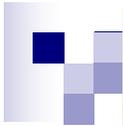




UNIVERSITA' "MEDITERRANEA" DI REGGIO CALABRIA
LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE
CORSO DI INFRASTRUTTURE FERROVIARIE

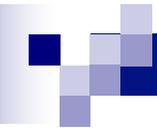
LECTURE 11 - SICUREZZA IN CAMPO FERROVIARIO

Docente: Ing. Marinella Giunta



II RISCHIO DI INCIDENTE IN CAMPO FERROVIARIO





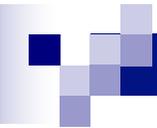
BREVE STORIA DELLA SICUREZZA

*Agli albori della ferrovia (1800) la **circolazione dei treni** si svolgeva molto alla buona e **senza regole fisse**, ma non ci si fidava molto di tali mezzi di trasporto, tanto che i nobili preferivano viaggiare su strada con i servizi di posta o con le proprie carrozze.*

*Il primo prudente sistema di disciplina del traffico su rotaia è stato quello di far precedere un treno che percorreva la linea da **un uomo a cavallo munito di bandiera**.*

*Successivamente la situazione ambientale e la frequenza dei nuclei abitativi ha indotto ad avere sulle linee dei **posti presenziati**.*

Allorché, con l'aumento della velocità e del numero dei convogli, si ebbero i primi seri inconvenienti di esercizio, si cominciò ad interessarsi direttamente alla questione.



BREVE STORIA DELLA SICUREZZA

*Quando fu inventato il **telegrafo magneto-elettrico**, (prima metà del XIX secolo) questo fu impiegato per annunciare i treni tra i successi posti presenziati, ponendosi così le prime basi dell'attuale sistema, che comporta precisi accordi da un posto all'altro della linea per la disciplina della circolazione.*

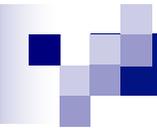
*La disciplina della circolazione si basò essenzialmente sul **distanziamento a tempo**.*

*Si ponevano intanto altre grosse questioni quali la **protezione dei convogli e delle stazioni** a mezzo dei segnali, la **manovra degli scambi** e la garanzia della loro esatta posizione, nonché in generale il **coordinamento di tutto il servizio**.*

I problemi della sicurezza sono nati contemporaneamente alle strade ferrate ed i ferrovieri si sono adoperati per migliorare le condizioni di esercizio delle linee sotto l'aspetto della sicurezza.

*La sensibilità particolare verso la sicurezza nacque perché all'inizio della storia ferroviaria, **il treno non solo era un mezzo di trasporto di gran lunga più pericoloso, ma anche perché un incidente ferroviario, per la prima volta nella storia dell'umanità, coinvolgeva un gran numero di persone.***

Il treno era una forza della natura nei confronti della quale non ci si poteva porre con un remissivo atteggiamento fatalistico, ma piuttosto occorreva che l'uomo riuscisse a controllarlo razionalmente.



IDENTITA' DELLA SICUREZZA

Non è facile dare una definizione precisa comunemente accettata di sicurezza in ferrovia. Ognuno ha una idea intuitiva del significato da attribuire alla sicurezza.

Ogni tentativo di definizione è probabilmente destinato ad essere classificato come arbitrario, se troppo preciso, o indeterminato, se non sufficientemente analitico

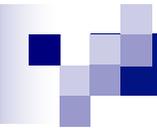
Se per sicurezza si dovesse intendere una condizione di funzionamento o uno stato di sistema in cui siano impossibili eventi potenzialmente dannosi, in ferrovia non vi potrebbe essere una sicurezza assoluta.

Si riconoscono tre componenti della sicurezza

1. LA SICUREZZA INTRINSECA

2. L'AFFIDABILITA'

3. LA NORMATIVA DI ESERCIZIO

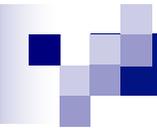


IDENTITA' DELLA SICUREZZA

LA SICUREZZA INTRINSECA

Alla sicurezza intrinseca appartengono essenzialmente gli **impianti di sicurezza e segnalamento**. Essa rappresenta **l'insieme delle tecniche adottate in ferrovia per fronteggiare la globalità dei rischi**; tali tecniche sono caratterizzate da un elevato grado di automazione e ad esse è affidata la **risoluzione sicura e razionale dei conflitti di circolazione e quindi di salvaguardia della integrità di cose e persone contro i rischi derivanti da movimenti incompatibili di veicoli**.

.....tre definizioni di sicurezza intrinseca



IDENTITA' DELLA SICUREZZA

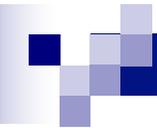
LA SICUREZZA INTRINSECA

1^ DEFINIZIONE

La sicurezza intrinseca è la caratteristica di un sistema che garantisce che un guasto o mal funzionamento di un qualsiasi elemento interessante la sicurezza commuterà il sistema nello stato definito come sicuro.

Nella definizione è insito il concetto che *per un sistema sicuro deve potersi formulare l'esistenza di uno stato sicuro* ove il sistema possa portarsi sempre, anche in caso di guasto. Qui vengono presi in considerazione solo gli eventi perturbatori che creano rischi derivanti da movimenti incompatibili di veicoli, e si ipotizzano due cose: che vi sia un regime di circolazione del tutto sicuro e che vi sia uno stato finale del sistema del tutto sicuro. La prima ipotesi è basata su logiche di circolazione e su apparecchiature che la realizzino: un solo guasto a queste ultime può creare rischi e un guasto qualsiasi porta il sistema ad uno stato finale di sicurezza.

La seconda ipotesi è che esista uno stato finale di sicurezza e che esso consista nell'arresto immediato di ogni movimento di veicoli in una certa area.



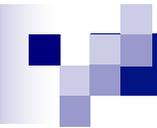
IDENTITA' DELLA SICUREZZA

LA SICUREZZA INTRINSECA

2^a DEFINIZIONE

Un'apparecchiatura o un sistema per essere considerato di sicurezza (fail-self) deve avere un livello di ridondanza sufficiente per assicurare il rispetto dei limiti assegnati alla probabilità di eventi pericolosi.

Questa definizione ha il pregio di introdurre il concetto di probabilità.



IDENTITA' DELLA SICUREZZA

LA SICUREZZA INTRINSECA

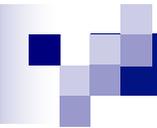
3[^] DEFINIZIONE

La sicurezza intrinseca è la caratteristica di un sistema o di una apparecchiatura che realizza una adeguata protezione da rischi definiti.

Tale definizione cerca di mediare il concetto assoluto con quello di rischi definiti accettabili.

Introdurre il concetto di rischi definiti ha il pregio di consentire al progettista di potersi limitare a considerare un ben preciso insieme di rischi che deve cercare di ridurre entro limiti di probabilità accettabili.

Il rischio residuo non è comunque superiore a quello che ciascuno affronta nella vita di tutti i giorni.



IDENTITA' DELLA SICUREZZA

L'AFFIDABILITA' DELLE ATTREZZATURE

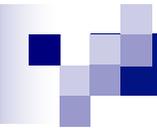
Per affidabilità si intende in definitiva il grado di probabilità che nei componenti di un sistema non si verifichino guasti.

L'AFFIDABILITÀ è legata all'applicazione di tecniche di SOVRADIMENSIONAMENTO, di MANUTENZIONE PREVENTIVA e di VERIFICA.

All'area dell'affidabilità appartengono la grande maggioranza dei sottosistemi ferroviari, dai veicoli alle opere civili, dagli impianti di alimentazione a quelli di telecomunicazione.

A questi impianti è affidata la salvaguardia da rischi derivanti da inefficienza dei mezzi di trasporto e delle infrastrutture, dove l'intervento dell'operatore umano è essenziale.

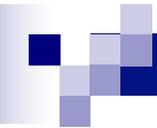
Vi sono guasti che incidono direttamente sulla sicurezza di persone e cose (incendio in vettura) ed altri che incidono in modo indiretto, perturbando comunque il sistema.



IDENTITA' DELLA SICUREZZA

L'AFFIDABILITA' DELLE ATTREZZATURE

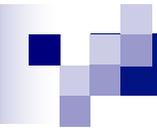
Un guasto di una apparecchiatura, sia in impianti sia su veicoli, infatti degrada sempre la sicurezza, anche se non è di per se rischioso. In particolare, un guasto agli impianti di sicurezza crea perturbazioni alla circolazione, e soprattutto, richiede la ripresa dell'esercizio in condizioni di sicurezza che sono inferiori e che in ogni caso non sono familiari agli operatori, i quali devono ricorrere a procedure inconsuete sotto stress e con la fretta di causare il minor ritardo possibile.



IDENTITA' DELLA SICUREZZA

LA NORMATIVA DI ESERCIZIO

La normativa di esercizio si può definire come l'insieme delle norme organizzative e dei comportamenti stabiliti per mettere in relazione l'operatore dell'esercizio con i sistemi ed i dispositivi tecnologici a disposizione per la circolazione ferroviaria, con il fine di rendere minime le probabilità di rischio derivanti da errori, dimenticanze, malintesi degli operatori medesimi.



IDENTITA' DELLA SICUREZZA

LA SICUREZZA GLOBALE

Le tre componenti (sicurezza intrinseca, affidabilità e normativa di esercizio) sulle quali si basa la sicurezza in campo ferroviario non sono mai da considerare settorialmente, in maniera a sé stante, occorre orientarsi verso un concetto ampio e completo di sicurezza che è quello della **SICUREZZA GLOBALE**, intesa come visione unitaria, omogenea ed integrata di tutti i fattori di rischio, connessi con la sicurezza intrinseca, con l'affidabilità e con la normativa di esercizio, e delle rispettive salvaguardie per affrontarle.

IDENTITA' DELLA SICUREZZA

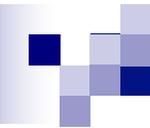
LA SICUREZZA GLOBALE

IL CONCETTO DI SICUREZZA GLOBALE AFFERMA IL CRITERIO DELLA SALVAGUARDIA DELL'INTEGRITA' DI PERSONE E COSE NELLA "MISSIONE DEL TRENO DALL'ORIGINE ALLA DESTINAZIONE"

SICUREZZA
INTRINSECA

AFFIDABILITA'

NORMATIVA
DI ESERCIZIO

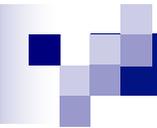


IDENTITA' DELLA SICUREZZA

LA SICUREZZA GLOBALE

Ad esempio, l'analisi del rischio globale indica che non è vero che la condizione di massima sicurezza coincide ovunque con quella di treno fermo (secondo una delle interpretazioni della sicurezza intrinseca): ciò è vero se il treno è fermo in stazione dove sono minimi, per evidenti ragioni di minore isolamento, i rischi di insicurezza per persone e merci trasportate, mentre diversamente non lo è per la fermata in galleria o comunque in zone di difficile accesso, per la possibilità che i viaggiatori scendano in galleria o dal lato dell'interbinario.

Subentra quindi il concetto di sicurezza globale che afferma il criterio della salvaguardia delle persone e delle cose nella missione del treno dall'origine alla destinazione.



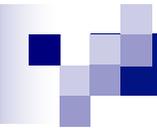
IDENTITA' DELLA SICUREZZA

LA SICUREZZA GLOBALE

Il concetto della sicurezza globale è molto di più della semplice somma della sicurezza intrinseca, dell'affidabilità e della normativa di esercizio.

E' un concezione integrata e funzionale della sicurezza che può mettere in evidenza alcune contraddizioni tra le istanze della sicurezza intrinseca e quella dell'affidabilità degli apparati della sicurezza.

Infatti, per allontanare il rischio connesso a guasti pregiudiziali per la sicurezza dell'esercizio (indebita alimentazione elettrica, incollamento del relé) si è teso a sviluppare una tecnologia (fail-safe) che rende questi eventi estremamente improbabili, a mezzo però di una notevole complicazione degli impianti. Per ridurre così la probabilità di tali guasti, si sono introdotte ridondanze circuitali, aumentando di conseguenza la probabilità di guasti gestionali per l'operatore di esercizio, e cioè dei fuori servizio, parziali o totali, degli apparati, a cui si supplisce con procedure regolamentari basate sulla memoria e sulla attenzione dell'uomo.



IDENTITA' DELLA SICUREZZA

LA SICUREZZA GLOBALE

..... **non è detto che questo modo di procedere sia sempre a favore della sicurezza complessiva.**

Quando, infatti, in occasione di un guasto l'operatore deve intervenire ponendo in atto operazioni ed accertamenti ordinariamente svolti dall'apparato si determina una situazione di emergenza che introduce una non trascurabile probabilità di errore umano.

Se da un lato un'apparecchiatura maggiormente sofisticata può garantire una maggiore sicurezza in condizioni di regolare funzionamento, dall'altro la stessa apparecchiatura può determinare un maggiore scadimento del livello di sicurezza in caso di guasti.

Si deduce pertanto che **un'apparecchiatura maggiormente sofisticata e ridondata possa condurre ad un maggiore scadimento del livello complessivo della sicurezza: sicurezza in regime di funzionamento normale + sicurezza in regime di guasto.**

IDENTITA' DELLA SICUREZZA

LA SICUREZZA PROBABILISTICA

La sicurezza non può essere praticamente considerata assoluta e deterministica.

....analizziamo sotto questo aspetto le componenti della sicurezza

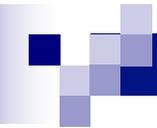
A partire dalla sicurezza intrinseca, ci si rende conto che essa è relativa. La logica di circolazione è concepita da esseri umani, che tengono conto di un certo numero di fattori di perturbazione e di rischio, e le apparecchiature sono in sicurezza intrinseca nella misura in cui è umanamente possibile concepirle.

Anche l'affidabilità è affetta dal limite di dover definire un ambiente standard e con esso i guasti possibili in quell'ambiente (complesso di condizioni atmosferiche, massime escursioni di temperatura, piovosità, pulviscolo, ecc..) vi è inoltre il limite introdotto dal fattore umano sempre presente. Un guasto ha sempre alle spalle un errore umano e spesso più di uno (errori di concezione, di collaudo di manutenzione dell'apparecchio).

La normativa di esercizio può essere affetta da rischi derivanti da errori dell'uomo, sia del progettista di un regolamento, sia dell'esecutore, ancorché essi possano essere coerenti e precisi.

..... risultato

Nessuna delle componenti base della sicurezza è totalmente sicura e soprattutto in tutte e tre è determinante il fattore umano a livello di concezione (di una apparecchiatura, di un regolamento), a livello di manutenzione, a livello di esecuzione.



IDENTITA' DELLA SICUREZZA

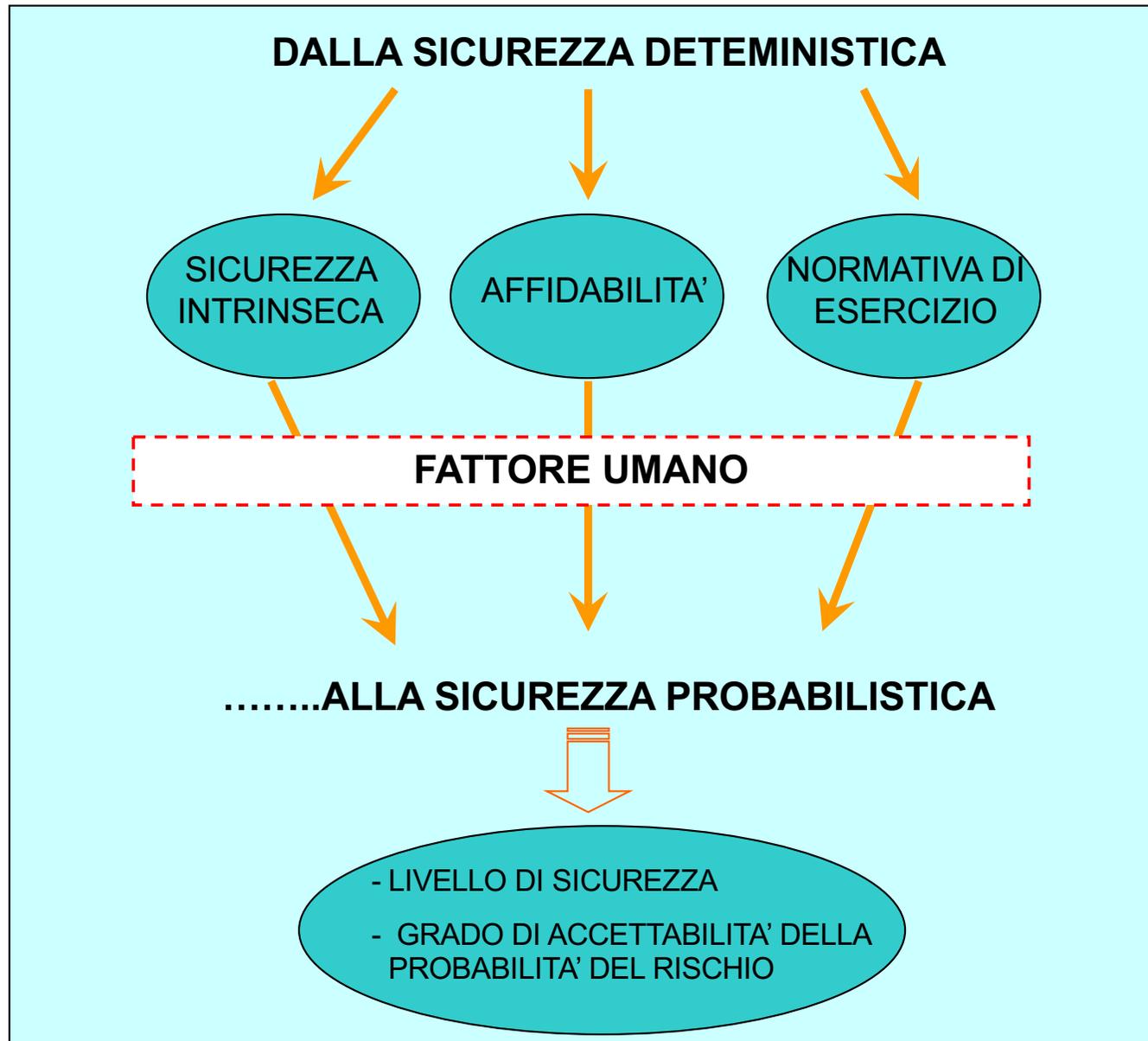
LA SICUREZZA PROBABILISTICA

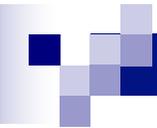
Emerge dunque un concetto di sicurezza non più deterministico, ma **probabilistico**, che si deve cercare di quantificare valutando la probabilità che un sistema, una organizzazione, un comportamento non determinino, in condizioni di esercizio definite e per un tempo prefissato, situazioni definite pericolose per persone e cose coinvolte nel processo considerato (il trasporto) e stabilendo in definitiva un **grado accettabile di probabilità di rischio**.

Il grado di rischio accettabile determina automaticamente il concetto di livello di sicurezza a cui fare riferimento.

Secondo alcune teorie, il livello di sicurezza è elevato quando le probabilità di danno alle persone sono minori di quelle incontrate nella vita normale al di fuori del trasporto.

IDENTITA' DELLA SICUREZZA





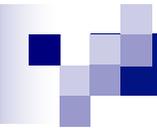
IDENTITA' DELLA SICUREZZA

I LIVELLI DI SICUREZZA

Il livello di sicurezza equivale, in termini statistici, a stabilire la probabilità di errori che siamo disposti ad accettare.

In termini matematici siamo in presenza di un procedimento al limite, perché la sicurezza assoluta è irraggiungibile e quando ci affidiamo all'operatore umano, per quanti controlli si facciano, non possiamo essere certi che questi controlli vadano a buon fine.

La nuova sicurezza intrinseca diventa quindi una probabile certezza.



IDENTITA' DELLA SICUREZZA

IL RISCHIO ACCETTABILE

In ogni attività è insito un rischio, che può essere ridotto quanto si voglia ma non può essere eliminato.

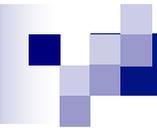
Proprio **il rischio residuale ineliminabile costituisce la condizione preliminare e fondamentale di ammissibilità dell'attività.**

Una attività può essere consentita o deve essere vietata in relazione all'entità del rischio intrinseco ineliminabile che essa comporta.

Questo vale anche per il trasporto. Certi tipi e modi di trasporto pubblico, che non sono consentiti in una determinata epoca storica, per l'intervenuto progresso tecnico, che riduce il rischio entro la soglia del consentito, diventano poi di uso comune e diffuso.

Per ogni attività di trasporto esiste un rischio che lo caratterizza e che viene socialmente accettato.

L'accettazione del rischio è il vero motore del progresso.

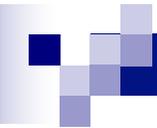


IDENTITA' DELLA SICUREZZA

IL RISCHIO ACCETTABILE

All'origine la ferrovia nacque a doppio binario, in quanto il semplice binario era considerato pericoloso per gli incroci. Il pericolo tipico era considerato lo scontro ed i metodi di regolamentazione degli incroci non erano giudicati sufficientemente cautelativi. Gli spostamenti di incrocio erano vietati sicché se il treno incrociante era in ritardo doveva essere atteso a tempo indeterminato.

Con il progredire di sistemi di regolazione della circolazione dei treni, la linea a semplice binario venne accettata e ritenuta idonea all'esercizio ferroviario.



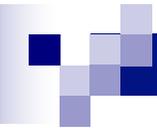
IDENTITA' DELLA SICUREZZA

SICUREZZA E COSTI

Un'altra considerazione che incrina il carattere di absolutezza della sicurezza nasce dalla riflessione sull'etica e sulla **progettazione pratica della sicurezza**.

L'affermazione di alto profilo etico che “ il costo non è un problema quando sono in gioco le vite umane” è tanto elegante quanto falsa.

La verità è che le risorse sono limitate e quindi **la vera sfida per ogni tecnico della sicurezza è riuscire a massimizzare la sicurezza con i conti e con le risorse disponibili**.



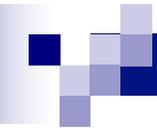
IDENTITA' DELLA SICUREZZA

SICUREZZA ATTIVA E PASSIVA

La sicurezza si può distinguere in due modi diversi: la sicurezza attiva e la sicurezza passiva.

LA SICUREZZA ATTIVA si può definire come l'insieme delle condizioni tecniche, organizzative e normative finalizzate a prevenire l'incidentalità, ed ha pertanto un carattere preventivo.

LA SICUREZZA PASSIVA è l'insieme delle condizioni tecniche, organizzative e normative finalizzate a limitare le conseguenze degli incidenti, dopo che questi si siano verificati. Ha un carattere protettivo.



IDENTITA' DELLA SICUREZZA

LA STRATEGICITA' DELLA SICUREZZA

La sicurezza è una delle carte vincenti della ferrovie nei confronti della strada e perciò alti livelli di sicurezza sono essenziali.

L'ASPETTATIVA DELLA SICUREZZA

L'incidentalità ferroviaria ha sempre avuto un forte impatto psicologico sull'opinione pubblica perché le ferrovie godono di una reputazione di sicurezza di gran lunga superiore a quella degli altri sistemi di trasporto.

Un sinistro ferroviario, scuotendo alle basi tale intima convinzione, provoca reazioni ed emozioni vivissime nella pubblica opinione.

I FATTORI DELLA SICUREZZA

I FATTORI DELLA SICUREZZA

TECNOLOGIA

- **CONSISTENZA**
- **AFFIDABILITA'**
- **OMOGENEITA'**

REGOLAMENTI DI ESERCIZIO

- **SNELLEZZA**
- **APPLICABILITA'**
- **UNIFORMITA'**
- **CHIAREZZA DELLE RESPONSABILITA'**
- **ERGONOMIA DEI TESTI**

AFFIDABILITA'

- **GUASTI CRITICI PER LA SICUREZZA**
- **GUASTI IN SICUREZZA**

FORMAZIONE PROFESSIONALE

- **ASPETTI GIURIDICO-REGOLAMENTARI**
- **ASPETTI TECNICO-OPERATIVI**
- **ASPETTI FORMATIVI**

ORGANIZZAZIONE

- **STRUTTURA ORGANIZZATIVA**
- **SELEZIONE DEGLI UOMINI DELLA SICUREZZA**

SORVEGLIANZA

- **AUTOCONTROLLO**
- **CONTROLLO**
- **AUDIT**

I FATTORI DELLA SICUREZZA

TECNOLOGIA

- CONSISTENZA

La tecnologia, sostituendo o riducendo l'operato dell'uomo, ne evita o riduce la possibilità di errore, elevando gli standard di sicurezza. E' pertanto strategico migliorare costantemente la sua consistenza, perché insufficienze nel settore degli impianti fissi (armamento, sede, opere civili, apparati centrali di sicurezza, ecc...) e mobili (mezzi di trazione e veicoli) finiscono per incrinare la sicurezza del servizio e quindi gli standard di sicurezza.

- OMOGENEITA'

E' altrettanto importante l'omogeneità delle tecnologie. L'attrezzatura della rete si presta alle suddivisioni e distinzioni normative perché presenta un campionario di impianti di vario tipo. Si pensi ad esempio ai vari tipi di materiali esistente nel parco rotabili, da cui derivano procedure diversificate per la chiusura delle porte, o ai P.L. L'obiettivo è quello di pervenire a standard tecnologici uniformi nel tempo e nello spazio.

- AFFIDABILITA'

La regolamentazione degli interventi in caso di guasto tende a divenire sempre più delicata ed onerosa, man mano che si passa a disporre di impianti più perfezionati e complessi, e ciò anche in relazione al forte divario esistente tra una situazione di impianto efficiente ed una situazione di impianto guasto. Per tale motivo assume estrema rilevanza il raggiungimento di elevati livelli di affidabilità degli impianti.

I FATTORI DELLA SICUREZZA

AFFIDABILITA'

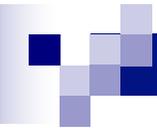
- GUASTI CRITICI PER LA SICUREZZA

Guasti potenzialmente molto pericolosi (rottura dell'asse o del cerchione, cedimento di un ponte, chiusura delle barriere di un P.L.) che possono incidere direttamente sulla sicurezza della circolazione e determinare ad esempio lo svio di un treno oppure scontri. Sono guasti statisticamente molto contenuti ed a monte del loro verificarsi ci possono essere o errori progettuali o carenze manutentive o omissioni di verifiche e controlli.

- GUASTI IN SICUREZZA

Guasti considerati non pericolosi. Sono sostanzialmente quelli relativi agli impianti di sicurezza e segnalamento ed il loro verificarsi determina l'arresto dei treni. Vi rientrano tutti quei guasti che determinano la disposizione a via impedita di un segnale, evento questo che non ha carattere di eccezionalità nell'esercizio ferroviario.

I guasti in sicurezza sono frequenti e determinano un degrado dello standard di circolazione dei treni. Infatti sebbene tali guasti non siano considerati critici per definizione di sicurezza intrinseca della tecnologia, lo divengono di fatto dal punto di vista della sicurezza globale.



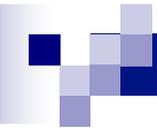
I FATTORI DELLA SICUREZZA

REGOLAMENTI DI ESERCIZIO

- **SNELLEZZA**
- **APPLICABILITA'**
- **UNIFORMITA'**
- **CHIAREZZA DELLE RESPONSABILITA'**
- **ERGONOMIA DEI TESTI**

Una normativa agile, facilmente applicabile, uniforme, chiara nell'attribuzione delle responsabilità degli operatori, di facile consultazione viene più facilmente applicata e riduce la probabilità che possa essere distorta o aggirata, ricorrendo a procedure alternative che non sempre garantiscono in maniera piena la sicurezza.

In considerazione di ciò, la sicurezza può essere migliorata anche mediante la regolamentazione d'esercizio, e cioè attraverso l'ottimizzazione dei parametri della stessa.



I FATTORI DELLA SICUREZZA

ORGANIZZAZIONE

- STRUTTURA ORGANIZZATIVA

Per struttura organizzativa si intende l'insieme di quegli organismi strutturati ai vari livelli in cui confluiscono le attività di indirizzo e quelle operative inerenti la sicurezza.

Per la sicurezza sono indispensabili la coerenza d'insieme, la chiarezza dei ruoli, l'ordine procedurale ed operativo. E' estremamente importante che la sicurezza abbia una ben marcata connotazione strutturale ai diversi livelli, in base alla quale sia ben definito il chi fa che cosa.

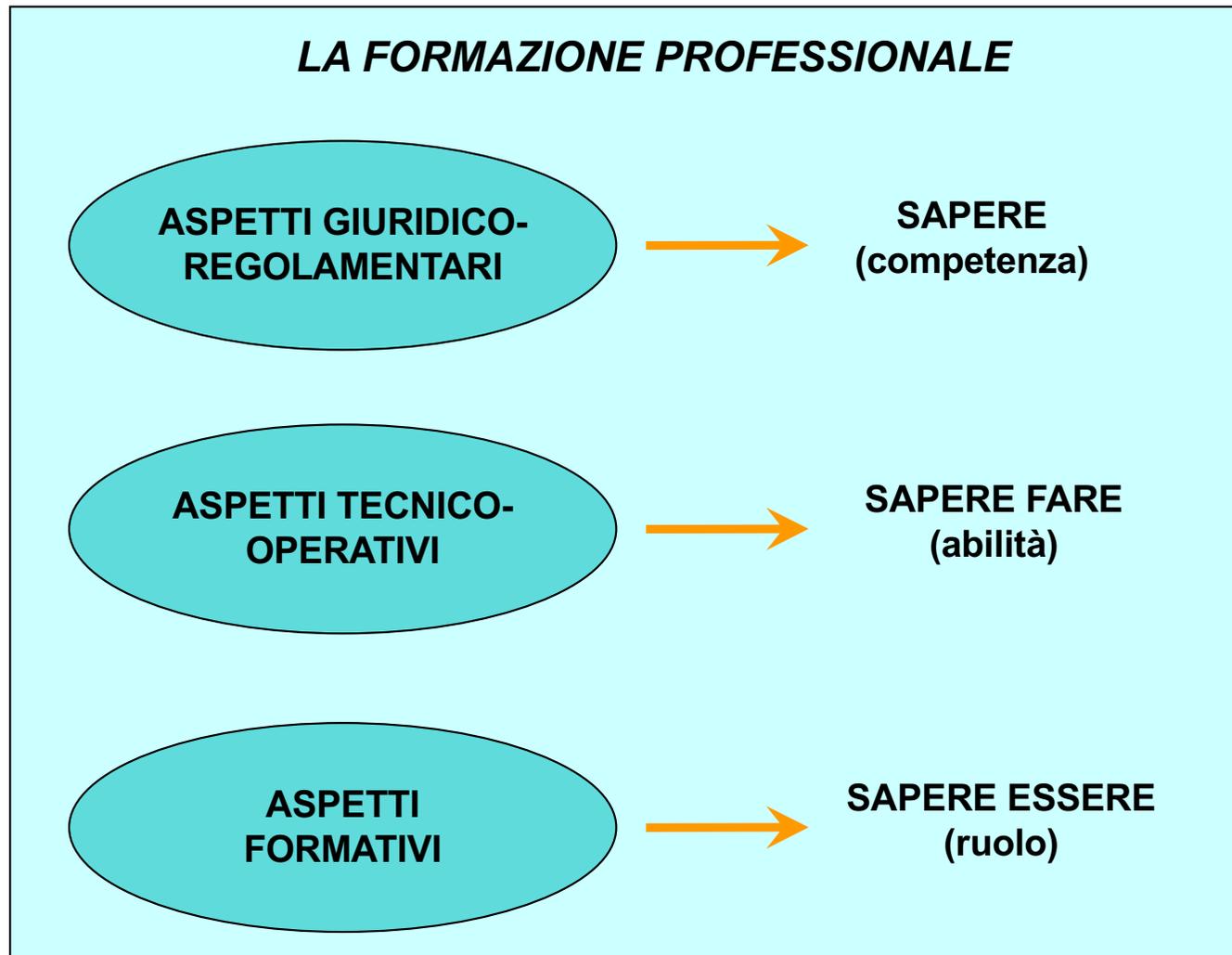
- SELEZIONE DEGLI UOMINI DELLA SICUREZZA

Reclutamento (capacità di vigilanza in situazioni monotone e di adattamento a orari variabili e a turni di lavoro notturno)

Avanzamento di carriera

I FATTORI DELLA SICUREZZA

FORMAZIONE PROFESSIONALE



I FATTORI DELLA SICUREZZA

SORVEGLIANZA

LA SORVEGLIANZA

AUTOCONTROLLO

**CONTROLLO CHE OGNI OPERATORE
ESERCITA SU SE STESSO**

CONTROLLO

**ACCERTAMENTO DELLA CORRETTEZZA
DEI COMPORTAMENTI NELLE
APPLICAZIONI OPERATIVE (MIRA AD
INDIVIDUARE LE RESPONSABILITA' DEL
SINGOLO OPERATORE)**

AUDIT

**AZIONE DI VERIFICA SULLA
CORRETTEZZA DELLE PROCEDURE
ATTUATE SUL PIANO ORGANIZZATIVO
(MIRA AD INDIVIDUARE RESPONSABILITA'
DI GESTIONE)**

GLI INCIDENTI DI ESERCIZIO

Si possono definire **incidenti di esercizio** quegli **eventi che**, accaduti nell'ambito ferroviario (treni, linee, stazioni, P.L. e quant'altro pertinente con l'esercizio) durante le operazioni connesse con lo svolgimento del servizio **abbiano causato danni a persone e/o cose o gravi perturbazioni alla circolazione**, la cui entità, in coerenza con le indicazioni dell'Union Internationale des Chemins de Fer (UIC), è almeno relativa ad una delle seguenti conseguenze:

- **morte di persone** (decedute a causa dell'incidente al momento dell'evento o nei trenta giorni successivi);
- **ferimento di persone** con conseguente loro incapacità lavorativa superiore a 14 giorni ad iniziare da quello dell'incidente;
- **avarie importanti al materiale rotabile**, agli impianti fissi ed a terzi, con danni superiori a 10 milioni di lire;
- **interruzioni della circolazione** dei treni per più di 6 ore.

INCIDENTALITA' GLOBALE

=

INCIDENTALITA' REALE

+

INCIDENTALITA' POTENZIALE

GLI INCIDENTI DI ESERCIZIO

INCIDENTALITA' REALE

L'insieme degli incidenti d'esercizio effettivamente accaduti costituisce ***l'incidentalità reale***.

L'INCIDENTALITA' REALE

INCIDENTI TIPICI

- ai treni
- in manovra
- ai P.L.

INCIDENTI ATIPICI

- danni alle persone durante la salita o la discesa per manovra di sportelli o finestrini, per bruschi avvii o brusche frenate
- cadute di persone da rotabili in movimento, ecc.

GLI INCIDENTI DI ESERCIZIO

INCIDENTALITA' REALE

INCIDENTI TIPICI

AI TRENI

Scontro di treni
Investimento di treni
Urto di treni contro ostacoli
Urto di treni per fuori sagoma
Spezzamento treno
Svio treno
Incendio di rotabili in composizione treno

IN MANOVRA

Urto di rotabili in manovra
Incendio di rotabili
Svio di rotabili in manovra
Fuga di rotabili
Incidenti ai carrelli

AI P.L.

Urto di rotabile contro veicolo fermo al PL aperto
Urto di rotabile contro veicolo fermo al PL aperto
Urto di rotabile contro altro ostacolo
Investimento di persone
Investimento di animali

INCIDENTI ATIPICI

Investimento di persone
Cadute di persone da rotabili in movimento
Danni alle persone in salita o discesa dalle carrozze
Danni a persone per manovre di sportelli e finestrini
Danni a persone per bruschi avvii o brusche frenate
Danni a persone per caduta di oggetti dentro le vetture
Danni alle persone per oggetti lanciati da finestrino
Danni a persone per contatto con attrezzature elettriche dei treni

GLI INCIDENTI DI ESERCIZIO

IL RILEVAMENTO DELL'INCIDENTALITA' REALE IN AMBITO FS

Il rilevamento dell'incidentalità reale può avvenire secondo diverse metodologie. In ambito FS la metodologia si basa sulla compilazione delle "Schede Rilevamento Statistico Incidente d'Esercizio". I dati delle schede opportunamente elaborati danno origine al "Reporting Incidentalità".

INDICATORI STATISTICI DI INCIDENTALITA'

ASSOLUTI

Numero incidenti tipici o atipici suddivisi per categoria

Numero incidenti tipici o atipici e quantità persone infortunate (morti e feriti gravi e leggeri)

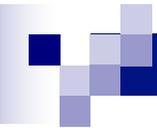
Numero incidenti tipici suddivisi per categoria che hanno determinato infortuni alle persone

RELATIVI

*Numero incidenti totali suddivisi per categoria rapportato al percorso dei treni
(incidenti/10⁶xtrenixKm)*

Numero viaggiatori infortunati, rapportato al traffico viaggiatori (viaggiatori infortunati/10⁶xviaggiatorixKm)

Numero persone infortunate rapportate al traffico totale (persone infortunate/UT ove UT=10⁹ x viaggiatorixKm + 10⁹xtonnellatexkm)



GLI INCIDENTI DI ESERCIZIO

ENTITA' DELLE CONSEGUENZE

Quando si valutano sia i dati statistici degli incidenti tipici sia i dati relativi alle specifiche conseguenze verificatesi, si rileva il fenomeno dell'alternanza di numerosi anni favorevoli e di anni in cui si sono riscontrate morte decine di morti tra viaggiatori.

Raramente può parlarsi di fatalità per il verificarsi dell'incidente di esercizio, di cui possono sempre desumersi le origini e le cause, mentre ci si può normalmente richiamare al caso per quanto concerne l'entità delle conseguenze. Queste possono infatti dipendere da una concentrazione di circostanze e coincidenze negative che sfuggono normalmente ad ogni valutazione statistica.

Una volta che si siano realizzate le condizioni perché l'inconveniente di esercizio possa accadere, si entra nel dominio del caso, dell'imprevedibile e dell'irrazionale. Può accadere ogni sorta di cosa o non può accadere nulla.

Non vi è mai proporzionalità tra causa ed effetto dannoso: grandi cause possono produrre effetti modesti e viceversa.

GLI INCIDENTI DI ESERCIZIO

INCIDENTALITA' POTENZIALE

L'incidentalità potenziale è l'insieme delle **SITUAZIONI DI ESERCIZIO** che, pur non determinando incidenti effettivi, sono **POTENZIALMENTE RISCHIOSE** per la sicurezza.

L'INCIDENTALITA' POTENZIALE



PERICOLATI INCIDENTI



IRREGOLARITA' PROCEDURALI GRAVI



ANORMALITA' TECNICHE CRITICHE



GUASTI DEGLI IMPIANTI DI SICUREZZA

GLI INCIDENTI DI ESERCIZIO

INCIDENTALITA' POTENZIALE

PERICOLATI INCIDENTI

Incidenti che si sarebbero potuti verificare ma che non si sono verificati per puro caso o per interventi di emergenza messi in atto.

La somma omogenea (per stesse categorie) degli incidenti effettivi e dei pericolati incidenti fornisce indicazioni quantitative più significative.

IRREGOLARITA' PROCEDURALI GRAVI

Le irregolarità procedurali gravi potenzialmente possono compromettere la sicurezza ma di fatto non determinano né incidenti effettivi né pericolati incidenti. Sono tanto più a rischio quanto assumono carattere di sistematicità

ANORMALITA' TECNICHE CRITICHE

Si tratta di anomalie tecniche degli impianti che non hanno prodotto incidenti né effettivi né pericolati ma che per la loro gravità avrebbero potuto causare direttamente incidenti d'esercizio. Tra le anomalie tecniche gravi si annoverano:

ANORMALITA' DELLA SEDE FERROVIARIA (rottura di rotaie, di deviatori, slineamento dei binari, cedimento di rilevati, frane, dissesti e cedimenti dei ponti) (Numero anomalie/100 km)

ANORMALITA' DEL MATERIALE ROTABILE (rottura dei cerchioni, degli assi, spezzamento dei treni, incendi, fuori sagoma, distacco in corsa di materiale rimorchiato)(Numero di anomalie/ $10^9 \times \text{assixkm}$ o Numero di anomalie/ $10^6 \times \text{trenixkm}$)

GLI INCIDENTI DI ESERCIZIO

INCIDENTALITA' POTENZIALE

GUASTI DEGLI IMPIANTI DI SICUREZZA

I guasti agli impianti di sicurezza IS incidono in modo significativo sull'incidentalità potenziale, soprattutto quando essi sono prolungati, poiché sono soggetti alla circolazione anche in condizione di non regolare funzionamento. Quindi, in tali condizioni si verifica un degrado dei livelli di sicurezza della circolazione che, quanto più si protrae nel tempo, tanto più perpetua il rischio potenziale.

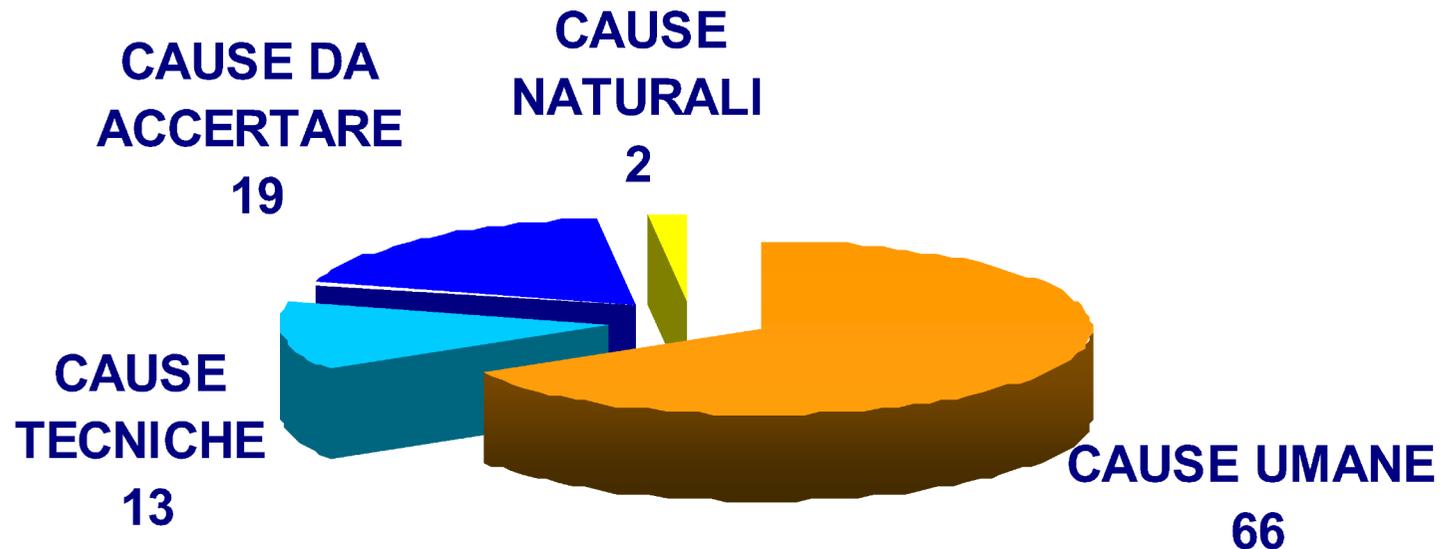
In particolare, tali anomalie determinano il movimento dei treni con segnali a via impedita o il loro distanziamento per mezzo di dispacci telefonici, con il ricorso a prescrizioni e norme comportamentali cautelative, basate unicamente sull'attenzione dell'uomo.

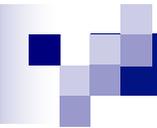
Le anomalie in questione riguardano essenzialmente: gli apparati di stazione, il segnalamento, i telecomandi e i PL.

LE CAUSE DEGLI INCIDENTI DI ESERCIZIO

Il monitoraggio dell'incidentalità si ottiene solo attraverso l'analisi delle cause degli incidenti reali, di tutte le componenti dell'incidentalità potenziale e delle loro origini profonde e nascoste.

La cause che provocano gli incidenti di esercizio sono:





LE CAUSE DEGLI INCIDENTI DI ESERCIZIO

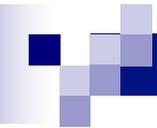
CAUSE UMANE

Sono quelle **connesse al personale e legate all'inosservanza delle norme prescritte, imperizia, equivoco, dimenticanza.** Quando la sicurezza della circolazione è affidata esclusivamente all'uomo, le norme prescrivono di regola l'esecuzione di più operazioni diverse (talora attribuite anche a persone diverse) aventi la stessa finalità di sicurezza, in modo che l'inconveniente potrà realmente accadere solo nel caso che più errori o inosservanze vengano a verificarsi contemporaneamente.

LE CAUSE DEGLI INCIDENTI DI ESERCIZIO

CAUSE TECNICHE

Sono quelle dovute a **GUASTI** o **ANORMALITA'** di tipo tecnico e riguardano sostanzialmente il **MATERIALE ROTABILE**, **l'ARMAMENTO** e la **SEDE**, gli **IMPIANTI di SICUREZZA e SEGNALAMENTO**. Si tratta di cause poco frequenti ed in taluni casi rarissimi. E' questo ad esempio il settore degli IS, i cui dispositivi vengono concepiti in modo che un loro guasto si risolva a favore della sicurezza, anche se a scapito della regolarità della circolazione. Ad esempio, l'interruzione elettrica di un circuito di binario provoca la disposizione a via impedita dei segnali che comandano gli itinerari verso il binario.



LE CAUSE DEGLI INCIDENTI DI ESERCIZIO

CAUSE ACCIDENTALI

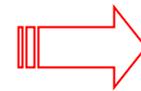
Sono quelle legate a cause estranee alle ferrovie (alluvioni, terremoti, frane, ecc..) sempre che nella determinazione dell'incidente non intervengano anche negligenze del personale o deficienze proprie di specifiche attrezzature.

LE CAUSE DEGLI INCIDENTI DI ESERCIZIO

Una ulteriore suddivisione delle cause di incidente tiene conto di criteri di responsabilità. Si distinguono:

CAUSE DIRETTE

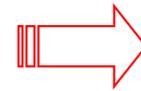
sono quelle che determinano l'inconveniente o non lo evitano



**Responsabilità operative
(operatori di esercizio)**

CAUSE INDIRETTE

creano le premesse perché l'inconveniente possa accadere



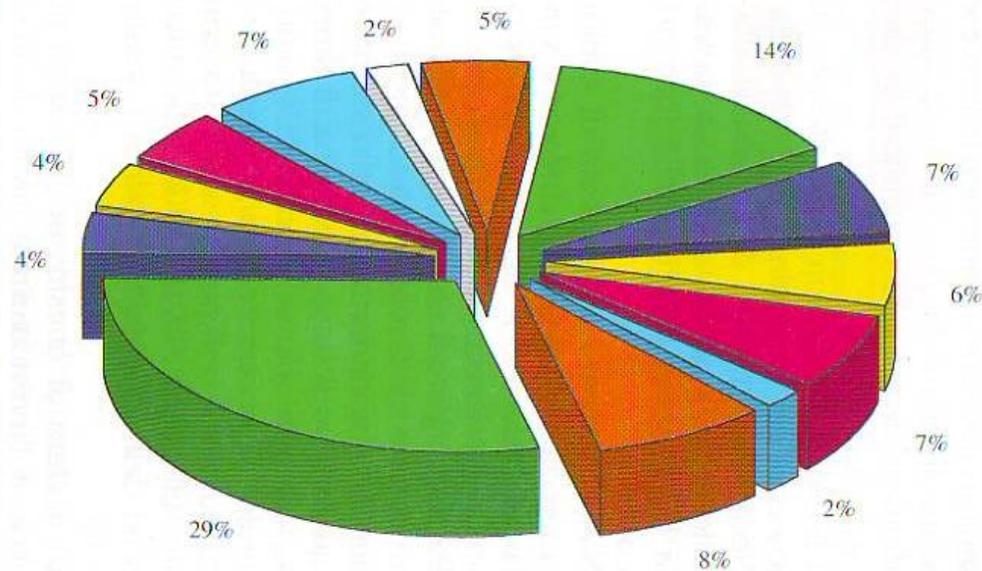
**Responsabilità normativa
(dirigenza a vario livello)**

Per le cause dirette è facile risalire all'infrazione o inosservanza della norma alla relativa colpevolezza.

Per le cause indirette l'attribuzione di colpevolezza non è semplice ed immediata

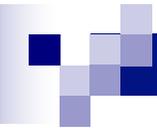
LE CAUSE DEGLI INCIDENTI DI ESERCIZIO

MAPPA DELLE CAUSE E DEGLI ERRORI



- MANOVRE (per errori in manovra)
- PRESCRIZIONI (11 mancato rispetto, 1 omessa consegna)
- ITINERARI (errori nella formazione degli itinerari)
- DISTANZIAMENTO (errori nel distanziamento dei treni con il blocco manuale)
- INCROCI (errori nell'effettuazione degli incroci)
- LICENZIAMENTO (errori nel licenziamento dei treni)
- CONDOTTA (errato uso del freno da parte p.d.m.)
- PASSAGGI A LIVELLO (quasi tutti per mancato rispetto Codice stradale da parte utenti)
- CARRELLI E CANTIERI (errori di circolazione carrelli e protezione cantieri)
- MANUTENZIONE/CONTROLLI (errori e carenze nella manutenzione ed omissione di controlli)
- CAUSE TECNICHE (guasti non frangibili)
- CAUSE ACCIDENTALI (frane, caduta massi, ostacoli improvvisi)
- CAUSE DOLOSE (atti dolosi di terzi)

Dall'analisi di 84 incidenti tipici gravi accaduti in Italia (dal 1961 al 1992) emerge la seguente mappa delle cause e degli errori



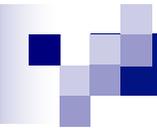
LE CAUSE DEGLI INCIDENTI DI ESERCIZIO

In definitiva, sulla base dell'attuale esperienza complessiva sull'incidentalità, è possibile affermare che:

✚ **nella stragrande maggioranza dei casi la causa degli incidenti è l'errore umano;**

✚ **gli errori vengono prevalentemente commessi da personale delle aree movimento e trazione;**

✚ **quasi sempre, l'errore umano non deriva da ignoranza di norme tecnico-regolamentari, ma da negligenza, leggerezza o distrazione nell'applicazione di norme spesso semplici e ben note.**



LE CAUSE DEGLI INCIDENTI DI ESERCIZIO

Il monitoraggio dell'incidentalità non può limitarsi ad acquisire informazioni di livello statistico, occorre sviluppare un'analisi completa ed approfondita delle cause degli errori e delle loro origini profonde e nascoste.

Per conseguire il **monitoraggio delle cause** degli incidenti, si possono mettere a punto strumento e procedure di rilevamento, che partono da quello statistico, e la cui **finalità è quella di arrivare ad un sistema di sensori, che permette di sapere non solo se l'incidente è stato determinato, ad esempio da un errore umano, ma quale tipo di errore sia stato commesso e perché sia stato commesso**, così da potere individuare alla fine le leve da attivare per migliorare il trend di incidentalità, qualora i sensori segnalino delle criticità.

GLI INCIDENTI DI ESERCIZIO

ANALISI DELLE CAUSE DEGLI INCIDENTI

I livelli di analisi delle cause di incidente sono 3:

ANALISI DELLE CAUSE DEGLI INCIDENTI

ANALISI DEL CONTESTO

- individuazione di dati informativi che, pur essendo al contorno dell'incidente, lo caratterizzano in maniera significativa

RICERCA DELLE CAUSE SPECIFICHE

- individuazione di specifici errori o omissioni

ANALISI DEL FATTORE UMANO

- individuazione di dati informativi che servono a correlare le cause tecniche dell'incidente ai dati personali dell'agente interessato

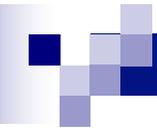
GLI INCIDENTI DI ESERCIZIO

ANALISI DELLE CAUSE DEGLI INCIDENTI

ANALISI DEL CONTESTO

Specificazione dei tipi di località di servizio in cui è avvenuto l'incidente (stazione, bivio, ecc..), il suo regime di esercizio (presenziata, non presenziata, ecc..), la quantità e le funzioni degli agenti presenti in stazione (Dirigente di Movimento interno o esterno), l'organizzazione del servizio (posti a terra, apposito incaricato), il tipo di apparato centrale, il tipo di segnalamento, il tipo di linea (semplice binario, ecc..), il sistema di esercizio (Dirigente Centrale Operativo, Dirigente Unico, il regime di circolazione (blocco automatico, blocco manuale, ecc..); i tipi di PL.

Descrizione dell'infrastruttura al momento dell'incidente, per evidenziare anomalie o guasti, e dell'ambiente quali situazioni anormali prolungate (traffico perturbato, sciopero, condizionamenti da lavori in linea o in stazione) e le condizioni della linea afferenti alla medesima località di servizio (sistemi di esercizio e regimi di circolazione)



GLI INCIDENTI DI ESERCIZIO

ANALISI DELLE CAUSE DEGLI INCIDENTI

RICERCA DELLE CAUSE SPECIFICHE

Tutti i possibili errori e omissioni potrebbero essere divisi per famiglie tipiche (composizione treni, prova freno, prescrizioni e avvisi, itinerari, distanziamento treni, incroci, licenziamento e partenza treni, condotta dei mezzi di trazione ecc...). Queste famiglie potrebbero a loro volta essere articolate su altre sub-famiglie e così via fino alla causa specifica minimale , la cui voce costituirebbe di fatto il sensore.

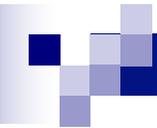
GLI INCIDENTI DI ESERCIZIO

ANALISI DELLE CAUSE DEGLI INCIDENTI

ANALISI DEL FATTORE UMANO

- **Dati personali dell'agente che ha sbagliato (profilo, funzione, anzianità, livello di scolarità);**
- **Dati sul servizio (turno, fase del turno, cumulo di mansioni, pratica nella funzione rivestita);**
- **Aspetti comportamentali/organizzativi/normativi (autocontrollo, preparazione professionale, ergonomia della postazione di lavoro).**

L'elaborazione di tutti i dati ottenibili potrebbe rendere possibile, come ritorno d'esperienza informazioni che potrebbero orientare meglio la scelta delle leve di intervento. In particolare le criticità emergenti potrebbero essere misurate mediante indicatori di ripetitività e di gravità degli errori e delle anomalie.



GLI INCIDENTI DI ESERCIZIO

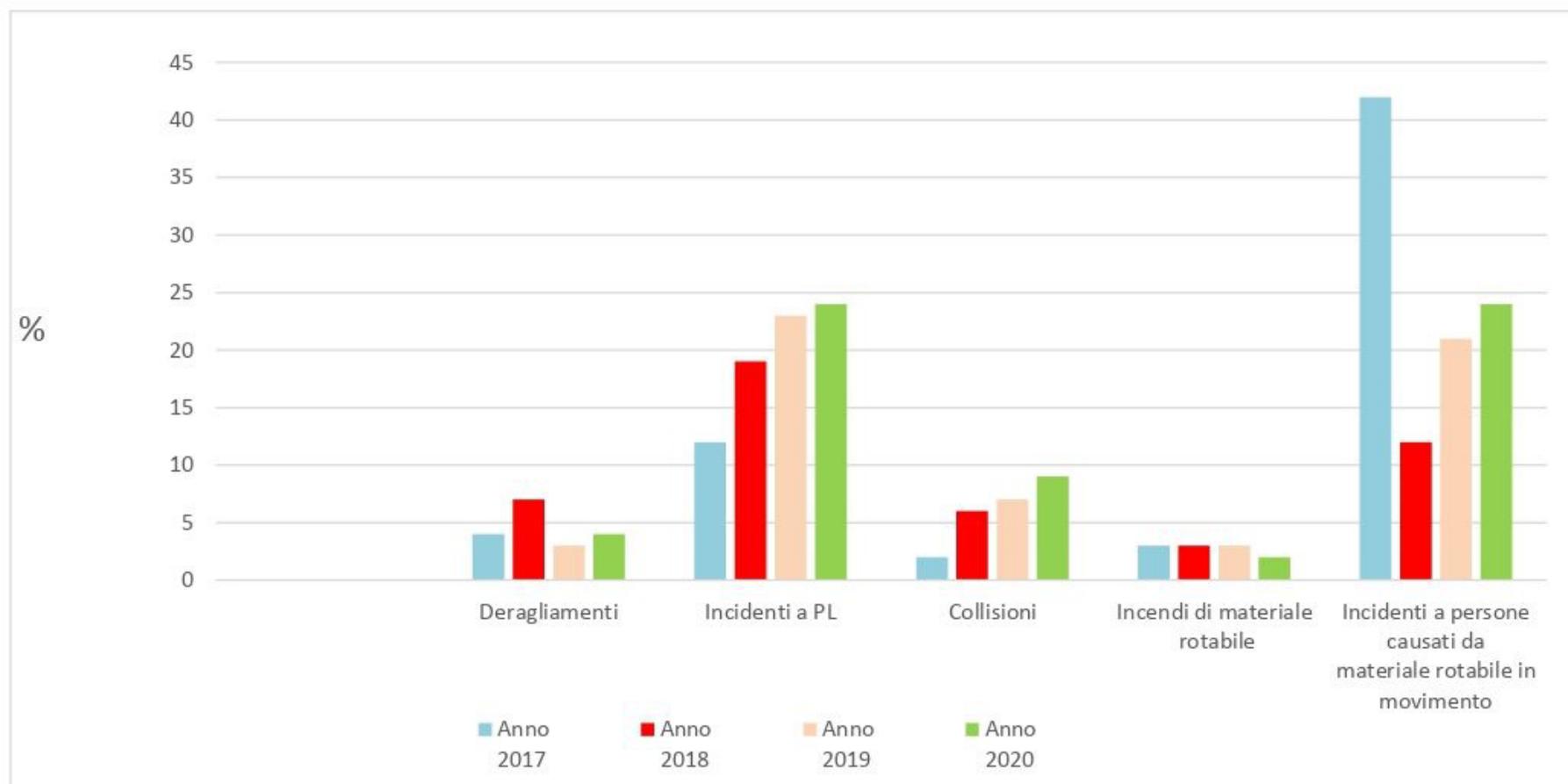
BANCA DATI DELL'INCIDENTALITA'

Sulla scorta di un siffatto monitoraggio, si potrebbe costituire un'efficace banca dati dell'incidentalità informatizzata, utile per un'**ANALISI DEI RISCHI A PRIORI**.

La banca dati va utilizzata con una certa prudenza, in quanto se fosse utilizzata troppo schematicamente per misurare risultati e fissare obiettivi, si rischierebbe, qualora l'incidentalità non fosse individuata in maniera corretta ed esaustiva, di deformare la raccolta dei dati e giungere ad una realtà dissimulata.

Pertanto, per ottenere un **MONITORAGGIO VERAMENTE GLOBALE** occorre allargare i fronti ed i sistemi di reperimento delle informazioni utili (incidenti reali, incidenti pericolati, vissuto della regolamentazione, carenze e difficoltà riscontrate in sede di formazione).

I NUMERI DELL'INCIDENTALITA'



I NUMERI DELL'INCIDENTALITA'

Tab VIII.1. – Gruppo Ferrovie dello Stato – Incidentalità ferroviaria – Anni 1999-2003

		1999	2000	2001	2002	2003
Incidenti tipici	n. incidenti	100	96	91	88	65
	morti	7	21	8	20	7
	feriti	33	12	18	29	21
		1999	2000	2001	2002	2003
Incidenti atipici	n. incidenti	141	121	111	94	115
	morti	79	72	67	53	70
	feriti	74	52	52	45	51
Totale	n. incidenti	241	217	202	182	180
	morti	86	93	75	73	77
	feriti	107	64	70	74	72