



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

DIREZIONE GENERALE PER LE INVESTIGAZIONI FERROVIARIE E MARITTIME

RELAZIONE DI INDAGINE

**INCIDENTE SU UNA SCALA MOBILE DELLA METROPOLITANA
DI ROMA, LINEA A, STAZIONE REPUBBLICA,
AVVENUTO IN DATA 23/10/2018**

Premessa

La presente relazione di indagine ha come obiettivo la prevenzione di incidenti e inconvenienti futuri attraverso l'individuazione delle cause tecniche che hanno generato l'evento e la conseguente formulazione di raccomandazioni agli operatori del settore.

L'indagine della DIGIFEMA è condotta in modo indipendente dall'inchiesta dell'Autorità Giudiziaria e la relazione finale non può essere utilizzata per attribuire colpe e responsabilità civili o penali relative all'evento analizzato, in conformità con quanto previsto in merito dal D.Lgs. n. 50/2019.

Indice

1. Sintesi	6
1.1. Breve descrizione dell'evento	6
1.2. Cause dirette, indirette e a monte	6
1.3. Sintesi delle Raccomandazioni principali.....	6
2. Fatti in immediata relazione all'evento	7
2.1. Evento.....	7
2.1.1. <i>Descrizione degli eventi e del sito dell'incidente</i>	7
2.1.2. <i>Decisione di aprire l'indagine, composizione della squadra investigativa e svolgimento della stessa</i>	9
2.2. Circostanze dell'evento	9
2.2.1. <i>Personale coinvolto</i>	9
2.2.2. <i>Scala mobile</i>	9
2.2.3. <i>Infrastruttura e sistema di segnalamento (binari, deviatori, intersezioni, ...)</i>	10
2.2.4. <i>Mezzi di comunicazione</i>	10
2.2.5. <i>Lavori svolti presso il sito o nelle vicinanze dell'evento</i>	10
2.2.6. <i>Attivazione del piano di emergenza ferroviaria e relativa catena di eventi</i>	11
2.2.7. <i>Attivazione del piano di emergenza dei servizi pubblici di soccorso, della Polizia, dei servizi sanitari e relativa catena di eventi</i>	11
2.3. Decessi, lesioni, danni materiali	11
2.3.1. <i>Passeggeri e terzi, personale</i>	11
2.3.2. <i>Merci, bagagli e altri beni</i>	11
2.3.3. <i>Impianti e ambiente</i>	11
2.4. Circostanze esterne (condizioni atmosferiche, riferimenti geografici)	11
3. Resoconto dell'indagine	11
3.1. Sintesi delle testimonianze (nel rispetto della tutela dell'identità dei soggetti interessati)	11
3.1.1. <i>Personale</i>	11
3.1.2. <i>Altri testimoni</i>	12
3.2. Sistema di gestione della sicurezza.....	12
3.2.1. <i>Quadro organizzativo e modalità di assegnazione ed esecuzione degli incarichi</i>	13
3.2.2. <i>Requisiti relativi al personale e garanzia della loro applicazione</i>	14
3.2.3. <i>Modalità dei controlli e delle verifiche interni e loro risultati</i>	14
3.2.4. <i>Interfaccia fra i diversi soggetti operanti sull'infrastruttura</i>	21
3.3. Norme e regolamenti	21
3.3.1. <i>Norme pertinenti e regolamenti comunitari e nazionali</i>	21
3.3.2. <i>Altre norme (norme di esercizio, istruzioni locali, requisiti per il personale, prescrizioni in materia di manutenzione e standard applicabili)</i>	23
3.4. Funzionamento della scala mobile e degli impianti tecnici.....	24
3.4.1. <i>Principio di funzionamento e comando-controllo, registrazione di eventi in locale e remoto</i>	25
3.4.2. <i>Infrastruttura</i>	29
3.4.3. <i>Apparecchiature di comunicazione</i>	29
3.4.4. <i>Scala mobile, registrazione da parte di apparecchi automatici di registrazione</i>	29
3.5. Documentazione del sistema di esercizio	31
3.5.1. <i>Provvedimenti adottati dal personale in stazione e in remoto</i>	31
3.5.2. <i>Scambio di messaggi verbali in relazione all'evento</i>	31
3.5.3. <i>Provvedimenti adottati a tutela e salvaguardia del sito dell'evento</i>	31
3.6. Interfaccia uomo-macchina-organizzazione	31

3.6.1. Tempo lavorativo del personale coinvolto.....	31
3.6.2. Circostanze personali e mediche che possono aver influenzato l'evento.....	31
3.6.3. Architettura degli impianti aventi un'incidenza sull'interfaccia uomo-macchina.	31
3.7. Eventi precedenti dello stesso tipo.....	31
4. Analisi e conclusioni	35
4.1. Resoconto finale della catena di eventi.....	35
4.2. Discussione.....	36
4.2.1. Analisi riguardanti le cause dirette dell'evento	36
4.2.2. Analisi riguardanti le cause indirette dell'evento	61
4.2.3. Analisi riguardanti le cause a monte dell'evento.....	74
4.3. Conclusioni.....	80
4.4. Osservazioni aggiuntive	81
5. Provvedimenti adottati	85
6. Raccomandazioni	85

Sigle e Acronimi

AGENS	Agenzia Confederale dei Trasporti e Servizi
ANACAM	Associazione Nazionale Imprese di Costruzione e Manutenzione Ascensori
ANIE	Federazione Nazionale Imprese Elettrotecniche ed Elettroniche
ASSTRA	Associazione Trasporti
AS	Addetto alla Sorveglianza
AT	Assistente Tecnico
ATAC S.p.A.	Azienda per la mobilità del Comune di Roma
AV	Autorità di Vigilanza
CTP	Consulente Tecnico di Parte
CTU	Consulente Tecnico d'Ufficio
DCM	Direzione Centrale Manutenzioni
DCT	Direzione Centrale del Traffico
DCV	Dirigente Centrale Viaggiatori
DEC	Direttore Esecutivo del Contratto
DGSTIF-TPL	Direzione Generale per i Sistemi di Trasporto ad Impianti Fissi e il Trasporto Pubblico Locale, del MIT
DIGIFEMA	Direzione Generale per le Investigazioni Ferroviarie e Marittime, del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
DRUO	Direzione Risorse Umane e Organizzazione
DS	Dirigente Supervisore
GPIM	Gestione Patrimonio e Immobili (Direzione Manutenzioni)
MCTC	Motorizzazione Civile e Trasporti in Concessione
OdS	Ordine di Servizio
OR	Organo Regionale
PC	Postazione Centrale
RAM	Reliability Availability Maintainability
RE	Responsabile d'Esercizio
SGS	Sistema di Gestione della Sicurezza
STEMF	Sicurezza Tecnica di Esercizio Metro Ferro (Direzione Metro Ferro)
TVCC	TeleVisione a Circuito Chiuso
USTIF	Ufficio Speciale per i Trasporti ad Impianti Fissi, del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (MIT)
VF	Variatore di Frequenza (inverter)

1. Sintesi

1.1. Breve descrizione dell'evento

In data 23/10/2018, alle ore 19:00 circa, una scala mobile della fermata “Repubblica”, della linea A della metropolitana di Roma, in discesa, accelerava improvvisamente per poi arrestarsi a causa della fuoriuscita dalle proprie sedi di alcuni gradini, provocata dalle sollecitazioni subite sia direttamente per l'inevitabile affollamento in corrispondenza dello sbarco inferiore, sia indirettamente per le interferenze tra i pettini dei gradini e quelli della pedana di sbarco a loro volta sollecitati impropriamente dall'affollamento stesso.

L'incidente ha causato più di venti feriti ospedalizzati, di cui cinque gravi e numerosi in codice giallo.

1.2. Cause dirette, indirette e a monte

Anticipando i risultati dell'analisi effettuata:

- la causa diretta, da ricercarsi nel funzionamento dell'impianto durante l'incidente, è stata l'inefficace intervento dei freni di servizio e del freno di emergenza, come in seguito descritto;
- le cause indirette sono state essenzialmente dovute ad una inefficace metodologia di verifica dell'efficienza dei sistemi di frenatura delle scale mobili, alla quale non vengono in soccorso sufficienti indicazioni nei manuali d'uso e manutenzione, e ai percorsi formativi e le relative certificazioni del personale impegnato nella manutenzione e nelle verifiche periodiche degli impianti, per i quali allo stato attuale non esistono riconoscimenti legittimamente richiamabili che non siano curriculum scolastici o abilitazioni, non più sufficienti a mantenere il passo con l'evoluzione e la specificità del settore;
- le cause a monte sono individuabili nel quadro normativo vigente, carente sia in relazione ai requisiti del personale impiegato nelle attività di manutenzione e verifiche periodiche, sia riguardo le modalità di effettuazione delle verifiche periodiche sui dispositivi di sicurezza, nell'inefficacia delle procedure di monitoraggio dell'attività svolta dalla ditta appaltatrice da parte della stazione appaltante e nella inadeguatezza delle scorte di pezzi di ricambio degli impianti.

1.3. Sintesi delle Raccomandazioni principali

Le prime due raccomandazioni mirano all'avvio di una revisione del quadro normativo riguardante l'esercizio delle scale mobili, in particolare in merito ai seguenti aspetti, come meglio descritto di seguito:

- definizione delle modalità di esecuzione delle prove di frenatura durante le verifiche periodiche;
- definizione dei requisiti professionali del personale impiegato nella manutenzione delle scale mobili con introduzione di criteri basati sulla certificazione di formazione specifica anche con esperienze in laboratorio e su impianti di prova;
- pianificazione dell'attività formativa del personale impiegato nella manutenzione e nelle verifiche periodiche degli impianti tale da garantire il mantenimento delle competenze e l'aggiornamento professionale, anche alla luce del continuo progresso tecnologico e della molteplicità tipologica di impianti in pubblico esercizio;

- opportunità di diversificare i valori delle distanze di arresto nel corso delle prove di frenatura, descritte dalla norma UNI EN 115, per le due condizioni d'esercizio (senza carico e con carico);
- opportunità di eseguire una verifica preliminare della coppia di frenatura dei freni di servizio, prima delle prove periodiche che vengono effettuate dalle ditte di manutenzione, mediante utilizzo di chiave dinamometrica, sulla scorta dei valori di progetto, tenuto conto di dati forniti dalle aziende costruttrici anche per mezzo di targhe identificative riportanti il valore della coppia di frenatura da verificare.

La terza raccomandazione riguarda la definizione chiara e dettagliata, nei manuali d'uso e manutenzione delle modalità di regolazione e taratura dei freni di esercizio e dei freni d'emergenza e delle modalità di prova dei freni d'emergenza, in occasione delle verifiche da realizzarsi con periodicità inferiore rispetto a quella decennale normalmente eseguita, eventualmente in condizioni di carico ridotto.

La quarta raccomandazione suggerisce l'obbligo da parte delle aziende costruttrici di garantire, per tutta la vita utile degli impianti, la disponibilità dei pezzi di ricambio entro tempi certi ed a costi indicizzati nel tempo, al fine di assicurare adeguata continuità all'esercizio.

La quinta raccomandazione riguarda l'adozione di un adeguato sistema di monitoraggio inteso come vigilanza della stazione appaltante sull'attività manutentiva svolta dalle ditte appaltatrici.

La sesta raccomandazione riguarda il mantenimento della fruibilità e percorribilità in condizioni di sicurezza dei percorsi e delle vie di esodo, in particolare in prossimità delle aree di imbarco e sbarco delle scale mobili, talvolta parzialmente occupate stabilmente da personale non autorizzato.

2. Fatti in immediata relazione all'evento

2.1. Evento

2.1.1. Descrizione degli eventi e del sito dell'incidente

Intorno alle ore 19:00 del 23/10/2018 un folto gruppo di tifosi di una squadra di calcio ha impegnato le scale mobili in discesa della Stazione "Repubblica" della linea A della Metropolitana di Roma, per dirigersi verso la banchina di transito dei convogli ferroviari.

Dalle immagini a video (*Figure 1 e 2*) i tifosi, comportandosi in maniera sostanzialmente corretta, hanno cominciato a scendere utilizzando le due scale mobili parallele (matricola 54NF6338 a sinistra e 54NF6339 a destra), occupandole praticamente per tutto il loro sviluppo, determinando quindi su di esse un carico significativo.

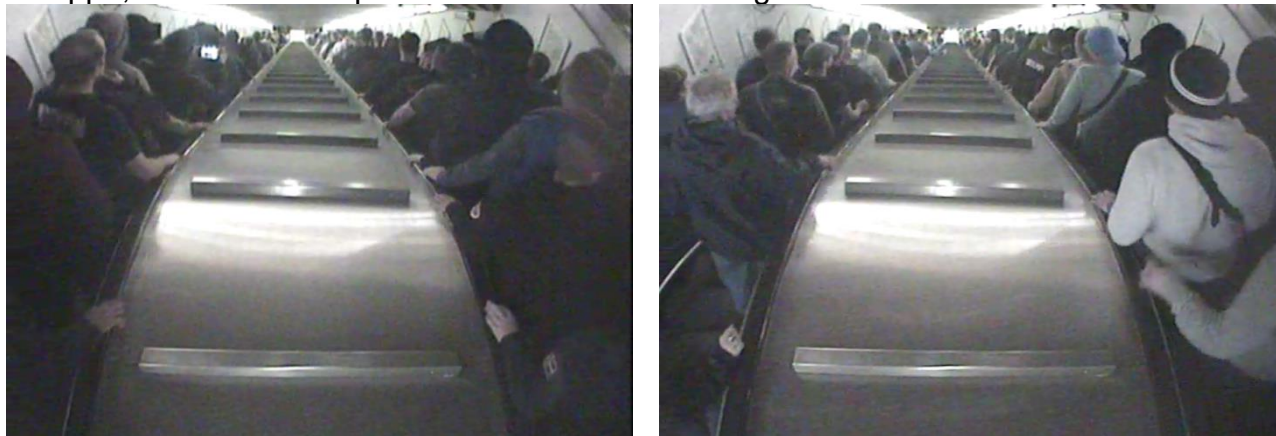


Figure 1 e 2 - Scale mobili matr.54NF6338 e 54NF6339 in discesa, affollate (fonte TVCC ATAC)

Ad un certo istante una delle due scale mobili, quella sulla destra scendendo verso la banchina (matr. 54NF6339), ha iniziato ad accelerare vistosamente (*Figure 3 e 4*) fino ad arrestarsi a seguito dell'accartocciarsi di alcuni gradini fra di loro in corrispondenza dello sbarco inferiore (*Figure 5 e 6*).



Figure 3 e 4 - Scala matr. 54NF6339 in fase di accelerazione (fonte TVCC ATAC)

Dal confronto delle immagini riportate nelle figure 3 e 4, è evidente la fase di accelerazione che ha caratterizzato la scala mobile sulla destra (matr. 54NF6339) rispetto a quella posta sulla sinistra (matr. 54NF6338): la linea rossa tracciata in corrispondenza della mano di un utente poggiata sul corrimano della scala mobile a sinistra evidenzia il maggiore spazio percorso dalla scala mobile destra a parità di tempo.



Figure 5 e 6 - Gradini scala mobile matr.54NF6339 a seguito dell'evento (fonte Digifema)

Numerose persone, nonostante la velocità assunta dalla scala, sono riuscite a defluire dalla stessa e a dirigersi verso la banchina, ma poco dopo, la situazione è degenerata anche a causa dello spazio angusto presente a ridosso dello sbarco della scala (*Figure 7 e 8*), tra l'altro in parte occupato da un artista di strada (un suonatore ambulante), e diverse persone, perlopiù tifosi, sono rimaste incastrate tra le lamiere dei gradini rotti, riportando ferite da taglio ed escoriazioni, prevalentemente agli arti inferiori. Altri, fortunatamente, sono riusciti a mettersi in salvo saltando sul divisorio tra le due scale mobili, grazie anche all'aiuto di

coloro che occupavano l'adiacente scala che, nel frattempo, proseguiva la sua corsa a velocità "normale".



Figure 7 e 8 – Piano di sbarco scale mobili (fonte TVCC ATAC)

Sono stati immediatamente chiamati i soccorsi che sono giunti sul posto, in tempi brevi. La stazione è stata chiusa ed evacuata. I Vigili del Fuoco hanno estratto i tifosi rimasti incastrati portandoli in superficie, e i militari dell'Esercito, Polizia e Carabinieri, all'esterno della stazione, in Piazza della Repubblica, hanno prestato soccorso ai feriti consegnandoli al personale medico giunto sul posto con numerose ambulanze del 118.

L'incidente ha causato più di venti feriti, di cui 5 gravi.

A seguito dell'evento la Procura della Repubblica presso il Tribunale di Roma ha disposto il sequestro di tutta la Stazione. Il servizio sulla linea A è continuato ad esclusione della fermata alla Stazione Repubblica.

2.1.2. Decisione di aprire l'indagine, composizione della squadra investigativa e svolgimento della stessa

La Direzione Generale per le Investigazioni Ferroviarie e Marittime ha avviato l'attività investigativa sull'incidente alla scala mobile in data 24/10/2018.

La Commissione incaricata ha eseguito il proprio mandato mediante analisi documentale, sopralluoghi sul sito dell'evento, effettuati tra ottobre 2018 e febbraio 2019, visione delle telecamere di sorveglianza TVCC e colloqui con le parti interessate.

2.2. Circostanze dell'evento

2.2.1. Personale coinvolto

Nell'evento sono stati coinvolti esclusivamente utenti dell'impianto che stavano utilizzando la scala mobile per scendere verso le banchine di attesa dei convogli della Metropolitana della linea A (Stazione Repubblica, entrambe le direzioni: Battistini – Anagnina).

2.2.2. Scala mobile

Le caratteristiche delle 6 (sei) scale mobili OTIS installate a Repubblica, numeri di matricola da 54NF6336 a 54NF6341, compresa quindi la scala mobile matr. 54NF6339 su cui si è verificato l'incidente, sono elencate nella scheda tecnica di seguito riportata (*Figura 9*), estrapolata dalla Relazione Tecnica del Progetto (Anno 2006) di ammodernamento delle

scale mobili installate nella Stazione di Piazza della Repubblica della Metropolitana di Roma alla fine degli anni settanta ed in esercizio dal 1980, in particolare nella colonna “Scala ammodernata”.

DATI TECNICI	SCALA ORIGINALE	SCALA AMMODERNATA
Numero di costruzione	54 NF 6336-41	54 NF 6336-41
MODELLO	48 HD-B	48 HD-B MKD
Portata	9000p/h	9000 p/h – 11700 p/h
Velocità di collaudo	0.50 m/s	0.50 m/s
Velocità nominale	0.50 m/s	0.65 m/s
Inclinazione	30 °	30 °
Larghezza gradini	1000 mm	1000 mm
Larghezza tra le balaustre	1282 mm	1282 mm
Larghezza totale	1714 mm	1714 mm
Dislivello	22670 mm	22,67 m
Distanza appoggi estremi	47050 mm	47050 mm
Potenza motore	55 Kw	55 Kw
Alimentazione	400 V / 50 Hz	400 V / 50 Hz
Supporti intermedi	4	4
Versione	Per interno	Per interno
Funzionamento	Bidirezionale a ciclo intermittente con avviamento tramite fotocellule alle estremità, con indicatori di direzione oppure continuo	Bidirezionale a ciclo intermittente con avviamento tramite fotocellule alle estremità, con indicatori di direzione oppure continuo
Raggi di curvatura	3641 mm UL 1879 mm LL	3641 mm UL 1879 mm LL
Spazi in piano	1325 mm UL 1290 mm LL	1325 mm UL 1290 mm LL
Sistemazione	Affiancata	Affiancata
Balaustre	Rivestite	In acciaio
Profili balaustre	In alluminio	In alluminio
Zoccoli	In acciaio	In acciaio
Rivestimento esterno	In acciaio	In acciaio

*Figura 9 – Scheda tecnica scale mobili Stazione Repubblica di Roma
(fonte Progetto della casa costruttrice)*

2.2.3. Infrastruttura e sistema di segnalamento (binari, deviatori, intersezioni, ...)

Per memoria

2.2.4. Mezzi di comunicazione

Per memoria

2.2.5. Lavori svolti presso il sito o nelle vicinanze dell'evento

Alla data dell'incidente non erano in corso lavori di manutenzione o altri interventi presso l'impianto interessato dall'evento che potrebbero essere correlati con quanto accaduto.

2.2.6. Attivazione del piano di emergenza ferroviaria e relativa catena di eventi

“L’Operatore di Stazione in servizio, nell’immediatezza dell’evento, informava la Direzione Centrale del Traffico richiedendo l’intervento del soccorso sanitario, dei Vigili del Fuoco e delle Forze dell’Ordine; quindi provvedeva alla chiusura della fermata ai viaggiatori.” (fonte Relazione finale della commissione di inchiesta ATAC SpA).

2.2.7. Attivazione del piano di emergenza dei servizi pubblici di soccorso, della Polizia, dei servizi sanitari e relativa catena di eventi

“La DCT disponeva l’immediata interruzione del servizio e soltanto dopo il ripristino delle condizioni di sicurezza necessarie, di concerto con le Forze dell’Ordine e dei Vigili del Fuoco intervenuti, ne disponevano la ripresa.” (fonte Relazione finale della commissione di inchiesta ATAC SpA).

2.3. Decessi, lesioni, danni materiali

2.3.1. Passeggeri e terzi, personale

L’incidente ha causato più di venti feriti ospedalizzati, di cui cinque gravi e numerosi in codice giallo.

2.3.2. Merci, bagagli e altri beni

Per memoria

2.3.3. Impianti e ambiente

L’azienda ATAC SpA ha stimato, a seguito dell’incidente, danni all’impianto per un importo di circa 106.000 € (iva esclusa).

2.4. Circostanze esterne (condizioni atmosferiche, riferimenti geografici)

Per memoria

3. Resoconto dell’indagine

3.1. Sintesi delle testimonianze (nel rispetto della tutela dell’identità dei soggetti interessati)

3.1.1. Personale

La Commissione di indagine ha intervistato personale dell’azienda ATAC S.p.A., acquisendo in particolare informazioni riguardanti la dinamica dell’incidente.

Da quanto appreso dal personale ATAC, e riportato sulla Relazione finale della Commissione d’inchiesta istituita dall’Azienda, il DEC ha definito “*la sua struttura inidonea, per numero di risorse, a poter effettuare controlli*”, considerato il numero considerevole di impianti da mantenere. Il numero totale delle risorse umane di cui disponeva la ditta

MetroRoma ammontava ad una cinquantina di persone, di cui solo venti ascensoristi abilitati, a fronte di 654 impianti in esercizio pubblico, di cui 391 tra scale e marciapiedi mobili e 263 tra ascensori, servoscala e piattaforme elevatrici. Gli addetti alla manutenzione, appartenenti alla ditta MetroRoma, avrebbero dichiarato di *“non aver ricevuto adeguata formazione, di aver appreso tutto sul campo”* e che *“la compilazione della scheda di manutenzione era fatta alla fine come formalità ma non corrispondeva alle attività veramente eseguite poiché queste erano fatte in base alla propria esperienza”*.

Da quanto appreso, i libri giornali, custoditi presso gli impianti ed acquisiti dalla Procura a seguito dell'incidente, risultavano solo parzialmente compilati e non sempre aggiornati a seguito degli interventi manutentivi effettuati dalla ditta appaltatrice. Anche l'attività di monitoraggio svolta dal personale della stazione appaltante, vuoi a causa del ridotto organico, vuoi per inefficacia delle procedure operative, non è risultata adeguata, dal momento che nessuna criticità è stata evidenziata con chiarezza e non sembrano essere state adottate azioni correttive o migliorative in tal senso. Da quanto appreso i tecnici non avrebbero *“mai avuto necessità di regolare i freni di servizio”* e si sarebbero esclusivamente attenuti a quanto previsto dalla normativa in merito al rispetto delle distanze di arresto del moto della scala in caso di intervento dell'impianto frenante, come meglio descritto in seguito. La stazione appaltante, da parte sua, non è riuscita ad intercettare anomalie o difetti che potessero far supporre un cattivo stato manutentivo del sistema frenante delle scale mobili.

3.1.2. Altri testimoni

La Commissione di indagine ha intervistato personale della ditta OTIS Servizi S.r.l. (fornitore degli impianti) e della Ditta Maspero Elevatori (altro fornitore), acquisendo in particolare informazioni riguardanti il funzionamento degli impianti del tipo di quello incidentato e le modalità con cui devono essere svolti gli interventi di manutenzione e le verifiche periodiche previste dalla normativa vigente.

3.2. Sistema di gestione della sicurezza

Nella sezione del sito www.atac.roma.it dedicata ai “sistemi certificati” è riportata la *“Politica per i Sistemi di Gestione Integrati di ATAC SpA”*, di cui si riportano di seguito alcuni stralci (*Figure 10 e 11*).

ATAC S.p.A. per il raggiungimento degli obiettivi strategici e per l'attuazione della “Politica” si impegna al mantenimento e al miglioramento dei Sistemi di Gestione implementati anche attraverso l'individuazione di specifici indicatori e la valutazione dei processi nel Riesame della Direzione.

ATAC S.p.A., con l'adesione ai nuovi standard ISO 9001 e 14001 del 2015 e l'adozione dell'approccio *risk-based thinking*, pone l'attenzione ai fattori interni ed esterni e alle parti interessate che caratterizzano il proprio contesto e determina le azioni per ridurre gli effetti negativi e adottare le forme di miglioramento più adeguate per i Sistemi di Gestione.

Figura 10 – stralcio del documento “Politica per i Sistemi di Gestione Integrati di ATAC SpA”

Sulla base di quanto riportato nel Sistema di Gestione è dunque cura degli organi direttivi di ATAC SpA:

- assicurare le risorse e le condizioni necessarie per tradurre i principi sopra indicati in concrete azioni di natura organizzativa e finanziaria;
- garantirne la diffusione verso gli utenti, i dipendenti e le altre parti interessate;
- mantenerne la coerenza rispetto ai mutamenti organizzativi e di contesto in cui ATAC S.p.A. si trova ad operare;
- promuovere l'effettivo coinvolgimento del personale nelle attività di miglioramento continuo dei Sistemi di Gestione.

Figura 11 - stralcio del documento “Politica per i Sistemi di Gestione Integrati di ATAC SpA”

3.2.1. Quadro organizzativo e modalità di assegnazione ed esecuzione degli incarichi

L'Organigramma societario relativo agli uffici della sede centrale di ATAC S.p.A. è riportato nello schema sottostante (*Figura 12*); la struttura che si occupa della Manutenzione Impianti di Traslazione è incardinata all'interno della Direzione di Gestione Infrastrutture, Immobili e Impianti.

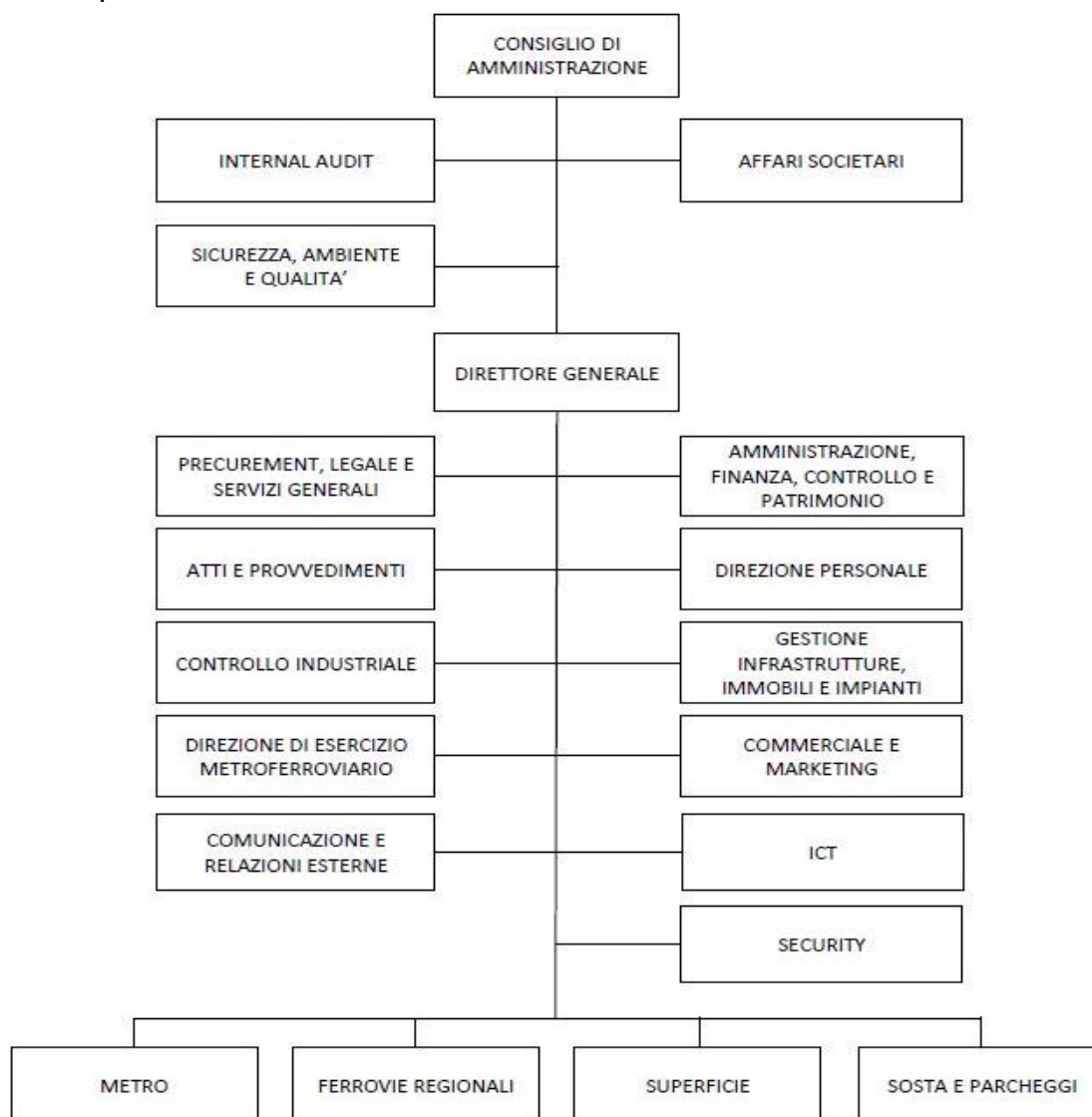


Figura 12 – Organigramma ATAC S.p.A. (fonte web)

3.2.2. Requisiti relativi al personale e garanzia della loro applicazione

I requisiti normativi in merito all'idoneità fisica e psicoattitudinale e all'abilitazione per il personale di manutenzione sono vincolati alla natura pubblicistica dell'appalto. Pertanto possono essere esplicitati in fase di gara nella richiesta della disponibilità fra il personale di un numero di dipendenti in possesso di titoli di studio tecnici e/o abilitazione ai sensi del DPR 1767/51, oltre che di una esperienza maturata nel settore in qualche modo certificata. Come già accennato si rileva, in linea di principio, un'inevitabile criticità nella selezione poiché, per quanto possano essere puntuali le richieste in merito ai requisiti del personale, inevitabilmente non possono essere sufficienti a garantire il know-how in considerazione delle varie tipologie di impianti in uso e delle evoluzioni tecniche.

Per il personale dell'azienda ATAC è previsto, nel documento *"Gestione impianti di traslazione ad uso pubblico"* di cui si riporta di seguito uno stralcio (*Figura 13*), un percorso abilitativo gestito internamente.

Entro il mese di novembre, le Direzioni/strutture, cui fanno capo le risorse addette alla sorveglianza/gestione degli impianti, rendono noto a STEMF il personale da abilitare l'anno successivo, evidenziando anche eventuali variazioni nell'organico (turn over degli addetti).

STEMF, previa valutazione di merito, comunica alla struttura Selezione, Sviluppo e Formazione/DRUO le esigenze formative funzionali all'acquisizione di nuove abilitazioni, nonché di aggiornamento degli addetti disponibili. Qualora la richiesta di abilitazione riguardi profili professionali diversi da quelli solitamente impiegati nelle attività di gestione degli impianti, STEMF la sottopone preventivamente alle strutture competenti della DRUO che ne valutano eventuali ricadute organizzative e gestionali.

La pianificazione degli interventi viene effettuata dalla struttura Selezione, Sviluppo e Formazione/DRUO, compatibilmente con le esigenze espresse dalla linea e dai RE che ne curano la docenza supportati da formatori qualificati.

La partecipazioni ai corsi di formazione viene registrata su SAP HR nel rispetto di quanto disciplinato dalla Procedura "A08.2/1.1 - Formazione del Personale", mentre gli elenchi degli abilitati vengono gestiti dalla Struttura Selezione, Sviluppo e Formazione/DRUO in apposito data base.

Eventuali esigenze formative non preventivate devono essere rappresentate alla STEMF che attiva l'iter sopra indicato.

A valle del rilascio di nuove abilitazioni, i RE ne danno comunicazione alle competenti Autorità di Vigilanza.

Figura 13 – stralcio del documento "Gestione impianti di traslazione ad uso pubblico" (fonte ATAC SpA)

3.2.3. Modalità dei controlli e delle verifiche interni e loro risultati

Le modalità di svolgimento dei controlli e delle verifiche sono descritte nel documento *"Gestione impianti di traslazione ad uso pubblico"* di ATAC SpA (*Figura 14*).

Le attività di manutenzione ordinaria, straordinaria e migliorativa dei sistemi di traslazione sono gestite da Opere Civili/GPIM, struttura nell'ambito della Direzione Manutenzioni dell'ATAC – tramite il DEC – che provvede alla pianificazione degli interventi.

2.4 Verifiche periodiche e straordinarie

2.4.1 Pianificazione

Annualmente, gli impianti di traslazione vengono sottoposti ad una serie di verifiche e prove periodiche, come disciplinato nel Regolamento di Esercizio; la pianificazione di tali verifiche viene effettuata prima dell'inizio di ogni anno solare dal DEC di Opere Civili/GPIM, che gestisce le attività di manutenzione ordinaria, straordinaria e migliorativa degli impianti di traslazione, in accordo con i RE (cfr. par. 2.4.2).

Il calendario delle verifiche periodiche, una volta approvato, viene inoltrato a firma del Direttore di Esercizio, a:

- USTIF Lazio;
- Regione Lazio;
- Ditta di Manutenzione, incaricata di effettuare le prove;
- Amministratore Delegato;
- Direttore Generale;
- Direzione Metro-Ferro
 - STEMF
 - RE
 - Servizio Metropolitano A e B
 - Ferrovie Concesse
 - Servizio Roma-Viterbo
 - Servizio Roma-Lido
- Direzione Manutenzioni
 - Opere Civili/GPIM
- Direzione Commerciale e Presidio del Territorio
 - Customer Care e Presidio del Territorio
- Direzione Tutela Vigilanza e Sicurezza
- Direzione Sistemi Informativi.

2.4.2 Svolgimento delle verifiche e prove periodiche

Le verifiche e le prove, periodiche e straordinarie, vengono effettuate dalla Ditta di manutenzione alla presenza del RE/AT.

Ad inizio e termine delle prove, la squadra della Ditta di manutenzione è tenuta ad avvisare il personale addetto alla sorveglianza degli impianti di traslazione, eventualmente presente in stazione, affinché provveda a comunicare alla Direzione Centrale Manutenzioni (in seguito DCM), nell'ambito della DMTF, il "fermo per collaudo", la "riattivazione" o il "fuori servizio" dell'impianto.

In caso di stazione non presenziata, il RE è autorizzato al prelievo della chiave per accedere al locale tecnico, ai fini della verifica dei dispositivi remoti di controllo degli impianti di traslazione e dei monitor relativi alle telecamere ad essi associati, provvedendo lui stesso alla comunicazione alla DCM degli eventuali malfunzionamenti.

Verifiche trimestrali

Ogni tre mesi, gli impianti di traslazione vengono sottoposti, alla presenza del RE/AT, ad una verifica ai fini della sicurezza e regolarità dell'esercizio.

Tale prova deve essere verbalizzata dal RE nel libro verifiche⁵, in triplice copia:

- n. 1 copia deve essere custodita presso l'impianto;
- n. 1 copia archiviata dal RE;
- n. 1 copia viene consegnata al Responsabile della squadra della Ditta di manutenzione che ha assistito alla verifica.

Verifiche annuali (solo scale e tappeti mobili e servoscala)

Una volta l'anno, in coincidenza con una visita trimestrale, scale mobili, tappeti mobili e montascale vengono sottoposti, alla presenza del RE/AT, a verifiche ai fini della sicurezza e regolarità dell'esercizio. Tali prove vengono effettuate con l'eventuale partecipazione di un rappresentante dell'Autorità di Vigilanza.

La verifica deve essere verbalizzata nel Libro verifiche⁵ dal RE, in triplice copia:

- n. 1 copia deve essere custodita presso l'impianto,
- n. 1 copia archiviata dal RE,
- n. 1 copia al rappresentante dell'Autorità di Vigilanza, qualora avesse preso parte alla verifica, in caso contrario viene ritirata dal RE per il successivo inoltro alla stessa.

Verifiche straordinarie

In caso di varianti costruttive ed adeguamenti tecnici agli impianti, preventivamente autorizzati dagli Enti competenti (art. 2 DM n°23 del 2 gennaio 1985), il RE/AT è tenuto ad effettuare una verifica straordinaria, ai sensi dell'art. 5 del D.P.R. 753/80, alla presenza di un rappresentante dell'Autorità di Vigilanza.

In caso di lavorazioni che non implicano modifiche degli impianti, ma riguardano sostituzioni di parti o organi, le verifiche straordinarie vengono effettuate alla sola presenza del RE/AT.

Tali prove devono essere verbalizzate dal RE nel Libro verifiche⁵, in triplice copia:

- n. 1 copia deve essere custodita presso l'impianto;
- n. 1 copia archiviata dal RE;
- n. 1 copia al rappresentante dell'Autorità di Vigilanza, qualora avesse preso parte alla verifica, in caso contrario viene ritirata dal RE per il successivo inoltro alla stessa.

Le varianti, le lavorazioni e gli adeguamenti tecnici vanno annotati sul Libro Giornale dell'impianto (Mod. A.0234) dal personale di Opere Civili/GPIM o dal RE che ha controllato la regolare esecuzione delle lavorazioni.

Al fine di accertare il permanere delle condizioni di sicurezza, il RE e/o l'Autorità di Vigilanza possono predisporre, in qualsiasi momento verifiche e prove straordinarie.

⁵ Sono previsti 3 tipologie di "Libro Verifiche" specifici per scala mobile e marciapiede mobile, ascensore e piattaforma elevatrice, servo scala: "Mod. A.0196 – libro verifiche ascensore e piattaforma elevatrice", "Mod. A.0197 – libro verifiche scala mobile e marciapiede mobile", "Mod. A.0198 – libro verifiche servo scala".

Figura 14 – stralci del documento “Gestione impianti di traslazione ad uso pubblico” (fonte ATAC SpA)

Anche nel “Regolamento d’esercizio scale mobili e tappeti mobili ad uso pubblico installati nelle Ferrovie Regionali e Linee Metropolitane di Roma”, di cui si riporta di seguito uno stralcio (**Figura 15**), un paragrafo è dedicato alle “Verifiche prove e revisioni”.

1.7 Verifiche prove e revisioni

1.7.1 Verifiche e prove

Ogni tre mesi alla presenza del Responsabile di Esercizio/Assistente Tecnico vengono svolte sulle scale e tappeti mobili prove periodiche in osservanza del Regolamento di Esercizio e della normativa vigente al fine di verificare l'accertamento delle condizioni di sicurezza necessarie all'utilizzo dell'impianto.

Una volta l'anno, alle verifiche, sarà facoltativa la partecipazione di un tecnico designato dall'Autorità di Vigilanza ai fini della sicurezza (USTIF) e di un rappresentante dell'Organo Regionale.

In occasione di varianti costruttive all'impianto, alle verifiche e prove è prevista la partecipazione di un tecnico designato dall'Autorità di Vigilanza ai fini della sicurezza (USTIF) con l'eventuale partecipazione di un rappresentante dell'Organo Regionale, ai sensi del DPR 753/80 art. 5, c.2 e del D.M. n°23 gennaio 1985, art.2, punto 2.3.

Gli esiti di tutte le prove devono essere riportate in un apposito registro conservato nel vano macchinario della scala mobile, stilati in triplice copia. Una copia dei verbali delle verifiche deve essere conservata presso gli uffici dell'Autorità di Vigilanza, una presso l'ufficio del Responsabile di Esercizio e una rimane nell'apposito registro.

Figura 15 – stralcio del “Regolamento d’esercizio scale mobili e tappeti mobili ad uso pubblico installati nelle Ferrovie Regionali e Linee Metropolitane di Roma” (fonte ATAC SpA)

I dati essenziali della scala mobile ove si è verificato il sinistro sono i seguenti:

- modello OTIS, matricola 54NF6339
- anno di entrata in servizio: 1980
- anno di ristrutturazione per scadenza vita tecnica (30 anni): 2009

L'analisi della documentazione fornita dall'azienda evidenzia che, nel periodo precedente la data dell'incidente, la scala mobile era stata regolarmente sottoposta agli interventi manutentivi previsti dalla normativa vigente e dal piano manutentivo e che tali verifiche avevano avuto esito regolare:

- ultima manutenzione straordinaria: agosto 2017
- ultima revisione annuale: novembre 2017 (**Figura 16**)
- ultima verifica trimestrale: agosto 2018 (**Figura 17**)
- ultima verifica mensile: settembre 2018 (**Figura 18**)

Dai verbali risulta che, nonostante alcune prescrizioni segnalate, l'impianto poteva essere mantenuto in servizio.

Rev.1/11.14

Cod. A.0197

atac

VERBALE PROVE E VERIFICHE SCALA MOBILE/MARCIAPIEDE MOBILE

Linea ferroviaria/metropolitana A Stazione REPUBBLICA

Impianto scala mobile
 marciapiede mobile

Matr. n° 54NF6339

Il sottoscritto in data 20.11.2017 dopo aver informato l'operatore

di stazione matr., ed alla presenza della Società METROROMA

rappresentata dai tecnici e di eventuali altri Enti presenti

..... rappresentati da

ha effettuato le seguenti prove e verifiche:

trimestrale annuale straordinaria verifica prescrizioni altro

N°	Descrizione	REGOLARE	ANNOTAZIONI
1	Presenza cartelli indicatori e monitori per il pubblico	SI	NO
2	Verifica dello stato di manutenzione generale e di pulizia (interna/esterna)	SI	NO
3	Verifica efficienza luci filtranti in testata superiore/inferiore	SI	NO
4	Verifica efficienza segnalazioni senso di marcia in testata superiore/inferiore	SI	NO
5	Verifica del gioco orizzontale tra zoccolo e gradino (sx o dx <= 5 mm - sx+dx <= 7 mm)	SI	NO
6	Verifica del gioco tra due gradini consecutivi (<= 6 mm)	SI	NO
7	Verifica quote tra peltine e gradino (Q <= 4 mm - R <= 4 mm - ID <= 2 mm)	SI	NO
8	Verifica del gioco tra profilo interno del corrimano e guida dello stesso (<= 8 mm)	SI	NO
9	Verifica della velocità effettiva dell'impianto (+/- 5% della velocità nominale)	SI	NO
10	Verifica sincronismo tra velocità del corrimano e del nastro gradini (scarto +/- 5%)	SI	NO
11	Verifica funzionalità manovra manuale	SI	NO
12	Verifica efficienza dispositivo controllo abbassamento gradini testata sup./inf.	SI	NO
13	Verifica efficienza dispositivo controllo assenza gradini testata sup./inf.	SI	NO
14	Verifica efficienza dispositivo controllo allentamento catena trazione gradini sx/dx	SI	NO
15	Verifica efficienza dispositivo controllo tensione a/o velocità corrimano sx/dx	SI	NO
16	Verifica efficienza dispositivo controllo imbocco corrimano sx/dx testata sup./inf.	SI	NO
17	Verifica efficienza dispositivo controllo intervento pedana sx/dx testata sup./inf.	SI	NO
18	Verifica efficienza pulsanti emergenza di STOP a disposizione del pubblico	SI	NO
19	Verifica efficienza dispositivo controllo apertura botola in testata sup./inf.	SI	NO
20	Verifica efficienza interruttore generale di alimentazione	SI	NO
21	Verifica efficienza dispositivo controllo usura freno di servizio ed emergenza	SI	NO
22	Verifica efficienza dispositivo controllo apertura freno di servizio ed emergenza	SI	NO
23	Verifica spazio di frenatura del freno di servizio in salita (a vuoto <= 100 cm)	SI	NO
24	Verifica spazio di frenatura del freno di servizio in discesa (a vuoto >= 20 cm)	SI	NO
25	Verifica efficienza frenatura a vuoto del freno di emergenza salita/discesa	SI	NO
26	Verifica efficienza dispositivo controllo accesso di velocità (<= 20% velocità nominale)	SI	NO
27	Verifica efficienza dispositivo controllo inversione accidentale del moto	SI	NO
28	Verifica efficienza dispositivo controllo rottura catena trazione della macchina	SI	NO
29	Verifica efficienza dispositivo controllo presenza limatura di ferro nel riduttore	SI	NO
30	Verifica efficienza manovra emergenza (velocità esercizio da 0,5 a 0,7 m/sec)	SI	NO
31	Verifica stato isolamento del circuito elettrico	SI	NO
32	Verifica installazione impianto antincendio e prova blocco impianto ee attivato	SI	NO
33	Verifica efficienza impianto d'illuminazione (zone di entrata e uscita - impianti ubicati all'interno >= 50 lux - impianti ubicati all'esterno >= 15 lux)	SI	NO
34	Verifica efficienza circuito TVcc	SI	NO
35	Misurazione consumo della catena di trazione dei gradini (mm)	SX <u>230</u>	DX <u>230</u>

L'impianto può essere mantenuto in servizio:

SI NO SI Previa esecuzione delle prescrizioni

Prescrizioni (1) SOSTITUIRE N° 1 PELTINE PEDANA INF.; (2) ELEGGERE SCELTA STOP INFERIORE AL VUOTO; (3) RIPARAZIONE SUBITO PROVA IMPIANTO ANTINCENDIO; FISSARE BOTOLA CENTRALE IN TESTATA INF. TRA LE SCALE 338-339

Per Atac

Per l'U.S.T.I.F.

Per la Ditta di manutenzione

Altri

Figura 16 –Verbale di verifica annuale del 20/11/2017 (fonte ATAC SpA)

Rev.1/11.14

Cod. A.0197

atac

VERBALE PROVE E VERIFICHE SCALA MOBILE/MARCIAPIEDE MOBILE

Linea ferroviaria/metropolitana A Stazione REPUBBLICA

Impianto scala mobile
 marciapiede mobile

Matr. n° 54NR6329

Il sottoscritto ... in data 21/8/2018 dopo aver informato l'operatore

di stazione matr. ed alla presenza della Società M.F. Roma

rappresentata dai tecnici e di eventuali altri Enti presenti

..... rappresentati da

ha effettuato le seguenti prove e verifiche:

trimestrale annuale straordinaria verifica prescrizioni altro

N°	Descrizione	REGOLARE	ANNOTAZIONI
1	Presenza cartelli indicatori e monitor per il pubblico	SI	NO
2	Verifica dello stato di manutenzione generale e di pulizia (interna/esterna)	SI	NO
3	Verifica efficienza luci filtranti in testata superiore/inferiore	SI	NO
4	Verifica efficienza segnalazioni senso di marcia in testata superiore/inferiore	SI	NO
5	Verifica del gioco orizzontale tra zoccolo e gradino (sx o dx <= 5 mm - sx+dx <= 7 mm)	SI	NO
6	Verifica del gioco tra due gradini consecutivi (<= 6 mm)	SI	NO
7	Verifica quote tra paltine e gradino (Q <= 4 mm - R <= 4 mm - ID <= 2 mm)	SI	NO
8	Verifica del gioco tra profilo interno del corrimano e guida dello stesso (<= 8 mm)	SI	NO
9	Verifica della velocità effettiva dell'impianto (+/- 5% della velocità nominale)	SI	NO
10	Verifica sincronismo tra velocità del corrimano e del nastro gradini (scarto +/- 5%)	SI	NO
11	Verifica funzionalità manovra manuale	SI	NO
12	Verifica efficienza dispositivo controllo abbassamento gradini testata sup./inf.	SI	NO
13	Verifica efficienza dispositivo controllo assenza gradini testata sup./inf.	SI	NO
14	Verifica efficienza dispositivo controllo allentamento catena trazione gradini sx/dx	SI	NO
15	Verifica efficienza dispositivo controllo tensione s/o velocità corrimano sx/dx	SI	NO
16	Verifica efficienza dispositivo controllo imbocco corrimano sx/dx testata sup./inf.	SI	NO
17	Verifica efficienza dispositivo controllo intervento pedana sx/dx testata sup./inf.	SI	NO
18	Verifica efficienza pulsanti emergenza di STOP a disposizione del pubblico	SI	NO
19	Verifica efficienza dispositivo controllo apertura botola in testata sup./inf.	SI	NO
20	Verifica efficienza interruttore generale di alimentazione	SI	NO
21	Verifica efficienza dispositivo controllo usura freno di servizio ed emergenza	SI	NO
22	Verifica efficienza dispositivo controllo apertura freno di servizio ed emergenza	SI	NO
23	Verifica spazio di frenatura del freno di servizio in salita (a vuoto <= 100 cm)	SI	NO
24	Verifica spazio di frenatura del freno di servizio in discesa (a vuoto >= 20 cm)	SI	NO
25	Verifica efficienza frenatura a vuoto del freno di emergenza salita/discesa	SI	NO
26	Verifica efficienza dispositivo controllo eccesso di velocità (<= 20% velocità nominale)	SI	NO
27	Verifica efficienza dispositivo controllo inversione accidentale del moto	SI	NO
28	Verifica efficienza dispositivo controllo rottura catena trazione della macchina	SI	NO
29	Verifica efficienza dispositivo controllo presenza lamatura di ferro nel riduttore	SI	NO
30	Verifica efficienza manovra emergenza (velocità esercizio da 0,5 a 0,7 m/sec)	SI	NO
31	Verifica stato isolamento del circuito elettrico	SI	NO
32	Verifica installazione impianto antincendio e prova blocco impianto se-attivato -	SI	NO
33	Verifica efficienza impianto d'illuminazione (zone di entrata e uscita - impianti ubicati all'interno >= 50 lux - impianti ubicati all'esterno >= 15 lux)	SI	NO
34	Verifica efficienza circuito TVcc	SI	NO
35	Misurazione consumo della catena di trazione dei gradini (mm)	SX <u>230</u>	DX <u>230</u>

L'impianto può essere mantenuto in servizio:

SI NO SI Previa esecuzione delle prescrizioni

Prescrizioni (1) R.P.A. STABBE RUBINETTO FANNA IMPIANTO ANTINCENDIO

Per Atac IL RESPONSABILE

Per l'U.S.T.I.F.

Per la Ditta di manutenzione

Altri

Figura 17 – Verbale di verifica trimestrale del 02/08/2018 (fonte ATAC Spa)




		Divisione Metroferroviario Manutenzione Impianti, Infrastrutture e Immobili > Manutenzione Impianti di Traslazione			
		MANUTENZIONE DEL MESE DI: SETTEMBRO			
STAZIONE DI: REPUBBLICA		Scala mobile matr.: 39			
PROVE E VERIFICHE DA EFFETTUARE					esecuzione
1	Smontaggio dei gradini necessari allo svolgimento delle attività manutentive	SI	NO		
2	Pulizia dei vani delle testate superiore e inferiore	SI	NO		
3	Pulizia delle balaustre interne della scala mobile	SI	NO		
4	Controllo della tensione e registrazione della catena/e di trazione macchina/e	SI	NO		
5	Lubrificazione della catena/e di trazione macchina/e	SI	NO		
6	Controllo efficienza motore elettrico, verifica rumorosità cuscinetti	SI	NO		
7	Controllo efficienza moto-riduttore, verifica rumorosità cuscinetti e livello olio	SI	NO		
8	Controllo efficienza di tutti i dispositivi di sicurezza	SI	NO		
9	Controllo efficienza e spazi di frenatura del freno di servizio	SI	NO		
10	Controllo efficienza e spazi di frenatura del freno di emergenza	SI	NO		
11	Smontaggio di alcuni pannelli laterali SX-DX in testata superiore e inferiore per controllo della trazione dei corrimano, lubrificazione delle catene trazione e rinvio, pulizia finale	SI	NO		
12	Controllo scorrimento e intervento della pedana mobile superiore e inferiore	SI	NO		
13	Controllo integrità dei pettini delle pedane mobili e controllo altezze tra gradino e pettini	SI	NO		
14	Controllo efficienza luci filtranti e indicatori senso di marcia in testata superiore ed inferiore	SI	NO		
15	Controllo integrità guidaggio di trazione e folle dei gradini lungo tutto l'impianto	SI	NO		
16	Controllo integrità dei ruotini trazione catena gradini e folle dei gradini	SI	NO		
17	Lubrificazione della catena di trazione dei gradini	SI	NO		
18	Pulizia del quadro generale di manovra e verifica della efficienza di tutti i suoi componenti	SI	NO		
19	Pulizia del convertitore di frequenza	SI	NO		
20	Controllo ed eventuale sostituzione serbatoi lubrificazione scorrimento gradini	SI	NO		
21	Pulizia totale dei gradini <u>(annuale)</u>	SI	NO		
22	Ingrassaggio cuscinetti: alberi di trazione/rinvio catena gradini superiore ed inferiore, del pignone macchina riduttore, alberi trazione/rinvio catene trazione corrimano <u>(annuale)</u>	SI	NO		
23	Rilievo consumo catena trazione gradini (mm)	SX	DX		
24	Rilievo compressione molle tenditrici catena trazione gradini (mm)	SX 183	DX 183		
note del manutentore					
Roma: 26/09/2018					
firma del manutentore		firma tecnico			

Figura 18 –Verbale di verifica mensile del 26/09/2018 (fonte ATAC SpA)

3.2.4. Interfaccia fra i diversi soggetti operanti sull'infrastruttura

L'organizzazione e i rapporti fra le diverse figure sono descritti nel documento "Gestione impianti di traslazione ad uso pubblico"; particolarmente significativo e qualificante è il coordinamento mensile previsto al paragrafo 2.3. di cui si riporta il seguente stralcio (*Figura 19*):

Mensilmente, i RE, il DEC di Opere Civili/GPIM ed il Responsabile tecnico della Ditta di manutenzioni effettuano riunioni di coordinamento⁴, per programmare le attività di manutenzione straordinaria e verificare lo stato di avanzamento dei lavori in corso.

Al fine di garantire ai RE la possibilità di presenziare alle operazioni di manutenzione, il DEC comunica giornalmente, tramite e-mail, l'elenco delle attività previste.

Figura 19 – stralcio del documento "Gestione impianti di traslazione ad uso pubblico" (fonte ATAC SpA)

3.3. Norme e regolamenti

3.3.1. Norme pertinenti e regolamenti comunitari e nazionali

La legislazione nazionale applicabile alla data dell'evento è la seguente:

- Legge 24 ottobre 1942 n. 1415: "Impianto ed esercizio di ascensori e di montacarichi in servizio privato";
- D.P.R. 24 dicembre 1951 n. 1767: "Approvazione del regolamento per l'esecuzione della legge 24 ottobre 1942, n. 1415, concernente l'impianto e l'esercizio di ascensori e di montacarichi in servizio privato.", per la parte non abrogata ("patentino ascensorista")
- D.M. 18 settembre 1975: "Norme tecniche di sicurezza per la costruzione e l'esercizio delle scale mobili in servizio pubblico";
- D.P.R. 11 luglio 1980 n. 753: "Nuove norme in materia di polizia, sicurezza e regolarità dell'esercizio delle ferrovie e di altri servizi di trasporto, che ha valenza sull'intero sistema ferroviario nazionale";
- D.M. 2 gennaio 1985 n. 23: "Norme regolamentari in materia di varianti costruttive, di adeguamenti tecnici e di revisioni periodiche per i servizi di pubblico trasporto effettuati con impianti funicolari aerei e terrestri";
- D.M. 29 settembre 2003: "Individuazione delle funzioni e compiti degli uffici speciali per i trasporti ad impianti fissi (USTIF)";
- D.M. 18 febbraio 2011: "Disposizioni per i direttori ed i responsabili dell'esercizio e relativi sostituti e per gli assistenti tecnici preposti ai servizi di pubblico trasporto, effettuato mediante impianti funicolari aerei e terrestri, ascensori verticali ed inclinati, scale mobili, marciapiedi mobili, montascale, piattaforme elevatrici ed impianti assimilabili";
- D.P.R. 13 dicembre 2010: "Regolamento recante abrogazione espressa delle norme regolamentari vigenti che hanno esaurito la loro funzione o sono prive di effettivo contenuto normativo o sono comunque obsolete, a norma dell'articolo 17, comma 4-tr, della legge 23 agosto 1988, n. 400", che abroga il D.M. 18 settembre 1975 a meno della parte relativa all'art. 6 recante le Norme di esercizio, ancora in vigore;
- D.M. 22 dicembre 2017: "Modifica del decreto 18 settembre 1975, recante: «Norme tecniche di sicurezza per la costruzione e l'esercizio delle scale mobili in servizio pubblico.»", recante modifiche al comma 1 dell'art. 6.

Le Norme applicabili sono le seguenti:

Cod UNI	Argomento
UNI EN ISO 14798:2013	Ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili - Metodologia di valutazione e riduzione dei rischi
UNI EN 12015:2014	Compatibilità elettromagnetica - Norma per famiglia di prodotti per ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili - Emissione
UNI EN 12016:2013	Compatibilità elettromagnetica - Norma per famiglia di prodotti per ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili - Immunità
UNI EN 13015:2008	Manutenzione di ascensori e scale mobili - Regole per le istruzioni di manutenzione
UNI 10411-15:2018	Modifiche a scale e marciapiedi mobili esistenti
EC 1-2018 UNI 10411-15:2018	Modifiche a scale mobili e marciapiedi mobili esistenti
UNI/TS 11300-6:2016	Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 6: Determinazione del fabbisogno di energia per ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili
UNI EN ISO 25745-1:2013	Prestazioni energetiche di ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili - Parte 1: Misura del consumo di energia e verifica
EC 1-2016 UNI EN ISO 25745-2:2015	Prestazioni energetiche di ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili - Parte 2: Calcolo dell'energia e classificazione degli ascensori
UNI EN ISO 25745-2:2015	Prestazioni energetiche di ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili - Parte 2: Calcolo dell'energia e classificazione degli ascensori
UNI EN ISO 25745-3:2015	Prestazioni energetiche di ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili - Parte 3: Calcolo dell'energia e classificazione di scale e marciapiedi mobili
UNI EN 627:1997	Regole per la registrazione dei dati e la sorveglianza di ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili.
UNI CEN/TR 115-3:2010	Sicurezza delle scale mobili e dei marciapiedi mobili - Part 3: Correlazione tra la EN 115:1995 e i suoi aggiornamenti e la EN 115-1:2008
EC 2-2016 UNI EN 115-1:2010	Sicurezza delle scale mobili e dei marciapiedi mobili - Parte 1: Costruzione e installazione
UNI EN 115-1:2017	Sicurezza delle scale mobili e dei marciapiedi mobili - Parte 1: Costruzione e installazione
EC 1-2016 UNI EN 115-2:2010	Sicurezza delle scale mobili e dei marciapiedi mobili - Parte 2: Regole per il miglioramento della sicurezza scale mobili e dei marciapiedi mobili esistenti
UNI EN 115-2:2010	Sicurezza delle scale mobili e dei marciapiedi mobili - Parte 2: Regole per il miglioramento della sicurezza scale mobili e dei marciapiedi mobili esistenti
UNI CEN/TS 115-4:2015	Sicurezza delle scale mobili e dei marciapiedi mobili - Parte 4: Interpretazioni relative alla famiglia di norme EN 115

Tabella 1 – Norme UNI di riferimento

Si segnalano in particolare:

- **UNI 10411-15:2018**: *Modifiche a scale e marciapiedi mobili esistenti.*

La norma specifica i requisiti per la modifica di scale mobili e marciapiedi mobili esistenti, fabbricati in conformità alla Raccomandazione n. 28 del CIRA o alle UNI EN 115.

- **UNI EN 115-1:2017**: *Sicurezza delle scale mobili e dei marciapiedi mobili - Parte 1: Costruzione e installazione.*

La norma tratta tutti i pericoli significativi, le situazioni e gli eventi pericolosi relativi alle scale mobili nuovi e ai marciapiedi mobili quando utilizzati conformemente allo scopo e nelle condizioni di uso scorretto ragionevolmente prevedibile dal fabbricante.

- **UNI EN 115-2:2010**: *Sicurezza delle scale mobili e dei marciapiedi mobili - Parte 2: Regole per il miglioramento della sicurezza scale mobili e dei marciapiedi mobili esistenti.*

La norma è la versione ufficiale della norma europea EN 115-2 (edizione luglio 2010). La norma fornisce le regole per il miglioramento della sicurezza delle scale mobili e dei marciapiedi mobili esistenti con lo scopo di raggiungere un livello di sicurezza equivalente a quello delle nuove installazioni, applicando l'attuale stato dell'arte per la sicurezza. La norma considera il miglioramento della sicurezza delle scale mobili e dei marciapiedi mobili

esistenti per: a) gli utenti; b) il personale addetto alla manutenzione e all'ispezione; c) le persone che non stanno utilizzando scale mobili e marciapiedi mobili (ma che si trovano nella loro immediata vicinanza); d) le persone autorizzate. La norma non si applica: a) alla sicurezza durante il trasporto, l'installazione, le riparazioni e lo smontaggio delle scale mobili e dei marciapiedi mobili; b) alle scale mobili a spirale; c) ai marciapiedi mobili con zona di accelerazione.

- **UNI CEN/TR 115-3:2010: Sicurezza delle scale mobili e dei marciapiedi mobili - Parte 3: Correlazione tra la EN 115:1995 e i suoi aggiornamenti e la EN 115-1:2008.**

Il rapporto tecnico è la versione ufficiale in lingua inglese del rapporto tecnico europeo CEN/TR 115- 3 (edizione novembre 2009). Il rapporto tecnico si applica alle scale mobili e ai marciapiedi mobili fabbricati in conformità alla EN 115-1:2008. Esso fornisce la correlazione tra i punti della EN 115:1995, compresi i suoi 2 aggiornamenti del 1998 e del 2004 e quelli della EN 115-1:2008. Il rapporto tecnico è strutturato in due prospetti, il primo correla i punti della EN 115 rispetto a quelli della EN 115-1 mentre il secondo viceversa.

Si riporta, di seguito, uno schema esemplificativo delle norme UNI riguardanti gli impianti oggetto della presente relazione:

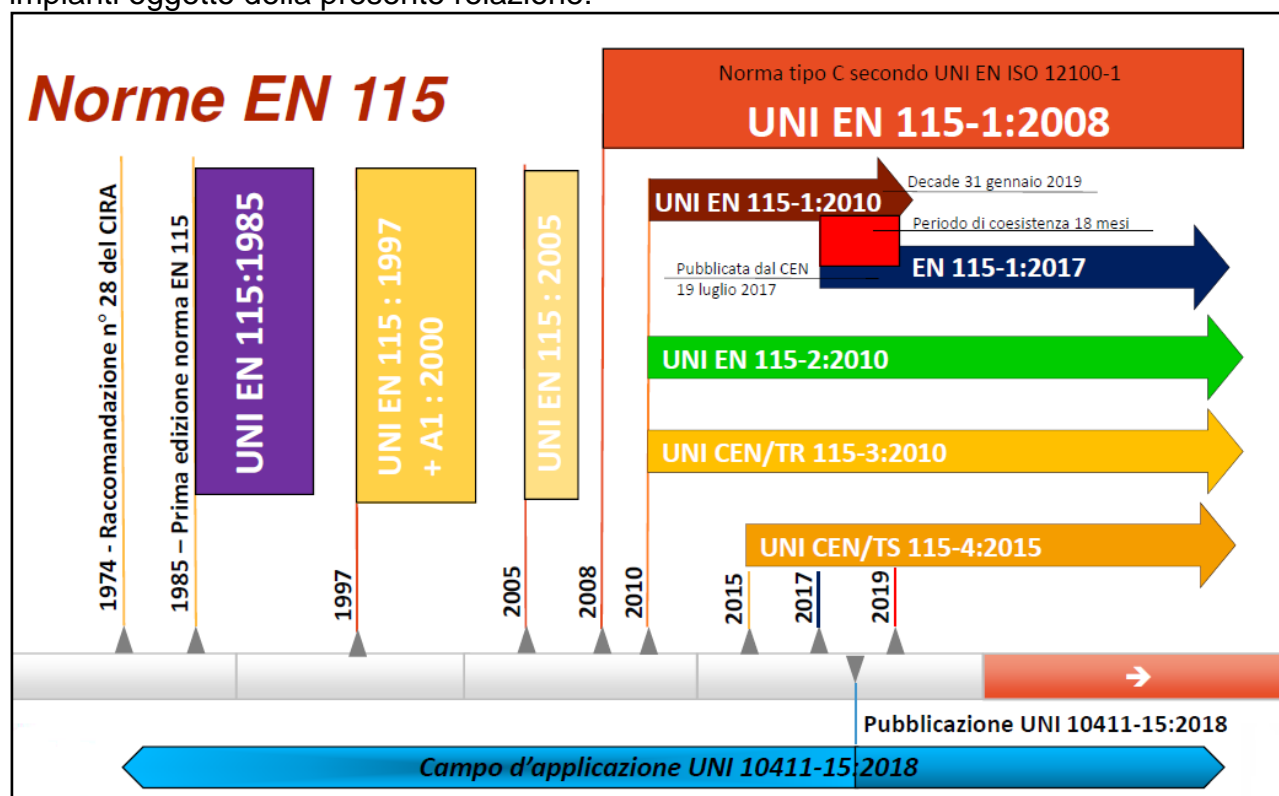


Tabella 2 - Schema norme UNI (Fonte ANACAM – Associazione Nazionale imprese di Costruzione e Manutenzione Ascensori)

3.3.2. Altre norme (norme di esercizio, istruzioni locali, requisiti per il personale, prescrizioni in materia di manutenzione e standard applicabili)

- “Regolamento di esercizio scale e tappeti mobili ad uso pubblico installati nelle Ferrovie Regionali e Linee Metropolitane di Roma” approvato da USTIF – Lazio il 25/06/2015;
- “Gestione impianti di traslazione ad uso pubblico”, ATAC 2013.

3.4. Funzionamento della scala mobile e degli impianti tecnici

Una scala mobile, come definito dalla UNI EN 115-1:2017, è una scala azionata da motore, inclinata, in movimento senza fine impiegata per il trasporto di persone in salita o in discesa nella quale la superficie che trasporta l'utente (esempio i gradini) rimane orizzontale.

Le scale mobili sono macchine - anche quando sono fuori servizio - e non possono essere considerata come scale fisse.

Le scale mobili, come i marciapiedi mobili (installazioni su cui la superficie che trasporta l'utente rimane parallela alla sua direzione di movimento), sono predisposte per un funzionamento continuo o intermittente e comandate automaticamente da vari dispositivi (fotocellule alle estremità o pedane sensibili al passaggio utenti).

Sono anche invertibili, secondo le necessità, per trasportare i passeggeri sia in salita che in discesa.

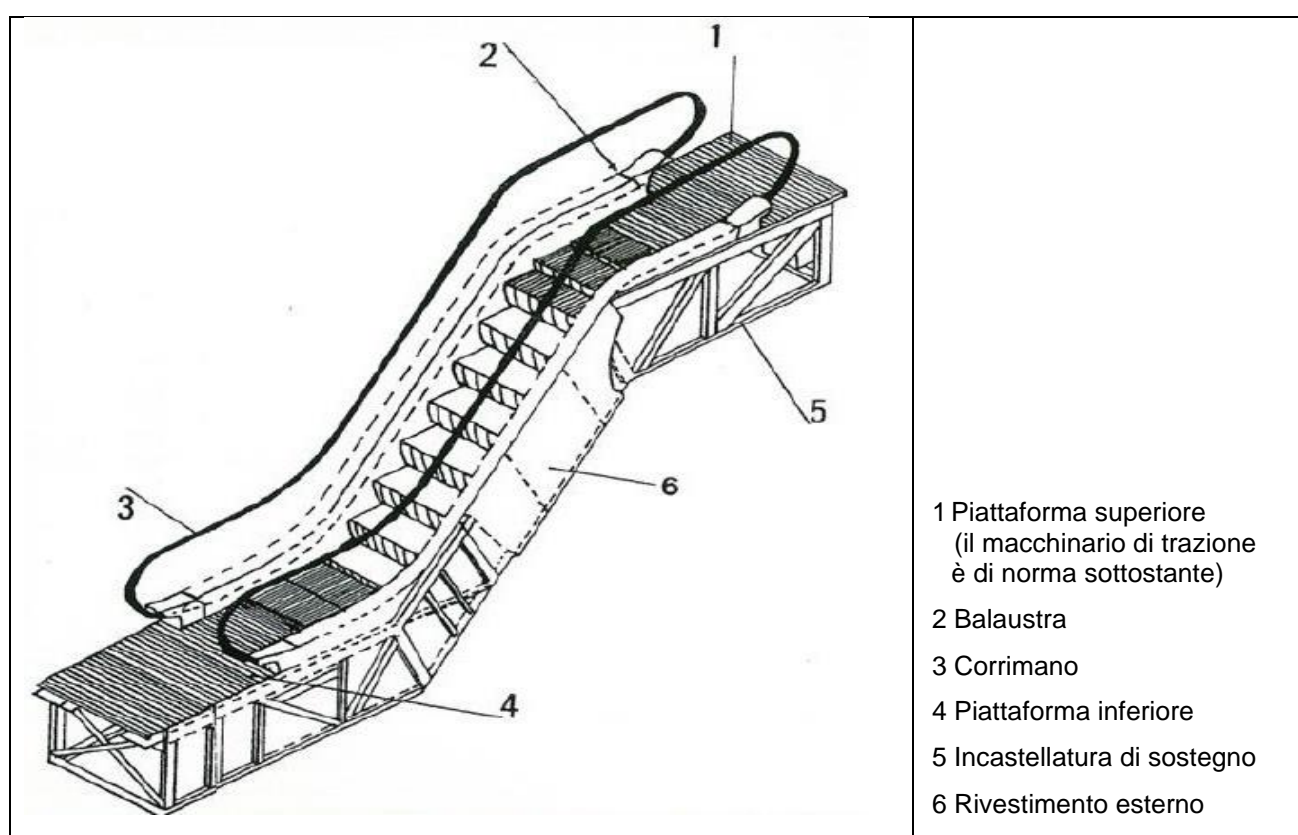


Figura 20 - Schema grafico di una scala mobile (fonte web)

L'angolo d'inclinazione α delle scale mobili dev'essere non maggiore di 30° (Figura 21); tuttavia, per dislivelli h_{13} (distanza tra i livelli finiti dei pavimenti superiore ed inferiore) non superiori a 6 m e una velocità nominale non maggiore di 0,5 m/s l'angolo d'inclinazione α può essere aumentato fino a 35° .

La velocità nominale della scala mobile deve essere non maggiore di:

- 0,75 m/s per un angolo d'inclinazione α non maggiore di 30° ;
- 0,5 m/s per un angolo d'inclinazione α compreso tra 30° e 35° .

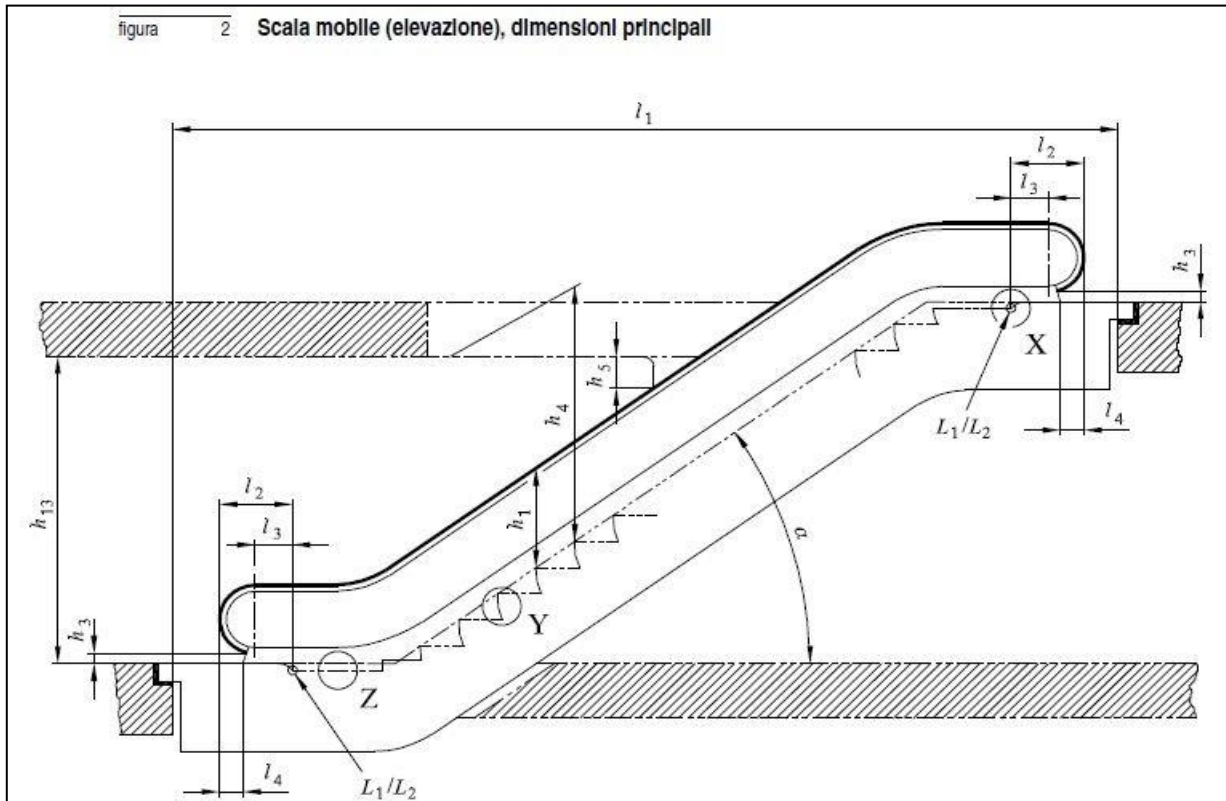


Figura 21 – Vista laterale di una scala mobile (fonte Norma UNI EN 115-1)

3.4.1. Principio di funzionamento e comando-controllo, registrazione di eventi in locale e remoto

La movimentazione dell'impianto è fornita da motori asincroni trifase (*Figure 22*) che, per impianti di ultima generazione, possono essere dotati di un dispositivo elettronico, per poter avere arresti ed avviamenti graduali.

Il gruppo di trazione (normalmente) è posizionato in alto e quello di rinvio in basso. Questi sono alloggiati in apposite botole ricavate sotto le pedane di accesso e di uscita.

In tali spazi devono essere previste aree di lavoro dedicate all'operatore e debitamente illuminate.

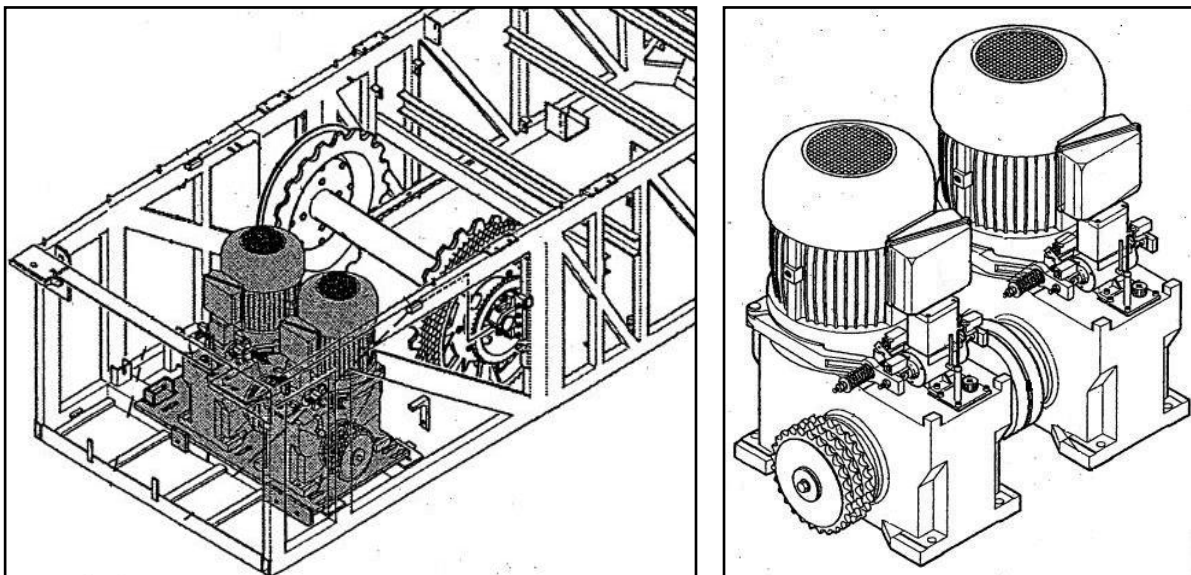


Figure 22– Gruppo di trazione a due argani di una scala mobile (fonte Manuale di Manutenzione della casa costruttrice)

Le scale devono essere mosse almeno da due catene di trazione chiuse ad anello.

Le catene sono fissate ai lati dei gradini (*Figura 23*), ognuno dei quali ha quattro rulli ricoperti di gomma, due interni e due esterni, che rotolano rispettivamente su due coppie di guide, una interna e l'altra esterna.

I gradini sono costituiti da un telaio monoblocco in lega di alluminio pressofuso ad alta resistenza con pedate o alzate scanalate (con dimensioni definite dalla norma).

Le scanalature garantiscono un preciso allineamento dei gradini.

I gradini (*Figure 24 e 25*) sono intercambiabili tra loro ed il loro fissaggio sugli assali di collegamento alle catene è realizzato in modo da permettere una facile e veloce sostituzione degli stessi senza smontare le catene e le zoccolature delle balaustre.

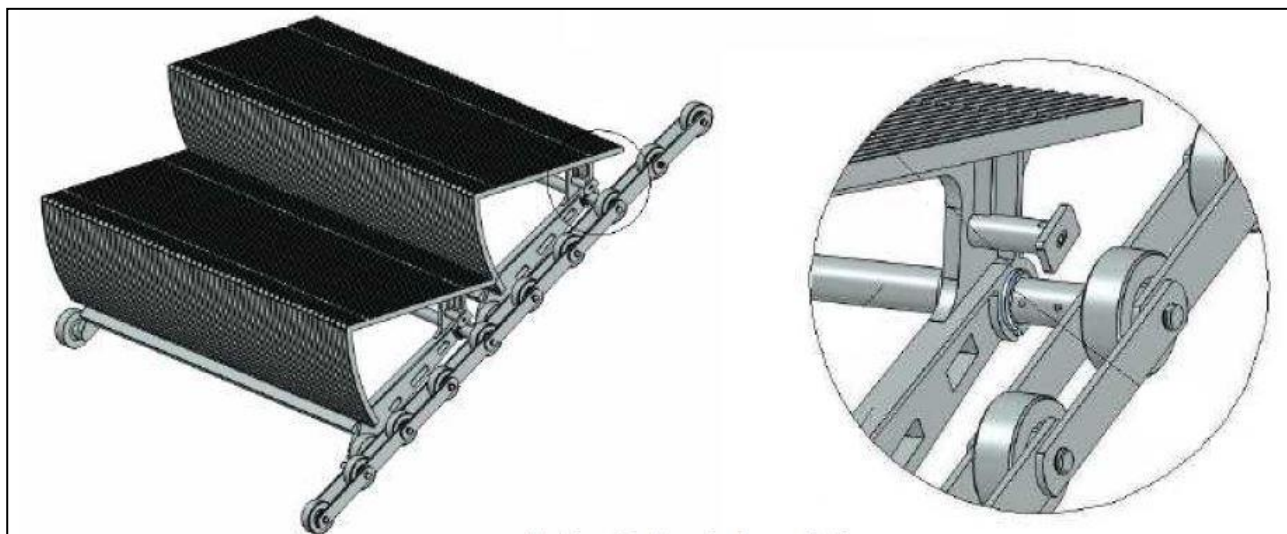


Figura 23 – Gradini e catena di una scala mobile (fonte web)

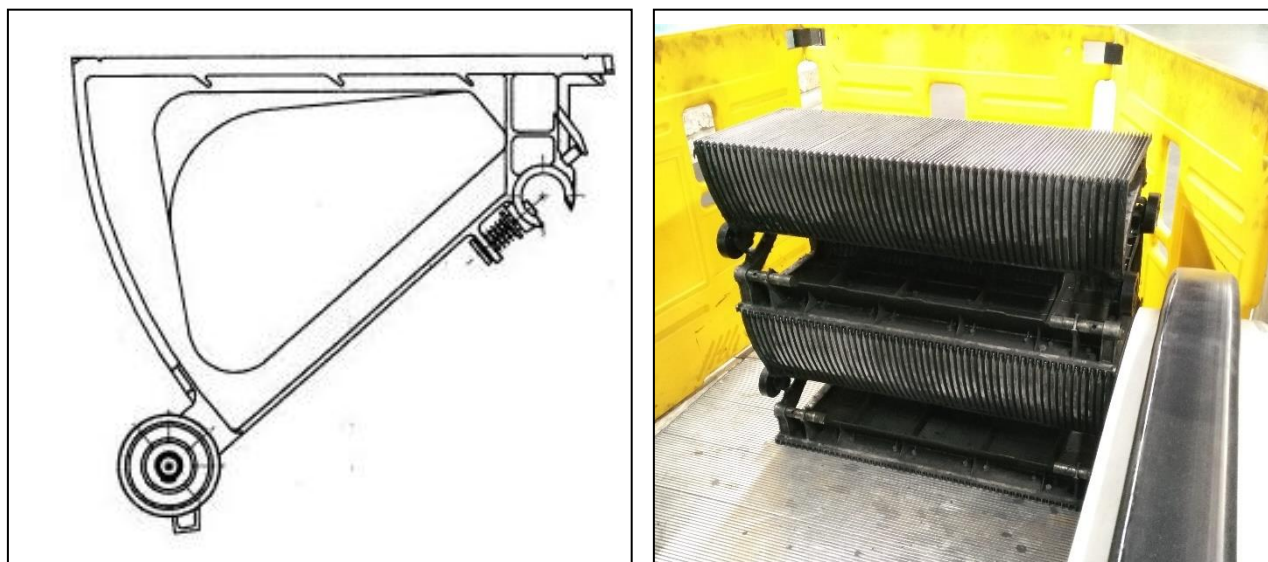


Figura 24 – Schema grafico di un gradino di una scala mobile (fonte casa costruttrice)

Figura 25 – Gradini di una scala mobile a Valle Aurelia – Linea A - Roma (fonte Digifema)

Le catene di trazione sono a rulli a maglie multiple e sono tenute a una tensione costante mediante idonee molle.

L'altezza del gradino deve essere non maggiore di 0,24 m e la profondità del gradino deve essere non minore di 0,38 m. Un gradino mancante deve essere rilevato da un apposito dispositivo che arresta immediatamente la scala mobile.

Deve essere previsto un dispositivo per il controllo dell'abbassamento dei gradini mediante un contatto di sicurezza che verifichi il corretto scorrimento verticale dei gradini e i segmenti entro i pettini.

Gli sbarchi devono avere due gradini in piano allineati con il pavimento orizzontale del locale, fino a un dislivello massimo di 6 metri; per dislivelli maggiori, i gradini devono essere tre.

Le pedane di imbarco e sbarco (*Figure 26 e 27*) sono rivestite in acciaio inox antisdrucciolevole e sono dotate di interruttori che interrompono il funzionamento della scala mobile nel caso in cui corpi estranei si incastrino fra gradini e pettine.

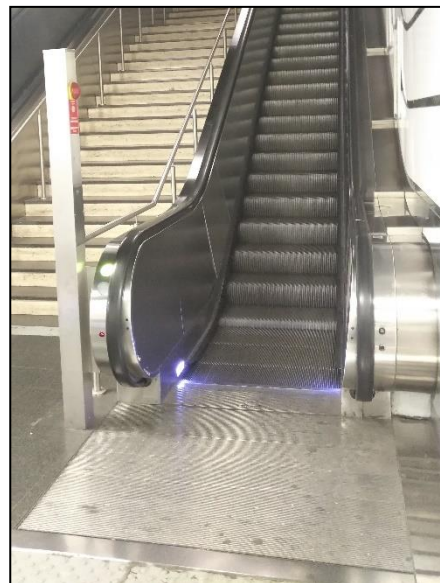
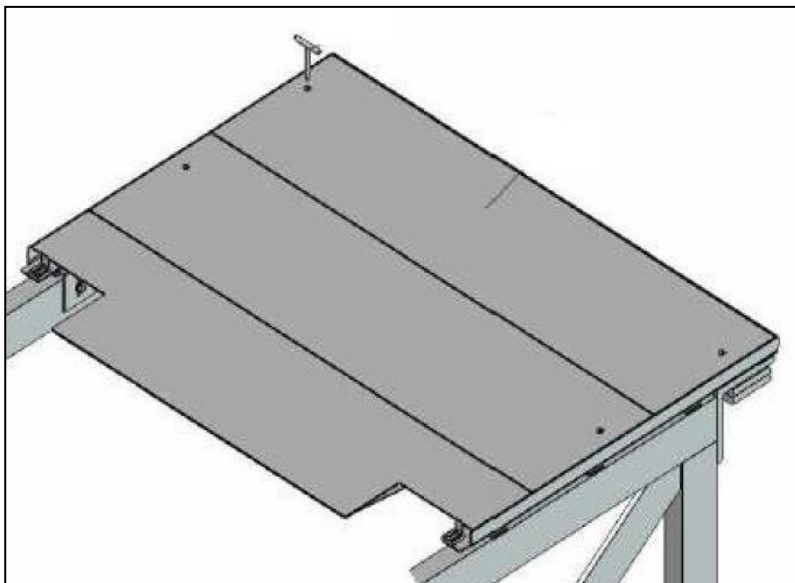


Figura 26 – Pedana di imbarco/sbarco di una scala mobile (fonte casa costruttrice)

Figura 27 – Pedana di una scala mobile alla Stazione Termini – Roma (fonte Digifema)

Gli sbarchi devono essere idoneamente illuminati ed avere una pedana antisdrucciolevole, per una distanza di almeno 0,80 m misurata a partire dal fondo dei denti del pettine.

Nella parte terminale di entrambe le pedane è prevista una piastra alla quale sono collegati i pettini. Questi ultimi devono avere idonee caratteristiche geometriche. Sono realizzati con una speciale lega di alluminio pressofuso e costituiti da elementi standard fissati alle piastre, di arrivo e partenza, con idonei porta pettini registrabili verticalmente, che in caso di rottura di un dente possono essere sostituiti.

I denti dei pettini devono penetrare profondamente nelle scanalature dei gradini.

L'estremità dei pettini deve essere arrotondata e sagomata in modo da ridurre al minimo il rischio di impigliamento fra i pettini e i gradini. Nel caso si verificano impieghi di oggetti la scala mobile deve arrestarsi automaticamente.

Sui due lati della scala mobile vi sono le balaustre di protezione alla cui sommità scorre il corrimano.

Le balaustre sono le parti della scala mobile che assicurano la sicurezza dell'utente fornendo stabilità, proteggendolo dalle parti mobili e sostenendo il corrimano. Queste non devono avere parti su cui una persona possa generalmente stazionare, ed avere determinate caratteristiche geometriche e di resistenza (definite dalla norma).

Ogni balaustra deve essere provvista, sulla parte superiore, di un corrimano che si sposta nella stessa direzione ed alla stessa velocità dei gradini, con una tolleranza da -5% a +2% nelle condizioni normali di funzionamento.

Deve essere previsto un dispositivo che arresti il movimento di tutto l'impianto nel caso vi sia una variazione di velocità superiore del più o meno 15%.

I corrimano devono essere guidati e tesi in modo che non possano staccarsi dalle guide durante il funzionamento normale. Nel punto di entrata del corrimano nella sporgenza della balaustra deve essere installata una protezione per evitare il pizzicamento delle dita e delle mani. I profili del corrimano e le relative guide al disopra delle balaustre devono essere costituiti o protetti in modo che la possibilità di pizzicamento o di impigliamento delle dita o delle mani sia ridotta.

Ognuno dei due corrimano è trascinato da una puleggia che è in sincronismo con i gradini. Dette pulegge sono posizionate nella parte superiore della scala mobile e sono azionate direttamente, a mezzo di una catena a rulli, del gruppo di sollevamento principale (*Figure 28 e 29*).

Lo zoccolo, cioè la parte verticale della balaustra che si interfaccia con i gradini, ha lo scopo, con il deflettore, di ridurre al minimo la possibilità di impigliamento fra gradini e la parte inferiore della balaustra. Lo zoccolo deve avere sufficiente rigidità mentre il deflettore, che è l'elemento più vicino alle parti in movimento deve avere una parte rigida con superficie superiore inclinata ed una flessibile (costituita per esempio da spazzole o profili di gomma) per ridurre al minimo il rischio di impigliamento fra gradino e zoccolo.

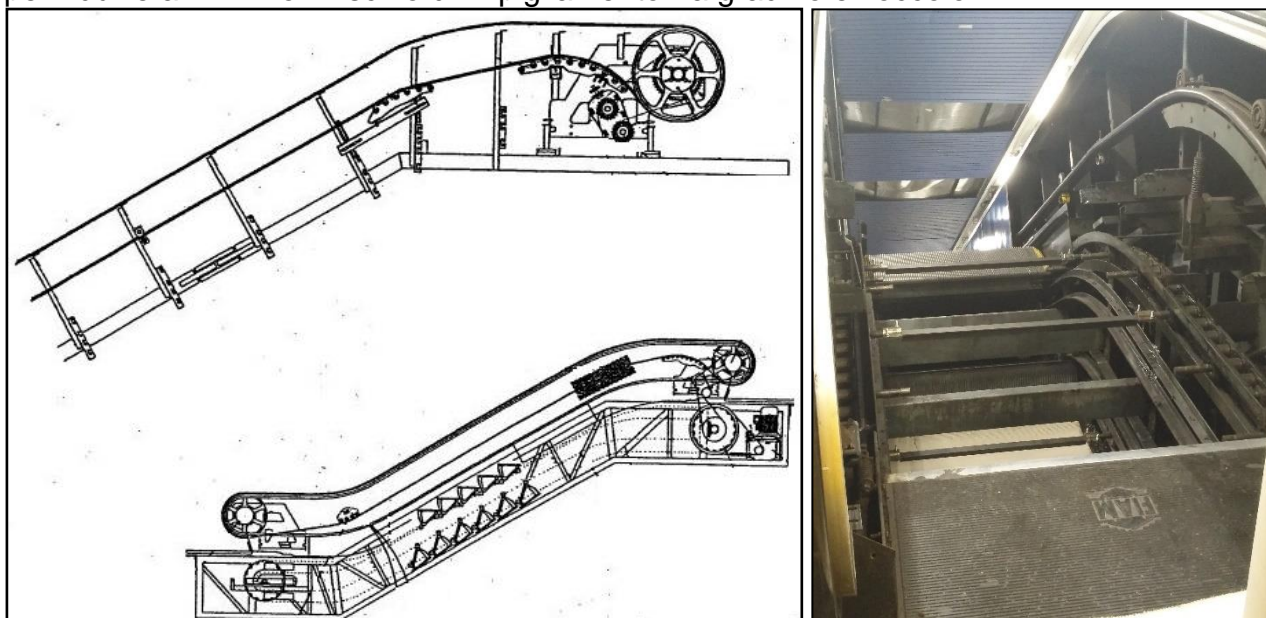


Figura 28 – Corrimano e gradini di una scala mobile (fonte casa costruttrice)

Figura 29 – Scala mobile a Castro Pretorio – Linea B - Roma (fonte Digifema)

Le balaustre non devono avere parti su cui una persona possa generalmente stazionare.

Le parti affacciate verso i gradini devono essere lisce e se del caso, il vetro per il pannello interno deve essere stratificato.

Le strutture elettromeccaniche descritte sono sostenute da un traliccio portante, realizzato in acciaio, i cui lati sono sempre idoneamente tamponati con lamiere di acciaio o incassati nella muratura.

La Stazione di Repubblica non è remotizzata ed è presenziata localmente da un "addetto alla sorveglianza" i cui compiti, come vedremo in seguito, sono descritti nel "Regolamento di esercizio scale e tappeti mobili ad uso pubblico installati nelle Ferrovie Regionali e Linee Metropolitane di Roma". La stazione è dotata di impianto TVCC che ha consentito di visionare le immagini registrate dalle telecamere in occasione dell'incidente.

3.4.2. Infrastruttura

Per memoria

3.4.3. Apparecchiature di comunicazione

Le comunicazioni tra l'Operatore di Stazione (addetto alla sorveglianza) e la Dirigenza Centrale Manutenzioni avviene mediante il sistema informatico di gestione delle manutenzioni. Qualora non sia disponibile il collegamento con questo sistema le comunicazioni possono avvenire telefonicamente (rete fissa o mobile).

3.4.4. Scala mobile, registrazione da parte di apparecchi automatici di registrazione

La lista dei guasti, in sequenza cronologica, così come memorizzati nella scheda di controllo della scala mobile matr. 54NF6339, è stata scaricata dai tecnici della ditta fornitrice (*Figure 30 e 31*), tramite apposita l'applicazione, nel corso del sopralluogo effettuato sul sito in data 10/01/2019, alla presenza del CTU incaricato dalla Procura, delle parti coinvolte e della Commissione d'indagine Digifema.

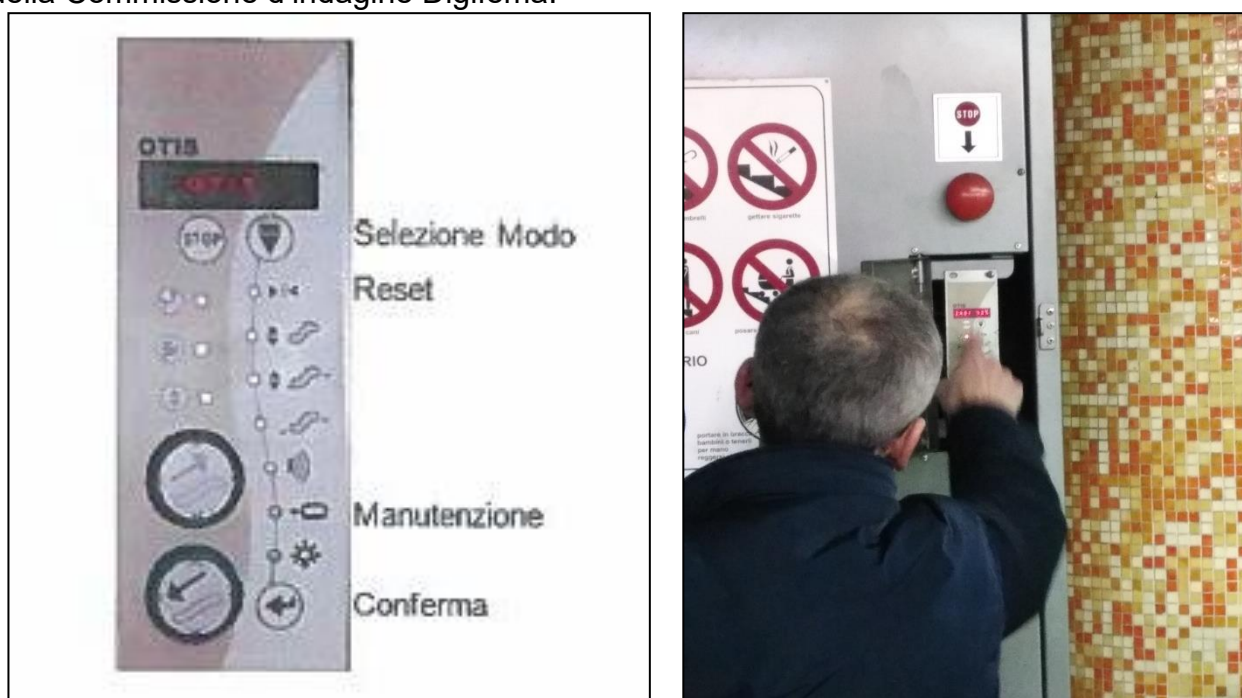


Figura 30 – Pannello di avviamento della scala mobile (fonte casa costruttrice)

Figura 31 – Lettura dati dal pannello (fonte Digifema)

Il sistema è in grado di memorizzare 256 guasti, sovrascrivendo man mano quelli più vecchi e mantenendo in memoria gli ultimi 256 in ordine cronologico.

I dati scaricati in formato testo sono stati rielaborati in una tabella che riporta il numero progressivo del guasto, la sigla alfanumerica, la descrizione letterale in inglese, la data in cui è avvenuto, ovvero memorizzato (giorno, mese, ora) e la traduzione in italiano del guasto (*Figura 32*).

Purtroppo la finestra temporale cui sono risultati memorizzati i guasti della scala in questione, cioè dal 25 gennaio (2018) al 20 marzo (2018), sta a significare che la memorizzazione dei dati è stata in qualche modo (deliberatamente o involontariamente) interrotta il 20 marzo, premendo in una determinata sequenza i pulsanti del Pannello di

Avviamento (“Selezione modo”, “Manutenzione”, “Conferma” ...); di conseguenza tali dati non hanno aggiunto elementi significativi alla comprensione della dinamica dell’incidente.

Lista guasti 54NF6339
 Fonte: dispositivo Otis Service tool, lista guasti scaricata tramite Interfaccia Wi-Fi
 Scaricato il 10/01/2019 10:17:52

n°	Sigla	Descrizione in inglese	Data	Ora	Traduzione in italiano
256	S10	Broken step/pallet upper landing	20.Mar	17:54:16>	S10: contatto rottura/abbassamento gradino piano superiore (locked) - Richiesto Reset pulsante scheda ECBII
255	S10	Broken step/pallet upper landing	20.Mar	17:54:16>	S10: contatto rottura/abbassamento gradino piano superiore (locked) - Richiesto Reset pulsante scheda ECBII
254	S10	Broken step/pallet upper landing	20.Mar	17:54:15>	S10: contatto rottura/abbassamento gradino piano superiore (locked) - Richiesto Reset pulsante scheda ECBII
253	S10	Broken step/pallet upper landing	20.Mar	17:54:13>	S10: contatto rottura/abbassamento gradino piano superiore (locked) - Richiesto Reset pulsante scheda ECBII
252	S10	Broken step/pallet upper landing	20.Mar	11:48:11>	S10: contatto rottura/abbassamento gradino piano superiore (locked) - Richiesto Reset pulsante scheda ECBII
251	S10	Broken step/pallet upper landing	20.Mar	11:47:28>	S10: contatto rottura/abbassamento gradino piano superiore (locked) - Richiesto Reset pulsante scheda ECBII
250	S10	Broken step/pallet upper landing	20.Mar	11:46:46>	S10: contatto rottura/abbassamento gradino piano superiore (locked) - Richiesto Reset pulsante scheda ECBII
249	S10	Broken step/pallet upper landing	20.Mar	11:46:45>	S10: contatto rottura/abbassamento gradino piano superiore (locked) - Richiesto Reset pulsante scheda ECBII
248	S10	Broken step/pallet upper landing	20.Mar	11:46:42>	S10: contatto rottura/abbassamento gradino piano superiore (locked) - Richiesto Reset pulsante scheda ECBII
247	S10	Broken step/pallet upper landing	20.Mar	11:46:21>	S10: contatto rottura/abbassamento gradino piano superiore (locked) - Richiesto Reset pulsante scheda ECBII
246	S10	Broken step/pallet upper landing	20.Mar	11:45:53>	S10: contatto rottura/abbassamento gradino piano superiore (locked) - Richiesto Reset pulsante scheda ECBII
245	S10	Broken step/pallet upper landing	20.Mar	11:45:50>	S10: contatto rottura/abbassamento gradino piano superiore (locked) - Richiesto Reset pulsante scheda ECBII
244	S10	Broken step/pallet upper landing	20.Mar	11:45:46>	S10: contatto rottura/abbassamento gradino piano superiore (locked) - Richiesto Reset pulsante scheda ECBII
243	S10	Broken step/pallet upper landing	20.Mar	11:19:00>	S10: contatto rottura/abbassamento gradino piano superiore (locked) - Richiesto Reset pulsante scheda ECBII
242	S25	Emergency stop button lower landing	20.Mar	00:45:38>	S25: Stop piano inferiore
241	S25	Emergency stop button lower landing	19.Mar	02:29:13>	S25: Stop piano inferiore
240	S26	Emergency stop button upper landing	19.Mar	01:31:22>	S26: Stop piano superiore
239	S26	Emergency stop button upper landing	19.Mar	00:51:44>	S26: Stop piano superiore
238	S25	Emergency stop button lower landing	18.Mar	17:54:55>	S25: Stop piano inferiore
237	S25	Emergency stop button lower landing	18.Mar	17:54:45>	S25: Stop piano inferiore
236	S25	Emergency stop button lower landing	18.Mar	17:54:44>	S25: Stop piano inferiore
235	S26	Emergency stop button upper landing	18.Mar	17:54:25>	S26: Stop piano superiore
234	S26	Emergency stop button upper landing	18.Mar	02:41:02>	S26: Stop piano superiore

Figura 32 – Stralcio della lista dei guasti registrati sulla scala matr. 54NF6339, tramite dispositivo Otis Service Tool (fonte OTIS)

Tuttavia la dicitura mostrata sul pannello di comando, nel momento in cui è stata alimentata la scala, il giorno del sopralluogo, ovvero “FRENO EMERGENZA RELAY”, indica inequivocabilmente che il freno ausiliario (emergenza) è stato attivato, ovvero rilasciato per diseccitazione delle bobine elettriche che ne comandano l’attivazione.

3.5. Documentazione del sistema di esercizio

3.5.1. Provvedimenti adottati dal personale in stazione e in remoto

Come riportato nella Relazione finale della Commissione d’inchiesta redatta dall’azienda, e come descritto precedentemente, l’Operatore di Stazione in servizio, nell’immediatezza dell’evento, informava la Direzione Centrale del Traffico richiedendo l’intervento del soccorso sanitario, dei Vigili del Fuoco e delle Forze dell’Ordine; quindi provvedeva alla chiusura della fermata ai viaggiatori.

La DCT disponeva l’immediata interruzione del servizio e soltanto dopo il ripristino delle condizioni di sicurezza necessarie, di concerto con le Forze dell’Ordine e dei Vigili del Fuoco intervenuti, ne disponevano la ripresa.

3.5.2. Scambio di messaggi verbali in relazione all’evento

Per memoria

3.5.3. Provvedimenti adottati a tutela e salvaguardia del sito dell’evento

A seguito dell’evento la stazione di Repubblica è stata chiusa ed interdetta ai viaggiatori per gli adempimenti di legge e, a seguito di dissequestro da parte dell’Autorità Giudiziaria, per l’effettuazione degli interventi di manutenzione straordinaria resisi necessari a causa dell’incidente.

3.6. Interfaccia uomo-macchina-organizzazione

3.6.1. Tempo lavorativo del personale coinvolto

Per memoria

3.6.2. Circostanze personali e mediche che possono aver influenzato l’evento

Per memoria

3.6.3. Architettura degli impianti aventi un’incidenza sull’interfaccia uomo-macchina

Per memoria

3.7. Eventi precedenti dello stesso tipo

Eventi analoghi sono avvenuti in diversi paesi. Si cita a titolo esemplificativo il caso avvenuto nel 2010 presso L’Enfant Plaza station (stazione della metropolitana di

Washington DC) che ha causato sei feriti, a causa del sovraffollamento sulla scala e dell'inefficace intervento del sistema frenante, dovuto a presenza eccessiva di olio su un freno. Si riporta di seguito la descrizione dell'evento:

Escalator Accident Possibly Caused by Weight of Passengers

Posted: Fri 12:23 PM, Nov 05, 2010

Metro says a preliminary report on an escalator accident that injured six people during rallies with Comedy Central stars Jon Stewart and Stephen Colbert shows that the weight of passengers caused the motors to shut down and the brakes didn't catch.

Metro Deputy Chief of Rail Safety Robert Maniuszko told Metro board members Thursday that a bang was heard just before the packed escalator in the L'Enfant Plaza station accelerated, then stopped. He says some people fell, causing a pileup.

Maniuszko says one brake had oil on it from a leaking motor housing.

Metro reported its highest-ever ridership total for a Saturday, with about 825,000 passengers.

Metro is investigating reports that a similar accident happened Wednesday at the Gallery Place/Chinatown station after the Capitals game.

©2010 The Associated Press. All rights reserved.

Nell'articolo si legge, tra l'altro, di un evento simile accaduto pochi giorni prima in un'altra stazione della metropolitana di Washington DC (Gallery Place/Chinatown station).

Diversa la dinamica di un altro evento avvenuto in un centro commerciale di Hong Kong (*Figura 33*) il 25/03/2017, le cui conseguenze sono state molto simili a quelle dell'incidente di Repubblica.

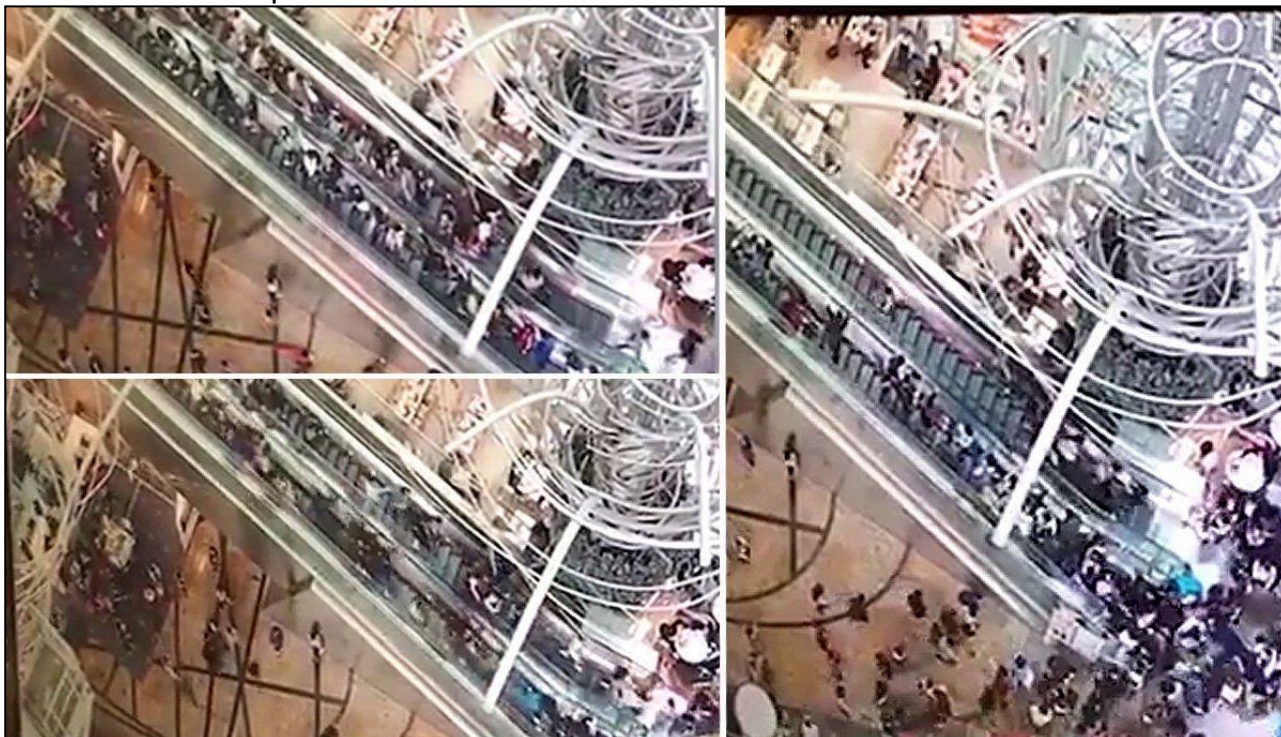


Figura 33 – Incidente scala mobile Hong Kong del 25/03/2017

Si riporta di seguito la traduzione di alcune parti della relazione dei consulenti, i quali hanno affermato che una catena di trasmissione danneggiata all'interno della scala mobile e un dispositivo di frenata difettoso potrebbero aver causato l'incidente.

“Verso le 16:30 del 25 marzo 2017, la scala mobile Otis n. E18 installata a Langham Place, 8 Argyle Street, Mong Kok, Kowloon, che trasportava circa 120 passeggeri verso l'alto, improvvisamente si è fermata e ha invertito la sua

direzione operativa, causando lesioni a 18 passeggeri. Tra questi, tre sono stati ricoverati in ospedale.

L'inchiesta ha rivelato che la catena di trasmissione principale era rotta. Il dispositivo di sicurezza della catena spezzata (BCD) installato per monitorare la rottura e l'eccessivo allungamento della catena di trasmissione principale, non ha attivato il freno ausiliario per arrestare il funzionamento della scala mobile. Poiché la scala mobile aveva perso la sua forza di trazione verso l'alto, il movimento si è invertito verso il basso a causa del peso dei passeggeri. L'incidente è stato causato dalla rottura della catena di trasmissione principale e dal mancato funzionamento del BCD. Non vi è stato un sovraccarico della scala mobile.



Figure 4: Photo showing the breakage position of main drive chain

L'analisi di laboratorio della catena di trasmissione principale guasta ha rivelato la rottura da fatica del metallo. Per il BCD, sulle sue parti mobili è stato trovato grasso appiccicoso, formato dall'olio di lubrificazione per la catena di trasmissione principale e dalla polvere nell'ambiente circostante.

Inoltre, una delle due molle progettate per spingere il meccanismo di movimento del BCD era stata bloccata e resa inefficace prima dell'incidente.



Figure 9: Photo of the BCD moving part and the shoe. Mixture of lubrication oil and dust formed the sticky grease, which was found on the surface.

Di conseguenza, il BCD non funzionava correttamente per attivare il freno ausiliario.

In circostanze normali, la rottura e/o l'eccessivo allungamento della catena di trasmissione principale sono continuamente monitorati dal dispositivo di sicurezza della catena rotta (BCD). In caso di rottura o eccessivo allungamento della catena di trasmissione principale, il BCD verrà attivato e invierà un segnale per attivare il freno ausiliario per arrestare la scala mobile (Figura 2a).

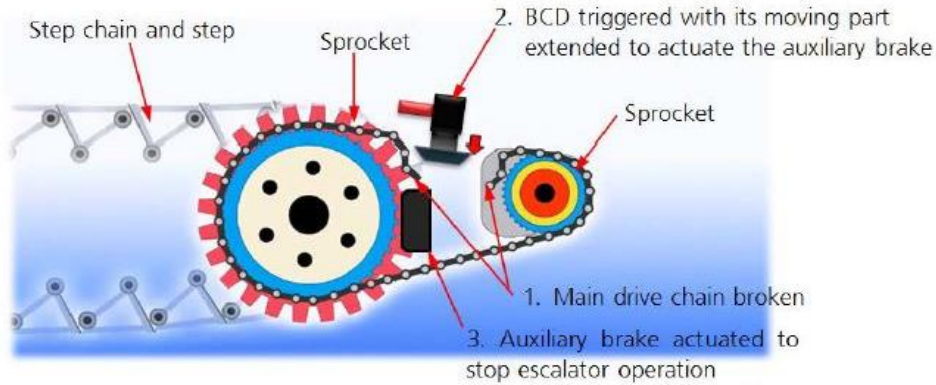


Figure 2a: Design to protect against main drive chain failure

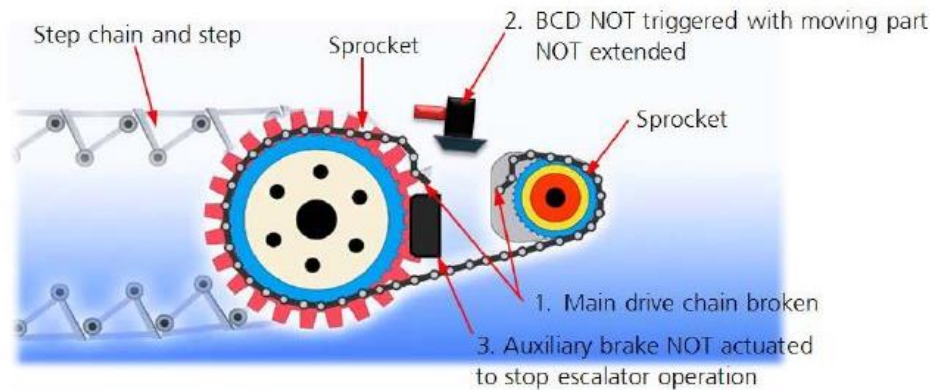


Figure 2b: Double failure of the main drive chain and BCD in the incident

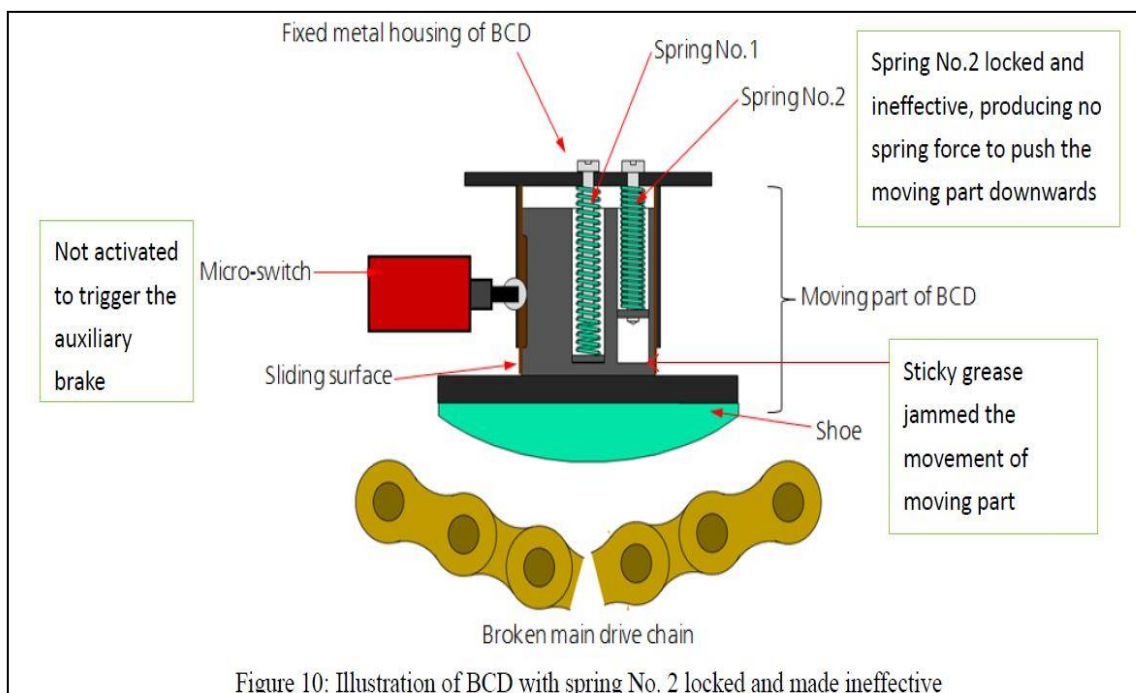


Figure 10: Illustration of BCD with spring No. 2 locked and made ineffective

In questo incidente, in seguito alla rottura della catena di trasmissione principale, il BCD non è riuscito a rilevare la rottura della catena e il freno ausiliario non è stato attivato per arrestare la scala mobile (Figura 2b). Inoltre, è stato scoperto che una delle due molle di compressione del dispositivo DBC era stata bloccata e resa inefficace (cioè non fornendo forza elastica alla parte mobile), causando così una forza elastica ridotta per spingere la parte mobile verso il basso. (Fare riferimento alla Figura 10 per l'illustrazione).

Il caso di Hong Kong appena descritto, presenta, come verrà di seguito illustrato, un'interessante analogia con l'incidente alla scala mobile di Repubblica, in relazione all'efficienza "dimezzata" di un dispositivo di sicurezza non mantenuto correttamente (vedi pagg. 58-59).

4. Analisi e conclusioni

4.1. Resoconto finale della catena di eventi

La ricostruzione cronologica della catena di eventi è stata realizzata basandosi sui seguenti elementi:

1. documentazione trasmessa da: ATAC S.p.A. e USTIF del MIT;
2. interviste effettuate al personale di ATAC S.p.A., OTIS Servizi e MASPERO Elevatori;
3. verbali dei sopralluoghi effettuati dalla Commissione incaricata sul sito dell'evento in data 17 dicembre 2018, 29 gennaio 2019, 1, 8 e 26 febbraio 2019, alla presenza del CTU, perito nominato dal Tribunale di Roma, dei CTP dei soggetti indagati, di personale dell'azienda ATAC e di quello della ditta di manutenzione MetroRoma;
4. visione, previa autorizzazione del Sostituto Procuratore della Repubblica presso il Tribunale di Roma, delle registrazioni delle TVCC installate in prossimità dell'impianto da ATAC.

Ricostruzione cronologica della catena di eventi, effettuata visionando le registrazioni delle TVCC.

(si fa presente che l'orario iniziale è stato indicato convenzionalmente alle ore 19:00:00, ma potrebbe differire di alcuni secondi rispetto a quello reale)

Giorno 23/10/2018

ore 19:00:00

le scale mobili della Stazione "Repubblica" della linea A della Metropolitana di Roma, sono regolarmente in funzione (velocità di esercizio pari a circa 0,5 m/s);

ore 19:03:10

la scala mobile in discesa, modello OTIS, matricola 54NF6339, comincia ad essere occupata dai tifosi;

ore 19:03:30

anche l'altra scala mobile in discesa, modello OTIS, matricola 54NF6338, adiacente e parallela alla precedente, comincia a riempirsi di persone, prevalentemente tifosi;

ore 19:03:40

la scala mobile in discesa, matricola 339, è impegnata da circa 50 persone che occupano quasi un terzo del suo sviluppo in lunghezza, pari a circa 15 m;

ore 19:04:10

la scala mobile in discesa, matricola 339, è impegnata da circa 100 persone che occupano quasi due terzi del suo sviluppo in lunghezza, pari a circa 30 m;

ore 19:04:40

la scala mobile in discesa, matricola 339, è impegnata da circa 150 persone che occupano quasi interamente il suo sviluppo in lunghezza;

tra le ore 19:04:55 e le ore 19:05:00

la scala mobile in discesa, matricola 339, impegnata da circa 160 persone che occupano interamente il suo sviluppo in lunghezza, comincia ad accelerare;

ore 19:05:02

sulla scala mobile in fase di accelerazione non sale più nessuno;

ore 19:05:20

la scala mobile, matricola 54NF6339, dopo una fase di discesa con moto accelerato durata poco più di 20", si arresta e, a causa del contraccolpo dovuto all'urto dei gradini accartocciati in prossimità del piano di sbarco inferiore, risale di circa mezzo metro, per poi arrestarsi definitivamente verso le 19:05:25.

4.2. Discussione

4.2.1. Analisi riguardanti le cause dirette dell'evento

L'analisi sulle cause dell'incidente deve partire dall'individuazione della causa dell'improvvisa e anomala accelerazione.

A tal riguardo sono state fatte le seguenti quattro ipotesi:

1. rottura in qualche punto della catena cinematica della scala, dai motori alla "catena gradini";
2. mancanza di tensione e quindi motori in folle;
3. sovraccarico rispetto alla potenza dei motori;
4. guasto nei motori, ad esempio perdita di una fase, e quindi diminuzione di potenza dei motori anche rispetto al carico nominale.

Per il seguito è opportuno far riferimento allo schema sotto riportato (*Figura 34*), per la nomenclatura di alcuni componenti della scala, e ad alcuni stralci di tavole tecniche per gli schemi elettrici (*Figure 35, 36 e 37*).

Il verificarsi dell'ipotesi n. 1. si può constatare, a vista o con semplici manovre, alla fossa superiore. È senz'altro da escludere la rottura della "catena gradini", come anche delle ruote collegate agli assi di trazione, in quanto in tal caso il movimento della scala sarebbe stato estremamente irregolare.

Considerato il moto della scala durante l'evento, a vista uniformemente accelerato, una rottura si sarebbe potuta verificare negli elementi della catena cinematica compresi fra i motori e la catena principale.

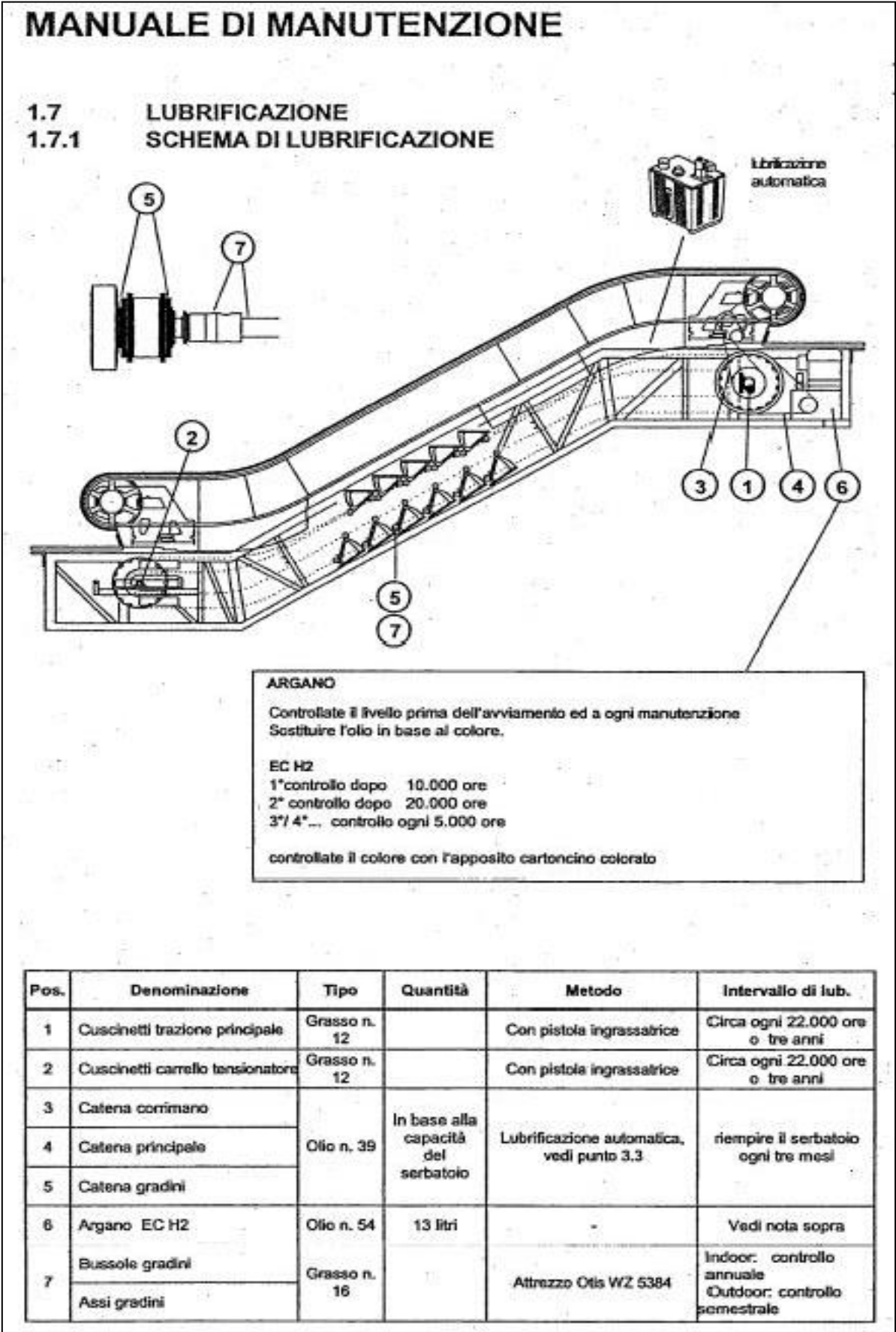


Figura 34 – Nomenclatura componenti principali scala mobile (fonte Manuale di Manutenzione della casa costruttrice)

In questo tratto della catena cinematica la rottura della catena principale si può controllare a vista; per inciso in caso di sua rottura interviene un dispositivo a molla appoggiato su di essa che fa intervenire il freno di emergenza. Tale dispositivo, se non ben mantenuto, può non intervenire (cfr. il caso descritto al paragrafo 3.7 relativo all'incidente del 25/03/2017 avvenuto ad Hong Kong).

Aperta la fossa superiore della scala mobile matr. 54NF6339, in occasione dell'accesso del 17/12/2018, si è potuto constatare che la catena principale era integra in tutta la sua interezza. Successive manovre fatte agendo sugli assi dei motori, ad esempio con chiave dinamometrica come descritto in seguito, hanno dimostrato la continuità dell'intera catena cinematica; quindi l'ipotesi 1 è stata scartata.

Il verificarsi dell'ipotesi n. 2. fa intervenire, per mancanza di tensione, sia il freno di servizio che il freno di emergenza (riquadri 1 da A a D di **Figura 37**) per disalimentazione delle rispettive alimentazioni fornite dal trasformatore T9 (riquadro D7 di **Figura 35**) tramite morsetteria X1 (riquadri B da 1 a 7 di **Figura 36**). Il trasformatore T9 è alimentato tramite morsetteria X1 dalla linea di alimentazione mediante interruttore rotativo Q01 (riquadro B3 di **Figura 35**).

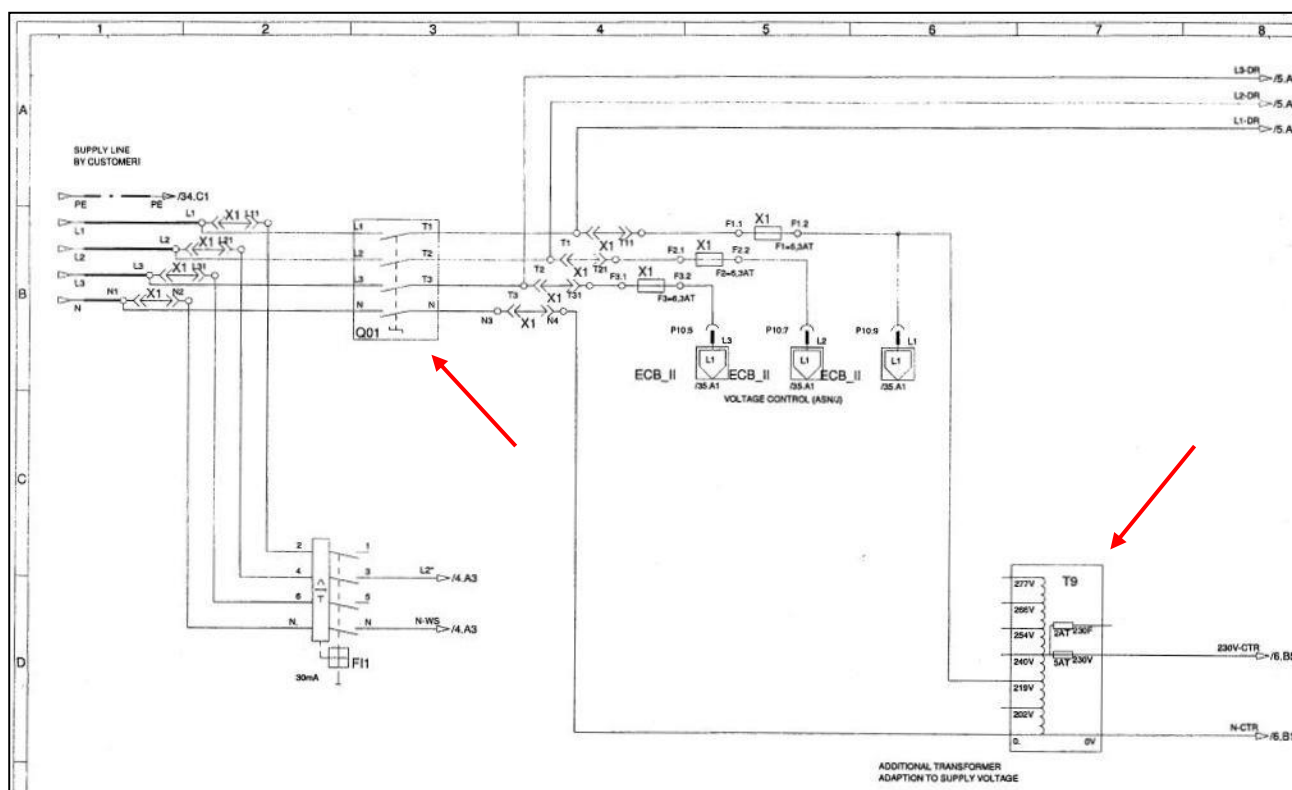


Figura 35 – Schemi elettrici scala mobile – pag. 2 (fonte casa costruttrice)

T9: trasformatore

Q01: interruttore rotativo

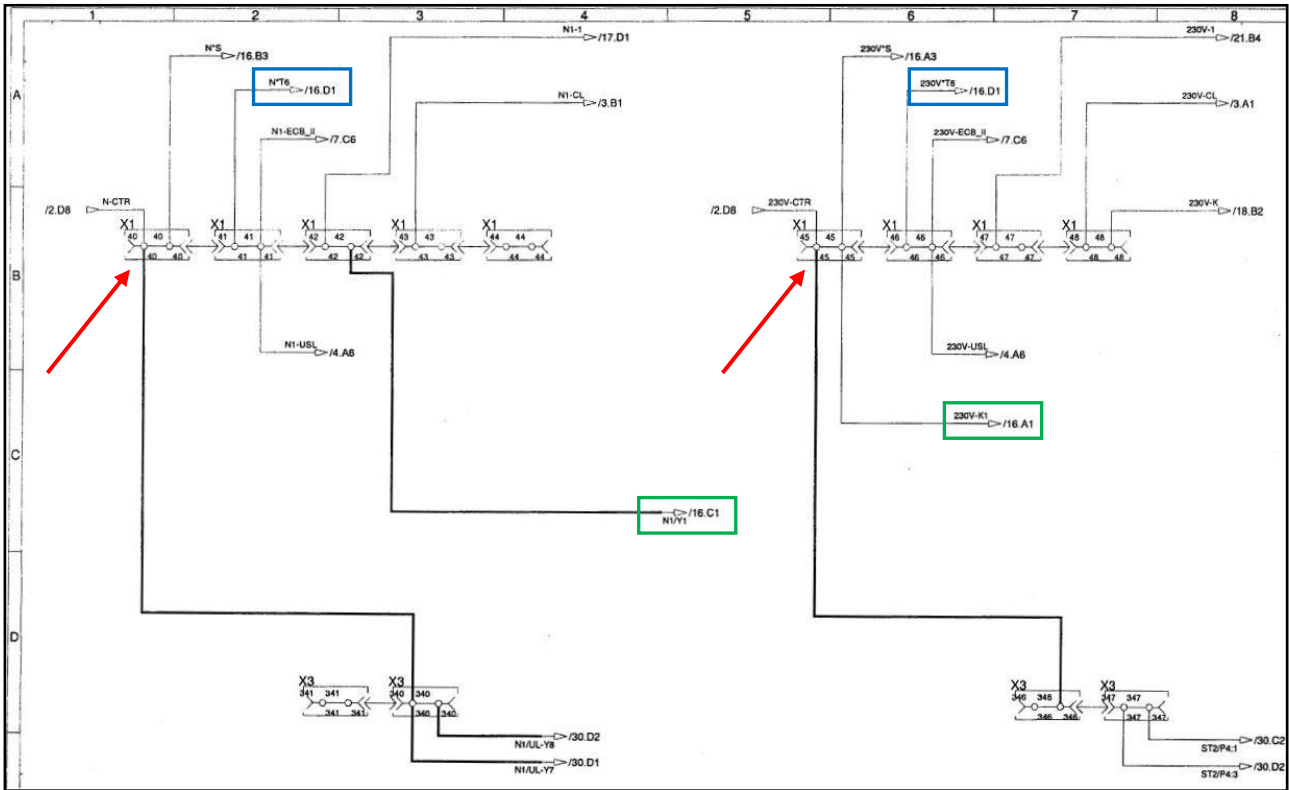


Figura 36 – Schemi elettrici scala mobile – pag. 6 (fonte casa costruttrice)
X1: morsetti

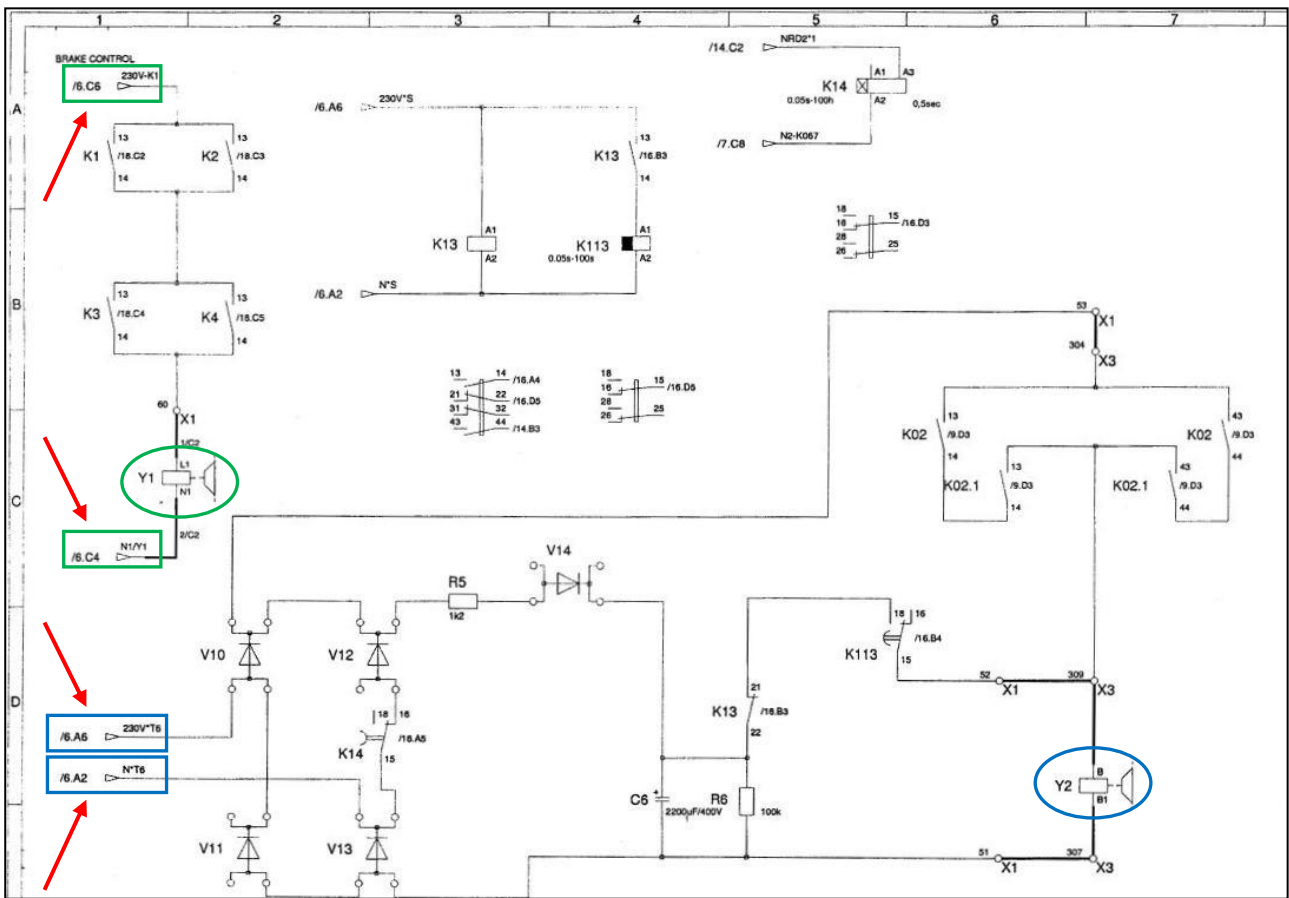


Figura 37 – Schemi elettrici scala mobile – pag. 16 (fonte casa costruttrice)
Y1: Freno d'esercizio; Y2: Freno d'emergenza

Il giorno del primo sopralluogo il quadro di manovra e la scala risultavano disalimentati, presumibilmente a seguito dell'intervento dei Vigili del Fuoco sul quadro generale di stazione. La successione degli eventi come poi ricostruita esclude in ogni caso la disalimentazione della scala, per altri motivi, come causa della sua accelerazione improvvisa: si richiama a proposito la relazione redatta dalla casa costruttrice il 19/01/2019, come da stralcio sotto riportato, in merito alla scritta riscontrata (*Figura 38*) sul pannello di comando della scala matr. 54NF6339 il giorno dell'accesso effettuato sul sito in data 10/01/2019.

Il messaggio "FRENO EMERGENZA RELAY" non compare se una scala mobile ferma viene disalimentata tramite l'apertura dell'interruttore generale.

Figura 38 – Stralcio relazione casa costruttrice a seguito di sopralluogo del 10/01/2019

Di conseguenza anche l'ipotesi n.2. è risultata priva di fondamento ed è stata scartata.

L'ipotesi n. 3. ha precedenti in alcune notizie di cronaca reperibili in rete, come già descritto al paragrafo 3.7 della presente relazione. Un tale comportamento trova giustificazione dalla particolare caratteristica coppia-scorrimento dei motori asincroni, riportato nel seguente grafico (*Figura 39*).

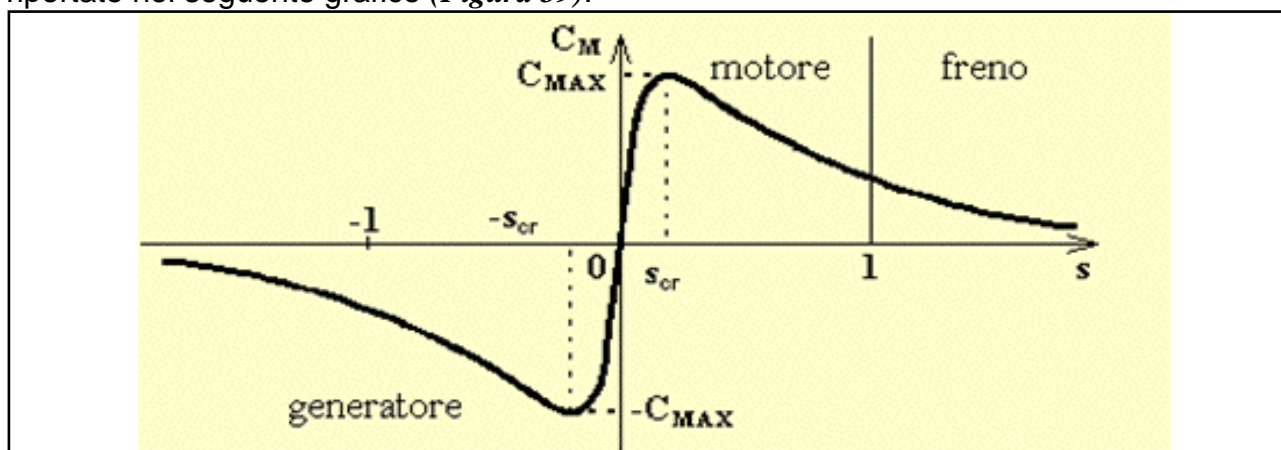


Figura 39 – Diagramma coppia-scorrimento del motore asincrono (fonte web)

In linea di principio, funzionando la scala in discesa, superata per il carico costituito dai passeggeri la velocità di sincronismo, i motori asincroni passano dal funzionamento come motore al funzionamento come generatore e la potenza generata viene smaltita su un opportuno reostato, BR in figura 43 (riquadro D7). Nel funzionamento come generatore gli asincroni si comportano rispetto al carico come freni con una coppia che aumenta all'aumentare del carico fino a un massimo per poi diminuire asintoticamente: superato quel massimo la coppia frenante rispetto al carico non è più stabilizzante, nel senso che al crescere del carico la coppia frenante diminuisce.

Anticipando successive considerazioni questa, cioè carico costituito dai passeggeri tale da portare i motori oltre il punto di stabilità, è la causa più plausibile dell'evento, considerando il funzionamento della scala nel suo complesso (alimentazione da inverter, reostato, logica cablata implementata).

Il verificarsi dell'ipotesi n. 4. sostanzialmente riconduce al caso 3: diminuendo la potenza erogabile o generabile dai motori, e quindi in pratica "abbassando" i massimi della caratteristica coppia-scorrimento degli asincroni, si verificano gli stessi eventi indicati per l'ipotesi 3. Non risulta esserci un controllo che rilevi i guasti considerati da tale ipotesi, ma comunque la successione degli eventi è del tutto simile all'ipotesi 3.

In ogni caso, qualsiasi delle ipotesi si fosse verificata, essa di per sé non avrebbe causato l'evento incidentale se il sistema frenante della scala, composto da freno di servizio e freno ausiliario o di emergenza, fosse stato efficiente e tempestivo: in definitiva si tratta di situazioni che possono verificarsi nel normale esercizio, situazioni per le quali le scale mobili sono attrezzate affinché esse non procurino incidenti.

A supporto dell'ipotesi di carico eccessivo in motori asincroni funzionanti da generatori come causa dell'improvvisa accelerazione è di aiuto lo studio di cui all'articolo "The General Theory of Escalator Energy Consumption with Calculations and Examples", Lutfi Al-Sharif 1998, reperibile on line.

Lo studio citato fornisce al paragrafo 4 delle relazioni che consentono di stimare la potenza necessaria per il trasporto di un certo numero di passeggeri nell'unità di tempo: questa potenza, nel caso di scala in salita, è fornita dal motore come potenza meccanica, mentre per scala in discesa è generata dal motore e dissipata nel reostato. Il valore stimato della potenza, conseguente al carico costituito dai passeggeri al momento dell'evento, consente di valutare se la scala al momento dell'evento fosse in una condizione di carico eccessivo in base alle impostazioni di fabbrica. Infatti il carico in discesa determina la potenza dissipata sul reostato, e quindi la corrente in esso, la quale è controllata dal relè di sovraccarico Sirius di produzione Siemens, regolabile nell'intervallo 40 – 50 A nella versione installata. Sulla scala 54NF6339 è risultato tarato a 40 A (*Figura 41*). Il reostato realizza la frenatura elettrica dissipando la potenza generata dai motori asincroni nel funzionamento della scala in discesa; esso è progettato specificatamente per applicazioni in scale e marciapiedi mobili in associazione al convertitore di frequenza Danfoss, indicato negli schemi funzionali con la sigla VF (Variatore di Frequenza), detto anche *inverter* (*Figura 42*).

Per quanto di interesse in questa analisi l'articolo sopracitato fornisce, per scala mobile in salita (UP) e in discesa (DOWN), un'utile relazione fra potenza assorbita e numero di passeggeri al minuto (*Figura 40*).

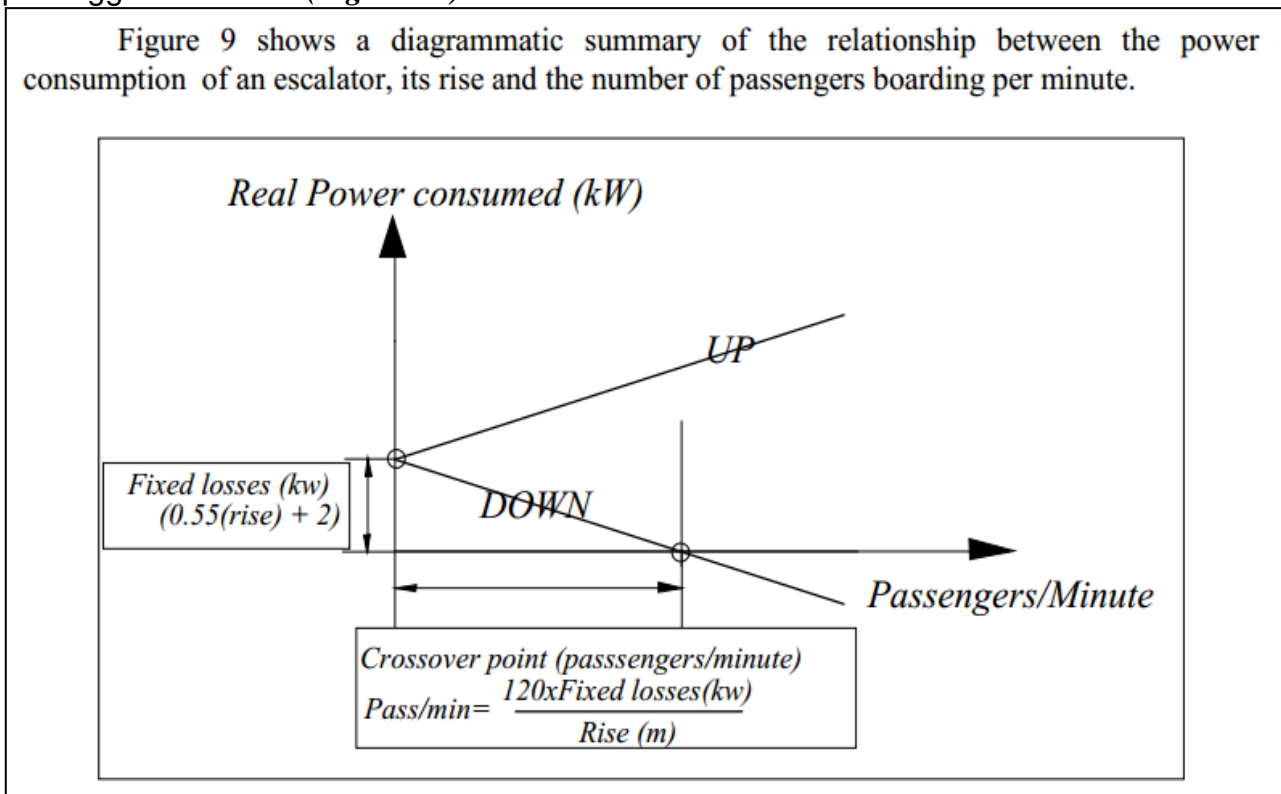


Figura 40 – Diagramma di relazione generale tra passeggeri trasportati e potenza consumata.
(fonte: "The General Theory of Escalator Energy Consumption with Calculations and Examples")

Tramite questa relazione si può ricavare a sua volta una relazione fra la corrente nel reostato, e quindi nel relè F50, e il numero di passeggeri al minuto. Quest'ultima relazione è interessante per verificare se, nella presumibile condizione di carico al momento del sinistro, la corrente nel reostato fosse tale da far intervenire l'F50, cioè fosse, ragionevolmente, dell'ordine di 40 A.

In funzione del dislivello della scala si possono ottenere i punti caratteristici alle intersezioni con gli assi semplicemente partendo dal dislivello (rise).

Per la scala mobile OTIS, matricola 54NF6339, risulta:

$$\text{dislivello (rise): } 22,67 \text{ m}$$

Quindi:

- *Fixed losses (Perdite fisse)* = $0,55 \times \text{rise} + 2 = 0,55 \times 22,67 + 2 = 14,47 \text{ kW}$
- *Crossover point (numero di passeggeri al minuto per il quale sono compensate le perdite fisse in discesa)* = $120 \times 14,47 / 22,67 = 77 \text{ pass/min}$

Tralasciando qualche passaggio matematico, la relazione tra passeggeri/minuto e Potenza in kW, per la scala matr. 54NF63339, è:

$$\text{passeggeri/minuto} = 77 - 5,32 \times \text{Potenza}$$

Da questa relazione si può desumere il numero di passeggeri al minuto in corrispondenza dell'intervento del relè F50 tarato a 40 A, essendo la potenza in gioco pari alla potenza dissipata sul reostato, di resistenza 3,8 Ω , quindi pari a:

$$\text{Potenza (40A)} = R \times I^2 = 3,8 \times 40^2 = 6,08 \text{ kW}$$

Tenuto conto che la potenza dissipata, essendo generata e non erogata, è da intendersi con segno negativo, alla corrente di taratura del relè corrispondono:

$$\text{passeggeri/minuto (40A)} = 77 - 5,32 \times (-6,08) = 109 \text{ passeggeri/min}$$

Si può confrontare il valore ottenuto con la capacità massima teorica della scala che viene calcolata come segue:

Capacità massima teorica della scala:

- $C_t, \text{ persone/h} = V \times K \times 3600 / y;$
 V (velocità) = 0,5 m/s
 K (persone per gradino) = 2
 y (profondità pedata gradino) = 0,4064 m
- $C_t, \text{ persone/h} = 0,5 \times 2 \times 3600 / 0,4064 = 8858 \text{ persone/h}$
 $C_t, \text{ persone/min} = 8858 / 60 = 148 \text{ persone/min}$

In definitiva, anche ammettendo verosimilmente una larga approssimazione nell'analisi fatta, si può concludere, confrontando il numero di passeggeri al minuto (109) in corrispondenza della taratura a 40 Ampere, con la massima capacità teorica pari a 148 persone, che l'affollamento della scala, all'istante dell'evento (**Figura 44**), era tale da provocare senz'altro l'intervento del relè F50.

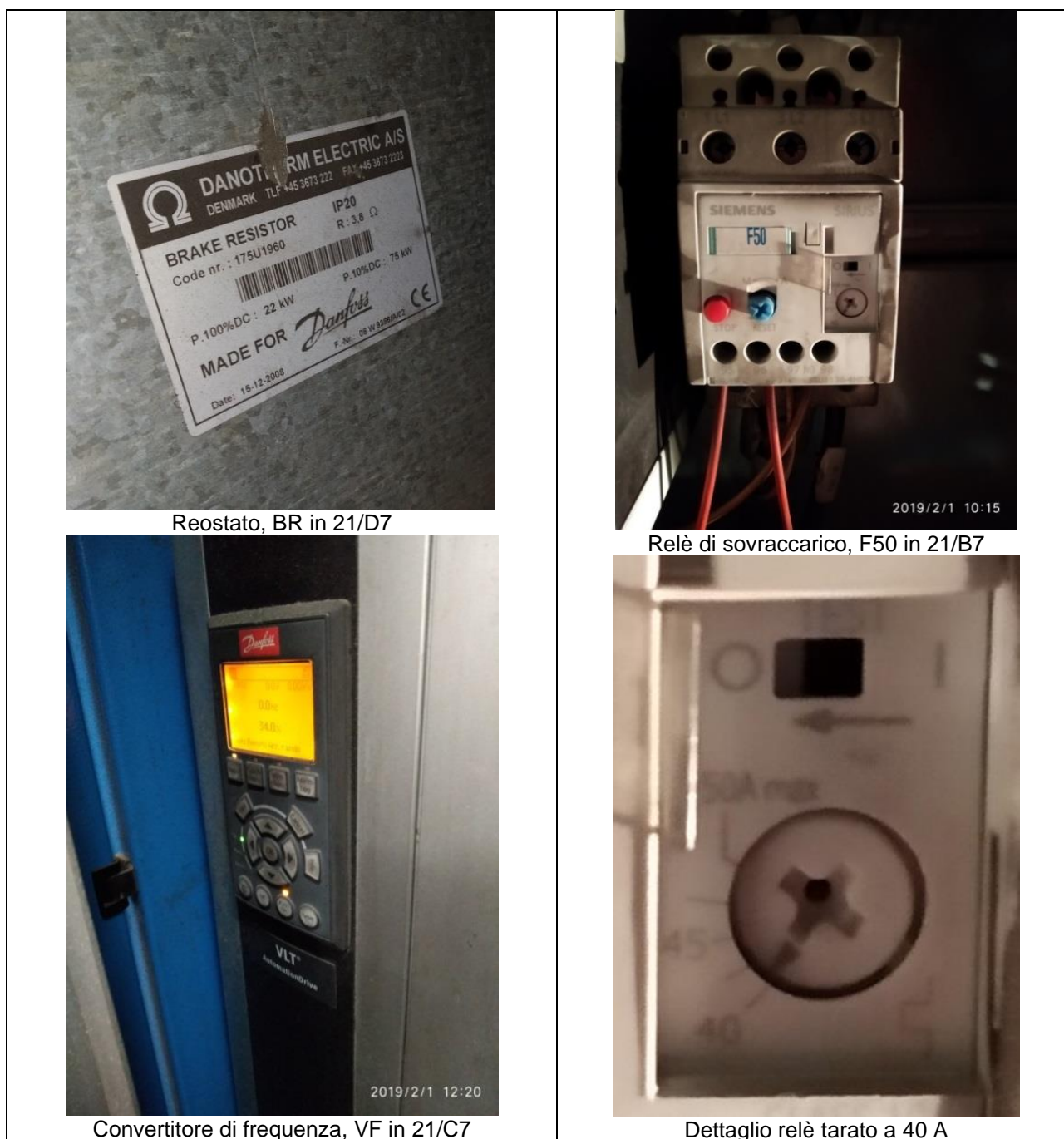


Figura 41 – Reostato di frenatura, convertitore di frequenza e relè di sovraccarico F50 della scala mobile matr. 54NF6339 (fonte Digifema)

Al valore di taratura il relè F50 interviene “tagliando” l'alimentazione della scala e quindi facendo intervenire entrambi i freni, quello di servizio e quello di emergenza, per diseccitazione dei relativi elettromagneti.

L'effettivo intervento del relè F50, constatato nel corso del sopralluogo effettuato in data 29/01/2019, ha determinato quindi la disalimentazione della scala e l'intervento del freno di servizio.

In definitiva, dopo l'intervento della protezione da sovraccarico F50 e la conseguente disalimentazione della scala, tramite successivi interventi dei relè K8 e K6, essa si è trovata istantaneamente in folle, con i motori non più alimentati né da VF (contatti di K6 e K8), né direttamente da rete (contatti di K7); l'alimentazione diretta da rete tramite K7 è alternativa rispetto a quella da VF tramite K6 e K8 (*Figure 42 e 43*).

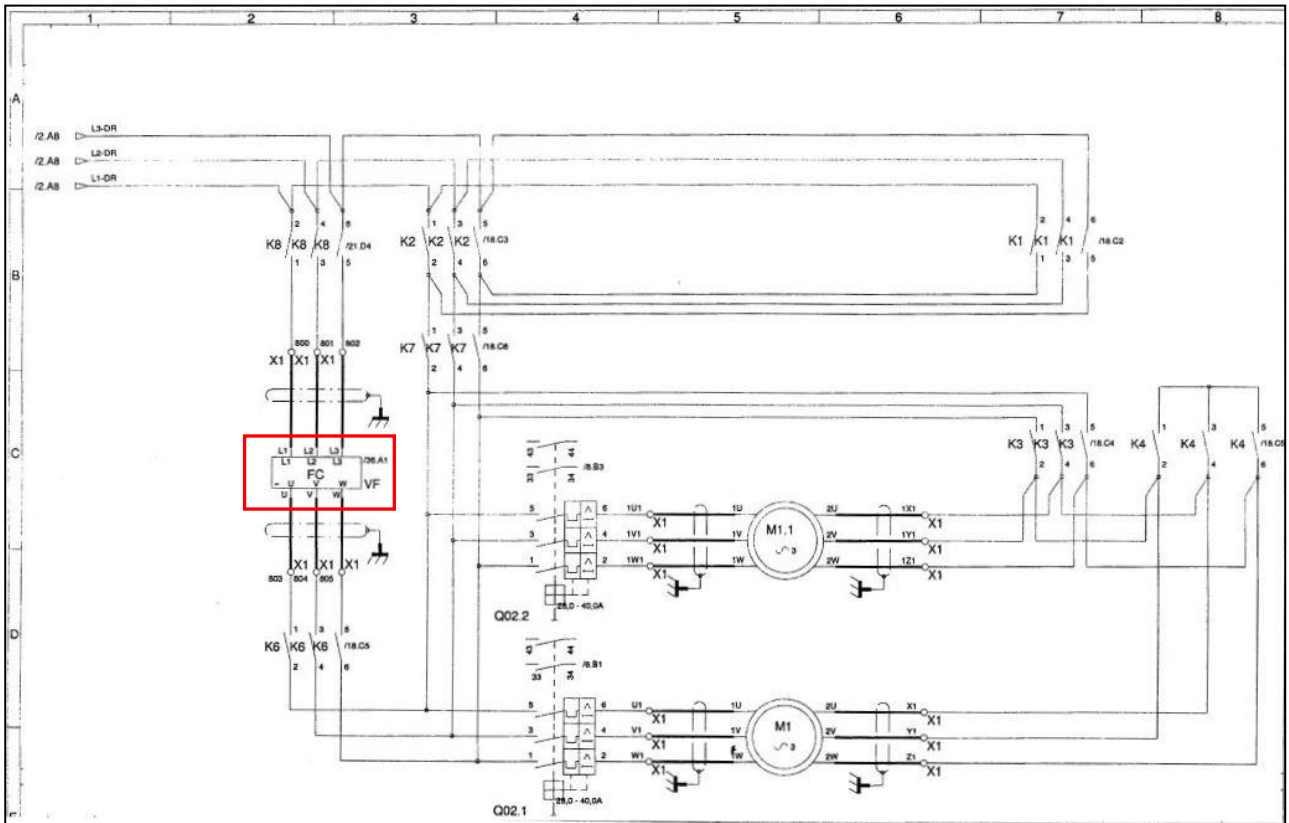


Figura 42 – Schemi elettrici scala mobile – pag. 5 (fonte casa costruttrice)
VF: variatore di frequenza

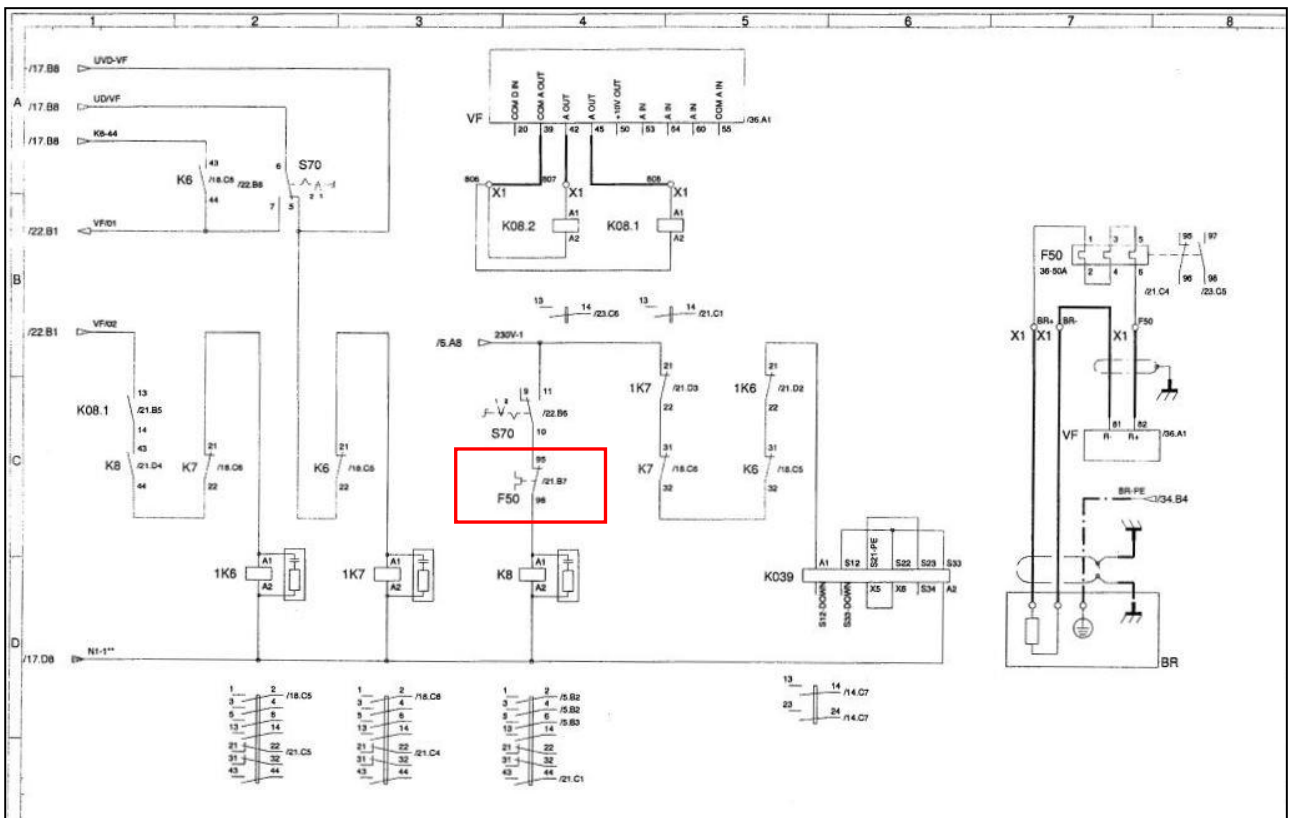


Figura 43 – Schemi elettrici scala mobile – pag. 21 (fonte casa costruttrice)
F50: relè di sovraccarico



Figura 44 - Scala mobile, matricola 54NF6339, affollata (fonte Digifema)

Una tale circostanza sarebbe comunque potuta rientrare nel normale esercizio della scala, non potendo escludere il verificarsi di un affollamento simile. L'evoluzione incidentale dell'evento va ricercata nel comportamento dei freni dei quali, a seguito dell'intervento del relè F50, è stato effettivamente comandato l'azionamento.

Prendendo come riferimento la vista del vano motori (fossa) dallo sbarco superiore verso quello inferiore, quindi guardando le scale mobili matr. 54NF6338 e matr. 54NF6339, dall'alto verso il basso, definiremo convenzionalmente motore n.2 il motore di sinistra, cioè quello più vicino al disco del freno di emergenza, e motore n.1 il motore di destra, quello in prossimità dell'organo di trasmissione cinematica della scala (*Figura 45 e 46*).

Il freno di servizio è costituito da un usuale freno a ganasce, comandato aperto dall'eccitazione di un elettromagnete tramite stantuffi laterali che, a elettromagnete eccitato, ne aprono le leve comprimendo delle molle le quali, alla diseccitazione dell'elettromagnete, spingono le leve del freno su un tamburo coassiale al motore. Dato il dislivello della scala, per fornire la potenza necessaria sono stati installati due motori azionanti, tramite idonei accoppiamenti, un asse che a sua volta trasmette il moto all'asse principale attraverso la cosiddetta catena primaria. L'assemblaggio è più chiaro nello schema grafico sotto riportato (*Figura 47*), stralciato da una tavola della casa costruttrice.

Il freno ausiliario, o di emergenza (*Figura 48 e 49*), interviene con un elemento, cuneo, che va a contrastare, per incastro a seguito dell'espansione di una molla, il moto di un disco solidale all'albero principale dei gradini.

Il cuneo (*Figura 50*) in condizione di non intervento, sollecitato da una molla precaricata ("molla di spinta cuneo"), nel funzionamento normale viene trattenuto dal "blocco cuneo" (in gergo detto "cane"), soggetto anch'esso alla sollecitazione di una molla precaricata ("molla di ritenuta blocco cuneo"), a sua volta mantenuto in posizione di normale esercizio (cioè di freno non attivato) dall'elettromagnete ("bobina EB"), e pronto a intervenire sotto la spinta della "molla di ritenuta blocco cuneo". La diseccitazione dell'elettromagnete consente la rotazione del "cane" per effetto della sua "molla di spinta" precaricata, e quindi la liberazione

del cuneo il quale, spinto dalla sua “molla di spinta”, va a impegnare un disco solidale all’asse di trazione dei gradini. Per “ricaricare” il dispositivo è richiesto un movimento in salita della scala tale da consentire all’arpione sul disco di impegnare il cuneo e di spingerlo verso il basso in modo da ricaricare la sua “molla di spinta” e da farlo trovare nuovamente bloccato dal “cane”. Per inciso si nota che il freno d’emergenza non interviene in nessuno caso in salita (anche nell’intervento per inversione del moto in salita, il freno d’emergenza interviene con scala istantaneamente in discesa).

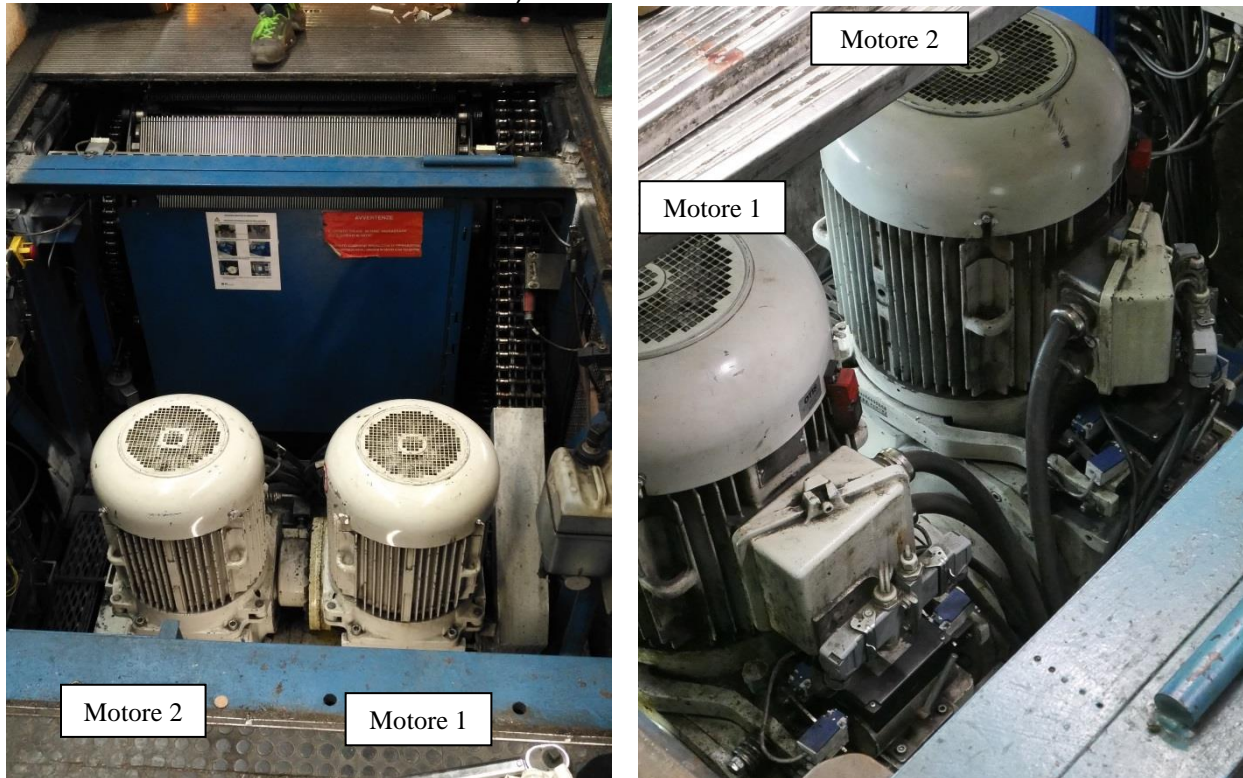


Figure 45 e 46 – Vani motori delle scale mobili matr. 54NF6338 e 54NF6339 motore n.2 (sinistro) e motore n.1 (destra) - (fonte Digifema)

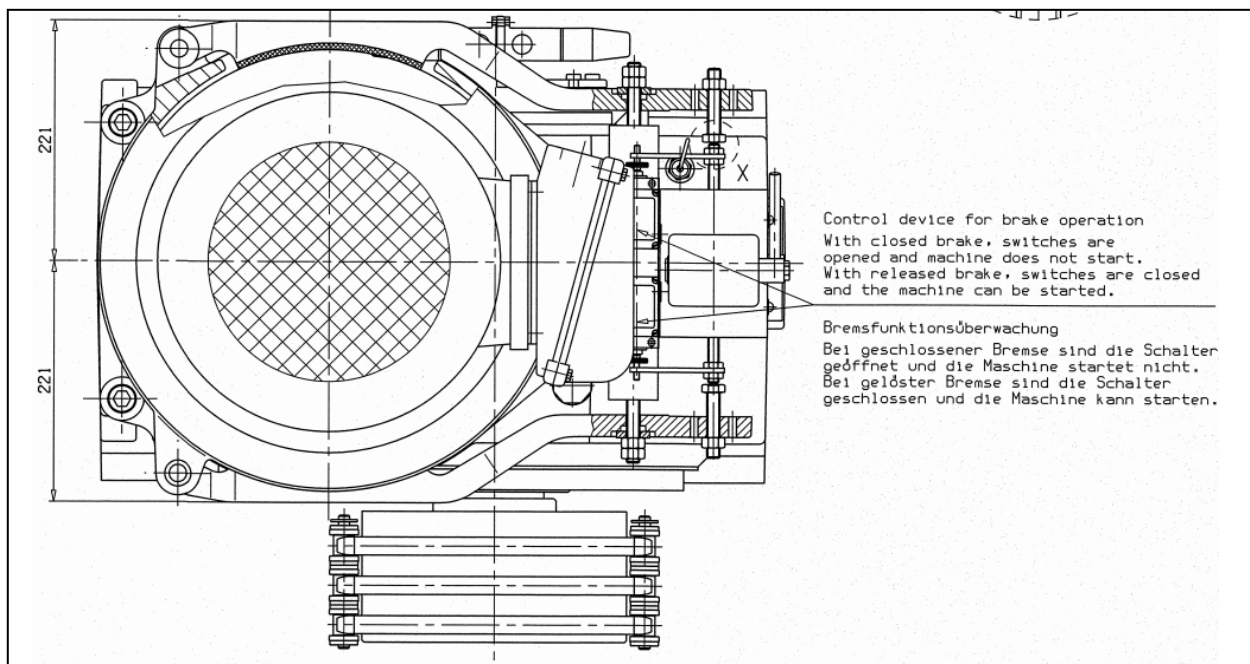


Figura 47 – Vista dall’alto di uno dei motori della scala mobile (fonte casa costruttrice)



Figure 48 e 49 – Freno d'emergenza (fonte Digifema)

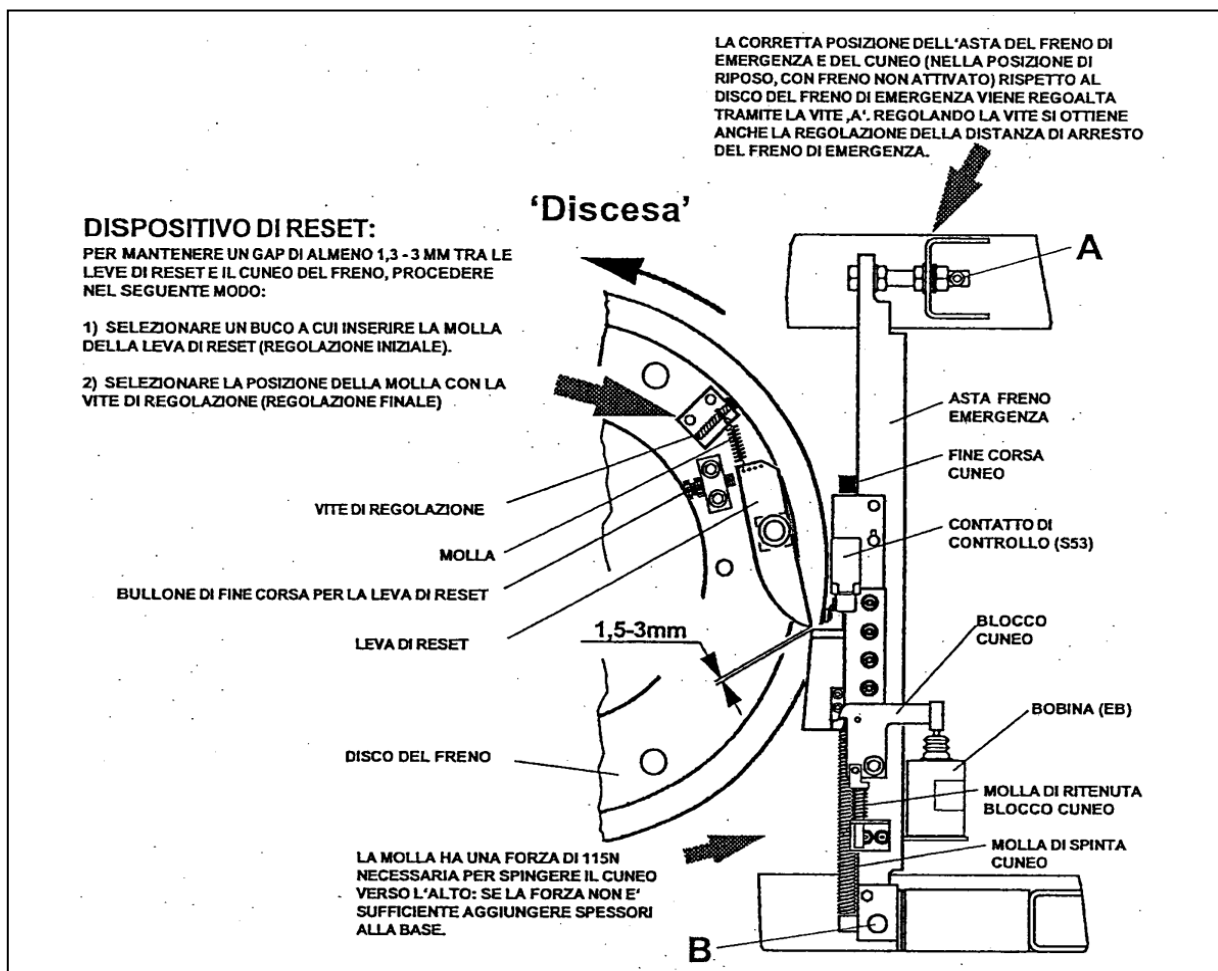


Figura 50 – Schema di funzionamento del freno d'emergenza (fonte Manuale di manutenzione casa costruttrice)

In definitiva sia il freno di servizio che il freno ausiliario (di emergenza), agiscono per diseccitazione di elettromagneti: per il freno di esercizio le diseccitazioni sono determinate o da controlli di sicurezza su vari componenti della scala o da condizioni di esercizio particolari; per il freno di emergenza solo da condizioni di esercizio particolari.

Il freno di emergenza, con piccolo ritardo rispetto al freno di servizio, interviene nei seguenti casi:

- a) rottura della catena primaria;
- b) eccesso di velocità oltre il 20% di quella “normale” (nel caso specifico il Gestore ha adottato un valore inferiore al 40% previsto dalla EN 115);
- c) regressione del moto.

Il caso a), come già precedentemente detto, non si è verificato.

Il caso c), trattandosi di scala in discesa, non è di interesse.

Nel caso specifico quindi il freno di emergenza può essere intervenuto solo per eccesso di velocità.

La ricostruzione dell’evento, sulla base delle evidenze riscontrate nei successivi accessi e del funzionamento della scala, risulta agevole.

Con l’intervento della protezione del relè F50 interviene istantaneamente il solo freno di servizio a motori disalimentati e quindi a scala in folle.

Per evidente insufficienza di coppia frenante del freno di servizio la scala accelera, fino alla velocità di intervento del freno di emergenza pari al 20% in più rispetto a quella nominale.

Come riportato nella relazione redatta dalla casa costruttrice il 19/01/2019 (cfr. paragrafo 3.4.4: “Registrazione apparecchi automatici”) e constatato nei successivi accessi, è effettivamente intervenuta una condizione per l’intervento del freno d’emergenza, circostanza testimoniata dal messaggio “Freno emergenza relay” comparso sul pannello di comando della scala una volta rialimentata.

Da quanto riportato nella suddetta relazione tale messaggio rimane in memoria a prescindere da successive disalimentazioni della scala, quindi il messaggio è sicuramente riferibile all’evento incidentale. Delle tre condizioni di intervento del freno d’emergenza sopra elencate, l’unica possibile nella circostanza era quella dovuta ad eccesso di velocità. Anche per il freno di emergenza è però risultata evidentemente insufficiente la coppia frenante.

Sulla base di questa ricostruzione la Commissione d’indagine, durante gli accessi, ha posto particolare attenzione sullo stato dei freni.

Date le dimensioni della scala e la potenza richiesta, come detto, l’energia necessaria per la sua movimentazione è fornita da due motori asincroni. Il freno di servizio è quindi costituito in realtà da due freni del tipo descritto, installati ciascuno su un motore.

Per lo stesso motivo anche il freno di emergenza in realtà è costituito da due elementi posti uno verticalmente e l’altro orizzontalmente, entrambi agenti, secondo il principio descritto, sul disco coassiale all’asse principale.

Dagli accertamenti fatti è risultato che entrambi i freni di servizio sono intervenuti: l’evidenza dell’intervento è data dal rientro degli stantuffi nel loro alloggiamento e dall’accostamento delle leve al tamburo per effetto dell’espansione delle molle non più mantenute compresse dalle aste degli stantuffi dell’elettromagnete.

Per il funzionamento efficace del freno è richiesto che, a freno chiuso, vi sia fra le aste degli stantuffi e i bulloni M₁₂ di riscontro ad esse all’estremità delle leve dei freni uno spazio d’aria compreso fra 1 e 1,5 mm. Il procedimento di regolazione è illustrato nei manuali della ditta fornitrice del complesso motore-freno, azienda leader nel settore, disponibili in rete, a cui si fa riferimento (*Figure 51 e 52*).

6.4.6 Adjusting the brake torque of one circuit braking system:

1. Loosen the locking nut M12 at the closed brakes threaded rod.
2. The pre set Brake Spring Pressure can be adjusted by turning the clamping nut. (Turning clockwise increases the pre set Pressure).

Fig. 9

3. Spring pressure preset (4mm), is adjusted during the field inspection. At the double circuit brake both sides must be adjusted separately.

**Figura 51 – Viti di registro del freno di servizio (fonte Manuali ditta fornitrice del complesso motore-freno, disponibili in rete)
[4mm è un refuso, il valore di fabbrica è 40 mm]**

Installation instructions EC 2 - 25
Coupling Machine, Duplex Machine , Dual Machine
(Technical changes reserved – Last Changes 1/2019)

Fig. 10a

1...1,5 mm

Brake lever with movable shoes (high power traction units)

Figura 52 – Viti di registro del freno di servizio (fonte Manuali ditta fornitrice del complesso motore-freno, disponibili in rete)

Il mantenimento dello spazio d'aria nei limiti indicati è importante: se è superiore non è garantita la regolare apertura del freno, se è inferiore o addirittura nullo non è garantita l'efficace chiusura.

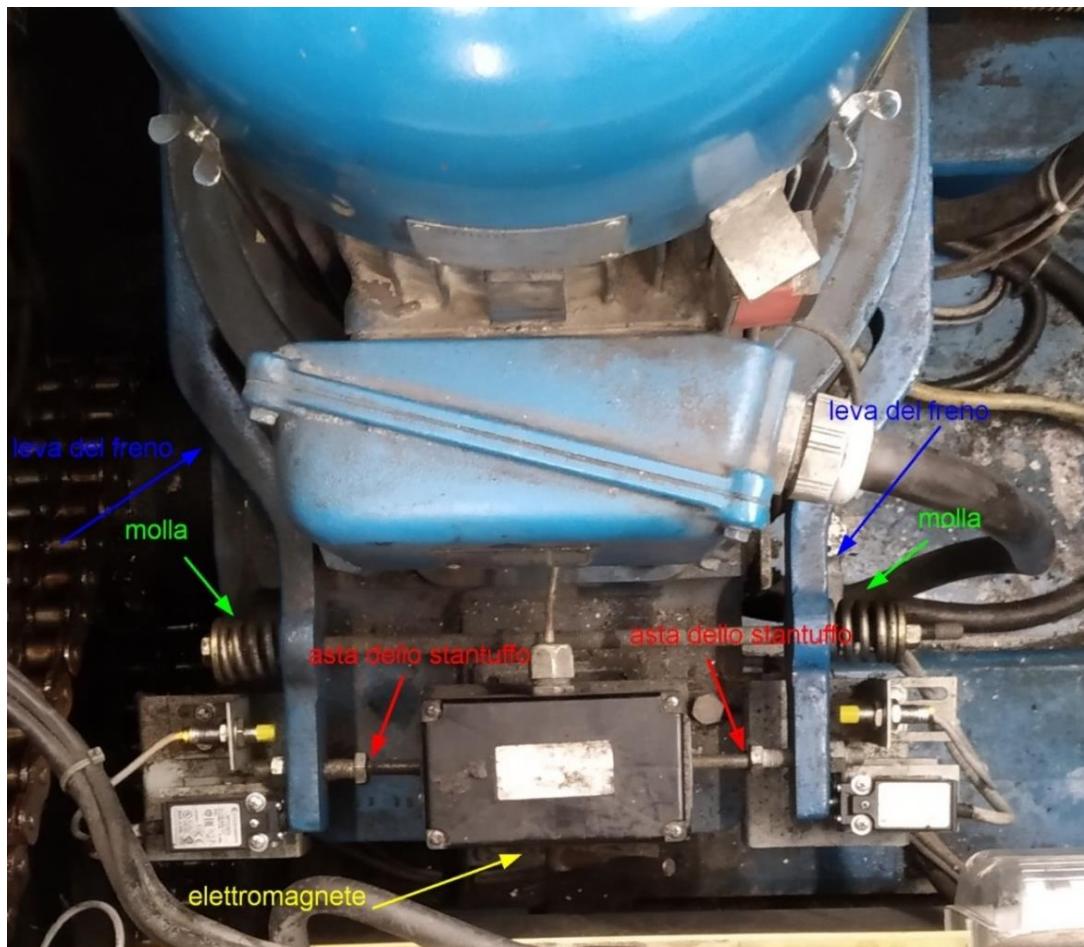


Figura 53 – Parti del freno di servizio su motore di una scala mobile (fonte Digifema)

Su entrambi i freni della scala mobile matr. 54NF6339, nella condizione in cui sono stati trovati, lo spazio d'aria era nullo come è stato verificato azionando la leva d'apertura manuale del freno (**Figura 54**), che è risultata bloccata fra i bulloni M₁₂ di riscontro delle leve del freno. Questo ha comportato una diminuita aderenza fra ferodi delle leve e tamburo di frenatura, inficiando così l'effetto frenante.



Figura 54 – Leva di apertura manuale del freno di servizio (fonte Manuali altra azienda costruttrice)

Nel corso del sopralluogo effettuato sul sito dell'evento in data 29/01/2019 è stato verificato che, a freni chiusi, su entrambi i motori della scala 54NF6339 la leva manuale di apertura non presentava alcuna escursione nel senso dell'accostamento dei pistoni degli elettromagneti. Ciò sicuramente indicava che, non essendo osservata la tolleranza minima fra i bulloni M₁₂ e le aste degli stantuffi degli elettromagneti, risultava compromesso in entrambi i motori l'efficace accostamento delle leve dei freni ai tamburi di frenatura. Ciò veniva successivamente confermato dalla misura della coppia frenante con la chiave dinamometrica, come nel seguito meglio descritto.

Da quanto sopra riportato appare dunque evidente che i freni di servizio della scala mobile matr. 54NF6339, su cui si è verificato l'incidente, non erano registrati opportunamente: le viti delle leve del freno e l'asta filettata del magnete della bobina di sgancio del freno erano a contatto (posizione di "fine corsa") e lo spessore del gioco d'aria tra le stesse era completamente azzerato (*Figura 55*), contrariamente a quanto previsto dai manuali di installazione, uso e manutenzione in base ai quali deve essere garantito uno spazio d'aria compreso tra 1 mm e 1,5 mm.

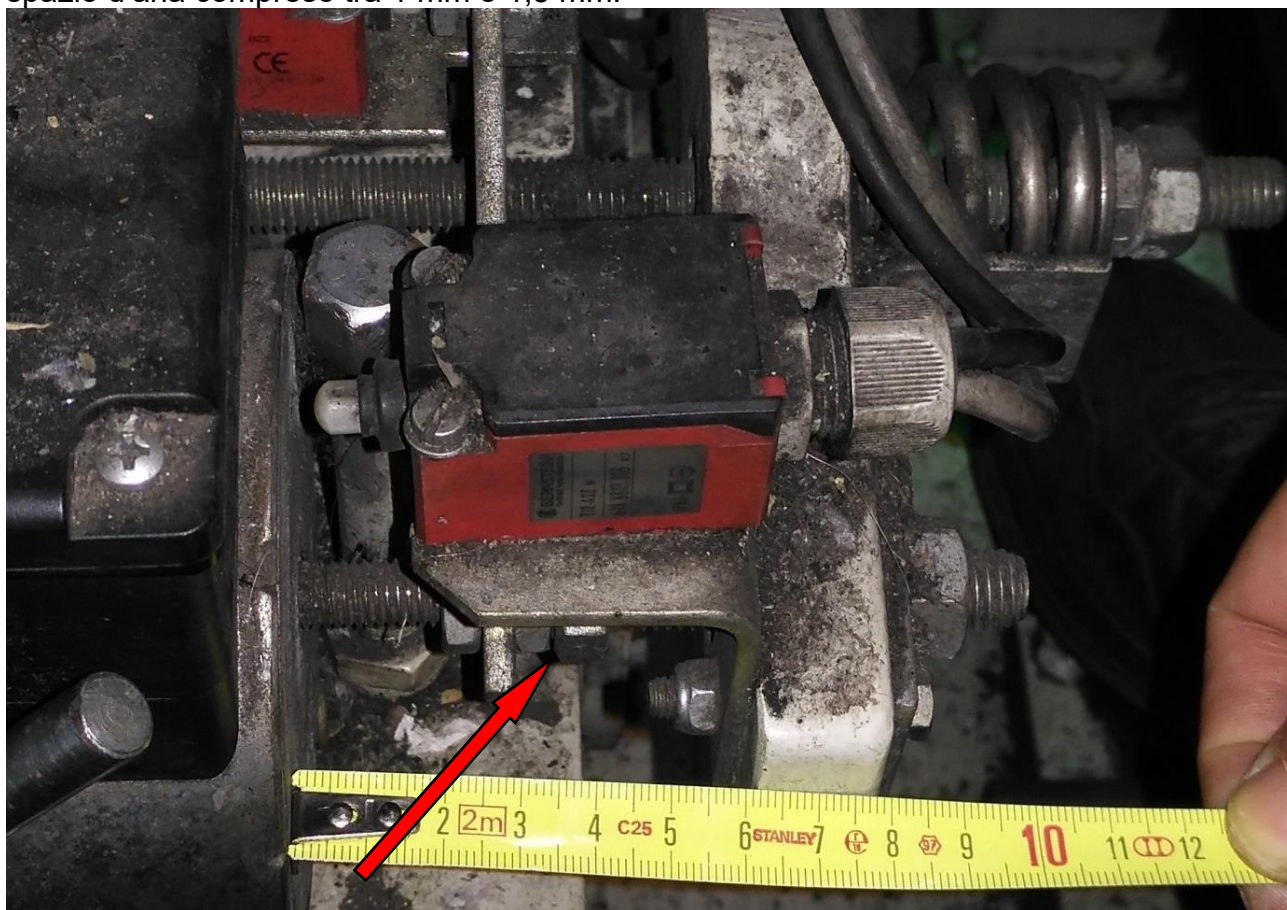


Figura 55 – Dettaglio posizione di "fine corsa" della vite della leva del freno con l'asta filettata dell'elettromagnete di comando del freno (fonte Digifema)

Nel corso degli accessi del 28 e 29 gennaio 2019 sono state azionate manualmente, dall'asse dei motori con il volantino dei motori stessi (*Figura 56*), a freni chiusi, sia la scala 54NF6339 che la scala adiacente 54NF6338, quest'ultima anch'essa sotto sequestro giudiziario, quindi entrambe nelle stesse condizioni del momento dell'evento. Mentre la scala 54NF6339 veniva azionata con un normale sforzo dell'operatore, la scala 54NF6338 rimaneva immobile. È risultato quindi confermato che i freni di servizio della scala 54NF6339, anche se intervenuti correttamente, erano inefficaci al momento dell'evento.

Mediante l'utilizzo della chiave dinamometrica è stata poi misurata, durante l'accesso del 01/02/2019, la coppia frenante offerta dai freni di servizio di entrambi i motori (*Figure 57 e 58*): i freni presentavano, alla prima misura, una coppia frenante compresa fra 70 e 90 Nm, quindi molto minore rispetto ai 215 Nm previsti da progetto. La verifica con chiave dinamometrica consiste nell'aumentare progressivamente la coppia applicata con la chiave, fino al moto incipiente dell'albero motore. In due successive prove la coppia è andata aumentando: ciò è giustificabile considerando che i pur esigui movimenti impressi alla scala hanno via via compresso i gradini divelti allo sbarco inferiore, aumentando così la resistenza al moto della scala.



Figura 56 – Azionamento manuale della scala 54NF6338 tramite volantino (fonte Digifema)

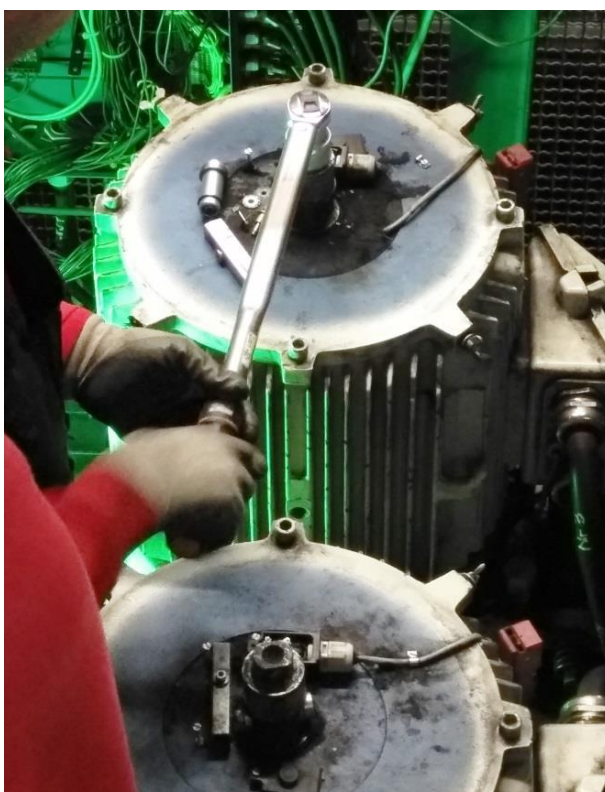
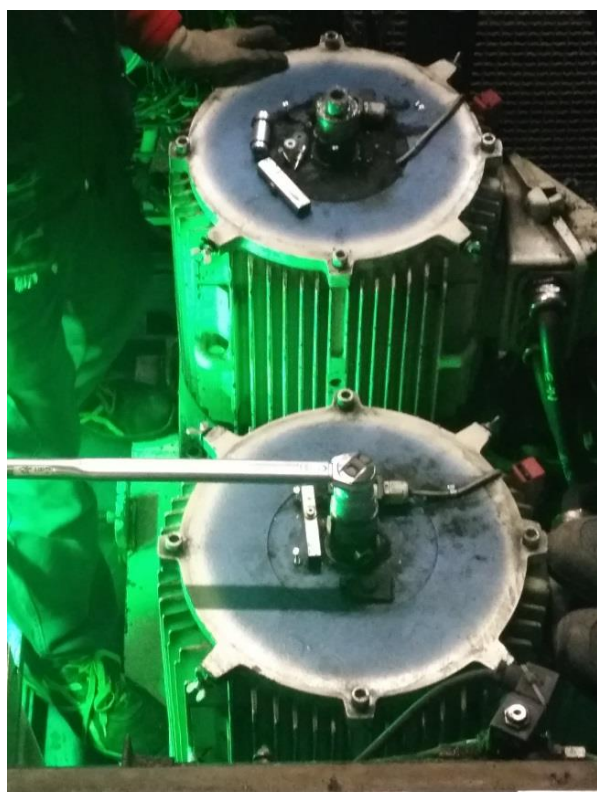


Figure 57 e 58 – Misurazione del valore della coppia frenante dei freni d'esercizio della scala mobile 54NF6339, mediante utilizzo della chiave dinamometrica (fonte Digifema)

Nella scala 54NF6338 adiacente è stato misurato un valore di coppia frenante di circa 180 Nm su entrambi i motori, a testimonianza del fatto che l'azione frenante di questa scala, pur essendo più efficace rispetto a quella offerta dalla scala oggetto dell'evento, risultava anch'essa inferiore a quella prevista da progetto.

Sempre nel corso dell'accesso del 01/02/2019 sono poi state smontate le due leve del freno di servizio del motore 2 (*Figura 59*) e la leva di destra, guardando in direzione "scala", del motore 1 della scala incidentata 54NF6339. Le leve del motore 2 sono di seguito riportate come posizionate sul motore, con indicazione anche del senso di rotazione (*Figura 60*).

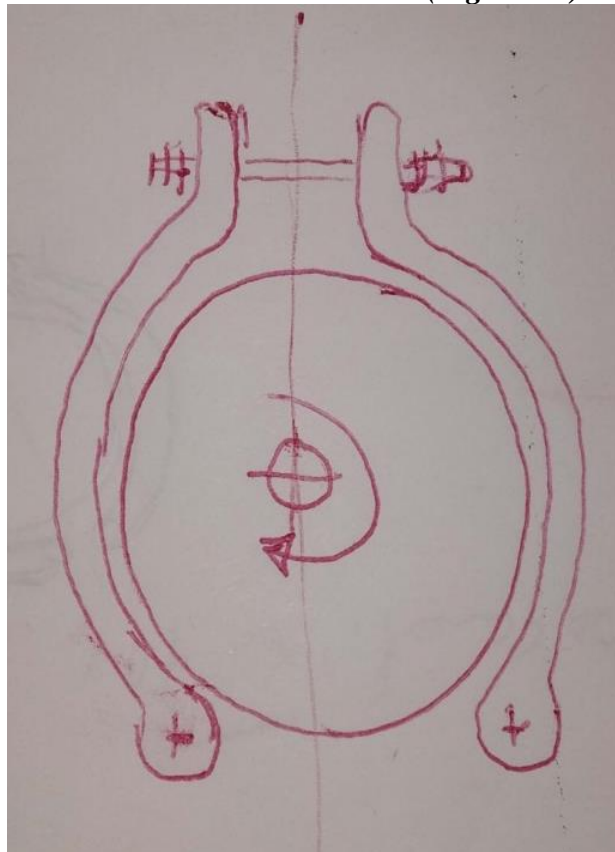


Figure 59 e 60 – Leve dei freni d'esercizio del motore 2 della scala mobile matr. 54NF6339 e schema grafico con evidenza del senso di rotazione (fonte Digifema)



Figura 61 – Ferodo, con superficie consumata in modo uniforme, del freno d'esercizio della scala mobile matr. 54NF6338, non incidentata (fonte Digifema)

Contestualmente sono state smontate anche le leve del motore 2 della scala 54NF6338, adiacente alla 54NF6339. Mentre i ferodi delle due leve della scala 54NF6338 presentavano uno spessore ed un consumo uniforme (*Figura 61*), tutti e tre i ferodi delle leve della scala 54NF6339 presentavano un consumo non omogeneo e differente sulle due metà di ognuno di essi (*Figure 62, 64 e 65*).

Lo spessore iniziale del ferodo è di 6 mm, come da disegno della casa costruttrice (*Figura 63*).

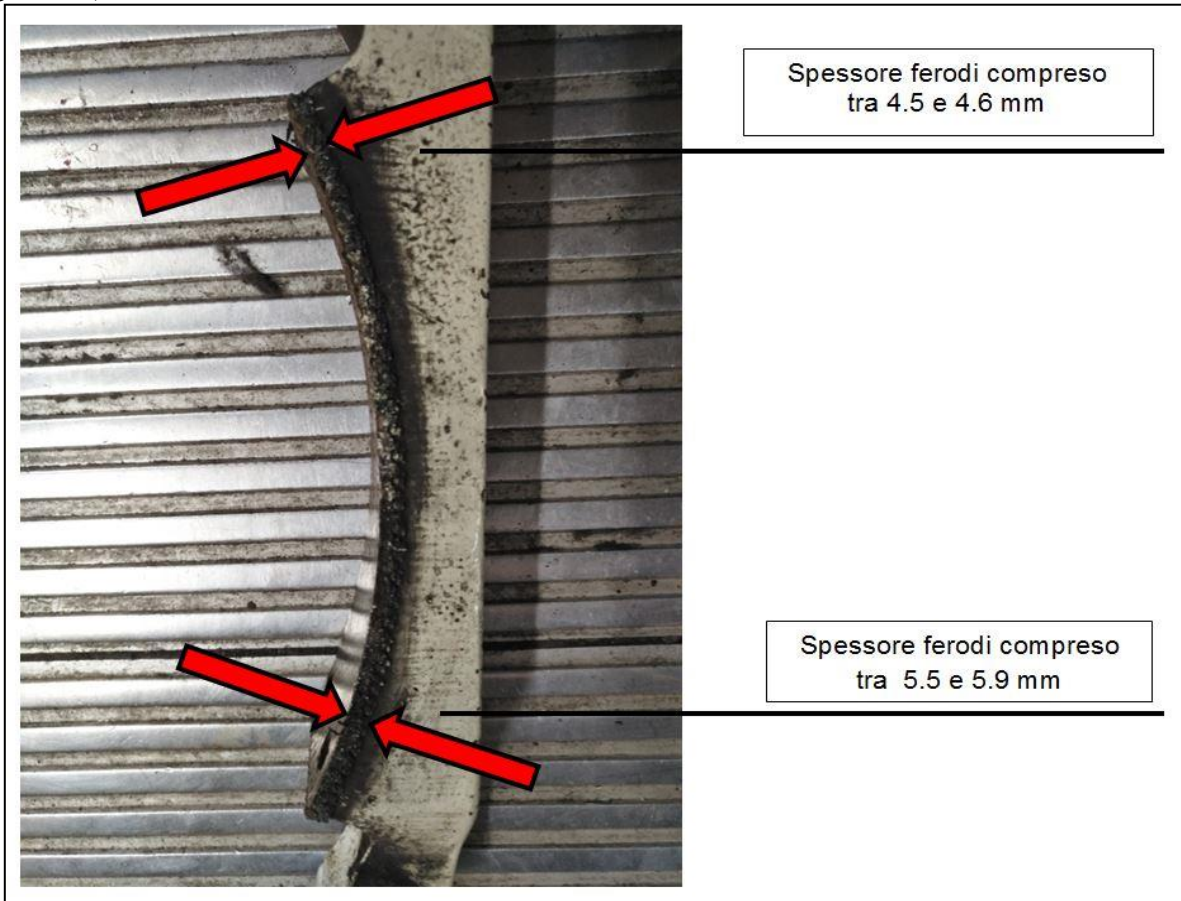


Figura 62 – Spessori ferodi dei freni d’esercizio della scala mobile 54NF6339 (fonte Digifema)

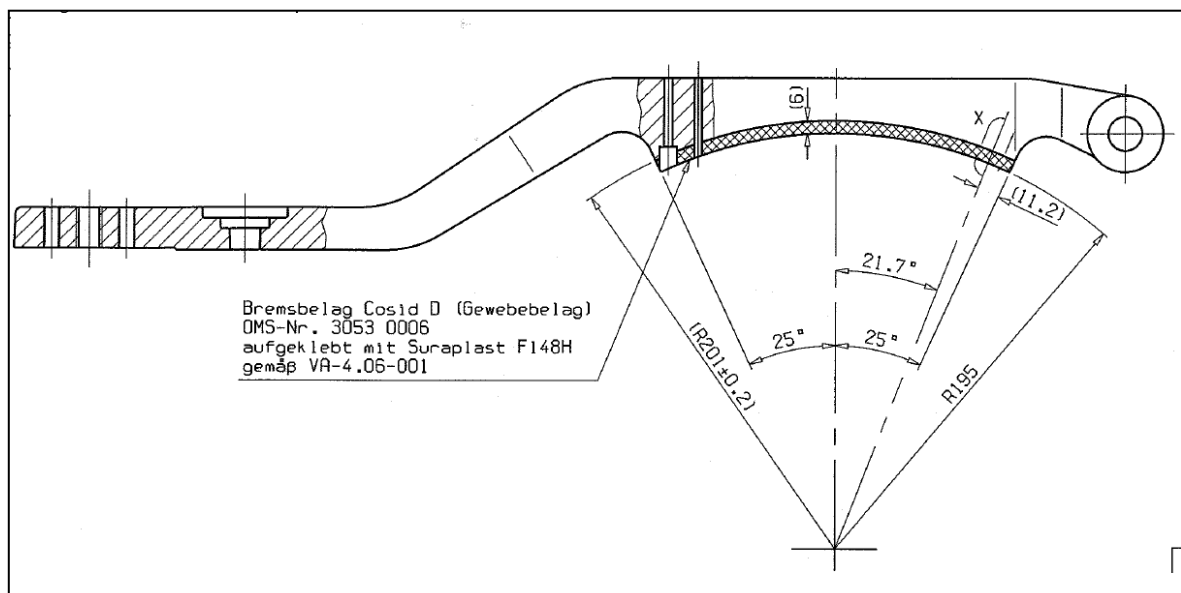


Figura 63 – Particolare della leva del freno di servizio (fonte casa costruttrice)

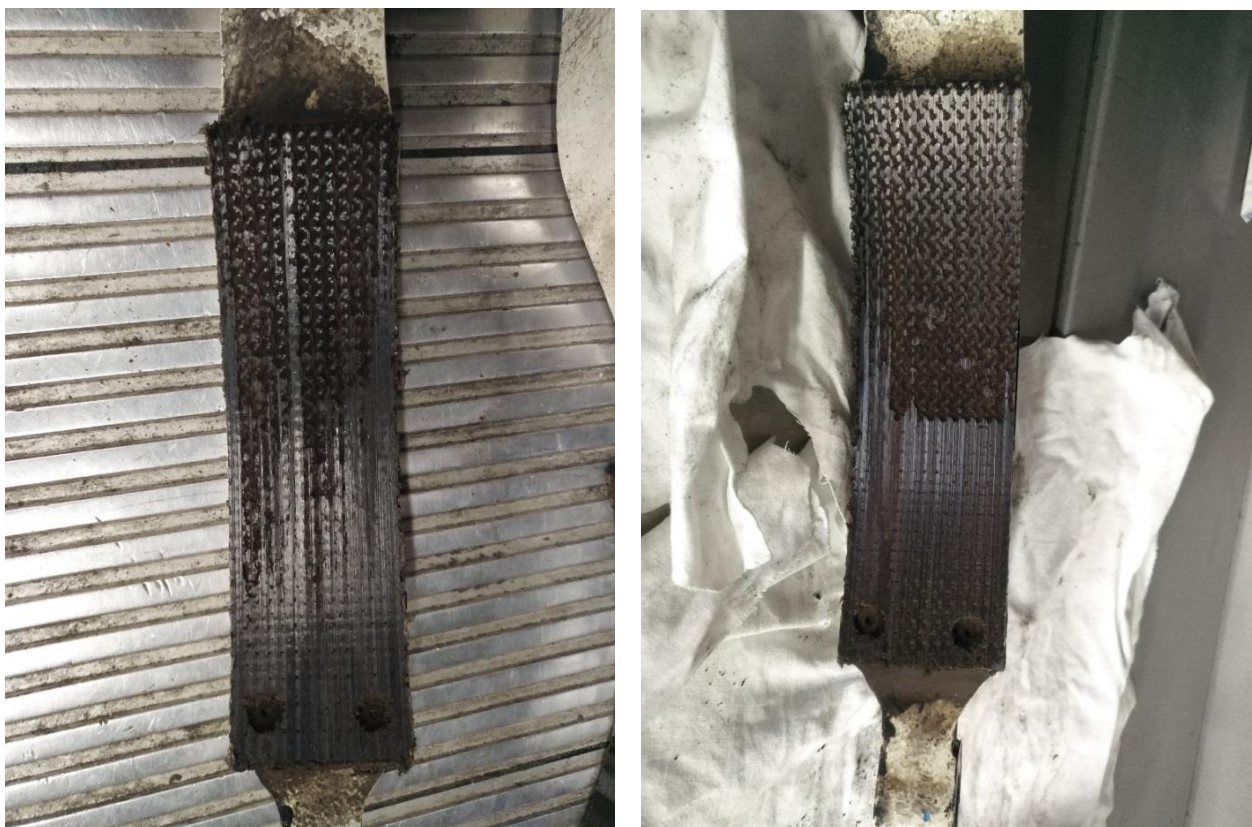


Figure 64 e 65 – Ferodi dei freni d’esercizio della scala mobile 54NF6339 con superficie consumata in modo non uniforme (fonte Digifema)

Rispetto a una situazione che si può considerare normale come quella del ferodo della scala 54NF6338, che lavora in maniera pressoché uniforme su tutta la sua superficie, è evidente che i ferodi della scala 54NF6339 contribuivano con minor superficie alla coppia di frenatura: più precisamente con le porzioni più scure prossime alle cerniere (*Figure 64 e 65*).

In definitiva sia dalle misure effettuate con chiave dinamometrica, sia dalle prove fatte manualmente con il volantino, sia dall’esame dei ferodi si conclude che il dispositivo frenante di servizio della scala 54NF6339 non era nelle condizioni di fornire una coppia frenante sufficiente, anche in considerazione dell’affollamento della scala al momento dell’incidente. Il tutto è riconducibile alla mancata regolazione dello spazio d’aria fra le aste degli stantuffi dell’elettromagnete dei freni e i bulloni di riscontro posti sulle estremità delle leve dei freni. Per i freni di servizio l’anomalo comportamento va ricondotto quindi all’imperizia nella regolazione degli stessi riguardo allo spazio d’aria fra bulloni all’estremità delle leve e aste degli stantuffi degli elettromagneti.

In appendice all’analisi del comportamento del freno d’esercizio si può fare la seguente considerazione: il disuguale consumo dei ferodi può essere ricondotto al comportamento tipico dei freni a ceppi, nei quali una delle leve (“svolgente” o “compressa”) contribuisce più dell’altra (“avvolgente” o “tesa”) alla frenatura: il comportamento dipende dalla loro posizione rispetto al senso di rotazione. Il ferodo della leva “svolgente”, contribuendo di più alla frenatura, è più sollecitato e quindi più soggetto a usura. Nel caso in esame la leva “svolgente” è quella di sinistra (*Figure 59 e 60*) quindi ciò giustifica il maggior consumo rispetto al ferodo della leva di destra. Un maggior approfondimento potrebbe dare giustificazione del fatto che l’usura, su entrambi i ferodi, non è distribuita uniformemente ma è minore in prossimità delle cerniere.

L'inefficienza dei freni di servizio avrebbe potuto essere perlomeno mitigata se l'intervento del freno ausiliario fosse stato efficace.

Con freni di servizio in tali condizioni, la scala, sottoposta al carico dei viaggiatori, ha accelerato fino a raggiungere la velocità d'intervento del freno d'emergenza, pari al 20% in più della velocità nominale.

L'eccesso di velocità viene rilevato da un dispositivo, coassiale all'asse del motore (**Figura 66**), che interviene su un finecorsa tramite un'asticella (freccia rossa) posizionata su di esso perpendicolarmente all'asse la quale, per effetto della forza centrifuga, secondo la taratura, fuoriesce dalla propria sede e agisce sulla levetta (freccia verde) che a sua volta agisce sul fine corsa (freccia blu).

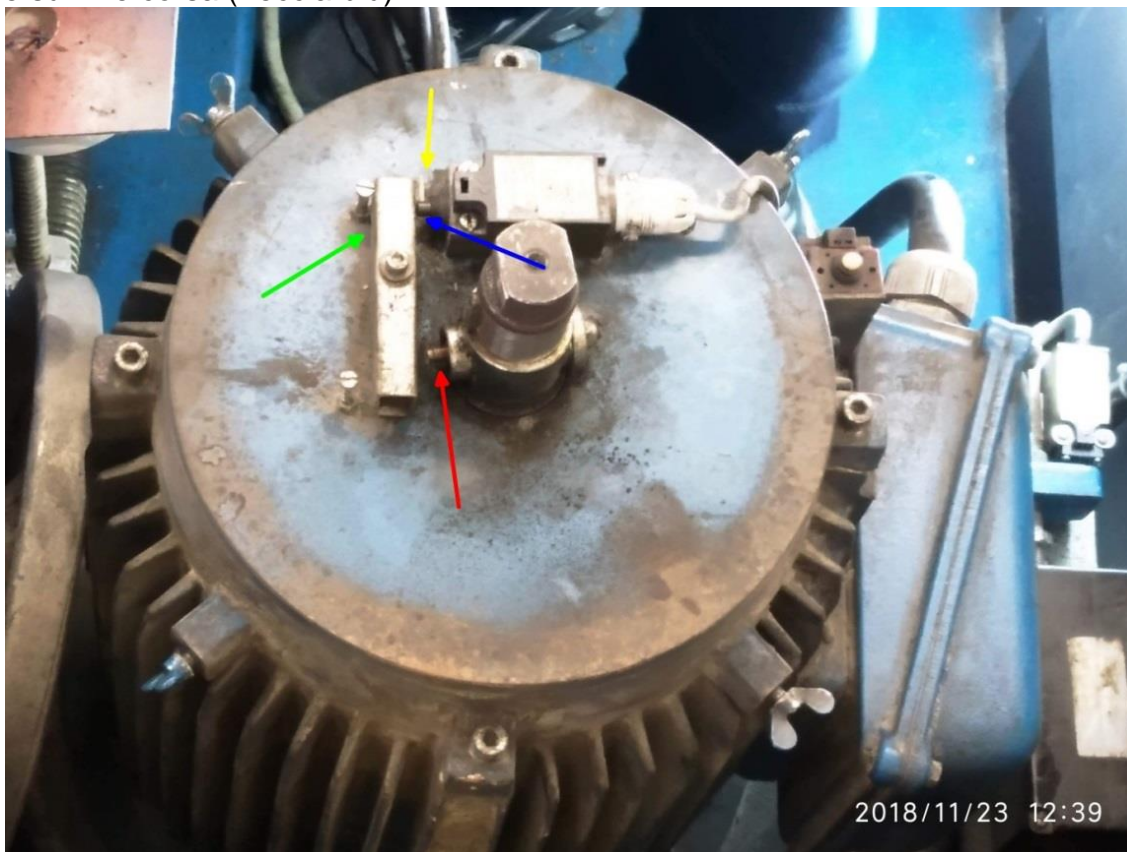


Figura 66 - Motore di una scala mobile (fonte Digifema)

Il fine corsa rimane nella posizione di intervento e va riarmato tramite il particolare indicato dalla freccia gialla. Pertanto, se il dispositivo è intervenuto, se ne ha l'evidenza dalla posizione del particolare indicato dalla freccia gialla. È chiaro che il dispositivo va mantenuto nelle condizioni di taratura originaria oltre che in efficienza nei suoi diversi elementi. Una critica di principio che si può fare a esso è che rileva la velocità dell'albero motore indipendentemente da rotture successive della catena cinematica.

La dicitura "Freno emergenza relay", rinvenuta sul display del pannello di controllo, come già detto, indica che effettivamente è stato dato il consenso per l'intervento dei freni di emergenza, a causa dell'eccesso di velocità (la sola causa plausibile tra quelle ipotizzate).

Premesso che la ditta costruttrice installa i sensori di rilevazione velocità su entrambi i motori di ogni scala mobile, ma solo uno dei due viene collegato elettricamente al quadro elettrico, in sede di sopralluogo, mediante prove con tester, si è potuto constatare che, per la scala incidentata, il dispositivo collegato al QE era quello installato sul motore n.2.

A conferma di quanto suddetto, riguardo al cosiddetto "eccentrico" di sovra velocità, l'accelerazione della scala, ormai in folle, ha causato reiterati suoi interventi, verosimilmente anche oltre il valore di taratura, che, martellando ripetutamente l'asticciola a leva di apertura

contatto, hanno provocato il tranciamento della vite di fulcro e il dissesto del dispositivo del motore n.2 (*Figure 67, 68, 69 e 70*). In particolare, il componente cilindrico dell'“eccentrico” con massa soggetta a forza centrifuga risultava fuori sede e con tracce evidenti di urto (*Figura 69*), il bilanciere risultava fuori sede e le viti di fissaggio deformate; infine il cavo elettrico in uscita dal dispositivo risultava tranciato (*Figura 70*).

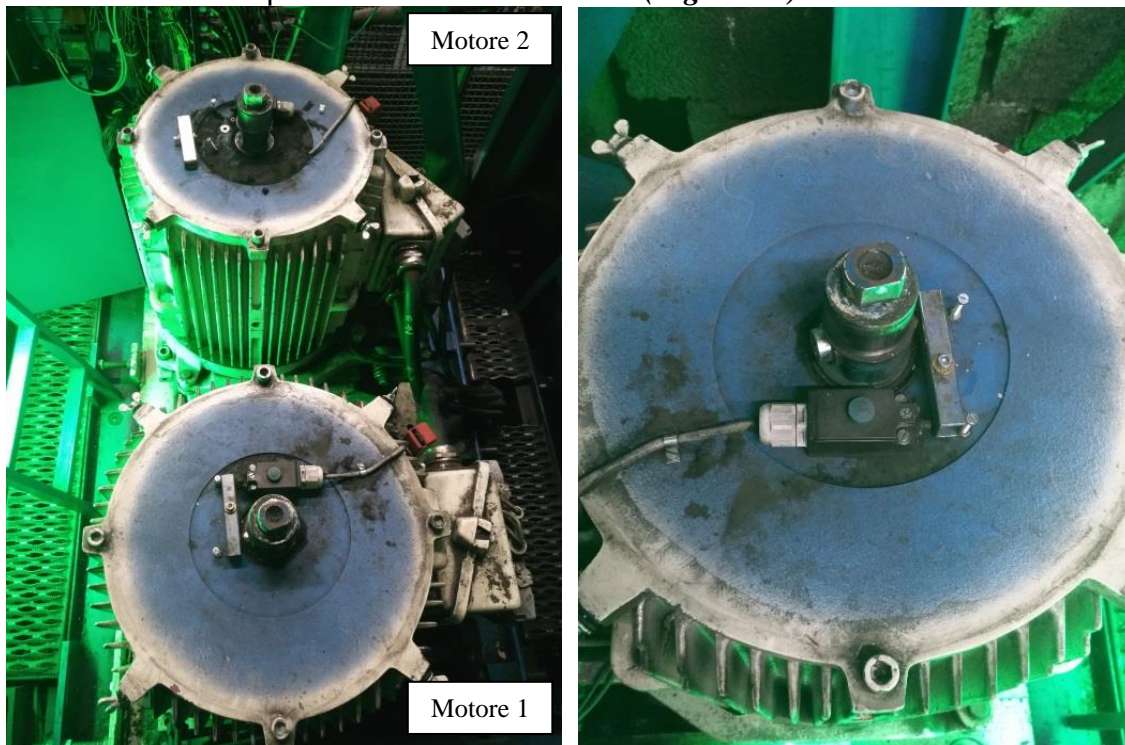


Figure 67 e 68 – Motori 1 e 2 della scala mobile matricola 54NF6339, e dettaglio del dispositivo di rilevazione velocità (“eccentrico”) integro del motore 1 (fonte Digifema)

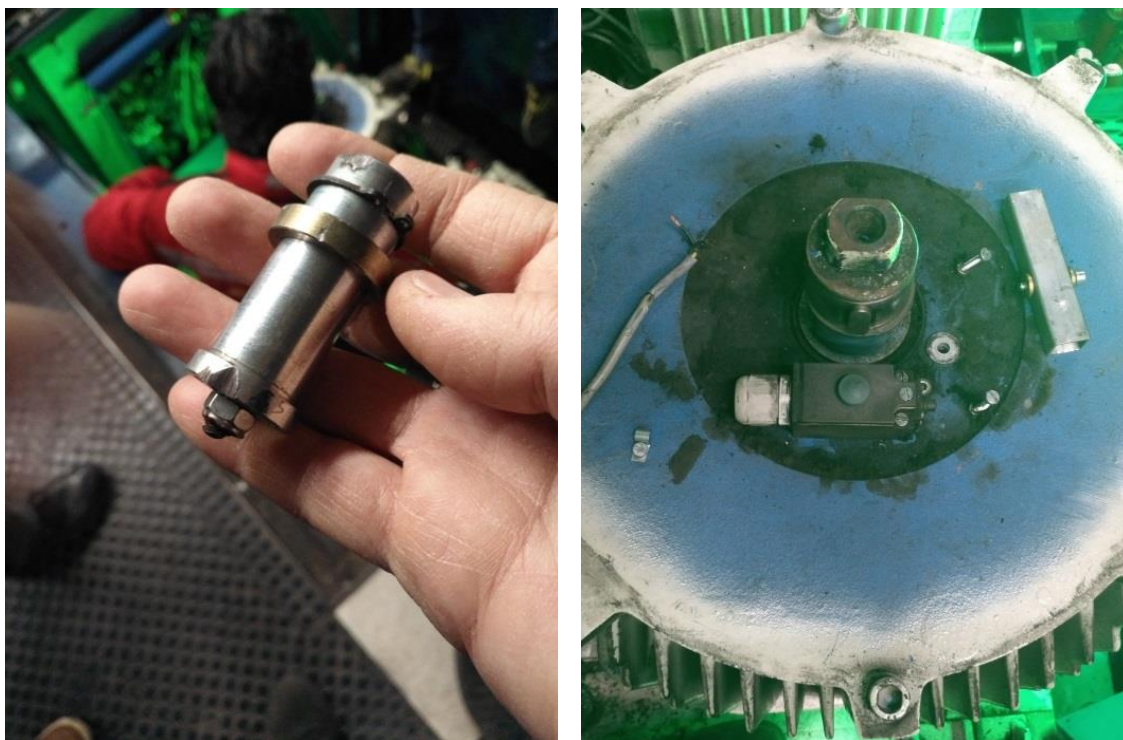


Figure 69 e 70 – Dettagli del dispositivo di rilevazione velocità (“eccentrico”) danneggiato del motore 2 (fonte Digifema)

Il freno d'emergenza in realtà è costituito da due elementi frenanti uguali, disposti uno in verticale e l'altro in orizzontale. Il loro intervento è efficace se, una volta opportunamente tarati, intervengono contemporaneamente.

Nel corso del sopralluogo effettuato sul sito dell'evento in data 17/12/2018 in merito al freno d'emergenza si è riscontrato che:

- Il cuneo del freno orizzontale risultava bloccato in posizione di non intervento (con l'arpione in posizione di trattenimento del cuneo);
- il dispositivo di intervento del cuneo era bloccato da due fascette in plastica (Figure 71 e 72): l'una teneva bloccato l'arpione e l'altra la molla del bilanciere dell'arpione;



Figura 71 – Componente orizzontale del freno d'emergenza della scala mobile matr. 54NF6339: fascetta in plastica sulla molla di sgancio dell'arpione (fonte Digifema)



Figura 72 – Componente orizzontale del freno d'emergenza della scala mobile matr. 54NF6339: fascetta in plastica sul cane di sgancio del cuneo (fonte Digifema)

- il cuneo del freno d'emergenza verticale risultava libero dall'arpione (Figure 73 e 74), e quindi in posizione di parziale intervento, circa il 50% della corsa, cioè in posizione tale da non impegnare il disco volante come richiesto per l'espletamento della funzione frenante sul disco stesso;
- sulla superficie del suddetto disco erano presenti tracce di grasso.

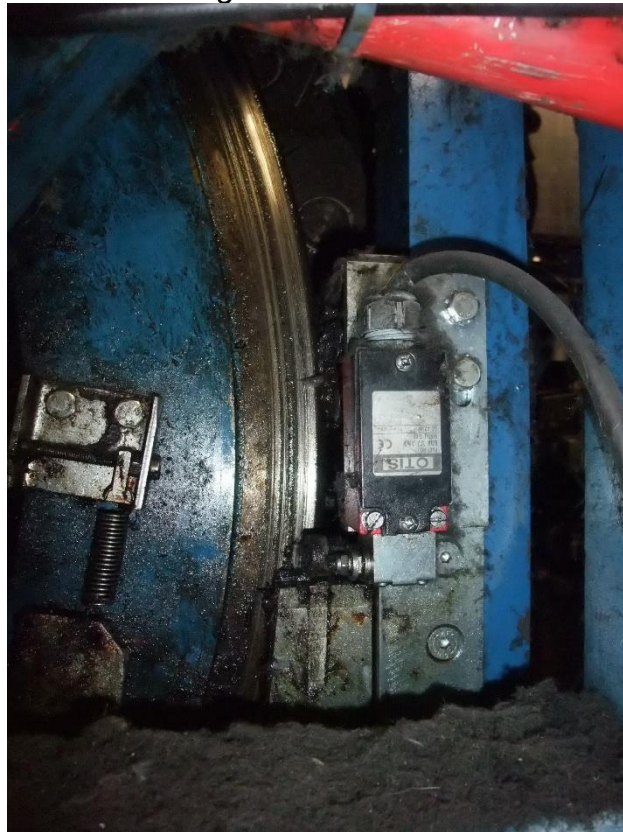


Figure 73 e 74 – Componente verticale del freno d'emergenza della scala mobile, matricola 54NF6339: dettaglio del fine corsa non impegnato dal cuneo (fonte Digifema)

È evidente che sul freno orizzontale sono state apposte delle fascette per impedirne l'intervento, lasciando efficace solo l'elemento verticale.

È previsto dal Manuale d'uso e manutenzione di disporre un leggero velo di lubrificante sul disco: il grasso trovato è risultato, perlomeno ad una prima valutazione, eccessivo.

Il freno di emergenza potrebbe non essere intervenuto sia perché non giunto a fine corsa, sia perché, essendo libero solo uno dei due elementi, sarebbero stati altrimenti evidenti dei segni sul disco (nelle condizioni trovate tutta la frenatura sarebbe stata a carico dell'unico elemento verticale libero, con evidenti raddoppiate sollecitazioni sul bordo del disco nella zona interessata). Non si può escludere che il freno verticale sia intervenuto correttamente: la limitata corsa riscontrata può essere in realtà l'effetto del parziale riarmo operato dal rimbalzo della scala, evidente nei filmati, seguente all'affastellamento dei gradini allo sbarco inferiore.

Va tenuto presente che l'efficacia del freno d'emergenza composto da due elementi, come nel caso delle scale mobili di Repubblica, richiede che la frenatura sia equamente suddivisa tra di loro; un solo elemento "frenante" attivo, riduce del 50% l'azione frenante e non garantisce l'efficienza del dispositivo. Si noti, in questo dettaglio, l'analogia con il dispositivo di sicurezza ad efficienza "dimezzata" del caso dell'incidente avvenuto ad Hong Kong a marzo 2017 esposto alle pagine da 32 a 35 (illustrazione n. 10 a pag. 34), come descritto a pag. 35 della presente relazione.

Effettuare anche una sola prova di frenatura senza essere certi dell'efficienza di entrambi gli elementi può provocare danneggiamenti del disco (*Figura 75*) e dell'elemento che interviene in maniera predominante o esclusiva rispetto all'altro.

Una simile circostanza è stata riscontrata in occasione delle prove effettuate nel corso della verifica decennale, svolte a febbraio 2019, proprio su una delle altre scale mobili di Repubblica. Tali prove avrebbero dovuto consentire il superamento del collaudo e la riapertura all'esercizio pubblico della Stazione che invece è rimasta chiusa per altri diversi mesi, a causa del protrarsi del tempo di attesa della fornitura e posa in opera del disco da sostituire.



Figura 75 – Disco danneggiato a seguito di prova di frenatura d'emergenza non realizzata efficacemente (fonte ATAC)

Nel corso dell'incidente probatorio sono state effettuate diverse prove, tra le quali anche la verifica dell'efficienza della scheda EB_II, riguardo all'intervento del freno di servizio poiché la EB_II alimenta i contattori che determinano l'apertura e la chiusura del freno stesso. Il comando dei freni è del tipo a mancanza, cioè in assenza di tensione di alimentazione i contattori che realizzano la logica di comando del freno di servizio sono diseccitati e determinano nel complesso la chiusura del freno stesso. La prova è consistita nel verificare la funzionalità della scheda della EB_II della scala 54NF6339, sostituendola a quella della scala 54NF6338 adiacente e facendo intervenire il freno di servizio tramite azionamento del pulsante di stop. Dopo aver avviato la scala 54NF6338 l'esito della prova, come era da attendersi, è stato positivo e l'azionamento del pulsante di stop ha provocato l'arresto della scala proprio per il funzionamento a mancanza del complesso dei contattori.

È stata anche verificata l'efficienza del relè F50: la prova è consistita nell'abbassarne la taratura (d'installazione pari a 40 A, come già evidenziato) fino a suo intervento, constatando il conseguente intervento del freno di servizio, oltre che la disalimentazione dei motori.

In definitiva si può concludere che il sistema frenante nel complesso si presentava estremamente degradato:

- i freni di servizio, a causa di errate o non effettuate regolazioni, presentavano una coppia frenante estremamente ridotta, pari a circa 80 Nm a fronte dei 215 Nm previsti da progetto;
- dei due elementi del freno di emergenza, quello orizzontale risultava inefficace a causa dell'apposizione di fascette in plastica sui dispositivi che ne regolano l'attivazione.

In ogni caso dalle verifiche trimestrali e annuali effettuate sull'impianto in questione l'intero sistema frenante ha superato sempre positivamente le prove, eseguite a vuoto.

Dall'elenco degli interventi effettuati sulla scala in oggetto a partire dal 13 novembre 2009 (data di messa in servizio a seguito di ristrutturazione per scadenza vita tecnica - 30 anni -) risultano eseguite le seguenti attività sui freni:

- 2010–OTT: Montaggio di un nuovo dispositivo di controllo della velocità (eccesso 0,70 m/sec) cod. GAA200401B502 (garanzia)
- 2017–LUG: Repubblica_sc.m. 54NF6336/37/38/39/40/41 - controllo spazi di frenatura
- 2018–GIU: Sostituzione scheda controllo bobina freno (cod. GAA20401F).

Non risultano interventi ai quali si possano ricondurre le condizioni in cui è stato trovato il sistema frenante.

Nel corso dei vari accessi sono state effettuate diverse altre prove e verifiche - tutte riportate nei Verbali del CTU - che illustrano compiutamente lo stato della scala e consentono di affermare che l'impianto nel complesso ha funzionato regolarmente, a meno del sistema frenante costituito dai freni di servizio e di emergenza.

Un'ultima considerazione va fatta circa il collasso dei gradini allo sbarco inferiore: è ragionevole supporre che esso sia stato determinato dalle sollecitazioni causate dal caotico affollamento dei passeggeri che ha comportato, per colpi e contraccolpi vari, l'uscita dei gradini dalle sedi proprie.

4.2.2. Analisi riguardanti le cause indirette dell'evento

Le cause indirette, come detto, riguardano un'errata o inefficace metodologia di verifica dell'efficienza dei sistemi di frenatura.

Il Capitolato Speciale d'Appalto allegato al Contratto ATAC relativo al "Servizio di manutenzione ordinaria programmata ed a guasto, con fornitura in opera dei ricambi, assistenza ai collaudi e pronto intervento per gli impianti di traslazione installati nelle stazioni/fermate delle linee A-B-B1-C della metropolitana di Roma, ...", prevede l'esecuzione delle verifiche trimestrali e annuali secondo quanto disposto al punto 6.4. "Verifiche e prove" del DM 18/09/1975, nel corso delle quali vengono svolte anche verifiche sui freni, in ogni caso a vuoto, come risulta dallo stralcio del modulo A 0.197, riportato di seguito (*Figura 76*), relativamente all'ultima verifica trimestrale e all'ultima annuale effettuate prima dell'evento incidentale.

21	Verifica efficienza dispositivo controllo usura freno di servizio ed emergenza	SI	NO
22	Verifica efficienza dispositivo controllo apertura freno di servizio ed emergenza	SI	NO
23	Verifica spazio di frenatura del freno di servizio in salita (a vuoto <= 100 cm)	SI	NO
24	Verifica spazio di frenatura del freno di servizio in discesa (a vuoto >= 20 cm)	SI	NO
25	Verifica efficienza frenatura a vuoto del freno di emergenza salita/discesa	SI	NO

Figura 76 – Stralcio Modulo A 0.197: "Verbale prove e verifiche" (fonte ATAC)

Il Capitolato Speciale d'Appalto al punto 6.5.2 (*Figura 77*), prevede l'esecuzione di prove di frenatura a carico in occasione delle Revisioni generali dell'impianto, quindi nel corso delle verifiche decennali, definite al punto 3.2.d del DM 02/01/1985.

- **prove di frenatura a carico**

6.5.2. L'Appaltatore in occasione delle Revisioni generali degli impianti di traslazione (D.M. 2 gennaio 1985 n. 23) dovrà garantire quanto necessario per la esecuzione di "prove di frenatura a carico" sugli impianti oggetto delle revisioni. L'Appaltatore quindi dovrà trasportare i pesi necessari alla singola prova nella stazione indicata, caricare l'impianto, assistere nella esecuzione della prova i tecnici incaricati di ATAC e degli Enti preposti, scaricare l'impianto e renderlo disponibile di nuovo all'esercizio.

Il programma dei servizi ed il dettaglio delle prestazioni da eseguire (modi e tempi degli interventi di carico e scarico dei pesi compreso se in orario notturno o diurno, modi e tempi del trasporto del carico da e verso le varie stazioni compreso se in orario diurno o notturno) sono stabiliti dal D.E.C. di ATAC S.p.A. e riportati sul "Programma Interventi-manutenzione programmata con fornitura dei ricambi" (**Allegato P.I.-Programma Interventi-manutenzione programmata con fornitura dei ricambi**).

Figura 77 – Prove di frenatura a carico (Capitolato Speciale d'Appalto ATAC)

Il Disciplinare Tecnico allegato al Contratto ATAC relativo al "Servizio di manutenzione ordinaria programmata ed a guasto, con fornitura in opera dei ricambi, assistenza ai collaudi e pronto intervento per gli impianti di traslazione installati nelle stazioni/fermate delle linee A-B-B1-C della metropolitana di Roma, ...", indica le attività da effettuare durante la manutenzione mensile e annuale delle scale mobili; in particolare, a pag. 2, per quanto riguarda i freni (*Figura 78*).

- Controllo dell'efficienza del freno di emergenza;
- Controllo dell'efficienza del freno di servizio e verifica che gli spazi di frenatura siano compresi nei valori indicati dalle normative vigenti;

Figura 78 – Stralcio del Disciplinare Tecnico (fonte ATAC)

Nel Disciplinare non vengono esplicitamente richieste le prove a carico, come invece sono esplicitamente richieste nel Capitolato Speciale d'Appalto per le verifiche decennali.

In definitiva, in un lasso di tempo di 10 anni, non sono prescritte prove con carico, sia da contratto che da norme, né per il freno di servizio, né per il freno di emergenza.

Le prove con carico notoriamente provocano sollecitazioni significative alle scale mobili nel loro complesso, anche sulle parti strutturali, risultando a volte distruttive per alcuni componenti. D'altra parte le prove a vuoto non danno una risposta esauriente riguardo al comportamento a carico.

È quindi evidente la difficoltà di immaginare una verifica che sia significativa del comportamento del sistema di frenatura a carico, non volendo nel contempo incorrere in esiti distruttivi sui componenti delle scale, soprattutto in caso di intervento contestuale di freno di servizio e freno ausiliario/emergenza.

La criticità di tale circostanza è del tutto evidente nell'incidente di Repubblica: infatti l'esame dei rapporti delle prove trimestrali condotto nel periodo di un anno antecedente all'evento ha rilevato la regolarità, in tutto il periodo, della distanza di arresto su intervento del freno di servizio con scala a vuoto e dell'efficienza del freno ausiliario, o d'emergenza.

È importante notare che le UNI EN 115, al punto 5.4.2.2.2, come vedremo in seguito, non danno prescrizioni sulla distanza d'arresto per il freno ausiliario, precisando anzi che per esso "non è necessario mantenere le distanze di arresto definite per il freno di servizio".

Ciò chiarisce perché, nelle normali verifiche trimestrali e annuali, effettuate a vuoto, possano non rivelarsi situazioni critiche del sistema frenante nel complesso. Nel caso particolare il freno ausiliario, o di emergenza, costituito da due elementi, risultava sicuramente inefficace in un elemento a causa dell'apposizione delle fascette in plastica: ciò consentiva però la frenatura da parte dell'altro.

Ne consegue che, nell'ambito delle verifiche normalmente eseguite, non c'è un effettivo riscontro sull'efficacia dei freni in condizioni di carico.

ANALISI DEL MANUALE DI MANUTENZIONE

Il "Manuale di manutenzione" fornito dalla casa costruttrice alla società MetroRoma (**Figura 79**), allegato alla documentazione d'appalto, non fornisce chiare e specifiche indicazioni a riguardo.

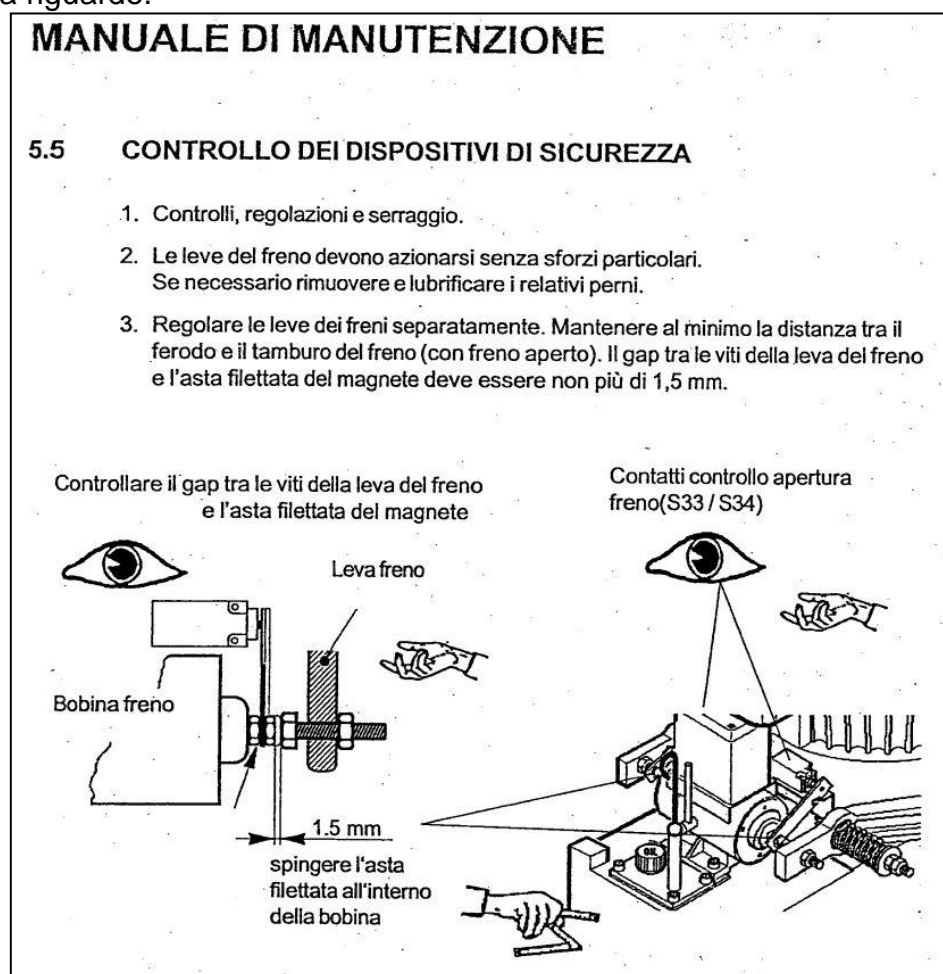


Figura 79 – Controllo dei dispositivi di sicurezza: “regolazione leve del freno d’esercizio” (fonte “Manuale di manutenzione” del produttore della scala mobile)

Per il freno di servizio, paragrafo 5.5 punto 3, l'indicazione è fuorviante se non addirittura erronea. Non ha infatti alcun senso l'indicazione “mantenere al minimo la distanza tra il ferodo e il tamburo del freno (con freno aperto)”: manca la precisazione su come debba essere mantenuto aperto il freno, cioè agendo sulla leva del freno e regolando quindi la posizione delle aste filettate.

È inoltre incompleta l'indicazione “il gap tra le viti della leva del freno e l'asta filettata del magnete deve essere non più di 1,5 mm”, in quanto non è precisato in quale condizione ciò debba verificarsi, e cioè a leve accostate e stantuffi completamente ritratti e soprattutto non è indicato il valore minimo dello spazio d'aria in questa condizione. Anche i disegni della

casa costruttrice (*Figura 80*) stabiliscono in 1,5 mm il valore del divario da mantenere tra asta e vite filettata.

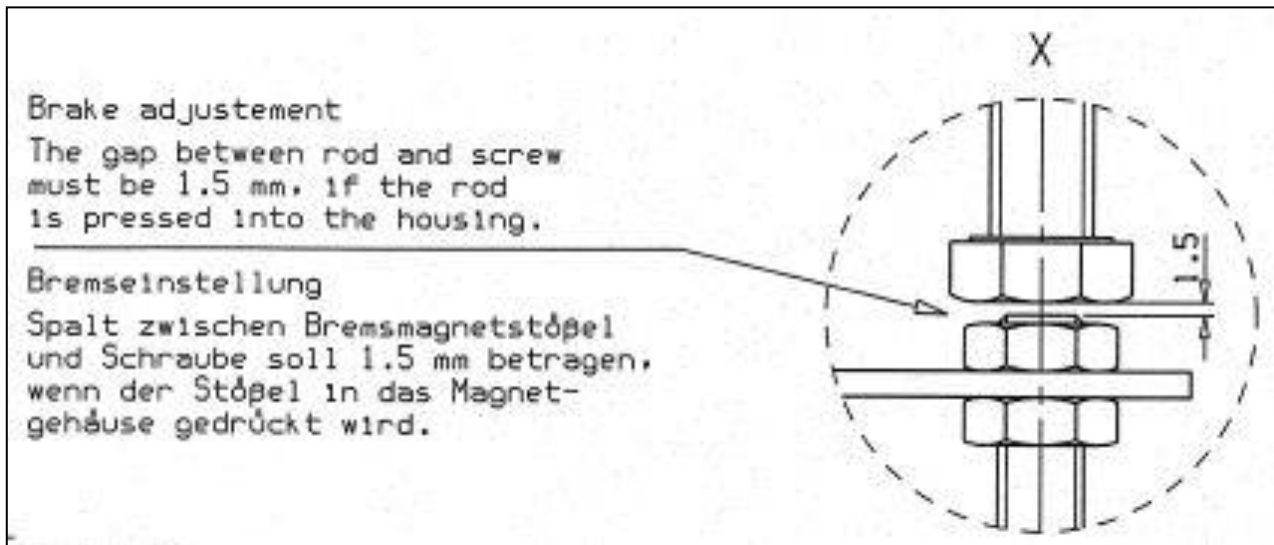


Figura 80 – Dettaglio “X” di figura 47: “regolazione del freno” (fonte casa costruttrice)

Questa distanza massima non fa chiarezza in merito al gap minimo che deve essere garantito e, a tale riguardo, è utile menzionare quanto riportato nei manuali della ditta fornitrice del complesso motore-freno. Secondo tali manuali, riportati in stralci nelle immagini successive (*Figure 81 e 82*), a leve accostate, lo spazio d’aria fra le aste filettate degli stantuffi dell’elettromagnete e le viti di riscontro sulle leve dei freni deve essere compreso tra 1 e 1,5 mm (anziché “non più di 1,5 mm”). È del tutto evidente la differenza rispetto all’indicazione dei manuali della ditta costruttrice (*Figura 80*), in cui non viene indicato il valore minimo dello spazio d’aria in questione.

Installation instructions EC 2 - 25
Coupling Machine, Duplex Machine, Dual Machine
(Technical changes reserved – Last Changes 1/2019)

6.4.2 Control: Movement of the Brake Lever

During the usual maintenance intervals the brake levers of the escalator equipment must be checked for easy movement. To do this, each individual brake lever must be opened as described under 6.4.8 (check the two brake circuits). The brake lever must close again with easy movement. If necessary the brake lever joint pin must be tightened (see 6.4.4) and regreased before being refitted.

6.4.3 Clearance and Brake Lining Wear

a) Air clearance :


 The Clearance may not be less than 1,0 mm. Should the clearance have been reduced to 1mm, then the clearance must be re-adjusted to max. 1,5 mm
(Ref. 6.4.6 and Fig. 10a + 10b).

Figura 81 – Controllo dei dispositivi di sicurezza: “regolazione leve e usura del freno d’esercizio” (Fonte Manuali ditta fornitrice del complesso motore-freno, disponibili in rete)

Proprio questa errata regolazione è stata la causa dell'inefficienza del freno di servizio: non essendo stato osservato il valore minimo di 1 mm, le leve dei freni, al momento della loro attivazione per diseccitazione degli elettromagneti, non hanno conseguito il completo accostamento dei ferodi sul tamburo, rendendo così inefficace l'azione frenante indipendentemente da qualsiasi altra regolazione, in particolare quella delle molle di compressione per la quale del resto non è data nessuna indicazione sul Manuale della casa costruttrice a differenza di quello di un altro fornitore.

Nei manuali di quest'ultimo si raccomanda sempre inoltre di provvedere alla regolazione delle viti e al ripristino di adeguato spazio d'aria, non appena questo si riduce ad 1 mm (punto 6.4.3 di figura 81 e punto 5.4.3 di figura 82).

La corretta regolazione delle viti prevede quindi, come anzidetto, che lo spazio d'aria compreso tra le viti della leva del freno e l'asta filettata del magnete della bobina di azionamento del freno di esercizio sia compreso tra un minimo di 1 mm e un massimo di 1,5 mm.

Installation instructions EC 2 - 7


(We reserve the right to make technical changes – status 10/2018)

5.4.2 Check: The brake lever for easy movement

During the usual maintenance intervals the brake levers of the escalator equipment must be checked for easy movement. To do this, each individual brake lever must be opened as described under 5.5.4 (check the two brake circuits). The brake lever must close again with easy movement. If necessary the brake lever joint pin must be tightened (see 5.5.3) and regreased before being refitted.

5.4.3 Check: Air clearance and brake lining wear

a) Air clearance:



The air clearance must not be less than 1.0 mm.
As soon as the air clearance reaches 1 mm it must be adjusted back to maximum 1.5 mm

(See Section 5.5.2 and Fig.9).

Figura 82 – Controllo dei dispositivi di sicurezza: “gioco d’aria e usura del freno d’esercizio”
(Fonte Manuali ditta fornitrice del complesso motore-freno, disponibili in rete)

Da quanto sopra descritto appare dunque evidente che i freni di servizio della scala mobile matr. 54NF6339, su cui si è verificato l'incidente, non erano registrati opportunamente: le viti delle leve del freno e l'asta filettata del magnete della bobina erano a contatto (posizione di “fine corsa”) e lo spessore del gioco d'aria tra le stesse era completamente azzerato, contrariamente a quanto previsto dai manuali di installazione, uso e manutenzione in base ai quali deve essere garantito uno spazio d'aria compreso tra 1 mm e 1,5 mm.

Riguardo al freno ausiliario, o di emergenza, è chiaro che la sua inefficienza al momento dell'evento è stata determinata dall'apposizione delle fascette all'elemento orizzontale.

In base alle considerazioni fatte circa la frenata a vuoto, è comprensibile che, nel corso di prove a vuoto sul solo freno di emergenza, non sia verificabile l'efficienza del freno in

base alla semplice misura della lunghezza di frenatura, tanto più che l'elemento verticale è risultato del tutto libero nei propri movimenti. Il Manuale di uso e manutenzione fornito dalla casa costruttrice non dà indicazioni su come verificare l'efficienza del freno nel suo complesso, o meglio dell'efficacia dei suoi due componenti.

Il Manuale indica solo alcune regolazioni, peraltro di difficile interpretazione.

Il procedimento di regolazione del freno ausiliario è stato rintracciato fra i documenti di un'altra scala analoga esercita da un altro gestore (*Figure 83 e 84*): la procedura è abbastanza laboriosa, e ciò, ipotizzando verifiche a carico periodiche evidenzia la difficoltà della loro esecuzione. La prova viene effettuata partendo da una condizione di scala completamente scarica (0% del carico) ed incrementando progressivamente il carico (25%, 50%, 75%) fino ad arrivare alla condizione di carico massimo (100%), facendo agire inizialmente solo un elemento frenante per volta (quello orizzontale o quello verticale) per poi (dal 50% del carico in poi) entrambi gli elementi.

Non sono stati trovati cenni a modalità alternative di prove, ad esempio a carico ridotto.

Detto ciò, va tenuto conto inoltre che ad ogni intervento del freno d'emergenza, prima della messa di nuovo in marcia, deve essere accertato il motivo del suo intervento.

Purtroppo non è stata esaminata a dovere la condizione di esercizio in cui era l'elemento orizzontale di frenatura. Ciò avrebbe potuto chiarire perché solo esso, e non anche l'elemento verticale, fosse stato "fascettato". Si possono solo ipotizzare ripetuti interventi intempestivi dovuti ad esempio a un degrado delle condizioni meccaniche del dispositivo: il tal caso l'attività manutentiva sarebbe stata presumibilmente condotta in maniera inopportuna, con l'intento di posticipare o addirittura soprassedere a un intervento risolutivo, per indisponibilità dei materiali o altro, confidando nella sufficiente azione frenante da parte del freno di servizio ed eventualmente dell'elemento verticale del freno d'emergenza rimasto efficace: tuttavia, purtroppo, anche il freno di servizio non è risultato efficiente e, nella fattispecie, non è riuscito ad impedire il verificarsi del sinistro.

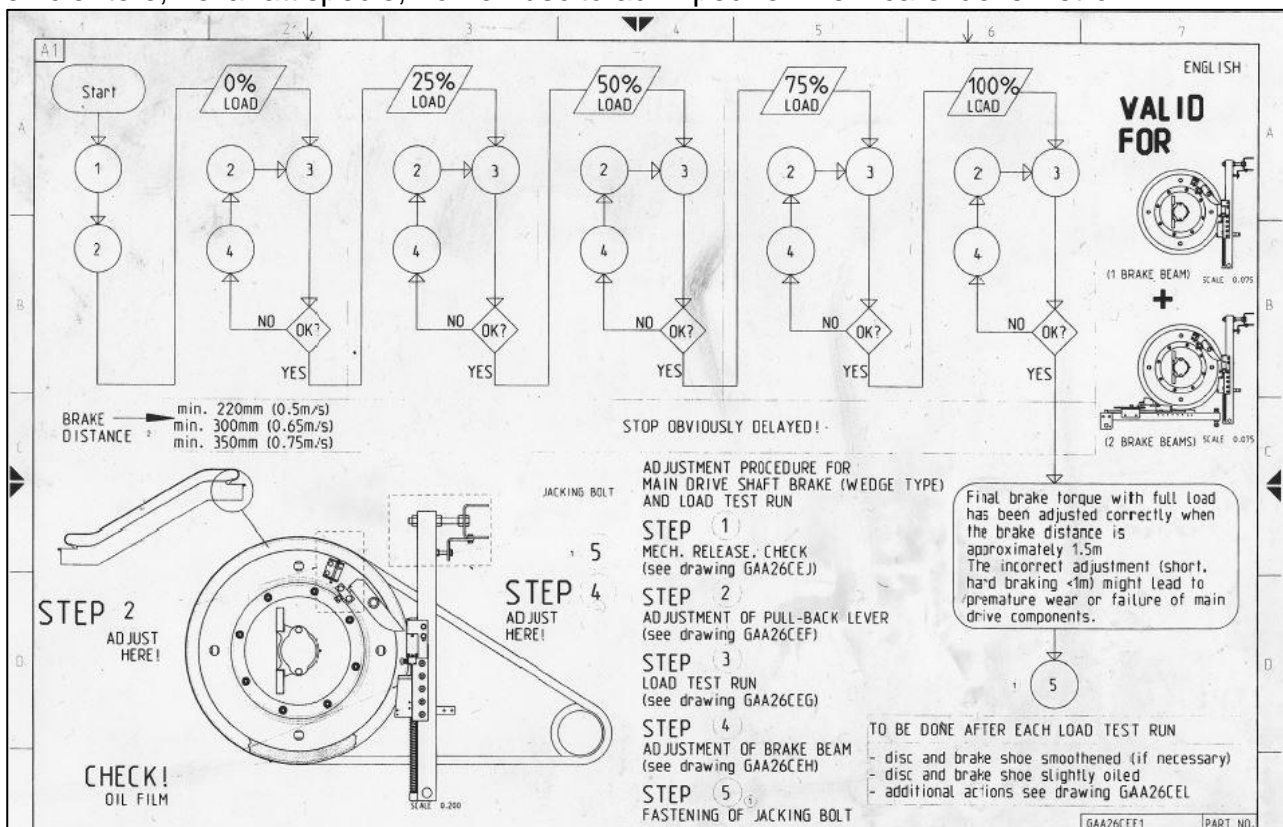


Figura 83 – Procedura di taratura del freno d'emergenza (fonte casa costruttrice)

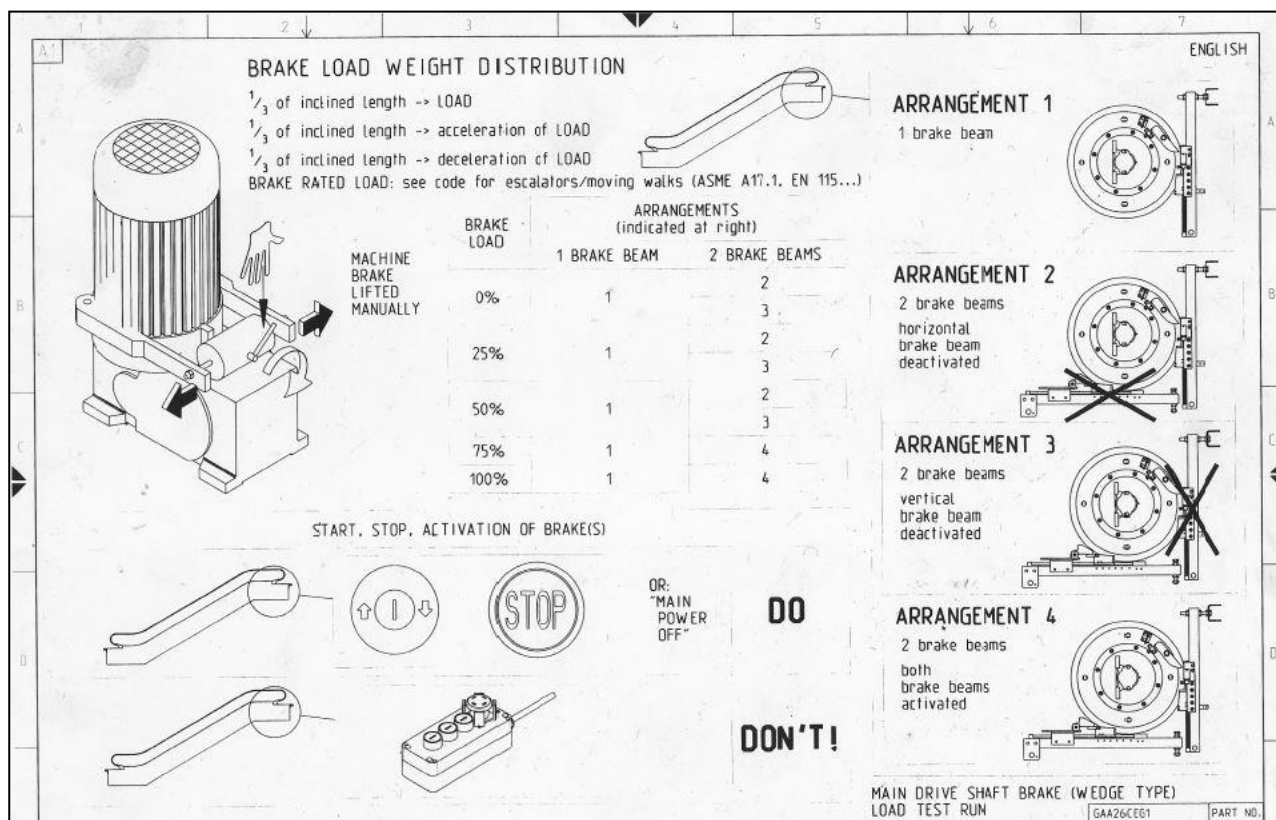


Figura 84 – Ripartizione della prova di carico sul freno d'emergenza (fonte casa costruttrice)

Non sono nemmeno disponibili registrazioni di interventi del dispositivo di controllo della frenata lunga, dispositivo che fu installato in occasione della verifica generale del 2016 a seguito di prescrizione dell'USTIF di Roma come adeguamento normativo: la disponibilità di tali registrazioni avrebbe consentito di verificare se la scala antecedentemente all'evento avesse subito ripetuti blocchi per frenata lunga, il che, tra l'altro, avrebbe fornito ai manutentori e al gestore una sicura indicazione dell'inefficienza del sistema frenante.

In definitiva si deve concludere che è auspicabile una revisione del Manuale di manutenzione della casa costruttrice, in particolare nelle parti dove vengono trattati i freni.

ANALISI DEI DOCUMENTI DI GARA

I documenti di gara, disponibili in rete, consentono di fare alcune considerazioni sui criteri individuati dall'azienda per l'affidamento del servizio di manutenzione.

Riguardo al personale, i criteri di aggiudicazione dell'appalto considerano premiante, per l'offerta tecnica, la formazione scolastica, l'esperienza in anni nel settore e il numero di abilitati alla manutenzione di ascensori secondo Legge 1415/42 e DPR 1767/51.

Tuttavia il conseguimento del "patentino" ai sensi del DPR 1767/51, considerata l'evoluzione della tecnica e la varietà di soluzioni impiantistiche, non può più essere ritenuto sufficiente soprattutto nel caso di gestione di un considerevole numero di impianti in esercizio pubblico realizzati, come nella fattispecie, da diverse case costruttrici.

Purtroppo per la valutazione del personale non esistono, oltre a quelli indicati, altri elementi che possano legittimamente essere richiamati in una gara di appalto. Elementi qualificanti potrebbero essere ad esempio corsi di formazione presso costruttori del settore o società specializzate nell'erogazione di corsi del settore: considerata la molteplicità di soluzioni e le particolarità costruttive delle scale mobili, variabili anche nel tempo, le competenze degli operatori del settore possono solo genericamente essere desumibili da anni di esperienze pregresse, formazione scolastica o titoli abilitativi ex lege, peraltro esistenti solo per il settore ascensori. Un'indicazione a riguardo potrebbe essere l'istituzione

di abilitazioni ex lege per le scale mobili e per qualsiasi altro dispositivo elevatore e traslatore usato per la mobilità in servizio pubblico.

Nell'evento del 23/10/2018, a seguito degli accertamenti fatti, in particolare quelli relativi alla mancanza di gioco fra leve del freno di servizio e stantuffi degli elettromagneti, si può ravvisare proprio una mancanza di formazione specifica, alla quale non può ovviare il Manuale d'uso e manutenzione con le sue indicazioni non del tutto chiare e puntuali.

Dal punto di vista dei documenti tecnici in gara era stata fornita tutta la documentazione del caso, con la precisa individuazione degli impianti e del tipo.

Si può concludere che ATAC, come stazione appaltante, abbia richiesto i requisiti e le qualificazioni legittimamente esigibili. Si possono fare osservazioni sulla maggiore incidenza dell'offerta economica rispetto a quella tecnica e sul ribasso con cui è stato aggiudicato il servizio anche se le procedure di affidamento sono state effettuate nel rispetto dei criteri di aggiudicazione previsti dalle norme vigenti (D.Lgs. 50/2016).

OPERATO DELL'AGENTE DI STAZIONE

La stazione di Repubblica, ubicata sulla linea A, non è remotizzata ed è presenziata localmente da un "addetto alla sorveglianza" i cui compiti sono descritti nel "Regolamento di Esercizio Scale e Tappeti Mobili".

L'addetto alla sorveglianza svolge alcune attività del tutto elementari sugli impianti. Si riportano di seguito alcuni stralci significativi del Regolamento suddetto (*Figure 85, 86 e 87*).

1.3 Addetti alla sorveglianza delle scale e tappeti mobili

Gli "Addetti alla sorveglianza" sono il personale di stazione, gli addetti ai parcheggi, gli addetti alla Postazione Centrale e qualsiasi agente abilitato alla funzione.

La sorveglianza del funzionamento e dell'utilizzo delle scale e tappeti mobili può essere effettuata da locale o, nelle stazioni dove previsto un sistema di remotizzazione centralizzato, dalla Postazione Centrale.

I compiti a cui sono istruiti e che vengono assegnati agli addetti alla sorveglianza riguardano:

- messa in esercizio degli impianti all'inizio del servizio;
- messa fuori esercizio al termine del servizio;
- constatazione di anomalie e conseguente segnalazione;
- registrazione attraverso l'eventuale sistema informatico di gestione della manutenzione (es. DCMLAN) o nel registro di stazione dei fonogrammi di segnalazione di anomalie e guasti e degli orari di inizio e fine di tutti gli interventi che avvengono sulle scale e tappeti mobili;
- adempimenti in caso di incidenti.

1.6.2 Messa in servizio della scala/tappeto mobile

Il personale addetto alla sorveglianza ha il compito di mettere in esercizio gli impianti all'inizio del servizio; prima di avviare l'impianto deve accertarsi che lo stesso:

- non sia occupato da persone
- sia sgombro da cose che ne possano ostacolare la marcia.

La messa in servizio può essere effettuata secondo le seguenti differenti modalità,:

1. in caso di stazione non dotata di sistema remoto centralizzato di comando e supervisione, dall'addetto alla sorveglianza presente nel sito:
 - a) in locale, agendo direttamente attraverso i comandi a chiave posti in prossimità dell'impianto, oppure, ove presenti, agendo sui comandi posti all'interno del pannello di controllo locale posizionato sulla palina in prossimità della scala
 - b) da remoto, attraverso i comandi presenti nel cruscotto del box di stazione e verificando, sul monitor, le immagini trasmesse dalle telecamere poste sull'impianto. In caso di guasto dell'impianto di videosorveglianza, l'avvio dovrà avvenire come al precedente punto a).

Figura 85: Stralcio del Regolamento di Esercizio (fonte ATAC)

Se all'avvio della scala mobile si dovessero riscontrare anomalie, compresi rumori e sobbalzi, la scala deve essere fermata e l'addetto alla sorveglianza ne deve dare tempestiva comunicazione telefonica al Dirigente Supervisore che provvederà ad avvisare la ditta di manutenzione.

1.6.3 Fuori servizio della scala/tappeto mobile

In caso di arresto del funzionamento delle scale e tappeti mobili pervengono, ove presenti, le segnalazioni di allarme sonoro e visivo sui monitor.

1. Se l'impianto è sorvegliato da locale, l'addetto alla sorveglianza, dopo aver verificato che non ci siano danni visibili sull'impianto, deve provare ad avviare la scala mobile con le modalità descritte al punto 1.6.2.. Nel caso in cui non riesca ad avviarla deve darne immediata comunicazione dell'accaduto alla DCM attraverso il sistema informatico di gestione della manutenzione o tramite comunicazione telefonica. La DCM, a seguito della segnalazione ricevuta, deve dare immediata comunicazione agli addetti alla manutenzione registrando i dati relativi all'impianto, l'ora del fermo e della riattivazione.

1.6.4 Sbarramento degli accessi

Devono essere applicati appositi sbarramenti agli accessi della scala/tappeto mobile (transenne) con l'esposizione di appositi cartelli nei seguenti casi:

- in caso di manutenzione;
- in caso di lavorazione;
- in caso di verifiche;
- in caso di incidente che coinvolga persone o cose, dovuto a malfunzionamento dell'impianto.

Nei casi di lavorazioni, manutenzioni o verifiche sarà l'addetto alle manutenzioni ad applicare gli sbarramenti con gli appositi cartelli informativi dati in dotazione al preposto alla manutenzione dalla propria ditta e custoditi in appositi locali destinati da Atac SpA, ove possibile, alla ditta di manutenzione.

Nel caso di incidente sarà l'Addetto alla Sorveglianza presente in stazione o, in caso di assenza, inviato dalla stazione più vicina, ad apporre gli sbarramenti e gli appositi cartelli di "Fuori Servizio".

Gli addetti alla manutenzione e alla sorveglianza devono essere dotati delle attrezzature per lo sbarramento e gli appositi cartelli informativi, in caso di mancanza devono far richiesta al responsabile del reparto Impianti di Traslazione di ATAC che provvederà a sanare la situazione.

1.6.9 Termine del servizio

Al termine del servizio al pubblico, le scale/tappeti mobili devono essere e messe fuori servizio tramite gli appositi comandi dal personale di sorveglianza.

1.6.10 Incidenti

Nel caso di incidente o di grave avaria che possa causare pericolo all'utenza, si dovrà procedere secondo le seguenti modalità:

1. Nel caso di stazione presenziata, l'Addetto alla Sorveglianza dovrà apporre gli appositi sbarramenti e i cartelli di "Fuori Servizio", dovrà comunicare l'accaduto alla DCM ed inoltre dovrà compilare un esaustivo rapporto dei fatti (modello "A0175") corredato di data e firma dell'O.d.S..

Figura 86: Stralci del Regolamento di Esercizio (fonte ATAC)

La DCM, oltre ad allertare la ditta di manutenzione, dovrà immediatamente comunicare l'accaduto telefonicamente o tramite SMS (indicando data, ora, stazione, impianto e descrizione dell'evento) al Responsabile di Esercizio.

2. Se la sorveglianza dell'impianto è effettuata da remoto, il PERSONALE della Postazione Centrale dovrà comunicare l'accaduto alla DCM che allenterà la ditta di manutenzione e la DCT, la quale provvederà tempestivamente ad inviare, se non già presente nella stazione in questione, l'Operatore di Stazione più vicino per monitorare la situazione degli utenti e comunicare con essi. L'Operatore di Stazione dovrà compilare un esaustivo rapporto dei fatti (modello "A0175") corredato di data e firma.

La DCM, oltre ad allertare la ditta di manutenzione, dovrà immediatamente comunicare l'accaduto telefonicamente o tramite SMS (indicando data, ora, stazione, impianto e descrizione dell'evento) al Responsabile di Esercizio.

3. Nel caso della linea C, l'Addetto alla sorveglianza dovrà comunicare l'accaduto al Dirigente Supervisore, che allenterà la ditta di manutenzione e provvederà tempestivamente ad inviare, se non già presente nella stazione in questione, l'Agente di Linea più vicino e sarà supportato dal Dirigente Centrale Viaggiatori per monitorare la situazione degli utenti e comunicare con essi. L'Agente di Linea dovrà compilare un esaustivo rapporto dei fatti (modello "A0175") corredato di data e firma.

Il Responsabile di Esercizio/Assistente Tecnico delle scale e tappeti mobili, dovrà espletare le sue funzioni in ottemperanza a quanto sancito in materia dalla normativa vigente. In caso di incidente sugli impianti, dovrà attenersi a quanto disposto all'articolo 93 del D.P.R. 753 dell'11 luglio 1980, in particolare ai commi 2[^] e 3[^] dandone immediata comunicazione all'Autorità di Vigilanza.

Figura 87: Stralci del Regolamento di Esercizio (fonte ATAC)

Sui compiti dell'addetto alla sorveglianza altre indicazioni si trovano nel documento "Gestione impianti di traslazione a uso pubblico", appresso stralciata per quanto di interesse (Figure 88 e 89).

2.2 Gestione impianti di traslazione

La gestione degli impianti di traslazione avviene secondo le modalità descritte nel Regolamento di Esercizio Impianti di Traslazione in vigore. Tale Regolamento è presente in tutti i box di stazione/fermata delle linee Metroferroviarie e presso il parcheggio di Laurentina.

Sono addetti alla gestione/sorveglianza degli impianti di traslazione gli Operatori di Stazione ed eventuali altre figure, interne ed esterne, individuate a tale scopo da ATAC; trattasi di personale adeguatamente formato ed abilitato dal RE che provvede a titolo esemplificato alle seguenti attività:

- messa in esercizio degli impianti prima dell'inizio del servizio;
- messa fuori esercizio al termine del servizio;
- constatazione di anomalie, messa fuori servizio e segnalazione alla DCM;
- immediata comunicazione alla DCM in caso di intrappolamento di persone in ascensore (ulteriori compiti dell'Operatore di Stazione nel caso specifico sono dettagliatamente specificati all'interno del regolamento di Esercizio);
- registrazione su DCMLAN degli orari di inizio e fine di tutti gli interventi che avvengono sugli impianti (cfr. anche D.O. n. 87 del 10-06-2011).

2.6 Anormalità, eventi e incidenti

Gli addetti alla gestione/sorveglianza degli impianti e Opere Civili/GPIM sono tenuti a comunicare tempestivamente al RE competente qualunque accadimento che possa avere un impatto sulla sicurezza e regolarità di esercizio degli impianti e/o possa arrecare danni alle persone o cose.

Figura 88: stralci del documento "Gestione impianti di traslazione a uso pubblico" (fonte ATAC)

2.6.3 Incidenti

In caso di incidenti sugli impianti di traslazione che rechino danni a persone e/o cose, l'Operatore di Stazione, espletate le prime operazioni di soccorso e provveduto a delimitare precauzionalmente l'area dell' incidente, deve comunicare con urgenza l'accaduto alla DCM, la quale oltre ad allertare la Ditta di manutenzione deve contestualmente comunicare l'accaduto telefonicamente o tramite SMS (indicando data, ora, stazione, impianto descrizione dell'evento) ai seguenti soggetti:

- RE competente;
- Responsabile di Opere Civili/GPIM.

Il RE è tenuto ad espletare le sue funzioni in ottemperanza a quanto sancito dalla normativa di riferimento in vigore. In caso di incidente sugli impianti, dovrà attenersi a quanto disposto all'art. 93 del D.P.R. 753/80, dandone immediata comunicazione alla Regione Lazio e all'USTIF.

In caso di incidenti che coinvolgono gli impianti di traslazione, i RE, possono richiedere la visione e l'acquisizione delle immagini registrate dalle telecamere degli impianti TVCC.

Figura 89: stralci del documento “Gestione impianti di traslazione a uso pubblico” (fonte ATAC)

Tale documento sostanzialmente ripete i compiti dell'addetto alla sorveglianza come da “Regolamento di Esercizio Scale e Tappeti Mobili”, con alcune precisazioni. Si può comunque affermare che un evento come quello del 23/10/2018 non era prevedibile nello svolgimento delle funzioni dell'addetto alla sorveglianza.

Nel registro dei fonogrammi, in cui è riportato l'elenco dei guasti verificatisi sulla scala mobile matr. 54NF6339 negli ultimi due anni (da ottobre 2016 a ottobre 2018), di cui si riportano la tabella dei codici di guasto (*Figura 90*) e uno stralcio dell'ultima pagina (*Figura 91*) non compare la segnalazione dell'evento del 23/10/2018: ciò può essere giustificato con la rilevanza e l'eccezionalità del fatto, la cui segnalazione ragionevolmente può non aver osservato il rispetto delle formalità previste.

Nel periodo precedente l'evento si notano diverse segnalazioni per “abbassamento gradino” (codice 7) una delle quali ha comportato un fermo impianto di 47 ore e 28 minuti, oltre ad una segnalazione del 02/08/2018 sul “freno d'emergenza” (codice 3), l'ultima in ordine cronologico sul tabulato dei fonogrammi, che ha comportato un fermo impianto di 23 ore e 19 minuti (*Figura 91*). È possibile, vista la brevità degli altri interventi effettuati in precedenza sul freno d'emergenza, rimanendo nel campo delle ipotesi, che l'apposizione delle fascette di plastica sull'elemento orizzontale del freno possa essere avvenuto in tale circostanza.

atac

Gestione Infrastrutture Immobili e Impianti
Manutenzione Impianti di Traslazione
T (+39) 06 4695 8110 F (+39) 06 4695 8141

TABELLA CODICI GUASTI	
CAUSA DEL GUASTO	CODICE
FUORI SERVIZIO	0
INTERVENTO PEDANA	1
FRENO DI SERVIZIO	2
FRENO DI EMERGENZA	3
ROTTURA CATENA TRAZIONE	4
ANTINVERSIONE DI MARCIA	5
ALLUNGAMENTO CATENA	6
ABBASSAMENTO GRADINO	7
CORRIMANO	8
BOTOLA	9
QUADRO DI MANOVRA (sc. m. / asc.)	10
CENTRALINA ELETTRONICA (sc. m. / asc.)	11
INTERVENTO ANTINCENDIO (sc. m. / asc.)	12
ORGANI MECCANICI	13
ATTI VANDALICI	14
INTRAPPOLAMENTO	15
BLOCCO PORTE	16
OPERATORE PORTE	17
EXTRA CORSA	18
CONTATTO D'ARCATA	19
COMMUTATORI / IMPULSORI	20
RIPESCAGGIO	21
FOTOCPELLULA / COSTOLA MOBILE	22
PULSANTE DI CHIAMATA (interna/esterna)	23
CENTRALINA OLEODINAMICA	24
CITOFONO / ALLARME	25
PORTA TORRINO	26
GUASTO COMUNICAZIONE (sc. m. / asc.)	27
FALSA CHIAMATA (sc. m. / asc.)	28
INFILTRAZIONE D'ACQUA (sc. m. / asc.)	29
ASSENZA TENSIONE (sc. m. / asc.)	30
VALVOLA DI CADUTA	31
COLLAUDO NEGATIVO	50
COLLAUDO	51
MANUTENZIONE ORDINARIA	52
MANUTENZIONE STRAORDINARIA	53
PROVE NON DISTRUTTIVE	54
ALTRO	55

Figura 90: Tabella codici guasti ATAC (fonte ATAC)

Tabella Enti dei Fonogrammi estratti dalla ricerca - (tempi espressi in minuti)															
Fono DCM	Data Rich	Ora Rich	Localita	Data Aff	Ora Aff	Nomente	Data FS(TRL)	Ora FS(TRL)	Agente FS(TRL)	Data ch	Ora ch	Agente Rep Ch	Codrip(TRL)	Eff.Tempo Lav	Eff.Ind.(ore. min)
2040	13/06/18	05:15:00	Repubblica	13/06/18	05:27:00	SM 54NF6339	13/06/18	06:20:00		13/06/18	07:30:00		8	120	2.00
2090	17/07/18	06:08:00	Repubblica	12/07/18	06:14:00	SM 54NF6339				17/07/18	07:07:00		55	53	0.59
2775	19/07/18	19:09:00	Repubblica	19/07/18	19:10:00	SM 54NF6339	19/07/18	19:22:00		20/07/18	12:47:00		1	727	12:08
2550	20/07/18	12:54:00	Repubblica	20/07/18	12:56:00	SM 54NF6339				20/07/18	15:40:00		13	164	2:46
2695	20/07/18	19:26:00	Repubblica	20/07/18	19:29:00	SM 54NF6339				20/07/18	19:45:00		1	16	0:19
2045	01/08/18	05:13:00	Repubblica	01/08/18	05:30:00	SM 54NF6339				01/08/18	07:20:00		2	110	1:50
30	02/08/18	04:50:00	Repubblica	02/08/18	04:50:00	SM 54NF6339				02/08/18	06:20:00		30	50	0:50
160	02/08/18	18:55:00	Repubblica	02/08/18	18:55:00	SM 54NF6339	02/08/18	20:30:00		03/08/18	23:44:00		3	1399	23:19
2300	08/08/18	09:57:00	Repubblica	08/08/18	09:59:00	SM 54NF6339	08/08/18	10:30:00		08/08/18	11:25:00		1	86	1:28
2410	08/08/18	11:58:00	Repubblica	08/08/18	12:00:00	SM 54NF6339				08/08/18	12:30:00		2	30	0:32
2425	24/08/18	13:50:00	Repubblica	24/08/18	13:54:00	SM 54NF6339	24/08/18	14:20:00		24/08/18	15:53:00		1	119	2:03
2940	05/09/18	18:57:00	Repubblica	05/09/18	18:59:00	SM 54NF6339				05/09/18	19:20:00		10	21	0:23
2745	06/09/18	20:03:00	Repubblica	06/09/18	20:05:00	SM 54NF6339				06/09/18	20:50:00		1	45	0:47
2220	12/09/18	08:24:00	Repubblica	12/09/18	08:24:00	SM 54NF6339				12/09/18	09:40:00		1	76	1:16
2080	13/09/18	05:22:00	Repubblica	13/09/18	05:24:00	SM 54NF6339				13/09/18	06:00:00		10	30	0:30
2030	17/09/18	05:12:00	Repubblica	17/09/18	05:25:00	SM 54NF6339				17/09/18	05:58:00		7	28	0:28
2880	18/09/18	17:41:00	Repubblica	18/09/18	17:41:00	SM 54NF6339				18/09/18	17:50:00		10	9	0:09
2610	20/09/18	11:41:00	Repubblica	20/09/18	12:04:00	SM 54NF6339	20/09/18	17:30:00		20/09/18	18:52:00		7	408	7:11
2415	23/09/18	20:31:00	Repubblica	23/09/18	20:33:00	SM 54NF6339	23/09/18	20:50:00		24/09/18	10:00:00		7	477	7:59
2610	24/09/18	13:33:00	Repubblica	24/09/18	13:33:00	SM 54NF6339	24/09/18	13:46:00		27/09/18	05:05:00		7	3812	47:28
150	10/10/18	16:40:00	Repubblica	10/10/18	16:40:00	SM 54NF6339	10/10/18	17:13:00		10/10/18	20:30:00		7	230	3:50
2800	17/10/18	19:13:00	Repubblica	17/10/18	19:19:00	SM 54NF6339				17/10/18	19:55:00		10	36	0:42

Figura 91: Stralcio della Tabella dei Fonogrammi guasti della scala mobile matr. 54NF6339, periodo maggio-ottobre 2018 (fonte ATAC)

4.2.3. Analisi riguardanti le cause a monte dell'evento

Le cause a monte, come detto, sono essenzialmente individuabili nel carente quadro normativo vigente.

Le prove di efficienza dei sistemi di frenatura vengono svolte con scale a vuoto o con carico. Tali prove trovano riferimenti – per le due diverse modalità, a vuoto o con carico - nel paragrafo 5.4.2 “Sistema di frenatura” della Norma UNI EN 115–1 “*Sicurezza delle scale mobili e dei marciapiedi mobili - Parte 1: Costruzione e installazione*” (Figura 92).

Si definiscono inoltre nello stesso paragrafo due tipi di freno: il freno di servizio e il freno ausiliario sostanzialmente corrispondente al freno di emergenza del DM 18/09/1975.

Il freno ausiliario per consuetudine è perciò denominato come freno d'emergenza. Il freno di servizio interviene ogni volta che si verifichino determinate condizioni, tramite una logica implementata nel “circuito di manovra” della scala; il freno ausiliario, richiesto dalla Norma solo in particolari condizioni, interviene al verificarsi di alcune situazioni normate.

5.4.2	Sistema di frenatura
5.4.2.1	Freno di servizio
5.4.2.1.1	Generalità
5.4.2.1.1.1	Le scale mobili e i marciapiedi mobili devono avere un sistema di frenatura mediante il quale possano essere arrestati con una decelerazione uniforme e mantenuti fermi (freno di servizio); vedere anche punto 5.12.1.2.4. Non deve esistere un ritardo intenzionale nell'intervento del sistema di frenatura.
5.4.2.1.1.2	Il sistema frenante deve intervenire automaticamente: a) in caso di interruzione dell'alimentazione elettrica; b) in caso di interruzione dell'alimentazione del circuito di manovra.
5.4.2.1.1.3	La frenatura di servizio deve essere realizzata con un freno elettromeccanico o con altri sistemi. Quando non è usato un freno di servizio elettromeccanico, deve essere installato un freno ausiliario secondo punto 5.4.2.2.
5.4.2.1.2	Freno elettromeccanico L'apertura normale del freno elettromeccanico deve essere determinata dall'azione permanente della corrente elettrica. La frenatura deve iniziare non appena il circuito elettrico che aziona il freno viene aperto. La forza di frenatura deve essere generata da molla(e) di compressione guidata/e. L'autoeccitazione del dispositivo di apertura del freno deve risultare impossibile.

Figura 92 – Freno di servizio, elettromeccanico (Norma UNI EN 115-1)

Le prove, in entrambi i casi (a vuoto o con carico), consistono per il freno di servizio nella verifica della “distanza di arresto”, secondo quanto previsto al punto 5.4.2.1.3.2: “*Le distanze di arresto per scale mobili senza carico e per scale mobili marcianti in discesa con carico (vedere 5.4.2.1.3.1) devono essere come indicato nel prospetto 3*” (Figura 93).

La Norma sembra quindi indicare due diverse modalità di prova: senza carico per le scale marcianti in salita e con carico per le scale marcianti in discesa.

Inoltre “*La decelerazione, misurata su una scala mobile marciante in discesa nella direzione del movimento, non deve essere maggiore di 1 m/s² durante il funzionamento del sistema di frenatura*”. Il carico di frenatura è determinato, al paragrafo 5.4.2.1.3.1 della

Norma UNI EN 115–1, in funzione della larghezza dei gradini e dell'altezza h_{13} , come illustrato in figura 2 della Norma stessa (*Figura 21 a pag. 25*).

5.4.2.1.3.1	Determinazione del carico di frenatura per scale mobili								
prospetto 2	<p>Determinazione del carico di frenatura per le scale mobili</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Larghezza nominale, z_1</th> <th>Carico di frenatura per gradino</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fino a 0,60 m</td> <td>50 kg</td> </tr> <tr> <td>Maggiore di 0,60 m e fino a 0,80 m</td> <td>90 kg</td> </tr> <tr> <td>Maggiore di 0,80 m e fino a 1,10 m</td> <td>120 kg</td> </tr> </tbody> </table>	Larghezza nominale, z_1	Carico di frenatura per gradino	Fino a 0,60 m	50 kg	Maggiore di 0,60 m e fino a 0,80 m	90 kg	Maggiore di 0,80 m e fino a 1,10 m	120 kg
Larghezza nominale, z_1	Carico di frenatura per gradino								
Fino a 0,60 m	50 kg								
Maggiore di 0,60 m e fino a 0,80 m	90 kg								
Maggiore di 0,80 m e fino a 1,10 m	120 kg								
Per l'effettuazione della prova il carico totale di frenatura può essere distribuito sui due terzi del numero dei gradini così ottenuto.									
5.4.2.1.3.2	<p>Distanze di arresto della scala mobile</p> <p>Le distanze di arresto per scale mobili senza carico e per scale mobili marcianti in discesa con carico (vedere 5.4.2.1.3.1) devono essere come indicato nel prospetto 3.</p> <p>prospetto 3</p> <p>Distanze di arresto delle scale mobili</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Velocità teorica, v</th> <th>Distanza di arresto tra</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,50 m/s</td> <td>0,20 m e 1,00 m</td> </tr> <tr> <td>0,65 m/s</td> <td>0,30 m e 1,30 m</td> </tr> <tr> <td>0,75 m/s</td> <td>0,40 m e 1,50 m</td> </tr> </tbody> </table>	Velocità teorica, v	Distanza di arresto tra	0,50 m/s	0,20 m e 1,00 m	0,65 m/s	0,30 m e 1,30 m	0,75 m/s	0,40 m e 1,50 m
Velocità teorica, v	Distanza di arresto tra								
0,50 m/s	0,20 m e 1,00 m								
0,65 m/s	0,30 m e 1,30 m								
0,75 m/s	0,40 m e 1,50 m								

Figura 93 – Carico di frenatura e distanza di arresto scale mobili (Norma UNI EN 115-1)

Il freno ausiliario è trattato nel punto 5.4.2.2. della UNI (*Figura 94*) e, come detto, ha le stesse caratteristiche del “freno di emergenza” di cui al punto 3.17 della parte abrogata del DM 18/09/1975.

5.4.2.2	Freno ausiliario
5.4.2.2.1	Le scale mobili e i marciapiedi mobili inclinati devono essere provvisti di uno o più freni ausiliari quando:
c) il dislivello h_{13} è maggiore di 6 m (vedere anche punto H.2).	
5.4.2.2.3	I freni ausiliari devono essere di tipo meccanico (a frizione).
5.4.2.2.4	Il freno ausiliario deve intervenire nei due casi seguenti:
a) prima che la velocità superi un valore pari a 1,4 volte la velocità teorica;	
b) al più tardi quando i gradini o i segmenti o il tappeto cambiano il senso di moto stabilito.	
L'intervento deve aprire in modo positivo il circuito di manovra.	

Figura 94 – Freno ausiliario, d'emergenza (Norma UNI EN 115-1)

È interessante notare, punto 5.4.2.2.2, che “*A seguito dell'intervento del freno ausiliario non è necessario mantenere le distanze di arresto definite per il freno di servizio (vedere punto 5.4.2.1.3.1).*”

In ogni caso, sempre in base a quanto riportato al punto 5.4.2.2.2, “*Il sistema ausiliario di frenatura deve essere dimensionato in modo che la scala mobile o il marciapiede mobile*

in moto in discesa con il carico di frenatura sia arrestato con idonea decelerazione e sia mantenuto fermo. La decelerazione non deve essere maggiore di 1 m/s^2 ”.

Quindi per il freno di servizio vengono imposte, in ogni caso, distanze di arresto più stringenti (tra 0,20 m e 1,00 m), mentre in entrambi i casi si prescrive che la decelerazione non sia superiore a 1 m/s^2 , accettando quindi che il freno di emergenza possa comportare una distanza di arresto superiore al limite ammesso per il freno di servizio.

In definitiva la UNI EN 115-1 non dà indicazioni sulla periodicità delle prove: dalla lettura del testo si desume che per le scale marcianti in salita si debba eseguire la prova a vuoto, per le scale in discesa la prova con carico.

Il DM 18/09/1975 “*Norme tecniche di sicurezza per la costruzione e l’esercizio delle scale mobili in servizio pubblico*”, nella parte non abrogata, dà per le prove le prescrizioni di seguito riportate (**Figura 95**).

6.4. *Verifiche e prove.*

Il personale abilitato, addetto alla manutenzione, deve sottoporre l'impianto, almeno ogni 3 mesi, a prove e verifiche al fine di accertare il permanere delle condizioni di sicurezza.

In particolare dovrà essere accertato il buono stato di conservazione di tutte le parti dell'impianto, con particolare riguardo alle catene ed agli organi della trasmissione, al fine anche di disporre tempestivamente la sostituzione, la efficienza dei dispositivi di arresto automatico e dei freni; dovranno inoltre essere controllati i valori dei giochi stabiliti dalle presenti norme per i gradini, i pettini, ecc. Qualora il gioco (fig. 2, lettera R e Q) tra le scanalature dei gradini ed i denti del pettine fosse superiore a 4 mm oppure risultino rotti due denti consecutivi, dovrà provvedersi a mettere fuori servizio l'impianto ed a sostituire le parti difettose.

Almeno una volta l'anno, od in occasione di importanti modifiche e riparazioni all'impianto, le prove e le verifiche dovranno essere effettuate alla presenza di un tecnico designato dall'autorità cui compete la vigilanza agli effetti della sicurezza.

Le date ed i risultati di tutti i controlli effettuati devono essere riportati in apposito registro.

Il registro deve essere conservato presso la scala mobile, preferibilmente nel vano del macchinario; una copia deve essere conservata presso gli uffici dell'autorità di vigilanza.

Figura 95 – Verifiche e prove (D.M. 18/09/1975)

Quindi il DM 18/09/1975 prescrive una periodicità trimestrale senza dare indicazioni su quale prova vada effettuata, se a vuoto o con carico, richiamando genericamente alla verifica dell’*“efficienza dei dispositivi di arresto automatico e dei freni”*.

Il DM 02/01/1985 n. 23, “*Norme regolamentari in materia di varianti costruttive, di adeguamenti tecnici e di revisioni periodiche per i servizi di pubblico trasporto effettuati con impianti funicolari aerei e terrestri*”, prevede importanti revisioni quinquennali e decennali, denominate rispettivamente “*speciali*” e “*general*”. Si riporta, stralciando ampiamente, quanto di stretto interesse per la fattispecie:

3.2. -- *Allo scopo di poter garantire la sicurezza e la regolarità del servizio rispettando le medesime condizioni realizzate all'atto della prima apertura al pubblico esercizio, ogni impianto, nell'intervallo di tempo corrispondente alla sua vita tecnica come fissata al comma 3.1. (per le scale mobili 30 anni), deve essere sottoposto, con le modalità stabilite ai successivi paragrafi 4 e 5, alle seguenti revisioni periodiche:*

Revisione speciale:

ogni cinque anni per tutte le categorie di impianti.

Revisione generale:

[...]

d) per le scivole, gli ascensori, le scale mobili e gli impianti assimilabili: al decimo ed al ventesimo anno dalla prima apertura al pubblico esercizio.

4. -- Revisioni speciali.

4.1. -- Gli interventi da espletare sull'impianto ogni cinque anni agli effetti della revisione speciale comprendono di norma:

[...]

4.1.4. -- Il controllo delle condizioni di buona conservazione degli azionamenti principali, di riserva, di soccorso o di recupero, compresi i circuiti elettrici di potenza, comando, sicurezza e telecomunicazione, nonché dei diversi meccanismi ed apparecchiature, in particolare per quanto riguarda quelle di frenatura.

4.1.5. -- L'espletamento delle verifiche e prove annuali

[...]

5. -- Revisioni generali.

5.1. -- Le revisioni generali, da effettuare alle scadenze temporali fissate al comma 3.2., sono rivolte ad accertare lo stato dell'impianto, sia nel suo complesso che per quanto riguarda le singole parti, nonché a ripristinare le condizioni originarie di efficienza e sicurezza, attuando i conseguenti interventi in vista della prosecuzione dell'esercizio fino alla scadenza della successiva revisione generale o della vita tecnica dello stesso impianto."

5.11. -- Accertato che, in base alla relazione di cui al comma 5.10., risultino positivamente espletati tutti gli adempimenti prescritti con il presente paragrafo, il competente ufficio periferico della M.C.T.C. provvede all'espletamento delle verifiche e prove funzionali di cui all'art. 5 del decreto del Presidente della Repubblica n. 753/1980; a seguito del loro esito favorevole, rilascia la nuova autorizzazione od il nuovo nulla osta tecnico ai sensi dell'art. 4 dello stesso decreto, per la riapertura al pubblico esercizio dell'impianto, eventualmente subordinandoli all'attuazione di particolari prescrizioni o cautele".

Il DPR 753/1980 prevede, all'"Articolo 5 - Sicurezza ed igiene del lavoro - Ferrovie - Norme di polizia e regolarità del servizio - Autorizzazione per l'apertura al pubblico, la riapertura o la prosecuzione dell'esercizio di una ferrovia - Verifiche e prove funzionali", quanto segue:

L'autorizzazione di cui al precedente art. 4 è subordinata al favorevole esito di verifiche e prove funzionali, rivolte ad accertare che sussistano le necessarie condizioni perché il servizio possa svolgersi con sicurezza e regolarità.

All'espletamento delle verifiche e delle prove funzionali di cui al precedente comma provvedono i competenti uffici della M.C.T.C., con la partecipazione degli organi regionali agli effetti della regolarità dell'esercizio, per i servizi di pubblico trasporto di competenza delle regioni stesse. Le verifiche e le prove funzionali vengono disposte dagli uffici e dagli organi indicati al precedente comma su richiesta del concessionario il quale, all'uopo, dovrà unire alla propria domanda una dichiarazione di ultimazione e regolare esecuzione di tutte le opere costituenti la ferrovia in concessione, rilasciata dal professionista preposto alla realizzazione delle opere stesse e corredata del certificato relativo al collaudo statico delle eventuali opere civili ai sensi della legge 5 novembre 1971, n. 1086, nonché, per le attrezzature, per le apparecchiature e per il materiale mobile in genere, della documentazione probatoria rilasciata dal costruttore ovvero dal capocommessa qualora si tratti di complessi non prodotti da unico fornitore."

In definitiva, il combinato disposto del DM 02/01/1985 e del DPR 753/1980, pur riconducendo le prove del sistema di frenatura o alle "verifiche e prove annuali" (per le speciali) o alle "verifiche e prove funzionali" (per le generali) non danno indicazioni sulle modalità di esecuzione delle prove di frenatura, sia a vuoto che con carico.

È pertanto consuetudine dei vari gestori, fra cui ATAC SpA, eseguire le prove a vuoto per le verifiche trimestrali, annuali e quinquennali e le prove con carico per la messa in servizio e le verifiche decennali (revisioni generali).

Preme sottolineare, a questo punto, che la sola indicazione della verifica della distanza d'arresto, ad es. nell'intervallo compreso tra 0,20 m e 1,00 m per scale mobili con velocità v pari a 0,50 m/s, come descritto nel prospetto 3 del paragrafo 5.4.2.1.3.2 della Norma UNI EN 115-1 (*Figura 93*), appare non sufficiente a garantire livelli di sicurezza adeguati, proprio per il fatto che tale intervallo dev'essere rispettato sia nel funzionamento a vuoto che in quello con carico. Come già detto, normalmente le prove di frenatura vengono realizzate ad impianto scarico in occasione delle verifiche periodiche e, solo in occasione delle verifiche decennali con il carico previsto al prospetto 2 del paragrafo 5.4.2.1.3.1 (*Figura 93*). Del resto eseguire una prova a vuoto verificando che la distanza di arresto rimanga al di sotto di 1 m (valore massimo previsto dalla normativa) non garantisce l'efficienza della frenatura; ad es. se la distanza d'arresto misurata in occasione di una verifica periodica realizzata su scala in discesa senza carico risultasse superiore a 50 cm, in caso di presenza di carico (quindi con scala affollata) la distanza di frenatura sarebbe presumibilmente molto più elevata, probabilmente anche oltre il limite imposto di 1 m.

A testimonianza di quanto suddetto, si rileva che, nel corso degli accessi eseguiti sul sito nei giorni 29/01/2019 e 01/02/2019 le prove di frenatura svolte sulla scala 54NF6338 (adiacente a quella incidentata) hanno riscontrato, visivamente, uno spazio di arresto compreso tra 70 e 80 cm (compreso il tempo di reazione dell'operatore) ed il sensore di verifica montato sulla macchina ha indicato uno spazio di arresto netto pari a circa 55 cm.

Tale misura, pur rientrando nel limite normativo richiesto, non evidenzia necessariamente lo stato di efficienza dei freni, tanto più che le prove eseguite tramite chiave dinamometrica, sulla stessa scala, avevano evidenziato un valore della coppia frenante di circa 180 Nm (inferiore a quella di 215 Nm previsto da progetto). Quindi, in definitiva, il sistema, seppur degradato, garantiva ancora distanze d'arresto rientranti nella norma. I freni d'esercizio della scala incidentata, invece, dove la coppia frenante risultava ampiamente compromessa (tra i 70 e i 90 Nm), non sarebbero stati assolutamente in grado di realizzare la frenatura in condizioni di carico entro le distanze d'arresto previste.

Sarebbe opportuno dunque prevedere, all'interno del quadro normativo, distanze di arresto diversificate per le due condizioni (senza carico e con carico), fermo restando il limite massimo di decelerazione di 1 m/s^2 da rispettare.

La Commissione ha avuto poi modo di prendere visione della Relazione Finale della Commissione d'inchiesta istituita da ATAC. Le testimonianze ivi riportate, già citate nel paragrafo 3.1.1., fanno risaltare un secondo aspetto, ossia un'organizzazione del lavoro quasi estemporanea, favorita dall'utilizzo di personale, almeno in prima istanza, avventizio e privo di formazione specifica. Estrapolando parte del contenuto, si legge:

“Il signor ha dichiarato di non aver ricevuto adeguata formazione, di aver appreso tutto sul campo, e di non aver mai avuto necessità di regolare i freni di servizio. Ha inoltre dichiarato che la compilazione della scheda di manutenzione era fatta alla fine come formalità ma non corrispondeva alle attività veramente eseguite poiché queste erano fatte in base alla propria esperienza. Infatti seppur non presente nelle schede degli ultimi mesi la verifica del freno di emergenza, questo veniva sempre provato ed era risultato sempre funzionante”.

D'altro canto emerge sempre dalla stessa Relazione, da testimonianza del Direttore Esecutivo del Contratto ATAC, sia un sottodimensionamento delle risorse preposte al controllo dell'operato dell'appaltatore sia la mancanza di una procedura operativa per la valutazione dei lavori eseguiti.

“Il DEC ha fatto presente che la sua struttura era inidonea per numero di risorse a poter effettuare controlli se non su un 5% di manutenzioni e che le sue verifiche venivano

effettuate valutando la indisponibilità degli impianti e che tale situazione era stata più volte fatta presente ai suoi superiori. La Commissione ha preso atto della mancanza di una procedura operativa di valutazione dell'operato della ditta".

In definitiva, fatte salve considerazioni e giudizi non di competenza di questa Commissione, si può individuare come seconda causa a monte l'inadeguatezza del sistema di monitoraggio adottato dalla stazione appaltante sull'attività svolta dalla ditta appaltatrice non del tutto conscia sia delle dimensioni della realtà impiantistica sia del variegato know-how tecnologico necessario al suo mantenimento, ancora ancorata ad un'epoca nella quale non era così incalzante il progresso tecnico e le soluzioni costruttive erano abbastanza standardizzate.

Un terzo aspetto su cui vale la pena di soffermarsi riguarda la fornitura dei ricambi. Anche se nell'incidente in esame non è evidente un nesso causale con l'evento, si può ipotizzare che il condizionamento dell'elemento orizzontale del freno d'emergenza possa essere stato determinato, essendosi verificati suoi ripetuti interventi intempestivi, dall'indisponibilità di pezzi di ricambio.

Il Capitolo Speciale e il Disciplinare Tecnico reperiti in rete stabiliscono un tempo massimo di 30 giorni per la fornitura di ricambi. Nel corso dell'inchiesta si è avuto modo di verificare indirettamente come questo tempo difficilmente venga rispettato. Si cita per esempio la difficoltà nella fornitura, addirittura da parte della stessa ditta costruttrice, dei dischi dei freni d'emergenza danneggiatisi nel corso delle verifiche per la riapertura delle altre scale della stazione (vedi paragrafo 4.2.1., figura 75 a pag. 60).

Il fenomeno è noto nell'esercizio di impianti tecnologici, soprattutto nel caso in cui settori specifici (come nella fattispecie) siano appannaggio di un numero ristretto di aziende che tendono ad assumere un atteggiamento autoprotettivo a discapito della clientela, sia essa la proprietaria dell'impianto o la ditta di manutenzione.

Tali due diversi profili di clientela, proprietario e manutentore, si caratterizzano ciascuno in maniera propria nel rapporto con i fornitori, siano essi ditte costruttrici o fornitori di queste ultime.

Dal lato del proprietario c'è innanzitutto la necessità di una gestione degli impianti elevatori-traslatori, i quali non fanno parte del core business, gestione che può comportare delle difficoltà, relative alla conoscenza del mercato specifico, all'analisi dei guasti e alla formulazione di esigenze per le quali oramai sono necessari, oltre conoscenze specifiche, la dimestichezza con strumenti informatici abbastanza evoluti (ad esempio per analisi RAM - Reliability Availability Maintainability). Da ciò consegue la necessità di costituire uno staff che abbia le necessarie competenze, operazione non del tutto banale. Inoltre la gestione di rapporti contrattuali che, a seconda delle dimensioni e del parco tecnologico del proprietario, potrebbero proliferare oltre una certa misura, richiede anch'essa il ricorso a particolari figure nell'organizzazione aziendale, figure che debbono essere polivalenti con competenze amministrative, contabili e tecniche. Per realtà che poi operano in appalti pubblici un'ulteriore complicazione è costituita dalle procedure dettate dalla legislazione che non vengono incontro allorquando sia richiesta tempestività di approvvigionamento, magari da più fornitori, soprattutto nei casi in cui le esigenze siano occasionali e per quantità limitate.

Diventa quindi gioco forza che, nella maggior parte dei casi, i contratti di manutenzione prevedano anche la fornitura di materiali. Ugualmente, comunque, le ditte di manutenzione, anche se più agili nella contrattazione, sono soggette ad atteggiamenti autoprotettivi da parte delle principali aziende di settore, ma possono più facilmente ovviare ricorrendo a diversi canali; naturalmente l'esito delle iniziative dipende dalle capacità dei diversi soggetti e inoltre è quasi inevitabile il ricorso a soluzioni a minor costo, anche dilazionando nel tempo gli interventi che richiedono sostituzione di componenti.

Una soluzione che si può suggerire è la costituzione di scorte da parte del proprietario con forniture a carico del manutentore, dimensionate in base a un'analisi di parametri RAM e gestite a punto di riordino, cioè prevedendo il reintegro al di sotto di una definita quantità per ogni componente facente parte del magazzino. Ovviamente il proprietario avrebbe l'onere dell'immobilizzo del materiale in magazzino, ma nel caso di un pubblico servizio ciò può essere senz'altro giustificabile.

In ogni caso sarebbe opportuno imporre ai produttori degli impianti alcuni obblighi in termini di garanzia di approvvigionamento, tempistica di approvvigionamento e dinamica dei prezzi di approvvigionamento, cioè i produttori dovrebbero garantire, per tutta la vita utile degli impianti, la fornitura dei ricambi in una tempistica definita, che può essere differente pezzo per pezzo ma comunque utile per fare il calcolo RAM per il punto di riordino e gestire le scorte di magazzino, con la garanzia di una dinamica dei prezzi indicizzata sull'inflazione.

Si possono inoltre fare osservazioni sia sulla maggiore incidenza dell'offerta economica (60 punti su 100) rispetto a quella tecnica (40 su 100), sia sul ribasso con cui l'Azienda ATAC ha aggiudicato il servizio anche se le procedure di affidamento sono state effettuate nel rispetto dei criteri di aggiudicazione previsti dalle norme vigenti (D.Lgs 50/2016) e l'aggiudicazione è stata effettuata con il criterio dell'"offerta economicamente più vantaggiosa", e quindi non al "prezzo più basso".

Per fare considerazioni riguardo alla ripartizione dei punti fra offerta tecnica e offerta economica, ci si può riferire ad un appalto analogo di altro gestore, ricadente nello stesso contesto legislativo di quello ATAC e con consistenza impianti di circa 1/10 di quelli di ATAC, nel quale, per la formazione della graduatoria si attribuiva maggior peso all'offerta tecnica (60 su 100) rispetto a quella economica (40 su 100). Senza entrare nel dettaglio dei disciplinari e capitolati in quel caso, ad esempio, nell'offerta tecnica oltre a punti analoghi a quelli del capitolato ATAC, se ne aggiungevano uno per la gestione ambientale e l'altro per un'analisi di fattibilità di riduzione dei consumi energetici.

È noto il deplorabile fenomeno del contenimento dei costi da parte dell'appaltatore a fronte di consistenti ribassi nell'offerta economica, contenimento dei costi che può portare ad iniziative manutentive avventate tese a conseguire i maggiori risparmi. Da questo punto di vista la stazione appaltante, nella discrezionalità consentita dal quadro normativo vigente nel 2016 all'epoca del bando (modificato successivamente, dal 20/05/2017, con l'introduzione del comma 10bis dell'art. 95 "Criteri di aggiudicazione dell'appalto" del D.Lgs. 50/2016 "Codice appalti" che ha imposto il limite del 30% all'offerta economica) poteva diversamente ripartire i pesi relativi delle due componenti, qualificando maggiormente l'offerta tecnica. Non è però immediato ricondurre sia un'imperizia alla quale può aver contribuito un'insufficiente documentazione del costruttore, sia soprattutto un'azione avventata come il blocco dell'elemento orizzontale del freno d'emergenza, ai diversi pesi relativi attribuiti alle componenti dell'offerta, tanto più che, nel caso specifico, anche invertendo i pesi attribuiti alle due offerte, l'esito della gara non sarebbe cambiato.

4.3. Conclusioni

Causa diretta

Inefficace intervento dei freni di servizio e del freno di emergenza.

Cause indirette

Inefficace metodologia di verifica dell'efficienza dei sistemi di frenatura.

Indicazioni insufficienti nei manuali d'uso e manutenzione in merito ai sistemi di regolazione e verifica dell'efficienza dei freni.

Inefficacia del percorso formativo del personale addetto alla manutenzione.

Cause a monte

Carenze normative sia sui requisiti del personale addetto alla manutenzione che sulle modalità di effettuazione delle verifiche periodiche.

Inadeguatezza del sistema di monitoraggio inteso come vigilanza della stazione appaltante sull'attività svolta dalla ditta appaltatrice.

Mancanza di adeguate scorte dei pezzi di ricambio per gli impianti di traslazione da parte della stazione appaltante.

4.4. Osservazioni aggiuntive

Si può fare la seguente considerazione riguardo la conduzione della verifica, durante le manutenzioni periodiche, dell'efficienza dei freni. L'efficienza viene valutata di solito in base alla distanza di frenatura secondo quanto previsto dalle EN 115. Questo criterio, considerato il comportamento dinamico delle scale mobili, notoriamente non è sufficiente: la circostanza è trattata per esempio, nell'articolo *"Escalator Weightless Weight Testing: A Case Study from a UK Metro"*, Lutfi Al-Sharif 2018 (*Figure 96 e 97*).

Estrapolando dall'articolo citato, la metropolitana Tyne & Wear ha 32 scale mobili di quattro tipi. È stato pianificato ed eseguito un test in due parti. La prima parte del test includeva una prova con carico su una scala mobile per ciascuno dei quattro tipi, partendo da scala scarica e incrementando poi il carico gradualmente (25%, 50%, 75% e 100%).

Effettuando la prova del peso su quei tipi di scala mobile, le scale stesse sono state testate e regolate in modo tale da soddisfare tutti i requisiti di frenatura. I dati di questi test sono stati quindi utilizzati per estrapolare su tutte le scale mobili dello stesso tipo l'impostazione del freno richiesta al fine di soddisfare la normativa europea standard.

Il modello matematico elaborato ha messo in relazione la decelerazione in fase di frenatura con la velocità nominale e le distanze d'arresto per i quattro tipi di scala.

Tradizionalmente, questo è stato fatto usando i pesi posizionati sui gradini della scala mobile e misurando le distanze di arresto. Il modello è stato sviluppato per consentire l'esecuzione dei test sui sistemi di frenatura delle scale mobile senza utilizzo di pesi.

I valori di decelerazione consigliati sono stati compilati in una tabella contenente i valori massimi e minimi consentiti. Il limite massimo garantisce che l'arresto della scala mobile non sia troppo brusco (e quindi causi la caduta dei passeggeri). Il limite minimo garantisce che la scala mobile si fermi entro la distanza stabilita (e quindi in conformità ai requisiti della norma europea EN115: 2008).

È stato quindi impostato un programma di test per tutte le scale mobili da effettuare almeno una volta all'anno (adeguandolo di conseguenza se necessario), prevedendo anche adeguata formazione per il personale della Metro sul metodo di misurazione e regolazione.

9th Symposium on Lift & Escalator Technologies 2018

Escalator Weightless Weight Testing: A Case Study from a UK Metro

Lutfi Al-Sharif

Professor, Mechatronics Engineering Department, The University of Jordan
Consultant, Peters Research Ltd.
Visiting Professor, The University of Northampton

Keywords: Escalator, weight testing, metro, brake testing.

Abstract. The escalator braking system is the most important safety components. It is thus necessary to ensure that brakes are tested at regular intervals in order to ensure passenger safety. Carrying out this test using weights is a very complex, risky and expensive procedure, and thus cannot be carried out regularly. For this reason, a model for weightless brake testing system has been developed for testing the escalator brakes.

This paper describes the work carried out by the author in setting up a weightless brake testing system for testing the escalator brakes at the Tyne & Wear Metro in the United Kingdom.

The first step was to gather escalator type test data on the four escalator models on the Metro. In the second step, the data from the weight tests was used to build a theoretical mathematical model in MS Excel for the different types of escalators. The model allowed the operator to understand the range of acceptable deceleration values that indicate compliant operational brakes. In the third step, all the remaining 28 escalators (out of the full fleet of 32 escalators) were tested and adjusted without the use of weights. They were adjusted in accordance with the outputs of the theoretical model. In the fourth and last test, a training manual was developed for the testing and adjusting the braking systems. On-site training was carried out for the maintenance staff.

Figura 96: Stralcio dell'articolo "Escalator Weightless Weight Testing: A Case Study from a UK Metro", Lutfi Al-Sharif 2018

9th Symposium on Lift & Escalator Technologies 2018

7. CONCLUSIONS

Due to the strict requirements of setting the escalator braking systems, it is necessary ensure that they are able to stop the fully loaded escalator running at rated speed within predefined distances. Traditionally, this has been done by using weights placed on the escalator steps and measuring the stopping distances.

A previous paper presented a mathematical model [12] that was developed for the Tyne & Wear Metro in order to allow testing to be carried on the escalator braking systems without the use of weights. A type test was carried out on each of the four types of escalators and mathematical models developed. Using the results from the mathematical model, recommended values for the deceleration under no load conditions were tabulated for each escalator on the network.

These recommended deceleration values have been compiled into a table that contains the maximum and minimum allowable deceleration values. The maximum limit ensure that the escalator stop is not too abrupt (and thus cause passenger falls). The minimum limit ensures that the escalator does stop within the stipulated distance (and thus comply with the requirements of the European standard EN115:2008).

A running test schedule for all escalators was then setup to ensure that every escalator has such a test carried out at least once a year (and adjusted accordingly if needed). Training was also carried out for the Metro staff on the method of measurement and adjustment.

Figura 97: Conclusioni dell'articolo "Escalator Weightless Weight Testing: A Case Study from a UK Metro", Lutfi Al-Sharif 2018

Poiché le prove con carico sono particolarmente onerose, è opportuno generalizzare la verifica della coppia frenante con la chiave dinamometrica prendendo a riferimento il valore fornito dai documenti di progetto. L'articolo "Thoughts on Escalator and Moving Walk Maintenance" di Ken Smith, riportato all'interno della rivista Elevator World di dicembre 2016 di cui si riportano di seguito due stralci (*Figure 98 e 99*), oltre ad altri spunti, al paragrafo "Brakes" afferma che dagli anni '80 del secolo scorso ai freni deve essere apposta una targa con l'indicazione della coppia di frenatura.

Thoughts on Escalator and Moving Walk Maintenance

Procedures, frequency, training, responsibilities and more are covered in the examination of maintenance.

by Ken Smith

The Merriam-Webster dictionary defines maintenance as "the upkeep of property or equipment." Escalators and moving walks, like all machines, require maintenance to maintain optimal performance throughout their lives. More importantly, they require routine maintenance visits by trained technicians to remain safe for use by the millions who ride them daily.

Normal escalator maintenance consists primarily of:

- ◆ Cleaning the escalator and its components

comb sections would be added to the list above. Maintenance frequency depends on several factors, including the environment. One-size-fits-all maintenance programs for escalators and moving walks just do not work due to the wide variation of equipment in the field and the conditions under which they operate.

Maintenance Procedures

The OEM develops maintenance specifications and procedures for each escalator or moving walk model before it enters production and, according to feedback from the



Brakes

There are many different brake types used on escalators and moving walks. They fall into two categories: fixed- and variable-torque brakes. Fixed-torque brakes have been in use much longer and are probably more common. Since the 1980s, brakes have required a nameplate that lists the brake torque. They need to stop a down-running escalator and hold the stopped escalator with any load up to the code "brake rated load," which is a function of rise and width. Brakes are usually tested with a torque wrench during the annual inspection and periodically as required by the manufacturer or maintenance company.

Figure 98 e 99: Stralci dell'articolo "Thoughts on Escalator and Moving Walk Maintenance" di Ken Smith, Elevator World di dicembre 2016

Trattandosi di esperienze straniere non è facile trovare ulteriori riferimenti, che potrebbero trovarsi forse nelle ASME A17.1 statunitensi.

Rimane il fatto che una tale targa darebbe immediata indicazione del valore di coppia da verificare, oltre a richiamare sull'importanza della verifica stessa.

Una seconda considerazione si ritiene di dover evidenziare in merito ai cosiddetti artisti di strada, per la maggior parte dei casi musicisti ambulanti, che si esibiscono nelle stazioni metropolitane occupando parzialmente, ma spesso stabilmente, le aree di passaggio e

ostacolando il transito e il regolare afflusso e deflusso dei passeggeri, talvolta proprio in prossimità delle aree di imbarco/sbarco delle scale mobili (*Figure 100 e 101*).

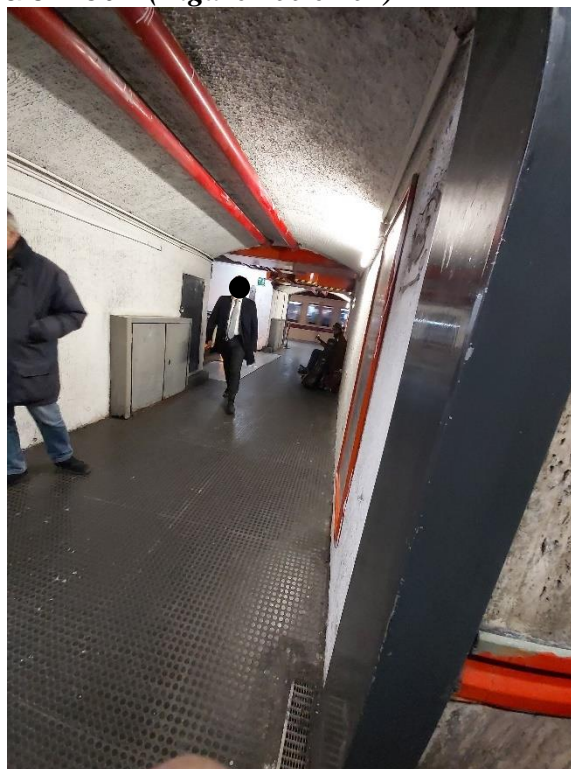


Figure 100 e 101 – Musicista ambulante nella stazione Repubblica della linea A della metropolitana di Roma (fonte Digifema)

Al fine di evitare di restringere ulteriormente le zone di passaggio, già di per sé talvolta piuttosto limitate, è necessario che tali aree siano sempre mantenute libere e agevolmente fruibili. Nel filmato dell'impianto TVCC di Repubblica si vede chiaramente un musicista ambulante, proprio di fronte allo sbarco della scala mobile in accelerazione, che occupando in parte lo spazio disponibile, potrebbe aver in parte ostacolato l'utenza che stava tentando di mettersi in salvo.

In ogni caso è auspicabile garantire sempre la percorribilità in sicurezza delle vie di esodo, prevedendo eventualmente delle aree dedicate e circoscritte per far esibire tali artisti, senza creare pericolo, non interferendo con gli spazi minimi previsti dalle norme UNI 7508 e 7744. Si riporta ad esempio quanto attuato presso alcune stazioni della metropolitana di Londra (*Figura 102 e 103*).



Figure 102 e 103 – Immagini di musicisti ambulanti nella metropolitana di Londra (fonte web)

5. Provvedimenti adottati

A seguito dell'incidente, ATAC SpA, ha istituito una Commissione di inchiesta, ai lavori della quale hanno partecipato anche i rappresentanti dell'USTIF.

Al termine dell'istruttoria la Commissione ha disposto le seguenti azioni correttive in merito all'attività svolta dalla ditta di manutenzione:

- *Modifica dei codici di guasto dei fonogrammi dettagliando la tipologia di intervento, implementando nuovi codici guasto all'interno delle macro categorie già presenti;*
- *Chiusura del fonogramma di intervento contenente indicazioni chiare e dettagliate relative all'operatore intervenuto ed alle attività effettivamente svolte, comprensive di eventuali sostituzioni o reset della funzionalità;*
- *Corretta compilazione dei libri giornale da parte della ditta di manutenzione.*

Relativamente alla gestione dell'appalto di manutenzione, è stato richiesto al DEC di implementare le seguenti azioni:

- *Verifica della frenatura con modalità aggiuntive che dovranno essere richieste ai costruttori degli impianti;*
- *Modificare le schede di lavoro specializzandole per ogni tipologia d'impianto;*
- *Emettere una procedura per la verifica ed il controllo dell'efficacia delle attività svolte dalla ditta di manutenzione e della conformità al contratto stipulato;*
- *Ove possibile imporre tra le attività di manutenzione la verifica della corretta registrazione e lo scarico dati degli eventi memorizzati dall'impianto da utilizzare per controllo;*
- *Richiedere al costruttore OTIS la verifica del dimensionamento del sovraccarico degli impianti e la certificazione del rispetto della normativa di riferimento.*

6. Raccomandazioni

Raccomandazione n. 1

Si raccomanda alla Direzione Generale per i Sistemi di Trasporto ad Impianti Fissi e Trasporto Pubblico Locale del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti di adoperarsi affinché venga avviata una revisione del quadro normativo riguardante l'esercizio delle scale mobili, in particolare in merito ai seguenti aspetti:

- definizione delle modalità di esecuzione delle prove di frenatura durante le verifiche periodiche (attualmente non stabilite con chiarezza dal DM 02/01/1985 e dal DPR 753/1980);
- definizione dei requisiti professionali del personale impiegato nella manutenzione delle scale mobili: nella valutazione della qualificazione del personale di manutenzione, vengano introdotti criteri basati sulla certificazione di formazione specifica sugli impianti elevatori e traslatori, individuando eventuali modalità di accreditamento di soggetti, sia istituzionali che non, che possano erogare una formazione specifica anche con esperienze in laboratorio e su impianti di prova (non si ritiene sufficiente il "patentino" ascensori rilasciato ai sensi del DPR 1767 del 1951);
- pianificazione dell'attività formativa del personale impiegato nella manutenzione e nelle verifiche periodiche degli impianti tale da garantire il mantenimento delle competenze e l'aggiornamento professionale, anche alla luce del continuo progresso tecnologico e della molteplicità tipologica di impianti in pubblico esercizio.

Raccomandazione n. 2

Si raccomanda all'Ente Italiano di Normazione UNI di valutare l'opportunità di avviare una revisione delle norme UNI EN 115-1, riguardanti l'esercizio delle scale mobili, in merito ai seguenti aspetti:

- diversificare i valori delle distanze di arresto delle scale mobili nel corso delle prove dei freni di servizio, attualmente descritte nel prospetto 3 del paragrafo 5.4.2.1.3.2 per le due condizioni d'esercizio (senza carico e con carico), fermo restando il limite di decelerazione pari a 1 m/s^2 ;
- introdurre l'esecuzione di una verifica preliminare della coppia di frenatura dei freni di servizio, prima delle prove periodiche che vengono effettuate dalle ditte di manutenzione, eventualmente mediante utilizzo di chiave dinamometrica, sulla scorta dei valori di progetto, tenuto conto di dati che devono essere forniti dalle aziende costruttrici in maniera chiara ed inequivocabile anche per mezzo di targhe identificative riportanti il valore della coppia di frenatura da verificare. Tale verifica va ritenuta necessaria ma non sufficiente rispetto all'esito della prova di frenatura, in quanto la prova deve tener conto delle distanze di arresto previste dalla norma.

Raccomandazione n. 3

Si raccomanda all'ANACAM (Associazione Nazionale Imprese di Costruzione e Manutenzione Ascensori) e all'ANIE (Federazione Nazionale Imprese Elettrotecniche ed Elettroniche), di adoperarsi affinché le aziende costruttrici di scale mobili definiscano, in modo chiaro e dettagliato, nei manuali d'uso e manutenzione:

- le modalità di regolazione e taratura dei freni di esercizio e dei freni d'emergenza così da garantirne il corretto ed efficace funzionamento;
- le modalità di prova dei freni d'emergenza, in occasione delle verifiche da realizzarsi con periodicità inferiore rispetto a quella decennale normalmente eseguita, eventualmente in condizioni di carico ridotto.

Raccomandazione n. 4

Si raccomanda all'ASSTRA (Associazione Trasporti) e all'AGENS (Agenzia Conferedale dei Trasporti e Servizi) di sensibilizzare le stazioni appaltanti affinché, nei contratti di fornitura degli impianti di traslazione, prevedano l'obbligo da parte delle aziende costruttrici di garantire, per tutta la vita utile degli impianti, la disponibilità dei pezzi di ricambio entro tempi certi ed a costi indicizzati nel tempo, al fine di assicurare adeguata continuità all'esercizio.

Raccomandazione n. 5

Si raccomanda all'azienda ATAC SpA di adeguare il sistema di vigilanza della stazione appaltante sull'attività manutentiva svolta dalle ditte appaltatrici.

Raccomandazione n. 6

Si raccomanda all'azienda ATAC SpA di adottare misure efficaci per garantire il mantenimento della fruibilità e percorribilità in condizioni di sicurezza dei percorsi e delle vie di esodo, con riferimento alle norme UNI 7508 e 7744, in particolare in prossimità delle aree di imbarco e sbarco delle scale mobili, talvolta parzialmente occupate stabilmente da persone non autorizzate, provvedendo eventualmente a delimitare opportune aree dedicate agli artisti di strada.

Dott. Ing. Nino FANTI

Dott. Ing. Wolmer ZANELLA