

POLITECNICO DI MILANO

Facoltà di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea Specialistica In Ingegneria Meccanica



Tecniche manutentive dell'armamento di Rete Ferroviaria Italiana e
indagine sperimentale sulla tratta Rho – Vittuone

Relatore: Prof. Marco GARETTI

Tesi di Laurea di:

Roberto MOLINARI Matr. 711860

Anno Accademico 2008/09

*“La teoria è quando si sa tutto e niente funziona.
La pratica è quando tutto funziona e nessuno sa il perché.
Noi abbiamo messo insieme la teoria e la pratica:
non c'è niente che funzioni... e nessuno sa il perché!”.*

Albert Einstein

INDICE

INDICE	5
SOMMARIO	10
PAROLE CHIAVE	10
ABSTRACT	10
KEY WORDS	10
PREMESSA	12
PARTE 1 - LA MANUTENZIONE FERROVIARIA IN ITALIA	14
CAPITOLO 1 - PRESENTAZIONE DELL'AZIENDA R.F.I.	14
1.1 Organizzazione	16
CAPITOLO 2 - LA MANUTENZIONE IN R.F.I.	21
2.1 Principali asset da mantenere	23
2.1.1. Corpo stradale	24
2.1.2. Sovrastruttura ferroviaria	25
2.1.3. Altri Asset	34
2.2 Politiche manutentive	35
2.3 Gestione della Manutenzione	36
2.4 Durata ottimale di un'interruzione	38
2.5 Attività standard	40
2.5.1. I cicli di manutenzione	40
2.5.2. Manutenzione condition based	42
2.6 Ingegneria di Manutenzione	43
2.7 Costi	44
2.8 Materiali	47
2.9 Terzi	47
2.10 Indicatori	47
2.11 Normativa e sicurezza	49
2.11.1. Hazardous Operation	50

CAPITOLO 3 - ANALISI E CONFRONTO CON DIFFERENTI REALTA'	53
3.1 Rapporto tra spesa manutentiva di Linee standard e ad Alta Velocità - il caso francese	63
CAPITOLO 4 - INDIVIDUAZIONE DELLE CRITICITÀ E DEI POSSIBILI MIGLIORAMENTI IN OTTICA DI RIDUZIONE DEI COSTI	65
PARTE 2 - MANUTENZIONE DI BINARI E DEVIATOI	67
CAPITOLO 5 - MANUTENZIONE DEL BINARIO LINEE STANDARD	67
5.1 Tecniche per la manutenzione del binario note in letteratura ed utilizzate in R.F.I.	67
5.1.1. La Lunga Rotaia Saldata	68
5.1.2. Diagnostica del binario	70
5.1.3. Le operazioni di manutenzione del binario	72
5.1.4. Possibili miglioramenti	81
5.2 Tecniche utilizzate da R.F.I.	84
CAPITOLO 6 - MANUTENZIONE DEL DEVIATOIO LINEE STANDARD	84
6.1 Tecniche per la manutenzione del deviatoio note in letteratura ed utilizzate in R.F.I.	85
6.1.1. Ultime frontiere nel controllo diagnostico dei deviatoi	88
6.2 Tecniche utilizzate da R.F.I.	91
CAPITOLO 7 - L'ALTA VELOCITÀ IN ITALIA	93
CAPITOLO 8 - MANUTENZIONE DEI BINARI NELLE LINEE AD ALTA VELOCITÀ	95
CAPITOLO 9 - MANUTENZIONE DEI DEVIATOI NELLE LINEE AD ALTA VELOCITÀ	97
CAPITOLO 10 - FAILURE ANALYSIS	98
10.1 Difetti in testata	99
10.1.1. Fenditura orizzontale tra gambo e fungo	99
10.1.2. Cretti partenti da fori	100
10.2 Difetti in campata	101
10.2.1. Fenditure verticali longitudinali	101
10.2.2. Corrugazione	101

10.2.3. Head checks	103
10.2.4. Shelling	104
10.2.5. Squats	105
10.2.6. Macchia ovale	106
10.2.7. Difetti che possono originare fenditure trasversali	107
10.3 Altri difetti	107
10.3.1. Danneggiamenti	107
10.3.2. Lavorazioni inammissibili	108
10.4 Difetti dovuti a saldatura	108
10.4.1. Rottura trasversale sotto Connessione Elettrica	109
10.5 Analisi sui difetti	110
CAPITOLO 11 - INDIVIDUAZIONE CRITICITÀ E POSSIBILI MIGLIORAMENTI NELLE TECNICHE MANUTENTIVE	112
PARTE 3 - CASO DI STUDIO: LA TRATTA RHO-VITTUONE	114
11.1 Caratteristiche della tratta analizzata	114
11.2 Manutenzione effettuata	115
CAPITOLO 12 - OBIETTIVI DELL'ANALISI	115
CAPITOLO 13 - PARAMETRI FONDAMENTALI INDICANTI LA QUALITÀ GEOMETRICA DEL BINARIO	116
13.1 Livello Longitudinale	117
13.2 Scartamento	117
13.3 Scarto di Livello Trasversale	117
13.4 Allineamento	118
CAPITOLO 14 - STRUTTURA DEI DATI	119
14.1 Base dati utilizzata	119
CAPITOLO 15 - ANALISI CRITICA	120
15.1 Distribuzione spaziale dei difetti per livello di gravità	122
15.1.1. Curve e raggiatura	123
15.1.2. Cambi di limite di velocità	123
15.1.3. Passaggi a livello	124
15.1.4. Ponti-ponticelli	125
15.1.5. Variazioni del piano altimetrico	125
15.1.6. Analisi	126
15.2 Evoluzione del posizionamento dei difetti nel tempo	130
15.3 Evoluzione del livello di gravità dei difetti nel tempo	132
15.3.1. Evoluzione del livello di gravità dei difetti nel tempo su una sezione di tratta	135

15.4 Evoluzione dei difetti	144
15.5 Individuazione possibili correlazioni	144
15.6 Assunzioni	150
15.7 Errori di misura	151
CAPITOLO 16 - RISULTATI DELL'ANALISI	151
PARTE 4 - RISULTATI COMPLESSIVI E CONCLUSIONI	154
CAPITOLO 17 - RISULTATI COMPLESSIVI	154
CAPITOLO 18 - CONCLUSIONI	159
RINGRAZIAMENTI	160
BIBLIOGRAFIA	161

SOMMARIO

Questa tesi descrive l'attività di Manutenzione della Rete Ferroviaria Italiana, le modalità ed i criteri organizzativi, esecutivi ed economici usati nell'espletamento di tale attività; ne analizza i risultati e, limitatamente ai dati disponibili, li confronta con quelli di analoghe attività estere. Viene proposto di applicare la metodologia HAZOP al campo ferroviario. Vengono individuate alcune criticità, riguardanti binari e deviatori, e viene suggerito quindi di approfondire la tecnologia FRIMOS e di introdurre nel parco macchine mezzi diagnostici come Dr Switch. All'interno di un Caso di Studio vengono analizzati i dati sperimentali rilevati mediante Treno diagnostico Archimede, per un periodo di tempo significativo, sulla tratta Rho - Vittuone. In questa ultima parte, compatibilmente con i dati disponibili, sono stati realizzati modelli regressivi e individuate correlazioni nell'evoluzione temporale dell'entità dei difetti di Livello Longitudinale e di Scartamento.

PAROLE CHIAVE

Manutenzione, R.F.I., Ferrovia, Impianti Ferroviari, Binario, Difetti.

ABSTRACT

This work describes the Maintenance activity of R.F.I., the Italian Railway Infrastructure Manager, into mode, organizational, executive and economical criteria used to carry out this activity. It analyzes results and, compatibly to available data, it compares it with foreign activities. It's proposed to apply HAZOP method into railway field. Some criticisms concerning rail and switch are shown, and it's recommended to deepen technology as FRIMOS and to introduce diagnostic trains like Dr. Switch into R.F.I.'s analyzing systems. Into a Case of Study diagnostic data from Archimede Diagnostic train are analyzed, for a significant period of time, along the Rho – Vittuone track section. In this conclusive part, compatibly to available data, regressive models have been made and correlation in temporal evolution of defects entity have been found between Longitudinal Level and Rail Gauge.

KEY WORDS

Maintenance, R.F.I., Railway, Railway Plants, Rail, Defects.