario
* Variazione utilizzazione
* Effettuazione treno straordinario
* Effettuazione treno Supplementare
* Soppressione treno

### Gestione della tipologia del trasporto (eccezionali e/o merci pericolose)

Il sistema di supervisione e telecontrollo deve gestire la tipologia di trasporto tenendone conto calcolo del percorso del treno.

### Archiviazione

Il sistema deve archiviare l’orario dei treni circolati.

# Funzioni di Circolazione

In questo capitolo sono descritte le funzioni di circolazione del sistema CTC. L’architettura del sistema di circolazione è visualizzata nella seguente immagine

Immagine che contiene testo, diagramma, Piano, Disegno tecnico

Il contenuto generato dall'IA potrebbe non essere corretto.

Nei seguenti paragrafi saranno dettagliate le funzioni del sistema di circolazione

## Interfaccia TMS/CCS

Il TMS-CCS-Interface-Service è il ponte di comunicazione che collega il sistema di regolazione (TMS) con il sistema di circolazione (CCS), garantendo lo scambio coordinato di informazioni tra pianificazione ed esecuzione.

### Dati inviati da TMS a CCS

I dati che da regolazione vengono inviati a circolazione sono i seguenti:

* Orari programmati dei treni
* Percorsi assegnati

### Dati inviati da CCS a TMS

I dati che da circolazione vengono inviati a regolazione sono i seguenti

* Posizioni reali dei treni
* Stato dell'infrastruttura (segnali, scambi)
* Situazione di circolazione
* Anomalie e guasti

## Servizio Piano operativo (OP Service)

È un distributore di piano: Il suo compito principale è tradurre e distribuire la strategia del TMS ai servizi del CCS. Questo servizio rappresenta il collegamento tra la pianificazione fornita dalla regolazione e l'esecuzione della circolazione (CCS), garantendo che la visione di alto livello venga tradotta correttamente in azioni operative.

### Dati di input

* Piano operativo: il piano operativo, proveniente da regolazione dei treni del giorno corrente contenente orari e percorsi
* Infrastruttura: la struttura fisica della linea: binari, deviatoi, segnali utilizzata per contestualizzare il piano operativo proveniente dal Servizio di acquisizione della topologia

### Dati di output

* Istruzioni di comandi automatici: inviato al servizio di comandi automatico, Automatic-Command-Service, sono le direttive specifiche per l'esecuzione automatica dei comandi, basate sul piano operativo e sulle priorità stabilite.
* Dettagli del Piano di Marcia, inviate al Train-Manager-Service. Il piano operativo scomposto e tradotto in istruzioni gestibili per la coordinazione dei singoli treni

### Gestione del piano operativo

#### Validazione del Piano Operativo

* Verifica la coerenza del piano ricevuto dal TMS con la topologia della linea
* Controlla la fattibilità dei percorsi e delle temporizzazioni

#### Adattamento del piano operativo

* Suddivide il piano operativo strategico in componenti eseguibili
* Traduce gli obiettivi di alto livello in azioni specifiche per i servizi destinatari

#### Distribuzione coordinata

* Invia istruzioni sincronizzate sia all'Automatic-Command-Service che al Train-Manager-Service
* Garantisce che tutti i servizi operino sulla stessa versione del piano

## Servizio gestione treni (Train Manager Service)

### Dati di Input

Il servizio di gestione treni riceve i seguenti input provenite da diverse fonti:

* Dettaglio del piano di marcia: fornito dal servizio piano operativo tradotto in istruzioni specifiche per la gestione dei treni
* Posizione e stato del treno in tempo reale: fornito dal servizio tracciamento treno specifica la posizione stato e velocità di ciascun treno
* Stato degli enti: fornito dal motore delle logiche specifica lo stato dell’infrastruttura: stato dei circuiti di binario libero e occupati, posizione deviatoi, etc.

### Dati di Output

Il servizio di gestione treni fornisce i seguenti output a diversi destinatari:

* Stato operativo dei treni: spedito al al servizio di comandi automatici contiene la visione d'insieme di tutti i treni posizione, stato, progresso rispetto al piano programmato, al fine di abilitare i comandi automatici
* Stato reale dei treni: spedito all’interfaccia TMS/CCS contiene il rapporto contiene la visione d'insieme di tutti i treni posizione, stato, progresso rispetto al piano programmato
* Richieste tracciatura treni: inviato al servizio di tracciatura treni per richiedere informazioni sullo stato dei treni

#### Gestione ciclo di vita dei treni

* Creazione delle istanze treno quando entrano nel sistema
* Monitoraggio del progresso dei treni rispetto al piano di marcia.
* Rilevamento di divergenze rispetto al piano programmato
* Preparazione del feedback verso la regolazione
* Invio del feedback all’interfaccia tra TMS - CCS
* Rimozione delle istanze treno quando escono dal sistema

## Servizio tracciatura treni (Train Tracker Service)

Il servizio trasformano lo stato degli enti provenite dal campo attraverso il motore delle logiche in informazioni sulla posizione dei treni.

### Dati di input

* Stato dei dispositivi di campo fornito dal motore delle logiche: binari, scambi e segnali
* Richieste di tracciamento dei treni inviate dal servizio di gestione treni

### Dati di output

* Posizione e stato del treno: dati aggiornati sulla posizione fisica, movimento e stato di ciascun treno rilevato

### Funzione tracciatura treni

Si compone delle seguenti macro funzioni

#### Rilevamento della posizione del treno

* Monitoraggio dei cambiamento di stato degli enti di campo
* Correlazione tra eventi: occupazione e liberazione dei binari con i movimenti dei treni
* Identificazione della posizione dei treni sull’infrastruttura della linea

#### Inseguimento treni

* Controllo del percorso dei treni attraverso la linea
* Rilevazione della direzione di marcia
* Identificazione dei treni in sosta

#### Invio dati al servizio di gestione treni

Invio di aggiornamenti della posizione dei treni

## Servizio comandi automatici (Automatic Command Service)

E’ il servizio che genera gli automatismi del sistema CCS, trasformando le operazioni programmate dal piano operativo in comandi da inviare al campo.

### Dati di input

* Direttive e sequenze di comando pianificate in base al piano programmato dal Servizio Piano Operativo.
* Posizione dei treni dal Servizio di gestione treni
* Stato degli enti di campo inviati dall’interlocking mediante il Motore delle Logiche

### Dati di output

Comandi sugli apparati di campo da inviare all’interlocking attraverso il motore delle logiche

### Gestione comandi automatici

Le principali funzioni svolte da questo servizio sono:

* Valutare condizioni e inviare comandi semplici
* Inviare comandi temporizzati basati su:
  + Piano operativo
  + Posizione treni stati degli enti

## Motore delle logiche (Logic)

Il Motore delle Logiche garantisce, all’interno del CCS, che ogni azione sul campo sia sempre e comunque compatibile con lo stato del sistema e le regole di sicurezza ferroviarie.

### Dati di input

* Comandi automatici da eseguire provenienti dal servizio dei comandi automatici
* Comandi manuali da eseguire provenienti dalla GUI
* Stato del campo provenienti dai servizi di interfaccia I/O

### Dati di output

* Comandi validati inviati all’interlocking attraverso i servizi I/O
* Notifiche dei comandi automatici non eseguiti verso il servizio di comandi automatici
* Notifiche dei comandi manuali non eseguiti verso la GUI
* Notifica dello stato del campo verso il servizio di tracciatura treni e il servzio dei comandi automatici e la GUI
* Segnalazione di allarmi

### Funzioni svolte

Sono raggruppate nelle seguenti macro attività:

#### Gestione macchina a stati

* Mantenimento dello stato corrente del sistema ferroviario
* Transizioni di stato basato su eventi dal campo e comandi in ingresso
* Gestioni stati consistenti e conformi alle regole di sicurezza

#### Validazione comandi

* Verifica coerenza comandi con la topologia della linea
* Verifica dello stato di fattibilità dei comandi rispetto allo stato corrente

#### Conversione dati del campo

* Trasformazioni segnali grezzi provenienti dal campo

#### Gestione allarmi

* Rilevamento condizioni di pericolo o non conformità
* Blocco preventivo comandi potenzialmente pericolosi
* Generazione appropriate segnalazioni di errore

## I/O interface service

Questo modulo funge da collegamento tra il CCS (Central Control System) e gli interlocking, intesi come sistemi di sicurezza integrati che, controllando gli enti di stazione, evitano situazioni pericolose per la circolazione ferroviaria.

### Struttura e connessioni

Il CCS può essere connesso a uno o più interlocking, ciascuno dei quali può gestire una o più stazioni. Di conseguenza, un singolo CCS può controllare un tratto di linea composto da diverse stazioni tramite uno o più interlocking.

### Scelta architetturale

Per ogni interlocking connesso al CCS, si prevede l’istanza di un modulo di interfaccia dedicato. Questa scelta è motivata dal fatto che gli interlocking possono adottare protocolli di comunicazione differenti, rendendo necessaria una gestione modulare e indipendente.

### Interfaccia verso l’interlocking

#### Dati inviati all’interlocking

I dati inviati all’interlocking dal corrispondente modulo di interfaccia contengono i comandi che devono essere ricevuti, elaborati ed eseguiti, se sono soddisfatte le condizioni di sicurezza. Sono principalmente:

* Itinerari
* Istradamenti
* Chiusura segnali
* Blocco e sblocco di zone

#### Dati ricevuti dall’interlocking

I dati ricevuti dall’interlocking contengono lo stato degli enti di piazzale ovvero di:

* Deviatoi
* Circuiti di binario
* Passaggi a livello
* Sezione di blocco

### Interfaccia verso CCS

#### Dati inviati al CCS

I dati ricevuti dall’interlocking vengono inoltrati al CCS a cui verrà comunicato:

* Stato degli enti di piazzale
* Stato della connessione con l’interlocking
* Conferme di esecuzione comando

#### Dati ricevuti dal CCS

I dati ricevuti dal CCS sono i comandi che devono essere inoltrati all’interlocking associato

### Funzioni svolte

Le funzioni svolte dai moduli di interfaccia sono le seguenti:

#### Gestione della comunicazione

* Gestione della connessione con l’interlocking di associato
* Monitoraggio continuo dello stato del collegamento con l’interlocking associato
* Implementazione del protocollo di comunicazione specifico l’interlocking associato

#### Elaborazione dei comandi in uscita

* Conversione dei comandi in uscita nel formato riconosciuto dall’interlocking
* **Invio sicuro e controllato** dei comandi all'interlocking
* Verifica della trasmissione e conferma di ricezione: se inviata dall’interlocking

#### Gestione dei dati in ingresso

* **Ricezione e acquisizione** dello stato degli enti di piazzale dall'interlocking
* **Validazione e controllo qualità** dei dati ricevuti
* **Conversione nel formato interno** CCS delle informazioni sugli enti

#### Comunicazione con il CCS

* Invio al CCS dello stato aggiornato degli enti di piazzale
* Segnalazione al CCS dello stato della connessione con l'interlocking
* Propagazione di allarmi e notifiche di anomalie

## Servizio gestione allarmi (Alarm service)

Garantisce che ogni condizione anomala venga segnalata agli operatori e tracciata per successive analisi.

### Dati di input

* Errori nell’esecuzione dei comandi automatici inviati dal servizio di gestione dei comandi automatici
* Violazioni delle regole di sicurezza inviati dal motore delle logiche
* Presa visione degli allarmi da parte degli operatori inviati dalla GUI

### Dati di output

* Notifiche degli allarmi agli operatori verso la GUI.
* Notifica degli allarmi al RCE Registro Cronologico eventi allo scopo di archiviarli, tenerne traccia e per analisi successive

### Funzione implementate dalla gestione degli allarmi

* Generazione allarmi da diverse fonti del sistema
* Gestione stati allarme (attivo, notificato, risolto)
* Raggruppamento allarmi correlati
* Invio allarmi tempestivo all'interfaccia utente
* Gestione presa visione degli operatori
* Notifica allarmi al Registro Cronologico Eventi

## Servizio eventi (Event service)

Fornisce un punto centrale per la gestione di tutti gli eventi del sistema garantendo sia la tracciabilità che la notifica immediata agli operatori. Costituisce il broker tra chi genera l’evento e chi è deputato a gestirlo o registrarlo

### Dati di input

Il servizio fa da collettore a diversi tipi di eventi

* Eventi andamento treni: inviato dal servizio di gestione dei treni contengono: cambiamenti di stato dei treni, la progressione del piano operativo
* Eventi generati dalla transizione degli stati degli enti di piazzale

### Dati di output

* Invio verso la GUI di eventi che devono essere notificati agli operatori
* Invio di tutti gli eventi registrati all’RCE per audit ed analisi

### Gestione eventi

Il servizio svolge le seguenti funzioni:

* Implementazione di politiche volte a reggere il carico di più eventi concomitanti
* Raccolta e classificazione degli eventi: in particolare si filtrano gli eventi che devono essere notificati alla GUI, ovvero agli utenti, da quelli che invece devono essere solo archiviati
* Riordinamento cronologico degli eventi
* Notifica degli eventi di interesse agli operatori (GUI)
* Invio eventi al Storage-Service per registrazione permanente

## Servizio di archiviazione (Storage service)

Il servizio di archiviazione o RCE rappresenta la memoria storica del sistema CCS, garantendo la tracciabilità completa di tutte le operazioni e facilitando le attività di diagnostica, audit e analisi delle performance di sistema.

### Dati di input

Gli eventi che devono essere archiviati sono di diverse tipologie:

* Variazione degli enti di piazzale: esempi cambi di stato di circuiti di binario: libero/occupato; di un deviatoio: dritto, rovescio etc.
* Cambiamento stati dei treni provenienti dal servizio tracciamento treni
* Interazioni con l’utente: comandi impartiti dagli operatori
* Comandi impartiti dal servizio dei comandi automatici
* Eventi diagnostici che registrano lo stato del sistema stesso
* Allarmi generati dal sistema

### Dati di output

Non ha output verso altri servizi

### Funzioni svolte

Il servizio svolge diverse funzioni che possono essere così riassunte

#### Archiviazione cronologica degli eventi

* Ricezione e archiviazione di tutti gli eventi di sistema in ordine temporale
* Mantenimento sequenza cronologica corretta degli eventi

#### Gestione della persistenza dei dati

* Archiviazione ottimizzata per letture/scritture degli eventi
* Implementazione politiche di retention e archiviazione

### Ricerca eventi

* Interfaccia per query temporali (range di date/ore)
* Ricerca per tipologia evento, sorgente, criticità
* Supporto a filtri complessi e ricerche incrociate

### Integrità e sicurezza dei dati

* Verifica integrità dati in ingresso
* Gestione accessi in scrittura/lettura
* Protezione da manomissioni dei dati storici

### Performance e Ottimizzazione

* Gestione indicizzazioni per query efficienti
* Scalabilità per volumi elevati di eventi

## Servizio interfaccia utente

E’ un servizio che risiede sul server di circolazione e che svolge la funzione di fare da interfaccia tra il CCS e le postazioni operatori

### Interfaccia verso il CCS

#### Dati ricevuti dal CCS

* Posizione dei treni in tempo reale fornito dal servizio di inseguimento treni
* Stato degli enti di piazzale inviato dal Motore delle logiche: stato logico di scambi, segnali, binari
* Allarmi inviati dal servizio di gestione degli allarmi

#### Dati inviati al CCS

* Presa visione degli allarmi inviati dall’operatore
* Numero treno inoltrato al servizio di gestione treni
* Comandi utenti validati inviati dall’utente

### Interfaccia verso la GUI

#### Dati ricevuti dalla GUI

* Numero treno da gestire: Identificativo del treno da gestire
* Comandi manuali inseriti dall’operatore

#### Dati inviati alla GUI

* Posizioni treni, stati enti, allarmi per la visualizzazione

### Funzioni svolte dal servizio di interfaccia utente

Le funzioni svolte da questo layer sono diverse e vengono qui di seguito raggruppate per macro funzionalità.

#### Broker verso le postazioni operatore

* Inoltra i messaggi globali a tutte le postazioni operatore: stato degli enti di piazzale movimento dei treni
* Individua e inoltra i messaggi specifici delle singole postazioni operatore quali ad esempio gli ack dei comandi inviati

#### Gateway comandi utente

* Ricezione comandi dalla GUI utente (semplici, doppi)
* Inoltro comandi validati al Motore delle Logiche
* Gestione feedback di esito comandi

#### Aggregazione dati di visualizzazione

* Raccolta dei dati dai servizi che compongono il CCS
* Unificazione in formato ottimizzato per la visualizzazione
* Gestione dell’invio alle postazioni operatore

#### Gestione allarmi

* Ricezione allarmi dal Servizio di gestione degli allarmi
* Gestione presa visione degli allarmi

#### Bridge Dati Treno

* Inoltro richieste specifiche treno al servizio di gestione treni
* Ricezione e distribuzione dati sulla posizione dei treni
* Gestione visualizzazione stato dei treni in tempo reale

# Funzioni di Configurazione

In questo paragrafo sono descritte le funzioni di configurazione del CTC

## Acquisizione topologia infrastrutturale (Topology Import Service)

E’ il modulo del sistema CTC dedicato all'acquisizione, validazione e gestione della topologia della rete ferroviaria da fonti esterne, trasformandola nel formato interno riconosciuto dal sistema CTC. Il flusso di lavoro è mostrato nel seguente diagramma

Immagine che contiene testo, schermata, Carattere, linea

Il contenuto generato dall'IA potrebbe non essere corretto.

Si compone delle seguenti funzioni

### Dati di input

Infrastruttura, ovvero topologia della rete ferroviaria fornita in diversi formati e con diversi protocolli forniti da sorgenti esterne.

### Dati di output

Infrastruttura codificata nel formato interno del sistema CTC e archiviata nella base dati del sistema.

L’infrastruttura deve essere conservata (archiviata) dal sistema. Il sistema deve contenere più infrastrutture ogni infrastruttura deve avere un periodo di validità. Non sono ammesse sovrapposizioni di validità e periodi temporali senza un’infrastruttura associata. La data di fine validità può non essere specificata.

### Importazione infrastruttura

Il processo che si occupa di importare l’infrastruttura ferroviaria all’interno del sistema è articolato in tre fasi successive:

#### Funzione di acquisizione da sorgenti esterne

Questa funzione si occupa di connettersi alle sorgenti di terze parti che forniscono l’infrastruttura, recuperarla nei formati nativi, supportando quindi protocolli di comunicazione diversi e formati differenti. Il recupero potrà avvenire con modalità diverse:

* Offline: ovvero in modo manuale: verranno forniti file, base di dati
* In line: ovvero saranno implementati meccanismi di sincronizzazione tra il fornitore dell’infrastruttura e il CTC

Quindi i compiti previsti per questo modulo saranno:

* Connessioni al sistema sorgente: implementazione di diversi protocolli di comunicazione
* Recupero dei dati in diversi formati
* Implementazione di meccanismi di sincronizzazione manuali e/o automatici

#### Funzione di validazione

Si occupa di validare i dati ricevuti implementando le seguenti procedure

* Controlla che la struttura dati ricevuta sia formalmente corretta
* Controlla che i dati contenuti siano semanticamente corretti
* Verifica che i dati mandatori siano significativi

#### Funzione di conversione

Si occupa di trasformare il dato dal formato nativo al formato interno del sistema CTC

* Conversione dei dati in formato interno
* Normalizzazione dei dati

#### Funzione di archiviazione

Si occupa di archiviare l’infrastruttura nella base dati del sistema. La base dati deve essere in grado di archiviare più infrastrutture con periodi di validità diversi pertanto solo una infrastruttura sarà valida in un determinato range di date.

* Archiviazione dell’infrastruttura
* Aggiornamento del range di validità dell’infrastruttura inserita e di quelle preesistenti.

# Interfacce

### Interfaccia Informazione al Pubblico (IaP)

Il sistema deve avere un’interfaccia verso i sistemi di Informazione al Pubblico

### Acquisizione orario e variazione orario teorico

Il sistema deve avere un’interfaccia per acquisire l’orario e le variazioni dell’orario teorico.

### Variazione orario programmato

Il sistema deve avere un’interfaccia per acquisire l’orario e le variazioni dell’orario programmato e per fornire lo stato di avanzamento dei treni.

### Interfaccia verso gli apparati ACC/ACCM

Il sistema deve avere un’interfaccia verso gli apparati di campo per acquisire lo stato degli enti ferroviari ed impartire comandi.

### Interfaccia verso RBC.

Il sistema deve avere un’interfaccia verso il sistema RBC per lo scambio di informazioni sulla posizione dei treni e sulle anomalie dell’infrastruttura.

### Interfaccia verso RTB.

Il sistema deve avere un’interfaccia verso glia apparati di Rilevamento Temperature Boccole per acquisire lo stato, e gli allarmi della temperatura sull’impianto frenante dei treni.

### Scambio informazioni con sistemi di supervisione e telecontrollo limitrofi.

Il sistema deve prevedere un’interfaccia verso i sistemi di supervisione e telecontrollo limitrofi per lo scambio delle informazioni dei treni orario, ricardo etc.

# IU

## Postazione Operatore

Il sistema deve prevedere una interfaccia utente per la Postazione Operatore; l’interfaccia utente deve avere le seguenti viste:

* **Sinottico** (sono delle pagine grafiche che rappresentano, animate dai controlli provenienti dal campo, un tratto di linea che può contenere una stazione di grandi dimensioni o più impianti)**.**
* **Sinottico compatto** (rappresentazione simile al sinottico, meno dettagliata)
* **Train Graph** (diagramma che mostra le posizioni dei treni lungo la linea ferroviaria in funzione del tempo)
* **Grafico stazionamento/tempo** (diagramma che mostra l’occupazione degli stazionamenti di una stazione ferroviaria in funzione del tempo)
* **Lista Treni/Manovre** (rappresentazione tabellare che elenca tutti i treni attualmente in servizio o programmati su una rete ferroviaria. Ogni riga della tabella rappresenta un treno specifico e include informazioni dettagliate sul suo percorso, orari e stato)
* **Selezione itinerari** (rappresentazione che permette agli operatori di selezionare, visualizzare e modificare gli itinerari dei treni)
* **Playback** (permette, attraverso lo RCE, di riprodurre eventi di circolazione successi nel passato.)
* **Gestione Allarmi RTB** (Permette la gestione degli allarmi provenienti dall’RTB.)

Il sistema deve permettere la visualizzazione di tutte le viste ma l’utente può operare sono sulle aree di sua competenza.

### Dati di input

I dati di input inviati dal servizio di interfaccia GUI-CCS contiene:

* Stati aggiornato degli enti di piazzale: stato aggiornato di scambi, segnali, binari
* Posizione reale dei treni per visualizzazione
* Allarmi e notifiche di sistema
* Dati di eventi passati per implementare la funzionalità di riproduzione (playback)
* Lista treni e manovre: Elenco completo treni con informazioni dettagliate
* Itinerari Disponibili: opzioni di percorso per la selezione

### Dati di output

* Comandi Utente Comandi semplici, doppi inseriti dall'operatore
* Identificativo treno per operazioni specifiche
* Conferme di presa visione allarmi
* Selezione Itinerari: Percorsi scelti per i treni

#### Funzioni della postazione operatore

La GUI Utente rappresenta quindi il punto di controllo centrale per l'operatore, integrando tutte le funzionalità necessarie per il monitoraggio e la gestione del traffico ferroviario in un'interfaccia coerente e di facile utilizzo. Il dettaglio delle funzioni svolte sono:

#### Vista Sinottico

* Visualizzazione grafica animata dei tratti di linea
* Rappresentazione reale dello stato di stazioni e impianti
* Animazione basata su stati enti ricevuti dal campo
* Interazione diretta con elementi grafici per i comandi

#### Vista sinottico compatto

* Rappresentazione semplificata meno dettagliata
* Visualizzazione d'insieme per monitoraggio aree estese

#### Train Graph (Diagramma Orario)

* Rappresentazione posizioni treni in funzione del tempo
* Visualizzazione andamenti e previsioni di marcia
* Identificazione ritardi e conflitti di percorso

#### Grafico Stazionamento/Tempo

* Diagramma occupazione stazionamenti in funzione del tempo
* Pianificazione e ottimizzazione utilizzo binari di stazione
* Gestione risorse per manovre e soste

#### Lista Treni/Manovre

* Visualizzazione tabellare di tutti i treni in servizio
* Informazioni dettagliate per ogni treno (percorso, orari, stato)
* Filtri e ricerche per tipologia treno o area geografica

#### Selezione Itinerari

* Interfaccia per selezione, visualizzazione e modifica itinerari
* Verifica disponibilità e compatibilità percorsi
* Assegnazione itinerari a treni specifici

#### Playback (Riproduzione Eventi)

* Riproduzione eventi di circolazione passati
* Navigazione temporale attraverso RCE
* Analisi post-evento per investigazione incidenti

#### Gestione Allarmi

* Interfaccia dedicata per gestione allarmi
* Categorizzazione e priorità degli allarmi
* Storico e reporting degli allarmi

### Manutenzione

Il sistema deve essere provvisto di un’interfaccia di manutenzione con le seguenti funzioni:

* Gestione allarmi di sistema (quali anomalie sui precessi; sulle macchine; sulle interfacce etc.)
* Consultazione eventi RTB
* Consultazione eventi RCE
* Gestione degli Utenti e dei permessi comprese le giurisdizioni.
* Gestioni delle modifiche orario pianificato/programmato.