POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in INGEGNERIA MECCANICA

Collegio di Ingegneria Meccanica, Aerospaziale, dell'Autoveicolo e della Produzione

Tesi di Laurea

Ascensori a fune: criticità in esercizio e possibilità di controllo in remoto



Relatore Candidato

prof. Bruno DALLA CHIARA

Marco CUCINOTTA

Anno Accademico 2018/2019

Tesi di laurea "Ascensori a fune: criticità in esercizio e possibilità di controllo in remoto"

Indice

OBIETTIVO	3
1. INTRODUZIONE	4
2. IMPIANTO DA CONTROLLARE	7
2.2 Ascensore elettrico MRL con motore "gearless"	10
2.3 Ascensore oleodinamico	12
2.4 Ascensore di ultima generazione	15
3. CONTROLLARE UN ASCENSORE	16
3.1 Motivare la necessità del controllo in remoto	16
3.2 Durata tecnica dell'ascensore	22
3.3 La manutenzione negli impianti ascensori	23
3.4 Tendenze evolutiva della manutenzione	27
3.5 Valore della manutenzione predittiva	30
4. COMPONENTI DA CONTROLLARE IN UN ASCENSORE	31
5. TECNICHE DI CONTROLLO	36
5.1 Il monitoraggio	36
5.2 Limiti interpretativi del monitoraggio: teleallarme	37
5.3 Monitoraggio di componenti degli ascensori	38
5.4 Analisi della vibrazione e rumore	39
5.5 Controllo dei Motori	42
5.6 Analisi della corrente del motore ad induzione	43
5.7 Controllo delle funi metalliche ed elementi di sospensione	46
5.7.1 Criteri di scarto delle funi metalliche negli ascensori tradizionali	47
5.7.2 Mezzi di sospensione alternativi impianti MRL	50
5.7.3 Controllo delle funi metalliche con la durata limitata	51
5.7.4 Controllo delle funi metalliche con tecnologia magneto induttivo	55
5.7.5 Controllo del sistema cinghie – il sistema "Pulse" impianto Gen2 Comfort OTIS	57
5.8 Dati monitorabili dal quadro di manovra	58
5.9 Dati monitorabili dall'inverter	60
5.10 Controllo porte automatiche - barriere fotoelettriche	62
5.11 Sistema di video comunicazione con la cabina	63
5.12 Limitatore di velocità elettronici	65
5.13 Sistema di rilevazione dell'acqua nella fossa ascensore	66

6. ASCENSORE CONTROLLOTO IN REMOTO	
6.1 Metodo di diagnosi	
6.2 Trasmissione delle informazioni	
6.3 Rilevamento nell'ascensore	
7. CONTROLLO IN REMOTO UTILE O NECESSARIO	
7.1 Rilevamento vibrazione della cabina	
7.2 Rilevamento sugli argani	
7.3 Controllo delle funi	
7.4 Sistema di controllo a distanza del quadro manovra - inverter	
7.5 Sistema di videocomunicazione bidirezionale	
7.6 Sistema con limitatore di velocità elettronico	
7.7 Sistema di rilevamento e segnalazione della presenza di acqua in fossa96	
8 ASCENSORI E MANUTENZIONE CON REALTÀ AUMENTATA97	
9 CONCLUSIONI	
BIBLIOGRAFIA	

OBIETTIVO

Lo scopo di questa tesi è analizzare gli impianti ascensori a fune, le criticità di tali impianti in esercizio, studiare la fattibilità di un approccio di rilevamento e monitoraggio a distanza. Per individuare cosa controllare è stato fatto riferimento a normative del settore e dati statistici su infortuni, forniti da associazioni di categoria, in mancanza di una banca dati nazionale. Il passo successivo è rispondere alla domanda come controllare tali componenti e proporre soluzioni per un possibile monitoraggio. La trattazione è completata con individuazione dell'esigenza e i benefici del sistema di controllo a distanza. L'utilità o la necessità di un sistema di controllo a distanza è stato fatto utilizzando due fattori: l'aumento della sicurezza apportato dal controllo del componente e in fattore economico. Per quantificare il miglioramento della sicurezza è stata proposta l'analisi dei rischi redatta secondo i criteri esposti della norma UNI EN ISO 14121-1:2007 di ogni elemento critico controllato. La supervisione degli ascensori con il controllo in remoto garantirebbe maggiore sicurezza degli impianti elevatori permetterebbe di passare dalla manutenzione a guasto alla manutenzione predittiva con miglioramento dell'affidabilità e una riduzione dei costi per l'industria del settore. Il reperimento dei dati statistici è stato particolarmente complicato, i dati sono mantenuti da associazioni di categoria che non vogliono diffonderli, manca in Italia una banca dati nazionale degli ascensori, con dati d'incidenti, le relative cause, dove siano registrate le attività obbligatorie per il proprietario e promuovere la sicurezza di impianti vetusti. Nell'intento di rendere chiaro quanto esposto si procedere sulla logica indicata nella figura 1.1.

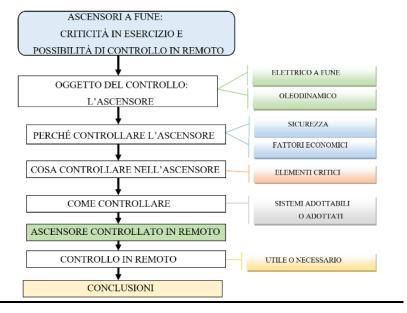


Figura 1.1: Schema logico della tesi

1. INTRODUZIONE

L'ascensore oggi è uno dei mezzi di trasporto più usati al mondo: i 12 milioni di impianti esistenti sono potenzialmente usati da un miliardo di persone. "Gli ascensori forniscono un mezzo essenziale di comfort e sicurezza accesso a edifici moderni. (...) La sicurezza degli impianti di risalita può essere considerato praticamente in assoluto, supportato da dati incontrovertibili, che oggi l'ascensore è uno dei mezzi di trasporto più sicuro che le persone possono usare" (Q. Flores, A. J. M. Cardoso, J. B. Carvalho Luglio 2009 Induction Motor as a Mechanical Fault Sensor in Elevator Systems). La garanzia di standard di sicurezza, il monitoraggio delle condizioni e l'incremento della qualità sono dei compiti cruciali nell'affidabilità elettromeccanica del sistema ascensore. Un guasto dell'elevatore deve essere evitato, poiché potrebbe avere conseguenze negative a diversi livelli: paura, mancanza di fiducia, fobia degli ascensori e compromettere la vita delle persone. Un sistema di monitoraggio permetterebbe il rilevamento immediato dei guasti elettrici e meccanici grazie e attuare la manutenzione predittivai. L'incremento del business nel mercato ascensori è dovuto alla crescita delle aree urbane, fonti delle Nazioni Unite del 2014 stimano che nel 2050 il 66% della popolazione mondiale sarà residente proprio nelle aree cittadine. Alcune città diventano sempre più verticali con grattacieli che raggiugono altezze sempre più grandi; l'ascensore diventa il sistema di trasporto che deve e dovrà garantire il trasporto in sicurezza di miliardi di persone. Nell'ambito nazionale la situazione e abbastanza variegata con dati economici che riguardano le nuove installazioni in ripresa dopo anni di crisi.

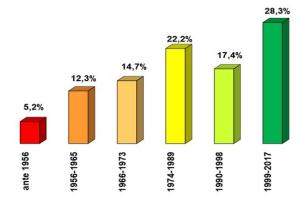


Figura 1.2: Data di costruzione degli ascensori esistenti in Italiaⁱⁱ

Il parco ascensori italiano è il più vasto, ma anche il più "anziano" in Europa, nella figura 1.2 sono indicati le percentuali di impianti installati nei vari periodi: circa 1 milione di ascensori di cui il 40% degli impianti in funzione ha più di 30 anniⁱⁱⁱ. La manutenzione obbligatoria degli ascensori ha permesso di mantenere per decenni livelli di sicurezza, affidabilità e durata notevolmente superiore ad altri mezzi di trasporto. Ogni anno si

verificano decine di infortuni sia ad addetti sia ad utenti. In genere si prevede di cambiare la propria auto dopo qualche anno, mentre si hanno attese molto più elevate per l'ascensore del condominio, aspettandosi che funzioni perfettamente sempre, senza considerare che obsolescenza crescente degli impianti installati potrebbe compromettere sempre più la sicurezza degli utilizzatori. Le moderne tecnologie consentono di superare i limiti degli ascensori più vecchi e garantire il medesimo livello di sicurezza a tutti gli utenti, riducendo il numero di infortuni. Attraverso un graduale adeguamento della sicurezza degli ascensori installati antecedentemente all'entrata in vigore della Direttiva Ascensori 95/16/CE in Italia con il DPR 162/99, si potrebbe ottenere un significativo abbattimento del numero di infortuni a utenti nel nostro Paese. In passato, a seguito dell'introduzione di nuovi regolamenti tecnici per gli ascensori, il Governo Italiano ha sempre provveduto ad integrarli con provvedimenti volti all'adeguamento del parco esistente. A titolo di esempio, si possono citare i provvedimenti legati all'introduzione del DL 600/42, del DPR 1497/63 e del DM 587/87. Simile attenzione non è, invece, stata prestata con la pubblicazione del D.P.R. 30 aprile 1999, n. 162 e s.m.i. in questo caso si è attenuto strettamente a normare gli impianti nuovi, trascurando il parco esistente. Per adeguare la sicurezza degli impianti, sono disponibili le egolamento recante norme di buona tecnica come la norma UNI EN 81-80:2009 che contiene le indicazioni necessarie per analizzare i possibili pericoli esistenti su ascensori installati fino al 1999, nonché i suggerimenti atti a rimuovere tali rischi indicandone altresì il livello di priorità. iv Attualmente le società di manutenzione dispongono di un ampio gruppo di "macchine" eterogeneo, cioè ascensori realizzati in tempi diversi con caratteristiche molto diverse, da seguire e potrebbe non essere in grado di eseguire con la dovuta precisione le pratiche di manutenzione. Valutare questi impianti e determinare le relative condizioni può diventare estremamente difficoltoso avendo ascensori nuovi o estremamente vecchi. Gli impianti installati prima del 2017 non sono dotati delle moderne tecnologie in grado di garantire il livello di sicurezza minimo richiesto dagli standard Europei Nuova Direttiva Ascensori 2014/33/UE, ad esempio ai sistemi di chiamata d'emergenza, ai sistemi di chiusura delle porte automatiche e al livellamento tra pavimento cabina e piano di sbarco. Il passaggio significativo è modernizzare l'impianto ascensore ricordando che lo sviluppo tecnologico nel campo dell'informatica e dell'elettronica ha prodotto profondi cambiamenti in tutti i settori dell'ingegneria e nella manutenzione. La sempre più capillare diffusione della rete ha permesso di delocalizzare le informazioni senza perderne l'accessibilità. Le ricadute nel mondo della manutenzione sono state notevoli e profonde. Si è passati dalle procedure off site, con interventi saltuari da parte di personale specialistico, all'on site, sviluppando competenze interne all'azienda, al real-time introducendo determinati sensori ed amplificatori dei "segnali deboli" e fino a giungere all'on line ovvero alla possibilità di condividere in tempo reale parametri operativi, mutuati dall'impianto con esperti o consulenti. Nasce così la possibilità di creare competenze condivise a livello web, con diversi livelli di accesso e di autorizzazioni. Si può ipotizzare di creare un primo livello di informazioni accessibili solo da personale aziendale o da consulenti legati all'azienda, mentre un secondo step privo di informazioni strategiche a tutti, proprietari o semplici fruitori. Questo approccio permetterebbe di condividere i dati inerenti a un particolare asset a livello mondiale, aumentandone la conoscenza diffusa e permettendo la ricerca di soluzioni efficaci, testate e disponibili velocemente. Le prospettive legate allo sviluppo di tali tecnologie, grazie a palmari, sensori RFID (Radio-Frequency IDentification), ossia identificazione a radiofrequenza si intende una tecnologia per l'identificazione e/o memorizzazione automatica di informazioni inerenti ad oggetti, animali o persone, strutture web-server autonome (...), sono assai entusiasmanti e fanno prevedere la possibilità di grandi sviluppi diagnostici, a costi sempre più contenuti. In particolare l'accesso continuo alle informazioni già strutturate, la loro replicabilità e delocalizzazione permettono di immaginare un team di manutentori esperti, che dalla sede centrale dell'azienda è in grado di controllare tutto il parco macchine. Lo sviluppo di tali tecnologie consente di ipotizzare possibilità enormi, e ottenere tutti i miglioramenti agognati sulla gestione informazioni possono essere soddisfatti, tanto che si ritiene di essere in un periodo d'oro per reinvestire sulla risorsa umana. Non ci troviamo più nella condizione di avere gruppi di esperti "replicati" e divisi equamente presso ogni sede, cioè un tecnico vicino fisicamente alla macchina, e la necessità di raggruppare gli assets in vincoli spaziali stringenti, ma dei team dal potenziale maggiore delle singole competenze. La vicinanza fisica tali figure gestionali, associata alla contiguità "virtuale" dei macchinari, permetterebbe una crescita culturale e di competenze che l'azienda può sfruttare al meglio. Soprattutto in un'ottica di crescita intellettuale, mirando a centri in grado di far crescere giovani leve in comunione con il team di esperti. L'inutilità di continui spostamenti libera risorse in grado di concentrarsi sui reali problemi e sulle azioni correttive. La raccolta ed il trasferimento dati ormai non presenta difficoltà. Non abbiamo più bisogno dell'utile ma ormai sorpassata pratica del data entry che ha permesso, mediante un passaggio storicamente fondamentale, di trasformare le informazioni da analogiche, su carta, o rilevate da manometri, spie, etc., in digitali, ma sempre soggetto ad errori umani. Il macchinario di moderna progettazione è in grado di restituire i propri parametri di funzionamento in formato digitale, per i sistemi non così avanzati esistono e sono stati sviluppati strumenti che si occupano espressamente di questa attività: data logger. Abbiamo sviluppato con i RFID la possibilità di etichettare e tracciare a costi irrisori qualsiasi oggetto fisico presente, trasformandolo "quasi per magia" in una entità digitale/virtuale in grado di comunicare con il sistema informatico, sorpassando lo spinoso problema dell'identificazione e localizzazione del bene.

2. IMPIANTO DA CONTROLLARE

L'ascensore. Gli ascensori, istallati, si dividono in due grandi categorie: elettrici, in gergo "a fune", ed oleodinamici, detti "idraulici". Tra gli elevatori elettrici è possibile distinguere gli impianti tradizionali, a singola o doppia velocità con locale macchina sopra al vano e motore asincrono trifase, dagli impianti di "nuova generazione" ovvero senza locale macchine dedicato e con motore sincrono "gearless" a magneti permanenti controllato in frequenza e tensione ^v.

2.1 Ascensore elettrico tradizionalevi

Gli ascensori elettrici tradizionali, detti banalmente anche a fune, possono a loro volta esser suddivisi in diverse tipologie; quelli più comuni, detti a frizione, con trazione diretta, sono realizzati schematicamente come segue figura 2.1.

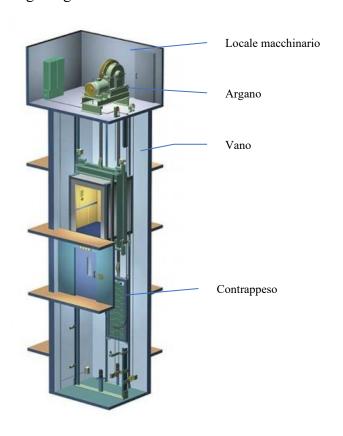


Figura 2.1: Schema ascensore elettrico tradizionale.

In un locale macchine posto alla sommità del vano ascensore è istallato un argano (cioè un motore elettrico connesso ad un riduttore meccanico, avendo in comune l'albero veloce); la puleggia connessa all'albero lento dell'argano trascina per attrito (frizione) un sistema di funi alle quali sono fissate da una parte la cabina e dall'altra il contrappeso, entrambi posti nel vano; le funi attraversano la soletta portante del locale macchine tramite appositi fori praticativi. Sia la cabina che il contrappeso si muovono verticalmente nel vano scorrendo su due coppie di guide metalliche. Il motore dell'ascensore elettrico tradizionale è a corrente alternata, di tipo asincrono trifase con rotore in corto circuito. Fino alla metà degli anni 70, quasi tutti gli ascensori erano a frizione con trazione diretta e semplice motore asincrono con un solo avvolgimento di statore: dunque tale impianto e la maggioranza degli impianti tuttora esistenti hanno tali caratteristiche, viaggiava a singola velocità, piuttosto limitata, quanto permesso dall'incapacità di regolare la decelerazione al piano; quando la cabina si avvicinava al piano d'arrivo, il motore veniva disinserito ed un freno a ceppi elettromeccanico interveniva frenando la cabina. Tale diffuso ma rozzo sistema non garantiva ovviamente un buon confort di marcia con brusche accelerazioni e decelerazioni; determinava inoltre una notevole usura meccanica dell'argano e dunque frequenti interventi di manutenzione. La precisione della livellazione al piano era piuttosto approssimativa, legata al variare del carico ed anche della temperatura ambiente. Tutto ciò era considerato però accettabile e di fatto lo è tuttora nella maggior parte dei vecchi edifici. Tale elementare tecnologia è stata col tempo superata utilizzando motori sempre asincroni ma a doppio avvolgimento.

$$n=60 \times f/p$$

n= numero di giri motore; f= frequenza; p= coppie polari

La presenza del numero di poli p al denominatore della formula che calcola la velocità del motore in funzione della frequenza di alimentazione, fa sì che all'aumentare del numero dei poli la velocità diminuisca in proporzione. All'avvicinarsi del piano d'arrivo l'alimentazione viene commutata all'avvolgimento col maggior numero di poli e ciò determina una velocità minore di avvicinamento al piano d'arrivo, normalmente 4 volte inferiore alla normale. Il freno interviene sul tamburo poco dopo, in modo meno violento rispetto al caso precedente di singola velocità, in quanto la velocità è già stata rallentata. Dunque in questo caso, si passa da una grande ad una piccola velocità e infine all'arresto completo; i dislivelli di fermata al piano sono minori a causa della minore velocità dell'impianto quando arriva al piano ed il confort di marcia è sicuramente maggiore. Attualmente una buona metà del parco ascensori italiano esistente è a fune a singola o doppia velocità. Quali sono i vantaggi di tale

tecnologia rispetto alla diretta concorrente, cioè l'oleodinamica? La corsa ottenibile con tale tipo di elevatore è abbastanza superiore rispetto ad un impianto idraulico (vedi più avanti), in teoria anche di molto non essendovi la limitazione della lunghezza del pistone; in pratica non troppo perché ad 1 m/s non si riescono a servire in un tempo accettabile più di 10 piani circa, pari a circa 30 metri di corsa (per edifici di altezza superiore occorre aumentare anche la velocità passando ad un'altra tipologia di elevatore). La velocità ottenibile è superiore rispetto ad un idraulico, che tipicamente viaggia a non più di 0,50-0,63 m/s, ma di fatto non di molto, perché per gli utenti in cabina lo strappo al cambio di velocità e alla fermata è eccessivo con velocità normali superiori ad 1 m/s. Il confort di marcia, la rumorosità ed il consumo energetico in un ciclo completo è del tutto paragonabile mentre il costo è leggermente superiore per la presenza dell'argano, del contrappeso e delle sue guide metalliche. Il traffico che è possibile smaltire risulta decisamente superiore (sono normali i 90-100 avviamenti orari). La presenza della massa di bilanciamento fa sì che l'impianto a fune abbia una corrente di spunto minore in assoluto ed è pertanto consentito l'allacciamento ad una fascia di potenza normalmente minore, a parità di portata e velocità. Il consumo energetico effettivo, in un ciclo completo, al di là delle penalizzazioni previste dall'azienda erogatrice è invece del tutto comparabile. Uno svantaggio dell'impianto elettrico tradizionale ad una/due velocità rispetto all'idraulico è la presenza necessaria di un locale macchina posto sopra al vano ascensore, sgradita ai costruttori edili per ragioni tecnicheeconomiche ed anche alla autorità pianificatrici in urbanistica per ragioni probabilmente estetiche. I pesi dell'impianto non sono scaricabili direttamente alla base ma gravano sulla soletta in cemento armato dove appoggia il motore, con aggravio delle sollecitazioni statiche e dinamiche sulle strutture portanti dell'edificio. Un ulteriore elemento di svantaggio dell'impianto elettrico rispetto all'idraulico, è che quest'ultimo può disporre di un semplice ed economico sistema di ritorno automatico al piano in caso di mancanza di corrente perché la discesa avviene sempre per gravità; tale sistema è invece abbastanza costoso per l'impianto a fune perché necessita di un costoso ed ingombrante pacco batterie + ondulatore per rialimentare il motore. Nell'impianti di nuova costruzione, la tecnologia dell'impianto elettrico a due velocità con locale macchine posto superiormente al vano corsa e semplice motore asincrono trifase è decisamente superata. Il sistema a doppia polarità, pur presentando i notevoli vantaggi descritti, garantisce pur sempre una variazione di velocità di tipo discreto, a scalino. Lo sviluppo negli ultimi anni dei transistor di potenza ha consentito di realizzare sistemi elettronici di regolazione continua della velocità mediante variazione della tensione e della frequenza d'alimentazione, applicabili a motori sincroni/asincroni trifasi AC ad un solo avvolgimento. Semplificando al massimo, si basano sul principio che la velocità di rotazione di un motore elettrico è direttamente proporzionale alla frequenza della corrente alternata: se prelevando i 50 Hz della rete, si è in grado di modificare questa frequenza, così è possibile controllare la velocità del motore. Modificando anche la tensione di alimentazione, si regola anche la coppia al variare del numero di giri del motore. Tali apparecchiature si chiamano inverter. La tecnologia VVVF (Variable Voltage Variable Frequency), è applicabile, ovviamente sui nuovi impianti veloci, anche sugli argani esistenti con motore asincrono trifase e consente con ottimi risultati di elevare il confort di marcia dei vecchi impianti mono-velocità e ridurne sia l'usura meccanica che il consumo energetico.

2.2 Ascensore elettrico MRL con motore "gearless" vii

Nel mercato dei nuovi impianti a fune oggi si è affermata la soluzione con motori sincronia magneti permanenti, alimentati in alternata, privi di riduttore, in gergo gearless, e controllati con sistema VVVF, che anche per ragioni di minor ingombro vengono istallati nel vano ascensore, determinando un impianto di tipo MRL, (Machine-Room-Less), cioè privo di locale macchina. Nella figura 2.2 lo schema di un ascensore MRL a fune, argano e inserito all'interno del vano di corsa, in questo caso in testata e fissato sopra le guide, il quadro di manovra normalmente è installato in adiacenza della porta del pino più alto servito.

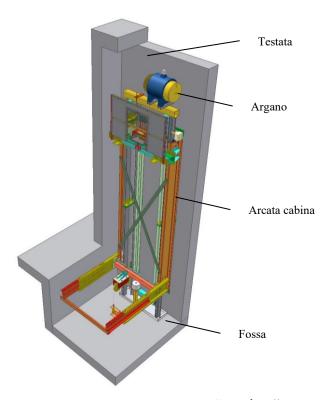


Figura 2.2: Schema ascensore elettrico MRL "gearless"

La ragione prima dell'adozione di tale tipo di macchinario in questa soluzione è stato il suo scarso ingombro nel senso assiale, che ha consentito materialmente la sua facile istallazione in un vano di dimensioni standard. Il peso del macchinario e dell'impianto, può esser scaricato in basso attraverso le guide e non c'è più la necessità di predisporre un antiestetico locale macchina che fuoriesce dalla sommità dell'edificio. Il quadro di comando è posto invece solitamente fuori al vano, generalmente a fianco della porta ascensore al piano estremo in alto. I vantaggi di tale tipologia di impianto MRL sono numerosi: l'azionamento VVVF è estremamente efficiente perché alimenta il motore con i parametri di corrente e tensione necessari istante per istante rendendo le prestazioni dell'ascensore indipendenti dal carico in cabina. Offrendo precisioni di fermata e livellamento altissime e stabili nel tempo. Il confort di marcia è notevole e sicuramente superiore rispetto ai tradizionali impianti elettrici ed idraulici per via delle accelerazioni e decelerazioni non discrete ma continue; anche viaggiando a velocità alte, sopra ai 2 m/s, non si avverte alcun jerk, vibrazione oscillazione. L'ascensore MRL permette di smaltire senza problema un traffico anche molto intenso, sono adatti dunque per l'alto numero di avviamenti orari tipico di uffici ed alberghi. L'assenza di riduttori e fattori di potenza prossimi all'unità contribuiscono ad eliminare le perdite energetiche del sistema ed aumentarne l'efficienza, il fattore di potenza di un semplice motore asincrono è invece basso. Il rendimento energetico dei motori controllati in frequenza è superiore, la dissipazione in calore minore e non spreca energia in frenature meccaniche; la corrente di spunto è minimizzata anche per la presenza del contrappeso per cui vi sono vantaggi sia quanto a potenza impegnata sia quanto ad effettivo consumo energetico in marcia. L'usura meccanica dell'argano è ben inferiore rispetto al caso tradizionale perché il freno interviene solo per questioni di sicurezza quando l'impianto è già fermo. Possono superare qualsiasi altezza ad alta velocità. I motori sincroni gearless presentano indubbiamente eccellenti livelli di rumorosità ed assenza di vibrazioni che ne consentono il posizionamento all'interno del vano, a differenza degli asincroni, ben più rumorosi e di ingombranti. È assente il locale macchine MRL e peso dell'impianto è scaricabile a fondo fossa. L'impianto è pulito ed ecologico per l'assenza di olio idraulico. Viene eliminato del tutto il rischio di allagamento del locale macchine e del motore (con sostituzioni onerose) perché, a differenza dell'impianto oleodinamico, il motore è ora dentro il vano in alto sopra le guide ed il quadro tipicamente viene posizionato a fianco della porta dell'ultimo piano; l'impianto idraulico ha invece, molto spesso il locale macchine con la centralina oleodinamica nel punto più basso del palazzo, cantine/garages, con tutti i rischi del caso in zone soggette ad allagamenti. La bassa potenza impegnata rende possibile la

soluzione ascensoristica monofase, sovrapprezzo indicativo di circa euro 2000 rispetto alla soluzione standard trifase. Questi grandi vantaggi uniti ad un prezzo impianto in discesa, hanno decretato la fine della tecnologia ascensoristica idraulica, oramai in ambito residenziale obsoleta e superata. Al momento l'impianto "MRL-elettrico-gealess" rappresenta il non plus ultra della tecnologia ascensoristica.

2.3 Ascensore oleodinamico

In un moderno ascensore idraulico, o meglio oleodinamico perché il circuito chiuso è a olio minerale, non ad acqua, la cabina è collegata ad un sistema cilindro/pistone in cui viene immesso e scaricato olio minerale in pressione con una portata regolabile da una valvola; in salita una pompa elettrica posta nel locale macchina spinge il liquido dal serbatoio della centralina nel cilindro provocando l'estensione dello stelo e quindi la salita della cabina; la discesa avviene semplicemente per gravità, controllando opportunamente il deflusso dell'olio dal cilindro. La cabina ed il pistone si muovono in linea retta verticale, scorrendo sulle stesse guide metalliche. In fase d'avvicinamento al piano d'arrivo, il sistema di valvole produce generalmente il passaggio dalla velocità normale a quella di rallentamento, circa 4-5 volte inferiore, con accettabile confort di marcia e precisione di livellazione della cabina al piano. Il locale macchina, dove si posiziona la centralina idraulica ed il quadro elettrico/elettronico di manovra può non esser adiacente al vano ascensore perché è collegato a questo mediante tubazione rigida o flessibile. Ovviamente come in tutte le tipologie di ascensori, vi sono vari sistemi che garantiscono la sicurezza del sistema, in particolare contro i rischi di caduta libera della cabina, di discesa della stessa a velocità eccessiva o di suo abbassamento lento. Attualmente esistono in commercio numerosi tipi di ascensori idraulici che si differenziano per varie caratteristiche, quali: tipo di cilindro, numero di stadi, pistone telescopico o meno, il numero di pistoni, la posizione degli stessi rispetto alla cabina, centrale, laterale, l'azionamento diretto o indiretto mediante funi, la presenza o meno della massa di bilanciamento ecc. Per motivi tecnico-economici, si sceglie nella maggior parte dei casi di rinunciare a bilanciare le masse in movimento con contrappesi e tutti i carichi dell'impianto vengono trasmessi alle fondamenta dell'edificio dalle guide e dal cilindro stesso, senza così gravare sulla struttura. La configurazione di gran lunga più utilizzata in Italia per costruire impianti oleodinamici che coprono il range di corse e velocità più comuni, tra 3 a 6-7 piani, da 0,1 a 0,6 m/s, consiste in un cilindro sistemato lateralmente nel vano con una puleggia montata all'estremità dello stelo. La cabina scorre su guide disposte sullo stesso lato del vano lateralmente al pistone ed è sostenuta da funi che si avvolgono sulla puleggia e vengono poi attaccate ad un punto fisso della fossa, soluzione viene detta taglia rovescia e l'azionamento viene detto indiretto laterale. In questo modo non è necessario realizzare fori nella fossa per il pistone e tutti gli ingombri della parte meccanica vengono raggruppati in un solo lato del vano, necessario per l'apertura e la chiusura delle porte, automatiche e telescopiche, di piano e di cabina, consente una grande flessibilità nella scelta dei layout di cabina ed accessi. Una soluzione recente ed innovativa è quella che prevede l'istallazione della centralina, del quadro di manovra e degli interruttori elettrici all'interno di un apposito armadietto di ingombro limitato larghezza circa 80-90 cm, 30-40 cm di spessore per due metri di altezza. Nella figura 2.3 lo schema di un ascensore idraulico in taglia 2:1 e l'armadio macchinario che racchiude la centralina oleodinamica e il quadro di manovra.

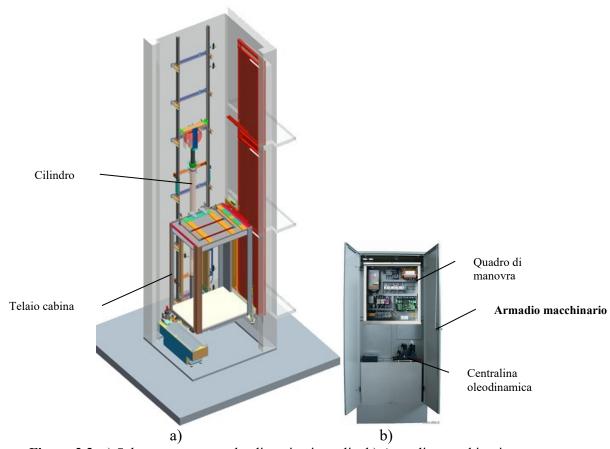


Figura 2.3: a) Schema ascensore oleodinamico in taglia b) Armadio macchinario

Tale armadio, che elimina la necessità di predisporre un locale dedicato, può esser posizionato adiacente al vano corsa oppure a parecchi metri di distanza dallo stesso. Solitamente lo si pone al piano più basso e sufficientemente distante dagli ambienti abitati per ridurre il rumore e il possibile odore dell'olio. I punti di forza dell'ascensore idraulico si possono così riassumere: economicità di acquisto, l'insieme dei materiali degli impianti

oleodinamici ha solitamente un costo inferiore rispetto agli equivalenti elettrici perché composti da un numero inferiore di elementi prodotti in grande serie; facilità di montaggio, con possibilità di montare tutti gli organi meccanici al piano più basso, senza necessità di posizionare grandi masse sospese nella sommità del vano corsa, e di collegare agevolmente centralina e pistone mediante tubo flessibile. I tempi di installazione sono decisamente ridotti rispetto ad un impianto elettrico e dunque i relativi costi di manodopera per il cliente finale. Funzionalità è meno costoso nella fase di manutenzione ordinaria rispetto ad un elettrico MRL, basti pensare alla durata e sostituzione delle funi, il giro di funi sulle pulegge dei motori elettrici riduce la vita delle stesse a circa la metà della durata delle funi su ascensori oleodinamici il cambio funi è abbastanza costoso in quanto tecnicamente complesso. Nei punti di forza di tale tipologia di impianti ricordiamo: la possibilità di realizzare impianti di qualsiasi portata, purché di corsa breve; precisione di azionamento e di fermata/livellamento con un buon confort di marcia; flessibilità nella scelta della configurazione dell'impianto dato il ridotto ingombro degli organi meccanici ed assenza di contrappeso. Si possono realizzare anche tre diversi accessi sui tre diversi lati del vano non occupati dalla parte meccanica. Si possono istallare le apparecchiature di comando e controllo in un armadietto di ingombro assai ridotto e non necessariamente a contatto col vano corsa, in posizione completamente indipendente da esso, sopra, sotto, a lato, abbastanza distante ecc. Si alleggerisce la struttura del fabbricato perché tutto il peso dell'impianto si scarica alla base: tale caratteristica fa sì che l'idraulico si presti bene all'istallazione in edifici preesistenti originariamente sprovvisti di elevatore e quindi non calcolati per sopportarlo. Possibilità di trasmettere potenze anche elevate. Presenta consumi energetici ridotti nella fase di stand-by, la maggior parte del tempo nel caso di palazzina residenziale di pochi livelli fuori terra, per assenza del variatore di frequenza e tensione inverter. In caso di mancanza di corrente il sistema di ritorno al piano più basso è semplice ed economico, dunque in gergo automobilistico di serie. L'impianto a fune al contrario necessita di un costoso sistema di batterie che fornisce alimentazione ausiliaria al motore, dunque in tal caso il sistema di ritorno al piano automatico è un optional. Diversi studi e molte statistiche mostrano che l'assenza di carichi sospesi rendono l'impianto idraulico più sicuro e meno vulnerabile in caso di sisma, in caso di terremoto, gli ascensori maggiormente soggetti a danni sono quelli a fune tradizionali o MRL "gearless" per i problemi che può creare il deragliamento del contrappeso il quale scorre su guide metalliche piuttosto leggerine. I principali punti deboli possono invece esser così riassunti: impossibilità per motivi tecnico-economici di raggiungere corse e velocità elevate;

l'assenza del contrappeso determina una corrente di spunto elevata, dunque l'idraulico richiede una potenza istallata più alta (anche se il consumo effettivo di corrente su un ciclo completo viene ridotto dal fatto che la discesa avviene per gravità in maniera indipendente dal carico in cabina), più che doppia rispetto ad una analoga istallazione a fune contrappesata, specie se con motore gearless. L'alta potenza elettrica impegnata è indubbiamente il limite più grande degli impianti oleodinamici i costi fissi in bolletta che aumentano. Sono più rumorosi rispetto agli elettromeccanici contrappesati con motore gearless e nei pressi del locale macchine ci possono esser cattivi odori per la presenza del fluido idraulico. Il confort di marcia, pur alto, è comunque inferiore a quello di un impianto elettrico VVVF. L'olio idraulico utilizzato è sensibile alle variazioni di temperatura e presenta un degrado esponenzialmente crescente con l'aumento di temperatura stessa: l'impianto idraulico è dunque inadatto nella gestione di un traffico intenso con molti avviamenti orari dati gli effetti negativi del conseguente riscaldamento del fluido. La centralina ed il locale macchine spesso viene posizionata nello scantinato/garage ed è soggetta ad allagamenti. Il costo di sostituzione di centralina e quadro elettrico è oneroso per il cliente, l'olio idraulico può disperdersi nell'ambiente con rischio inquinamento. L'alta potenza impegnata rende impossibile la soluzione monofase. In linea teorica, i limiti di velocità, corsa ed avviamenti orari dell'impianto idraulico potrebbero in qualche misura esser superati, ma normalmente non ve n'è convenienza economica, anche perché si presentano, col crescere della velocità, della corsa e del traffico, diversi problemi tecnici collaterali di non facile ed economica correzione. Per un numero alto di avviamenti orari possono essere installati sistemi di raffreddamento del fluido e/o di regolazione elettronica del sistema delle valvole, che limitano il degrado dell'olio, esponenziale all'aumentare della temperatura: ma in generale i maggiori costi e complicazioni del sistema vanificano i principali vantaggi dell'idraulico, costo basso e semplicità d'istallazione, e spingono nel caso di lunghe corse e necessità di velocità elevate alla scelta dell'impianto MRL elettrico con motore gearless.

2.4 Ascensore di ultima generazione

Nei paragrafi precedenti sono descritti i due tipi di ascensori con azionamento a fune (elettrico) e oleodinamico confrontandoli e sono stati introdotti gli impianti MRL soluzione più adottata attualmente. In commercio sono presenti ulteriori soluzioni studiati essenzialmente per un ridurre i consumi sempre avendo lo stesso sistema di azionamento a fune o oleodinamico. Gli ascensori di ultima generazione seguono soluzioni particolari, ad esempio oleodinamici con una massa di bilanciamento, elettrici con la fune di trazione in

anello chiuso o con recupero di energia in fase di frenata / discesa, soluzioni più costosi ma con consumi ridotti. I fabbricanti pertanto seguono solo in parte quanto prescritto dalla norma tecnica UNI EN 81-20:2014, cioè si discostano per alcuni punti della norma, e per completare l'iter di certificazione di tali ascensori, elaborano una valutazione dei rischi per la verifica dei RES (Requisiti essenziali di sicurezza) dettati dalla direttiva. Le norme non rappresentano il massimo dell'evoluzione ma seguono lo sviluppo di nuove soluzioni adottate dai fabbricanti ciò risulta evidente in tutte le modifiche apportate nel passato alla UNI EN 81.1 e UNI EN 81.2. Nell'ambito delle prossime modifiche, aggiornamento alla norma UNI EN81.20 è previsto l'introduzione delle modifiche nel limite del diametro delle funi oggi 8 mm, portando questo limite inferiore a 6 mm e ulteriore modifica nel rapporto dei diametri puleggia e fune portandolo a D/d > 33 oggi e prescritto che sia D/d > 40. Soluzioni diametro delle funi di circa 6 mm e rapporto D/d piccolo sono comunemente adottati dai costruttori di ascensori in quasi tutti gli impianti MRL, ripetendo quanto fatto in passato "la norma seguirà lo sviluppo tecnologico" iv.

3. CONTROLLARE UN ASCENSORE

3.1 Motivare la necessità del controllo in remoto

Per rispondere alla domanda perché controllare un ascensore in remoto, analizziamo dati economici del settore ascensori e la sicurezza in ambito europeo e in Italia. L'attività delle ditte ascensoristiche è divisa in tre segmenti: installazione nuovi impianti, manutenzione ed ammodernamento degli elevatori esistenti. Chiaramente i servizi di manutenzione generano ricavi durante tutta la vita di un ascensore. Il profitto nei servizi di manutenzione sta diminuendo a causa della crescita dei costi. Il costo delle ispezioni in loco, compresi i costi di manodopera, rappresenta oltre la metà del costo totale. Ridurre il numero delle ispezioni potrebbe abbassare i costi dei servizi di manutenzione, facendo aumentare il margine di profitto. Viii Di seguito i valori economici per il settore ascensore in Europa Tabella 3.1 e in particolare in Italia tabella 3.2 e le variazioni percentuali nella tabella 3.3.

I numeri del settore degli ascensori 2017 relativi a 31 paesi (fonte ELA)		
Dipendenti:	157.400	
Ascensori esistenti:	6.140.000 unità	
Scale mobili esistenti:	141.000 unità	
Nuovi impianti di risalita 2017:	140.000 unità	
Nuovi impianti di risalita 2017 (Valore):	4,9 miliardi di €	
Aggiornamento/modernizzazione 2017:	1,5 Miliardi di €	

Tabella 3.1. Valori economici del settore nel 2017 (fonte ELA)

Mercato Italiano

I numeri del settore degli ascensori	
Fatturato totale	2.371 milioni di €
Mercato interno:	1.688 milioni di €
Esportazioni:	997 milioni di €
Importazioni:	313 milioni di €
Saldo attivo della Bilancia Commerciale	684 milioni di €

Tabella 3.2. Il fatturato del settore degli ascensori nel 2017 (fonte ANIE AssoAscensori)

Variazione percentuale dei dati economici 2017/2016		
Mercato Interno	+ 2,0 %	
Fatturato Totale	+ 3,5 %	
Esportazioni	+ 4,2 %	
Importazioni	- 2,2 %	

Tabella 3.3. Variazione dei dati economici nel 2017 (fonte ANIE AssoAscensori)

L'evoluzione del mercato dell'ascensore soprattutto in funzione della maggiore attenzione al risparmio energetico. Considerando la tipologia prevalente nell'edilizia italiana, cioè la palazzina residenziale a 4/6 piani, è chiaro il successo dell'ascensore oleodinamico negli anni 90-2010 che si adatta perfettamente a tale contesto. In tali edifici infatti la corsa è naturalmente limitata e così la velocità necessaria: alla velocità media di 0,6 m/s una corsa di 12-15 metri, tipica per 5 livelli, viene percorsa nel tollerabile tempo di 20 secondi circa; è possibile limitare l'impegno di potenza necessaria a 7-9 kW anche mediante l'utilizzo di sistemi soft-starter (avviatori statici) riducendo la corrente allo spunto. Il numero di inserzioni orarie del motore è inoltre mediamente assai modesto dunque non ci sono normalmente problemi di surriscaldamento del fluido idraulico. La tecnologia idraulica è in genere preferibile anche negli impianti a corsa molto breve e di grande portata, come ad esempio negli impianti industriali, per il sollevamento di autoveicoli, ecc. La necessità di ridurre i consumi energetici ha drasticamente ridotto la tecnologia idraulica è stata quasi completamente soppiantata dall'avvento di impianti MRL gearless, anche negli edifici residenziali, con corse medio-lunghe, diciamo sopra le 4 fermate ed i 10 metri di corsa, e negli edifici non residenziali, anche con corse brevi, come uffici ed alberghi, dove il traffico può esser alto, soprattutto in certi orari entrata/uscita da lavoro ecc. Con l'impianto di tipo MRL gearless è possibile limitare l'impegno di potenza necessaria a 2,5-4 KW raggiungendo velocità di circa 1 m/s. Nel contesto Nazionale la Liguria, Piemonte e Abruzzo sono le prime tre regioni per presenza di ascensori in Italia. Più in dettaglio, in Liguria c'è un edificio con ascensore ogni 70 abitanti, in Piemonte uno ogni 106 abitanti e in Abruzzo uno ogni 109 abitanti. La Lombardia è la regione con il maggior numero di ascensori: sono oltre 80000 gli edifici che ne hanno almeno uno. Ultima in classifica, la Basilicata un ascensore ogni 225 abitanti, come da tabella 3.4.

	Regione	Edifici con ascensori	Edifici con ascensori/abitanti
1	Liguria	22279	70,5
2	Piemonte	41433	106,3
3	Abruzzo	12078	109,8
4	Lazio	52138	112,9
5	Puglia	34428	118,4
6	Lombardia	84146	118,9
7	Trentino Alto Adige	8580	123,4
8	Emilia Romagna	34956	127,2
9	Valle d'Aosta	996	127,8
10	Sicilia	37573	135,1

Tabella 3.4: Regioni con maggior numero di edifici con ascensori (fonte ANIE) ix

Quanto alle province, Aosta stacca tutte le altre di molte lunghezze (1 edificio con ascensore ogni 34,5 abitanti), seguita da Savona (1 ogni 56) e Trieste (1 ogni 58,6 abitanti) tabella 3.5.

	Provincia	Edifici con ascensori	Edifici con ascensori/abitanti
1	Aosta	996	34,5
2	Savona	4969	56,5
3	Trieste	4006	58,6
4	Imperia	3514	61,3
5	Genova	11911	71,7
6	Milano	41115	78,0
7	Bari	15494	81,6
8	Barletta-Andria-Trani	4761	82,7
9	Rimini	3909	85,8
10	Torino	24704	92,4

Tabella 3.5: Provincia con maggior numero di edifici con ascensori (fonte ANIE) Le prime tre città, invece sono Trieste, Reggio Calabria e Milano con una media tra 52 e 59 abitanti per ogni edificio con ascensore. Bari è al 4° posto (uno ogni 60 abitanti), quinta è Torino (un ascensore ogni 62) come da tabella 3.6.

	Città	Edifici con ascensori	Edifici con ascensori/abitanti
1	Trieste	3928	52,0
2	Reggio Calabria	3178	57,6
3	Milano	22931	58,7
4	Bari	5384	60,6
5	Torino	14328	62,2
6	Parma	2927	65,9
7	Verona	3831	67,5
8	Brescia	2823	69,6
9	Genova	8166	71,8
10	Messina	3268	73,0

Tabella 3.6: Città con maggior presenza di ascensori (fonte ANIE)

Gli ascensori più "vecchi" si trovano in Puglia, con una media di quasi 19 anni di età. Un po' più recenti sono gli impianti in Veneto con una media di 13 anni. Il maggior numero di interventi di manutenzione si verifica in Puglia con 6 interventi in media per ascensore all'anno, dato chiaramente legato ad impianti che sono più vecchi, Lazio e Toscana con 4. Per chiarire tali aspetti possiamo introdurre il tasso di guasto si rappresenta nella letteratura con la lettera λ indica il numero di guasti nell'unità di tempo λ [guasti /unità di tempo]. Nel nostro caso per la regione Puglia scegliendo il dato medio di intervento paria 6 e il periodo di riferimento di 1 anno, il tasso di gusto è paria a: $\lambda = 6$ [guasti /anno]

Volendo avere un indice di affidabilità di un tale impianto possiamo scrivere MTBF "mean time between failure" si rappresenta con la lettera m $m = \frac{1}{\lambda}$ [unità di tempo /tasso di guasto] che indica il tempo medio tra due guasti:

$$m = \frac{1}{\lambda} = 0.166$$
 [anno /tasso di guasto]

nel caso analizzato il tempo medio tra due guasti e di circa 61 giorni. Questo dato dovrà essere valutato nel tempo per decidere eventuali sostituzioni e ammodernamenti.

I motivi principali dei fermi impianto sono guasti alle porte, schede elettroniche bruciate, bottoniere usurate, ecc. in genere dovute proprio ad impianti vetusti. E in media un condominio può arrivare a spendere per la manutenzione straordinaria dell'ascensori anche più di 2000 € l'anno. È stato stimato che ogni anno si accumulano 190 milioni di ore di fuori servizio a livello mondiale, di cui 11 milioni di ore in Italia. Questo significa che nel nostro Paese un ascensore sta fermo per guasti mediamente 4 giorni e mezzo all'anno. Da quanto rilevato sono proprio gli impianti elevatori più vecchi e non rispondenti allo stato dell'arte a causare il maggior numero di incidenti: tra il 2010 e il 2015 si sono verificati 24 infortuni mortali e numerosi infortuni anche gravi che hanno coinvolto gli utenti, con un impatto non noto al pubblico ma sicuramente alle assicurazioni e alle istituzioni pubbliche. La manutenzione impianti ascensori è la parte più importante dopo la progettazione, attualmente ci avvaliamo della manutenzione reattiva: c'è un guasto, si chiama il tecnico che fa la verifica, se ha il componente provvede alla riparazione / sostituzione del pezzo subito, altrimenti procede con l'ordine con protrarsi dei tempi di fermo impianto. Nell'ottica della riduzione dei consumi pensando che gli ascensori del futuro è un ascensore consuma il 10% dell'energia totale di tutto l'edificio. Se si pratica una buona e costante manutenzione si può consumare il 27% in meno di energia^{xi}. Un ascensore moderno, fatto con materiali ultra leggeri, elettronica intelligente che lo mette in standby se inutilizzato e con sistemi che recuperano l'energia in frenata, può garantire al condominio fino al 50% di risparmio

energetico. xii Il servizio di manutenzione predittiva e preventiva per gli ascensori può ridurre del 50% i tempi di fermo impianto. Sarà necessario collegare in rete degli ascensori in modo da monitorarne da remoto lo stato dell'impianto e intervenire tempestivamente. Impianti ascensori nuovi e una corretta manutenzione possono garantire un buon risparmio energetico.

NUMERI DI UNA ORGANIZZAZIONE DI MANUTENZIONE		
Tempi morti	Trasferimento del manutentore sul posto con automezzo	
•	(media di 6' per impianto o gruppo di impianti)	
	Tempo di parcheggio	
	Tempo per entrare nell'edificio e reperire le chiavi del locale	
	macchine	
	In tutto: una media di 20' per impianto o gruppo di impianti	
Tempi necessari ai controlli	Nel locale macchine: dai 5' ai 10'	
	Sul tetto di cabina: dai 3' ai 10'	
	Nella fossa del vano: dai 3' ai 4'	
	Nella cabina: dai 4' ai 6'	
	Ai piani: dai 25' ai 40'	
	In totale: dai 30' agli 80'	
Oneri diretti accessori	Aggiornamento e formazione del personale: ca.+ 2.5%	
	Circa 40 ore ogni 12 mesi	
Costi per la sicurezza del lavoro:	Quasi 700 Euro annui per dipendente il rinnovo	
	dell'attrezzatura, e costi di aggiornamento e visite mediche	
	obbligatorie: in totale circa + 5.5%	
Qualificazione ISO 9000, ove	Dall'1% al 2%	
presente (volontaria):		
Costi diretti:	Ammortamento e manutenzione dell'automezzo, carburante,	
	parcheggio, lubrificanti, detergenti, materiali di consumo	

Tabella 3.7: CCIAA Ancora, a cura dell'ing. Paolo Gabrielli"xiii.

Nella tabella 3.7 l'ing. Paolo Gabrielli ha individuato "i numeri" della dell'attività di manutenzione su un impianto in Italia. La manutenzione in termini di tempo e costi per un ascensore elettrico con cinque fermate analizzato dalla CCIAA Ancora e pubblicati in un congresso dell'associazione Anacam individuando un tempo medio di intervento con la gestione di manutenzione di tipo reattiva. Se si assume una media anche solo di 45' per i controlli per un impianto semplice e (assumendo anche che una parte di impianti siano in gruppo) di 15' di tempi morti tra un impianto ed un altro, ciascun tecnico può verificare un massimo di 8 impianti al giorno e di 176 al mese. In effetti, tenendo conto delle caratteristiche e soprattutto di età (e usura) del parco ascensori italiano, si può affermare che, per un buon servizio, questi tempi siano mediamente insufficienti, così come questa organizzazione. Un ascensore italiano medio può effettuare in un anno 50000 corse. Riprendendo i dati riportati in precedenza con tre guasti mediamente all'anno, la probabilità che l'ascensore si guasti si può considerare di circa una volta ogni 15000 corse, avere un guasto non significa implicitamente incidente. Ammettendo un intervento entro 4 ore, e un

tempo necessario per la riparazione di 2 ore, il tempo di fermo sarebbe di 6 ore per guasto, e, in un anno, di 18 ore, pari al 2 per mille del tempo potenziale di servizio dell'impianto. Uno studio di settore afferma che i 3 guasti medi all'anno sono correlati ad una manutenzione preventiva di qualità media e di durata totale di circa 12 ore all'anno, frequenza di visita di circa 9 volte all'anno. Secondo lo stesso studio, il rapporto inverso tra frequenza di manutenzione e numero di guasti è più che proporzionale: un aumento o diminuzione della frequenza di visita dell'8%, una visita in più o in meno all'anno, determina una diminuzione o aumento del 18% del numero medio di guasti. Dopo avere analizzato i dati relativi ai gusti proviamo ad analizzare i dati degli incidenti in Italia, come primo appunto è che non sono purtroppo disponibili statistiche ufficiali da ritenersi affidabili sui sinistri o infortuni. In Italia con esiste una banca dati nazionale ufficiale degli ascensori e degli incidenti che arrivano a coinvolgere utenti e manutentori. Unici dati su incidenti sono forniti da associazioni di categoria come la ELA (European Lift Association) che raccogli dati al livello europeo e in Italia la Assoascensori. In Europa in merito agli incidenti avvenuti con impianti ascensori non esiste una strategia comune, ogni nazione ha deciso di occuparsi in modo più o meno ufficiale. Considerando valido il dato tedesco, di circa 0,12 infortuni all'anno ogni 1000 ascensori, avremmo in Italia circa 100 infortuni all'anno, di cui alcune unità, tra personale ed utenti, sono mortali. È un rischio mediamente basso, ma non nullo! Ricordiamo qualcosa di ovvio gli incidenti costano e devono essere evitati.

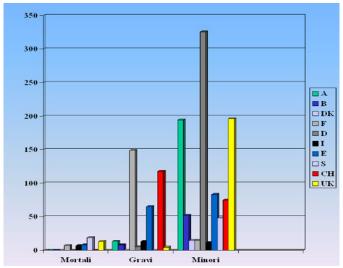


Figura 3.1: Dati degli incidenti su gli ascensori in Europa (fonte ELA)

Nella figura 3.1 il diagramma dei dati forniti dalla European Lift Association - ELA che individua in ordinate il numero di incidenti e in ascissa differenziati in mortali; gravi e minori per i vari paesi della comunità europea. Per ottimizzare le prestazioni, la sicurezza e costi si rende necessario investire per la manutenzione preventiva, minori saranno quelle

destinate alla risoluzione dei guasti, che oltre tutto sono costi imprevisti e imprevedibili. Il costo e quindi il prezzo medio di un intervento su guasto sono superiori a quello di una visita di manutenzione preventiva, se non altro perché dura in media il doppio, ed è effettuato da personale più specializzato e più costoso. Si può dedurre che, in un impianto medio visitato 9 volte all'anno e con 3 guasti, circa il 60% del costo finale sia rappresentato dalla manutenzione preventiva ed il 40% da quella correttiva. In un impianto che avesse 5 guasti all'anno, i costi straordinari di manutenzione correttiva supererebbero quelli della preventiva. In un impianto che con 12 visite all'anno si guasta in media 1,5 volte, i costi straordinari di manutenzione correttiva non supererebbero il 20% dei costi totali, ed il risparmio rispetto al caso precedente sarebbe di oltre il 40% solo in manodopera. La manutenzione preventiva prolunga anche la vita dei componenti dell'impianto. Con un buon servizio, solo una percentuale di interventi su guasto intorno al 15% comporta la sostituzione di un componente dal costo rilevante. Un impianto media, che si guasti 3 volte all'anno, la sostituzione di un componente rilevante avviene meno di una volta ogni due anni; su un buon impianto, ogni 4 anni. Dal punto di vista dei tempi di intervento, l'effetto della disponibilità immediata di ricambi sarebbe secondario: se anche si impiegassero ad es. due giorni a reperire il ricambio, il tempo medio di fuori servizio passerebbe dal 3 a 5 giorni all'anno. In realtà, l'elemento critico di una organizzazione di manutenzione correttiva, la riparazione, non è tanto la disponibilità di un magazzino di ricambi, quanto la presenza di personale adeguato in numero e capacità. Se è vero che ogni intervento su guasto richiede in media circa 120' per essere eseguito, e la difficoltà di pianificarli sul territorio impone un tempo morto di trasferimento e parcheggio di 60', un tecnico potrebbe eseguire meno di 3 interventi al giorno. Un parco di 1000 impianti medi con 3 guasti all'anno ciascuno dovrebbe disporre di almeno 4 tecnici riparatori, per intervenire in tempi e modi soddisfacenti Impianti critici (dati forniti da uno studio aziendale per il 2003)^{xiv}.

3.2 Durata tecnica dell'ascensore

Quando un ascensore presenta stabilmente una difettosità con frequenza media di guasto dell'ordine di uno al mese, i costi straordinari lievitano ed andrebbe presa in considerazione la sostituzione completa dell'impianto. In Italia, ogni anno, vengono totalmente sostituiti circa lo 0,5% degli ascensori in servizio; ciò corrisponde a regime ad una vita media presunta dell'impianto di circa 200 anni. Ricordando il tasso di guasto introdotto precedentemente, di cui riportiamo un tipico digramma per una macchina figura 3.2

individua già con una vita media di 50 anni che venga raggiunto e superato il limite di sicurezza, quindi un numero sempre maggiori di fermi ma anche possibili incidenti.



Figura 3.2: Diagramma tipico del tasso di guasto in funzione del tempo

Quale alternativa? Sostituire gli ascensori dopo 30 anni? O piuttosto mantenerli sempre efficienti? Un guasto su dieci circa comporta l'intrappolamento di persone in cabina. A seconda della difettosità dell'impianto, l'evento avviene perciò in media una volta ogni diversi anni. Il DPR 162/99 e s.m.i art. 2, prevede che il manutentore provveda alla manovra di emergenza che, in caso di necessità, può essere effettuata anche da personale di custodia istruito per questo scopo. Oggi molte aziende sono impegnate a ricostituire i loro processi aziendali precedentemente frammentati, estendendo le responsabilità del personale e focalizzandosi non più sul compito specifico ma sul risultato ultimo del processo. Il fattore di successo diventa il cambiamento ed in modo particolare la rapidità con cui questo avviene per garantire la possibilità di competere. In questa seconda rivoluzione, particolare importanza ricopre la funzione della manutenzione.

3.3 La manutenzione negli impianti ascensori

Macchinari ed impianti devono essere manutenuti per governare pienamente le loro funzioni durante tutto il loro ciclo di vita. Questo può essere fatto attraverso quattro fondamentali strategie di manutenzione: la manutenzione a guasto o correttiva o reattiva, la manutenzione programmata o preventiva, la manutenzione predittiva, la manutenzione migliorativa o proattiva. Ognuna di queste strategie ha un posto all'interno di un piano ottimizzato di manutenzione, ma la distribuzione del loro mix dipende da molti fattori, tra cui: il tipo di apparecchiature, il contesto operativo, sia di condizioni ambientali prevalenti, disponibilità delle risorse di manutenzione, conformità a regole di sicurezza e di salute; praticabilità, in generale, costo. Ogni strategia di manutenzione ha dei vantaggi e degli svantaggi quando realizzata non in modo corretto. Per esempio, se si vuole manutenere una qualunque lampadina, la strategia della manutenzione a guasto risulta la più economica e pratica. Se si considera un sistema di frenatura è consigliabile

una strategia alternativa, ad esempio la manutenzione programmata. L'ascensore è realizzato da vari componenti come la lampadina del vano o della cabina ma anche da sistemi frenanti o elettrovalvole, pertanto è necessaria una manutenzione che integri la manutenzione a guasto e quella programmata. Analizziamo le quattro strategie, partendo dalla manutenzione a guasto o reattiva. È il manutenere un'apparecchiatura quando ha un problema per ripristinare la sua funzionalità. In altri termini rimpiazzare o riparare un'apparecchiatura a seguito di un problema. È la strategia di default. Normalmente, la manutenzione reattiva incoraggia la sindrome del "Pompiere" rispondi velocemente e lavora furiosamente. Vantaggi: non richiede particolari cure preventive degli impianti, non richiede particolari gestioni se non l'organizzazione del lavoro e del magazzino, se applicata correttamente, può essere economica. Svantaggi: nessuna segnalazione di guasto, può presentare significativi rischi per l'ambiente e la sicurezza, fermi impianto non controllati, i fermi sono inaspettati; perdite un inevitabile aumento dei costi, esigenza di avere un numeroso team di manutenzione in standby, se non si conosce il tipo di guasto, è necessario un team di manutenzione in grado di riparare qualsiasi tipo di apparecchiatura, possono succedere problemi secondari o derivati, consistente magazzino ricambi. Manutenzione programmata o preventiva è la manutenzione degli impianti a tempo fisso / su base del calendario, su ore di funzionamento. Strategia per migliorare una situazione da sindrome del Pompiere. Manutenere le apparecchiature prima del guasto per prevenire il guasto stesso. La manutenzione preventiva è la strategia più comunemente applicata per ridurre la manutenzione reattiva. La semplice struttura di pianificazione della forza lavoro e dei ricambi rende questa strategia attraente per il management di manutenzione. Inoltre, possono essere svolti i vari controlli sulla sicurezza degli impianti. Vantaggi: riduce i guasti, utilizzo della forza lavoro in modo pianificato con contratti ad hoc, il lavoro può essere ben pianificato in anticipo. Svantaggi: l'attività di manutenzione ed i costi associati aumentano. Può essere applicata in modo efficace solo dove esistono dei deterioramenti che dipendono dall'età. L'attività di manutenzione può essere a volte causa di difetti, possono essere sostituiti componenti ancora nel pieno della loro vita utile. Occorre invece la manutenzione preventiva, con un sistema che riceva tutte le informazioni degli impianti da condividere in un cloud, dove poter individuare i possibili vizi presenti e di conseguenza organizzare i tecnici da mandare sul luogo prima che il guasto si concretizzi. Manutenzione predittiva manutenere le apparecchiature in base alla loro condizione conosciuta. È un attraente concezione in cui l'azione di manutenzione viene eseguita solo quando la conoscenza dello stato dell'apparecchiatura indica che un guasto che ne

pregiudica la sua funzione è imminente. Sebbene il lavoro di manutenzione sia spesso correttivo, la capacità di pianificare il lavoro stesso lo rende preventivo. Vantaggi: non quantificabili, maggiore motivazione della forza lavoro dovuta ad una maggiore competenza e professionalità, possono essere rilevati i guasti imminenti delle apparecchiature con i seguenti benefici, le apparecchiature possono essere fermate prima di guasti più severi o la reale causa del guasto può essere analizzata; a seguito dell'identificazione del guasto è possibile pianificare una modifica del progetto. Svantaggi: differenti organizzazioni potrebbero avere ragioni per non realizzare una manutenzione predittiva, solo svantaggio risulta essere costosa se non implementata correttamente. Manutenzione proattiva, progettare o riprogettare l'apparecchiatura per eliminare i guasti alla loro radice in modo da eliminare o ridurre l'esigenza di manutenzione. Riprogettare un'unità è parte di una funzione di manutenzione. Le strategie viste in precedenza richiedono un grado di ripetibilità e sono orientate a rispondere od anticipare un guasto in modo efficace. Per contro, riprogettare, per eliminare i guasti è, o dovrebbe essere un'attività One-Off. Inoltre, l'applicazione di una manutenzione proattiva è un'opportunità importante per il miglioramento degli impianti. Vantaggi: attività One – Off, una tantum; riduce i guasti, orientata ad aumentare la produzione, elimina o riduce la necessità di manutenzione. Svantaggi: le riprogettazioni sono costose; fermi impianti lunghi per l'applicazione della riprogettazione; effetti domino sconosciuti. Confronto di politiche di manutenzione diverse: un programma di manutenzione preventiva comporta dei costi legati alle operazioni di ispezione e di intervento nonché al personale generalmente ben addestrato. Questi costi sono giustificati fino a quando consentono un risparmio rispetto al costo di un eventuale fermo macchina.

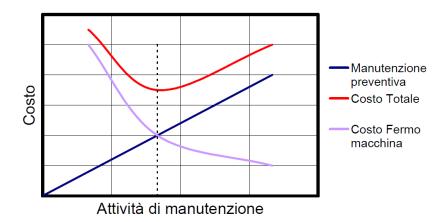


Figura3.3: Andamento tipico dei costi di manutenzione

Facendo riferimento alla figura 3.3 si può osservare che i costi di manutenzione preventiva aumentano al crescere delle attività di manutenzione, mentre i costi di un eventuale fermo macchina diminuiscono al crescere dall' attività di manutenzione. Ciò porta ad individuare un livello di manutenzione preventiva ottimale oltre il quale non si ha più un beneficio economico, potrebbero però esservi altri tipi di vantaggi o di obblighi. Le conseguenze di malfunzionamento di impianti hanno un impatto anche su costi sociali e di welfare derivanti dalla cura degli infortuni scaturiti da norme di sicurezza obsolete. La mancanza di ammodernamento degli ascensori con oltre 30 anni di attività, inoltre, rende spesso questo mezzo di trasporto una ulteriore barriera architettonica per le persone con disabilità. Per poter scegliere e attuare una politica di manutenzione occorre disporre di un insieme di informazioni e di uno strumento di analisi che generalmente si basa su strumenti statistici o probabilistici. Il sistema IoT (Internet of Things) potrebbe funzionare bene nel sistema ascensore, ricordiamo che funziona sulla base di 3 aspetti: il sistema di rivelazione, che verrebbe installato nella cabina e rileva la qualità del viaggio, nel locale macchinario e nel vano; il gateway, che consente la comunicazione tra il sistema di rivelazione e il cloud; e il cloud. Occorre poi creare un database con cui analizzare le prestazioni. Sono la base per poter fare un'analisi predittiva. Si eseguono delle prove di laboratorio per trovare difetti o simulare viaggi fino a quando non iniziano a manifestarsi segnali di deterioramento della prestazione. Con tutti i dati ricavati si elabora un algoritmo, cuore pulsante di questo sistema, e si trasferisce tutto nel cloud, dove si confrontano i risultati di migliaia di ascensori in gestione, per rilevare un trend nella prestazione dell'impianto e intervenire preventivamente. Valutazione della convenienza della manutenzione programmata o predittiva. Se supponiamo sia nota la serie storica dei guasti che hanno causato un fermo macchina e supponiamo di poter quantificare il costo medio di un intervento di manutenzione d'emergenza. Si può notare la frequenza con cui si è verificato un certo numero di guasti in un determinato periodo di tempo, è possibile ricavare frequenza media dei guasti in un certo intervallo di tempo e quindi conoscere il costo della manutenzione di emergenza in quell'intervallo di tempo. Analogamente, conoscendo il costo della manutenzione preventiva e la sua efficacia, cioè il numero massimo di guasti ammessi, nello stesso intervallo di tempo, è possibile calcolare il costo totale manutenzione e confrontarlo con quello precedente per stabilire la convenienza della manutenzione preventiva. Le conseguenze di malfunzionamento di impianti ascensore come abbiamo detto hanno un impatto anche su costi sociali e di welfare derivanti dalla cura degli infortuni scaturiti, quantificare il costo di impatto sociale, infortuni e lutti non è misurabile.xvi Nello schema seguente figura 3.4 la scelta della politica manutentiva a fronte di un segnale debole di malfunzionamento.

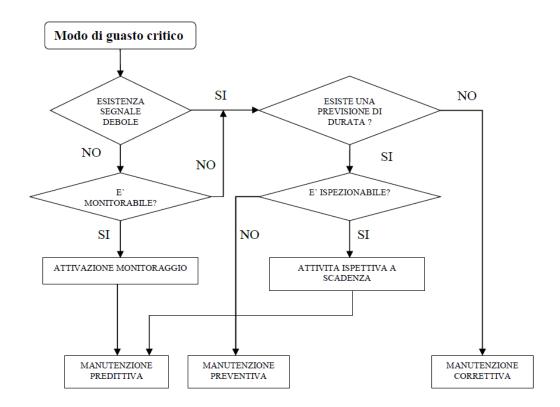


Figura 3.4: Scelta della politica manutentiva

3.4 Tendenze evolutiva della manutenzione

Auto-manutenzione, ovvero la capacità di conservare immutate nel tempo le potenzialità, oltre al valore intrinseco degli assets. Facendo ricorso a personale interno, mentre si cerca di ridurre a minimo le fermate dell'impianto ascensore, i costi fissi del magazzino, il rischio di incidente, gestendo al meglio risorse umane sempre più motivate, anche se scarse numericamente. Questi sono alcune dei desideri di chi deve pensare alla manutenzione degli ascensori come abbiamo analizzato in gran numero obsoleti, pretendendo il massimo in termini di efficienza e rapidità di intervento. Molte degli impianti non sono stati concepiti con grandi investimenti in termini di hardware al "LCC" (Live Cicle Cost) ed oggettiva manutenibilità degli impianti ascensori. Life Cycle Costing è una metodologia che consente di valutare i costi lungo l'intero ciclo di vita del prodotto, dalla produzione alla fase di smaltimento. Pertanto i costi che in via generale devono essere inclusi in tale analisi sono:

1. Acquisto e installazione;

- 2. Costi durante la fase d'uso dei prodotti, come ad esempio quelli per l'energia, la formazione, il servizio erogato e il mantenimento;
- 3. Costi di smaltimento.

Dal punto di vista formale è possibile rappresentare il concetto in questo modo:

LCC = Costo di acquisto + Costo di manutenzione e di riparazione + Consumo di energia +

+ Costo di sostituzione-valore residuo + Costo di smaltimento^{xviii}

Si ricercava prioritariamente un basso costo in fase di acquisto, acquisto da parte dell'impresa edilizia che realizza l'immobile e non partecipa ai costi futuri di manutenzione. Durante la vita degli impianti ascensore, il costo degli interventi programmati o peggio a guasto supera di gran lunga l'investimento iniziale. Nel tempo molti degli ascensori installati sono divenuti obsolescenti, si è fatto ricorso, come soluzione pratica e all'unica panacea possibile, ovvero alla diagnostica e alla manutenzione predittiva, le sole garanzie contro in rischio di un decadimento incontrollato. Con lo sviluppo tecnologico e l'adozione delle norme europee hanno risposto all'esigenza di ascensori più performanti con velocità più elevate, meno ingombranti ed economiche, ma anche molto più critiche! Oggi per garantire un'attività di diagnosi precoce, all'interno della manutenzione ordinaria, occorre inserirsi nelle procedure correnti con tecnici sempre più competenti. Il recepimento di strumenti di diagnostica per l'impiego del campo industriale semplice, efficaci e puntuali è oggi facilitato, grazie ad un'indagine su qualunque motore di ricerca internet. La sempre più capillare diffusione della rete ha permesso di delocalizzare le informazioni senza perderne l'accessibilità. Nasce così la necessità di creare competenze condivise a livello web. Tale approccio permetterebbe di condividere i dati inerenti ad un particolare asset, aumentandone la conoscenza e permettendo la ricerca di soluzioni efficaci e testate e disponibili velocemente. Ricordando che custodire gelosamente la propria conoscenza non sempre rappresenta la strategia vincente. Le prospettive legate allo sviluppo di tali tecnologie grazie a palmari, sensori RFID, strutture web-server autonome (...) sono assai entusiasmanti e fanno prevedere la possibilità di grandi sviluppi diagnostici, a costi contenuti. Ogni macchinario di moderna concezione è in grado di restituire i propri parametri di funzionamento in formato digitale; mentre per i sistemi non così avanzati esistono e sono stati sviluppati strumenti che si occupano espressamente di questa attività data logger. Tecnicamente, un data logger è un dispositivo che può essere utilizzato per memorizzare dati fanno parte di questa categoria dispositivi quali schede plug-in o di comunicazione seriale, sistemi che utilizzano un computer come una vera e propria sorgente di registrazione dei dati in tempo reale. La maggior parte dei produttori di strumenti considerano un data logger come uno strumento completo, stand alone, in grado di leggere diversi tipi di segnali elettrici e memorizzare i dati nella memoria interna, per renderli scaricabili su PC o computer. Il vantaggio dei registratori di dati è che possono funzionare indipendentemente da un computer, a differenza di molti altri tipi di dispositivi di acquisizione dati che necessitano di tale interfaccia e sono disponibili in varie forme e dimensioni. La gamma comprende registratori da semplici ed economici a quelli a funzione fissa con singolo canale fino ai dispositivi programmabili più potenti in grado di gestire centinaia di ingressi^{xix}. "Prevenire è meglio che curare" se questo vale per la salute, perché non applicare all'industria dell'ascensore lo stesso principio? Si ritiene che le manutenzioni predittive imporranno un cambiamento significativo ai processi industriali. La manutenzione funziona 'a chiamata', come abbiamo detto solo dopo l'insorgenza di uno o più guasti, mentre quelle 'preventiva' e 'condition-based' funzionano o su base empirica, o statistica, non tenendo conto in tempo reale delle condizioni concrete dei macchinari o dei sistemi produttivi. Lo studio "Predictive Maintenance: from data collection to valuecreation", elaborato dagli analisti di Roland Berger, illustra quali benefici apporterà invertire l'approccio e affidarsi al metodo predictive in realtime. In particolare, esamina e fornisce una serie di raccomandazioni sui cambiamenti organizzativi e culturali richiesti alle aziende per cogliere al meglio il potenziale offerto dalle nuove tecnologie manutentive. Quattro pilastri della digitalizzazione: interconnettività, digital data, automazione e creazione del valore^{xx}. Nello specifico, con interconnettività significa che ogni componente viene dotato di sensori specifici per la misurazione dello 'condizione' attraverso la raccolta in tempo reale di dati puntuali; con digital data si intende invece l'analisi dei dati raccolti tramite l'utilizzo di sofisticate tecniche di Big Data analysis; l'automazione avviene con l'adozione di macchinari di nuova generazione, dotati di tecnologie di self-learning, che permettono di evitare l'insorgere della maggior parte dei danni altrimenti possibili. La creazione di plus-valore aggiunto si ha in quanto vi è accesso immediato e da remoto ai macchinari, il che riduce drasticamente i tempi e i costi delle operazioni di manutenzione. Quattro direttrici sono di tipo technologically-driven: sensori, processi di data-collecting, monitoraggio e diagnosi, skill predittive. In altre parole, gli algoritmi alla base combinano i dati raccolti e determinano il risultato futuro più plausibile. I sistemi più avanzati utilizzano l'intelligenza artificiale (IA) e sono in grado di imparare dalle analisi precedenti, rendendo le previsioni sempre più accurate (self-learning machine). Due direttrici sono di tipo business-driven: l'analisi delle decisioni e dei processi di controllo delle macchine e i modelli di servizi e business adottati. Come dire: l'automazione è sì il 'Sacro Graal' del sistema di predictive maintenance, ma siamo sicuri di volere cedere il controllo in toto alle macchine.

3.5 Valore della manutenzione predittiva

Circa l'80% delle aziende attive nella produzione industriale punta a implementare soluzioni di manutenzione predittiva. Con ovvi impatti sul piano economico. Entro il 2022 il mercato dei sistemi di predictive maintenance varrà tra i 6,3 e gli 11 miliardi di dollari^{xxi}, con una crescita stimata tra il 27% e il 39% sui valori 2016 (prima rilevazione disponibile). Un business pieno di opportunità per le aziende italiane e non solo. L'aspetto più rilevante della manutenzione predittiva è l'ampio raggio di opportunità di sviluppo che ne deriva per le aziende". Serve per ottimizzare i costi di produzione industriale, certo, ma anche per migliorare i rapporti dell'azienda nei confronti degli interlocutori esterni, clienti e aziende partner in primis. È ipotizzabile creare dei modelli di business a servizio dei vari anelli della catena del valore per massimizzare la disponibilità degli impianti, l'OEE, (efficienza generale dell'impianto), il mix delle materie prime da utilizzare, i consumi energetici da stanziare e così via.

La definizione di OEE "classica"

OEE = Disponibilità x Prestazione x Qualità

L'OEE è quindi un numero adimensionale che tiene quindi conto delle tre principali categorie di perdite: Guasti e setup; Fermi; Rendimenti bassi.

La definizione classica dell'OEE è stata rivista con un modello innovativo:

OEE = Tempo redditizio / Tempo disponibile

Una macchina per garantire redditività deve lavorare con valori di OEE alti prossimi ad 1, parlare di redditività per un ascensore di un condominio magari non è significativo, potremmo definire "OEE ascensore" = tempo di funzionamento/tempo disponibile. Incrociando tasso di guasto λ e "OEE ascensore" si ha una indicazione dello stato dell'ascensore, attivare la politica corretta per la sostituzione o ammodernamento. Per le società italiane attive nel campo della meccatronica e per quelle dei servizi manutentivi già lanciate o meno nel mondo digitale, sarà fondamentale comprendere come cogliere tali opportunità e valutarne le potenziali ricadute sul proprio posizionamento competitivo. Nella situazione attuale ci scostiamo sicuramente da politiche manutentive di migliramento si consideri che solo nella provincia di Torino abbiamo oltre cento ditte di manutenzione ascensori, di queste molte ditte artigiane, con numero esiguo di ascensori da manutenere, poco propense al cambiamento e all'evoluzione delle loro attività, dall'altra parte abbiamo le

multinazinali con maggiori conoscenze e competenze che riescono ad individuare il maggiore profitto e spingono nella direzione opposta portando innovazione nel settore.

4. COMPONENTI DA CONTROLLARE IN UN ASCENSORE

Per individuare cosa controllare in ascensore partiamo da quanto indicato dalle norme sugli ascensori per l'attività di manutenzione. La normativa di riferimento per quanto riguarda la costruzione, installazione, messa in esercizio, manutenzione e controllo degli ascensori oggi è costituita dal decreto del Presidente della Repubblica 30 aprile 1999, n. 162 che, dopo le modifiche introdotte dal D.P.R. 23/2017, è oggi rubricato "Regolamento recante norme per l'attuazione della direttiva 2014/33/UE, relativa agli ascensori ed ai componenti di sicurezza degli ascensori, nonché per l'esercizio degli ascensori". Il D.P.R. 162/99 era stato adottato per recepire in Italia la prima direttiva "ascensori", cioè la direttiva 95/16/CE, oggi abrogata e sostituita dalla nuova direttiva "ascensori" 2014/33/UE^{xxii}.

«Art. 15 (Manutenzione). — Comma 1. Ai fi ni della conservazione dell'impianto e del suo normale funzionamento, il proprietario o il suo legale rappresentante sono tenuti ad affidare la manutenzione di tutto il sistema degli ascensori, (omissis) a persona munita di certificato di abilitazione o a ditta specializzata ovvero a un operatore comunitario dotato di specializzazione equivalente che debbono provvedere a mezzo di personale abilitato.

Art.15 Comma 3. Il manutentore, al fine di garantire la corretta funzionalità dell'impianto, esegue interventi di manutenzione tenendo conto delle esigenze dell'impianto stesso e, comunque, provvede periodicamente almeno a:

- a) a verificare il regolare funzionamento dei dispositivi meccanici, idraulici ed elettrici e, in particolare, delle porte dei piani e delle serrature;
- b) a verificare lo stato di conservazione delle funi e delle catene;
- c) alle operazioni normali di pulizia e di lubrificazione delle parti.

Art.15 Comma 4. Il manutentore provvede, almeno una volta ogni sei mesi per gli ascensori, compresi gli apparecchi di sollevamento rispondenti alla definizione di ascensore la cui velocità di spostamento non supera 0,15m/s, e almeno una volta all'anno per i montacarichi:

- a) a verificare l'integrità e l'efficienza del paracadute, del limitatore di velocità e degli altri dispositivi di sicurezza;
- b) a verificare minutamente le funi, le catene e i loro attacchi;
- c) a verificare l'isolamento dell'impianto elettrico e l'efficienza dei collegamenti con la terra;

d) ad annotare i risultati di queste verifiche sul libretto di cui all'art. 16.

Art.15 Comma 5. Il manutentore promuove, altresì, tempestivamente la riparazione e la sostituzione delle parti rotte o logorate, o a verificarne l'avvenuta, corretta, esecuzione.

Art.15 Comma 6. Il proprietario o il suo legale rappresentante provvedono prontamente alle riparazioni e alle sostituzioni.

Art.15 Comma 7. Nel caso in cui il manutentore rilevi un pericolo in atto, deve fermare l'impianto, fino a quando esso non sia stato riparato informandone, tempestivamente, il proprietario o il suo legale rappresentante e il soggetto incaricato delle verifiche periodiche, nonché il comune per l'adozione degli eventuali provvedimenti di competenza.»^{xxiii}.

La norma UNI EN 13015: 2008 "Regole per le istruzioni di manutenzione" punto 4.1: (...) deve essere eseguita una regolare manutenzione che garantisca, in particolare, la sicurezza dell'impianto (...) la manutenzione regolare dell'impianto deve essere eseguita per assicurare la sua affidabilità (...). Devono essere tenuti presenti, tra l'altro: l'uso previsto dell'impianto (tipo di utenti...); le condizioni ambientali (clima, vandalismi, ...); ove necessario, va fatta una valutazione dei rischi specifici dell'impianto e/o dell'ambiente.

4.3.3.5 È necessario stilare un piano di manutenzione preventiva adatto sia adatto all'impianto e il tempo di manutenzione sia ragionevolmente il più breve possibile, senza ridurre la sicurezza delle persone, e minimizzare il tempo di fuori servizio dell'impianto.

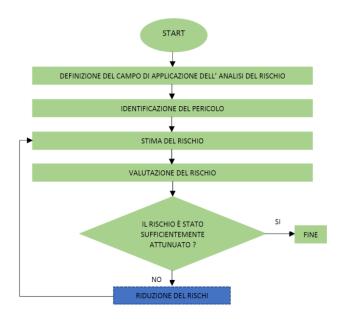
4.3.3.6 La necessità di adottare il piano di manutenzione per tenere in considerazione ogni guasto prevedibile, per esempio quelli dovuti all'uso improprio, manomissioni, deterioramento, ecc. Nella Nota A dello stesso punto è riportato "questo scopo un sistema di monitoraggio a distanza, basato sulla EN 627, che sia in grado di registrare eventi o difetti, aiuta a fornire le informazioni". La necessità di eseguire periodicamente la manutenzione (l'effettiva frequenza degli interventi può essere più accuratamente determinata tramite il monitoraggio dell'impianto). A questo scopo dovrebbero essere considerate: il numero di corse all'anno e il tempo di funzionamento; l'età e le condizioni dell'impianto. Nella Allegato A UNI EN 13015: 2008 dal titolo: "Esempi di controlli da tenere in considerazione per tipo di impianto elettrico o idraulico", fornisce una lista dei controlli in particolare sono elencati come attività da prevedere 68 controlli su 26 dispositivi su un ascensore elettrico e 65 controlli su 31 dispositivi su un ascensore idraulico. Questi controlli non coincidono con quelli, da eseguire almeno ogni sei mesi, obbligatoriamente secondo il DPR 162/99 art. 15.4, sugli elementi di sicurezza dell'impianto, da registrarsi sul libretto dell'impianto (registro dei controlli). Riportiamo Tabella 4.1 i punti, dispositivi e le attività previste nell'allegato A della norma UNI EN13015 per l'ascensori elettrici.

P.ti	DISPOSITIVI	ATTIVITA'
1	Fossa vano di corsa	Controllare l'eccesso di olio o grasso sotto le guide.
		Controllare la zona della fossa sia pulita, asciutta e priva di detriti.
2	Dispositivo anti rimbalzo e	Controllare la libertà di movimento e il funzionamento.
	contatto elettrico	Controllare uguale tensione delle funi.
		Controllare il contatto elettrico.
		Controllare la lubrificazione.
3	Ammortizzatori	Controllare il livello dell'olio.
		Controllare la lubrificazione.
		Controllare il contatto elettrico.
		Controllare il fissaggio.
4	Motore elettrico/Generatore	Controllare l'usura dei cuscinetti o bronzine.
		Controllare la lubrificazione.
	=17	Controllare lo stato del commutatore.
5	Riduttore	Controllare l'usura degli ingranaggi.
		Controllare la lubrificazione.
6	Puleggia di trazione	Controllare le condizioni e l'usura delle gole.
7	Freno	Controllare il sistema di frenatura.
		Controllare le parti frenanti per l'usura.
		Controllare la precisione della fermata.
8	Quadro di manovra	Controllare che l'armadio sia pulito, asciutto e libero da polvere.
9	Limitatore di velocità e	Controllare l'usura e il movimento delle parti mobili.
	tenditore	Controllare il funzionamento.
		Controllare il contatto elettrico.
10	Puleggia di deviazione	Controllare l'usura delle gole.
		Controllare l'anormale rumorosità e/o vibrazioni dei cuscinetti.
		Controllare le protezioni.
		Controllare la lubrificazione.
11	Guide della cabina e del	Controllare la presenza di una pellicola d'olio, dove richiesta, su tutte le superfici
	contrappeso	delle guide.
		Controllare il fissaggio.
12	Pattini di guida della cabina e	Controllare l'usura dei pattini e dei rulli.
	del contrappeso	Controllare il fissaggio.
		Controllare la lubrificazione, dove necessaria.
13	Cavi elettrici	Controllare l'isolamento.
14	Cabina dell'ascensore	Controllare l'illuminazione di emergenza, i pulsanti di cabina, gli interruttori a
		chiave.
		Controllare i fissaggi dei pannelli e del cielino.
15	Dispositivi	Controllare il libero movimento e l'usura delle parti mobili.
	paracadute/dispositivi di	Controllare la lubrificazione.
	protezione contro l'eccesso di	Controllare il fissaggio.
	velocità della cabina in salita	Controllare il funzionamento.
4.5		Controllare il contatto elettrico.
16	Funi e catene di sospensione	Controllare l'usura, l'allungamento e la tensione.
1.5	Au 1: 0 :/ :	Controllare la lubrificazione solo dove prevista.
17	Attacchi funi/catene di	Controllare il deterioramento e l'usura.
10	sospensione	Controllare il fissaggio.
18	Porte di piano	Controllare il funzionamento dei dispositivi di blocco delle porte di piano.
		Controllare che le porte scorrano liberamente.
		Controllare il guidaggio delle porte.
		Controllare giuochi delle porte.
		Controllare l'integrità della funicella, catena o cinghia quando usata.
		Controllare il dispositivo di sbloccaggio di emergenza della porta.
10	D 4 1' 1'	Controllare la lubrificazione.
19	Porta di cabina	Controllare il contatto di chiusura o bloccaggio.
		Controllare che le porte scorrano liberamente.
		Controllare il guidaggio delle porte.
		Controllare giuochi delle porte.
		Controllare l'integrità della funicella, catena o cinghia quando usata.
		Controllare il dispositivo della porta per la protezione del passeggiero.

		Controllare la lubrificazione.
20	Livellamento al piano	Controllare la precisione della fermata.
21	Interruttori di finecorsa	Controllare il funzionamento.
22	Limitatore del tempo di alimentazione del motore	Controllare il funzionamento
23	Dispositivi elettrici di sicurezza	Controllare il funzionamento. Controllare la catena elettrica delle sicurezze. Controllare che i fusibili siano idonei al circuito da proteggere.
24	Dispositivo di allarme di emergenza	Controllare il funzionamento.
25	Comando e segnalazione ai piani	Controllare il funzionamento.
26	Illuminazione al vano di corsa	Controllare il funzionamento.

Tabella 4.1: Allegato A della norma UNI EN13015

Per incrementare la sicurezza degli ascensori esistenti si può seguire l'approccio fatto dal CEN/TC10/WG10 per redigere la UNI EN 81-80:2009, cioè far riferimento incidenti sono verificati nell'ormai lunga storia accessoristica europea, studiare accuratamente il perché si sono verificati, e fruttare il metodo di analisi dei rischi, analizza frequenza e gravità propone misure correttive, elencando eventuali rischi residui. Per gli ascensori esistenti si può far riferimento alla UNI EN 81-80:2009, tale norma include un elenco di 74 rischi e descrive anche le soluzioni a eliminare o ridurre il rischio. Le valutazioni del rischio sono basate sulla EN 1050 e ISO / TS 14798. La EN 1050: 1996 Sicurezza delle macchine: principi per la valutazione del rischio.



Schema 4.1: Procedura di valutazione dei rischi UNI EN 81.80

La ISO/TS 14798 Ascensori, scale mobili e trasportatori per passeggeri - Analisi del rischio – Metodologia parte 1: generale. Conoscenza delle regole di base del modo di effettuare un'analisi del rischio può essere molto utile per applicare il, metodo nazionale di filtraggio, come descritto nell'appendice A della EN 81-80 indicato nello Schema 4.1. In questo

allegato il descritto "National Filtering Method" fornisce uno strumento per e facile definizione riuscita del momento e dello stato di ciascun rischio predefinito. Una check-list specifica risultante dal filtraggio applicato a livello nazionale dovrebbe sempre essere basata sull'analisi del rischio. Nella figura 4.2 è rappresentato lo schema di adeguamento e miglioramento della sicurezza degli impianti esistenti secondo la UNI EN 81-80:2009, la norma prevede una volta individuato il rischio distinguerlo in alto, medio, basso per poi intervenire in tempi brevi per i rischi alti o in tempi lunghi dove il rischio risulta basso.

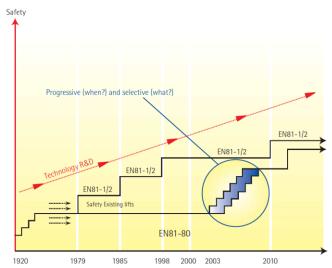


Figura 4.2: Schema di adeguamento degli impianti ascensori installati prima del 1999 Altri dati su cosa controllare di un ascensore può essere dettato dagli incidenti e individuare gli elementi critici che hanno portano all'incidente. Considerando come attendibile l'informazione degli incidenti in Italia, forniti dalle associazioni di categoria, in particolare ci riferiamo a dati dell'associazione Assoascensori che ha suddivisi per causa dell'infortunio, la tabella 3.3 ne indica le percentuali negli ultimi anni.

Insufficiente precisione di livellamento della cabina al piano	25 %
Urto dell'utente con le porte automatiche	25 %
Azionamento del paracadute di cabina	13 %
Intrappolamento della cabina	10 %
Caduta della cabina (movimento incontrollato?)	5 %
Uso improprio dell'impianto ascensore	2 %
Caduta nel vano	2 %
Altre cause	18 %

Tabella 3.3: Cause di infortunio negli ultimi 5 anni in percentuale

In Europa, dal quanto potuto rilevare dalla bibliografia, le cause sono riconducibili alle stesse fornite dall'associazione ANIE, possiamo fare una analisi qualitativa, sia perché non si sono trovati dati numerici omogenei, e talvolta nemmeno attendibili, sia perché a volte provenienti da fonti ufficiali come in Spagna e in altri casi no. Considerando la tabella precedente i due dati che coprono il 50 % degli infortuni è dovuto al l'insufficiente

precisione al piano e l'urto con porte automatiche. Insufficiente precisione di livellamento della cabina al piano, si può presumere di avere a che fare con impianti ascensori obsoleti dotati di un sistema di azionamento ad una velocità in cui l'azione del freno permette il livellamento o meno al piano. Urto dell'utente con le porte automatiche, in questo caso l'incidente può accadere per cattivo funzionamento del sistema di controllo della porta automatica della singola fotocellula e/o della costola mobile anche in questo caso abbiamo un ascensore non recente, la UNI EN 81.20 prevede un sistema di controllo con barriere fotoelettriche e un sistema che riduce la spinta di chiusura della porta a 150 N. In tale analisi qualitativa il risultato è semplice "ascensori estremamente obsoleti e che hanno raggiunto il limite di sicurezza" non dotati di sistemi di sicurezza prescritte da norme. Individuato cosa sarebbe necessario controllare, effettuando i controlli delle parti indicate nella UNI EN13015 nell'allegato A l'ascensore è considerato sicuro, controllo semestrale del manutentore può garantire la sicurezza, e garantire il corretto funzionamento dell'impianto. Il controllo remoto diventa una soluzione in termini economicità e di sicurezza, rimangono comunque elementi dell'ascensore che risultano difficili da controllare o devono essere controllati in loco, a peggiorare la sicurezza dell'impianti ascensori è incertezza nei controlli, l'imperizia e la negligenza del manutentore a cui si aggiunge l'uso scorretto da parte dell'utilizzatore.

5. TECNICHE DI CONTROLLO

5.1 Il monitoraggio

In molte industrie oggi, la condizione monitoraggio è uno dei capisaldi per funzionamento e manutenzione degli impianti utilizzati nei processi produttivi. Questo concetto è basato su registrazione regolare e continua dello stato della macchina, fatto misurando e analizzando la fisica e le grandezze fisiche pertinenti. Gli sviluppi tecnici nella tecnologia dei sensori, tribology e la tecnologia a microprocessore, hanno fornito in informazioni mai viste prima in termini di quantità e qualità. Queste informazioni possono essere utilizzate oggi per la manutenzione dei macchinari di produzione ma anche riportali nel campo ascenoristico. Nel campo industriale avere impianti senza un sistema di monitoraggio oggi è inconcepibile e possono essere come il prerequisito indispensabile per manutenzione orientata allo stato o proattiva. Quanto più è complesso l'impianto ed effettuarne la manutenzione è tanto più sarà significativo il monitoraggio delle condizioni. Nell'impegnarsi al raggiungimento della

massima efficienza possibile di un sistema, il monitoraggio delle condizioni può fornire un valido supporto in una serie miglioramenti, vale a dire:

- migliorando la stabilità del sistema errore-scarto sulla base di efficacia previsione dei difetti;
- minimizzando i tempi di fermo sulla base di pianificazione integrata per lavori di riparazione come indicato dal monitoraggio delle condizioni;
- massimizzando la durata dei componenti evitando le circostanze negative che ne abbreviano la vita di servizio;
- utilizzo dei componenti calcolati a fatica per il tempo massimo previsto, quindi riduzione dei costi.

Il monitoraggio delle condizioni è composto da tre sotto-passaggi:

- a. acquisire lo status, ossia la misura delle grandezze fisiche e la documentazione di pertinenza dei parametri macchina che riflettono lo stato attuale della macchina;
- b. confronto degli stati, che coinvolge il confronto dello stato attuale con il valore di riferimento prescritto (questo di solito essendo determinato empiricamente quando la complessità del sistema aumenta);
- c. diagnosi, che utilizza lo stato di confronto per identificare, il prima possibile, eventuali difetti che possono essere presenti e per accertare le loro cause. xxv

5.2 Limiti interpretativi del monitoraggio: teleallarme

Quando si parla di monitoraggio in remoto di un ascensore, erroneamente si tratta di sistemi di comunicazione bidirezionali richiesti dalle norme UNI negli ascensori di ultima generazione, cioè con l'introduzione delle Direttiva Ascensori 95/16/CE. Il DPR 162/99, all'Allegato I punto 4.5, richiede che "Le cabine devono essere munite di mezzi di comunicazione bidirezionali che consentano di ottenere un collegamento permanente con un servizio di pronto intervento". Si tratta di un RES (Requisito Essenziale di Sicurezza) che, insieme a tutti gli altri indicati nel citato Allegato I, deve essere rispettato in tutti gli ascensori installati a partire dal luglio 1999. Ovviamente anche le norme armonizzate UNI EN 81.1, la UNI EN 81.2 e UNI EN 81.20 prevedono un paragrafo sull'argomento, in particolare "dispositivo di allarme" "(...) Allo scopo di potere ottenere soccorso dall'esterno, i passeggeri devono avere a loro disposizione in cabina un dispositivo, facilmente identificabile e accessibile, idoneo allo scopo. (...)" "(...) Questo dispositivo deve permettere una comunicazione bidirezionale a voce, che permetta un contatto permanente con un

servizio di soccorso. Dopo l'inizio della comunicazione, non deve essere necessaria una ulteriore azione della persona intrappolata (...)". Dal 2004 è presente anche la Norma armonizzata UNI EN 81-28 "Regole di sicurezza per la costruzione e l'installazione di ascensori: Teleallarmi". Norma aggiornata nel 2108 definisce le caratteristiche e le prestazioni dei sistemi di allarme per tutti i tipi di ascensori, devono presentare dispositivi di allarme dotati di un filtro in grado di eliminare l'allarme se la cabina è al piano e le porte sono aperte o se l'impianto è in manutenzione e/o riparazione. Inoltre la fine dell'allarme deve essere attivata solo dall'impianto; eventuali guasti o interruzioni dell'alimentazione elettrica non devono inficiare il funzionamento del telesoccorso; il dispositivo di allarme deve consentire l'identificazione dell'impianto anche durante le prove deve simulare automaticamente almeno ogni 3 giorni l'invio del segnale di allarme con conseguente connessione al sistema di ricezione; la norma, inoltre, riconosce che la responsabilità del collegamento dell'impianto ad un servizio di soccorso è da riporsi nel proprietario dell'ascensore; il servizio di soccorso deve essere un'organizzazione capace di ricevere gli allarmi e soccorrere le persone intrappolate nell'ascensore; può essere parte della ditta incaricata della manutenzione oppure può essere esterna ad essa. In questo caso si dovrebbe parlare di un sistema di teleassistenza. Sistema che permette di attivare il servizio di manutenzione con rapidi tempi di intervento e soprattutto maggiore sicurezza per i nostri clienti. Considerata la natura un tale sistema si ritenuto estremamente necessario tanto da renderlo obbligatorio in tutti gli impianti di nuova generazione e poter garantire la continuità del funzionamento degli ascensori negli ospedali, negli alberghi e nei luoghi pubblici. Il sistema permette, per ogni ascensore, di archiviate automaticamente le segnalazioni relative agli eventi di funzionamento e di blocco, (esempio si blocca enne volte al 2° piano) e produrre delle statistiche. È chiaro che le funzionalità di vero sistema di controllo in remoto sono estremamente diverse sicuramente avremo un collegamento. In ogni istante si ha la possibilità di monitorare l'intero impianto, verificando le condizioni di funzionamento i tecnici, cioè si possono eseguire in tempo reale una serie di comandi per testare il funzionamento dell'elevatore individuarne lo stato "in servizio, fuori servizio, in emergenza, in manutenzione, in salita, in discesa, in apertura o chiusura delle porte al piano, e persino aggiornare o modificare da remoto un parametro di configurazione come ad esempio il tempo di occupato ovvero di stazionamento al piano a porte aperte in modo da smaltire più traffico in alcuni orari particolari".

5.3 Monitoraggio di componenti degli ascensori

Un sistema di monitoraggio remoto dei guasti dell'elevatore è indispensabile per migliorare la sicurezza dell'ascensore e massimizzare l'efficienza totale degli impianti dell'ascensori esistenti. Tale sistema rileva lo stato di funzionamento e le condizioni di guasto di ascensore automaticamente, ciò per segnalare e ridurre qualsiasi ritardo di rilevamento, guasto, incidente e rimessa in funzione. Nella corrente del mercato degli ascensori, i produttori di ascensori sviluppano autonomamente i propri monitor e controllori.xxvi Il monitoraggio delle condizioni del sistema di sollevamento serve per supportare le attività di manutenzione, è stato finora limitato a richiamare, elenchi di errori /guasti dai sistemi di controllo, cioè dai quadri di manovra degli ascensori. I sistemi di diagnosi dei guasti, come sensori che rilevano lo stato dell'impianto sono attualmente utilizzati, se non altro, in forma di sistemi asportabili. Questi sistemi consentono di effettuare test, a discrezione del manutentore, del comportamento di accelerazione della cabina, determinare il rumore prodotto dall'impianto, lo stato delle funi o di rilevare la tensione della corda, per poi mettere le rispettive misurazioni a disposizione del tecnico. Tali sistemi sono utilizzati per condurre test, volti a convertire le attività di manutenzione a intervalli comuni i sistemi di manutenzione orientata alle condizioni o addirittura a manutenzione proattiva. xxvii

5.4 Analisi della vibrazione e rumore

Sono pochissimi i sistemi di misurazione, per acquisire lo status, oggi è in vendita per gli ascensori. Di questi alcuni adottano sistemi di misurazione della qualità come da ISO 18738, tale norma specifica i requisiti e la metodologia per la misurazione e la segnalazione della qualità della corsa di sollevamento. Non specifica una qualità di guida accettabile o inaccettabile. Le prestazioni di sollevamento includono strappo e accelerazione, come EVA System della PMT Physical Measurement Technologies, Inc. o il sistema Lift diagnosis LiftPC prodotto dalla Henning GmbH & Co. KG - sono disponibili su mercato, ma servono solamente a condurre test per la sorveglianza intermittente di vibrazioni e rumore. Così è possibile, ad esempio, acquisire informazioni sullo stato dell'ascensore in una certa data di ispezione e il confronto dei dati rilevati durante la successiva ispezione, tale confronto potrebbe suggerire sviluppi a lungo termine. Informazioni su eventi transitori tuttavia non verrebbero rilevati, e la correlazione con altri dati come situazione di carico, temperatura, tensioni o correnti anomale, ecc. risulta abbastanza difficile confronto. Manca il monitoraggio continuo, con la possibilità di registrare i parametri fisici in l'ascensore, in tempo reale che documenterebbe a lungo termine tendenze e irregolarità o cambiamenti

transitori di stato. Il confronto di stati successivi dell'impianto, utilizzando algoritmi di diagnosi, potrebbe disegnare su un vasto data-warehouse e poter generare raccomandazioni per lavori di manutenzione. xxviiii

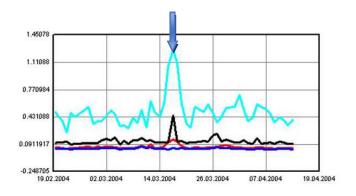
Ad avvalorare che un sistema di rilevamento continuo permette di garantire una migliore sicurezza è il progetto pilota di Condition Monitoring nei sistemi di sollevamento realizzato nel 2004. La ditta Henning GmbH ha installato prototipi di un sistema di monitoraggio delle condizioni del sistema di sollevamento in undici sistemi di sollevamento del gruppo di sostanze chimiche BASF. Oltre accelerazione e vibrazioni sono stai installati sensori che monitorano la trazione la velocità della puleggia, la corrente assorbita, l'altezza sollevamento, i tassi di carico e la tensione delle funi. Le misurazioni erano analizzate da un personal computer industriale situato direttamente al sistema di sollevamento e ai risultati di queste analisi erano trasferite da una trasmissione dati remota a un centro dati. Il componente principale del sistema Condition Monitoring, un sensore vibrazione e accelerazione, che era direttamente montato sul tetto della cabina. Il sensore posto sul tetto ha potuto registrare i movimenti effettivi giro della cabina come attività del rapporto guide, movimenti della porta e indirettamente tramite un sistema applicato alle funi anche il comportamento delle guide. Per ogni corsa i dati registrati di tutti sensori erano convertiti in specifiche caratteristiche valori di controllo per vedere se essi superato i valori limite prefissati. I valori rilevati di un giorno e di ogni corsa erano combinati con una statistica di valori significativi. Valori significativi, risultanti da diverse centinaia corse al giorno erano utilizzati per gli attuali scopi di monitoraggio delle tendenze. I seguenti due esempi mostrano una tendenza su diversi giorni basati di nuovo su migliaia di corse.



Figura 5.5: Rilevamento delle vibrazioni comportamento della cabina in due delle direzioni orizzontali nello spazio

Nella figura 5.5 si riconosce la sostituzione della cabina guide l'11 marzo. All'inizio del periodo di registrazione il 22 febbraio sono evidenti i pattini delle guide di scorrimento della

cabina consumate. L'11 marzo 2004, sono state sostitute i pattini delle guide di cabina. Si riconosce che le vibrazioni in direzione X (verticale rispetto allo scartamento delle guide, distanza tra le due guide) sono ridotti immediatamente. D'altra parte la vibrazione in direzione Y, direzione parallelo allo scartamento delle guide aumenta prima ancora lasciando l'originale valore dopo un periodo di circa 25 giorni. La vibrazione nella fase di corsa in direzione Y può essere spiegata da non una uguale distanza tra le guide sull'intero sollevamento altezza del sistema di sollevamento: in questo caso nuovi pattini delle guide di scorrimento devono poter prima "assestarsi" in questa direzione è spazio. Il diagramma mostrato consente di determinare un limite per la vibrazione in direzione X che il sistema è non permesso di individuare un intervallo corretto per la sostituzione dei pattini di cabina e ha dato modo di inserire nel manuale di manutenzione dell'ascensore sia come valore per lo spostamento nella direzione x da poter rilevare e controllare o numero di corse per effettuare la sostituzione. Il secondo esempio figura 5.6 mostra quattro caratteristica vibrazione valori per i movimenti della porta. Si riconosce un picco tra il 15 e il 17 marzo.



Periodo di controllo **Figura 5.6**: Caratteristica del valore delle vibrazioni dei movimenti della porta della cabina.

I valori rilevati in questo periodo sono fuori dall'ordinario, questa volta l'evento è di natura sporadica: in questo periodo le guide della porta della cabina erano sporcati da ghiaccio probabilmente proveniente dagli pneumatici di un carrello elevatore. In questo caso particolare il sistema di monitoraggio automatico della porta ha fatto scattare un allarme e il guasto è stato eliminato in un tempo relativamente breve in modo che i rulli e le guide della porta poteva non subire danni. Le condizioni di carico influenzano le vibrazioni pertanto, i dati di vibrazione la misura della tensione delle funi nelle varie condizioni di carico ha dimostrato di essere estremamente pertinente. Infatti e importate come la condizione di carico influenza il livello di vibrazione in modo che questi possono essere valutati in combinazione con il reale carico. Henning ha ideato un primo sistema di Condition Monitoring per ascensori. Questo sistema utilizzava un sensore di vibrazione intelligente per

il monitoraggio dell'usura di importanti componenti del sistema di sollevamento. Come già detto altri componenti si prestano al controllo delle vibrazioni e possono fornire indicazioni sullo stato di usura degli stessi come riduttori e motori. Il sensore tarato opportunamente è in grado di fare una distinzione fra numerosi aspetti individuare critica componenti come le porte, pattini delle guide, per avere dati precisi, sarà necessario aggiungere sensori rilevare il carico su ciascuna fune di sospensione e quindi anche il carico in cabina. Il sistema adeguatamente interfacciato permetterebbe di essere collegato a sistemi di gestione a distanza. Individuare le condizioni ottimali, cambiamenti significativi delle caratteristiche dai valori ottimali può generare un avvertimento prima del peggioramento di un componente e la richiesta dell'attività di manutenzione può essere pianificata in anticipo. xxix

5.5 Controllo dei Motori

Quasi tutti i motori elettrici che ancora oggi utilizziamo sono basati su tecnologie sviluppate in un arco di settant'anni, dal 1820 al 1890, con il primo motore elettrico commutato e alimentato a corrente continua inventato dallo scienziato britannico William Sturgeon nel 1833. Si calcola che i motori elettrici rappresentano il 45% della domanda globale di elettricità. Le tradizionali metodologie di monitoraggio risultano lunghe e costose. Per la maggior parte delle aziende spesso risulta più conveniente far andare il motore fino che si rompe, per poi sostituirlo con uno nuovo. L'avvento dell'Industrial Internet of Things (IIoT), unito a una maggiore attenzione all'efficienza energetica, permette oggi alle aziende di evitare lo sfruttamento dei motori diciamo, fino alla morte. Le nuove tecnologie aprono nuovi orizzonti per un deciso miglioramento delle operazioni. Grazie ai dispositivi dotati di IIoT, le aziende possono analizzare i Big Data e sfruttare la comunicazione da macchina a macchina (m2m) per aumentare l'efficienza energetica e diagnosticare i guasti prima che si verifichino. I dispositivi IIoT consentono ai tecnici della manutenzione di monitorare in remoto le condizioni dei motori e raccogliere i dati di tendenza per ridurre al minimo i fermi macchina imprevisti. Il problema è risolto dalla azienda, ABB ha sviluppato ABB Ability Smart Sensor per i motori. Questo sensore intelligente può essere montato come retrofit in pochi minuti su molti tipi di motori. Il sensore si 'attacca' letteralmente al telaio del motore, senza bisogno di cablaggio, e utilizza la tecnologia Bluetooth Low Energy per comunicare i dati operativi a una app installata su smartphone, a un PC o perfino a un modulo criptato sul cloud per analisi di tipo avanzato. Il sensore è in grado di raccogliere varie tipologie di dati, tra cui vibrazioni, condizioni dei cuscinetti, efficienza del raffreddamento, eccentricità, condizioni dell'avvolgimento del rotore, consumi energetici, ore di esercizio, numero di avvii e velocità in giri/min. Ne consegue che è il motore stesso a far sapere all'operatore che ha bisogno di assistenza. Le analisi avanzate effettuate sul cloud forniscono ulteriori approfondimenti sullo stato di salute dell'intero parco motori. I dati raccolti da ABB dimostrano che il sensore intelligente può aiutare gli utenti a ridurre i fermi motore del 70%, prolungare il ciclo di vita utile del 30% e ridurre i consumi energetici del 10%; una chiara indicazione che la manutenzione predittiva risulta molto più efficace della manutenzione reattiva. XXXX Nella figura 5.7 i sensori adottati da ABB sui supporti dei cuscinetti e sui motori.



Figura 5.7: ABB Ability Smart Sensor applicabili su supporti dei cuscinetti e sui motori.

5.6 Analisi della corrente del motore ad induzione

Nell'ambito sempre dei controlli dei motori ad induzione e riduttori consideriamo Motor Current Signature Analysis (MCSA) è una diagnosi metodologia basata sul riconoscimento degli assorbimenti delle correnti in un motore a induzione, che guida un sistema meccanico. Tale sistema funge anche da efficiente trasduttore se collegato in modo permanente, rilevando variazioni della coppia generate all'interno del sistema meccanico. MCSA può identificare anche diversi tipi di degradazione meccanica prima del fallimento e valutare la loro gravità. I segnali attuali possono essere analizzati nel dominio del tempo o nel dominio della frequenza. MCSA è anche in grado di analizzare sistemi durante i transitori, come ad esempio durante l'operazione iniziale o finale del sistema. MCSA è stato utilizzato per il monitoraggio delle condizioni di diversi componenti meccanici componenti come cuscinetti, ventola del motore, rotore squilibrio e cambi, dando informazioni sulla localizzazione dei guasti. Un errore di carico meccanico associato all'aumento della domanda di coppia, causata da un guasto meccanico nella vite senza fine-riduttore di un ascensore, può essere visto dall'induzione motore, come variazione della coppia di carico. Apprendendo il suo comportamento nelle condizioni normali, è possibile identificare valori inaspettati che si verificano durante la corsa dell'ascensore che potrebbe aiutare a identificare qualsiasi malfunzionamento meccanico e la sua esatta posizione e gravità. Esiste un effetto causa tra una fluttuazione della coppia di carico e una firma attuale dello statore. Usando il motore a

induzione dell'ascensore come un sensore di coppia del proprio carico guidato può essere un valido metodo per diagnosticare rapidamente l'intero sistema meccanico. Nella figura 5.8 è rappresentato schema semplificato di un sistema per l'analisi delle correnti di alimentazione nel caso di un sistema di ascensori tradizionale, diretto 1:1, composto motore a induzione, un riduttore con vite senza fine-ruota dentata, una puleggia scanalata, la cabina, il contrappeso, le funi metalliche di sollevamento e le guide. Le funi sono collegate ad una estremità alla cabina e dall'atra parte al contrappeso. L'ingranaggio a vite senza fine viene utilizzato nei sistemi riduttori degli ascensori perché è necessaria una coppia elevata sull'albero condotto e una notevolmente ridurre la velocità. A differenza di altri sistemi di trasmissione, in cui l'uscita può trascinare la trazione, il sistema vite senza fine-ruota dentata è autobloccante. Il sistema di riduzione ingranaggio-vite senza fine ha un minor numero di parti mobili, quindi meno parti che si possono danneggiare.

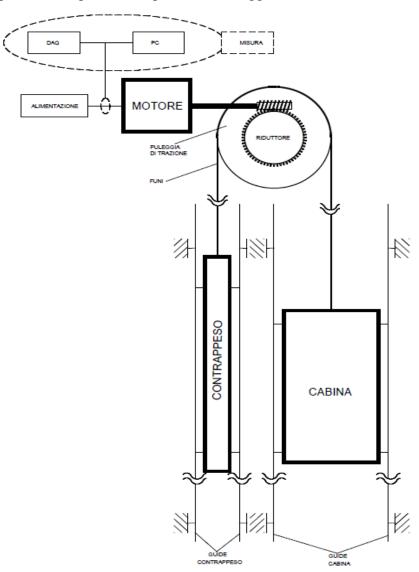


Figura 5.8: Schema di analisi delle correnti per un ascensore elettrico tradizionale.

La vite senza fine, con la sua elica continua, ingrana sulla ruota elicoidale figura 5.9. La forma dei denti ruota elicoidale consente di trasmettere grandi forze dalla vite senza fine alla - ruota dentata elicoidale.



Figura 5.9: Sistema riduttore vite senza fine-ruota dentata.

Il riduttore ingranaggio - vite senza fine nel trasferire potenza i punti di contatto subiscono uno scorrimento, piuttosto che rotolare, pertanto e necessaria una buona lubrificazione delle parti a contatto.



Figura 5.10: Dettaglio della vite senza fine consumata.

I fattori influiscono sull'efficienza del sistema dell'ingranaggio-vite senza fine: angolo di avvolgimento della vite senza fine, velocità di scorrimento, lubrificante, qualità della superficie e condizioni di installazione. Quando la vite senza fine trascina la ruota dentata, elimina lentamente il film lubrificante, fino togliere il film di lubrificante, il risultato, la vite senza fine strofina contro il metallo della ruota in un regime di lubrificazione limite. Quando la vite senza fine lascia la superficie di contatto della ruota, ha eliminato una parte del lubrificante, e ricomincia il processo alla prossima rivoluzione. La figura 5.9 mostra chiaramente l'usura sulla superficie della vite senza fine causato da attrito radente. Il carico totale del dente dell'ingranaggio è la risultante del carico nominale e fattori esterni come imprecisioni dei denti di disallineamento e deflessioni, ecc. Per prestazioni soddisfacenti,

anche il carico totale del dente dell'ingranaggio chiamato carico dinamico Fd, deve essere inferiore alla forza di resistenza alla flessione, Fb e resistenza alla fatica superficiale Fs.

 $Fb \ge Fd \ e \ Fs \ge Fd$



Figura 5.11: dettaglio rottura di parte dell'elica della vite senza fine.

La condizione di cui sopra non è soddisfatta può verificarsi una rottura del riduttore: dei denti della ruota dentata o addirittura potrebbe rompersi l'elica della vite senza fine come mostrato nell'esempio di figura 5.11. Al fine di studiare e prevenire i guasti all'interno dell'ingranaggio a vite senza fine riduttore, sono stati fatti diversi test e misurazioni usando quella che viene chiamata Analisi della firma corrente del motore (MCSA). Tale sistema di controllo delle firme dell'intensità di corrente ha avuto in laboratorio dei riscontri positivi mentre nell'ambito di applicazioni comuni gli sbalzi di tensione nella rete elettrica italiana, e assorbimenti molto variabili di macchinari, influenzano le misurazioni.

5.7 Controllo delle funi metalliche ed elementi di sospensione

La prima fune metallica fu inventata intorno al 1834 da Wilhelm Albert, un ingegnere minerario tedesco. Le funi metalliche venero utilizzate nelle miniere della catena montuosa di Harz a Clausthal, in Germania. All'epoca, Albert era alla ricerca di un mezzo più affidabile e di un tipo di fune che durasse più a lungo di quelle tradizionali in fibra e delle catene in ferro dell'epoca, che si erano rivelate inaffidabili. La prima fune metallica in acciaio intrecciato era composta da tre trefoli con quattro fili ciascuno. Le funi metalliche sono state rapidamente accolte grazie alla loro caratteristiche una superiore durata e sicurezza rispetto a quelle in fibra e alle catene in ferro. Non si rompevano all'improvviso, i segni di usura erano visibili e rilevabili con ispezioni effettuate regolarmente così era possibile programmare la sostituzione della fune prima della rottura. Dopo più di 180 anni, la situazione è rimasta invariata: i mezzi di sospensione in acciaio, sotto forma di funi

metalliche, sono ancora l'elemento principale delle sospensioni per ascensori di tutto il mondo, e il concetto di "previsione" della sostituzione dei mezzi di sospensione è valido ancora oggi. Le funi non sono elementi meccanici con una durata e resistenza fisse devono essere controllate ad intervalli regolari da personale esperto a seconda della sollecitazione alle quali sono esposte. Gli intervalli di controllo devono essere selezionati in modo da poter riconoscere in tempo utile eventuali danni. Le norme relative al grado di dismissione ed al monitoraggio delle funi per ascensori durante l'uso si basano sulla norma ISO 4344/DIN 15020. Per l'accertamento del grado di dismissione secondo il tipo ed il numero delle rotture dei fili metallici è determinante il numero dei fili metallici portanti nei trefoli esterni. La norma raccomanda di documentare i controlli regolarmente effettuati. Nell'operazione di controllo della fune rientra anche il controllo dei capofissi. xxxii

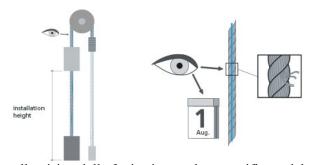


Figura 5.12: Controllo visivo delle funi, trimestrale o specificato dal costruttore

Nell'intento di ridurre i costi e ottimazione degli spazi utilizzati negli edifici si è fatto spazio nel mercato dell'ascensore dell'ultimo ventennio l'impianto ascensore MRL. Questo ascensore massimizza la superficie della cabina dell'ascensore cioè efficienza dello spazio nel vano ascensore. L'impianto prevede l'utilizzo come mezzo di sospensione funi di piccolo diametro, funi rivestite in materiale plastico e le cinghie. Introduce una nuova preoccupazione come rilevare facilmente i danni su tali elementi e avere criteri di dismissione affidabili. Per tali mezzi alternativi di sospensione, sono stati sviluppati alcuni nuovi approcci: una definizione di durata limitata, un sistema di monitoraggio con tecnologia non distruttiva o una combinazione dei due.

5.7.1 Criteri di scarto delle funi metalliche negli ascensori tradizionali

Negli impianti tradizionali i criteri di scarto delle funi per ascensori sono dettati da norme che hanno come unico riferimento dei controlli visivi in particolare: le funi in acciaio devono essere tolte dal servizio e rese inservibili ogni qual volta sono presenti segni di decadimento tali da pregiudicarne l'impiego nel pieno rispetto della sicurezza. I segni di

decadimento sui quali può essere basato lo scarto sono: fili rotti esistono delle normative che stabiliscono il massimo numero di fili rotti che una fune può avere, prima che se ne debba effettuare il cambio della fune stessa. Il DPR del 29 maggio 1963, n. 1497, all'Allegato 1 Articolo 39: Ricambio delle funi o delle catene portanti. Prevedeva che:

-Le funi portanti che mostrano degradazione o logoramento evidenti, o numero eccessivo di fili rotti, devono essere sostituite;

-Nel caso di incertezze sulla necessità di sostituire le funi portanti, queste devono essere sostituite quando nel tratto più deteriorato, in una lunghezza uguale a 10 diametri della fune per funi con sei trefoli e a 8 diametri della fune per funi con otto trefoli, i fili rotti visibili abbiano una sezione complessiva maggiore del 10% della sezione metallica totale della fune. Nel 1994 è stata recepita in Italia la UNI ISO 4344, parzialmente abrogata nel 2004 dalla UNI EN 12385-5, che però richiama la stessa norma 4344 per il numero massimo ammissibile di fili rotti. Di seguito una tabella 5.8.1 con indicazione per la sostituzione delle funi in funzione del numero di fili rotti per due tipologie di funi.

condizioni	Sostituzione programmata entro un certo periodo di tempo (definita da parte della persona competente)		Rimozione immediata	
	6 x 19 FC	8 x 19 FC	6 x 19 FC	8 x 19 FC
Fili rotti distribuiti casualmente tra i trefoli esterni	>12 su lunghezza pari a 6 diametri	>15 su lunghezza pari a 6 diametri	>24 su lunghezza pari a 6 diametri	
prevalenza in uno o due trefoli esterni	>6 su lunghezza pari a 6 diametri	>8 su lunghezza pari a 6 diametri	>8 su lunghezza pari a 6 diametri	>10 su lunghezza pari a 6 diametri
adiacenti in un trefolo esterno	4	4	>4	>4
trefolo lato interno, rotture ad incisione	1 su lunghezza pari a 6 diametri	1 su lunghezza pari a 6 diametri	> 1 su lunghezza pari a 6 diametri	> 1 su lunghezza pari a 6 diametri

Tabella 5.7.1: Criteri di dismissioni delle funi tradizionali

Ulteriori criteri di scarto è l'usura, e la corrosione. In caso di usura i fili il cui diametro è ridotto oltre un certo limite devono essere contati come fili rotti, applicando i criteri presenti al punto precedente. Nel caso della corrosione, un filo particolarmente corroso deve essere considerato rotto. Una eventuale corrosione interna della fune può essere evidenziata dalla diminuzione del diametro esterno della fune.

La fune deve essere tolta dal servizio e resa inutilizzabile, oltre a quanto indicato in precedenza quando:

a) Il diametro si è ridotto del 10%;

- b) Un trefolo sia completamente rotto o in qualche punto si sia ridotta la sua sezione del 40%;
- c) Sono presenti deformazioni, ammaccature o torsioni;
- d) Fuoriesce l'anima;
- e) Con la fune in tensione uno o più trefoli risultino lenti.

Rientra tra i compiti del manutentore, verificare la condizione delle funi controllando, in caso di presenza di fili rotti, a che percentuale di sezione questi corrispondono rispetto alla sezione totale della fune. Decretandone la sostituzione in caso di superamento dei limiti imposti dalle norme di riferimento (DPR 1497/63 prima e ISO 4344 o 12385 dopo) con cui l'impianto è stato inizialmente omologato o certificato. Durante l'ispezione, il manutentore deve identificare la zona più sollecitata dei mezzi di sospensione, cercare di individuare elementi per la dismissione. Generalmente, questa porzione si trova vicino alla puleggia di trazione, quando la cabina si trova sul piano più frequentato, solitamente il piano terra, il tratto evidenziato con la lettera L in rosso nella figura 5.13.

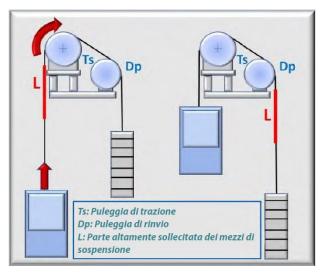


Figura 5.13: Zona della fune da ispezionare con maggiore cura in un impianto 1:1

Nella figura 5.14 esempio del controllo delle funi in modo tradizionale, viene effettuata l'ispezione delle funi nel locale macchinario mediante una "tavoletta di legno" appoggiata sulle funi in movimento, la presenza di fili rotti è individuata se la tavoletta è arpionata dalla fune e trascinata, si procede all'esame a vista del tratto di fune.



Figura 5.14: Attività di ispezione sulle funi di un ascensore

Considerando che, in un edificio residenziale, quasi l'80% delle corse partono dal piano terra, vi è una forte evidenza che questa parte dei mezzi di sospensione sarà la zona più sollecitata in cui i criteri di dismissione inizieranno a manifestarsi. Per questo motivo, l'ispezione deve iniziare da questo punto e poi essere estesa ad altre porzioni e ai punti in cui il mezzo di sospensione entra nelle gole.

5.7.2 Mezzi di sospensione alternativi impianti MRL

Con gli impianti MRL si ha la richiesta di macchinari più piccoli le pulegge di trazione diventano sempre più piccole e rendono il motore meno costoso e più leggero. Il costo del motore e, di conseguenza, il suo peso, sono direttamente proporzionali alla coppia generata. Il limite della coppia generata è stato il requisito difficile da superare fino all'arrivo di mezzi di sospensione "alternativi" che hanno permesso di ridurre le dimensioni del macchinario. La riduzione del rapporto di curvatura e la copertura dei mezzi di sospensione con un rivestimento in poliuretano (PU) ha portato con sé un altro problema: la definizione di criteri di dismissione affidabili, che fossero oggettivi e riconoscibili. In questi impianti si adotta una fune con diametro d normalmente minore di 8 mm adotta una puleggia di trazione con un piccolo D con rapporto tra i D/d minore 40 (requisiti richiesti dalla norme tecniche odierne) pertanto si è aggiunto una riduzione della capacità di piegamento con eventuali deviazioni delle funi l'usura della fune può ad esempio ridurre la vita della fune 60% con fune semplicemente devia rapporto 1:1 e di un ulteriore 15% in caso di deviazione (calcolo della durata della corda di K. Feyrer). Come criteri di dismissione dei nuovi mezzi di sospensione era necessario sviluppare nuovi approcci:

- sistema con durata limitata;
- sistema di monitoraggio con tecnologia non distruttiva;
- la visualizzazione con webcam delle funi (adottate sperimentalmente con scarsi risultati);

- sistema di controllo attuato dalla ditta OTIS nell'ambito della trazione con cinghie.

Nella figura 5.15 a) confronto l'ingombro di un sistema con una puleggia di tipo tradizionale e un impianto MRL con un sistema alternativo dell'elemento di sospensione avente un diametro ridotto spazi occupati più piccoli, b) esempio di un impianto di tipo MRL con argano è fissato in testa delle guide della cabina e contrappeso, la soluzione permette di scaricare il peso proprio e della sollecitazione di trazione sul fondo della fossa.

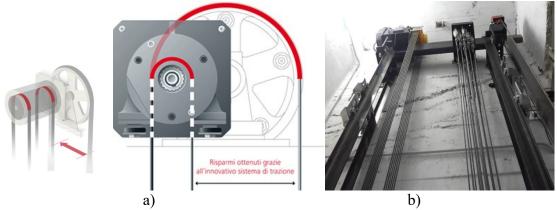


Figura 5.15: a) Confronto riduzione diametro puleggia di trazione

b) Soluzioni con funi di diametro piccolo

Nella figura 5.16 confronto fune di tipo tradizionale con anima tessile e elementi di sospensione alternativi: funi con anima metallica, funi rivestite e cinghie.

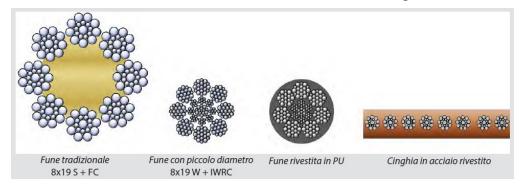


Figura 5.16: Elementi di sospensione alternativi adottati negli impianti MRL

5.7.3 Controllo delle funi metalliche con la durata limitata

Storicamente la capacità di carico di una fune è sempre stata direttamente collegata al suo carico di rottura. Ciò era sufficientemente verosimile quando non erano facilmente misurabili altre importanti caratteristiche delle funi quali il limite di snervamento. È noto che i materiali che lavorano al di sotto di tale limite hanno un comportamento linearmente elastico e possono sopportare un grande numero di cicli di fatica prima di essere danneggiati. Se il materiale lavora al di sopra del limite di snervamento numero di cicli di fatica si riduce drasticamente. Diventa importante conoscere o stimare lo stato di

sollecitazione reale dell'elemento più sollecitato di una fune ed accertarsi che esso non lavori oltre il consentito. Le funi sono particolarmente adatte a lavorare sotto carichi assiali, tuttavia non possono che essere soggette anche a forze trasversali (deviazioni, passaggio su rulli, ecc.) la verifica deve essere eseguita in tali condizioni per tenere conto degli sforzi aggiuntivi che ne derivano. Si rende necessario conoscere i dettagli della installazione che consentono di determinare il livello di sovraccarico localizzato, cioè il rapporto di avvolgimento, angolo di avvolgimento, diametro delle gole, angolo di apertura, angoli di deviazione laterale, distanza tra le pulegge, ecc. per individuare la durata della fune stessa. L'inventore della fune metallica, Oberbergrat Albert, ha effettuato per primo prove di fatica con funi metalliche per confrontare la vita utile di funi con diversi disegni cordature. Dopo di Oberbergrat, ricercatori come Benoit, Wörnle o Müller hanno realizzato una vasta gamma e numero di prove di fatica a flessione della fune metallica, prove indirizzare ad individuare fattori che influenzano sulla durata della fune. Il Prof. Klaus Feyrer dell'università di Stoccarda ha riassunto i risultati di anni di sperimentazione in una formula che consente di prevedere la durata utile delle funi metalliche nei sistemi a fune con sufficiente precisione. L'approccio della definizione di durata limitata, è importante creare una sperimentazione di laboratorio in cui si affronta una configurazione per la flessione semplice e inversa. Un ciclo di piegatura è definito come il passaggio dallo stato diritto della fune in stato piegato e di nuovo nello stato diritto (simbolo) o come modifica dallo stato piegato allo stato diritto e di nuovo allo stato piegato nella medesima direzione (simbolo). Ogni volta che una corda passa sopra una puleggia, corda esegue un ciclo di curvatura completo, ovvero un passaggio dal rettilineo al piegato e di nuovo nello stato dritto; ogni volta che una corda corre su un tamburo che trasporta fuori mezzo ciclo di piegatura, cioè un passaggio dal diritto allo stato piegato. La Figura 5.17 mostra un esempio semplificato del modello di sperimentazione con flessione semplice della fune.

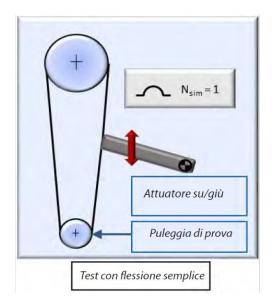


Figura 5.17: Esempio di test con flessione semplice

Nella figura 5.18 un ciclo di piegatura inverso è definito come il passaggio dallo stato piegato al rettilineo stato e ancora nello stato piegato, ma nella direzione opposta (simbolo).

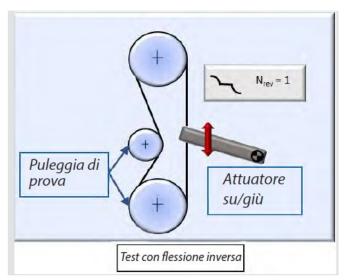


Figura 5.18: Esempio di test con flessione inversa

Il mezzo di sospensione deve essere sottoposto a prova in combinazione con la prevista puleggia di trazione e la puleggia di rinvio, compresi i dettagli del diametro e la forma della scanalatura. La durata prevista in servizio è calcolata in base alla durata ottenuta da ciascun elemento della disposizione utilizzando una formula combinata. Il numero di flessioni dopo il quale la fune deve essere scartata, viene determinato con la regola di Palmgren-Miner-Rule, il Prof. Klaus Feyrer "Wire Ropes: Tension; Endurance, Reliability" ha riassunto i suoi risultati in una formula che introduce ulteriori parametri. Il modello di danno cumulativo più semplice, indicato di seguito che se ci sono k diversi livelli di stress (con

ipotesi di danno lineare) e il numero medio di cicli fino al fallimento con lo stress, S_i, è N_i, allora la frazione di danno, C, è:

$$\sum_{i=1}^{k} \frac{n_i}{N_i} = C$$

dove:

- n_i è il numero di cicli accumulati allo stress S_i;
- C è la frazione della vita consumata dall'esposizione ai cicli ai diversi livelli di stress.

In generale, quando la frazione di danno raggiunge 1, si verifica una rottura. L'equazione di cui sopra può essere pensata come la valutazione della percentuale di vita consumata ad ogni livello di stress e quindi sommando le proporzioni per tutti i livelli. Prof. Klaus Feyrer ha elaborato una formula per individuare il numero di cicli di piegatura come funzione logaritmica

$$\lg N = b_0 + \left(b_1 + b_4 \lg \frac{D}{d}\right) \cdot \left(\lg \frac{S d_0^2}{d^2 S_0} - 0.4 \cdot \lg \frac{R_0}{1770}\right) + b_2 \cdot \lg \frac{D}{d} + b_3 \cdot \lg \frac{d}{d_0} + \frac{l}{b_5 + \lg \frac{l}{d}}$$

In questa formula:

N indica il numero di cicli di piegatura;

d il diametro nominale della fune in mm;

D il diametro della puleggia in mm;

S la fune tira dentro N;

1 la lunghezza della zona della fune maggiormente sollecitata in mm;

R₀ la resistenza a trazione nominale del filo in N / mm²;

 S_0 (= 1 N / mm²) e d_0 (= 1 mm) sono la linea di trazione e il diametro dell'unità che rendere le frazioni senza dimensioni.

I fattori da b₀ a b₅ sono parametri specifici della fune che deve essere determinato separatamente in un gran numero di prove di fatica a flessione per ogni singolo disegno della corda. Sulla base di questo calcolo, sull'ascensore deve essere installato un contatore di corse per monitorare la durata residua del sistema in funzione. L'installazione del contatore non deve sostituire i controlli visivi periodici per garantire che il sistema sia in buone condizioni di funzionamento. Fattori ambientali o altre ragioni non previste potrebbero causare il danneggiamento dei mezzi di sospensione e il raggiungimento del punto di dismissione.^{xxxii} Un tale sistema di controllo sicuramente non si integra con un sistema di controllo in remoto tramite il rinvio del dato di corse effettuare, in aiuto il diagramma di figura 5.19 la valutazione della fatica della fune, può essere integrato dal controllo dell'allungamento della fune stessa, allungamento anomalo della fune, può evidenziare fili rotti, trefoli rotti o

deformazione permanenti del materiale, attivazione di un controllo approfondito e eventuale dismissione.

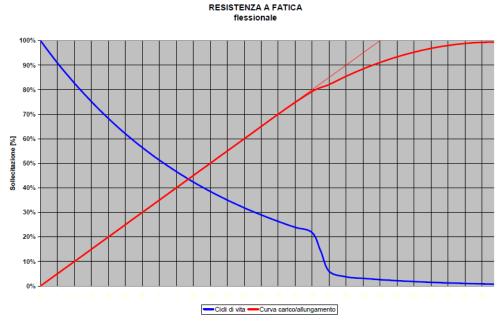


Figura 5.19: Legame tra cicli di vita e allungamento della funexxxiii

5.7.4 Controllo delle funi metalliche con tecnologia magneto induttivo

Le tecnologie adottate per il controllo magneto-induttivo sono applicabili a qualunque tipologia di fune diventa praticabile anche una verifica più oggettiva delle funi per ascensori che ad oggi viene effettuata a vista. La tendenza nei nuovi impianti ascensori e di andare verso soluzioni caratterizzate da funi di diametro sempre minore e in numero crescente rende il controllo a vista di difficile esecuzione. Uno strumento per il settore ascensoristico deve possedere una serie di requisiti tecnico-funzionali che consentano al manutentore o al verificatore una semplice, rapida ed efficace verifica di tutte le funi contemporaneamente. Una indagine oggettiva dello stato di una fune, sia esterno sia interno, richiede un controllo non distruttivo. Diverse sono le tecnologie esistenti ma la più diffusa si basa sul principio magneto-induttivo. Gli strumenti attualmente disponibili sul mercato possono fornire due tipi di segnali chiamati "Localized Fault" (LF) e "Loss of Metallic Area" (LMA). Il primo fornisce un'indicazione qualitativa dello stato della fune e dipendente dalla profondità del difetto mentre, il secondo è in grado di quantificare in modo proporzionale la perdita dell'area equivalente associata al danno. Il principio del metodo magneto-induttivo si basa sulla misura di un flusso magnetico principale o di un flusso magnetico disperso mediante una bobina che misura il flusso principale o mediante una bobina una che circonda la fune e misura il flusso disperso; più recentemente le bobine sono state sostituite da schiere di sonde ad effetto Hall. Le sonde che rilevano il flusso magnetico disperso possono essere di tipo

assiale o radiale e forniscono una indicazione proporzionale al numero di fili interrotti; il segnale è noto con la sigla LF: localised fault. La necessità di rilevare difetti non localizzati, dovuti ad esempio alla corrosione, richiede di effettuare una misura di tipo integrale come quella del flusso principale che attraversa la fune. Tale tipo di segnale è noto con la sigla LMA (Loss Metallic Area). In questo caso risultano particolarmente adatte le sonde ad effetto Hall, rispetto alle bobine, in quanto rilevano direttamente il valore assoluto del campo magnetico e non la sua variazione e quindi forniscono il valore assoluto dell'area mancate nella sezione della fune. Nella figura 5.20 è rappresentato l'andamento schematico del campo magnetico in assenza di difetti all'interno della fune.

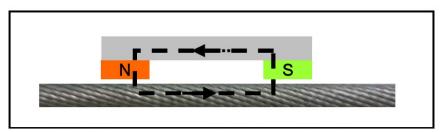


Figura 5.20: Esame magnetico induttivo su fune integra

Se la fune presenta un difetto al suo interno ad esempio dovuto alla rottura di un filo, il campo magnetico tende sia a ridursi (a causa dell'interruzione) sia ad uscire localmente dalla fune figura 5.21. La misura locale del campo magnetico che fuoriesce dalla fune e la misura del flusso totale corrispondono ai due segnali LF ed LMA.

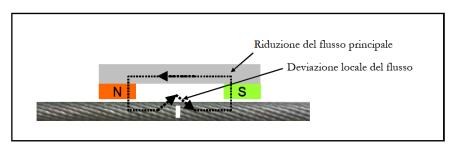


Figura 5.21: Esame magnetico induttivo su fune con difetto

In figura 5.22 è riportato l'andamento teorico del segnale di tipo LF ed LMA associato ad una fune che presenta diverse riduzioni di sezione. È importante osservare che il segnale di tipo LMA perde di definizione non appena il tratto di fune con riduzione della sezione diventa inferiore alla lunghezza assiale del detector; alla lunghezza è quindi associata la risoluzione dello strumento.

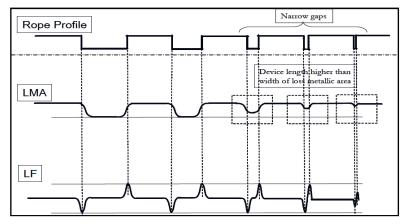


Figura 5.22: Esame magnetico induttivo su fune integra

Il segnale misurato in una prova reale è diverso da quello teorico a causa dell'inevitabile rumore dovuto alla trefolatura della fune ed alle sue oscillazioni. In figura 5.22 è riportato a titolo di esempio il segnale LF ed LMA ottenuto in corrispondenza di un difetto pari a diverse % di area mancante. L'effettuazione della prova sul campo richiede che ci sia un movimento relativo tra lo strumento e la fune da analizzare. La prova viene condotta, in genere, mettendo in movimento la fune all'interno dello strumento che viene ancorato. Un software è quindi in grado di memorizzare le tracce e di creare successivamente un report di prova. Il manutentore ed il verificatore è in grado in modo oggettivo e rapido di fornire al gestore dell'impianto o all'amministratore di condominio un report che testimonia, oltre che l'avvenuto controllo, lo stato effettivo delle funi. Questo permette di poter decidere in modo oggettivo e tempestivo la sostituzione delle funi in funzione delle loro reali condizioni e non in funzione solo della loro età (indicatore spesso non molto significativo). I vantaggi di una maggiore oggettività sul controllo vanno ovviamente a vantaggio dell'utente finale il quale vede aumentata la sicurezza o il risparmio nel caso di una sostituzione inutile delle funi. xxxiv Questo metodo di rilevazione del danno su una fune non può considerarsi integrante al controllo di tipo tradizione previsto.

5.7.5 Controllo del sistema cinghie – il sistema "Pulse" impianto Gen2 Comfort OTIS

L'impianto in oggetto utilizza come mezzo di sospensione delle cinghie piatte con rinforzo interno di piccole funi in acciaio. La cinghia è rivestita di poliuretano unica nel suo genere una tecnologia inventata e brevettata da Otis – il sistema Gen2 Comfort garantisce un'elevata efficienza energetica, rappresentando una soluzione vantaggiosa sia per il mercato residenziale sia per quello commerciale. La cinghia rivestita ha una lunga durata, la puleggia liscia ed arrotondata e la riduzione delle parti in movimento nella macchina gearless a magneti permanenti hanno enormemente ridotto l'usura ed incrementato la durata.

Affidabilità e sicurezza sono ulteriormente rafforzate dal sistema elettronico, brevettato da Otis, "Pulse", che effettua in maniera continua il monitoraggio dello stato delle cinghie 24 ore su 24. Diversamente dalle attuali ispezioni visive delle funi convenzionali, il sistema Otis "Pulse" rileva ed informa automaticamente i tecnici Otis sullo stato dei trefoli in acciaio annegati all'interno della cinghia, così da eliminare i tempi di arresto dell'impianto e rafforzare enormemente l'affidabilità del controllo. Nella figura 5.23 gli elementi di sospensione; l'argano adottato dalla Otis e il sistema Pulse che scollega alle cinghie di trazione.

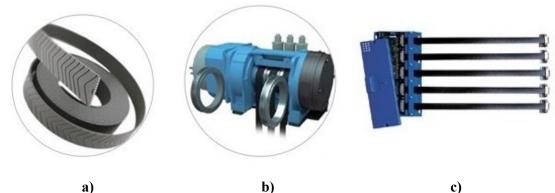


Figura 5.23: a) Cinghia; b) Argano MRL; c) Sistema di controllo cinghie

L'elemento di sospensione garantirebbe per la Otis una riduzione di peso del 20%, durata tre volte di più rispetto alle funi convenzionali la sua flessibilità inoltre consente un raggio di curvatura estremamente ridotto fattore fondamentale per una riduzione di spazio. xxxv

5.8 Dati monitorabili dal quadro di manovra

Oggi il componente destinato al controllo e alla gestione del funzionamento dell'impianto elevatore è il quadro di manovra; può essere a relè, elettronico a microprocessori o PLC. I quadri a relè sono una tecnologia di vecchia concezione e di limitata flessibilità di manovra. Il sistema di controllo non può interagire con il quadro di manovra pertanto sarebbe necessari realizzare un sistema di controllo da applicare a un tale impianto, anche se in questi casi sarebbe molto utile la modernizzazione dell'impianto ascensore, prevedere un sistema di controllo in remoto in un impianto vecchio non risolve in nessun modo i problemi di tali impianti. Nella figura 5.24 la foto di un argano e quadro di manovra di un impianto ascensore di circa 40 anni è evidente la necessità di promuovere la modernizzazione di tali impianti, ricordiamo a tal proposito che in Italia solo il DM 587/87 nell'allegato II ha previsto un vero adeguamento degli impianti ascensori. Il decreto "Scagliola" pubblicato nel 2006, decreto attuativo la norma tecnica europea UNI EN 81-80, relativo al miglioramento della sicurezza degli impianti di ascensori è stata bocciato dal TAR del Lazio, di fatto

bloccando la modernizzazione degli impianti ascensori. L'argano e il quadro di manovra di un impianto nella figura 5.24 sono nello stato originale, situazione frequente in Italia.



Figura 5.24: Argano e quadro di manovra di un impianto ascensore di circa 40 anni

L'impianti ascensori esistenti, più recenti, sono dotati di quadri di manovra moderni con dispositivi elettronici a microprocessori o a PLC dato la loro versatilità, consentono di soddisfare le necessità di ogni tipo di utenza. Nei quadri con tecnologia PLC (Programmable Logic Controller) la logica è gestita da un computer industriale specificatamente programmato per la gestione dei vari processi da automatizzare, le eventuali modifiche della programmazione sono semplici e veloci. I quadri elettronici a microprocessori utilizzano una logica gestita da schede a microprocessori, grazie alle quali è possibile avere diverse possibilità di gestione della manovra dell'impianto elevatore rispetto a quella base. I quadri di manovra sono dotati di collegamenti ai seguenti dispositivi: Extracorsa; Stop; Regolatore; Arcata; Preliminari; Accostamento porta cabina; Catenacci; Bottoniera di manovra; Motore di trazione /Motore pompa; Freno motore / Elettrovalvole; Pattino retrattile; Termico motore; Rifasatori; Pulsantiera di manutenzione; Sicurezze. La caratteristica funzionale: possibilità di utilizzo su tutti i tipi di impianto con azionamento (a funi; idraulici). Permettono l'utilizzo con manovra: universale; o collettiva (prenotazione salita/discesa, simplex, duplex ecc.). Possibilità di utilizzo di porte manuali o automatiche. Li rende interessanti per il controllo in remoto dell'ascensore e che generalmente adottano un display per la visualizzazione dei guasti; una memoria degli ultimi guasti in relazione al piano in cui sono avvenuti; un sistema di conteggio corse; un sistema di controllo della temperatura avvolgimenti motore /controllo temperatura olio centralina; controllo di sovraccarico; controllo dei dispositivi di sicurezza; gestione dei tempi per un corretto funzionamento;

gestione della manutenzione programmata; controllo dei contattori di movimento; controllo della manovra di manutenzione. Segnalare in cabina con apposito display informazioni di occupato; in arrivo; posizione; direzione; prenotato; segnalazione di arrivo acustica; segnalazione di sovraccarico e di fuori servizio, nella figura 5.25 un quadro di manovra ascensore e il tastierino con display per programmazione e individuazione degli errori.

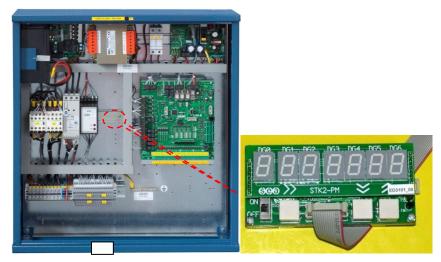


Figura 5.25: Quadro di manovra a microprocessore e tastiera di programmazione e display

Il nostro quadro di manovra ha come sistema di input tastierino e output un piccolo display dove sono si possono individuare guasti figura 5.26, è possibile accedere ad ulteriori informazioni come temperature, e numero di corse ecc.

La visualizzazione degli eventi o stati è preceduta dalla lettera "A" ES.: A00802 = ciclo di apertura porte al PIANO 02



La visualizzazione degli errori è preceduta dalla lettera "E" ES.: E029 = errore impianto in extracorsa.



Figura 5.26: Errori visualizzati sullo schermo di un quadro della ditta Beg^{xxxvi}

È evidente che con quadri di manovra di recente generazione il controllo in remoto almeno come informazioni e gestione semplice può essere attuato interfacciando i dati già disponibili al tastierino/display anche alla rete, semplicemente duplicare i dati e trasferendoli via web.

5.9 Dati monitorabili dall'inverter

Un altro componente estremamente interessante nella funzione di controllo per un ascensore è l'inverter, che consentono, grazie all'ausilio di un idoneo software, la regolazione delle velocità, sia in avviamento sia in frenatura, del campo magnetico rotante dei motori asincroni trifasi a gabbia di scoiattolo, adoperati normalmente per gli ascensori. Restando invariata la velocità di sincronismo a regime, che dipende dalla frequenza della corrente di rete e dal numero dei poli, è possibile variare la velocità del rotore nei transitori con regolarità e dolcezza.

La variazione del numero di giri del motore avviene intervenendo sui due parametri p coppie polari o sulla "f = frequenza "l'inverter modula la frequenza tra 0,1 e 50 Hz. Variando il numero di coppie polari è stato attuato in passato con impianti con doppia velocita. La variazione di frequenza viene attuata con gli inverter, assicurano minori sollecitazioni meccaniche alle strutture, dovute alle minori forze d'inerzia nei transitori, ed all'arresto elettrico graduale del motore con conseguente maggiore confort per i passeggeri e precisi livellamenti ai piani. xxxvii



Figura 5.27: Inverter per ascensori

L'inverter progettati per il mondo dell'ascensore sono dotati normalmente sistema di controllo: di velocità, di posizione, rilevamento arresto fuori piano, alimentazione monofase d'emergenza per ritorno al piano. Nella figura 5.27 un inverter di ultima generazione e il display. Inverter, di ultima generazione, sono dotati di una tastiera di input per effettuare la programmazione, in input rampe di accelerazione (in partenza) e decelerazione (in arrivo al piano) e programmare la velocità massima. In output, sul monitor si può visualizzare la velocità istantanea, intensità di corrente assorbita in ogni istante, la potenza assorbita

dall'ascensore nella sua corsa, posizione della cabina, ecc. Integrando le informazioni rilevati dal quadro di manovra e i dati resi in output dall'inverter e trasferendoli alla rete potremo avere una prima gestione in remoto dell'impianto ascensore.

5.10 Controllo porte automatiche - barriere fotoelettriche

Per le porte automatiche dell'ascensore la norma UNI EN 81.20 prevede, per minimizzare i rischi danneggiamento o infortunio delle porte o parti di esse, una barriera fotoelettrica che comandi automaticamente la riapertura delle porte nel caso in cui una persona attraversa l'accesso durante la fase di richiusura. Le barriere ottiche proteggono chi sta entrando o uscendo dalla cabina di un ascensore nel caso di una chiusura indesiderata delle porte automatiche evitando anche urti contro oggetti rimasti bloccati tra le porte stesse.



Figura 5.28: Barriera fotoelettrica

La norma UNI EN 81.20 rende obbligatori quanto era già previsto dalla UNI EN 81-70 "Regole di sicurezza per la costruzione e l'installazione degli ascensori - Applicazioni particolari per ascensori per passeggeri e per merci - Parte 70: Accessibilità agli ascensori delle persone, compresi i disabili", già nel 2004 al punto 5.2.4, prescrive che il dispositivo di protezione che comanda la riapertura automatiche della porta dell'ascensore in caso di presenza di ostacoli deve essere attivo almeno lungo una distanza tra 25 mm e 1800 mm sopra la soglia di cabina nella figura 5.28 esempio di barriera fotoelettrica installata nella porta ascensore. La barriera fotoelettrica offre una protezione avanzata per porte che si evita di danneggiare e ai passeggeri evitando infortuni, l'ultima generazione di tali sistemi ha aumentato la sicurezza, in particolare il movimento delle porte è segnalato da indicatori LED rossi e verdi, che indicano se la porta si sta aprendo o chiudendo, scoraggiando gli utenti dall'entrare in un ascensore quando le porte stanno per chiudersi. Grazie ai sensori di rilevamento 3D e bidimensionali di cui sono dotate, estende la protezione dei passeggeri alla

zona di sbarco, il che significa che può identificare un utente in avvicinamento come schematizzato nella figura 5.29.

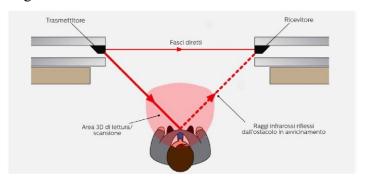


Figura 5.29: Barriera fotoelettrica di ultima generazione

Le barriere fotoelettriche intelligenti, le aziende di manutenzione possono ricevere informazioni sul prodotto tramite la piattaforma di monitoraggio su cloud, dati in tempo reale, compreso il numero di cicli delle porte e il numero e la posizione dei diodi temporizzati. La barriera fotoelettrica include anche un allarme "blocco porta" integrato in grado di rilevare quando un oggetto è stato lasciato tra le porte dell'ascensore e ne impedisce la chiusura riducendo gli interventi della ditta. L'allarme invia una segnalazione all'hub. I dati riportati in remoto possono contribuire a ridurre la necessità di visite in loco.xxxviii Queste barriere intelligenti come sono già predisposte per un collegamento in remoto, il sistema dovrà essere integrato con le altre informazioni provenienti da latri sensori per completare il controllo.

5.11 Sistema di video comunicazione con la cabina

Le funzioni di controllo a distanza possono essere estese con un sistema immagini video all'interno della cabina ascensore, semplicemente collegando una scheda che cattura immagini video e gli accessori necessari come ad esempio l'alimentazione per la videocamera e uno schermo tattile. Un esempio di questa applicazione e la registrazione di tutto quanto accade nell'ascensore con l'installazione di una telecamera a circuito chiuso sul cielino, come mostra la figura 5.30 xxxix. Il segnale della videocamera e collegato alla scheda video tramite il cavo flessibile dell'ascensore. Le immagini video vengono registrate per un periodo di tempo e/o trasmesse a una sala di controllo.

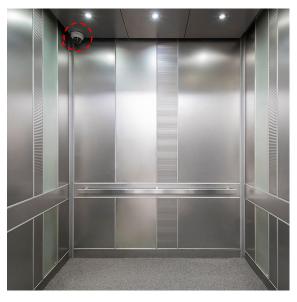


Figura 5.30: Videocamera installata in cabina

Tale sistema deve integrare la rilevazione degli allarmi in tempo reale e le immagini video, per confermare il malfunzionamento. Il sistema permetterebbe di prendere visione: un incidente, un fermo impianto e se vi sono dei passeggeri imprigionate inoltre può essere un deterrente ed evitare atti vandalici. L'allarme non è affidato agli inquilini ma gestito dalla ditta individuando effettiva necessità di un intervento del personale in loco per ripristinare l'ascensore o semplicemente tramite un reset in remoto. Le chiamate degli inquilini, a volte, non hanno seguito ed è difficile controllore l'autenticità delle informazioni. Il controllo a distanza integrato con controllo video fornisce al personale operative informazioni di prima mano quando si verifica un imprigionamento o un guasto, migliorando in tal modo il tempo di risposta nella risoluzione del malfunzionamento e di conseguenza riducendo il tempo di risposta e il fermo dell'ascensore.xl



Figura 5.31: Display LCD da installata in cabina^{xli}

Il sistema video installato in cabina potrebbe garantire maggiore sicurezza ed evita atti vandalici o aggressioni che possono avvenire in cabina, integrato con uno schermo tattile in cabina nella postazione di comando, nella figura 5.31, può essere di aiuto in caso di imprigionamento di persone audiolese o con crisi di panico e potrebbe rimandare

informazione di allarmi esempio antincendio o eventi sismici estremante necessaria per salvare vite. L'ipotesi facilmente attuabile è sostituire il sistema di comunicazione bidirezionale, previsto dalle attuali norme tra cabina e posto presidiato il teleallarme (sistema parla ascolta), con un sistema di video comunicazione bidirezionale rendendo al passeggero oltre che la voce del sistema di assistenza anche una comunicazione visiva.

5.12 Limitatore di velocità elettronici

Il limitatore di velocità è un dispositivo di sicurezza che al di sopra di una velocità prestabilita da un'apposita taratura, comanda l'arresto del macchinario e se necessario provoca l'entrata in funzione del paracadute. È un componente di sicurezza dell'ascensore, un limitatore di tipo elettro meccanico sfrutta la forza centrifuga di apposite masse per agganciare "la virgola" e fare intervenire il paracadute. Il paracadute è un dispositivo meccanico destinato a fermare e mantenere ferma sulle guide la cabina o la massa di bilanciamento, in caso di eccesso di velocità verso il basso o di rottura degli organi di sospensione. Nella figura 5.32 schema classico di un limitatore di velocita con fune, paracadute e tenditore.

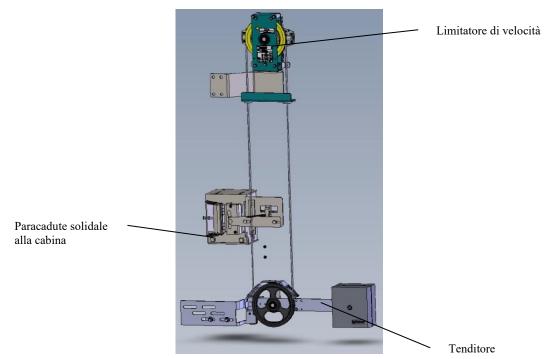


Figura 5.32: Schema di collegamento del limitatore di velocità

I limitatori di tipo elettronico sono già prodotti da alcune aziende, hanno come vantaggio: la misurazione continua di posizione, velocità e accelerazione; maggiore precisione rispetto ai limitatori convenzionali; possibilità di azionamento remoto; intervento possibile in qualsiasi punto della puleggia; sistema di auto-monitoraggio; controllo remoto, essendo predisposto

per connessione BUS a quadri di manovra. Inoltre la misurazione elettronica senza contatti assicurare massima precisione e ridotta rumorosità Può essere dotato di encoder per rilevamento posizione cabina. La figura 5.33 confronta il vantaggio del limitatore di velocità elettronico rispetto a quello meccanico. La possibilità di ridurre il tempo di intervento significa ridurre spazio percorso in caduta della cabina ma anche riduzioni delle decelerazioni per eventuali persone trasportate.

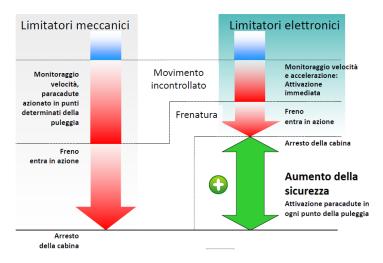


Figura 5.33: Confronto tra un limitatore elettromeccanico ed uno elettronico

5.13 Sistema di rilevazione dell'acqua nella fossa ascensore

Un problema che si ripete in modo ricorrente in alcuni ascensori è la presenza di acqua nella fossa dell'ascensore; condizione che può provocare rischi all'utilizzatore e al manutentore. Con fossa si intende la parte più bassa del vano di corsa dell'ascensore, fisicamente dalla soglia del piano più basso servito dall'ascensore fino al fondo del vano di corsa stesso. La fossa ascensore è spesso la parte più bassa dell'edificio, risulta abbastanza difficile impedire il deflusso dell'acqua in questa zona. Le principali cause di allagamenti della fossa ascensori sono:

- Il maltempo, l'acqua accumulata in garage sotterraneo o seminterrati si riversata nel vano ascensore;
- Il sistema di impermeabilizzazione della fossa dell'ascensore non era ben trattato e si verificavano infiltrazioni d'acqua;
- Attivazione del sistema antincendio ad esempio di tipo a sprinkler con spargimento elevati quantitativi di acqua;
- Perdite di acqua nelle condutture^{xliv}.

La fossa dell'ascensore è dotata normalmente di: un sistema di illuminazione con relativo interruttore; una presa di corrente e uno stop di emergenza quindi parti che sono o possono

essere messe in tensione, a queste si aggiunge la parte dei cavi flessibile che collegano la cabina al quadro di manovra che pendono sotto la cabina e che raggiungono la fossa. I rischi sono l'elettrocuzione parti messe in tensione dall'acqua, cortocircuiti la corrosione di parti metalliche che si trovano in fossa come guide, attacchi funi ecc. In caso di allagamento della fossa, è necessario mettere fuori uso temporaneamente l'ascensore, informare la società di manutenzione in modo da prendere misure tempestive per il drenaggio e la manutenzione. Il controllo di presenza di acqua nella fossa oggi è delegato all'utilizzatore dell'ascensore. Il sistema proposto comprende un sensore/allarme di allagamento cioè una piastrina di rilevazione in verticale a filo con il pavimento connessa al circuito logico posto in una scatola elettrica stagna. I sensori di più comuni per rilevare la presenza di acqua sono di due tipi a piastrina e a puntali, figura 5.34. Nel caso l'acqua lambisce la piastrina fa variare la resistenza del circuito elettrico stampato nei sensori a piastrina, nei sensori a puntali l'acqua chiude il circuito elettrico che è normalmente aperto, il segnale di allagamento inviato al quadro di manovra e rimandato al sistema di controllo in remoto con l'allarme sarà possibile disattivare l'ascensore e attivare immediatamente il servizio di manutenzione. Nella figura 5.35 la fossa ascensore con evidente stato di ossidazioni delle parti metalliche foto effettuata durante l'attività di drenaggio.

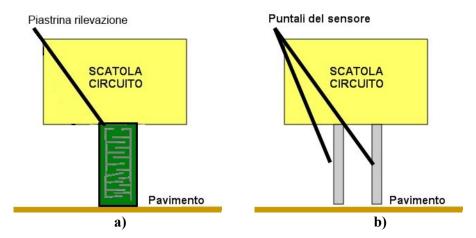


Figura 5.34: Sensore a piastrina a) sensore a puntali b)

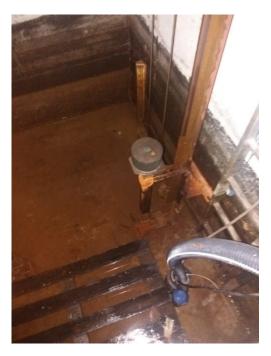


Figura 5.35: Fossa ascensore con evidente stato di ossidazioni delle parti metalliche

6. ASCENSORE CONTROLLOTO IN REMOTO

6.1 Metodo di diagnosi

Nessuna prova fatta in laboratorio con la macchina scollegata può garantire lo stesso risultato ottenibile con la macchina in condizioni d'esercizio in quanto, durante i test offline, vengono a mancare le condizioni a contorno meccaniche, elettriche e termiche che sono alla base della formazione dei difetti e che ne permettono la successiva individuazione soprattutto nella loro fase iniziale:

- 1. Vibrazioni;
- 2. Corrente di esercizio;
- 3. Accoppiamento con il meccanismo trascinato;
- 4. Temperatura elevata ed altri impatti a cui è sottoposta la macchina durante il suo normale ciclo.

In particolare durante la prova vengono analizzati e valutati non soltanto i difetti già formatisi e rilevabili mediante la misurazione delle anomalie, ad esempio elettromagnetiche, ma anche i fenomeni che, protraendosi nel tempo, potrebbero causare il guasto della macchina nel lungo termine. I più importanti sono:

Elevata vibrazione;

Modalità di avviamento e/o sovraccarico;

Mancata rigidità del fondamento;

Funzionamento scorretto del sistema di raffreddamento;

Allentamento dei fissaggi dei componenti interni della macchina;

Disallineamento tra la macchina ed il meccanismo trascinato;

Controllo degli elementi di trazione;

Guasto dei cuscinetti ecc.

La tecnologia utilizzata nella diagnosi deve permettere di assicurare l'affidabilità e l'efficienza di funzionamento dell'intero impianto tenendo sotto il controllo tutto il parco delle macchine e pianificando i lavori di manutenzione senza alcuna necessità di fermo durante l'esecuzione delle prove preventive. Il vantaggio principale dell'utilizzo della diagnostica può essere brevemente riassunto nel seguente modo:

- 1. Identificazione e localizzazione dei malfunzionamenti/degrado dell'ascensore in esame;
- 2. Prevenzione dei guasti distruttivi;
- 3. Riduzione dei costi per fuori servizio;
- 4. Possibilità di programmazione degli interventi di manutenzione e sostituzione delle apparecchiature.

La tecnologia permette di rilevare la presenza, la gravità e l'ubicazione dei seguenti difetti:

- scariche parziali nell'isolamento;
- scintillio tra i contatti;
- anomalie vibrazionali con la localizzazione dei componenti coinvolti;
- squilibrio nell'allenamento tra l'albero ed il meccanismo accoppiato;
- guasti dei cuscinetti;
- anomalie termiche e guasti del sistema di raffreddamento, ecc...

Già durante l'analisi è possibile rilevare la presenza e la gravità di un difetto. Il sistema di rivelazione installato, dovrebbe controllare essenzialmente tre porzioni del nostro impianto ascensore: la cabina, il locale macchinario e nel vano, al sistema di rilevamento sarà collegato il gateway (che consente la comunicazione tra il sistema di rivelazione e il cloud) e il cloud. Un ascensore connesso e funzionante, il quadro di manovra dovrà essere dotato di un avanzato sistema di controllo, studiato per fornire al manutentore un'interfaccia di semplice uso, che permette di monitorare e gestire tutte le funzionalità dell'impianto. Il sistema permetterà l'accesso diretto al quadro di manovra da qualunque luogo, lo scopo è un monitoraggio costante, e di avere una rapida risposta, nel caso sia rilevato un inconveniente, trasmette l'informazione in tempo reale al centro assistenza. Deve consentire di diagnosticare la causa dell'inconveniente e localizzarla, riducendo possibilmente i controlli

che il tecnico deve effettuare sul posto. Il sistema dovrà garantire la massima tempestività, minima interruzione del servizio. Raccogliere i dati automaticamente dall'ascensore, e deve identificare le irregolarità di funzionamento, anomalie e piccoli disturbi che potrebbero non essere rilevati dall'utente e che anticipano la degradazione dei componenti.

6.2 Trasmissione delle informazioni

Le informazioni raccolte sanno utilizzate per realizzare un programma di manutenzione preventiva che risolva i problemi prima che si verifichino. Il controllo in remoto la scheda del quadro di manovra deve essere dotata di un modem esterno, con un collegamento di tipo mobile scheda GSM / GPRS o su linea fissa, è possibilmente interagire con il sistema attraverso un software controllo remoto, software già presenti in commercio. Il programma deve essere la possibilità di leggere e/o modificare tutti i parametri che regolano il funzionamento dell'ascensore.

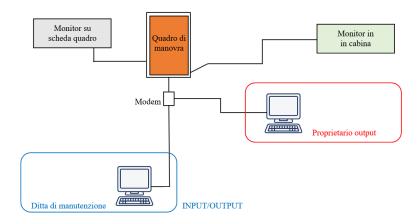


Figura 6.1: Interconnessione del quadro di manovra per il monitoraggio continuo

Con il collegamento in remoto si può analizzare lo stato del sistema, il suo funzionamento, realizzando un monitoraggio continuo dell'ascensore/i. Nella figura 6.1 uno schema del collegamento dal quadro di manovra alla cabina, ma anche al proprietario, filtrando alcuni dati, e il manutentore. Come suddetto, i vantaggi del controllo remoto da utilizzare negli ascensori sono proprio: segnalazione del guasto in tempo reale; rapido ripristino del funzionamento in caso di guasto di lieve entità; riduzione del tempo di interruzione del servizio e quindi del disagio degli utenti; risparmio sugli interventi di assistenza sul luogo di installazione con la conseguente riduzione dei costi di esercizio su base annua; tempestiva organizzazione dell'intervento di riparazione in caso di guasto di maggiore gravità il personale tecnico viene informato preventivamente circa la possibile natura del blocco; aumento del livello di sicurezza percepita dagli utenti; monitoraggio del traffico e statistiche rapportate alle corse ai piani serviti; possibilità di programmare la manutenzione. Sistemi di sollevamento connessi o che utilizzano la tecnologia Internet, sono già commercializzate dalle multinazionali del settore nel contesto sia degli ascensori che delle scale mobili:

- ThyssenKrupp "il sistema MAX" e così commercializzato "(...) MAX analizza i dati in tempo reale dagli ascensori di tutto il mondo e fornisce il nostro hub di controllo della manutenzione con un vasto livello di dettagli. Questo permette di valutare la il corretto funzionamento e lo stato degli ascensori collegati e dei loro componenti. I dati risultanti vengono elaborati da applicazioni software che Learper interpretare le informazioni in termini di requisiti di manutenzione piuttosto che semplicemente presentarlo a un l'operatore umano nella sua forma originale.
- KONE ha recentemente annunciato una collaborazione con IBM per raccogliere e analizzare le informazioni di tendenza da una rete distribuita globale in un'iniziativa per fornire una manutenzione proattiva. In modo significativo, l'annuncio menziona la fornitura di un'API (Application Programming Interface) per l'utilizzo da parte degli sviluppatori di applicazioni.
- Otis Lift Company ha annunciato servizi per ascensori "Ascensore Gen2" applicazione mobile eCall™ sviluppata esclusivamente da Otis, attraverso la quale i residenti o i visitatori degli edifici possono chiamare e dirigere l'ascensore a distanza dal loro smartphone.
- eView[™] offre ai responsabili degli edifici la possibilità di fornire informazioni personalizzate direttamente ai passeggeri.

Reportistica connessa e accesso in tempo reale a dati prestazionali, chiaramente non è affatto un elenco completo. I sistemi che queste multinazionali del settore non soddisfano la visione IoT dell'interoperabilità semantica e condivisione di informazioni. xlv

6.3 Rilevamento nell'ascensore xlvi

Esistono quattro tipi principali di meccanismi per il movimento degli ascensori: elettrico a fune, a trazione, idraulico, pneumatico e a cremagliera. I sensori utilizzabili per un controllo in remoto nell'ascensore comprendono, encoder, sensori a infrarossi, di livello, di corrente, di carico, a effetto Hall e interruttori di fine corsa. Gli encoder vengono utilizzati per rilevare la velocità di rotazione del motore per poter controllare movimento e posizione della cabina. I sensori di corrente rilevano la corrente di funzionamento del motore, in base alla quale è possibile regolare la potenza del motore al livello adeguato, mentre i sensori di livellamento trasmettono il numero del piano a cui si trova la cabina al centro di controllo, per l'attivazione del meccanismo di frenatura e per garantire che l'ascensore si arresti al livello desiderato. I sensori con cui viene ottenuto questo risultato sono sensori fotoelettrici o sensori di posizione intelligenti, montati nella colonna dell'ascensore o sulla sommità della cabina. In alcuni ascensori, per rilevare la posizione della cabina vengono inoltre utilizzati sensori a effetto Hall, tali sensori sono trasduttori che variano la loro tensione di uscita in risposta ad un campo magnetico. I dispositivi ad effetto Hall sono utilizzati come sensori di prossimità, posizionamento, rilevamento della velocità e della corrente. Per evitare che l'ascensore esca dalle guide o meglio la cabina, sono richiesti interruttori di fine corsa per impostare un'altezza massima e minima della cabina nel vano di corsa. Nella figura 6.2 è riportato uno schema semplificato di un sistema di rilevazione, partendo dall'alto con il sistema di trasmissione/comunicazione dei dati, collegato al quadro di manovra. All'argano e connesso: un encoder e un sensore delle vibrazioni all'alimentazione del motore è inserito un sensore di corrente. All'unita di controllo del vano avremo connessi i sensori di livello un sensore vibrazioni e accelerazioni sul tetto cabina. Per una corretta gestione delle porte dell'ascensore avremo un quadro di controllo connesso al motore operatore porte dotato di encoder e un sensore di corrente. Per ridurre il rischio di urto con le ante delle porte in cabina sono presenti sensori a infrarossi per rilevare ostacoli in corrispondenza delle porte, per evitare che queste schiaccino i passeggeri durante la chiusura. Sul fondo della cabina è montato un sensore di carico per monitorare il carico e attivare l'allarme di sovraccarico, se necessario.

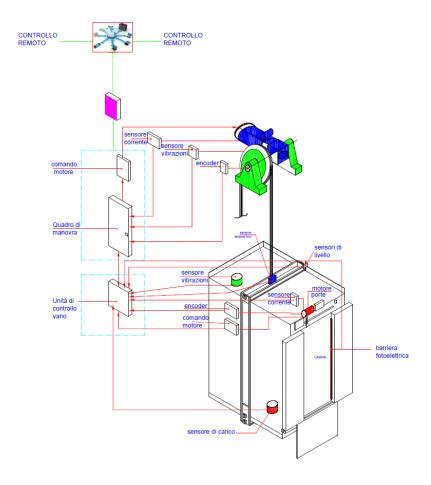


Figura 6.2: Sistema rilevazione e monitoraggio

Il sistema deve necessariamente prevedere un sistema di controllo degli elementi di sospensione. Il sistema di controllo in remoto delle funi con un sistema di rilevazione magnetoscopico di tipo permanente al momento non risultata attuato. Problemi sono essenzialmente legati al costo e la necessità di personale qualificato in maniera specifica sull'analisi dei dati ricevuti. Il sistema di controllo più moderno centrato sul controllo degli elementi di sospensione è il sistema Pulse sviluppato da OTIS. Ricordiamo che il sistema Pulse visto nel paragrafo 5.7. rileva elettronicamente qualsiasi anomalia nelle cinghie piatte in con anima in acciaio e rivestimento in poliuretano. Il sistema include anche un allarme che viene attivato quando le cinghie raggiungono il loro limite di durata di servizio. Il sistema Pulse offre varie opzioni di segnalazione delle informazioni su ascensori dotati di REM, questa informazione viene inoltrata anche dal REM sistema che invia avvisi a OTIS LINE. Questi messaggi di avviso possono quindi essere utilizzati per pianificare i lavori di manutenzione. In caso di allarme prematuro, l'ascensore continua al piano selezionato livello, si ferma e apre le sue porte. Il malfunzionamento dell'ascensore viene quindi

trasmesso automaticamente dal telecomando REM sistema di monitoraggio. Un'alternativa da adottabile per le funi con rivestimento plastico utilizzato negli ultimi anni (impianti MRL). Funi rivestite in plastica progettata specificamente per industria l'ascensore, omologato per pulegge di trazione con un diametro di soli 115 mm, calcolate a durata, testando il componete mediante simulazione in laboratorio e in condizioni di vita reale xlvii.





Figura 6.3: Fune rivestita in plastica progettata specificamente per industria l'ascensore

Il sistema in oggetto copia il principio fisico di funzionamento degli estensimetri, cioè la variazione di resistenza di un conduttore o di un semiconduttore quando è sottoposto a deformazione meccanica. Ricordiamo la seconda legge di Ohm

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

dove ρ resistività [Ohm*m]; l lunghezza del conduttore [m]; A sezione del conduttore [m²] Sotto l'azione di uno stress longitudinale tutte e tre le grandezze variano:

$$\frac{d}{R} = \frac{dl}{l} + \frac{d\rho}{\rho} - \frac{dA}{A}$$

La relazione che lega la variazione di resistenza esibita alla deformazione subita, per estensimetri metallici ha la forma (lineare):

$$\frac{dR}{R} = \frac{dl}{l} \cdot G$$

la costante G è detta Gagefactor, e vale circa 2 (tranne che per il platino, per il quale vale circa 6). Risulta, quindi:

$$R = R_0(1+x)$$

Il sistema dovrà tenere in considerazioni ulteriori variabili come la temperatura e il carico in cabina, opportunamente interfacciato garantirebbe un alto livello di sicurezza (le funi sono già calcolate a durata, e la possibilità di avere in remoto gli allarmi sullo stato delle funi e in caso di deterioramento il fermo dell'impianto. L'apparato fa uso di funi con sezione circolare una tale soluzione potrebbe essere adottata anche per la modernizzazione dell'impianti esistenti, ampliando il mercato e la sicurezza di tali funi. Nella figura 6.4 lo schema semplificato, il sistema di controllo dovrà essere connesso al capofune da una parte e dall'altra interconnesso in modo da realizzare un unico circuito conduttore tra due funi.

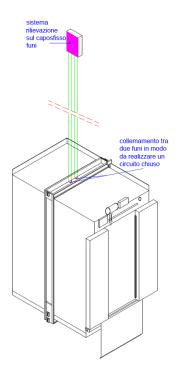


Figura 6.4: Sistema di controllo delle funi tipo estensimetro su funi rivestite

Ulteriore soluzione da integrare nel sistema di controllo delle funi visto il legame tra cicli di vita e allungamento della fune figura 5.19 è un sistema di misurazione della tensione F applicata a ciascuna fune, applicando il principio che una riduzione della tensione F sia dovuta ad un allungamento della fune, quindi eventuali fili rotti, trefoli rotti o deformazione permanenti del materiale. Nella figura 6.5 un sistema di rilevazione della tensione delle funi



Figura 6.5: Sistema di misura delle tensioni delle singole funi

Visto che il carico sulle funi risulta variabile, da due fattori peso in cabina, numero di passeggeri presenti e dal peso delle funi sul tratto di corsa ascensore, sarà necessario avere due ulteriori sensori di rilevazione: il carico in cabina e l'altro della posizione della cabina. Il sistema di rilevamento del carico è già presente negli ascensori moderni e la posizione della cabina e individuata dal quadro di manovra da encoder / sensori di posizione. Si dovrà

realizzare un sistema avendo tre variabili, necessità di un rilevamento dei dati in ogni singola installazione con un sistema di autoapprendimento per legare le tre variabili.

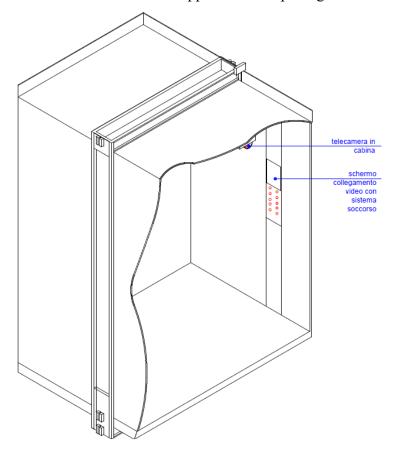


Figura 6.6: sistema di controllo audiovisivo in cabina

Il sistema di rilevamento è completato da un sistema di videocontrollo in cabina, e da uno schermo per videocomunicazione. Il videocontrollo può servire per ridurre gli atti vandalici in cabina e nel caso di fermo impianto con persone imprigionate in cabina, in quest'ultimo caso alcuni incidenti avvengono nel tentativo di auto-liberarsi. Lo schermo servirebbe, per tranquillizzare i passeggeri intrappolati in cabina ma soprattutto in aiuto di audiolesi che potrebbero ricevere assistenza visiva. Il rapido sviluppo della tecnologia dei sensori porterà un'offerta di diverse funzionalità uniche negli ascensori moderni e li renderà più intelligenti e rispettosi dell'ambiente in futuro. La figura 6.6 individua i due elementi essenziali la video comunicazione: la videocamera posizionata sul celino della cabina e lo schermo tattile posizionato sopra la postazione di comando, l'apparato sarà connesso ad un posto presidiato 24 su 24 ore per garantire la sicurezza dei passeggeri. La figura 6.7 schema semplificato dell'ascensore con il sistema di controllo e i pannelli di comando.

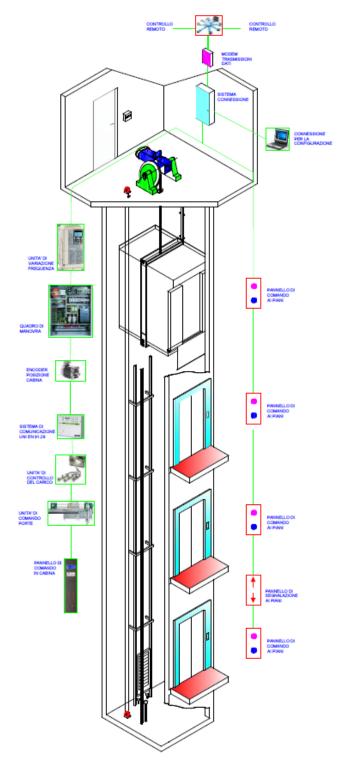


Figura 6.7: Impianto ascensore con controllo

7. CONTROLLO IN REMOTO UTILE O NECESSARIO

Affrontiamo il problema della necessità o meno di un sistema di controllo in remoto dell'ascensore, considerando due aspetti la sicurezza e valutazione economica. Ulteriore considerazione dovrebbe tenere conto degli attuali valori sociali, nonché della praticabilità delle misure di controllo e protezione supplementari. I valori sociali sono complessi e non uniformi, evolvono nel tempo e dovrebbero essere riesaminati di volta in volta. In generale, i membri della società si preoccupano per la sicurezza, il comfort, la convenienza e il valore. Le aspettative della società in materia di sicurezza sono un processo in evoluzione. Si pensi alle prime automobili non avevano sistemi di protezione per i passeggeri, il che era accettabile per la società di quel tempo. Nel corso degli anni, le cinture di sicurezza, seguite dagli airbag, sono diventate il canone per l'auto. Recentemente i sistemi di frenata antibloccaggio e dispositivi simili sono diventati più diffusi. Le moderne stazioni della metropolitana sono dotate di porte sulla banchina che impediscono ai passeggeri di cadere sui binari. Allo stesso modo, in passato, si tollerava che gli ascensori non livellassero al piano, ma ora non si accetta più. C'è oggi una crescente aspettativa, ad esempio che le porte degli ascensori si fermino prima di urtare il passeggero. I passeggeri si aspettano comfort anche in ascensore, come la temperatura e la qualità dell'aria, la sensazione di movimento e i cambiamenti di pressione alle orecchie, il comfort di marcia, ecc. I passeggeri sicuramente non si aspettano fermate improvvise o intrappolamenti all'interno della cabina. In altre parole i proprietari degli edifici e i passeggeri si aspettano che il servizio degli ascensori sia comodo e affidabile. Senza lunghi tempi di attesa, né guasti frequenti e situazioni in cui gli ascensori sono fuori servizio. Le aspettative della società sono considerazioni di primaria importanza per valutare l'opportunità di adottare ulteriori misure di protezione. Occorre inoltre considerare la fattibilità e la praticabilità di ulteriori misure. Per valutata l'efficacia, l'esperienza ha dimostrato che alcuni fattori strutturali di sicurezza e criteri di robustezza hanno portato a basse probabilità di guasto. L'aumento di tali criteri non migliorerà materialmente la sicurezza, ma aumenterà il peso, il consumo energetico, ecc. La riduzione della velocità di funzionamento di ascensori e di richiusura delle porte ascensori può ridurre gli effetti degli impatti, ma aumenterà i tempi della corsa e disagi. La società non è totalmente contraria al rischio. La maggior parte delle persone comprende che il mondo non è totalmente sicuro e che c'è un certo grado di rischio in tutto ciò che fanno. Con il passare del tempo e delle tecnologie, le persone ricalibrano continuamente la loro tolleranza al rischio. Trovare il giusto equilibrio tra l'ideale, il fattibile e il pratico, tenendo conto dei valori sociali al momento della valutazione dei rischi prima discriminate della sicurezza.

Seconda discriminante la valutazione economica, per focalizzare questo problema ci riferiamo a quanto espresso nella guida alla Direttiva Macchine 2006/42/CE - 2.1 del 2017 sul concetto di "stato dell'arte". Al momento della fabbricazione, il produttore è obbligato a dotare la macchina di soluzioni tecniche tali per soddisfare i requisiti essenziali di sicurezza e di tutela della salute ricorrendo a mezzi tecnici più efficaci disponibili al momento a costi ragionevoli. "Lo stato dell'arte" è quindi un concetto dinamico: lo stato dell'arte si evolve quando diventano disponibili mezzi tecnici più efficaci o quando il loro costo relativo diminuisce. Gli standard armonizzati forniscono specifiche tecniche che consentono ai produttori di macchinari di conformarsi ai requisiti essenziali di sicurezza. Le norme armonizzate sono sviluppate e adottate sulla base di un consenso tra le parti interessate, le loro specifiche forniscono una buona indicazione dello stato dell'arte al momento dell'adozione. L'evoluzione, dello stato dell'arte, si riflette in modifiche successive o revisioni di norme armonizzate. L'evoluzione dello stato dell'arte può significare che uno standard diventa obsoleto e ha bisogno di una revisione. Tenendo presente le indicazioni della linea guida della direttiva macchine una delle discriminanti per introdurre mezzi tecnici più efficaci è il costo, non avendo dei termini di confronto futuri possiamo valutare le varie sistemi adottabili la effettiva necessità di un tale sistemi.

Nello schema di Figura 7.1 individuiamo il due criteri di scelta, sicurezza e costo si trascura i valori sociali di sicuro impatto ma di difficile valutazione ingegneristica.

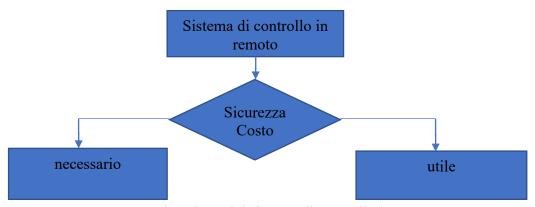


Figura 7.1: Valutazione del sistema di controllo in remoto

Ci proponiamo di utilizzare la valutazione dei rischi e il costo come metodo di stima e individuare la necessità o l'utilità di un tale sistema di controllo in remoto, chiaramente per far questo non possiamo considerare il sistema nel suo complesso ma consideriamo le singole parti da integrare nel sistema di controllo. Valutare le singole parti permette di individuare l'efficacia del singolo sistema come sicurezza o miglioramento della stessa ed individuare il costo. La valutazione dei rischi viene utilizzata da molti anni in diversi settori

industriali come metodo strutturato per identificare, valutare e ridurre i rischi. Esiste una lunga storia di utilizzo di varie forme di valutazione dei rischi nel settore degli ascensori per la progettazione e l'installazione dei prodotti, nonché per la sicurezza di passeggeri e di operai. Emerge la necessità di una norma di valutazione dei rischi unica, incentrata sugli ascensori e con rilevanza globale. Questa necessità è stata evidenziata dall'emergere di prodotti, ascensori, innovativi che si è verificato con la pubblicazione della Direttiva Ascensori e la sua trasposizione nelle normative nazionali degli Stati membri dell'Unione europea (UE) nel 1997. Per chiarire, la Direttiva Ascensori e la Direttiva Macchine che l'ha preceduta avevano lo scopo di prevenire gli ostacoli tecnici al commercio tra gli Stati membri dell'UE. Contenevano i requisiti essenziali di salute e sicurezza (RES), che erano scritti in un linguaggio prestazionale. Il fatto che i RES fossero scritti in un linguaggio prestazionale, invece che prescrittivo, ha offerto la possibilità di sviluppare prodotti innovativi. Anche se la Direttiva Macchine e la Direttiva Ascensori erano valide solo nell'UE, era chiaro che i prodotti innovativi che ne sarebbero emersi avrebbero avuto un'attrattiva globale. Il processo di valutazione dei rischi costituisce uno strumento versatile che può essere applicato in svariate situazioni. La metodologia è valida da utilizzare soprattutto nello sviluppo dei prodotti se il progetto è innovativo o non coperto da norme pubblicate. In tali casi, un progetto preliminare viene sottoposto a un processo strutturato in cui le situazioni pericolose e le cause di possibili danni vengono valutate dal team di valutazione dei rischi. Se necessario, vengono sviluppate misure di protezione per ridurre sufficientemente i rischi individuati. Nella formulazione di uno scenario, è importante distinguere chiaramente tra la situazione di pericolo, le cause e gli effetti. L'identificazione dei rischi è il primo passo del processo e la tabella 6.4 riportata in calce della norma ISO 14798 è utile a tal fine. Un pericolo è una potenziale fonte di danno e una situazione pericolosa si verifica quando una persona, una proprietà o l'ambiente sono esposti al pericolo. Una cabina ascensore sospesa o in movimento in un vano è una potenziale fonte di danno, in quanto può cadere o bloccarsi all'improvviso, se è presente un passeggero in cabina è esposto all'origine del danno. Pertanto, un passeggero in una cabina ascensore in un vano rappresenta una situazione di pericolo. Una situazione pericolosa non è di per sé dannosa, ma può verificarsi un danno come conseguenza di una causa. Se, il mezzo di sospensione si rompe, l'ascensore cade, mettendo in pericolo i passeggeri. Il risultato di tale caduta potrebbe essere un danno ai passeggeri e all'impianto. Il rischio di danno dipende dalla possibile gravità del danno e dalla probabilità del suo manifestarsi. La valutazione di questi elementi è di natura soggettiva e impegnativa. Per quanto riguarda la gravità, il Punto

4.5.3.1 della ISO 14798 definisce quattro livelli: alto, medio, basso e trascurabile Tabella 7.1. È importante che si utilizzi l'esperienza per determinare la potenziale gravità di un particolare evento. Il Punto 4.5.4.1 della norma ISO 14798 definisce sei livelli di probabilità, che vanno da altamente probabile ad altamente improbabile Tabella 7.2. Nel valutare la probabilità, è essenziale che il team consideri la frequenza e la durata dell'esposizione, la probabilità che l'evento dannoso si verifichi e la possibilità di evitare o limitare il danno (se le porte sono aperte e l'ascensore non è presente, gli utenti hanno una possibilità di non entrare in un vano aperto), l'importante e che si determini il livello di rischio più elevato per un dato scenario, piuttosto che il rischio con la massima gravità. Le Tabelle 7.3 e 7.4 sono molto utili nella valutazione del rischio. Esse illustrano che azioni simili vengono intraprese in un dato gruppo di rischio in diversi casi, anche se la componente di probabilità è diversa. Si dovrebbe cercare di seguire la seguente gerarchia di riduzione dei rischi durante tutto il processo di riduzione dei rischi. Eliminare il rischio, se fattibile. È il modo più efficace per ridurre il rischio, ma non sempre è fattibile. Particolarmente vero quando il pericolo è direttamente collegato alla funzione dell'ascensore. La funzione di un ascensore è quella di trasportare i passeggeri su e giù per un edificio, il pericolo e l'altezza della cabina dell'ascensore nel vano, in quanto la cabina può cadere. Chiaramente, non è possibile eliminare la cabina dell'ascensore, l'altezza o i passeggeri senza eliminare la funzione stessa dell'ascensore. Se, d'altra parte, il rischio non è direttamente collegato alla funzione, è possibile eliminarlo, ad esempio, un corrimano con spigolo vivo installato nella cabina dell'ascensore rappresenta un pericolo. L'eliminazione dello spigolo vivo non influisce in alcun modo sul funzionamento dell'ascensore.

Livello	Descrizione	Effetti su cose o persone
1	Alto	Morte, perdita del sistema, o grave danno ambientale
2	Medio	Ferita grave, malattia professionale grave, o danno importante al sistema o all'ambiente
3	Basso	Ferita non grave, malattia professionale non grave, o danno non grave al sistema
4	Trascurabile	Non si traduce né in ferita, né in malattia professionale, o in danno al sistema o all'ambiente

Tabella 7.1: Livello di rischio

Livello	Descrizione	Frequenza accadimento
A	Altamente probabile	Probabile che si verifichi frequentemente nel ciclo di vita
В	Probabile	Probabile che si verifichi molte volte nel ciclo di vita
С	Occasionale	Probabile che si verifichi almeno una volta nel ciclo di vita
D	Remoto	Improbabile ma si può verificare nel ciclo di vita
Е	Improbabile	Molto improbabile che si verifichi nel ciclo di vita
F	Altamente improbabile	La probabile non può essere distinta da zero

Tabella 7.2: Livello di probabilità

	Grado di severità									
Probabilità	1 - Alto	2 - Medio	3 - Basso	4-Trascurabile						
A Altamente probabile	1A	2A	3A	4A						
B Probabile	1B	2В	3B	4B						
C Occasionale	1C	2C	3C	4C						
D Remoto	1D	2D	3D	4D						
E Improbabile	1E	2E	3E	4E						
F Altamente improbabile	1F	2 F	3 F	4F						

Tabella 6.3: Valore del rischio

Gruppi rischi	Livello di rischio	Misure da intraprendere
I	1A, 1B, 1C, 1D, 2A, 2B, 2C, 3A, 3B	Azione correttiva necessaria per ridurre il rischio
п	1E, 2D, 2E, 3C, 3D, 4A, 4B	Revisione necessaria per determinare se devono essere prese ulteriori misure protettive tenendo in considerazione la praticabilità della soluzione e i valori della società
III	1F, 2F, 3E, 3F, 4C, 4E, 4F	Nessuna azione necessaria

Tabella 6.4: Decisione

7.1 Rilevamento vibrazione della cabina

Vibrazioni nella cabina ascensore per garantire un buon confort di marcia e individuare eventuali anomalie nell'ascensore. Adozione di un sensore di vibrazione omnidirezionale sul tetto cabina.

Caso n°	Scenario			de elen	ma egli nenti schio	Misure di protezione (misure di riduzione del rischio)	Misu	opo ire di ezione	Rischio residuo
	Situazione rischiosa	Effetto causa	dannoso effetto	S	Р		S	Р	
1	Accertamento del consumo eccessivo dei pattini della cabina non corretto. Maggiori vibrazioni, movimenti della cabina nella fase di corsa e cattivo allineamento delle sagome per apertura porte.	Mancata apertura della porta o aggancio della sospensione apertura delle porte con rottura delle stessa.	Ferrite e/o shock degli eventuali passeggeri trasportati per aggancio sospensione del sistema di apertura porte. Intrappolamento dei passeggeri trasportati.	2	D	Adozione di un sensore di vibrazione omnidirezionale sul tetto cabina. Il sensore connesso al controllo in remoto individua amplificarsi delle vibrazioni.	2	E	Effettuare manutenzione ed ispezione regolari. Pulire le guide da eventuale sporcizia.
	Commenti: D.P.R. 162/99 e s.m componenti dell'asce Considera: la freccia	ensore. La norma	UNI EN 81-20/50 no	n qua	ntifica				
2	Presenza di materiale estraneo nelle guide delle porte o consumo eccessivo di pattini porta	Mancata apertura/chius ura della porta, accostamento delle ante delle porte non perfetto con aumento dei giuochi delle porte.	Ferrite. Intrappolamento dei passeggeri trasportati.	2	D	Adozione di un sensore di vibrazione omnidirezionale sul tetto cabina. Il sensore connesso al controllo in remoto individua amplificarsi delle vibrazioni.	2	E	Effettuare manutenzione ed ispezione regolari. Pulire le guide da eventuale sporcizia.
	Commenti: D.P.R. 162/99 e s.m componenti dell'asce architrave o soglia n collegato a sistemi d caratteristiche dai va richiesta dell'attività	ensore. La norma l on siano maggiori li gestione a distar alori ottimali può g	UNI EN 81-20/50 qu di 6 mm. Il sistema nza. Individuare le c Jenerare un avvertin	iantific se ad ondizionento	ca giud leguat oni ott prima	ochi tra i pannelli, c amente interfaccial imali, cambiamenti del peggioramento	tra i p to perm signific	annelli nettereb cativi de	e montanti, obe di essere elle
3	Uso dell'ascensore nel caso di attività sismica che coinvolga l'edificio	Mancata apertura della porta, blocco dell'ascensore con passeggeri intrappolati all'interno.	Morte /Ferrite Intrappolamento dei passeggeri trasportati.	1	D	Adozione di un sensore di vibrazione omnidirezionale sul tetto cabina. Il sensore connesso al controllo in remoto individua amplificarsi delle vibrazioni. L'ascensore viene messo fuori servizio per evitarne l'uso.	2	Е	Effettuare manutenzione ed ispezione regolari.
	Commenti: D.P.R. 162/99 e s.m componenti dell'asce attendibile per Torin valore andrà implem tale da avere un sist	ensore. In merito a o (Zona sismica 4 nentato magari ins	al valore di probabili Area con pericolosi erendo un altro sen:	tà D ir tà sism sore d	nserito nica m elle vil	periodo tra due co nella valutazione o olto bassa), in zono brazioni fissato alle	dei risch e sismic struttu	ni può d che dive ire dell'	considerarsi erse questo edificio in modo

Nella figura 7.2 elementi dell'ascensore controllati /descritte nella valutazione dei rischi

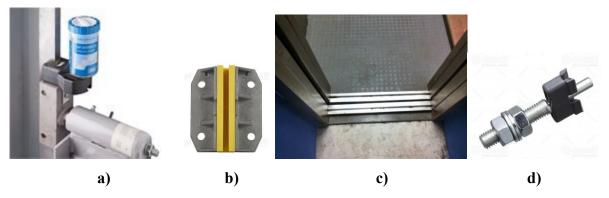


Figura 7.2: a) pattino applicato sulla cabina; b) pattino a strisciamento; c) soglie di piano; d) pattino porta di cabina

I sensori di vibrazioni triassiale da applicare su tetto cabina non ha costi eccessivi ed in commercio esisto sensori collegabili anche wireless, non sarà pertanto necessario ampliare i collegamenti con ulteriori cavi alla cabina.

7.2 Rilevamento sugli argani

La rottura e il malfunzionamento degli argani possono essere individuati da sensori installati sui motori e riduttori (se esistono) e sui relativi cuscinetti. I sensori intelligente tipo Ability ™ di ABB trasformano i motori e i supporti dei cuscinetti in dispositivi intelligenti connessi in modalità wireless. Misurano i parametri chiave: vibrazioni, temperature, velocità e numero di avvii dalle superficie delle apparecchiature stesse e possono essere utilizzati per ottenere informazioni significative sulle condizioni e le prestazioni delle apparecchiature. Consentono agli addetti della manutenzione di identificare le inefficienze del sistema di trazione e ridurre i rischi legati al funzionamento ed effettuare la manutenzione necessaria all'uso. La manutenzione può ora essere pianificata in base alle esigenze effettive piuttosto che in base a programmi generici. Il sistema prolunga la durata delle apparecchiature, riduce i costi di manutenzione e riduce o previene i tempi di fermo non pianificati dovuti a guasti. L'installazione rapida del modulo sensore è semplificata in quanto non è necessario alcun cablaggio aggiuntivo.

Caso n°	Scenario				ma gli nenti di chio	Misure di protezione (misure di riduzione del rischio)	Misu	po re di zione	Rischio residuo
	Situazione	Effetto o	lannoso						
	rischiosa	causa	effetto	S	Р		S	Р	
1	Aumento delle vibrazioni danneggiamento cuscinetti, aumento anomalo della temperatura del motore/argano, controllo della velocità. Malfunzionamento fermo ascensore.	Rottura delle parti dell'argano, ingranaggi e cuscinetti. Surriscaldamento del motore e dell'argano	Intrappolamento dei passeggeri trasportati. Danno grave al sistema con sospensione del funzionamento per tempi prolungati.	2	C	Adozione di sensori idonei ad individuare aumenti di vibrazione, temperature e di sul motore e sui cuscinetti. Individuazione della velocità di rotazione e del numero di avvii.	2	E	Effettuare manutenzione ed ispezione regolari in funzione dell'effettivo utilizzo, numeri di avvii/corse effettuate.
	Commenti:								

Il sistema se adeguatamente interfacciato permetterebbe di essere collegato a sistemi di gestione a distanza. Tale sistema permette di individuare i cambiamenti significativi delle caratteristiche dai valori ottimali può generare un avvertimento prima del peggioramento del componente argano o supporto cuscinetti e la richiesta dell'attività di manutenzione può essere pianificata in anticipo in funzionamento dell'utilizzo dell'ascensore.

L'aspetto che più apprezzato di tale sensore è la semplicità. Può essere installato su qualsiasi tipo di motore e i dati vengono trasmessi tramite Bluetooth. Il costo totale è contenuto, favorendone l'utilizzo su larga scala. Sistemi di rilevamento delle firme delle correnti assorbite può garantire grandi risultati, costi e complessità sono gli ostacoli da superare.

7.3 Controllo delle funi

Le funi utilizzate negli ascensori rivestono un ruolo fondamentale sotto due aspetti sicurezza e funzionalità. Abbiamo individuato due opzioni adottabili, visto che il sistema Pulse delle Otis è coperto da brevetto.

I due sistemi adottabili sono:

- durata limitata;
- un sistema di monitoraggio con tecnologia non distruttiva.

Sistema a durata limitata

L'approccio del controllo delle funi con il metodo della durata limitata, parte dalla teoria della fatica ciclica. Le funi sono testate in laboratorio con sollecitazione a flessione semplice e inversa per costruire i diagrammi sollecitazioni - cicli di piegamento. Dai diagrammi forniti si potrà in funzionamento del tipo di installazione di individuare un limite di corse effettuabili con tali funi. Questa soluzione è già attuata dai fabbricanti di impianti ascensori di tipo MRL, impianti che hanno funi con diametro di 6-6,5 mm e una puleggia di trazione di diametro circa 200 mm. L'ascensore non è conforme alla norma armonizzata UNI EN 81.20:2014 sarà in deroga ai punti 5.5.1.2 a) e 5.5.2.1 . Il punto 5.5.1.2.a) stabilisce che le

funi abbiano un diametro non minore di 8 mm e 5.5.2.1 che il rapporto tra i diametri puleggia di trazione e diametro del filo D/d > 40. I costruttori di funi effettuano la sperimentazione di laboratorio, per ogni tipo di fune effettuano la certificazione, che ne attesta le caratteristiche di durata in base a parametri di utilizzo: tipo di flessione; diametro minimo di avvolgimento; tipo e angolo della gola della puleggia di trazione. Il certificato individua anche i criteri di scarto delle funi. L'ascensore così concepito viene dotato di un sistema di controllo del numero di corse (contacorse). Al raggiungimento del numero di corse massimo il sistema contacorse disattiva l'impianto in attesa di un controllo approfondito delle funi. Per garantire una maggior sicurezza è previsto al raggiungimento di un periodo fissato un controllo delle funi stesse. Volendo valutare i lati positivo e negativo di un tale sistema. A favore il costo, individuato l'onere delle prove e certificazione delle funi è utilizzabile n-volte e il sistema contacorse ha dei costi bassi. Il lato negativo di tale sistema non è un sistema di monitoraggio continuo. Il costruttore si basa su dati statistici, non prevede che il montaggio delle funi possa avvenire non a regola d'arte o vi sia una scarsa manutenzione della fune, (esempio il montaggio con angolo di deviazione eccessivo crea una torsione sulla fune per attrito che provoca una usura rapida della fune e della puleggia di trazione), come in figura 7.3.

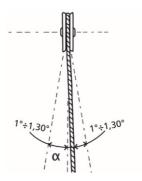


Figura 7.3: Angolo α di deviazione fune puleggia

Facendo riferimento alla valutazione dei rischi

Caso n°	Sce	nario		de elem	ma gli nenti schio	Misure di protezione (misure di riduzione del rischio)	Misu	po re di zione	Rischio residuo
	Situazione rischiosa	Effetto	dannoso			riscilio)			
		causa	effetto	S	P		S	P	
1	Accertamento visivo dello stato di usura dei fili esterni della fune non corretto	Rottura di una o più funi	Ferrite e/o shock degli eventuali passeggeri trasportati per intervento del paracadute	2	D	Secondo la norma tecnica UNI ISO 4344: 2017 individua i criteri si scarto delle funi. D.P.R. 162/99 e s.m.i. art. 15 individua il termine massimo di 6 mesi il periodo tra due controlli minuziosi delle funi	2	ш	Effettuare manutenzione ed ispezione regolari. Garantire un corretto illuminamento nell'area di lavoro / puleggia di trazione.
	Commenti: La norma 81-20/50 non o Il metodo di valutazione Considera: - i materiali tradizionali u acciaio/ghisa; - funi di acciaio conformi - una sufficiente durata o	del coefficient sati nella cost alle norme eu	e di sicurezza ruzione di azio ıropee;	"Sf" pe namen	r le fur ti a fun	ne per componenti (quali pu		
2	Accertamento del	Rottura di	Ferrite e/o	2	D	Secondo la	2	Е	Effettuare
	numero di fili rotti della fune non corretto	una o più funi	shock degli eventuali passeggeri trasportati per intervento del paracadute			norma tecnica UNI ISO 4344: 2017 individua i criteri si scarto delle funi. D.P.R. 162/99 e s.m.i. art. 15 individua il termine di 6 mesi il periodo tra due controlli minuziosi delle funi.			manutenzione ed ispezione regolari. Garantire un corretto illuminamento nell'area di lavoro / puleggia di trazione.
	Commenti: La norma 81-20/50 non o	nuantifica i cri	teri ner lo scar	to delle	funi				
	Il metodo di valutazione Considera: - i materiali tradizionali u acciaio/ghisa; - funi di acciaio conformi - una sufficiente durata c	del coefficient sati nella cost alle norme eu lelle funi, ipot	e di sicurezza ruzione di azio uropee; izzando una m	"Sf" pe namen	r le fur ti a fun	ne per componenti o	quali pu	legge di	frizione di
3	Deterioramento a fatica della fune Commenti:	Rottura di una o più funi	Ferrite e/o shock degli eventuali passeggeri trasportati per intervento del paracadute	2	D	Secondo la norma tecnica UNI ISO 4344: 2017 individua i criteri si scarto delle funi. D.P.R. 162/99 e s.m.i. art. 15 individua il termine di 6 mesi il periodo tra due controlli minuziosi delle funi.	2	E	Effettuare manutenzione ed ispezione regolari. Garantire un corretto illuminamento nell'area di lavoro / puleggia di trazione.
	La norma 81-20/50 non o	quantifica i cri	teri per lo scar	to delle	e funi.				

Il metodo di valutazione del coefficiente di sicurezza "Sf" per le funi di sospensione. Punto 5.12 della UNI EN 81.50 Considera:

- i materiali tradizionali usati nella costruzione di azionamenti a fune per componenti quali pulegge di frizione di acciaio/ghisa;
- funi di acciaio conformi alle norme europee;
- una sufficiente durata delle funi, ipotizzando una manutenzione ed ispezione regolari.

La fatica è un fenomeno che interessa sempre i fili esterni della fune, fino a provocare la rottura fragile.

Il coefficiente di sicurezza delle funi calcolato è superiore al valore minimo ammissibile restituito dalla UNI EN 81-50:2014 ciò garantisce che la relazione tra la tensione e la deformazione della fune sia di tipo lineare, ovvero che la sezione della fune non possa parzializzarsi per effetto di fenomeni plastici estesi.

4	Corrosione interna della fune e riduzione del diametro della fune	Rottura di una o più funi	Ferrite e/o shock degli eventuali passeggeri trasportati per intervento del paracadute	2	D	Secondo la norma tecnica UNI ISO 4344: 2017 individua i criteri si scarto delle funi. D.P.R. 162/99 e s.m.i. art. 15 individua il termine di 6 mesi il periodo tra due controlli minuziosi delle funi. Controllare eventuali riduzioni di diametro della fune oltre il 6 %. Effettuare più misurazioni per ridurre l'incertezza di lettura nel rilievo strumentale.	2	ш	Effettuare manutenzione ed ispezione regolari. Garantire un corretto illuminamento nell'area di lavoro / puleggia di trazione.
---	---	---------------------------------	--	---	---	---	---	---	--

Commenti:

La norma 81-20/50 non quantifica i criteri per lo scarto delle funi.

Il metodo di valutazione del coefficiente di sicurezza "Sf" per le funi di sospensione. Punto 5.12 della UNI EN 81.50 Considera:

- i materiali tradizionali usati nella costruzione di azionamenti a fune per componenti quali pulegge di frizione di acciaio/ghisa;
- funi di acciaio conformi alle norme europee;
- una sufficiente durata delle funi, ipotizzando una manutenzione ed ispezione regolari.

Una eventuale corrosione interna della fune può essere evidenziata dalla diminuzione del diametro esterno della fune, rilevare la misura del diametro della fune con un uno strumento con un grado di sensibilità adeguato.

Il 6% di una fune di 8 mm = 0,48 mm sarà necessario adottare un calibro cinquantesimale.

Sistema di monitoraggio con tecnologia non distruttiva

Il sistema che ha fornito migliori risultati per il monitoraggio delle funi è il sistema magnetoscopico.

A livello statistico abbiamo dei dati relativi a controlli a campione già effettuati in tutta Italia. I dati sono stati forniti dall' ing. Bruno Vusini della AMC Instruments al convegno UNAI del 18/05/2019 nella figura 7.4 percentuale delle verifiche effettuate per tipologia di impianto ascensore elettrico a fune ed idraulico, nella figura 7.5 i dati statistici sull'"età" delle funi campionate e in figura 7.6 l'esito dei controlli confrontati con il metodo tradizionale.

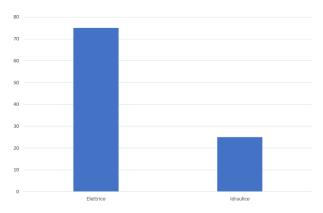


Figura 7.4: Percentuale delle verifiche effettuate per tipologia di impianto

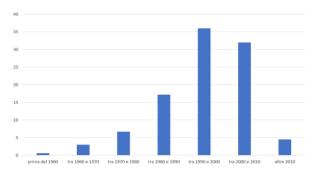


Figura 7.5: Percentuale in funzione dell'età delle funi

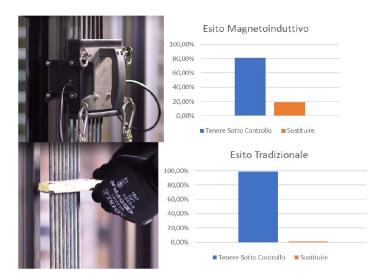


Figura 7.6: Percentuale dell'esito dei controlli

In particolare a Torino alcune ditte di manutenzione ascensori hanno attuato dei controlli a campione, adottando come termini discriminanti l'età di servizio delle funi e ascensori il cui controllo visivo dello stato delle funi aveva posto dei dubbi sul rispetto dei limiti per la dismissione. I risultati dei controlli mirati su tale casistica, hanno individuato che circa il 66% degli impianti esaminati le funi erano ancora in buono stato e non andavano sostituiti mentre il 34% erano da sostituire figura 7.7.

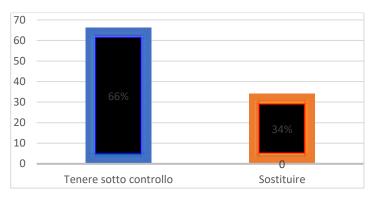


Figura 7.7: Percentuale dell'esito dei controlli su campioni particolari

Sistemi diversi come il videocontrollo delle funi non hanno dato dei risultati soddisfacenti (esiste una piccola bibliografia per questo tipo di controllo con una sperimentazione in Giappone). Ci proponiamo di fare una valutazione dei rischi per il sistema magneto induttivo come sistema di controllo a distanza delle funi dell'ascensore e una valutazione economica (in commercio i sistemi magneto-induttivi) sono rimovibili non fissi.

				Stima		NAT: IT	Dopo		D: I:
Caso n°	Scenario				ma gli	Misure di protezione		po re di	Rischio residuo
					nenti	(misure di	prote	zione	
				di rischio		riduzione del rischio)			
	Situazione rischiosa	Effetto	dannoso						
		causa	effetto	S	P		S	P	-cc
1	Accertamento visivo dello stato di usura dei fili esterni della fune non corretto.	Rottura di una o più funi	Ferrite e/o shock degli eventuali passeggeri trasportati per intervento del paracadute	2	D	Adozione del sistema magneto-induttivo, con collegamento in remoto.	2	Е	Effettuare ispezione regolari il D.P.R. 162/99 e s.m.i. art. 15 individua il termine massimo di 6 mesi il periodo tra due controlli delle funi
	Commenti: La norma 81-20/50 non o Il metodo di valutazione Considera: - i materiali tradizionali u acciaio/ghisa; - funi di acciaio conformi - una sufficiente durata o	del coefficient sati nella cost alle norme et	te di sicurezza ruzione di azio uropee;	"Sf" pe namen	r le fur ti a fur	ne per componenti (quali pu		
2	numero di fili rotti della fune non corretto. In the passed of the pass						Effettuare manutenzione ed ispezione regolari. UNI ISO 4344: 2017 individua i criteri si scarto delle funi.		
	Commenti: La norma 81-20/50 non o Il metodo di valutazione Considera: - i materiali tradizionali u acciaio/ghisa;	del coefficient	te di sicurezza	"Sf" pe	r le fur				

	- funi di acciaio conformi	alle norme eu	ıropee;						
	- una sufficiente durata d	lelle funi, ipot	izzando una m	anuten	zione e	ed ispezione regolar			
3	Deterioramento a fatica della fune	Rottura di una o più funi	Ferrite e/o shock degli eventuali passeggeri trasportati per intervento del paracadute	2	D	Adozione del sistema magneto-induttivo, con collegamento in remoto.	2	E	Effettuare manutenzione ed ispezione regolari.
	Commenti:								
	La norma 81-20/50 non quantifica i criteri per lo scarto delle funi. Il metodo di valutazione del coefficiente di sicurezza "Sf" per le funi di sospensione. Punto 5.12 della UNI EN 81.50 Considera: - i materiali tradizionali usati nella costruzione di azionamenti a fune per componenti quali pulegge di frizione di acciaio/ghisa; - funi di acciaio conformi alle norme europee; - una sufficiente durata delle funi, ipotizzando una manutenzione ed ispezione regolari. La fatica è un fenomeno che interessa sempre i fili esterni della fune, fino a provocare la rottura fragile. Il coefficiente di sicurezza delle funi calcolato è superiore al valore minimo ammissibile restituito dalla UNI EN 81-								
	50:2014 ciò garantisce cl sezione della fune non po						a ui tipu	lilleare	, ovvero che la
4	Corrosione interna della fune e riduzione del diametro della fune	Rottura di una o più funi	Ferrite e/o shock degli eventuali passeggeri trasportati per intervento del paracadute	2	D	Adozione del sistema magneto-induttivo, con collegamento in remoto.	2	Е	Effettuare manutenzione ed ispezione regolari. Controllare eventuali riduzioni di diametro della fune oltre il 6 %. Effettuare più misurazioni per ridurre l'incertezza di lettura nel rilievo strumentale.
	Commenti: La norma 81-20/50 non quantifica i criteri per lo scarto delle funi. Il metodo di valutazione del coefficiente di sicurezza "Sf" per le funi di sospensione. Punto 5.12 della UNI EN 81.50 Considera: - i materiali tradizionali usati nella costruzione di azionamenti a fune per componenti quali pulegge di frizione di acciaio/ghisa; - funi di acciaio conformi alle norme europee; - una sufficiente durata delle funi, ipotizzando una manutenzione ed ispezione regolari. Una eventuale corrosione interna della fune può essere evidenziata dalla diminuzione del diametro esterno della								
	fune, rilevare la misura d Il 6% di una fune di 8 m	el diametro d	ella fune con u	ın uno :	strume	nto con un grado d	li sensib		

Il sistema magneto-induttivo ha a suo favore che è un controllo strumentale, ripetibile, con indicazione certa, oggettivo e non contestabile, a sfavore è il costo e rimane escluso dal controllo la zona degli attacchi delle funi. Dato economico rilevante e che un sistema di controllo delle funi di tipo magnetoscopico ha attualmente un costo intorno ai 11.000 €, considerando il costo totale di un impianto ascensore standard di 5 fermate, tipologia molto comune per il sistema edilizio in Italia, costa intorno alle 40-50.000 € il sistema di controllo incide per circa ¼ del costo totale del nostro impianto, senza considerare ulteriori costi di installazione e collegamento. La prospettiva è una riduzione del costo con sviluppo in serie

di un tale sistema. Attualmente l'adozione di un tale sistema può essere ampiamente giustificata in ascensori speciali o ascensori installati in enti pubblici, ospedali, stazioni ecc. con un numero di fermate e velocità elevate, dove la sostituzione delle funi ha costi rilevanti.

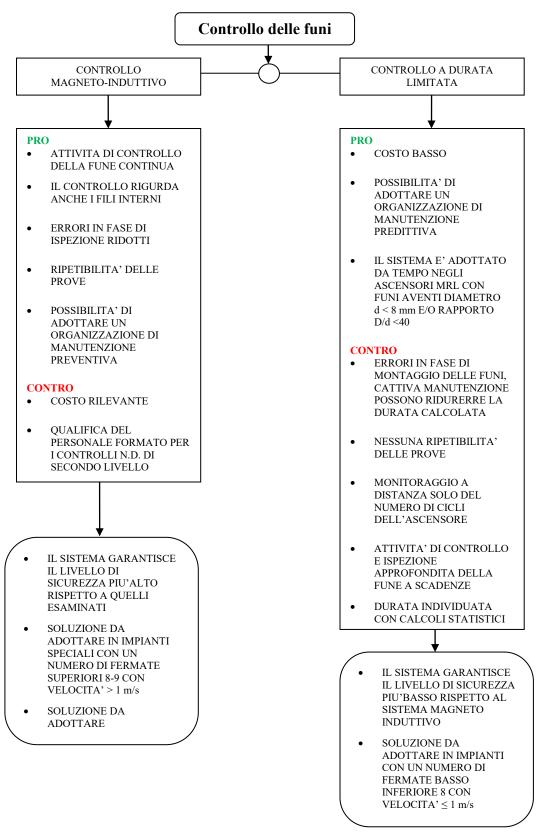


Figura 3.4: Scelta del controllo delle funi

Il comitato ascensori per la revisione delle norme dovrebbe introdurre le funi con diametro minore di 8 mm e rapporto tra i diametri puleggia di trazione /fune D/d< 40 nella prossima revisione della UNI EN 81.20. In occasione della revisione della norma ISO 4309 il comitato di revisione ha incorporato il controllo magneto induttivo per funi destinate ad apparecchi di sollevamento, ma la stessa norma dice con chiarezza che il test costituisce un contributo per l'ispezione interna delle funi, ovvero uno strumento complementare. Se tale posizione verrà condivisa il controllo magneto induttivo verrà ancora considerata come complementare al controllo visivo senza darne aspetto rilevante nel controllo, la scelta abbastanza discutibile visto la certezza del risultato.

7.4 Sistema di controllo a distanza del quadro manovra - inverter

Controllo e gestione del funzionamento dell'impianto elevatore è il quadro di manovra dotato di inverter. I quadri di manovra attualmente installati su impianti di ultima generazione conformi alla 2014/33/UE sono dotati di display che individuano errori e malfunzionamenti, sicuramente il controllo a distanza integrato fornisce al personale operative informazioni di un guasto, migliorando in tal modo il tempo di risposta nella risoluzione del malfunzionamento e di conseguenza riducendo il tempo di risposta e il fermo dell'ascensore. Valutando la sicurezza di un tale sistema con controllo in remoto con la valutazione dei rischi nel suo complesso.

Caso n°		Scenario				Misure di protezione (misure di riduzione del rischio)	Misu	ppo ire di izione	Rischio residuo
	Situazione rischiosa		dannoso effetto	S	Р		S	Р	
1	Accertamento del malfunzionamento dell'ascensore non corretto, cattiva manutenzione, catena della sicurezza con bypass, guasto dell'ascensore durante la corsa.	Fermo dell'impianto ascensore per individuare il guasto. Blocco dell'ascensore nella fase di corsa.	Ferrite e/o shock degli eventuali passeggeri trasportati. Intrappolamento dei passeggeri. Disservizio	2	D	Adozione del sistema di controllo a distanza degli errori e malfunzionamenti e Indicazione sul numero di corse effettuate.	2	E	Effettuare manutenzione ed ispezione regolari.
						per raggiungere l'inst nei precedenti interve		ne, sara	anno fornite

I quadri di nuova generazione sono già dotati di numerosi controlli, devono essere integrati con sistema di interfaccia per la comunicazione dei dati e integrato un sistema per il software per il controllo in remoto, sistemi elettronici già largamente utilizzati nel settore industriale costi da sostenere possiamo considerare bassi.

Viene inviato la documentazione tecnica dell'impianto schemi e manuali utili all'intervento su tablet.

7.5 Sistema di videocomunicazione bidirezionale

Il sistema di video comunicazione bidirezionale tra cabina e posto presidiato può garantire un aumento della sicurezza dell'impianto e dei passeggeri, valutiamo tre situazioni di rischio, il vandalismo, il tentativo di auto-liberarsi dall'intrappolamento in cabina e la persona audiolesa bloccata in cabina.

Caso n°	Scenario			de elen	ma egli nenti li chio	Misure di protezione (misure di riduzione del rischio)	Misu	po re di zione	Rischio residuo
	Situazione	Effetto	dannoso						
	rischiosa	causa	effetto	S	Р		S	Р	
1	Vandalismo in cabina, con danni al sistema	Distruzione della cabina e/o del quadro comandi	Ferrite e/o shock degli eventuali passeggeri trasportati. Intrappolamento dei passeggeri. Disservizio	2	D	Adozione del sistema di videocomunicazione bidirezionale	2	Е	Effettuare ispezione regolari, controllo periodico del corretto funzionamento del sistema di videocomunicazione. Sostituire la parti danneggiate
	Sarà necessar	rio indicare la pres		veglia	nza in	lli in cabina; cabina per garantire la sistema come indicato			
2	Tentativi di auto liberarsi delle persone intrappolate in cabina	Tentativo di apertura delle porte di cabina	Ferrite e/o shock passeggeri trasportati. Disservizio. Rottura delle porte	2	D	Adozione del sistema di videocomunicazione bidirezionale	2	E	Effettuare ispezione regolari, controllo periodico del corretto funzionamento del sistema di videocomunicazione. Sostituire la parti danneggiate
	utilizzatori; Sarà necessai	rio indicare la pres	senza della videosor	veglia	nza in	li autolibersi dall'intrapp cabina per garantire la sistema come indicato	privac	y dell'u	itilizzatori.
3	Persone audiolese intrappolate in cabina	Uso del teleallarme non garantisce la comunicazione bidirezionale. La persona audiolesa non avrà la possibilità di avere la comunicazione parla / ascolta tra posto presidiato e cabina	Disagi e le situazioni di panico. Disservizio	2	D	Adozione del sistema di videocomunicazione bidirezionale	2	E	Effettuare ispezione regolari, controllo periodico del corretto funzionamento del sistema di videocomunicazione. Sostituire la parti danneggiate
	comunicazion persona audio Sarà necessai	e in corso. Segnal blesa. rio indicare la pres	azioni poco utili già senza della videosor	in cas veglia	so di p nza in	lo di allarme validato e ersona in situazione di cabina per garantire la sistema come indicato	panico privac	, magg y dell'u	iormente per una utilizzatori.

81.28:2018.

Nell'individuazione costo telecamere e monitor tattili hanno costi bassi e comunemente non hanno bisogno di cablaggi che ne facilita l'adozione sia nei nuovi impianti sia negli esistenti.

7.6 Sistema con limitatore di velocità elettronico

I limitatori di tipo elettronico hanno come vantaggio, maggiore precisione rispetto ai limitatori convenzionali controllo remoto, essendo predisposto per connessione BUS a quadri di manovra, sistema di auto-monitoraggio, la misurazione continua di posizione, velocità e accelerazione della cabina. Nella valutazione dei rischi individuiamo due situazioni pericolose il malfunzionamento e la valutazione dello scorrimento delle funi.

n°	Scenario			Stima degli elementi di rischio		Misure di protezione (misure di riduzione del rischio)	Dopo Misure di protezione		Rischio residuo
	Situazione	Effetto	dannoso			,			
	rischiosa	causa	effetto	S	Р		S	Р	
1	Accertamento del malfunzionamento del limitatore non corretto	Il limitatore di velocità non funziona	Morte, e ferrite e/o shock degli eventuali passeggeri trasportati. Intrappolamento dei passeggeri. Disservizio	1	D	Adozione del sistema di limitatore di velocità elettronico	1	E	Effettuare ispezione regolari, controllo periodico del corretto funzionamento del sistema di comunicazione in remoto.
	Commenti: La presenza di un sistema di auto - monitoraggio e la connessione al sistema di controllo in remoto riduce la probabilità di un tale accadimento; Riduce il tempo di intervento e pertanto le accelerazioni / decelerazione a cui sono soggetti i passeggeri trasportati; D.P.R. 162/99 e s.m.i. art. 15 individua il termine massimo di 6 mesi il periodo tra due controlli minuziosi dei componenti dell'ascensore.								
2	Accertamento dello scorrimento delle funi di trazione sulla puleggia non corretto Commenti:	Lo scorrimento delle funi sulla puleggia di trazione non garantisce l'aderenza	Ferrite e/o shock passeggeri trasportati. Disservizio.	2	D	Adozione del sistema di limitatore di velocità elettronico che rileva la posizione della cabina.	2	E	Effettuare ispezione regolari, controllo periodico del corretto funzionamento del sistema di comunicazione in remoto. Sostituire le pulegge usurate.

Adozione del sistema di limitatore di velocità elettronico che rileva la posizione della cabina permette di confrontare tale dato con la misura rilevata dall'encoder del motore/puleggia di trazione e adottare un confronto in retroazione ad anello chiuso. Nel caso vengano superati i valori soglia il sistema ferma l'impianto.

Negli anni '70, agli ingegneri veniva istruito che la vita della fune per un sollevatore a trazione elettrica dipendeva dalla trazione, dalla pressione della scanalatura e dalla resistenza della fune (cioè l'angolo della flotta). Sebbene i moderni metodi di valutazione della trazione in cui vengono considerate sia le forze statiche che dinamiche sono un miglioramento rispetto al passato; la pressione della scanalatura non è più in uso dopo essere stata sostituita dai requisiti obbligatori per il fattore di sicurezza minimo della corda in EN81-1 [1] e EN81-20 [2], ma l'effetto della resistenza della fune.

Ricordiamo che nel DPR 1497/63 il punto 37.2 stabiliva che "Al momento della fermata della cabina con carico 1,5 volte la portata al piano più basso, e della cabina vuota al piano più alto, non si deve produrre scorrimento maggiore di 50 mm fra le funi e le gole". La misura di 50 mm dello scorrimento è normalmente adottata come valore di soglia nello stimare lo scorrimento fune puleggia nelle prove.

Per gli impianti MRL rilevare lo scorrimento e molto complicato e spesso non attuabile, avere un sistema di rilevamento garantisce una corretta aderenza tra l'elemento di sospensione e puleggia di trazione.

In termini di costo limitatori di velocità elettronici sono già prodotti da ditte del settore e i costi non si differenziano di molto da un limitatore tradizionale a massa centrifuga.

7.7 Sistema di rilevamento e segnalazione della presenza di acqua in fossa

La presenza di acqua in fossa potrebbe essere fonti di rischio per il manutentore e utilizzatore. Valutiamo il miglioramento della sicurezza di un tale sistema con controllo in remoto con la valutazione dei rischi nel suo complesso.

Caso n°	Scenario			Stima degli elementi di rischio		Misure di protezione (misure di riduzione del rischio)	rotezione Misure di misure di protezione		Rischio residuo
	Situazione		dannoso	S	Р	ПЗСПЮ	S	Р	
	rischiosa	causa	effetto					-	
1	Presenza di acqua nella fossa ascensore	Elettrocuzione, cortocircuito.	Ferrite e/o shock degli eventuali passeggeri trasportati. Intrappolamento dei passeggeri. Disservizio	2	D	Adozione del sistema di controllo a distanza degli della presenza di acqua in fossa	2	E	Effettuare manutenzione ed ispezione regolari sul sistema di rilevamento allagamento
	Commenti: all'invio del segnale di allagamento della fossa l'ascensore viene posto fuori servizio dopo l'apertura delle porte. Il manutentore vie informato delle anomalie riscontrate nel tragitto per raggiungere l'installazione, saranno fornite indicazioni di eventuali errori, l'attività di drenaggio immediata prima di raggiungere i circuiti.								
2	Presenza di acqua nella fossa ascensore	Corrosione di elementi strutturali e di sospensione in fossa	Ferrite e/o shock degli eventuali passeggeri trasportati. Intrappolamento dei passeggeri. Disservizio	2	D	Adozione del sistema di controllo a distanza degli della presenza di acqua in fossa	2	Е	Effettuare manutenzione ed ispezione regolari sul sistema di rilevamento allagamento
Commenti: all'invio del segnale di allagamento della fossa l'ascensore viene posto fuori servizio dopo l'aperti Il manutentore vie informato delle anomalie riscontrate nel tragitto per raggiungere l'installazion indicazioni di eventuali errori, l'attività di drenaggio immediata prima di raggiungere elementi me							one, sa	ranno fornite	
3	Presenza di acqua nella fossa ascensore	Attività di drenaggio	Scivolamenti, cadute del manutentore. Disservizio	2	D	Adozione del sistema di controllo a distanza degli della presenza di acqua in fossa	2	Е	Effettuare manutenzione ed ispezione regolari sul sistema di rilevamento allagamento. Mantenere pulita la fossa
I. A	Commenti: all'invio del segnale di allagamento della fossa l'ascensore viene posto fuori servizio dopo l'apertura delle porte. Il manutentore vie informato delle anomalie riscontrate nel tragitto per raggiungere l'installazione, saranno fornite indicazioni di eventuali errori, l'attività di drenaggio con un limitato volume di acqua.							ranno fornite	

In termini di costo è estremamente ridotto, tali sistemi sono già prodotti da aziende ed alcuni sono già dotati di sistemi di trasmissione senza fili.

8 ASCENSORI E MANUTENZIONE CON REALTÀ AUMENTATA

Manutenere gli ascensori attraverso la realtà aumentata: è l'innovazione introdotto presso il nuovissimo One World Trade Center di New York, uno dei primi edifici in cui verrà adottata questa innovativa tecnologia. Nelle intenzioni del produttore di impianti di sollevamento, la realtà aumentata applicata agli ascensori rivoluzionerà il mercato, in primo luogo poiché ridurrà in maniera significativa i tempi di lavorazione aiutando i tecnici prima e durante l'intervento di manutenzione in loco e, di conseguenza, la sicurezza. Il sistema è basato su HoloLens di Microsoft, uno dei più avanzati metodi di realtà aumentata. Utilizzando la tecnologia HoloLens i tecnici della manutenzione degli ascensori saranno in grado di visualizzare e identificare eventuali problemi agli ascensori prima di iniziare il lavoro così da risparmiare tempo. I primi test sul campo hanno infatti già mostrato che un intervento può essere eseguito fino a quattro volte più velocemente rispetto al passato. L'introduzione di HoloLens si collega e fa seguito al sistema MAX, basato su tecnologia Microsoft Azure (IoT), primo step effettivo sulla via per sviluppare un sistema di 'ascensori connessi in cloud', in pienissima ottica Internet of Thigs. Questo metodo di manutenzione, predittiva, ha garantito al produttore di impianti già un risparmio di tempo pari a 95 milioni di ore ai passeggeri degli ascensori di tutto il mondo. Utilizzando Skype senza necessità di alcuno sviluppo aggiuntivo, gli ingegneri della manutenzione di Thyssenkrupp possono con questa implementazione svolgere il loro lavoro effettuando il triage delle richieste prima della visita e avere la disponibilità di una guida olografica da remoto, così da ridurre fino a quattro volte la durata media delle chiamate di servizio all'azienda. Lanciato da Thyssenkrupp nel 2015, MAX è già connesso con migliaia di unità pilota in Stati Uniti, Germania e Spagna, e ne è prevista la connessione con altre 180.000 unità entro la fine del 2022. L'efficace implementazione nei paesi pilota ha anche gettato le basi per il roll-out in altre nazioni già entro la fine del 2016. E' significativo che il sistema sia stato introdotto anche nel One World Trade Center, uno dei grattacieli più alti del mondo, i cui ascensori sono in grado di salire dal pian terreno al centoduesimo piano in appena 60 secondi, e che è dotato di motori rigenerativi che convertono l'energia prodotta quando gli ascensori decelerano in elettricità che può essere usata per ridurre considerevolmente i consumi energetici dell'edificioxlviii.

9 CONCLUSIONI

Oggi, tutti i settori sono soggetti a cambiamenti radicali e l'industria ascensoristica non fa eccezione: l'ascensore sarà collegato in rete e controllato in remoto. La ricerca di dati per individuare gli elementi critici dell'ascensore in esercizio incidenti e le cause scatenanti è stata particolarmente difficoltosa visto che l'Italia non si è dotata di una banca dati nazionale degli ascensori. I dati sono custoditi dalle associazioni dell'industria del settore che non vogliono divulgare; attivare una banca dati nazionale degli ascensori esistenti in cui vengano registrati gli infortuni, potrebbe promuovere iniziative per modernizzazione del parco ascensori esistenti nell'intento non banale di promuovere la sicurezza, permetterebbe di verificare velocemente se il proprietario/legale rappresentante assolvere o meno agli obblighi di legge. Il proprietario ha l'obbligo di affidare la manutenzione ad una ditta specializzata con personale abilitato e che siano effettuate le verifiche periodiche previste all'art. 13 e straordinarie art.14 del DPR 162/99 e s.m.i. La presenza di ascensori "vecchi" e di recente concezione mette in difficoltà le ditte ascensoristiche che in un futuro potrebbero non essere in grado di garantire il corretto funzionamento degli ascensori. I dati finanziari dimostrano che il settore ascensori è in crescita in un momento di crisi economica generale, le riduzioni di ricavi nell'ambito dell'ascensore negli ultimi anni possono essere compensate solo da adeguati contromisure sotto forma di monitoraggio. I sistemi di monitoraggio delle condizioni di servizio degli impianti ascensori forniscono una efficiente soluzione che garantisce una risorsa ottimale combinata con una riduzione dei costi. La realizzazione di ascensori nuovi e componenti per modernizzare degli elevatori esistenti sono due fattori chiave per attirare ricavi; per ottenere questo obbiettivo è fondamentale avvalersi di tutte le risorse umane e tecnologiche disponibili. Assicurare un servizio di manutenzione preventiva e soddisfare tempestivamente le richieste di intervento per guasto, può far percepire al cliente / utilizzatore una maggiore soddisfazione, tranquillità e sicurezza. L'analisi dell'utilità o meno di tali sistemi passa anche attraverso valutazioni di tipo sociale con l'accettazione di soglie di rischio sempre più basse da parte della collettività, ciò favorirà la soluzione del controllo in remoto per l'ascensore moderno^{xlix}. Il modo in cui il sistema di controllo degli ascensori è combinato con la tecnologia di rete sarà la tendenza principale della progettazione degli ascensori in futuro. L'accesso degli ascensori in remoto consente principalmente di ottenere le seguenti funzioni: a) Supervisionare tutti gli ascensori con la rete per garantire il funzionamento sicuro degli ascensori e garantire la sicurezza dei passeggeri. Quando l'ascensore si guasta, l'ascensore invia un segnale al centro di assistenza clienti attraverso la rete per consentire al personale di manutenzione di comprendere con

precisione la causa del guasto dell'ascensore e le relative informazioni, se la sicurezza personale del cliente è minacciato, e correre al luogo dell'incidente nel minore tempo possibile. b) Il controllo in remoto permette di confortare i passeggeri nell'ascensore, per ridurre al minimo l'impatto negativo del guasto dell'ascensore. c) Eseguire automaticamente la scansione di componenti critici dell'ascensore entro il tempo specificato attraverso la rete per rilevare incidenti e prevenirli, per ridurre il tempo di arresto e migliorare la qualità del servizio dell'impresa. Il passo successivo sarà di dotare l'ascensore della tecnologia senza fili. Un pannello di controllo e il sistema collegato tramite la tecnologia senza fili, sarà un'altra rivoluzione nel controllo degli ascensori e porterà benefici come la riduzione del costo di installazione. Il tempo necessario all'installazione sarà ridotto di oltre il 30%. L'uso della tecnologia senza fili migliorerà ulteriormente l'affidabilità dell'ascensore, ridurrà notevolmente il tasso di guasto e migliorerà ulteriormente la precisione di controllo. Il risultato è che l'ascensore è più confortevole, più preciso alla fermata e sicuro. Le multinazionali dell'industria ascensoristica stanno sviluppando in modo autonomo senza alcuna sinergia tali sistemi, con uno spreco di risorse senza individuare un sistema unico di controllo in remoto, d'altro canto le piccole aziende vedono i miglioramenti proposti dalle grandi industrie come limiti alla loro attività di manutenzione e una pratica scorretta del mercato. Non tutte le ditte avranno le professionalità e le competenze per lavorare con questi sistemi. Le soluzioni proposte in questa tesi, per controllare alcuni componenti critici degli ascensori hanno un costo relativamente basso e sono adottabili con facilità anche su impianti ascensori non recenti, in tutti i casi costi e complessità non devono in ogni caso pregiudicare la sicurezza degli utilizzatori.

BIBLIOGRAFIA

Libri

xxiv Autore E. Fornasari, Titolo: Ascensori e impianti di sollevamento Ed. Maggioli pag. 189-19 •Anno 2014

Articoli riviste

vi Rivista QUOTIDIANO DEL CONDOMINIO Ascensori vecchi, leggi datate: un mix pericoloso nei condomini • Anno 14-01-2015;

viii Rivista ELEVATORI - VOLPE EDITORE s.r.l. Manutenzione virtuale, un approccio di rilevamento pag. 58-60 n° 5 • Anno 2018

xxv Rivista LIFT-REPORT 37 n° 5 • Anno 2011

xxx Rivista FIELDBUS-E-NETWORKS Supplemento a Automazione Oggi n° 409 • Anno 2018 Novembre

xxxiv La tecnica Magneto Induttiva per il controllo delle funi metalliche A. Canova D. di Ingegneria Elettrica, Politecnico di Torino

xxvii Autore Fausto Linguiti - Editoriale Bios Il quadro di manovra degli ascensori Ed. Nuova

xl Rivista ELEVATORI - VOLPE EDITORE s.r.l. Monitoraggio a distanza degli ascensori Autori R. Stah, G. Chan, G.H. Khor, Y.W. Lee & Л. Seow n°1 n° 409 • Anno 2005 Gennaio

xlix Rivista ELEVATORI - VOLPE EDITORE s.r.l. La "customer experience" nel settore ascensori n°2 n° 409 • Anno 2018 Marzo

Atti di Congresso

xi Roland Berger, in collaborazione con VDMA e Deutsche Messe AG "Predictive maintenance: servicing tomorrow and where we are really at today"

xxvi-xxviii Applied Mechanics and Materials ISSN: 1662-7482, pag 797-800

xxvii Symposium on Lift and Escalator Technologies A Reliable Forecast of Lift System Wear Tim Ebeling Henning GmbH, An den Wiesen 10, 38159 Vechelde, Germany

xlv 6TH Symposium on Lift and Escalator Technologies Integration of Lift Systems into the Internet of Things and the Need for an Open Standard Information Model by Jonathan Beebe

xliii Atti E² forun elevator del 26/10/2018 "Modernizzazione accessibilità e messa in sicurezza degli ascensori in Italia" Sergio D'Ammassa; Nicola Imbimbo.

pubblicazione on line

- https://www.researchgate.net/publication/255591817The Induction Motor as a Mechanical Fault Sensor in Elevator Systems
- http://assoascensori.anie.it/settore-in-cifre/#.XDIaf ZFxZU
- https://www.quotidianodelcondominio.it/condominio/ascensori-vecchi-leggi-datate-unmix-pericoloso-nei-condomini/ • Visitato gennaio 2019

v-vi-vii https://www.ascensori-montascale-ciam.it/userdata/pdf/1

GUIDA ALLA SCELTA DELL ELEVATORE E AL RISPARMIOENERGETICO.pdf

- Visitato gennaio 2019
- http://assoascensori.anie.it/settore-in-cifre/#.XDIaf ZFxZU ix
- https://www.elettrostar.com/anie-in-italia-700-mila-ascensori-vecchi/
- xi https://www.industriaitaliana.it/l-industria-degli-ascensori-nello-scacchiere-della-smartcity/ • Visitato 11 gennaio 2019
- xii https://www.ambienteambienti.com/manutenzione-ascensori-costi/

xiii

https://d3p5wkccolzpd5.cloudfront.net/sites/www.voltimum.it/files/fields/attachment file/i t/others/Q/2006041584506355sicurezza ascensori.pdf

Convegno Anacam patrocinato ISPESL"Sicurezza degli ascensori: il ruolo strategico della manutenzione" • Visitato 11 gennaio 2019

xiv https://slideplayer.it/slide/577155/

ANACAM Puglia Ing. Iotti 31/03/2006 LA MAUNTENZIONE DEGLI ASCENSORI QUESTA SCONOSCIUTA • Visitato 11 gennaio 2019

xv http://www.lep.polito.it/sistemidiproduzione/Lecture%20Notes/SISTEMI/Manutenzione

xvi https://www.elettrostar.com/anie-in-italia-700-mila-ascensori-vecchi

xvii http://www.mecoil.net/wp-content/uploads/2011/12/La-Diagnostica-e-la-Manutenzionepredittiva-2008-7.pdf

Congresso Italiano di Manutenzione Verona, mer. 22 Ottobre, 2008

- Visitato 09 gennaio 2019
- https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/sviluppo-sostenibile/temi-1/svilupposostenibile/green-public-procurement/faq-gpp/che-cosa-e-il-life-cycle-costing-lcc
- Visitato 02 maggio 2019
- xix https://it.omega.com/prodinfo/registratore-dati.html Visitato 02 maggio 2019
- https://www.industry4business.it/servitization/predictive-maintenance/industria-4-eccoi-pilastri-di-roland-berger-per-la-manutenzione-predittiva/
- xxi http://smartefficiency.eu/2018/10/12/manutenzione-predittiva-valore

Roland Berger, in collaborazione con VDMA e Deutsche Messe AG "Predictive maintenance: servicing tomorrow and where we are really at today" • Visitato il 21/01/2019 https://www.anacam.it/info-point/gestione-dell-impianto/riferimenti-legislativi.html

xxiii https://www.certifico.com/categorie/22-news/news-generali/4870-certificato-diabilitazione-ascensoristi-in-arrivo-il-regolamento • Visitato il 21/01/2019

xxxi https://www.brugglifting.com/elevator/index.php/it/funi/funi-di-trazione.html

xxxii <u>https://www.elevatorworld.eu</u> Effetti dei mezzi di sospensione su progettazione economicamente vantaggiosa ed efficienza degli spazi di Dr. Nicola Imbimbo

• Maggio 2019

xxxiii http://www.latif.it/public/File/3182%20Clerici%20-%20Redaelli%20Tecna.pdf

xxxv https://www.infobuildenergia.it/prodotti/otis-gen2-flexpiu-1419.html#

xxxvi https://www.begsrllift.com/

xxxviii https://www.kone.it/edifici-esistenti/modernizzazione-ascensori/modernizzazione-modulare/barriere-ottiche.aspx

xxxix https://www.forms-surfaces.com/levele-101-elevator-interiors

xli https://www.avire-global.com/it/prodotti/light-curtains/panachromeplus/

xlii https://www.wittur.com/it/componenti-ascensori/limitatori-di-velocita.aspx

xliv http://it.sightseeing-lift.com/info/how-to-do-if-the-elevator-is-flooded-in-a-rain-27092792.html Novembre 2019

xlvi https://it.farnell.com/sensori-per-ascensori

xlvii https://www.brugglifting.com/elevator/index.php/it/funi/ctp.html

xlviii https://www.ingegneri.info/new

1 https://www.translatoruser-int.com/translate?&from=en&to=it&csId=898fc1b9-17cc-

4ec8-a354-8d9e50d2d101&usId=bcea02fd-a9b5-45c5-8bc0-

9e114e2b4c8c&dl=it&ref=SERP ct&dt=2019%2f12%2f1%207%3a30&h=WVWweFg0f6

CivvIu5s0zeiENoVrVYGPh&a=https%3a%2f%2fwww.panoramic-

lift.com%2finfo%2ftrends-in-elevator-technology-33622907.html • Novembre 2019

Ulteriori siti visitati

https://www.ndt.net/article/aipnd2009/files/orig/68.pdf

https://www.kone.it/strumenti-downloads/

Norme

EU Directive 95/16/EC, The European Parliament and the Council of the European Union, 29 June 1995.

UNI EN 81-80:2009 Titolo: Regole di sicurezza per la costruzione e l'installazione degli ascensori – Ascensori esistenti - Parte 80: Regole per il miglioramento della sicurezza degli ascensori per passeggeri e degli ascensori per merci esistenti.

UNI EN 81-70:2004-2018 Titolo: Regole di sicurezza per la costruzione e l'installazione degli ascensori - Applicazioni particolari per ascensori per passeggeri e per merci - Parte 70: Accessibilità agli ascensori delle persone, compresi i disabili.

UNI EN 13015:2008 Titolo: Manutenzione di ascensori e scale mobili - Regole per le istruzioni di manutenzione.

UNI EN 81-20:2014 Titolo: Regole di sicurezza per la costruzione e l'installazione degli ascensori - Ascensori per il trasporto di persone e cose - Parte 20: Ascensori per persone e cose accompagnate da persone

UNI EN 81-50:2014 Titolo: Regole di sicurezza per la costruzione e l'installazione di ascensori - Verifiche e prove - Parte 50: Regole di progettazione, calcoli, verifiche e prove dei componenti degli ascensori

	Guida alla D	Direttiva I	Macchine	2006/42/	CE - 2.1	del 201	7
--	--------------	-------------	----------	----------	----------	---------	---

Marco Cucinotta, 2018 - 2019

Marco Cucinotta, 2018 - 2019	