CORSO IMPIANTI A FUNE
C-B2

Apparecchiature elettriche

2026

RELATORE – Antonio Grotto

- ☑ Esperienza funiviaria iniziata nel 1988 con l'allora BMB (oggi Nidec) per proseguire alla metà anni 90 per la ditta EEI fino ai primi anni 2000.
- ☑ Negli anni 2006-2009 collabora anche con Leitner realizzando alcuni agganciamenti automatici
- ☑ Da 21 anni collabora come consulente per le parti elettriche degli impianti funiviari.
- ☑ Da dicembre 2023 amministratore di Ropetec srl
- ☑ Ben oltre 50 agganciamenti automatici messi in servizio e coordinati, la maggior parte anche progettati oltre a numerose funivie e funicolari.

PANORAMICA SUGLI IMPIANTI A FUNE



SCIOVIA

Applicazioni a moto continuo e ammorsamento fisso



SEGGIOVIA FISSA

Caratteristiche particolari:

- Semplicità;
- Velocità relativamente bassa;
- Franco da terra nullo o ridotto



CABINOVIA FISSA



SEGGIOVIA AD AGGANCIAMENTO AUTOMATICO



CABINOVIA AD AGGANCIAMENTO AUTOMATICO



TELEMIX

Applicazioni a moto continuo e ammorsamento automatico

Caratteristiche particolari:

- Tipologia maggiormente diffusa;
- Velocità di esercizio di 5-6 m/s;
- Velocità nel giro stazione molto ridotta

PANORAMICA SUGLI IMPIANTI A FUNE



FUNIVIA



FUNICOLARE



PULSE’

Applicazioni a moto alternato o pulsato

Caratteristiche particolari:

- Velocità di esercizio fino a 12 m/s;
- Controllo continuo di spazio per rallentamento automatico;
- Veicoli con automazione a bordo;

PANORAMICA SUGLI IMPIANTI A FUNE



2S/3S

Applicazioni a moto alternato o pulsato



FUNIFOR

Caratteristiche particolari:

- Velocità di esercizio elevata;
- Cabine capienti;
- Esercizio consentito anche in caso di vento forte;



FUNITEL

PANORAMICA SUGLI IMPIANTI A FUNE: RIASSUNTO

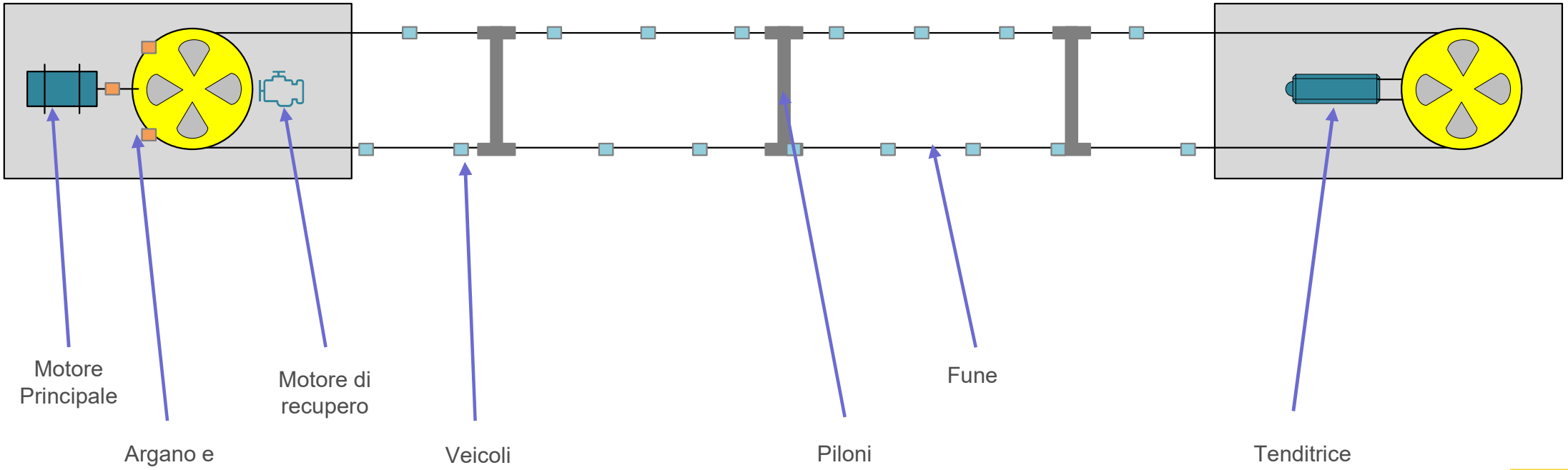
Sistema	Sciovia SL	Seggiovia CLF	Seggiovia CLD	Cabinovia MGD	Funitel FUN	2S BGD	3S TGD	Funivia ATW	Funifor FUF
Principio	monofune fisso 3,5 m/s	monofune fisso 2,8 m/s	monofune temporaneo 6 m/s	monofune temporaneo 6 m/s	monofune temporaneo 7 m/s	bifune temporaneo 8,5 m/s	bifune temporaneo 8,5 m/s	bifune fisso	bifune Fisso
Portata max (pph)	900 1200 (2)	1.200 2.400 2.800	2.400 3.600 4.000	4.500	4.000	4.000	5.000		
Altezza da terra	0	20	20	60	60	illimitato	illimitato	illimitato	illimitato
Vetture (pers.)	1/2	2/4/6	4/6/8	4/6/8/10/15	24	16	35	200	100
Max. Campata	140 m	150 m	200 m	700 m	800 m	1.500 m	3.000 m	3.000 m	2.000 m
Vento max.		60 km/h	60 km/h	70 km/h	100 km/h	80 km/h	100 km/h	70 km/h	100 km/h
Profilo preferenziale	convesso	convesso	convesso	convesso	convesso	concavo	concavo	concavo	concavo
Movimentazione	continua	continua	continua	continua	continua	continua	continua	va e vieni	va e vieni

IMPIANTI A FUNE: PARTI COSTITUENTI

STAZIONE MOTRICE

LINEA

STAZIONE RINVIO



IMPIANTI A FUNE: PARTI COSTITUENTI

STAZIONE MOTRICE

- Stazione con i motori di trazione;
- Stazione di comando;
- Stazione con il sistema frenante;

STAZIONE RINVIO

- Stazione con funzione di rinvio delle funi.

STAZIONE INTERMEDIA

- Stazione di passaggio con funzione di salita e discesa dei passeggeri.

IMPIANTI A FUNE: PARTI COSTITUENTI

- La trazione è eseguita con un motore accoppiato alla puleggia motrice.

MOTORE PRINCIPALE

- Lo scopo è muovere l'impianto durante il normale esercizio.

Con riduttore

- Singolo o doppio (funzionamento in tandem);
- In corrente alternata o in corrente continua;

Senza riduttore

- Direct Drive

MOTORE di RECUPERO

- Lo scopo è muovere l'impianto per recuperare i passeggeri in linea a seguito di una anomalia.

Termico

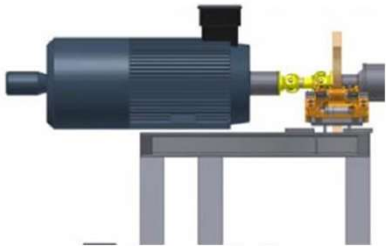
- Il più diffuso;
- Accoppiato direttamente alla puleggia motrice;

Elettrico

- Consentito solo in applicazioni con una portata limitata;

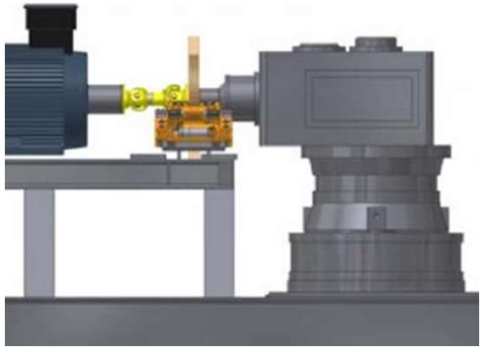
IMPIANTI A FUNE: PARTI COSTITUENTI

Arresto elettrico



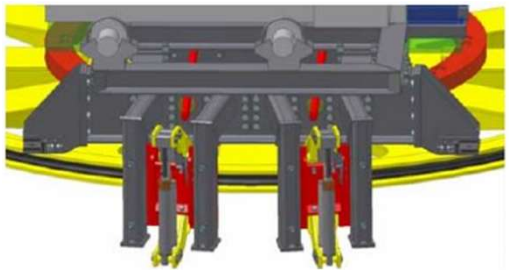
- Con l'arresto elettrico l'impianto in marcia è arrestato rallentandolo fino alla velocità minima tramite l'azionamento principale che impone una rampa di velocità lineare e consente il recupero in rete dell'eventuale energia in eccesso.

Arresto meccanico con freno di servizio



- Con l'arresto meccanico con il freno di servizio l'impianto in marcia è arrestato tramite il solo freno meccanico di servizio mentre l'azionamento elettrico è disabilitato.
- Solitamente il freno di servizio è formato da una o due coppie di ganasce meccaniche che agiscono su un disco collegato direttamente all'albero motore.
- Il freno è ad azione negativa quindi si chiude in caso di assenza di pressione idraulica e/o energia elettrica.

Arresto meccanico con il freno di emergenza



- Con l'arresto meccanico con il freno di emergenza (sicurezza) l'impianto in marcia è arrestato tramite il freno meccanico di emergenza.
- Il freno di emergenza è composto da una o due coppie di ganasce meccaniche che agiscono direttamente sulla puleggia motrice.
- Il freno è ad azione negativa quindi si chiude in caso di assenza di pressione idraulica e/o energia elettrica.

AZIONE ON-OFF

È l’azione di un freno meccanico che esercita la massima forza disponibile. Non c'è un sistema elettronico di controllo che regola l'azione frenante della pinza. L'intero gruppo frenante può essere costituito da una singola pinza o da più pinze; in quest'ultimo caso, ciascuna pinza avrà il suo set di molle e potrà essere azionata singolarmente.

AZIONE MODULATA

L'azione modulata è il principio di funzionamento di un freno elettrico o meccanico, per mezzo della quale il controllo elettronico consente di ottenere una curva di decelerazione regolata, con una pendenza costante, indipendentemente dalle condizioni di carico. Normalmente richiede un feedback di velocità.
Un gruppo freno meccanico richiede un attuatore proporzionale e una relativa elettronica di regolazione per poter essere un freno meccanico modulato, altrimenti può fornire solo un'azione on-off. Nel caso in cui il freno sia costituito da più morse, tutte le morse sono controllate assieme con gli stessi circuiti idraulici o elettrici e a un singolo controllo di modulazione. Ogni freno meccanico ad azione modulata può sempre essere controllato con un'azione on-off, semplicemente escludendo completamente i circuiti di corrente utilizzati per la sua regolazione.

AZIONE DIFFERENZIATA

L'azione differenziata è il principio operativo di un freno meccanico, solitamente costituito da più di una sezione (pinze con set di molle a tazza e con comandi separati), ciascuna delle quali con azione on-off, in cui la forza frenante è applicata a quote costanti stabilite dal sistema di controllo, secondo la coppia generata dal motore dell'azionamento principale immediatamente prima dell'inizio dell'arresto, dove la forza frenante rimane costante fino a quando l'installazione non si arresta. (L'azione progressiva può essere ottenuta anche in freni a sezione singola: a seconda delle condizioni di carico, il sistema di controllo la comanderà o meno).

AZIONE A SCATTO

Questa è l'azione di un freno meccanico tale che la forza frenante massima di tutte le sue sezioni viene applicata completamente e senza regolazioni, vale a dire con un'azione on-off di tutte le morse, a partire dall'istante in cui scatta il comando di arresto. L'azione a scatto può essere sempre comandata sia da freni ad azione progressiva che da quelli ad azione modulata. La caratteristica specifica che definisce l'azione a scatto è che tutti i sistemi di controllo elettronici che potrebbero regolare la forza frenante applicata sono esclusi. Questo significa che, in caso di freni ad azione modulata, l'azione a scatto si ottiene escludendo completamente il segnale utilizzato per aprire il freno, tramite un'interruzione hardware del circuito di corrente piuttosto che tramite l'azzeramento del segnale di regolazione.

FRENATURA MODULATA

Il freno di servizio ed il freno di emergenza utilizzati in questo impianto sono entrambi ad azione negativa e :

- Elettrico il Freno di Servizio
- Idraulico il Freno di Emergenza

Il freno di servizio agisce con due pinze su un disco calettato sull'albero veloce di trasmissione del moto.
Il freno di emergenza agisce invece con 2 pinze direttamente sulla fascia frenante della puleggia motrice.
La forza frenante di ciascuno dei due freni è regolata da un sistema automatico che permette la modulazione delle pinze.

E' tuttavia implementata, tramite un comando elettrico, anche la funzione di serraggio a scatto delle pinze, solo per il freno di emergenza.
La richiesta di arresto dell'impianto determina un arresto elettrico, il segnale di riferimento di velocità viene ridotto a zero con una rampa che può essere di 0,6 m/s^2 se in arresto rampa normale e 0,9 m/s^2 se in rampa rapida.

Il motore diventa generatore, assorbe energia cinetica dall'impianto, eroga una coppia frenante e la trasferisce tramite l'azionamento alla rete di alimentazione.

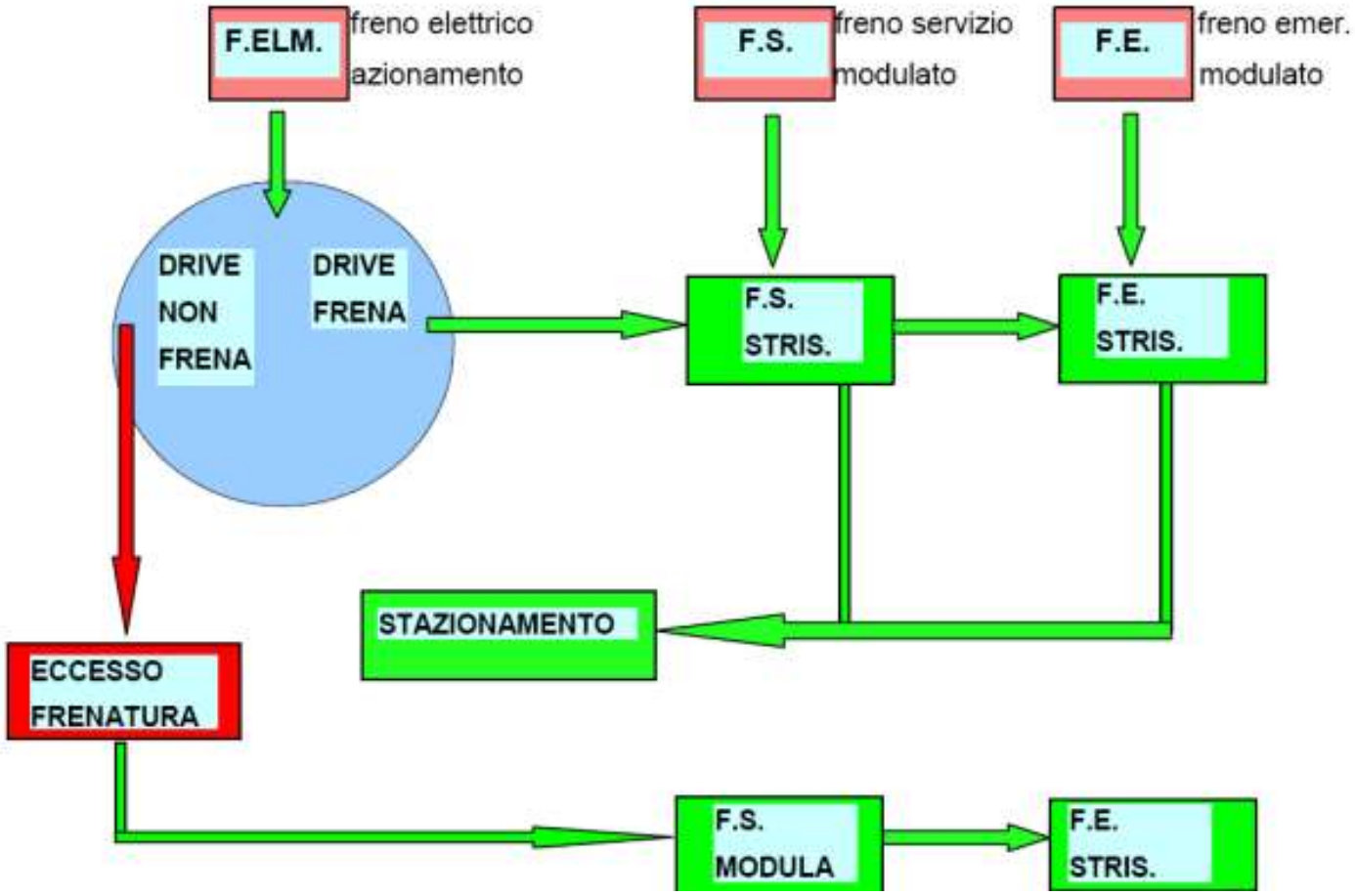
FRENATURA MODULATA

Nel momento in cui viene richiesto un arresto dell'impianto viene anche tolto il consenso alla unità funzionali di gestione dei freni meccanico e di emergenza.
I due sistemi hanno la loro velocità di riferimento leggermente più alta (pur con la stessa rampa di decelerazione), pertanto in condizioni di frenatura con azionamento regolare, i due freni si portano al valore di strisciamento e, pilota la frenatura, la rampa di confronto tra il riferimento di velocità e la velocità di argano.
Nel caso la velocità di decelerazione di impianto sia più bassa rispetto alla rampa di frenatura elettrica, il freno di servizio inizia a modulare, per eccesso di frenatura f.s. viene disabilitato il convertitore e la frenatura viene gestita direttamente dal freno di servizio.
Il freno di emergenza rimane in strisciamento perchè la sua rampa è iniziata con un delta di velocità leggermente più alto più alto rispetto al freno di servizio.
Il freno di emergenza interviene solo se i due sistemi precedenti non sono in grado di garantire le rampe di decelerazione impostate e mantiene la rampa di decelerazione in atto nel momento della chiamata dell'arresto. Questa condizione viene segnalata nel sistema di supervisione.
Ad ogni arresto dell'impianto, unitamente ai freni come descritto, vengono anche abilitati due controlli di mancata decelerazione.

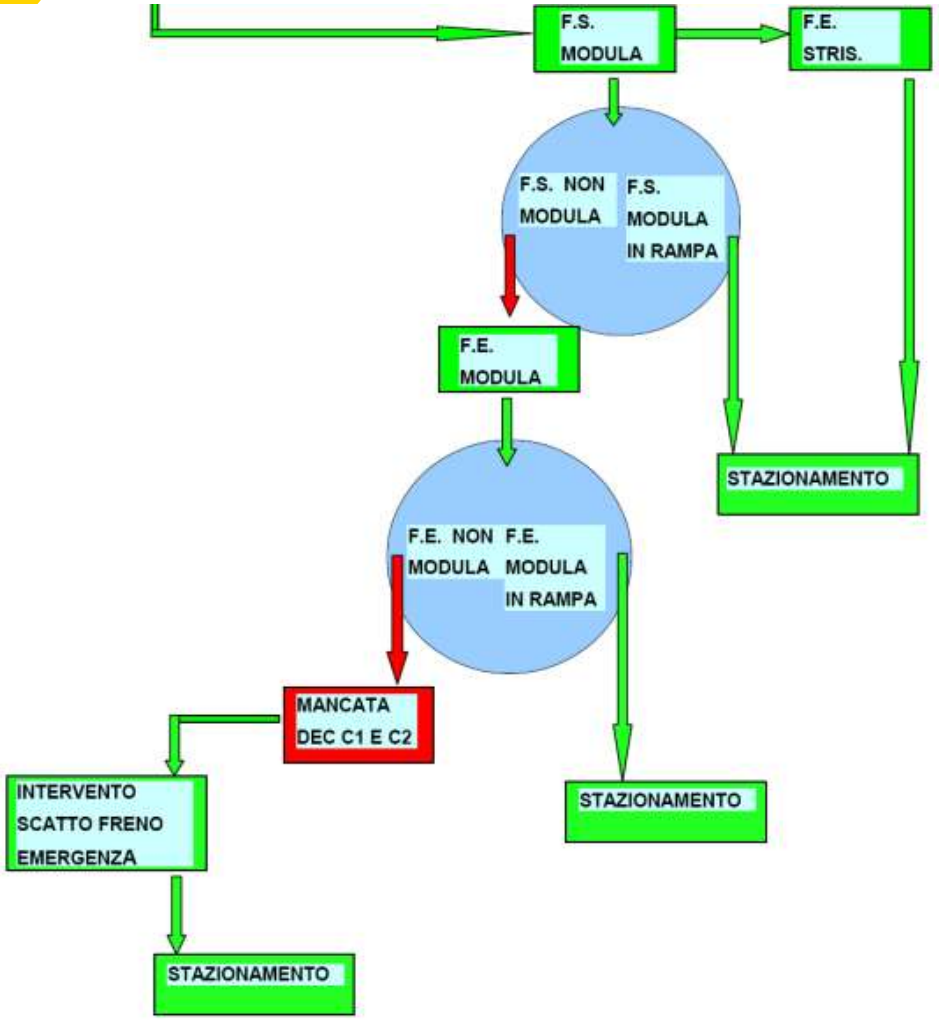
FRENATURA MODULATA

In sostanza sono due unità di elaborazione della sorveglianza di mancata decelerazione UEMD 1 e 2 che controllano il rispetto delle rampe di decelerazione modulate; se ciò non avviene, attivano lo stato logico zero dei comandi delle elettrovalvole del freno di emergenza che quindi chiude per azione negativa le pinze a scatto sulla fascia frenante della puleggia motrice.
L'intervento a scatto del freno di emergenza viene chiamata anche per intervento diretto delle protezioni di controllo di assetto puleggia, antiritorno, centrifugo meccanico, minime velocità.
Sono presenti alcune protezioni di impianto (tutte quelle relative al convertitore elettrico) che in caso di intervento abilitano direttamente il controllo della frenatura al freno di servizio e di emergenza modulato, disattivando di fatto il motore elettrico.
Entrambe i sistemi modulati di frenatura hanno la possibilità di impostare arrotondamenti sulle rampe di frenatura, sia in partenza della rampa di controllo sia in arrivo, separate per rampa normale e rampa rapida
Esistono comandi diretti che determinano l'intervento del solo freno di servizio che sono :
pulsante sul banco di manovra, tutte le protezioni di azionamento quali massima velocità elettrica, massima coppia, gradiente di coppia etc..
Anche per il freno di Emergenza sono presenti dei comandi diretti ovvero :
pulsante rosso con mostrina gialla a ritenuta meccanica sul banco di manovra, confronti di velocità, mancata decelerazione, centrifugo meccanico, assetto puleggia, giunto puleggia disinserita, concordanza del senso di marcia.

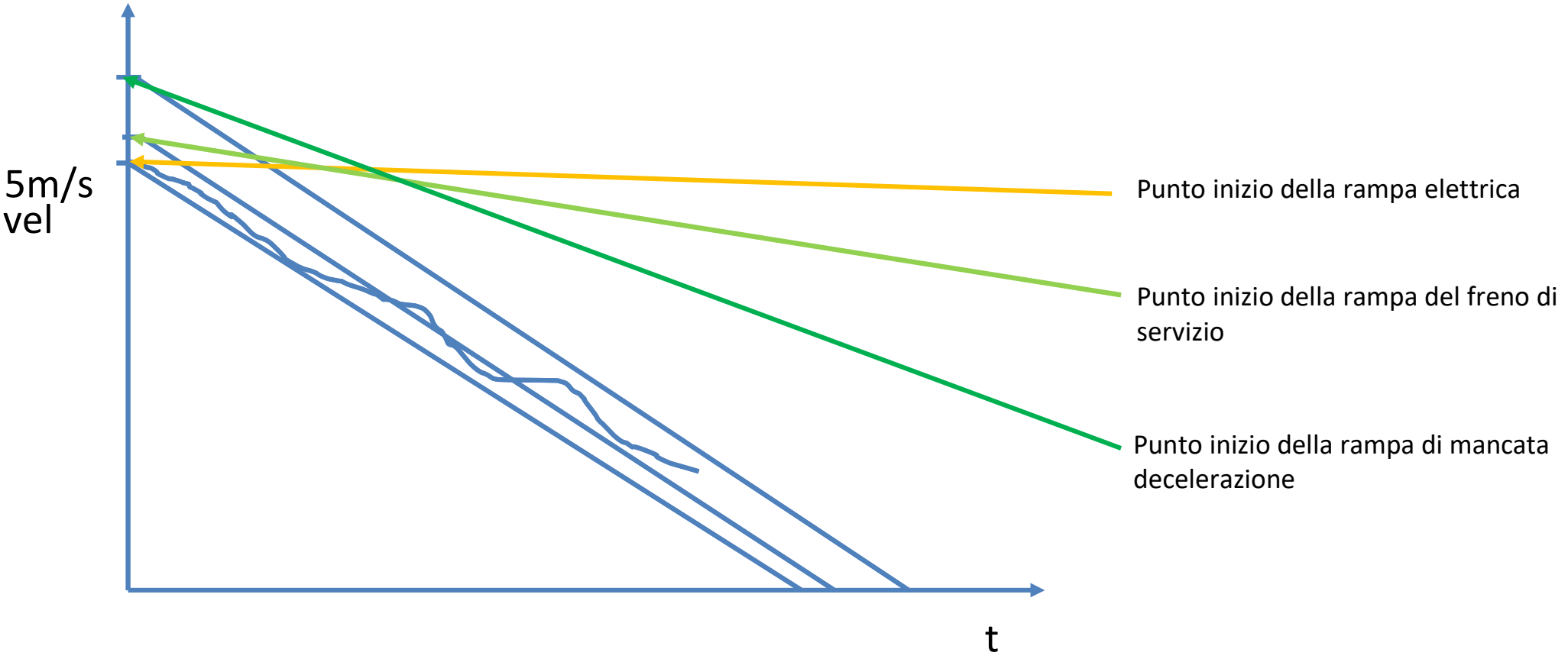
FRENATURA MODULATA



FRENATURA MODULATA

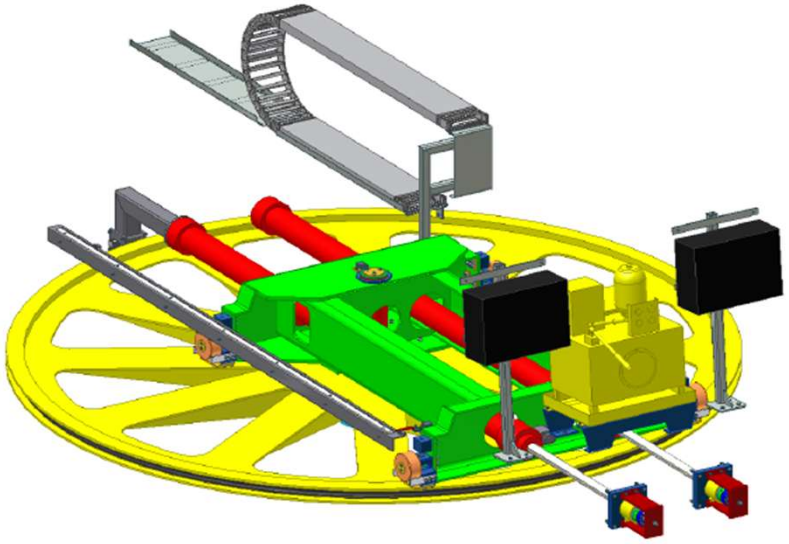


IMPIANTI A FUNE: PARTI COSTITUENTI



Il TENSIONAMENTO

- Il sistema ha lo scopo di mantenere la fune traente al livello di tensione previsto dal progetto al fine di garantire la corretta aderenza della stessa alla puleggia motrice e alla puleggia di rinvio e al fine di evitare possibili scarrucolamenti dai sostegni in linea.
- Il sistema può essere installato alla stazione motrice o alla stazione rinvio, così come può essere installato nella stazione a monte o nella stazione a valle.
- La puleggia è montata su una “slitta tenditrice” che può muoversi longitudinalmente rispetto all’impianto entro dei limiti monitorati dal sistema di controllo.
- La forza di tensionamento della fune viene attivata per mezzo di pistoni azionati dal sistema idraulico.



GRUPPI FUNZIONALI DELL'IMPIANTO

- L'impianto elettrico di funivia è suddiviso in sistema di potenza e sistema di automazione.
- Le apparecchiature elettriche appartenenti al sistema di potenza e al sistema di automazione sono suddivise in:
    - Sistema di POTENZA
    - un quadro di power center di distribuzione;
    - un quadro per ogni azionamento dedicato al motore principale;
    - Sistema di AUTOMAZIONE
    - un quadro di sicurezze di stazione (almeno uno per ogni stazione);
    - un quadro di smistamento, per la distribuzione delle linee di alimentazione;
    - un banco di comando;
    - una cassetta di comando per l'azionamento di recupero;

Power center

Il Power Center, che spesso non rientra nella fornitura, fornisce l'alimentazione all'equipaggiamento elettrico dell'impianto con le seguenti caratteristiche:

Alimentazione motore principale	400/690 V c.a. ± 10 %
Alimentazione servizi ausiliari:	400 V c.a. ± 10 %
Frequenza:	50/60 Hz ± 2 %

Alimentazione motore Gruppo di alimentazione in c.a. per servizi e linee di alimentazione di sicurezza

Il gruppo di alimentazione in c.a. per servizi e linee di alimentazione di sicurezza è inserito all'interno del quadro di sicurezze di stazione motrice e di smistamento.

Esso è alimentato da una linea a 400 V c.a. proveniente dal Power Center.

Dalla linea a 400 V in c.a. dei servizi funiviari sono derivate, con propri interruttori magnetotermici indipendenti, le alimentazioni per due carica batterie automatici, ciascuno dei quali alimenta una linea a 24 V c.c. tamponata da una propria batteria.

Le due linee indipendenti a 24 V c.c. così realizzate sono accumunate tramite diodi disaccoppiatori, costituendo la cosiddetta "linea di alimentazione di sicurezza"

Azionamento principale e motore

L’azionamento principale è composto da uno o due motori a bassa tensione, in corrente alternata o in corrente continua; ogni motore è alimentato, tramite un proprio convertitore, da una linea separata a 400 o 690 V c.a. proveniente dal Power Center.

All’ingresso linea è installato un interruttore automatico. Per emergenza è possibile comandare a distanza (per esempio dalle adiacenze del banco di manovra) l'apertura dell'interruttore, diseccitando con un comando remoto (da installare a cura del cliente) la bobina di minima tensione dell’interruttore.

- Nel caso di motori in corrente alternata, immediatamente a monte di ogni inverter è installato un convertitore statico predisposto con stadio attivo verso rete (Active Front End). Nei casi in cui l'energia di frenatura ecceda quella assorbibile dalle perdite interne (ad esempio, con carico in discesa o durante taluni arresti anche con carico in salita), essa è recuperata in rete tramite l’AFE, che garantisce anche un fattore di potenza pressoché unitario.
- Nel caso di motori in corrente continua, invece, lo sfasamento introdotto nella linea dal carico reattivo del motore viene compensato con l’aggiunta di quadri di rifasamento.

Azionamento principale in corrente continua analogico

Si tratta di convertitori compatti a doppio ponte trifase di Graetz per controllare motori a corrente continua fino a 4000A, completamente analogici.

La regolazione viene effettuata attraverso un rack che raggruppa delle schede:

Alimentatore stabilizzato +12 / -12 CIL 00 EA se ISE

Formatore di impulsi PR PI 05 se ISE

Regolatore di velocità con rampe e curva fisiologica CIL06 per ISE

Regolatore di corrente e logica di inversione del ponte a tiristori CIL 40A per ISE

Più in dettaglio la regolazione elettronica può essere suddivisa in 2 blocchi.

1) regolazione di velocità comprendente la formazione delle rampe di accelerazione e decelerazione con possibilità di inserzione curva fisiologica;
2) regolatore di corrente adibito alla regolazione e limitazione di corrente e alla scelta di quale dei due ponti del convertitore debba funzionare (raddrizzatore, recupero) in dipendenza del carico;

Azionamento principale in corrente continua digitale

Si tratta di convertitori compatti a doppio ponte trifase di Graetz per controllare motori a corrente continua fino a 4000A, completamente digitali.

Tutti i controlli e le funzioni di regolazione, fino al comando di avvio dei tiristori, sono svolti da un microprocessore. L'uso di tecniche digitali offre la possibilità di configurare il convertitore in diversi modi, una diagnostica potente per i controlli delle condizioni di azionamento e l'interfaccia di comunicazione tramite cui l'operatore può interagire con l'azionamento.

Il convertitore non è sensibile alle variazioni della frequenza di rete o alla direzione ciclica delle fasi; in linea di principio, è disponibile in configurazione a 2 o 4 quadranti (un ponte con 6 tiristori o un doppio ponte con 12 tiristori in antiparallelo), a seconda del fatto che la coppia motore sia necessaria solo nella direzione di rotazione o anche nella direzione opposta. Poiché le applicazioni in impianti a fune richiedono sempre una coppia di frenata, si usano solo convertitori a doppio ponte, senza corrente di circolazione

SISTEMA DI AUTOMAZIONE

L'automazione d’impianto può essere suddivisa nei seguenti tre gruppi funzionali:

- sistema di controllo e regolazione;
- sistema di sorveglianza;
- sistema di supervisione, con registratore di eventi.

Il sistema di controllo e regolazione e il sistema di sorveglianza sono implementati principalmente nei quadri sicurezze di stazione e dalle eventuali cassette di stazione installati nelle stazioni.

Il sistema di supervisione è installato:

- sul banco di comando della stazione motrice,
- sul fronte del quadro sicurezze della stazione di rinvio,
- sul banco di comando all’interno di veicoli, nel caso di funivie e funicolari.

Il registratore di eventi è integrato con il sistema di supervisione ma, di fatto, svolge una funzione distinta e particolare.

INTERFACCIA UOMO/MACCHINA

Il Sistema di interfaccia uomo macchina è cambiato nel tempo ed è evoluto di pari passo con le nuove tecnologie a PLC

Nelle architetture analogiche o prime digitali (anni 80/90) il sistema di controllo elettrico dell'impianto si interfaccia con l'operatore tramite i componenti di controllo e segnalazione posizionati sul pulpito di comando e sul fronte dei quadri elettrici.

Assieme agli strumenti di misurazione analogici e ai segnali basati su spie luminose rappresentano, di fatto, l'interfaccia uomo macchina.



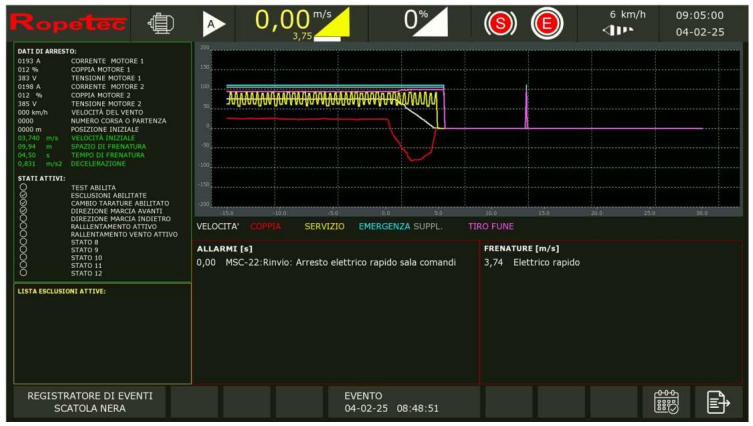
INTERFACCIA UOMO/MACCHINA

Il Sistema di Supervisione nell'era digitale mette a disposizione dell'operatore le seguenti informazioni:

- lo stato delle sorveglianze e il loro ordine cronologico in caso di intervento;
- i valori dei parametri relativi al funzionamento dell'impianto;
- i valori delle grandezze fisiche analogiche di impianto rilevate dai trasduttori;
- lo stato di sensori ed attuatori e delle condizioni in cui opera l'impianto.

Il PC supervisore consente di operare le esclusioni ammesse per le funzioni di sicurezza, e di accedere al registratore di eventi.





SISTEMA DI AUTOMAZIONE

Il sistema di regolazione è composto dalle scheda di regolazione dell'azionamento, dai componenti che attuano le sequenze di marcia e di arresto e dai componenti che determinano il riferimento di velocità in funzione dell'integrità delle funzioni di sicurezza.

il sistema è basato su un'architettura:

1) analogica con schede proprietarie (figura 1);
2) Con controllori a logica programmabile (PLC) e canale C attivo (figura 2);
3) Da soli controllori a logica programmabile (PLC)

Figura 1



Figura 2



costituita da controllori a logica programmabile (PLC).

- un PLC dedicato al sistema di sorveglianza in uso con l'azionamento principale;
- un PLC preposto alla gestione del solo freno di servizio;
- un PLC preposto alla gestione della tenditrice;
- un PLC dedicato al sistema di sorveglianza in uso con l'azionamento di recupero;

Di questi, i primi 4 sono del tipo "Fail-Safe", certificati per applicazioni di sicurezza, mentre il quarto è di tipo normale ("standard").

Nelle CPU di tipo Fail-Safe il software è composto da blocchi di sicurezza "Fail-Safe" e da blocchi comuni detti "standard". Come principio generale:

- nei blocchi "standard" sono elaborate regolazioni richieste per la gestione dell'impianto ma che non sono direttamente correlate con la sicurezza delle persone (ad esempio: sequenze logiche d'impianto, abilitazioni, predisposizioni, rilevamento di segnali di stato ed emissione di comandi logici).
- nei blocchi "Fail-Safe" sono elaborate le funzioni di sicurezza (ovverossia in classe di requisiti AK1, AK2, AK3, AK4), sono eseguite verifiche su segnali d'ingresso rilevanti per l'integrità delle funzioni di sicurezza e sono inoltre generati i comandi sicuri in uscita dal PLC.

CPU del PLC per marcia con l'azionamento principale

In questa CPU, di tipo Fail-Safe, è eseguito il software dedicato al sistema di sorveglianza in uso con l'azionamento principale. In essa sono elaborate quasi tutte le funzioni di sicurezza specificate dal costruttore meccanico. I comandi sicuri in uscita dal PLC agiscono su catene di comando realizzate con relè dotati di contatti a guida forzata, utilizzati, se richiesto dal livello AK delle funzioni di sicurezza, in maniera ridondata.

CPU per la gestione del solo freno di servizio

In questa CPU, di tipo Fail-Safe, è eseguito il software dedicato al comando del freno di servizio e alla regolazione della sua azione modulata. La velocità dell'impianto, rilevata tramite un encoder montato sull'asse del motore, è utilizzata sia come riferimento iniziale per le rampe di decelerazione che come segnale di retroazione durante la regolazione delle rampe a decelerazione costante.

CPU del PLC per marcia con l'azionamento di recupero

In questa CPU, di tipo standard, è eseguito il software per la gestione dell'azionamento di recupero. Il PLC raccoglie i segnali riguardanti: velocità, controlli geometrici ("sagome") di entrambe le stazioni, monitoraggi di assetto pulegge e di torsione cuscinetti, protezioni del motore Diesel, consensi dalle centraline idrauliche dei freni. In base a questi segnali il PLC genera i consensi necessari per il funzionamento in modalità di recupero.

Sorveglianza di massima velocità al 10%

Scopo: sorveglia che la velocità di marcia dell'impianto, rilevata in modo ridondante da una coppia di trasduttori (encoder), non superi il 110% del valore ammesso per la condizione di servizio in atto.
Reazione: arresto meccanico (stazione motrice); arresto elettromeccanico (stazione di rinvio).
Dettagli: alla stazione motrice, un encoder prende il moto dalla fune e l'altro dal motore; la sorveglianza è richiesta per arrestare l'impianto nel caso vada effettivamente in sovravelocità. Alla stazione di rinvio entrambi gli encoder prendono il moto da rulli di stazione, e la funzione è svolta per verificare che la velocità rimanga congrua con le eventuali limitazioni ("penalizzazioni") generate localmente.
I valori di limite dipendono dalla condizione di esercizio in atto, essendo pari al 110% della velocità nominale per quella condizione. In esercizio normale (servizio invernale), la soglia è quindi posta al 110% della velocità nominale "normale" (di piena portata) dell'impianto; in esercizio degradato con pedana mobile d'imbarco non operativa è posta al 110% della velocità consentita senza di essa, ed analogamente per esercizio in condizioni limitate con penalizzazione leggera, intermedia o pesante

Sorveglianza di massima velocità sganciatore centrifugo

SCOPO: ribadisce per via elettrica il comando d'arresto col freno di emergenza a scatto qualora intervenga il dispositivo meccanico di sgancio ad azione centrifuga montato sulla puleggia motrice.
REAZIONE: arresto di emergenza.
DETTAGLI: la funzione agisce tramite la catena di comando del freno di emergenza. Il PLC di sicurezza riceve il segnale a scopo di segnalazione.

Sorveglianza di massima coppia

SCOPO: sorveglia che la coppia richiesta dall'impianto per mantenere la velocità dovuta si mantenga entro limiti ritenuti ammissibili, distinti a seconda che esso si trovi ad assorbire coppia motrice in fase di avviamento o di regime, oppure coppia frenante (a regime o in decelerazione sotto frenatura elettrica).
REAZIONE: arresto meccanico.

Sorveglianza di incremento di coppia

SCOPO: sorveglia che la coppia richiesta dall'impianto non subisca variazioni repentine, mantenendosi entro un prefissato rateo di variazione temporale.
REAZIONE: arresto meccanico.

La sorveglianza di assetto delle rulliere e di scarrucolamento della fune portante - traente, generalmente denominata SICUREZZE DI LINEA, costituisce una funzione di sicurezza in grado di emettere un segnale di intervento in caso di scarrucolamento della fune dalle rulliere dei sostegni e di assetto geometrico normativamente non ammissibile di queste. L'intervento comporta l'emissione di un comando di arresto.



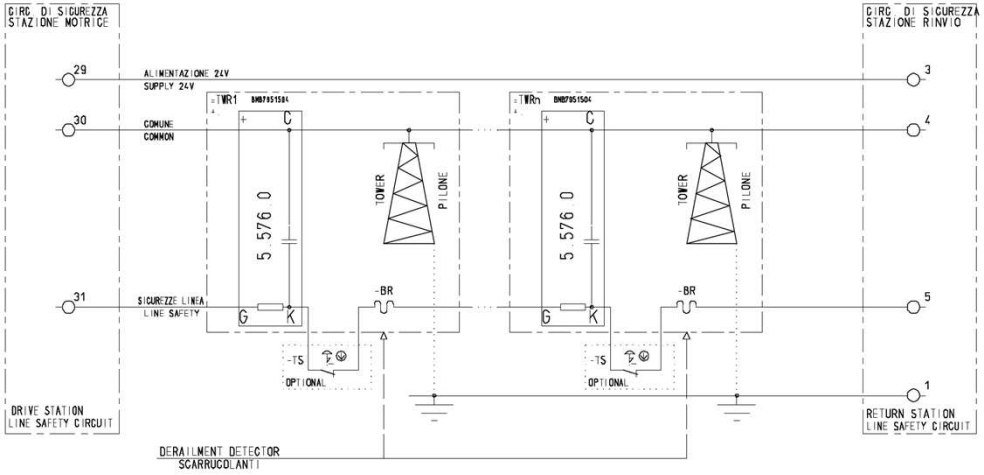
SICUREZZE DI LINEA TRADIZIONALE

L'intervento del circuito di sicurezza si ha ogni qualvolta la corrente di linea scende al di sotto dei 20 mA o supera i 30 mA. Ciò può avvenire per interruzione, volontaria o no, del circuito di linea, corto circuito di linea verso massa, corto circuito o dispersione elevata tra i due cavi di linea, guasto dell'alimentatore alla stazione di rinvio con diminuzione di erogazione di corrente, guasto alla linea della alimentazione.

Il circuito prevede l'inserzione di una scheda aggiuntiva dedicata alla ricerca del corto e dell'interruzione e dell'aggiunta su ogni sostegno di linea di un dispositivo composto da componenti passivi.

La scheda genera una corrente alternata con frequenza di 200 hz in sovrapposizione alla corrente continua del circuito di sicurezza di linea.

Qualora ci fosse un cortocircuito verso massa oppure un'interruzione della linea ci sarebbe una perturbazione nella corrente alternata che è diversa a seconda del pilone sul quale si manifesta la causa riuscendo a segnalare il pilone sul quale si manifesta.



Circuito di sicurezze selettivo

La caratteristica principale del Circuito di Sicurezza di Linea selettivo è la capacità di individuare con certezza il palo in cui si è verificato l'evento che ne innesca l'intervento e, qualora l'intervento sia dovuto ad un guasto dei sensori di assetto (e non ad un effettivo evento pericoloso come lo scarrucolamento della fune), consente l'esclusione temporanea della funzione di sicurezza solo per quel singolo palo.

I sensori di assetto di ogni palo sono collegati, con conduttori dedicati (un conduttore per palo) alla stazione motrice, dove è installato l'alimentatore del D-LSC e i circuiti di taratura del segnale in corrente, e alla stazione rinvio. Vi è quindi un segnale in corrente per ogni singolo palo.

Tramite il circuito di taratura (collegamento in serie di un resistore di precisione e un trimmer) il Circuito di Sicurezza di Linea è tarato in modo che, in condizioni normali, la corrente di linea assuma un determinato valore. Un PLC acquisisce i segnali di corrente tramite gli ingressi analogici failsafe e monitora che il valore resti compreso nella fascia ± 10 % attorno al valore normale.

REGISTRATORE DI EVENTI

Il registratore di eventi è specificamente studiato per gli impianti a fune. I dati di interesse sono acquisiti dai PLC e messi a disposizione dell'operatore tramite il PC supervisore. E' previsto che il Registratore di eventi sia disponibile su tutti e tre i PC di supervisione (uno per stazione) anche se, per evitare conflitti di simultaneità di accesso ai dati dei PLC, la registrazione dei dati è abilitata di default solamente sul PC della stazione motrice.
Il registratore di eventi memorizza continuativamente i dati di funzionamento dell'impianto. All'intervento di un allarme il Registratore di eventi salva le informazioni memorizzate mettendo quindi a disposizione una "fotografia" di quanto accaduto all'impianto, prima e dopo l'istante in cui è accaduto l'allarme. I dati così memorizzati forniscono l'andamento dello stato dell'impianto nell'intervallo da 15 secondi prima dell'intervento a 5 secondi dopo l'effettivo arresto (impianto fermo). Ad arresto avvenuto, i dati sono salvati nel disco fisso del PC supervisore. È eseguita Inoltre una registrazione dello stato dell'impianto al raggiungimento della velocità di regime.
Una registrazione completa fornisce
i seguenti dati:

- data, ora;
- lista delle sorveglianze intervenute;
- valore delle grandezze analogiche;
- valore logico degli stati di funzionamento;
- esclusioni attive.

INQUADRAMENTO NORMATIVO

LEGISLAZIONE TENICA EUROPEA E NAZIONALE

2000 — Direttiva 2000/9/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 20 marzo 2000, relativa agli impianti a fune adibiti al trasporto di persone

2016 — Regolamento (UE) 2016/424 del parlamento europeo e del consiglio del 9 marzo 2016 relativo agli impianti a fune e che abroga la direttiva 2000/9/CE

2002 — Decreto Dirigenziale 15 Aprile 2002, n. 92: Prescrizioni tecniche speciali per gli impianti elettrici delle funicolari aeree e terrestri

2003 — Decreto legislativo 12 giugno 2003, n. 210 Attuazione della direttiva 2000/9/CE in materia di impianti a fune adibiti al trasporto di persone e relativo sistema sanzionatorio

2015 — Decreto 1°dicembre 2015, n°203. Regolamento recante norme regolamentari in materia di revisioni periodiche, di adeguamenti tecnici e di varianti costruttive per i servizi di pubblico trasporto effettuati con funivie, funicolari, sciovie e slittinovie destinate al trasporto di persone

2017 — Decreto Dirigenziale 11 maggio 2017. Impianti aerei e terrestri. Disposizioni tecniche riguardanti l'esercizio e la manutenzione degli impianti a fune adibiti al trasporto pubblico di persone

2021 — Decreto Dirigenziale n°172 del 18 giugno 2021. Disposizioni e specificazioni tecniche per le infrastrutture degli impianti a fune adibiti al trasporto di persone

…. — …

In Unione Europea il settore degli impianti a fune è regolamento dal Regolamento (UE) 2016/424

REGOLAMENTO (UE) 2016/424 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO

del 9 marzo 2016

relativo agli impianti a fune e che abroga la direttiva 2000/9/CE

Tale regolamento, applicabile dal 21 aprile 2018 (*)

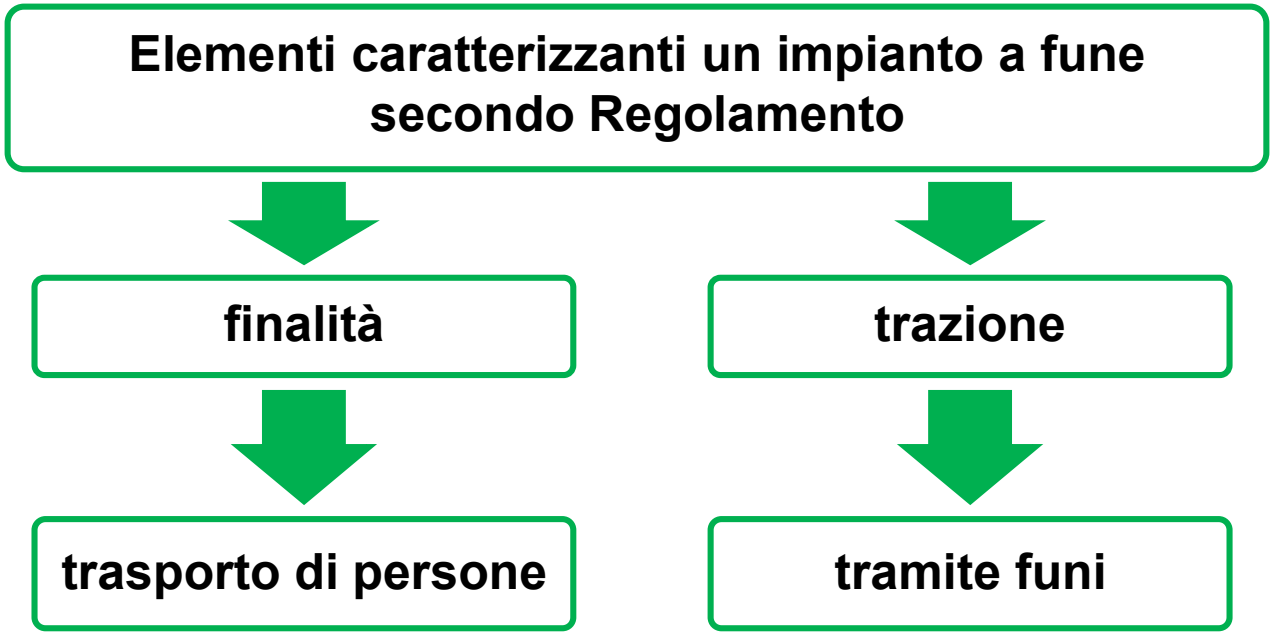
- ha abrogato la precedente Direttiva 2000/9/CE che regolamentava il medesimo settore
- è allineato con il "nuovo quadro legislativo" (New Legal Framework) dell'UE, e contiene le tipiche disposizioni della legislazione UE relative ai prodotti quali, ad esempio, gli obblighi degli operatori economici, il ruolo degli organismi notificati, le procedure per la valutazione di conformità, i requisiti essenziali di sicurezza, la presunzione di conformità, ecc.

(*) Esclusi alcuni articoli relativi alla notifica degli organismi di valutazione della conformità, applicabili dal 21 ottobre 2016

Definizione di impianto a fune

Impianto a fune

un intero sistema realizzato in un sito, consistente in infrastrutture e sottosistemi, che è progettato, costruito, montato e messo in servizio **al fine di trasportare persone** e la cui **trazione è assicurata da funi** disposte lungo il tracciato



REGOLAMENTO UE 2016/424

INQUADRAMENTO NORMATIVO

Ambito di applicazione e oggetto del Regolamento

Ambito di applicazione

- nuovi impianti a fune per il trasporto di persone
- modifiche degli impianti a fune per le quali è richiesta una nuova autorizzazione
- sottosistemi e componenti di sicurezza destinati agli impianti a fune

Oggetto

- impianti a fune a nuovi
  - progettazione
  - costruzione
  - messa in servizio
- sottosistemi e componenti di sicurezza destinati agli impianti a fune
  - messa a disposizione sul mercato
  - libera circolazione

Le procedure per la autorizzazione alla costruzione e alla messa in servizio degli impianti a fune sono stabilite dalla legislazione nazionale dei singoli stati dell'UE.

REGOLAMENTO UE 2016/424

Non applicabilità

Il regolamento (UE) 2016/424 non si applica:

- agli ascensori (che sono oggetto della Direttiva 2014/33/UE),
- agli impianti a fune, ancora in esercizio, appartenenti al patrimonio storico o culturale antecedenti al 1° gennaio 1986 e privi di modifiche significative,
- agli impianti per usi agricoli e forestali,
- agli impianti a fune al servizio di baite o rifugi di montagna per trasporto esclusivo di merci e persone specificamente designate,
- agli impianti a esclusivo uso ricreativo o di divertimento,
- agli impianti minerari o in siti industriali per attività industriali,
- agli impianti in cui gli utenti o i veicoli si trovano sull'acqua.

Infrastruttura, sottosistema, componente di sicurezza

infrastruttura

le strutture delle stazioni o una struttura unitamente alle opere di linea appositamente progettate per ogni impianto a fune e costruite in loco, che tengono conto del tracciato e delle caratteristiche del sistema e che sono necessarie alla costruzione e all'esercizio dell'impianto a fune, comprese le fondazioni.

sottosistema

- **un sistema elencato nell'allegato I**, sia singolarmente che in combinazione con altri, destinato ad essere installato in un impianto a fune;
- deve avere la Dichiarazione di Conformità UE;
- deve essere marcato CE;
- è messo a disposizione sul mercato;

componente di sicurezza

- ogni componente di attrezzature o qualsiasi dispositivo concepito per essere installato in un sottosistema o in un impianto a fune allo **scopo di svolgere una funzione di sicurezza**, il cui guasto comporta un rischio per la sicurezza o la salute dei passeggeri, del personale di servizio o dei terzi;
- deve avere la Dichiarazione di Conformità UE;
- deve essere marcato CE;
- è messo a disposizione sul mercato;

REGOLAMENTO UE 2016/424

INQUADRAMENTO NORMATIVO

Sottosistemi elencati nell'allegato I

1. Funi e attacchi di fune.
2. Argani e freni.
3. Dispositivi meccanici:
   - 3.1 Dispositivi di tensione delle funi.
   - 3.2 Meccanica delle stazioni.
   - 3.3 Meccanica di linea.
4. Veicoli:
   - 4.1 Cabine, sedili o dispositivi di traino.
   - 4.2. Sospensione.
   - 4.3. Carrelli.
   - 4.4. Collegamenti con la fune.
5. Dispositivi elettrotecnici:
   - 5.1. Dispositivi di comando, di controllo e di sicurezza.
   - 5.2. Dispositivi di comunicazione e di informazione.
   - 5.3. Dispositivi parafulmini.
6. Dispositivi di soccorso:
   - 6.1. Dispositivi di soccorso fissi.
   - 6.2. Dispositivi di soccorso mobili.

REGOLAMENTO UE 2016/424

Requisiti essenziali di sicurezza

- L'Allegato II definisce i requisiti essenziali per la progettazione, costruzione, messa in servizio di impianti a fune, sottosistemi e componenti di sicurezza, i requisiti tecnici per l'esercizio, i requisiti per la manutenzione tecnica.
- Gli impianti a fune e le loro infrastrutture, i loro sottosistemi e i loro componenti di sicurezza devono soddisfare i requisiti essenziali a loro applicabili.

2 Requisiti generali	3 Requisiti relativi all'infrastruttura	4 Requisiti relativi alle funi, agli argani e ai freni nonché agli impianti meccanici ed elettrici	5 Veicoli e dispositivi di traino	6 Dispositivi per passeggeri e personale di servizio	7 Requisiti tecnici per l'esercizio
• 2.1 Sicurezza delle persone • 2.2 Principi di sicurezza • 2.3 Considerazione dei fattori esterni • 2.4 Dimensionamento • 2.5 Assemblaggio • 2.6 Integrità dell'impianto a fune • 2.7 Dispositivi di sicurezza • 2.8 Requisiti relativi alla manutenzione tecnica • 2.9 Disturbo	• 3.1 Tracciato, velocità, distanza tra i veicoli • 3.2 Stazioni e opere di linea	• 4.1 Funi e relativi appoggi • 4. 2 Impianti meccanici • 4.3 Dispositivi di comando • 4.4 Dispositivi di comunicazione			• 7.1 Sicurezza • 7.2 Sicurezza in caso di arresto dell'impianto a fune • 7.3 Altre disposizioni particolari attinenti alla sicurezza

Norme armonizzate

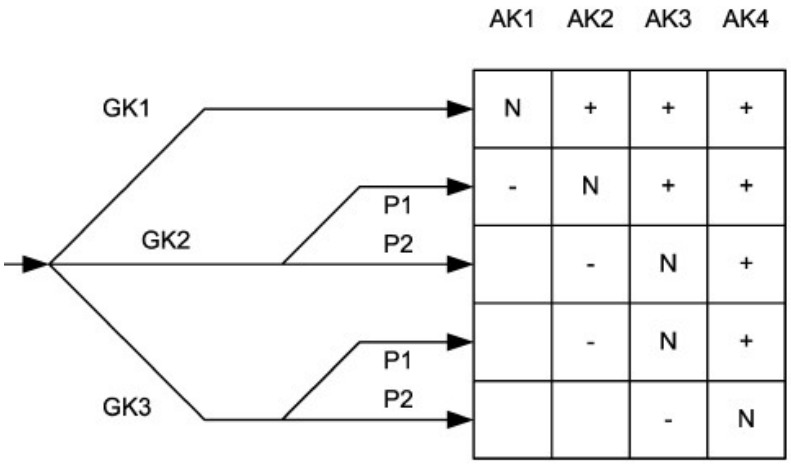
- Gli impianti a fune, i sottosistemi e i componenti di sicurezza conformi alle norme armonizzate o a parti di esse si presumono conformi ai requisiti essenziali contemplati da tali norme.

EN 1709	Safety requirements for cableway installations designed to transport persons - Precommissioning inspection and instructions for maintenance and operational inspection and checks
EN 1908	Safety requirements of cableway installations designed to carry persons - Tensioning devices
EN 1909	Safety requirements for cableway installations designed to carry persons - Recovery and evacuation
EN 12385-8	Steel wire ropes - Safety - Part 8: Stranded hauling and carrying-hauling ropes for cableway installations designed to carry persons
EN 12385-9	Steel wire ropes - Safety - Part 9: Locked coil carrying ropes for cableway installations designed to carry persons
EN 12927	Safety requirements for cableway installations designed to carry persons - Ropes
EN 12930	Safety requirements for cableway installations designed to carry persons - Calculations
EN 13107	Safety requirements for cableway installations designed to carry persons - Civil engineering works
EN 13223	Safety requirements for cableway installations designed to carry persons - Drive systems and other mechanical equipment
EN 13243	Safety requirements for cableway installations designed to carry persons - Electrical equipment other than for drive systems
EN 13796-1	Safety requirements for cableway installations designed to carry persons - Carriers - Part 1: Grips, carrier trucks, on-board brakes, cabins, chairs, carriages, maintenance carriers, tow-hangers
EN 17064	Safety requirements for cableway installations designed to carry persons - Prevention and fight against fire

Norma armonizzata EN 13243 Safety requirements for cableway installations designed to carry persons - Electrical equipment other than for drive systems

La norma definisce le classi di requisiti **AK** (dal tedesco Anforderungsklassen) che sono la trasposizione in ambito funiviario dei parametri **PL** (Performance Level) e **SIL** (safety integrity level) definiti rispettivamente dalle norme sulla sicurezza funzionale EN 13849 ed EN 61508.

L'allegato A della norma indica come valutare la classe di requisiti per una funzione di sicurezza.



GK (hazard category)
GK1 = no personal hazard
GK2 = slight (usually reversible) injuries to persons
GK3 = serious (usually irreversible) injuries, death of persons

P (possibility of avoiding the hazard):
P1 = possible under specific conditions (P1 only applicable in exceptional cases)
P2 = scarcely possible

Choice of the category:
N = normal category
- = deviation to lower category (additional measures required)
+ = deviation to higher category (permissible)

Norma armonizzata EN 13243 Safety requirements for cableway installations designed to carry persons - Electrical equipment other than for drive systems

- L'allegato B della norma fornisce l'equivalenza tra AK, PL e SIL.
- L'equivalenza è a «senso unico» (da PL o SIL ad AK, ma non viceversa).

PL → Performance level EN ISO 13849-1	AK Requirement class EN 13243	← SIL Safety integrity level EN 61508 (all parts)	Brief description of the requirement classes in accordance with EN 13243
a/b	1	- /1	control systems according to the state of the art
c/d	2	1	safety-proven components and principles/testing
d[1]	3	2	redundancy with partial fault recognition, in accordance with the state of the art
e	4	3	self-monitoring
NOTE Single-channel components (Cat. 2 in accordance with EN ISO 13849-1) of type B in accordance with 4.2.3.1 may not be used alone for safety functions greater than AK2.			

Decreto Dirigenziale n° 172 del 18 giugno 2021 “Disposizioni e specificazioni tecniche per le infrastrutture degli impianti a fune adibiti al trasporto di persone”

Decreto Infrastrutture

L’Allegato Tecnico fornisce disposizioni e specificazioni tecniche per le infrastrutture degli impianti a fune per il trasporto di persone

Tali disposizioni e specificazioni tecniche sono un’articolazione in forma organica delle norme europee integrate con le norme nazionali vigenti in materia

Gli impianti realizzati in conformità a tali disposizioni e specificazioni tecniche si presumono conformi ai requisiti essenziali del Regolamento (UE) 2016/424

È possibile utilizzare soluzioni tecniche diverse a condizioni che sia dimostrata la conformità ai requisiti essenziali del Regolamento Europeo (UE) 2016/424

Indice dell'allegato tecnico

1. Campo di applicazione e scopo delle norme
2. Documentazione tecnica e procedure
3. Disposizioni generali
4. Norme comuni alle stazioni
5. Stazione motrice
6. Tensione e guida delle funi
7. Recupero ed evacuazione
8. Prevenzione incendi
9. Segnalazione al volo
10. Vento massimo di esercizio
11. Sistemi di comunicazione e informazione
12. Posizione della segnaletica per i viaggiatori sugli impianti a fune
13. Funicolari ad esercizio automatico
14. Funivie bifune senza freno sulla portante
15. Calcoli funiviari e azioni correlate
16. Opere civili d'infrastrutture funiviarie
17. Elettrotecnica di impianto
18. Attraversamenti e parallelismi
19. Riposizionamenti
20. Disposizioni progettuali specifiche da adottare nell'infrastruttura per la sicurezza del personale

Dopo la messa in servizio, l'esercizio di un impianto a fune è regolamentato principalmente da due decreti:

Decreto Esercizio

Decreto 11 maggio 2017

Impianti aerei e terrestri. Disposizioni tecniche riguardanti l'esercizio e la manutenzione degli impianti a fune adibiti al trasporto pubblico di persone

Decreto Revisioni

Decreto 1°dicembre 2015, n°203

Regolamento recante norme regolamentari in materia di revisioni periodiche, di adeguamenti tecnici e di varianti costruttive per i servizi di pubblico trasporto effettuati con funivie, funicolari, sciovie e slittinovie destinate al trasporto di persone.

DECRETO ESERCIZIO

INQUADRAMENTO NORMATIVO

- **Personale**
  - addetti e loro numero per tipologia di impianto
  - mansioni e obblighi
- **Modalità di esercizio**
  - orari
  - servizio in condizioni normali, limitate, eccezionali
  - sospensione dell'esercizio per manutenzione, vento e altre cause
  - presidio delle stazioni e dei veicoli
  - evacuazione; anomalie incidenti
  - trasporto persone disabili
  - trasporti speciali
  - disposizioni per i viaggiatori e segnali
- **Documenti per l'esercizio**
  - verbale ispezione annuale
  - manuale d'uso e manutenzione
  - regolamento di esercizio
  - piano di evacuazione
  - registro giornale
- **Verifiche e prove funzionali per gli impianti di nuova costruzione**
  - domanda per l'effettuazione delle prove e verifiche
  - documentazione
  - effettuazione delle prove e delle verifiche
  - nulla osta tecnico
- **Manutenzione, ispezioni, e controlli in esercizio**
  - manutenzione, ispezioni, controlli giornalieri, mensili, dopo eventi eccezionali
- **Regolazioni, riparazioni, sostituzioni (non varianti costruttive)**
  - riparazioni e sostituzioni con parti di ricambio come da progetto
  - modifiche e sostituzioni che non costituiscono variante costruttiva
  - regolazioni/interventi durante l'esercizio

Revisioni Impianti ante D. Lgs. 210/2003

- Revisioni quinquennali
- Revisioni generali
- Revisioni straordinarie
- Proseguimento dell'esercizio dopo la scadenza della vita tecnica

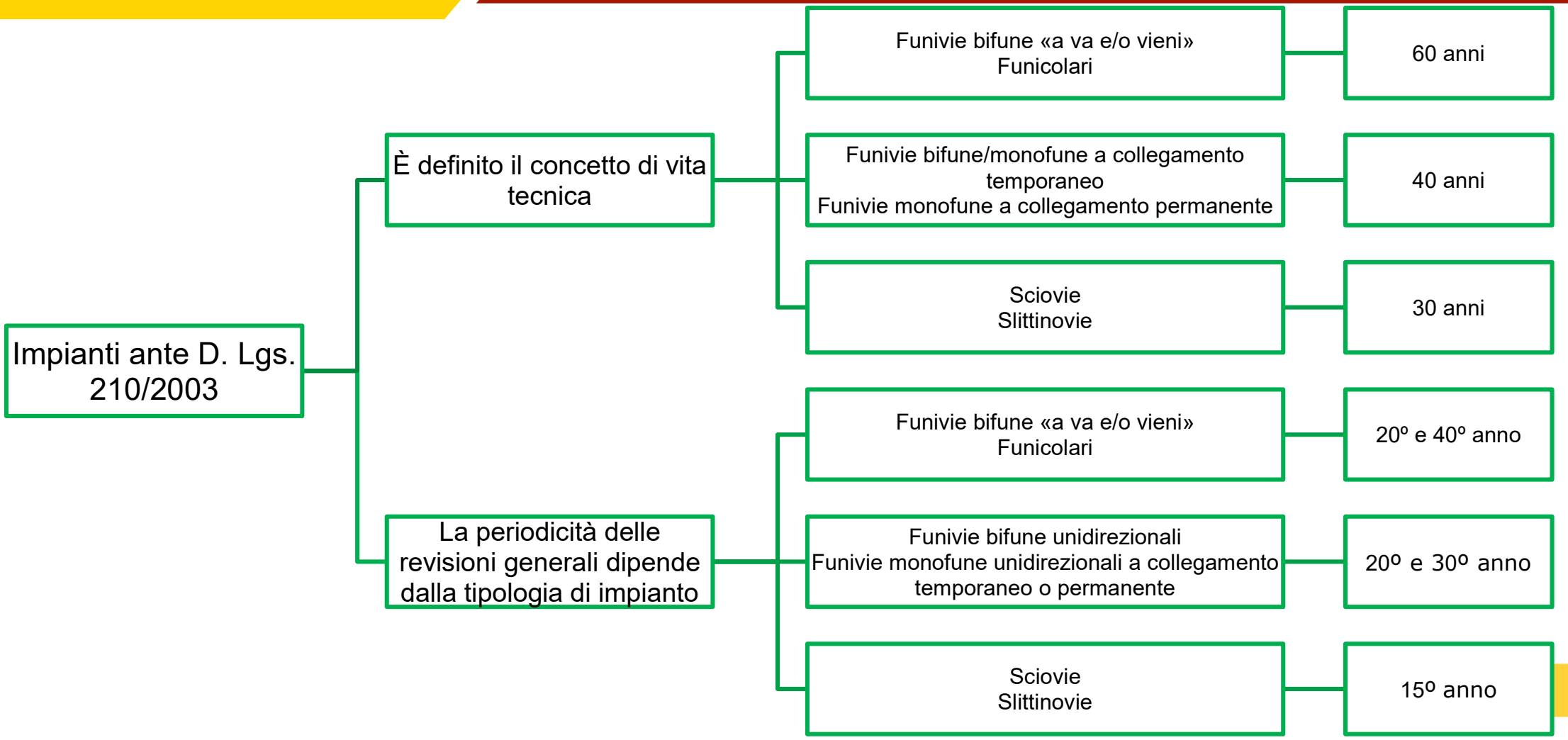
Revisioni Impianti post D. Lgs. 210/2003

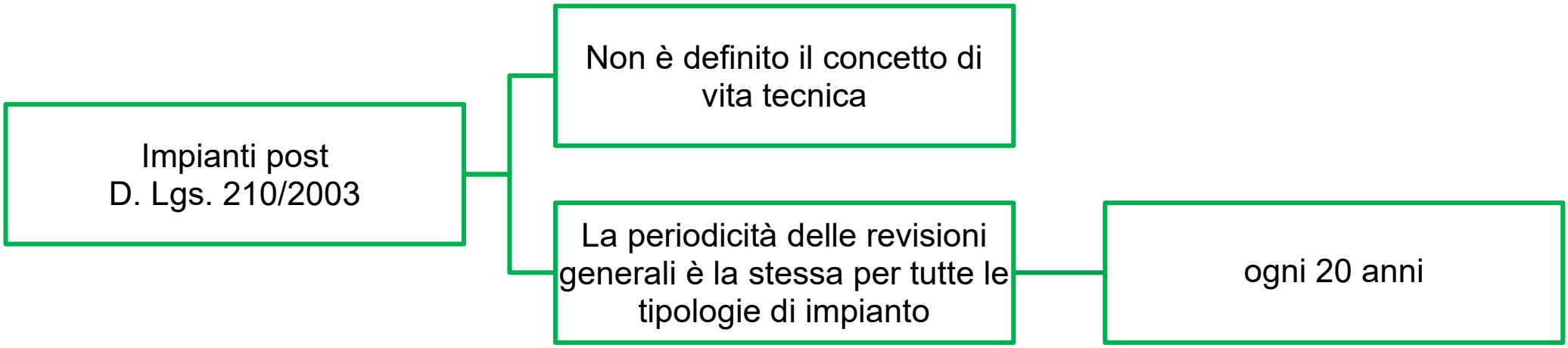
- Revisioni quinquennali
- Revisioni generali
- Revisioni straordinarie
- Ispezioni speciali

Varianti costruttive

DECRETO REVISIONI

INQUADRAMENTO NORMATIVO




Impianti post
D. Lgs. 210/2003
Non è definito il concetto di vita tecnica
La periodicità delle revisioni generali è la stessa per tutte le tipologie di impianto
ogni 20 anni

Varianti costruttive

modifiche apportate all'impianto non consistenti in semplice sostituzione di singoli elementi con altri simili a quelli originali o, se diversi, a questi equivalenti sotto il profilo tecnico-funzionale, ma finalizzate ad ottenere variazioni delle caratteristiche costruttive dell'impianto stesso o delle sue prestazioni

DECRETO PTS ie

INQUADRAMENTO NORMATIVO

- Il Decreto 15 aprile 2002 «*Prescrizioni tecniche speciali per gli impianti elettrici delle funicolari aeree e terrestri*» (PTS-ie) ha mantenuto notevole rilevanza pur con l'entrata in vigore della Direttiva Europea e successivamente del Regolamento europeo.
- Infatti, fatto salvo alcuni casi, il decreto Revisioni prescrive che gli impianti costruiti prima dell'entrata in vigore del D. Lgs. 210/2003 siano adeguati a tale decreto in occasione delle Revisione Generale.
- Il decreto, molto dettagliato e voluminoso (220 pagine della G.U.), risistema organicamente la preesistente normativa, aggiornandola.

Definizioni e principi generali
- 1.1 oggetto, scopo e campo di applicazione
- 1.2 definizioni
- 1.3 principi fondamentali di sicurezza

Criteri realizzativi
- 2.1 applicazione dei principi fondamentali di sicurezza
- 2.2 procedure di test e di prova
- 2.3 comandi e sequenze di funzionamento
- 2.4 funzioni di sorveglianza
- 2.5 sistema di frenatura
- 2.6 azionamenti di trazione
- 2.7 circuiti di segnale
- 2.8 sorgenti di energia e distribuzioni
- 2.9 alimentazione dei servizi di sicurezza

Requisiti per i materiali e le apparecchiature
- 3.1 requisiti di carattere generale
- 3.2 condizioni di impiego e prestazioni delle apparecchiature
- 4.1 progetto
- 4.2 documentazione
- 4.2.1 dichiarazioni di conformità e rispondenza
- 4.2.2 manuale d'uso e manutenzione

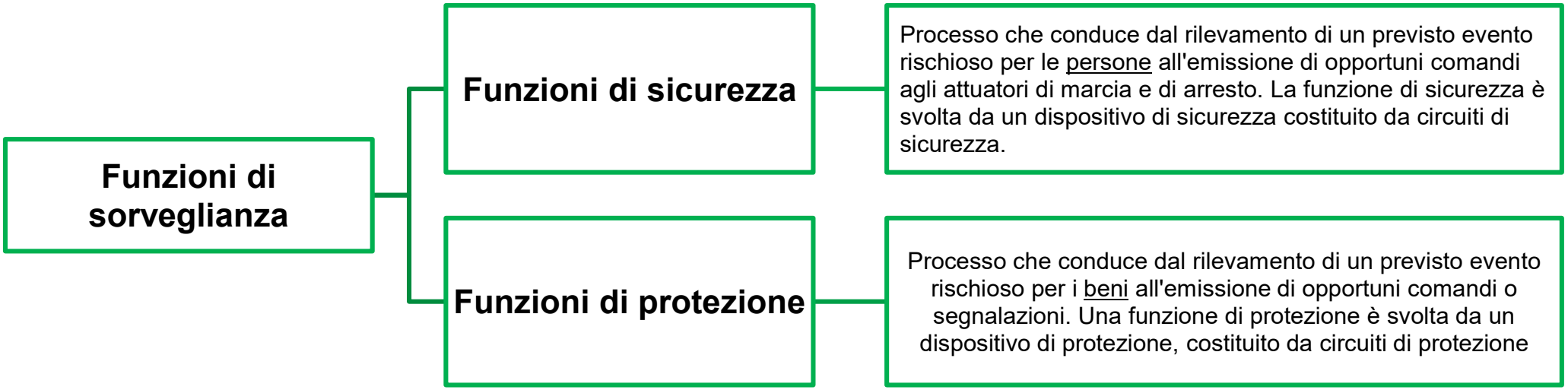
Disposizioni finali

Allegati
- Allegato n°1 - famiglie di funzioni di sorveglianza
- Allegato n°2 - colori per i pulsanti e le segnalazioni luminose
- Allegato n°3 - escludibilità dei sistemi e penalizzazioni conseguenti
- Allegato n°4 - configurazione dei sistemi di sorveglianza
- Allegato n°5 - sorgenti di energia e distribuzioni

Nota del gruppo di lavoro
- Introduzione
- Principi ispiratori

Nota per la consultazione

Funzioni di sorveglianza, di sicurezza, di protezione



Un dispositivo di protezione deve emettere segnali di consenso o di intervento in modo analogo ai dispositivi di sicurezza; l'intervento del dispositivo comporta tuttavia, secondo le prescrizioni vigenti e, in mancanza di queste, secondo le valutazioni del Progettista, l'emissione di un comando d'arresto oppure una semplice segnalazione, con memorizzazione o meno, oppure azioni diverse.