



Gestione della sicurezza nella ferrovia leggera spagnola

Safety management in Spanish light rail

Prof. Ing. Margarita NOVALES^(*)
Dott. Ing. Joan CARSI^(**)
Dott. Ing. Olatz ORTIZ^(***)
Dott. Ing. Andrés MUÑOZ^(****)

1. Introduzione

Il COST Action TU1103 (European Cooperation in Science and Technology), "Esercizio e sicurezza delle linee tranviarie in interazione con lo spazio pubblico" si occupa del miglioramento della sicurezza stradale per la Ferrovia Leggera (LRT) attraverso una gestione migliore della loro interazione negli spazi urbani.

Gli obiettivi dell'Action sono, da un lato, ottenere una migliore comprensione su come le diverse organizzazioni LRT europee affrontano le questioni relative ai problemi di sicurezza, come raccolgono i dati relativi agli incidenti e come li analizzano mediante indicatori, per individuare i punti dove occorre intraprendere azioni per migliorare la situazione. Uno degli obiettivi finali di questa parte dell'Action è quello di proporre un "report di incidente ideale".

D'altra parte, sono state studiate le misure utilizzate dalle diverse organizzazioni LRT per migliorare la sicurezza in quei punti problematici, ottenendo una lista di possibili misure da adottare per ottenere un LRT più sicuro attraverso il suo inserimento urbano e il suo esercizio. Poiché i sistemi LRT in tutto il mondo hanno a che fare con problemi di sicurezza che sono molto simili (anche con le particolarità di ogni paese e/o di rete), questo sistema di misure applicate in alcuni luoghi può essere utile per altre reti, che affrontano problemi simili o per l'implementazione di una nuova linea.

La gestione della sicurezza LRT, in ciascun paese, è stata studiata nell'Action per definire il report di incidente ideale e per dare consigli su quali indicatori utilizzare. In questo documento viene presentato il caso spagnolo, facendo un'analisi critica alla luce di ciò che viene fatto in Francia e negli Stati Uniti.

Si possono ottenere ulteriori informazioni sull'Action

1. Introduction

The COST Action TU1103, "Operation and safety of tramways in interaction with public space", deals with the improvement of streetcar and Light Rail Transit (LRT) safety through a better management of their insertion into urban spaces.

The objectives of the Action are, on one hand, to obtain a better understanding about how the different European LRT agencies deal with safety issues, how they collect data about accidents, and how they analyze them by means of indicators to identify the points where actions need to be taken to improve the situation. One of the final goals of this part of the Action is to propose an "ideal accident report".

On the other hand, the measures used by the different LRT agencies to improve safety in those problematic points have been studied, obtaining a list of possible measures to be taken for getting a safer LRT through its urban insertion and its operation. As LRT systems across the whole world deal with safety issues that are very similar (even with the particularities of each country and/or network), this toolkit of measures applied in some places can be useful for other networks facing similar problems or implementing a new line.

The management of LRT safety in each country has been studied in the Action for defining the ideal accident report and for giving advice about which indicators to use. The Spanish case is presented in this paper, making a critical review in light of what is done in France and in the USA.

Additional information about the Action can be obtained through its website (<http://www.tram-urban->

^(*) Ingegnere Civile, Professore Associato Ferrovia, Università A Coruña.

^(**) Tramvia Metropolitá S.A., Vice direttore generale.

^(***) Tramvia Metropolitá S.A., Responsabile Progetto.

^(****) Metro de Tenerife, Direttore Amministrativo.

^(*) Civil Engineer, PhD. Railways Associate Professor. University of A Coruña.

^(**) Tramvia Metropolitá S.A., Deputy General Manager.

^(***) Tramvia Metropolitá S.A., Projects Responsible.

^(****) Metro de Tenerife, Managing Director.

tramite il proprio sito (<http://www.tram-urban-safety.eu/>), dove è disponibile la relazione della prima fase di lavoro [1] e dove sarà resa disponibile la relazione finale da settembre 2015 in poi.

2. Sistemi di ferrovia leggera in esercizio in Spagna

In Spagna ci sono dieci aree metropolitane con almeno un sistema di ferrovia leggera attualmente in funzione, mostrate nella fig. 1 con tra parentesi l'anno di apertura della prima linea di ogni sistema. I sistemi raffigurati con un quadrato sono la dorsale della rete di transito nell'area metropolitana, mentre quelli raffigurati con un cerchio completano una rete con un sistema di capacità superiore, come una metropolitana o un treno pendolare.

In due delle aree metropolitane raffigurate vi è più di un sistema di ferrovia leggera. Questo è il caso dell'area metropolitana di Barcellona, con due organizzazioni di ferrovia leggera indipendenti (TramBaix e TramBesòs) e il caso di Madrid, con tre sistemi di ferrovia leggera indi-

safety.eu/), where the report of the first working phase [1] is available, and the final report will be from September 2015 on.

2. LRT systems operation in Spain

In Spain there are ten metropolitan areas with at least one light rail system currently in operation, that are shown in fig. 1, with the opening year for the first line of each system in parentheses. The systems depicted with a square are the backbone of the transit network in the metropolitan area, while the ones depicted with a circle complement a network with a higher capacity system, as a metro or a commuter rail.

In two of the depicted metropolitan areas there is more than one light rail system. This is the case of Barcelona metropolitan area, with two independent light rail agencies (TramBaix and TramBesòs), and the case of Madrid, with three independent light rail systems (ML1, in the northern part of the metropolitan area; ML2&3, two lines in the

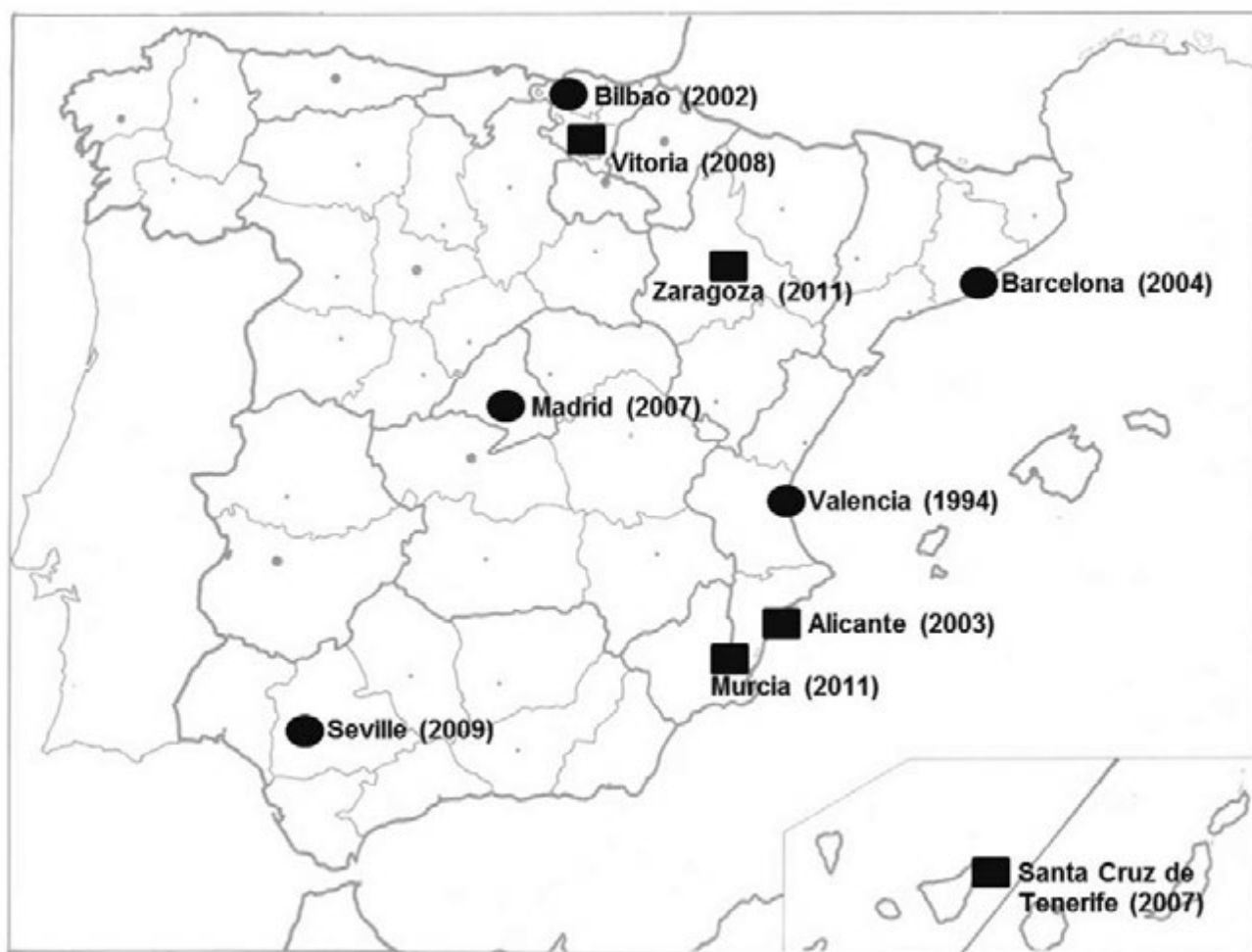


Fig. 1 - Sistemi di ferrovia leggera attualmente in esercizio in Spagna.
Fig. 1 - Light rail systems currently in operation in Spain.

pendente (ML1, nella parte settentrionale dell'area metropolitana; ML2 & 3, due linee nella parte occidentale e la ferrovia leggera Parla, a sud dell'area metropolitana).

Sono disponibili ulteriori informazioni su alcune delle reti LRT spagnole in [2, 3, 4, 5 e 6].

3. La sicurezza dei sistemi LRT in Spagna

3.1. Assenza di un approccio nazionale

Il quadro istituzionale e normativo del transito della ferrovia leggera in Spagna non ha conosciuto uno sviluppo secondo l'importante crescita delle reti moderne LRT dopo la prima apertura della rete di Valencia nel 1994. Pertanto, in Spagna non vi è né un unico organismo nazionale che gestisce la sicurezza delle reti LRT, né una regolamentazione generale che stabilisce la modalità di raccolta dei dati relativi a infortuni/incidenti e di sfruttamento di tali dati al fine di migliorare la sicurezza. Questo approccio è completamente diverso da alcuni altri paesi europei e dagli Stati Uniti.

Uno degli esempi più interessanti in Europa dal punto di vista spagnolo è quello francese, poiché hanno sperimentato un simile, o più precisamente superiore, recente sviluppo delle reti LRT (vedi ulteriori informazioni nel [7, 8, 9 e 10]). Nel 2003, a causa dell'aumento nella quantità di sistemi urbani di trasporto a guida vincolata in questo paese, è stato approvato il *Decreto STPG* [11] (*Sécurité des Transports Publics Guidés urbains - Sicurezza dei sistemi urbani di trasporto pubblico guidato*).

Da quest'anno, ogni incidente LRT deve essere registrato in un unico strumento nazionale denominato "database degli incidenti dei tram". Questo database è popolato dalle organizzazioni LRT responsabili di ogni rete e amministrato dall'*STRMTG* (*Service technique des remontées mécaniques et des transports guidés - ufficio tecnico per il trasporto guidato*) [12]. Un aspetto importante di questo database è che ogni linea di metropolitana leggera francese è divisa in diversi tratti con una codificazione che specifica, in modo molto preciso, il tipo di ambiente in cui l'incidente è accaduto (indicando se è una fermata/stazione, un incrocio definendo il tipo, il tipo di diritto di transito, ecc.). Questo fornisce la possibilità di trarre conclusioni su quali tipi di configurazioni sono più inclini agli incidenti, basate su un'analisi di sicurezza su larga scala (giacché ogni rete in Francia contribuisce a compilare questo database) [13]. L'*STRMTG* pubblica una relazione annuale con tutti questi dati ([14]).

D'altra parte, il caso degli Stati Uniti d'America è stato anche preso in considerazione in questo lavoro come riferimento per un paragone. Anche gli USA stanno vivendo un boom di nuovi sistemi LRT e, alla stessa stregua della Francia, hanno un metodo standardizzato su come le organizzazioni LRT dovrebbero trattare i dati relativi agli incidenti e segnalarli agli organismi per la sicurezza nazionale. Se si intende fare un'analogia tra l'approccio francese e quello americano, l'*STRMTG* in Francia sarebbe si-

western part; and Parla light rail, at the South of the metropolitan area).

More information about some of the Spanish LRT networks can be found in [2, 3, 4, 5 & 6].

3. LRT system operation safety in Spain

3.1. Absence of a national approach

The institutional and regulatory framework of light rail transit in Spain has not experienced a development in accordance with the important growth of modern LRT networks since the first opening of the Valencia network in 1994. Therefore, in Spain there is neither a unique national body that manages the safety of LRT networks, nor a general regulation that establishes the way of collecting data about accidents/incidents and of exploiting those data in order to improve safety. This approach is completely different from some other European countries and from USA.

One of the more interesting examples from the Spanish point of view in Europe is the French one, as they have experienced a similar, or more precisely higher, recent development of LRT networks (see more information in [7, 8, 9 & 10]). In 2003, due to the increase in the amount of guided urban transport systems in this country, the *STPG* (*Sécurité des Transports Publics Guidés urbains - Safety of urban Guided Public Transport systems*) Decree [11] was approved. Since this year, every LRT accident has to be recorded in a unique national tool called the "tramways' accident database". This database is fed by the LRT agencies responsible for each network and administrated by the *STRMTG* (*Service technique des remontées mécaniques et des transports guidés - Guided transport technical office*) [12]. An important aspect of this database is the fact that every French light rail line is divided in different stretches with a codification which specifies, in a very precise way, the kind of environment in which the accident has happened (indicating if it is a stop/station, an intersection defining the type, the kind of right of way, etc.). This leads to the possibility of extracting conclusions about which types of configurations are more prone to accidents, based in a large-scale safety analysis (as every network in France contributes to fill this database in) [13]. With all these data, *STRMTG* publishes an annual report ([14]).

On the other hand, the USA case is also considered in this paper as reference for comparison. USA is experiencing a boom of new LRT systems as well and, in the same way as France, they have a standardized method about how LRT agencies should deal with accidents data and report them to the national safety bodies. If an analogy is intended to be made between the French and the American approach, the *STRMTG* in France would be similar to a combination of the State Safety Oversight Agencies (SSO) and the Federal Transit Administration (in relation to the National Transit Database - NTD) in the USA. The SSO al-

mile a una combinazione di Organizzazioni di Vigilanza sulla Sicurezza Nazionale (OVSN) e la Federal Transit Administration (per quanto riguarda il Database Nazionale di Transito - DNT) negli Stati Uniti. L'OVSN pubblica anche una relazione annuale con una descrizione dei fattori che contribuiscono o sono la causa scatenante delle collisioni analizzate e lo stato di eventuali azioni correttive. Questa relazione è presentata all'Amministrazione Federale di Transito (AFT). A sua volta, il DNT produce pubblicazioni quali Profili di Transito, Tabelle di Dati e Resoconti/Tendenze di Transito Nazionale [15].

3.2. Raccolta dati degli incidenti in Spagna

Il fatto che non esista un quadro normativo internazionale consolidato ed una metodologia di indagine e raccolta dati degli incidenti non significa che le organizzazioni LRT non facciano questa indagine. Infatti, come è ovvio, ogni organizzazione LRT si preoccupa molto per la sicurezza nella sua rete e dispone di procedure specifiche per migliorare la sicurezza in base ai dati sugli incidenti. Tuttavia, i dati raccolti e la modalità di raccolta non sono standardizzati a livello nazionale, e l'obiettivo di questa sezione è di determinare le somiglianze e le differenze tra le organizzazioni spagnole per quanto riguarda questo argomento.

A questo scopo è stato fatto un sondaggio tramite il Light Rail and Tramways Working Group dell'ALAMYS (*Asociación Latinoamericana de Metros y Subterráneos* – Associazione latino-americana di Metropolitane e Ferrovie Sotterranee), a cui appartiene la maggior parte delle organizzazioni LRT spagnole. Il numero massimo di intervistati è 13, uno per ogni area metropolitana contrassegnata nella fig. 1, ad eccezione dei casi di Barcellona (2 intervistati) e Madrid (3 intervistati), come già spiegato. Tuttavia, il caso di Siviglia non è stato preso in considerazione per questo lavoro, in quanto anche se utilizza LRV (veicoli a trazione leggera), l'esercizio sulla linea principale (circa 18 chilometri sotterranei) si svolge in un modo simile alla Metro, con porte di banchina nelle stazioni e senza alcuna interazione con terzi. Sebbene vi sia un brevissimo tratto di superficie (di circa 2 chilometri) gestito in modalità tram, chiamato Metrocentro, non è stato preso in considerazione in questo documento. Per questo motivo, il numero massimo effettivo degli intervistati è 12.

Nelle seguenti sezioni si presenta un'analisi delle risposte a questo sondaggio, che fornisce una visione generale della raccolta dei dati relativi agli incidenti in Spagna. I dati sono presentati in modo aggregato poiché il sondaggio era riservato.

3.2.1. Dipartimento di sicurezza

Quasi tutte le organizzazioni LRT (9 intervistati su 12) hanno un dipartimento specifico di sicurezza, che dipende direttamente dal Direttore Generale dell'azienda. Degli altri tre, due hanno iniziato il processo di creazione di questo dipartimento.

so publishes an annual report including a description of the contributing/causal factors of investigated collisions, and the status of any corrective actions. This report is submitted to the Federal Transit Administration (FTA). In turn, the NTD produces publications such as Transit Profiles, Data Tables, and National Transit Summaries and Trends. [15].

3.2. Accidents' data collection in Spain

The fact that there is not an established regulatory framework and a methodology for accidents' investigation and data collection does not mean that LRT agencies do not make this investigation. In fact, as it is obvious, every LRT agency is very concerned about the safety in its network and has specific procedures to improve safety based on data about accidents. Nevertheless, the data collected and the way of collecting it is not standardized at a national level, and the objective of this section is to determine the similarities and differences among the Spanish agencies in regard to this subject.

For this purpose a survey has been done via the Light Rail and Tramways Working Group of ALAMYS (Asociación Latinoamericana de Metros y Subterráneos – Latin-American Association of Metros and Subways), where most of the Spanish LRT agencies are present. The maximum number of respondents is 13, one for each metropolitan area marked in fig. 1, except for the cases of Barcelona (2 respondents) and Madrid (3 respondents), as explained before. Nevertheless, the case of Seville is not considered for this paper, as although it uses LRVs (light rail vehicles), the operation in the main line (around 18 kilometers underground) is made in a Metro-like way, provided with platform doors in the stations and with no interaction with third parties. Although there is a very short surface stretch (of around 2 kilometers) operated in a streetcar manner, called Metrocentro, it has not been considered in this paper. For this reason, the actual maximum number of respondents is 12.

A review of the answers to this survey is presented in the following sections, which gives a general view of accidents' data collection in Spain. The data are presented in an aggregated manner as the survey was confidential.

3.2.1. Safety department

Almost every LRT agency (9 of 12 respondents) has a specific safety department, depending directly from the General Manager of the company. Of the other three, two have started the creation process of this division.

The direct link with the General Manager provides independency to the safety department, so that the conclusions and improvements that it promotes are totally impartial. The high position in the organization chart gives this department the authority to impose all the changes considered necessary.

Il collegamento diretto con il Direttore Generale fornisce indipendenza al dipartimento di sicurezza, in modo tale che le conclusioni e i miglioramenti che promuove siano totalmente imparziali. La posizione alta nell'organigramma dà l'autorità, a questa divisione, di imporre tutti i cambiamenti ritenuti necessari.

3.2.2. Modalità di raccolta dei dati sugli incidenti

In relazione alle modalità di raccolta dati sul luogo dell'incidente, 6 su 12 intervistati hanno indicato che l'operatore LRV effettua questa operazione in modo indipendente, o supportato dagli ispettori (5 intervistati), dal responsabile della linea (1), dai tecnici di funzionamento o sicurezza (1), e/o dai tecnici di turno in caso di incidenti gravi (2). Tre intervistati hanno risposto che solo gli ispettori eseguono questa operazione, uno ha indicato gli ispettori o responsabile di linea e un'organizzazione ha risposto che il responsabile di linea compie questa operazione da solo. Nel caso in cui la persona responsabile per la raccolta dei dati non è l'operatore LRV, lui/lei si reca sul luogo dell'incidente più velocemente possibile per farlo. Pertanto, in sintesi, la raccolta in loco dei dati dell'incidente è solitamente eseguita dall'operatore LRV o dagli ispettori.

In tutte le reti, i dati sul luogo dell'incidente vengono raccolti in forma cartacea, ma solo la metà delle organizzazioni (6) hanno una modulo standard per farlo.

Le informazioni raccolte sul luogo sono completate con dati della polizia e degli ospedali in 9 organizzazioni su 11 intervistate (una delle organizzazioni non ha risposto a questa domanda). Alcune organizzazioni LRT (3 su 11) raccolgono anche informazioni da compagnie di assicurazione, anche se non si tratta di una pratica comune. Queste informazioni sono raccolte solo dalle organizzazioni LRT quando le compagnie di assicurazione le contattano a causa di passeggeri feriti con richieste legate alla loro lesioni.

Una volta in ufficio, di norma il Responsabile di Linea (9 intervistati su 12) ha il compito di registrare i dati, anche se a volte lui/lei può essere supportato dal dipartimento di sicurezza (1), dal responsabile del centro di controllo (1), o dal personale amministrativo (1); in un'organizzazione è eseguita dai tecnici di linea o dal Vice Responsabile di Linea, mentre in altre due organizzazioni è eseguita direttamente dal dipartimento di sicurezza.

Tutte le organizzazioni LRT salvano i dati in formato digitale, anche se due di loro conservano i report anche in formato cartaceo. Undici su 12 intervistati conservano i dati a tempo indeterminato mentre uno conserva i dati per 5 anni, dopodiché vengono spostati in un registro generale.

3.2.3. Tipologia di dati raccolti

In questa sezione sono spiegati i dati dettagliati raccolti dalle organizzazioni LRT.

Tipologia di eventi acquisiti

I dodici intervistati raccolgono dati sulle collisioni con terzi (veicolo/pedone). Sette su 12 registrano anche

3.2.2. Way of collecting accident data

In relation to the way of collecting data in the site of the accident, 6 of the 12 respondents indicated that the LRV operator carries out this task, independently, or supported by inspectors (5 respondents), the line responsible (1), the operation or safety technicians (1), and/or the technicians on duty in case of serious accidents (2). Three respondents answered that inspectors alone carry out this task, one indicated inspectors or line responsible, and one agency answered that the line responsible alone fulfills this task. In the case that the person responsible for collecting the data is not the LRV operator, he/she goes to the place of the accident as quick as possible to do so. Therefore, as a summary, the collection of data about the accident on site is usually made by the LRV operator or by inspectors.

In all the networks the data in the site of the accident is collected in hardcopy, but only half of the agencies (6) have a standard form for doing so.

The information collected on site is complemented with data from the police and from hospitals in 9 agencies of 11 respondents (one of the agencies did not answer this question). Some LRT agencies (3 of 11) also collect information from insurance companies, although this is not a common practice. This information is only collected by the LRT agencies when the insurance companies contact them due to injured passengers with claims related to their injuries.

Once in the office, usually the Line Responsible (9 of 12 respondents) is in charge of registering the data, although sometimes he/she can be supported by the safety department (1), the control center responsible (1), or administrative staff (1). In one agency it is made by the line technicians or the Deputy Line Responsible, while in two other agencies it is made directly by the safety department.

All the LRT agencies save the data digitally, although two of them keep the reports also in hardcopy. Eleven of 12 respondents keep the data indefinitely while one keeps data for 5 years after which they are moved to a general register.

3.2.3. Kind of data collected

In this section the detailed data collected by LRT agencies is explained.

Kinds of events captured

The twelve respondents collect data about collisions with third parties (vehicle/pedestrian). Seven of 12 register passenger accidents (inside the LRV) also, although one specifies "if we are aware", and other that they only do so in case of an official claim. Regarding to derailments, 9 of 12 agencies register this kind of event, while another one states that they are thinking about registering them in the future.

incidenti che coinvolgono passeggeri (all'interno del LRV) inoltre, anche se uno specifica "se siamo consapevoli" e l'altro che lo fanno solo in caso di reclamo ufficiale. Per quanto riguarda i deragliamenti, 9 organizzazioni su 12 registrano questo tipo di evento, mentre un'altra afferma che sta valutando di registrarli in futuro. Quando abbiamo chiesto circa altri tipi di eventi registrati, le risposte sono state: suicidi (1 organizzazione); altri eventi con persone ferite (1); sorpassi, fuoco, distacco della catenaria, ecc. (2); cadute in installazioni quando è necessaria l'assistenza medica (1); collisione tra 2 LRV, caduta della catenaria e altri incidenti con feriti (1).

Informazioni generali sull'incidente

Tutti le organizzazioni LRT registrano i seguenti dati generali sugli incidenti: data, ora, luogo, direzione del traffico, linea e identificazione LRV. Questi dati coprono le categorie "Data/Ora" (inclusi data, ora, minuti, AM/PM, fuso orario, descrizione del periodo di tempo) e "Luogo" (Ente di transito, città, descrizione del luogo, latitudine, longitudine) della classificazione campi dati DNT effettuata nella tabella 5 di [15].

Quando abbiamo chiesto se vi è una codifica delle parti della linea, 9 intervistati su 12 hanno risposto affermativamente. Tuttavia, questa codifica non è affatto omogenea tra le organizzazioni. Sei di loro differenziano in particolare le intersezioni, identificandole dal cippo chilometrico o da un numero. Una delle organizzazioni LRT codifica tutto (intersezioni, fermate, semafori, segnali, ecc.). La codificazione non fornisce in alcun caso informazioni sull'ambiente della linea (zona pedonale, area urbana o suburbana), il tipo di intersezione/fermata, la geometria, le condizioni di esercizio, il livello di traffico stradale o qualsiasi altro dato pertinente allo studio di tendenze nelle cause principali degli incidenti in relazione alla struttura del sistema. Pertanto, in relazione ai dati USA, nei rapporti spagnoli mancano aspetti importanti delle categorie "Controllo dello scartamento e degli attraversamenti" della classificazione campi dati DNT effettuata nella tabella 5 di [15] (come il tipo di percorso, il livello di controllo del passaggio a livello o controllo di intersezione).

Tutte le informazioni citate nel paragrafo precedente si possono ottenere, in generale, dal luogo del sinistro sulla linea, determinando la geometria di quel punto, il tipo di intersezione e segnali, ecc. Tuttavia, se non si registrano le informazioni nel database, una analisi sistematica approfondita basata su questi dati (struttura, ad esempio) è più difficile e costosa da fare in seguito. D'altra parte, nel caso vi siano cambiamenti in alcuni aspetti considerati (tipo di cartelli e segnali usati, struttura, condizioni in esercizio, ecc.), e non si registra questo tipo di dati nel report di incidente quando accade, rintracciare queste informazioni in tempi, mesi o anni dopo, per eseguire una post-analisi d'insieme (per l'intera rete o per diverse reti combinate), può essere un compito complicato.

In relazione alle informazioni di semaforo, un ente LRT registra questi dati per ogni incidente, 5 di loro specificano

When asked about other kinds of events registered the answers are: suicides (1 agency); other events with injured people (1); overtakes, fire, catenary hooks, etc. (2); falls in installations when medical assistance is needed (1); collision between 2 LRVs, catenary hooks and other incidents with injured people (1).

General data about the accident

All the LRT agencies register the following general data about accidents: date, time, location, direction of traffic, line and LRV identification. This data covers the categories "Date/Time" (including date, hour, minute, AM/PM, time zone, time period description) and "Location" (transit agency, city, location description, latitude, longitude) of the NTD data fields classification made in table 5 of [15].

When asked about if there is a codification of the parts of the line, 9 of 12 respondents answer affirmatively. Nevertheless, this codification is not homogeneous at all among the agencies. Six of them specifically differentiate intersections, identifying them by the kilometer marker or by a number. One of the LRT agencies codifies everything (intersections, stops, traffic lights, signals, etc.). The codification does not in any case provide information about the environment of the line (pedestrian area, urban or suburban area), the type of intersection/stop, the geometry, the running conditions, the road traffic level, or any other data relevant for investigating trends in the root causes of accidents in relation to the layout of the system. Therefore, in relation to USA data, important aspects of the "Alignment/Crossing Controls" categories of the NTD data fields classification made in table 5 of [15] (as alignment type, grade crossing control or intersection control) are missing in Spanish reports.

All the information cited in the previous paragraph can, in general, be obtained from the location of the crash in the line, determining the geometry of that point, the kind of intersection and signals, etc. Nevertheless, if it is not registered in the database, thorough systematic analysis based on this data (layout, for example) is more difficult and costly to make later. On the other hand, in the case that there are changes in some of the aspects considered (kind of signs and signal used, layout, running conditions, etc.), and that kind of data is not registered in the accident report when it happens, tracing this information in time months or years later for making ensemble post-analysis (for the whole network or for several networks combined) can be a complicated task.

In relation to traffic light information, one LRT agency registers this data for every accident, 5 of them specify that they do so only for accidents with severe consequences, and 2 register only the information related to the LRT traffic lights.

It could be beneficial to establish a standardized more detailed codification, taking as an example the French [16] or American [17] cases. This would provide the possibility

che lo fanno solo per incidenti con gravi conseguenze, e 2 registrano solo le informazioni relative al segnalamento LRT.

Potrebbe essere utile stabilire una codifica standardizzata più dettagliata, prendendo come esempio il caso francese [16] o americano [17]. Questo offrirebbe la possibilità di giungere a conclusioni migliori basate su dati incidentali aggregati provenienti da tutti gli enti LRT spagnoli.

Descrizione dell'incidente

Ogni agenzia raccoglie informazioni circa:

- il tipo di incidente: collisione con veicolo, collisione con pedone, ecc.;
- il tipo di terze parti: pedone, bicicletta, moto, autobus, ecc.;
- la causa dell'incidente: svolta proibita a sinistra, passaggio con semaforo rosso, ecc.;
- la responsabilità dell'incidente (propria o esterna), anche se una delle agenzie specifica questi dati solo se è ovvio, e non vi è un campo specifico nel modulo del report per queste informazioni;
- il nome o il numero dell'operatore LRV (identificazione dell'operatore);
- una spiegazione dettagliata dell'incidente.

Questi dati coprono le categorie "Classificazione Incidente" (livello evento/categoria/tipo, modo collisione, descrizione del livello locale), "Descrizione delle parti coinvolte" (categoria parte coinvolta/descrizione) e "Descrizioni generali" (descrizione incidente/passeggero/altro veicolo/azione/altra azione/evento) della classificazione campi dati DNT effettuata nella tabella 5 di [15], anche se sarebbe interessante un'omogeneizzazione del tipo di incidenti e di cause di incidente.

Otto su 12 intervistati raccolgono sempre la velocità LRV al momento dell'incidente. Gli altri 4 lo fanno se è pertinente (1) o se si tratta di un incidente grave (3). La metà degli intervistati (6) indica l'avanzamento nominale del LRT nel luogo dell'incidente. 5 annotano l'ora di turno del conducente LRT (cioè, da quanto tempo l'operatore è stato alla guida nel momento in cui si verifica l'incidente).

Condizioni esterne/meteo

La metà delle organizzazioni (6) specifica il momento della giornata in cui l'incidente accade (giorno/notte/alba / tramonto), le condizioni atmosferiche (pioggia/sole/nebbia/ecc.), e le condizioni del binario (foglie sul binario, erba tagliata recentemente, ecc.). Inoltre, un'agenzia LRT annota la visibilità nel luogo dell'incidente. Questi dati coprono parzialmente la categoria "Fattori ambientali" (solo le parti corrispondenti agli agenti atmosferici e l'illuminazione) della classificazione campi dati DNT effettuata nella tabella 5 di [15], anche se mancano le "Condizioni del Diritto di Precedenza / Configurazione / Tipo" (cioè, il tipo di interazione urbana del sistema LRT).

In questa sezione, una delle agenzie registra il tipo di struttura (pendio, curva, dritta, ecc.). Questo riguarda-

of making better conclusions based on aggregated accident data from all the Spanish LRT agencies.

Accident description

Every agency collects information about:

- the type of accident: collision with vehicle, collision with pedestrian, etc.;
- the kind of third party: pedestrian, bicycle, motorcycle, bus, etc.;
- the accident cause: forbidden left-turn, passing red light, etc.;
- the responsibility of the accident (own or external), although one of the agencies only specifies this data if it is obvious, and there is not a specific field in the report form for this information;
- the name or number of the LRV operator (operator's identification);
- a detailed explanation of the accident.

This data covers the categories "Incident Classification" (event level/category/type, collision manner, local level description), "Description of Involved Parties" (involved party category/description) and "General Descriptions" (incident/passenger/other vehicle/action/other action/event description) of the NTD data fields' classification made in table 5 of [15], although a homogenization of the type of accidents and of accident causes would be interesting.

Eight of the 12 respondents always collect the LRV speed in the moment of the accident. The other 4 do so if it is relevant (1) or if it is a severe accident (3). Half of the respondents (6) indicate the nominal headway of the LRT in the place of the accident. And 5 write down the LRT driver's shift hour (it is, how long the operator has been driving for when the accident happens).

External/weather conditions

Half of the agencies (6) specify the moment of the day when the accident happens (day/night/dawn/dusk), the weather conditions (rainy/sunny/foggy/etc.), and the track conditions (leaves on track, recently cut grass, etc.). Additionally, one LRT agency notes the visibility in the location of the accident. This data covers partially the category "Environmental Factors" (only the parts corresponding to weather and lighting) of the NTD data fields' classification made in table 5 of [15], although the "Right of Way Conditions/Configuration/Type" (it is, the kind of urban insertion of the LRT system) is missing.

In this section, one of the agencies registers the type of layout (slope, curve, straight, etc.). This would cover the "Alignment Type" of the NTD data fields' classification made in table 5 of [15]. It could be of use that all the agencies include this information in their reports.

Alterations in operation

All the LRT agencies (12) specify: the duration of alter-

rebbe il “Tipo di percorso” della classificazione campi dati DNT effettuato nella tabella 5 di [15]. Potrebbe essere utile che tutte le agenzie includano queste informazioni nei loro report.

Alterazioni in esercizio

Tutte le agenzie LRT (12) specificano: la durata delle alterazioni in esercizio in caso accadano; se LRV deve essere messo fuori servizio ed il motivo; se è necessario stabilire servizi parziali; e se vi sono corse perse. Inoltre, due agenzie annotano ritardi dei servizi e uno registra il numero di passeggeri interessati se è questo il caso.

Informazioni su terzi

Nel caso in cui l'incidente coinvolga un veicolo stradale come terzi, tutte le agenzie LRT registrano il tipo di veicolo e il numero di targa. Dieci su 12 intervistati registrano il nome del conducente coinvolto, 9 annotano se è presente una dichiarazione concordata dei fatti relativi all'incidente, 11 classificano i danni visibili del veicolo (minori, medi o elevati) mentre l'altro descrive solo i danni ma non fa nessuna classificazione. Inoltre, 2 agenzie effettuano una valutazione dei danni, mentre un'altra include fotografie.

Questi dati coprono la categoria “Informazioni di Contatto” (nome, numero di telefono, titolo, e-mail) della classificazione campi dati DNT effettuata nella tabella 5 [15].

Gravità del danno al LRV

Undici su 12 intervistati fanno una classificazione dei danni all'LRV (minori, medi o maggiori) nel report, mentre uno solo descrive i danni ma senza effettuare una classificazione. Tutti indicano le posizioni dei danni (parte anteriore, lato sinistro del veicolo, ecc.). Inoltre, una delle agenzie include il report del servizio di manutenzione, mentre l'altra include le fotografie dei danni. Questi dati coprono parzialmente la categoria (completata con la sezione seguente) “Conseguenze dell'incidente” (solo le parti relative ai danni a beni LRT) della classificazione campi dati DNT effettuata nella tabella 5 di [15].

È importante notare che i criteri per la classificazione dei danni all'LRV come minori, medi o maggiori sono probabilmente diversi tra le agenzie. Pertanto, in caso di unificazione di raccolta dati di incidenti LRT spagnoli in un unico database, questo dovrebbe essere un punto importante da specificare al fine di ottenere dati omogenei.

Lesioni personali

In relazione alle lesioni personali, ogni organizzazione registra il nome, numero di telefono, carta di identità, età, sesso, parti del corpo ferite, posizione della persona lesa al momento dell'incidente (all'interno del LRV, all'interno del veicolo stradale, ecc.) e l'ospedale in cui viene trasferita la persona, se è questo il caso. Tutte queste informazioni sono conservate seguendo i requisiti di legge sulla protezione dei dati. Questi dati coprono parzialmente la categoria (completata con la sezione precedente) “Conseguenze dell'incidente” (le parti relative alla quantità di lesioni e il numero di vittime) della classificazione campi dati DNT effettuata nella tabella 5 di [15].

ations in operation in case they happen; if the LRV needs to be taken out of service and the reason; if it is necessary to establish partial services; and if there are lost trips. In addition, two agencies note delays of the services and one registers the number of affected passengers if that is the case.

Information about third parties

In the case that the accident involves a road vehicle as a third party, all the LRT agencies register the type of vehicle and the plate number. Ten of the 12 respondents register the name of the involved driver; 9 note if there is an agreed statement of facts related to the accident, 11 classify the visible damages of the vehicle (as low, medium or high) while the other only describes the damages but makes no classification. Additionally, 2 agencies make an assessment of damages while another includes photographs.

This data covers the category “Contact Info” (name, phone number, title, e-mail) of the NTD data fields classification made in table 5 of [15].

Severity of the damage to the LRV

Eleven of the 12 respondents make a classification of damage to the LRV (as low, medium or high) in the report, while one only describes the damage but makes no classification. All indicate the locations of damage (front, left side module, etc.). In addition, one of the agencies includes the report from the maintenance service, while another includes photographs of the damage. This data covers partially (completed with the following section) the category “Consequences of Incident” (only the parts related to LRT property damage) of the NTD data fields' classification made in table 5 of [15].

It is important to note that the criteria for classifying the LRV damage as low, medium or high are probably different among the agencies. Therefore, in case of unifying the Spanish LRT accidents' data collection to a unique database, this should be an important point to specify in order to get homogeneous data.

Personal injuries

In relation to personal injuries, every agency registers the name, phone number, identity number, age, gender, injured parts of the body, location of the injured person at the moment of the accident (inside the LRV, inside the road vehicle, etc.), and the hospital to which the person is transferred if that is the case. All this information is kept following the requirements of the data protection law. This data covers partially (completed with the previous section) the category “Consequences of Incident” (the parts related to number of injuries and number of fatalities) of the NTD data fields' classification made in table 5 of [15].

Eleven respondents classify the severity of the injuries (as low, medium or high), one of them after the opinion of the medical services. The other respondent does not classify the injuries, although they are described. Once again, this field could be difficult to homogenize, as the criteria for

Undici intervistati classificano la gravità delle lesioni (minori, medie o maggiori), uno di loro dopo il parere dei servizi medici. L'altro intervistato non classifica le lesioni, anche se sono descritte. Ancora una volta, questo campo potrebbe essere difficile da omogeneizzare, giacché i criteri per la classificazione delle lesioni sono probabilmente diversi tra le agenzie.

Coinvolgimento dei servizi di emergenza

Dieci su 12 intervistati tengono traccia del coinvolgimento della polizia, pompieri o ambulanze. Metà di loro annota l'ora di arrivo e partenza di polizia e vigili del fuoco. Otto agenzie registrano l'ora di arrivo dell'ambulanza se è questo il caso, e sei di loro l'ora della sua partenza. Inoltre, un'agenzia specifica se è stata necessaria la difesa civile.

Esposizione al rischio

Inoltre, il dettaglio dei dati operativi (circa la velocità commerciale, produzione in veicoli-chilometri, occupazione, ecc.) è sempre disponibile, poiché tutte le reti hanno sistemi per facilitare le operazioni di registrazione di una grande quantità di parametri di esercizio. Sono inoltre disponibili le statistiche di questi parametri con il modulo statistico di ogni sistema. Questi dati coprono la categoria "Esposizione al Rischio" (viaggio passeggero, ricavi veicolo miglia/ore, conteggio corse settimanale, conteggio volume) della classificazione campi dati DNT effettuata nella tabella 5 di [15].

Tuttavia, non sono generalmente disponibili i dati di esposizione esterni all'Agenzia LRT, come ad esempio il livello di traffico stradale o pedonale nella zona. In alcuni casi queste informazioni potrebbero essere interessanti al fine di trarre conclusioni sulle cause principali e le conseguenze di incidenti. Tuttavia, sarebbe necessario coinvolgere il Consiglio Comunale nel processo di riempimento del report di incidente al fine di ottenere questo tipo di dati, attività questa che non sembra essere facile.

Informazioni aggiuntive

In relazione alle informazioni aggiuntive, tutte le agenzie LRT hanno sistemi di videoregistrazione all'interno della LRV e nove su dodici hanno la videosorveglianza anche lungo i binari (solo uno di loro nelle stazioni).

In generale, il rapporto di copertura di quest'ultimo sistema è di circa 90-100%. Tutte le agenzie eccetto una considerano le immagini disponibili dalla video sorveglianza in caso di incidente, anche se una di loro specifica che "solo se il luogo è coperto da TVCC". Queste immagini sono molto utili per l'analisi delle cause degli incidenti e hanno migliorato il processo di formazione degli operatori LRV, poiché è possibile mostrare casi reali di comportamenti di guida rischiosi.

In generale, vengono recuperate le riprese dai sistemi di registrazione video nei seguenti casi: incidenti; cadute di passeggeri; aggressioni ai passeggeri; interventi di ispettori dove è prevista una richiesta di indennizzo; sorpasso della posizione di fermata prescritta prima di un'intersezione; atti di vandalismo; la richiesta di protezione

classifying the injuries are probably different among the agencies.

Emergency services involvement

Ten of the 12 respondents keep records about the involvement of police, fire brigade or ambulances. Half of them note the police and fire brigade arrival and departure time. Eight agencies keep records of the ambulance arrival time if that is the case, and six of them about its departure time. In addition, one agency specifies if the action of civil defense has been needed.

Exposure to risk

Additionally, detailed operational data (about commercial speed, production in vehicle-kilometers, occupation, etc.) is always available, as all the networks have systems to aid operations that register a large amount of operating parameters. Statistics of these parameters are also available with the statistical module of each system. This data covers the category "Exposure to Risk" (passenger trips, vehicle revenue miles/hours, weekly trip count, volume count) of the NTD data fields classification made in table 5 of [15].

Nevertheless, exposure data external to the LRT agency, such as the level of road or pedestrian traffic in the zone, is not usually available. This information could be interesting in some cases in order to make conclusions about root causes and contributing factors of accidents. Nevertheless, it would be necessary to involve the city council in the process of filling in the accident report in order to get this kind of data, which does not seem to be easy.

Additional information

In relation to additional information, all the LRT agencies have video recording systems inside the LRVs, and nine of twelve have video surveillance along the tracks as well (one of them only at stations). In general, the coverage ratio of this last system is around 90-100%. All agencies but one consider the images available from video surveillance in the case of an accident, although one of them specifies that "only if the place is covered by CCTV". These images are very useful for the analysis of the causes of the accidents and they have improved the LRV operators' training process, as real cases of risky driving behaviors can be shown.

In general, footage from video recording systems are recovered in the following cases: accidents; passenger falls; assaults on passengers; inspectors interventions where a claim is foreseen; overtake of the prescribed stop location before an interlocking; vandalism; at the request of security forces (local/state); user complaints; incidents affecting the line (derailment or any major system failures on traffic lights, interlocking, etc.); LRV operators training; and special maintenance actions.

On the other hand, every LRT agency uses the information contained in black boxes in case of accident to analyze the reaction of the LRV operator and to know which the speed of the LRV was at the moment of the accident. Never-

delle forze di sicurezza (locali/statali); reclami degli utenti; incidenti che interessano la linea (deragliamenti o eventuali guasti gravi di sistema su semafori, ad intersezioni, ecc.); formazione degli operatori LRV e azioni di manutenzione speciali.

D'altra parte, ogni agenzia LRT utilizza le informazioni contenute nelle scatole nere in caso di incidente per analizzare la reazione dell'operatore LRV e sapere qual era la velocità del LRV al momento dell'incidente. Tuttavia, sette di loro specificano che agiscono così solo per gli incidenti che causano gravi danni e altre due per gli incidenti con danni personali o materiali. Inoltre, la metà delle agenzie (6) analizza sistematicamente le informazioni della "scatola nera" per controllare le pratiche di guida e se siano rispettati i limiti di velocità.

Le informazioni dalla "scatola nera" sono generalmente estratte manualmente, anche se una delle agenzie è in grado di ottenere i dati tramite connessione Wi-Fi. In genere, le informazioni registrate nel sistema della "scatola nera" sono le seguenti: vigilanza del conducente; alimentazione elettrica diretta; freno di emergenza; freno di servizio; freno elettromagnetico; avvisatore acustico; campanello; retromarcia M1 (marcia indietro con cabina 1 attiva); retromarcia M2 (marcia indietro con cabina 2 attiva); manipolatore di guida M1; manipolatore di guida M2; cabina attiva M1; cabina attiva M2; controllo centrale della porta; sistema di controllo del circuito porte; maniglie di emergenza; velocità; distanza.

Tutte le agenzie LRT utilizzano fotografie scattate dopo l'incidente come ulteriori informazioni, anche se la metà di loro lo fanno solo quando l'incidente porta a gravi danni.

Riepilogo dei dati raccolti

La tabella 1 mostra una sintesi dei dati raccolti in Spagna e un confronto in relazione a Francia e Stati Uniti.

3.2.4. Dati di frenata d'emergenza

L'applicazione di frenata di emergenza conduce spesso ad un incidente per un passeggero all'interno del LRV, che deve essere segnalato. Tuttavia, anche se non è questo il caso, i dati di frenata d'emergenza possono essere una buona fonte d'informazioni sui punti problematici della rete dove, per fortuna, non si sono ancora verificati incidenti (è un indicatore di incidente mancato).

Nove su dodici intervistati registrano la frenata d'emergenza, di solito tramite una chiamata dell'operatore LRV al centro di controllo, dove lui/lei fa una dichiarazione dei fatti registrata in un database o un foglio di lavoro. In generale, i dati registrati sono meno dettagliati che in caso di incidente reale. Le nove agenzie LRT che registrano la frenata d'emergenza annotano data, ora, posizione, binario, unità, operatore LRV, causa, tipologia di terzi, una descrizione della situazione e chi è responsabile (LRT o terzi). Solo alcune delle agenzie registrano ulteriori informazioni: velocità LRV (3 agenzie), le immagini da video sorveglianza (4), informazioni dalla scatola nera (3, una di loro solo se è possibile).

theless, seven of them specify that they do so only for accidents that cause severe damage, and two other for accidents with personal or material damage. Additionally, half of the agencies (6) analyze black box information systematically to control driving practices and if the speed limits are being respected.

The information from the black box is generally extracted manually, although one of the agencies can get the data via Wi-Fi connection. Typically, the information registered in the black box system is the following: dead man's switch; direct electricity supply; emergency brake; service brake; electromagnetic brake; horn; bell; reverse M1 (running backwards with cabin 1 active); reverse M2 (running backwards with cabin 2 active); M1 driving joystick; M2 driving joystick; active cabin M1; active cabin M2; door central control; door loop control system; emergency handles; speed; distance.

All the LRT agencies use photographs taken after the accident as additional information, although half of them do so only when the accident leads to severe damages.

Summary of data collected

A summary of data collected in Spain and a comparison in relation to France and USA is made in table 1.

3.2.4. Emergency braking data

The application of emergency braking often leads to a passenger accident inside the LRV, which has to be reported. Nevertheless, even if this is not the case, emergency braking data can be a very good source of information about problematic points in the network where, fortunately, accidents have not happened yet (it is a near-miss indicator).

Nine of the twelve respondents register the emergency braking, usually by a call of the LRV operator to the control center, where he/she makes a statement of the facts that is registered in a database or a spreadsheet. In general, data recorded is less detailed than in the case of a real accident. The nine LRT agencies who register emergency braking note the date, time, location, track, unit, LRV operator, cause, kind of third party, a description of the situation, and who is responsible (third party or LRT). Additional information is only registered by some of the agencies: LRV speed (3 agencies), images from video surveillance (4), black box information (3, one of them only if it is possible).

The nine LRT agencies who register data about emergency braking take them into account to determine the risky points of their networks.

3.3. Accidents' data processing and analysis in Spain

All the LRT agencies have specific procedures to continuously improve the safety of their networks with corrective actions in the light of accidents' data collected. Neverthe-

TABELLA 1 – TABLE 1

Riepilogo dei dati raccolti
Summary of data collected

Categoria di dati Category of data	Dati raccolti Data collected	Spagna Spain	Francia France	USA
Informazioni generali sull'incidente General data about the accident	Data, ora, luogo, direzione del traffico, linea, identificazione LRV Date, time, location, direction of traffic, line, LRV identification	Si Yes	Si Yes	Si Yes
	Codificazione omogenea delle parti della linea Homogeneous codification of parts of the line	No ^a	Si ^b Yes ^b	Si ^c Yes ^c
	Informazioni segnalamento Traffic light information	1/12 ^d 5/12 ^e 2/12 ^f	Si Yes	Si Yes
Descrizione incidente Crash description	Tipo d'incidente, tipologia terzi, causa incidente, responsabilità, identificazione dell'operatore, spiegazione dettagliata Type of accident, kind of third party, accident cause, responsibility, operator's identification, detailed explanation	12/12	Si Yes	Si ^g Yes ^g
	Classificazione omogenea dei tipi di eventi Homogeneous classification of types of events	No	Si Yes	Si Yes
	Velocità LRV LRV speed	8/12 ^h 1/12 ⁱ 3/12 ^j	Si Yes	Si Yes
Condizioni esterne/meteo External/weather conditions	Momento della giornata, condizioni meteo, condizioni del binario Moment of the day, weather conditions, track conditions	6/12	Si Yes	Si Yes
Alterazioni in esercizio Alterations in operation	Durata, LRV fuori servizio, servizi parziali, viaggi perduti Duration, LRV out of service, partial services, lost trips	12/12	-	Si Yes
Informazioni su terzi Information about third parties	Tipo di veicolo e numero targa Type of vehicle and plate number	12/12	Si Yes	Si Yes
Gravità del danno al LRV Severity of damage to the LRV	Classificazione dei danni (minori/medi/rilevanti) – necessita omogeneizzazione Classification of damage (low/medium/high) – needs homogenization	12/12	Si Yes	Si Yes
Lesioni personali Personal injuries	Identificazione delle persone e classificazione della gravità (bassa/media/alta) – necessita omogeneizzazione Identification of persons and classification of severity (low/medium/high) – needs homogenization	11/12 ^k	Si Yes	Si Yes
Coinvolgimento dei servizi di emergenza Emergency services involvement	Coinvolgimento della polizia, pompieri e/o ambulanze Involvement of police, fire brigade and/or ambulances	12/12	Si Yes	-
Esposizione al rischio Exposure to risk	Esposizione interna al rischio (produzione in veicoli-chilometri, occupazione, ecc.) Internal exposure to risk (production in vehicle-kilometers, occupation, etc.)	12/12	Si	Si Yes
	Esposizione esterna al rischio (volume di traffico stradale, traffico pedonale, ecc.) Internal exposure to risk (production in vehicle-kilometers, occupation, etc.)	No	No	No
Informazioni aggiuntive Additional information	Registrazione video Video recording	12/12	Si Yes	Si ^l Yes ^l
	Scatole nere (registratore di eventi) Black boxes (event recorder)	12/12	Si Yes	Si ^m Yes ^m
	Fotografie Photographs	12/12	Si Yes	Si Yes

^a 9/12 intervistati con codificazione, ma non approfondita e/o coerente. 9/12 respondents with codification, but not thorough and/or coherent.

^b codifica francese molto dettagliata (si veda [16]). French codification very detailed (see [16]).

^c codifica USA relativa al tipo di allineamento, passaggio a livello e controllo intersezione. USA codification related to alignment type, grade crossing and intersection control.

^d 1/12 intervistati registra sempre informazioni su semafori. 1/12 respondents always registers information about traffic lights.

^e 5/12 intervistati registrano informazioni su semafori per incidenti con gravi conseguenze. 5/12 respondents register information about traffic lights for accidents with severe consequences.

^f 2/12 intervistati registrano informazioni solo sui semafori LRT. 2/12 respondents register information only about LRT traffic lights.

^g Sì, tranne che per la responsabilità. Yes, except for responsibility.

^h 8/12 intervistati registrano sempre informazioni circa la velocità LRV. 8/12 respondents always register information about LRV speed.

ⁱ 1/12 intervistati registra le informazioni sulla velocità LRV "solo se è rilevante". 1/12 respondents registers information about LRV speed "only if it is relevant".

^j 3/12 intervistati registrano informazioni circa la velocità LRV solo se si tratta di un grave incidente. 3/12 respondents register information about LRV speed only if it is a severe accident

^k un intervistato non fa una classificazione, ma una descrizione delle lesioni personali. One respondent does not make a classification but a description of personal injuries.

^l non tutte le agenzie LRT USA utilizzano filmati da registrazione video. Not every USA LRT agency uses footage from video recording.

^m non tutte le agenzie LRT USA utilizzano dati dai registratori di eventi. Not every USA LRT agency uses data from event recorders.

Le nove agenzie LRT che registrano i dati relativi alla frenata di emergenza li prendono in considerazione per determinare i punti rischiosi delle loro reti.

3.3. Elaborazione e analisi dati degli incidenti in Spagna

Tutte le agenzie LRT hanno procedure specifiche per migliorare continuamente la sicurezza delle loro reti con azioni correttive alla luce dei dati degli incidenti raccolti. Tuttavia, per quanto riguarda la raccolta di dati degli incidenti, le procedure come pure la definizione di alcuni termini sono diverse per ogni agenzia. Questa sezione espone in modo aggregato le risposte al sondaggio relativo al trattamento dei dati e all'analisi.

3.3.1. Flusso delle informazioni

Una volta che i dati d'incidente sono registrati presso l'ufficio, solo alcuni membri del personale sono autorizzati ad accedervi. Le agenzie LRT generano un report che, nella maggior parte dei casi (6 intervistati su 10 su questa domanda), è solo per uso interno, anche se due agenzie inoltrano questo documento all'Autorità dei Trasporti Locali, e ulteriori due all'Autorità dei Trasporti Regionali.

3.3.2. Indicatori

Alle agenzie LRT sono state chieste informazioni sui tipi di indicatori che calcolano sulla base dei dati di incidenti. Le risposte sono riassunte nelle seguenti sezioni organizzate per tipo di indicatore.

• Indicatori globali

La tabella 2 contiene le risposte fornite dalle dodici agenzie in relazione al calcolo degli indicatori globali. Per ogni indicatore alle agenzie si chiede se lo calcolano periodicamente e, nel caso in cui così non fosse, se hanno i dati disponibili per farlo. Il numero effettivo dei rispondenti a ciascuna domanda è specificato nella tabella, poiché non tutte le agenzie hanno risposto a tutte le domande.

In sintesi, gli indicatori più comuni che quasi ogni agenzia LRT calcola sono: il numero totale di eventi, il numero di eventi per tipo, gli eventi per chilometro percorso, il numero di eventi gravi, il numero di morti e il numero di persone ferite.

È importante notare che il significato di ogni termine non è omogeneo tra tutte le agenzie. Questo fatto è particolarmente importante per la definizione di "evento", giacché cinque delle agenzie considerano la collisione con terzi (veicolo, bicicletta, pedone), ma non includono le collisioni tra LRV, deragliamenti, cadute all'interno della LRV, ecc. D'altro canto, tre agenzie considerano sia le collisioni con terzi che gli altri tipi di eventi. Infine, due agenzie LRT considerano ogni incidente come un evento (anche quelli senza gravi conseguenze).

Ci sono anche differenze nella definizione di eventi gravi. Sette agenzie li definiscono come eventi con morti o persone gravemente ferite, mentre due di loro conside-

less, as for accidents' data collection, the procedures and even the definition of some terms are different for each agency. In this section the answers to the survey related to data processing and analysis are presented in an aggregated manner.

3.3.1. Information flow

Once the accident data is registered in the office, only some authorized staff has access to it. The LRT agencies generate a report that in most cases (6 of 10 respondents to this question) is only for internal use, although two agencies forward this document to the Local Transport Authority, and an additional two to the Regional Transport Authority.

3.3.2. Indicators

The LRT agencies have been asked about the kinds of indicators that they calculate based on accidents data. The answers are summarized in the following sections organized by type of indicator.

• Global indicators

Table 2 contains the answers given by the twelve agencies in relation to the calculation of global indicators. For each indicator the agencies are asked if they calculate it periodically, and, in the case that they do not, if they have the data available for doing so. The actual number of respondents to each question is specified in the table, as not all the agencies answered all the questions.

As a summary, the more common indicators that almost every LRT agency calculates are: the total number of events, the number of events by type, the events per kilometer run, the number of serious events, the number of fatalities and the number of injured people.

It is important to note that the meaning of each term is not homogeneous among all the agencies. This fact is especially important for the definition of "event", as five of the agencies consider collision with third party (vehicle, bicycle, pedestrian) but do not include collisions between LRVs, derailments, falls inside the LRV, etc. On the other hand, three agencies consider both collisions with third parties and the other kinds of events. Finally, two LRT agencies consider every incident as an event (even those without severe consequences).

There are differences in the definition of serious events as well. Seven agencies define them as events with fatalities or seriously injured people, while two of them consider any event with fatalities, five or more seriously injured, severe consequences to rolling stock, infrastructure or environment. Nevertheless, there is a consensus in the definition of seriously injured people: the 8 actual respondents to this question answered "people who remain in the hospital for more than 24 hours".

Finally, the definition of victim (affected person) is consistent among the 8 actual respondents. All the LRT agen-

Indicatori globali
Global indicators

Indicatore <i>Indicator</i>	Numero effettivo di rispondenti <i>Actual number of respondents</i>	Calcolato periodicamente? <i>Calculated periodically?</i>		
		Si Yes	No No	Se NO, vi sono dati disponibili per il suo calcolo? <i>If NO, is data available for its calculation?</i>
Numero totale di eventi <i>Total number of events</i>	12	11	1	1
Numero di eventi per tipo di evento <i>Number of events by type of event</i>	10	10	0	-
Eventi per chilometro percorso <i>Events per kilometer run</i>	12	12	0	-
Numero di eventi gravi <i>Number of serious events</i>	12	10	2	2
Eventi gravi per chilometro percorso <i>Serious events per kilometer run</i>	12	5	7	7
Collisioni per chilometro percorso <i>Collisions per kilometer run</i>	12	8	4	2 (gli altri 2 non hanno risposto) <i>2 (the other 2 did not answer)</i>
Numero di infortuni mortali <i>Number of fatalities</i>	12	10	2	2
Numero di persone gravemente ferite <i>Number of seriously injured people</i>	12	8	4	3
Numero di persone ferite <i>Number of injured people</i>	11	10	1	1
Numero di vittime (lesioni e/o decessi) <i>Number of victims (injuries and/or fatalities)</i>	12	5	7	6
Numero di vittime (passeggeri) <i>Number of victims (passengers)</i>	12	1	11	8
Numero di vittime (terzi) <i>Number of victims (third parties)</i>	12	1	11	8
Gravemente feriti per chilometro percorso <i>Seriously injured per kilometer run</i>	12	5	7	7
Feriti all'interno del LRV per chilometro percorso <i>Injured inside LRV per kilometer run</i>	12	2	10	8
Numero di incidenti per incrocio <i>Number of accidents per crossroad</i>	12	1	11	11
Vittime (passeggeri) per viaggio <i>Victims (passengers) per trip</i>	12	0	12	10
Vittime (terzi) per viaggio <i>Victims (third parties) per trip</i>	12	0	12	9
Decessi per viaggio <i>Fatalities per trip</i>	12	0	12	12
Eventi per viaggio <i>Events per trip</i>	12	0	12	12
Eventi per passeggero-chilometro <i>Events per passenger-kilometer</i>	12	0	12	12
Vittime (passeggeri) per passeggero-chilometro <i>Victims (passengers) per passenger-kilometer</i>	12	0	12	9

rano qualsiasi evento con morti, cinque o più feriti gravi, gravi conseguenze per il rotabile, infrastrutture o ambiente. Tuttavia, vi è un consenso nella definizione di persone gravemente ferite: 8 degli intervistati effettivi a questa domanda hanno risposto “persone che rimangono in ospedale per più di 24 ore”.

Infine, la definizione di vittima (persona interessata) è in armonia tra gli 8 intervistati effettivi. Tutte le agenzie

consider any person involved in an event, regardless the consequences, although two of them specify that drivers are usually not included.

On the other hand, all the agencies who have answered this question (11) include non-commercial kilometers (those made inside the depot or when running without passengers towards the terminus) in the kilometers run. LRT agencies from Portugal and Czech Republic

LRT considerano qualsiasi persona coinvolta in un evento, indipendentemente dalle conseguenze, anche se due di loro specificano che i conducenti non sono solitamente inclusi.

D'altra parte, tutte le agenzie che hanno risposto a questa domanda (11) includono i chilometri non commerciali (quelli fatti all'interno del deposito, o quando in marcia senza passeggeri verso il capolinea) nei chilometri percorsi. Le agenzie LRT del Portogallo e della Repubblica Ceca lo fanno, ma fa la differenza con alcuni altri paesi europei come la Francia, Ungheria, Italia, Irlanda o Svizzera [18].

• Indicatori geografici

La tabella 3 è simile alla tabella 2, ma correlata agli indicatori geografici. In sintesi, gli indicatori geografici sono calcolati da alcune agenzie LRT, ma non dalla maggior parte di loro. Tuttavia, in generale sono disponibili i dati per questo calcolo.

In ogni caso, le agenzie analizzano gli incidenti al fine di rilevare i punti particolarmente rischiosi e in seguito, per migliorare la sicurezza, analizzano le cause specifiche d'incidenti in ogni particolare incrocio. Ciononostante, in generale, non sono così interessati a sapere se un tipo di confi-

do so, but it makes a difference with some other European countries as France, Hungary, Italy, Ireland or Switzerland [18].

• Geographical indicators

Table 3 is similar to table 2, but related to geographical indicators. As a summary, geographical indicators are calculated by some LRT agencies, but not by the most of them. Nevertheless, the data for this calculation is available in general.

In any case, the agencies analyze the accidents in order to detect particularly risky points and they analyze afterwards the specific causes of accidents in each particular intersection to improve safety. Nevertheless, they are not so interested, in general, in knowing if one type of intersection configuration is more or less safe than another, or if one type of accident leads to more injured people. They aim to eliminate risky points of their networks (reinforcing signaling, making changes in traffic light regulation, promoting educational campaigns or with any other measure available) so that accidents do not happen.

TABELLA 3 – TABLE 3

Indicatori geografici
Geographical indicators

Indicatore <i>Indicator</i>	Numero effettivo di rispondenti <i>Actual number of respondents</i>	Calcolato periodicamente? <i>Calculated periodically?</i>		
		Si Yes	No No	Se NO, vi sono dati disponibili per il suo calcolo? <i>If NO, is data available for its calculation?</i>
Numero di incidenti per tipo di incrocio <i>Number of accidents per type of crossroad</i>	12	1	11	9
Distribuzione di collisioni per tipo di luoghi <i>Distribution of collisions by type of places</i>	12	1	11	9
Distribuzione di vittime di collisioni per tipo di luoghi <i>Distribution of victims of collisions by type of places</i>	12	0	12	10
Distribuzione di collisioni con i pedoni per tipo di luoghi <i>Distribution of victims of collisions by type of places</i>	12	0	12	10
Distribuzione di feriti gravi in collisioni con i pedoni per tipo di luoghi <i>Distribution of serious victims in collisions with pedestrians by type of places</i>	12	0	12	10
Rischio di collisione per tipo di luoghi di collisione <i>Risk of collision by type of places of collision</i>	12	0	12	10
Rischio di vittime per tipo di luoghi di collisione <i>Risk of victims by type of places of collision</i>	12	0	12	10
Rischio di grave collisione per tipo di luoghi di collisione <i>Risk of serious collision by type of places of collision</i>	12	0	12	10
Distribuzione territoriale degli eventi su linee <i>Spatial distribution of events on lines</i>	12	4	8	8
Distribuzione territoriale degli eventi <i>Spatial distribution of events</i>	12	4	8	6
Distribuzione territoriale delle vittime <i>Spatial distribution of victims</i>	12	2	10	8
Rischio di collisione per livello di traffico agli incroci <i>Risk of collision by traffic level at crossroads</i>	12	0	12	0

gurazione d'intersezione è più o meno sicuro rispetto ad un altro, o se un tipo di incidente porta a più feriti. Lo scopo è eliminare i punti rischiosi delle loro reti (rafforzando il segnalamento, apportando modifiche alla regolazione del semaforo, promuovendo campagne educative o con qualsiasi altra misura disponibile) affinché non avvengano incidenti.

• Indicatori tipologici

La tabella 4 è simile alla tabella 2, ma correlata agli indicatori tipologici. In sintesi, gli indicatori calcolati più spesso tra le agenzie LRT sono le distribuzioni relative degli eventi per tipi e la distribuzione di collisioni per cause.

Tuttavia, la classificazione dei tipi di eventi è diversa tra le agenzie. Cinque di loro distinguono le collisioni con veicolo (auto, autocarri, biciclette) e le collisioni con pedoni. Due considerano colpi/escoriazioni con pedoni, biciclette, ecc. Inoltre, due differenziano tra incidenti e scontri, anche se non forniscono una definizione di questi termini. Infine,

• Typological indicators

Table 4 is similar to table 2, but related to typological indicators. As a summary, the indicators calculated more often among the LRT agencies are the relative distributions of events by types and the distribution of collisions by causes.

Nevertheless, the classification of types of events is different among the agencies. Five of them distinguish collisions with vehicle (car, truck, bicycle) and collisions with pedestrians. Two consider hits/grazes with pedestrians, bicycles, etc. In addition, two differentiate between accidents and incidents, although they do not give a definition of these terms. Finally, two agencies classify the accidents among collisions with vehicles/pedestrians, derailments and falls inside the LRV.

In the same way, the causes of collisions are classified in a different manner by different LRT agencies. Three of

TABELLA 4 – TABLE 4

Indicatori tipologici Typological indicators

Indicatore <i>Indicator</i>	Numero effettivo di rispondenti <i>Actual number of respondents</i>	Calcolato periodicamente? <i>Calculated periodically?</i>		
		Si <i>Yes</i>	No <i>No</i>	Se NO, vi sono dati disponibili per il suo calcolo? <i>If NO, is data available for its calculation?</i>
Collisioni con pedoni per chilometro <i>Collisions with pedestrians per kilometer</i>	12	5	7	7
Distribuzione relativa di eventi per tipi <i>Relative distribution of events by types</i>	12	6	6	6
Distribuzione relativa di vittime per tipi d'incidente <i>Relative distribution of victims by types of accident</i>	12	2	10	10
Distribuzione relativa di vittime gravi per tipi d'incidente <i>Relative distribution of victims by types of accident</i>	12	2	10	10
Distribuzione relativa di vittime passeggeri per tipi d'incidente <i>Relative distribution of passenger victims by types of accident</i>	12	2	10	10
Proporzione di eventi gravi <i>Proportion of serious events</i>	12	2	10	10
Proporzione di vittime di eventi gravi <i>Proportion of victims of serious events</i>	12	2	10	10
Distribuzione degli eventi per mese dell'anno <i>Distribution of events by month of the year</i>	12	5	7	7
Distribuzione degli eventi per tipo di giorno (giorni lavorativi, fine settimana, vacanze) <i>Distribution of events by type of day (working days, weekends, holidays)</i>	12	3	9	7
Distribuzione degli eventi per orario del giorno (ora di punta, non di punta) <i>Distribution of events by period of day (peak, off-peak)</i>	12	3	9	7
Distribuzione degli eventi per condizioni meteorologiche (visibilità, pioggia, neve, vento, temperature basse, ecc.) <i>Distribution of events by weather conditions (visibility, rain, snow, wind, low temperatures, etc.)</i>	12	2	10	3
Distribuzione di collisioni per cause <i>Distribution of collisions by causes</i>	12	8	4	4

due agenzie classificano gli incidenti tra collisioni con veicoli/pedoni, deragliamenti e cadute all'interno della LRV.

Allo stesso modo, le cause di collisioni sono classificate in modo differente dalle diverse agenzie LRT. Tre di loro distinguono tra collisione con veicoli causate da divieto di svolta a sinistra, divieto di svolta a destra, mancato rispetto del semaforo rosso, o invasione della sede dedicata all'esercizio dell'LRT e collisioni con pedoni a causa di attraversamento fuori dall'attraversamento pedonale, sull'attraversamento pedonale ma senza rispettare il semaforo rosso e invasione della sede del moto dell'LRT. Due intervistati fanno una differenziazione simile ma con alcune semplificazioni: collisione con veicolo a causa del non rispetto del semaforo rosso, o invasione del percorso dell'LRT; e collisione con pedone dovuto all'attraversamento fuori l'attraversamento pedonale, o sull'attraversamento pedonale, ma senza rispettare il semaforo rosso. Infine, due intervistati fanno una classificazione totalmente diversa: errore umano di guida, errore del materiale rotabile, errore di segnalazione ferroviaria, errore di sistema, ecc.

• Indicatori sociologici

La tabella 5 è simile alla tabella 2, ma correlata agli indicatori sociologici. In questo caso, gli indicatori più comunemente usati sono il rapporto di collisioni con pedoni riguardo a tutte le collisioni, così come la distribuzione delle collisioni da parte di terzi.

• Indicatori economici

Infine, la tabella 6 è simile alla tabella 2, ma correlata agli indicatori economici. Circa la metà delle agenzie LRT utilizza questo tipo d'indicatori, calcolando l'interruzione delle operazioni a causa d'incidenti, la durata dell'immobilizzazione del materiale rotabile, nonché il costo della riparazione dell'attrezzatura, del materiale rotabile e delle infrastrutture.

I sette intervistati che avevano identificato il metodo di calcolo delle interruzioni delle operazioni a causa d'incidenti, riferiscono di "ritardi nei servizi commerciali e/o nella realizzazione di servizi parziali". Cinque di loro hanno specificato che sarebbe interessante sapere quanti passeggeri hanno risentito dell'incidente.

4. Conclusioni e analisi critica

Come affermato in precedenza, il quadro istituzionale e normativo della LRT in Spagna non ha conosciuto uno sviluppo secondo l'importante crescita delle reti moderne LRT dopo la prima apertura della rete di Valencia nel 1994. Pertanto, in Spagna non vi è né un unico organismo nazionale che gestisce la sicurezza delle reti LRT, né una regolamentazione generale che stabilisce il metodo di raccolta dei dati riguardanti infortuni/incidenti e di sfruttamento di tali dati al fine di migliorare la sicurezza. Tuttavia, tutte le agenzie LRT in Spagna sono molto preoccupate per la loro sicurezza, come manifestato dal fatto che quasi ognuna di loro ha un dipartimento di sicurezza specifico direttamente sotto il Direttore Generale dell'azienda.

them distinguish between collision with vehicles caused by forbidden turn to left, forbidden turn to right, not respecting red light, or invading LRT gauge; and collisions with pedestrians due to crossing out of the pedestrian crossing, crossing in the pedestrian crossing but without respecting red light, and invading LRT gauge. Two respondents make a similar differentiation but with some simplifications: collision with vehicle due to not respecting red light, or invading LRT gauge; and collision with pedestrian due to crossing out of the pedestrian crossing, or crossing in the pedestrian crossing but without respecting red light. Finally, two respondents make a totally different classification: driving human error, rolling stock error, railway signaling error, system error, etc.

• Sociological indicators

Table 5 is similar to table 2, but related to sociological indicators. The more commonly used indicators in this case are the ratio of collisions with pedestrians in relation to all collisions, as well as the distribution of collisions by third parties.

• Economic indicators

Finally, table 6 is similar to table 2, but related to economic indicators. Around half of the LRT agencies use this kind of indicators, making calculations of the disruption of operations due to accidents, the duration of the immobilization of rolling stock, as well as the cost of rolling stock and infrastructure and equipment repairing.

The seven respondents that identified the way of calculating the disruption of operations due to accidents said "delays in the commercial services and/or realization of partial services". Five of them specified that it would be interesting to know how many passengers have been affected by the accident.

4. Conclusions and critical review

As stated previously, the institutional and regulatory framework of LRT in Spain has not experienced a development in accordance with the significant growth of modern LRT networks since the first opening of the Valencia network in 1994. Therefore, in Spain, there is neither a unique national body that manages the safety of LRT networks, nor a general regulation that establishes the way of collecting data about accidents/incidents and of exploiting these data in order to improve safety. Nevertheless, all the LRT agencies in Spain are very concerned about their safety, as manifested by the fact that almost each one of them has a specific safety department directly under the General Manager of the company.

Spanish LRT agencies collect a large amount of data about the circumstances of every accident to clarify the root causes and contributing factors which lead to them. Based on the conclusions of the analysis of this data, LRT agen-

TABELLA 5 – TABLE 5

Indicatori sociologici calcolati dalle agenzie LRT
Sociological indicators calculated by LRT agencies

Indicatore Indicator	Numero effettivo di rispondenti Actual number of respondents	Calcolato periodicamente? Calculated periodically?		
		Si Yes	No No	Se NO, vi sono dati disponibili per il suo calcolo? If NO, is data available for its calculation?
Rapporto collisioni con pedoni / tutte le collisioni Ratio of collisions with pedestrians / all collisions	12	9	3	3
Distribuzione delle collisioni da parte di terzi (auto, camion, moto, biciclette, ecc.) Distribution of collisions by third parties (car, truck, motorcycle, bicycle, etc.)	12	8	4	2
Distribuzione delle vittime di collisioni da parte di terzi Distribution of victims of collisions by third parties	12	3	9	6
Distribuzione di feriti gravi in collisioni da parte di terzi Distribution of serious injured in collisions by third parties	12	2	10	8
Distribuzione delle vittime per tipo di persona coinvolta (età, sesso, ecc.) Distribution of victims by type of involved person (age, gender, etc.)	12	0	12	2

Le agenzie LRT spagnole raccolgono una grande quantità di dati relativi alle circostanze di ogni incidente per chiarire le cause principali e le concause che conducono ad essi. Le agenzie LRT decidono le azioni correttive che devono essere implementate per migliorare la sicurezza sulla base delle conclusioni dell'analisi di questi dati.

Come illustrato nel documento, i tipi di dati raccolti sono, in generale, simili a quelli raccolti in altri paesi europei e negli Stati Uniti. Tuttavia, si potrebbero fare alcuni miglioramenti per trarre il massimo vantaggio dai dati d'incidente raccolti sia a livello locale che a livello nazionale. In particolare, potrebbe essere interessante standardizzare e omogeneizzare il processo di raccolta dati nelle seguenti materie:

– Tutte le agenzie LRT potrebbero utilizzare un modulo

ciò decide le azioni correttive che need to be implemented to improve safety.

As shown in the paper, the kinds of data collected are, in general, similar to those collected in other European countries and in the USA. However, some improvements could be done to make the most of the accident data collected both on a local and on a national level. Specifically, some standardization and homogenization could be interesting in the data collection process in the following subjects:

- A common report form could be used by all the LRT agencies to collect data on site when an accident happens. This would lead to a coherent data collection that would make it easier to use all the data in an aggregated manner.

TABELLA 6 – TABLE 6

Indicatori economici calcolati dalle agenzie LRT
Economic indicators calculated by LRT agencies

Indicatore Indicator	Numero effettivo di rispondenti Actual number of respondents	Calcolato periodicamente? Calculated periodically?		
		Si Yes	No No	Se NO, vi sono dati disponibili per il suo calcolo? If NO, is data available for its calculation?
Interruzioni dell'esercizio a causa d'incidenti Disruption of operations due to accidents	10	6	4	4
Durata dell'immobilizzazione del materiale rotabile Immobilization of rolling stock duration	12	5	7	7
Costo della riparazione di materiale rotabile Cost of rolling stock repairing	12	6	6	6
Costi d'infrastruttura e riparazione dell'attrezzatura Cost of infrastructure and equipment repairing	12	6	6	6

rapporto comune per raccogliere dati in loco, quando accade un incidente. Questo porterebbe ad una raccolta dati coerente che renderebbe più facile usare tutti i dati in maniera aggregata.

- Potrebbe essere utile una codifica generale standardizzata delle diverse parti delle linee. Se fosse da attuare:
 - questa codifica dovrebbe essere sufficientemente dettagliata per fornire informazioni sull'ambiente dello scenario di incidente. Si può utilizzare la codifica francese [16] come modello;
 - tale codifica dovrebbe identificare se l'incidente accade ad una fermata/ in stazione, in un'intersezione o in un altro tipo di zona;
 - per le intersezioni, dovrebbero esserci informazioni dettagliate sulla configurazione, il tipo di movimenti ammessi, il tipo di segnalamento ed i segnali utilizzati, ecc.;
 - per le fermate, si deve precisare la posizione delle banchine relativamente ai binari e l'un l'altro;
 - la posizione dei binari in relazione alla strada (centrale, laterale, ecc.) e deve essere anche identificata la presenza o meno di separatori (il tipo di diritto di precedenza: Categoria C - condiviso -, Categoria B - separato - o Categoria A - controllato - [19]);
 - la disposizione dei binari (in salita, in discesa, in rettilineo, in curva, ecc.) dovrebbe essere indicata in quanto può essere un fattore che contribuisce per alcuni tipi di incidenti;
 - anche il tipo di zona deve essere identificato, distinguendo tra zone pedonali, zone urbane con velocità limitata (30 km/h, per esempio), altri tipi di zone urbane e zone interurbane.

Questa codifica deve essere eseguita una sola volta per tutta la rete, e quindi la posizione dell'incidente può essere identificata automaticamente con i corrispondenti codici. Se non si usa questa codifica, le informazioni si possono ottenere, in generale, dal luogo del sinistro nella linea, determinando la geometria di quel punto, il tipo d'intersezione e segnali, ecc. Tuttavia, se non si registrano le informazioni nel database, un'analisi sistematica approfondita basata su questi dati (struttura, ad esempio) è più difficile e costosa da fare in seguito. D'altra parte, nel caso vi siano cambiamenti in alcuni aspetti considerati (tipo di cartelli e segnali usati, struttura, condizioni in esercizio, ecc.), e non si registra questo tipo di dati nel report di incidente quando accade, rintracciare queste informazioni in tempi, mesi o anni dopo per eseguire una post-analisi d'insieme (per l'intera rete o per diverse reti combinate) può essere un compito complicato.

- Ci dovrebbe essere una definizione omogenea dei termini come "evento", e una classificazione standardizzata di eventi, tipi di incidenti e cause di incidenti. Si dovrebbe fornire un elenco esaustivo dei possibili tipi e cause al fine di evitare che la persona che compila il rapporto lo metta insieme in quel momento, che può portare a una maggiore varietà di tipi e cause.

- *A general standardized codification of different parts of the lines could be beneficial. If it is to be implemented:*

- *this codification should be detailed enough to give information about the environment of the accident scenario. The French codification [16] can be used as a model;*
- *this codification should identify if the accident happens in a stop/station, in an intersection or in another kind of zone;*
- *for intersections, there should be detailed information about configuration, the kind of movements that are allowed, the type of signaling and signals used, etc.;*
- *for stops, the position of platforms in relation to the tracks and to each other should be stated;*
- *the position of the tracks in relation to the street (central, lateral, etc.), and the existence or not of separators (the kind of right of way: Category C -shared-, Category B -separated- or Category A -controlled- [19]) should be identified as well;*
- *the layout of the tracks (uphill, downhill, straight, curve, etc.) should be stated as it can be a contributing factor for some kinds of accidents;*
- *the type of zone should be identified as well, distinguishing among pedestrian zones, urban zones with limited speed (30 km/h, for example), other kinds of urban zones, and interurban zones.*

This codification has to be done only once for the whole network, and then the location of the accident can be automatically identified with the corresponding codes. If this codification is not used, the information can in general, be obtained from the location of the crash in the line, determining the geometry of that point, the kind of intersection and signals, etc. Nevertheless, if it is not registered in the database, thorough systematic analysis based on this data (layout, for example) is more difficult and costly to make later. On the other hand, in the case that there are changes in some of the aspects considered (kind of signs and signal used, layout, running conditions, etc.), and that kind of data is not registered in the accident report when it happens, tracing this information in time months or years later for making ensemble post-analysis (for the whole network or for several networks combined) can be a complicated task.

- *There should be a homogeneous definition of terms as "event", and a standardized classification of events, types of accidents and accident causes. An exhaustive list of possible types and causes should be provided in order to avoid that the person who fills in the report has to come up with it in that moment, which can lead to a higher variety of types and causes.*
This homogenization makes it easier to treat the events,

Tale omogeneizzazione rende più facile trattare gli eventi, incidenti e cause in modo aggregato, al fine di eseguire le indagini a livello nazionale con un'analisi di sicurezza su larga scala, che può portare a conclusioni più rilevanti.

- Oltre ai dati raccolti dalla maggior parte delle agenzie LRT spagnole, la velocità della LRV al momento dell'incidente dovrebbe sempre essere rilevata, così come le condizioni meteo e di visibilità, che possono essere fattori che contribuiscono all'incidente.
- Un'omogeneizzazione potrebbe essere interessante anche per quanto riguarda la classificazione dei danni all'LRV e a terzi come lieve, media o ingente.
- Un coinvolgimento del Consiglio Comunale nel processo di riempimento nel report di incidente può essere opportuno al fine di raccogliere dati esterni all'LRT sull'esposizione al rischio. Il livello della strada e il traffico pedonale nella zona sono degli esempi.

Come illustrato nel documento, gli indicatori calcolati dalle agenzie LRT sono abbastanza semplici e generici, nonostante le informazioni raccolte potrebbero consentire un'analisi più approfondita. Sarebbe consigliabile uno sfruttamento più dettagliato dei dati e, forse, con un profitto migliore se i dati da tutte le agenzie fossero elaborati in comune, in maniera tale da eseguire un'analisi di sicurezza su larga scala.

Questo è il motivo per cui potrebbe essere consigliabile creare un'agenzia di sicurezza nazionale LRT, simile alla STRMTG francese o una combinazione della VSN e AFT-DNT americana. Tale agenzia nazionale standardizzerebbe il processo di raccolta dati degli incidenti considerando le raccomandazioni precedenti e potrebbe ottenere conclusioni sulle strutture, tipi di inserimento urbano (binari centrali o laterali in strada, esistenza o meno di separatori, ecc.), intersezioni e cartelli e segnali che sono più inclini agli incidenti o più efficaci nell'evitarli. Questo potrebbe portare a una strategia nazionale in materia di sicurezza LRT, all'attuazione di piani d'azione correttivi generici e allo sviluppo di orientamenti tecnici per migliorare la sicurezza LRT.

L'Agenzia Nazionale per la sicurezza LRT potrebbe dipendere dal Ministero delle Infrastrutture (Ministerio de Fomento). La Commissione di Indagine d'incidenti ferroviari esistente (Comisión de Investigación de Accidentes Ferroviarios – CIAF), l'agenzia del governo spagnolo che studia gli incidenti ferroviari, dipende da questo Ministero. Pertanto, la nuova agenzia per la sicurezza LRT sarebbe la controparte di questa esistente (ma focalizzata sulla sicurezza LRT). Tuttavia, questa agenzia dovrebbe non solo concentrarsi sulle inchieste sugli incidenti accaduti, ma dovrebbe, inoltre, definire una strategia nazionale per ottenere un LRT più sicuro e standardizzare il processo di raccolta dati di incidente, come indicato nel paragrafo precedente.

In ogni caso, è importante notare che l'LRT è molto diversa dal trasporto ferroviario pesante, poiché la sicurezza LRT dipende principalmente dal comportamento di terzi (altri utenti della strada come pedoni, conducenti di

accidents and causes in an aggregated manner, in order to make investigations at a national level with a large-scale safety analysis, which can lead to more relevant conclusions.

- *Apart from the data collected by most of the Spanish LRT agencies, the speed of the LRV at the moment of the accident should always be collected, as well as the weather and visibility conditions, which can be contributing factors for the accident.*
- *A homogenization could be interesting also in relation to the classification of damage to the LRV and to third parties as low, medium or high.*
- *An involvement of the city council in the process of filling in the accident report could be advisable in order to collect data external to the LRT about exposure to risk. Examples are the level of road and pedestrian traffic in the zone.*

As shown in the paper, the indicators calculated by the LRT agencies are quite basic and generic, in spite that the information collected could allow a deeper analysis. A more detailed exploitation of data would be advisable and, maybe, a better profit could be achieved if the data from all the agencies were processed in common, in such a way that a large-scale safety analysis can be made.

This is why it could be advisable to create a national LRT safety agency, similar to the French STRMTG or a combination of the American SSO and FTA-NTD. This national agency would standardize the accidents' data collection process considering the previous recommendations, and could obtain conclusions about layouts, kinds of urban insertion (central or lateral tracks in the street, existence or not of separators, etc.), intersections and signs and signaling that are more prone to accidents or more effective in avoiding them. This could lead to a national strategy in relation to LRT safety, the implementation of generic corrective action plans, and the development of technical guidelines to improve LRT safety.

The national LRT safety agency could depend of the Ministry of Infrastructure (Ministerio de Fomento). The existing Railway Accidents Investigation Commission (Comisión de Investigación de Accidentes Ferroviarios – CIAF), the agency of the Spanish government which investigates railway accidents, depends of this Ministry. Therefore, the new agency for LRT safety would be the counterpart of this existing one (but focused on LRT safety). Nevertheless, this agency should not only concentrate on the investigation of accidents that had happened, but should, in addition, define a national strategy for getting a safer LRT and standardize the accident's data collection process, as stated in the previous paragraph.

In any case, it is important to note that LRT is very different from heavy rail, as LRT safety depends mainly on the behavior of third parties (the other street users as pedestrians, road vehicle drivers and cyclists) and on the way of

veicoli stradali e i ciclisti) e il modo di gestire le interazioni con loro, mentre la sicurezza del trasporto ferroviario pesante dipende principalmente da fattori interni. Ciò significa che il tipo di approccio all'indagine sugli incidenti e il tipo di competenze necessarie all'agenzia di sicurezza LRT differiscono sensibilmente da quelle per il CIAF, in modo tale da non unire entrambe le agenzie.

Infine, come già dichiarato nel documento, i dati di frenata d'emergenza possono essere una buona fonte di informazioni sui punti problematici della rete dove, per fortuna, non si sono ancora verificati incidenti. Sarebbe interessante se tutte le agenzie LRT registrassero questo tipo di eventi con una procedura standardizzata, e che lo stesso tipo di dati fossero disponibili per tutti loro.

Ringraziamenti

Gli autori ringraziano la European Cooperation in Science and Technology (COST) per il finanziamento della COST Action 1103. Inoltre, gli autori ringraziano ALAMYS (Asociación Lationamericana de Metros y Suberráneos – Associazione Latino-Americana di metropolitane e Ferrovie Sotterranee), per la sua collaborazione nell'indagine tra le agenzie LRT spagnole.

handling the interactions with them, while the heavy rail safety depends mostly on internal factors. This means that the kind of approach to accidents investigation and the kind of expertise needed in the LRT safety agency differ appreciably of the ones for the CIAF, in such a way that both agencies should not be merged.

Finally, as stated in the paper, emergency braking data can be a very good source of information about problematic points in the network where, fortunately, accidents have not happened yet. It would be interesting that all the LRT agencies register this kind of events with a standardized procedure, and that the same kind of data were available for all of them.

Acknowledgements

Authors thank the European Cooperation in Science and Technology (COST) for funding the COST Action 1103. Additionally, authors thanks ALAMYS (Asociación Lationamericana de Metros y Suberráneos – Latin-American Association of Metros and Subways), for its collaboration making the survey among the Spanish LRT agencies.

BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] FONTAINE L., TEIXEIRA M., SUCHA M., BERTRAND D., NOVALES M., WALMSLEY D., "Operation and safety of tramways in interaction with public space: Public report Work Phase I", COST Office, 2014. Available on-line: <http://www.tram-urban-safety.eu/spip.php?article329> (access 2015/06/02).
- [2] NOVALES M., Light Rail Systems in Spain "Transportation Research Board 91st Annual Meeting", presentation at LRT Committee Meeting AP075, Washington DC, January 22-26, 2012. Available on-line: <https://drive.google.com/file/d/0BxoI3J-J1EVGVzIDdDRIUTUtUzQ/view> (access 2015/06/02).
- [3] NOVALES M., CONLES E., "Prima esperienza tram-treno sulle linee ferroviarie spagnole convenzionali: il tram-treno della Baia di Cadice", Ingegneria Ferroviaria, Vol. 2, 2014, pp. 129-149.
- [4] NOVALES M., CEREZO J.A.G., Ortega R., Light rail in Alicante, Spain, "Improving the Use of Existing Railway Lines", Transportation Research Record, Vol. 2353, 2013, pp. 69-81.
- [5] NOVALES M., The Insertion Approach in the Spanish Cities: Successes and failures. "Transportation Research Board 93rd Annual Meeting", invited presentation at the Workshop: "Light Rail Transit Innovations and Urban Insertion", Washington DC, January 12-16, 2014. Available on-line: <https://drive.google.com/file/d/0BxoI3J-J1EVG-SIA5ZWPRMF6QzA/view> (access 2015/06/02).
- [6] MUÑOZ A., LRT in Tenerife – Spain: Integrating Successful LRT into an Automobile-Oriented City. Transportation Research Board 93rd Annual Meeting, invited presentation at the Workshop: "Light Rail Transit Innovations and Urban Insertion", Washington DC, January 12-16, 2014. Available on-line: <https://drive.google.com/file/d/0BxoI3J-J1EVGTjBEemtfcLPNGs/view> (access 2015/06/02).
- [7] GUYOT H., The Revival of Tram Systems in France. A Success Story, Transportation Research Board 91st Annual Meeting, Washington DC, January 22-26, 2012. Available on-line: <https://drive.google.com/file/d/0BxoI3J-J1EVGZ3BzLU9PWfDFeWM/view> (access 2015/06/02).
- [8] DIAZ D., "Perspectives of French Light Rail Success", Transportation Research Board 91st Annual Meeting, Washington DC, January 22-26, 2012. Available on-line: <https://drive.google.com/file/d/0BxoI3J-J1EVGWm9MbG5nbWdwR1E/view> (access 2015/06/02).
- [9] PARKINSON T., THOMPSON, G., "State of the Art Light Rail: Lessons from France", Transportation Research Board 91st Annual Meeting, Washington DC, January 22-26, 2012.

- [10] PARKINSON T., CURRIE G., “*Drivers of French Light Rail Success: Preliminary Findings*”, Transportation Research Board 91st Annual Meeting, Washington DC, January 22-26, 2012. Available on-line: <https://drive.google.com/file/d/0BxoI3J-J1EVGQkp5VnRiY2ZQZjQ/view> (access 2015/06/02).
- [11] French Republic, *Décret no. 2003-425 du 9 mai 2003 relatif à la sécurité des transports publics guidés*, Paris, May 2003.
- [12] BERTRAND D., MILLOT M., “*Accidents Data Use Regarding Tramways. Current Situation in France*”, internal document, COST Action TU1103 “Operation and safety of tramways in interaction with public space”, Paris, November 2012.
- [13] BLANCHETON M., FONTAINE L., “*Tram Safety Management – France Experience*”, Transportation Research Board 93rd Annual Meeting, Washington DC, January 12-16, 2014.
- [14] LABONNEFON V., “*Accidentologie des tramways. Analyse des événements déclarés: année 2012, évolution 2004-2012*”, STRMTG (Service Technique des Remontées Mécaniques et des Transports Guidés), Paris, February 2014. Available on-line: http://www.strmtg.equipement.gouv.fr/IMG/pdf/Rapport_accidents_tramway_2012_vd1.pdf (access 2015/06/02).
- [15] TRB (Transportation Research Board), *TCRP Report 137: Improving Pedestrian and Motorist Safety Along Light Rail Alignments*, Washington DC, 2009. ISBN 978-0-309-11808-8. Available on-line: http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/tcrp/tcrp_rpt_137.pdf (access 2015/06/02).
- [16] STRMTG (Service Technique des Remontées Mécaniques et des Transports Guidés), *Guide technique: Codification des lignes de tramway*. STRMTG, Paris, November 2010. Available on-line: http://www.strmtg.equipement.gouv.fr/IMG/pdf/Codification-ligne-TW_2010_V1_cle0de1cc.pdf (access 2015/06/02).
- [17] Federal Transit Administration, U.S. Department of Transportation, *National Transit Database: 2014 Safety & Security Reporting Manual*, January 2014. Available on-line: <http://www.ntdprogram.gov/ntdprogram/pubs/safetyRM/2014/2014%20Safety%20&%20Security%20Reporting%20Manual.pdf> (access 2015/06/02).
- [18] FONTAINE L., TEIXEIRA M., SUCHA M., BERTRAND D., NOVALES M., WALMSLEY D., “*Operation and Safety of Tramways in Interaction with Public Space: Public Report Work Phase I*”, January 2014. Available on-line: http://www.tram-urban-safety.eu/spip.php?action=accéder_document&arg=1073&cle=69c01fefcab59f164c6941116b6fae4f5e1f026c&file=pdf%2FCOST_TU1103_WP1_FINAL_REPORT_Rev_2_20141017.pdf (access 2015/06/02).
- [19] VUCHIC V.R., “*Urban Transit Systems and Technology*”, John Wiley & Sons Inc., New York, 2007. ISBN: 978-0-471-75823-5.