



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SASSARI

**CORSO DI DOTTORATO DI RICERCA IN SCIENZE  
BIOMEDICHE**

*Coordinatore del Corso: Prof. Andrea Fausto Piana*

**CURRICULUM IN SANITÀ PUBBLICA**

Responsabile di Curriculum: Prof. Andrea Fausto Piana

XXIX Ciclo

---

## Sistemi di Assistenza in Condizioni di Emergenza

Coordinatore:  
**Prof. Andrea Piana**

Tutor:  
**Prof. Giovanni Sotgiu**

Tesi di dottorato di:  
**Luca Manselli**

Anno Accademico 2015 – 2016



*A mio Padre*



## Abstract

**Lo scopo** di questo progetto è quello di effettuare una prima analisi e formulare proposte sul soccorso delle persone con disabilità. Gli operatori del soccorso, sia gli addetti alle emergenze nei luoghi di lavoro, sia i Vigili del fuoco, spesso sottovalutano la complessità e le difficoltà che si incontrano nella gestione delle emergenze in cui siano presenti persone con esigenze speciali.<sup>1</sup>

**Il metodo** utilizzato si sviluppa analizzando brevemente alcuni casi reali come l'esodo nel *World Trade Center* durante l'attentato dell'11 settembre del 2001 e le criticità manifestate durante l'uragano *Katrina*. Successivamente, mediante un metodo osservazionale, si analizzano le criticità che si presentano in un particolare caso: la gestione e pianificazione dell'emergenza in una struttura sanitaria italiana, nello specifico una casa di riposo a regime residenziale. Lo studio effettua un'analisi di un'emergenza simulata in un reparto della casa di riposo dove si trovano ospiti con disabilità. L'emergenza è studiata svolgendo due simulazioni. La prima avviene nello stato in cui si trovava il sistema, la successiva in seguito all'introduzione di alcune misure correttive

**I risultati** conseguiti riguardano: l'elaborazione di un programma numerico per determinare il tempo massimo di evacuazione di un reparto di una casa di riposo o di un ospedale dove si trovano persone con disabilità che non sono autosufficienti nella deambulazione, la determinazione di una serie di grandezze, non presenti in letteratura, come velocità e tempo di preparazione e di deposizione di persone che utilizzino ausili in maniera non autonoma ed, infine, una proposta di modifica di una norma del Ministero dell'Interno che fornisce indicazioni sulla gestione delle emergenze nei luoghi di lavoro dove si trovano persone con disabilità, basata sugli elementi che hanno determinato un miglioramento nella pianificazione e nella esecuzione dell'esodo nelle simulazioni.

**Le conclusioni** raccomandano l'importanza della pianificazione dell'esodo in emergenza quando siano presenti persone con disabilità e suggerisce alcuni punti da tenere in considerazione quando si affrontino le emergenze che richiedono l'evacuazione di persone fragili.

**Keywords** : evacuazione, disabilità, calcolo tempo di esodo, gestione emergenze.

---

<sup>1</sup> Le Persone con esigenze speciali sono un segmento della popolazione che spesso nella programmazione e nella progettazione di un evento, di un'attività, di una situazione di emergenza sono ignorate. Comprendono anche persone con disabilità visibili e non visibili, persone con gravi problemi mentali, persone con disabilità cognitive e intellettive, persone con differenti disabilità uditive, visive, della mobilità, emozionali e di limitazione delle attività.



## Introduzione

IL PREAMBOLO DELLA CONVENZIONE ONU sui Diritti delle Persone con disabilità enuncia che “la disabilità è un concetto in evoluzione e che essa è il risultato dell’interazione tra persone con minorazioni e barriere attitudinali ed ambientali, che impedisce la loro piena ed efficace partecipazione nella società su una base di parità con gli altri”. La Convenzione opera un cambiamento di natura culturale: traghettare gli interventi in favore delle persone con disabilità da una modalità settoriale e frammentaria ad un approccio globale per la costruzione di una società pienamente inclusiva e di un ambiente a misura di tutti. [1]

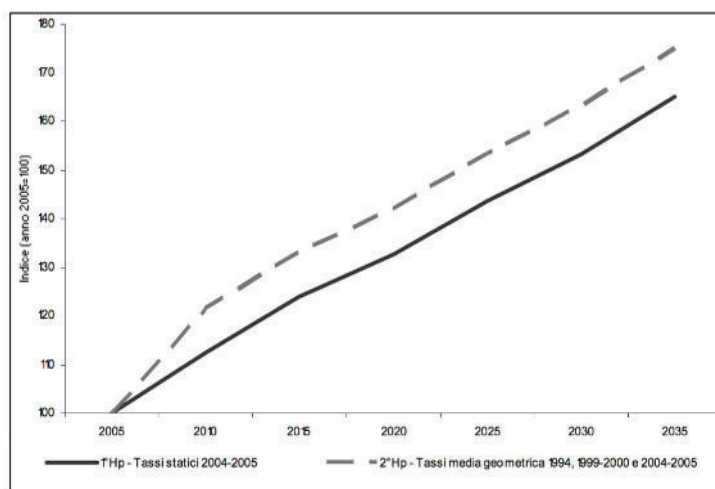
Con l’approvazione della Convenzione dell’*Organizzazione delle Nazioni Unite* (ONU) sui diritti delle persone con disabilità da parte del Parlamento Italiano, avvenuta il 24 febbraio 2009, è cambiato il modello con il quale si deve affrontare il tema delle persone con disabilità. [3]

Passare dalla parola “*disabile*” come sostantivo, alla definizione “*persona con disabilità*”, significa passare dall’enumerazione dei “*bisogni*” alla definizione dei “*diritti*” umani di fronte al cui mancato rispetto si concretizza una discriminazione di fatto a cui si può rispondere, non solo con azioni legate alla coscienza dei singoli, ma anche con azioni di natura legale.

Lo stesso articolo 9 della Convenzione stabilisce che gli Stati membri “*prenderanno [...] tutte le misure necessarie per assicurare la protezione e la sicurezza delle persone con disabilità in situazioni di rischio [...]*”.

Attualmente in Italia ci sono almeno due milioni e seicentomila persone con disabilità, pari al 4,8% della popolazione, con un’aspettativa di crescita notevole (aumento del 65% nel 2035) a causa dei numerosi cambiamenti che si stanno verificando negli ultimi anni in termini di qualità e di aspettativa di vita. [4]

Il progetto desidera contribuire ad individuare azioni e interventi per



**Figura 1.** *Proiezione tasso di disabilità secondo le varie ipotesi - Anni 2005-2035 Numeri indice anno base 2005* [4]

promuovere i diritti delle persone con disabilità e concorrere a garantire a tutti i cittadini le stesse opportunità, anche nell'ambito del soccorso e nelle emergenze.

LUCA MANSELLI  
Oristano  
Aprile 2017



# Indice

<b>Abstract</b>	<b>i</b>
<b>Introduzione</b>	<b>iii</b>
<b>Elenco delle figure</b>	<b>vii</b>
<b>Elenco delle tabelle</b>	<b>ix</b>
<b>Acronimi e abbreviazioni</b>	<b>xi</b>
<b>1 Premessa</b>	<b>1</b>
1.1 Perché è necessario studiare il soccorso a persone con disabilità	2
1.2 Il soccorso a persone fragili in due casi reali . . . . .	3
1.2.1 World Trade Center 11 settembre 2001 . . . . .	3
1.2.2 Uragano Katrina 23 - 31 agosto 2005 . . . . .	5
1.3 Il Protocollo d'intesa tra l'Università di Sassari ed il Corpo Nazionale dei Vigili del fuoco . . . . .	7
1.4 La terminologia legata al tema della disabilità . . . . .	8
<b>2 Obiettivo dello studio</b>	<b>11</b>
<b>3 Il Metodo</b>	<b>15</b>
3.1 Lo studio osservazionale . . . . .	16
3.2 La simulazione al tempo $T_0$ . . . . .	17
3.3 Osservazioni sulla prima simulazione . . . . .	19
3.4 La simulazione al tempo $T_1$ . . . . .	23
3.5 Osservazioni sulla seconda simulazione . . . . .	24
3.5.1 I parametri dei due tempi dello studio . . . . .	25
<b>4 Risultati - Interventi gestionali</b>	<b>27</b>
4.1 La formazione degli operatori . . . . .	27
4.2 Wayfinding . . . . .	28
4.2.1 Wayfinding a Casa Serena . . . . .	36
4.3 La classificazione delle disabilità in emergenza . . . . .	41
4.3.1 L'ICF . . . . .	41

4.3.2	La nuova proposta di classificazione . . . . .	42
4.4	Il Piano di Emergenza ed Evacuazione Personalizzato . . . . .	47
4.5	Velocità e tempi di prelievo . . . . .	49
4.5.1	Descrizione della prova T <sub>2</sub> . . . . .	49
4.5.2	Valori statistici . . . . .	51
<b>5</b>	<b>Risultati - Modelli informatici per la simulazione dell'evacuazione</b>	<b>57</b>
5.1	La necessità ed il fine di un modello . . . . .	57
5.2	Un primo esempio . . . . .	61
5.3	Descrizione delle caratteristiche del primo modello e la programmazione in R . . . . .	66
5.4	Esempi di uso del programma . . . . .	72
5.5	Introduzione al secondo modello ed esempi . . . . .	75
5.6	Descrizione delle caratteristiche del secondo modello e associato programma in R . . . . .	83
<b>6</b>	<b>Risultati - Proposta di modifica normativa</b>	<b>89</b>
6.1	Il contesto normativo sulla sicurezza antincendio e le persone con disabilità . . . . .	89
6.1.1	I punti da approfondire . . . . .	90
6.2	Il nuovo testo modificato . . . . .	90
	<b>Conclusioni</b>	<b>107</b>
	<b>Appendice A</b>	<b>109</b>
	D.M. 10 marzo 1998: Allegato VIII . . . . .	109
	<b>Appendice B</b>	<b>111</b>
	Lo spazio calmo . . . . .	111
	<b>Bibliografia</b>	<b>113</b>
	<b>Ringraziamenti</b>	<b>115</b>

# Elenco delle figure

1	Proiezione tasso di disabilità secondo le varie ipotesi - Anni 2005-2035 <i>Numeri indice anno base 2005</i> [4] . . . . .	iii
1.1	Una vignetta comparsa sul quotidiano La Repubblica che riflette la disputa sociale riguardante la terminologia che spesso fa perdere di vista il reale problema della disabilità. . . . .	10
3.1	I 4 passi del Ciclo sono Plan Do Check Act . . . . .	17
3.2	Il teatro dell'esercitazione e l'azione che si voleva osservare . . . . .	20
4.1	Il sistema di percezione che l'uomo ha dell'ambiente . . . . .	30
4.2	La lunga scala suggerisce implicitamente di procedere a diritto. L'uscita di emergenza invece si trova a destra. . . . .	30
4.3	Leggibilità ambientale: percezione degli oggetti con la differenza cromatica. Tra i casi proposti, in particolare, la migliore percezione si raggiunge con il C) . . . . .	33
4.4	Corretta individuazione mediante un'ottima leggibilità ambientale di uno <i>Luogo sicuro temporaneo ove gli occupanti possono attendere assistenza per completare l'esodo verso Luogo sicuro</i> (spazio calmo) . . . . .	33
4.5	Utilizzo ottimale dei contrasti cromatici da impiegare in funzione di cosa vuole essere evidenziato. Il parametro LRV (Light Reflectance Value) si esprime in una scala di 0-100, con 0 = nero e 100 = bianco. Tabella tratta da [23] . . . . .	34
4.6	Da "Wayfinding, People, Signs and Architecture" [15] . . . . .	34
4.7	Leggibilità ambientale: percezione dello spazio calmo a <i>Casa Serena</i> . In B la percezione è più immediata considerate anche le possibili disabilità degli ospiti . . . . .	38
4.8	Elementi che penalizzano la <i>Differenziazione fisica</i> diminuendo la velocità di comprensione, in particolar modo in emergenza . . . . .	39
4.9	Porta REI con vetro per aumentare l' <i>Accesso visivo</i> alle scale. Purtroppo solo alcune porte presentano questa caratteristica . . . . .	39
4.10	<i>Capacità di comprendere come è possibile, da un dato punto, raggiungere una data destinazione</i> (WAYFINDING) Semplificazione delle planimetrie a disposizione degli occupanti e degli addetti alla gestione dell'emergenza . . . . .	40

4.11	Struttura dell' <i>International Classification of Functioning and Health (ICF)</i> . . . . .	43
4.12	Classificazione delle disabilità in emergenza. Soggetti che necessitano di assistenza nel movimento . . . . .	43
4.13	Classificazione delle disabilità in emergenza. Soggetti dotati di autonoma capacità di movimento . . . . .	45
4.14	Il percorso di 33.8 metri eseguito durante la prova. Sono riportati i traguardi di partenza e arrivo . . . . .	51
5.1	Distribuzione degli operatori al tempo $T = 3'$ . . . . .	62
5.2	Distribuzione degli operatori al tempo $T = 4'$ . . . . .	63
5.3	Distribuzione degli operatori al tempo $T = 6'$ . . . . .	63
5.4	Distribuzione degli operatori al tempo $T = 10'$ . . . . .	64
5.5	Distribuzione degli operatori al tempo $T = 13'$ . . . . .	64

# Elenco delle tabelle

3.1	Risultati comparati delle due esercitazioni $T_0$ vs $T_1$ . I tempi sono misurati dall'attivazione dell'emergenza si veda il paragrafo 3.3 a pagina 19 . . . . .	26
4.1	Connessione tra fattori ambientali e norme di sicurezza. I fattori ambientali influenzano il comportamento umano nell'esodo da un edificio [22] . . . . .	31
4.2	Classificazione delle disabilità degli ospiti di <i>Casa Serena</i> . . . . .	46
4.3	Velocità di trasporto [m/sec] nei tre casi (vedi punti elenco i ii iii iv a pagina 50) per le tre squadre A B C. . . . .	52
4.4	Tempo di "prelievo" [sec] nei tre casi (vedi punti elenco i ii iii iv a pagina 50) per le tre squadre A B C. . . . .	53
4.5	Tempo di "deposizione" [sec] nei tre casi (vedi punti elenco i ii iii iv a pagina 50) per le tre squadre A B C. . . . .	54
4.6	Valori statistici delle velocità nei tra casi (vedi punti elenco i ii iii iv a pagina 50) per le tre squadre A B C. . . . .	55
4.7	Valori statistici del tempo di "prelievo" nei tra casi (vedi punti elenco i ii iii iv a pagina 50) per le tre squadre A B C. . . . .	55
4.8	Valori statistici del tempo di "deposizione" nei tra casi (vedi punti elenco i ii iii iv a pagina 50) per le tre squadre A B C. . . . .	56
5.1	Dati di ingresso per un primo esempio di calcolo. Si ricordi che il tempo assegnato a ciascun operatore è la somma dell'andata dal punto di partenza alla stanza del paziente e ritorno allo spazio calmo . . . . .	61



# Acronimi e abbreviazioni

<b>NIST</b> National Institute of Standards and Technology .....	1
<b>ICD</b> International Classification of Diseases .....	9
<b>ICIDH</b> International Classification of Impairment, Disabilities and Handicaps .....	9
<b>ICIAP</b> International Classification of Impairments, Activities and Participation .....	9
<b>ICF</b> International Classification of Functioning and Health .....	viii
<b>WHA</b> World Health Assembly .....	10
<b>TULS</b> Testo unico in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro ..	28
<b>PEEP</b> Personal Emergency Evacuation Plan .....	5
<b>CODICE</b> Codice di Prevenzione Incendi .....	111
<b>Luogo sicuro</b> Luogo nel quale non esiste pericolo per gli occupanti che vi stazionano o vi transitano in caso di incendio .....	12
<b>spazio calmo</b> Luogo sicuro temporaneo ove gli occupanti possono attendere assistenza per completare l'esodo verso Luogo sicuro .....	vii
<b>R</b> Project for Statistical Computing .....	70
<b>WAYFINDING</b> Capacità di comprendere come è possibile, da un dato punto, raggiungere una data destinazione .....	vii
<b>CNVVF</b> Corpo Nazionale dei Vigili del fuoco .....	2
<b>WTC</b> World Trade Center .....	3
<b>NIDILRR</b> National Institute on Disability, Independent Living, and Rehabilitation Research .....	1
<b>d.m.</b> Decreto del Ministero dell'Interno .....	89

<b>d.lvo</b> Decreto legislativo .....	7
<b>l.</b> Legge .....	8
<b>ONU</b> Organizzazione delle Nazioni Unite .....	iii



# Capitolo 1

## Premessa

*"Begin at the beginning," the King said gravely, "and go on till you come to the end: then stop."*

— Lewis Carroll, *Alice in Wonderland*

**I**L primo punto analizzato nella premessa è la domanda se è necessario e attuale affrontare il problema dell'assistenza in condizioni di emergenza e se il soccorso alle persone fragili è veramente una necessità o solo un esercizio accademico (si veda il paragrafo 1.1 nella pagina successiva).

L'autore ha inizialmente analizzato (si vedano i paragrafi 1.2.1 a pagina 3 e 1.2.2 a pagina 5) in maniera succinta le problematiche del soccorso alle persone con disabilità considerando i punti salienti di due delle maggiori emergenze del secolo : l'evacuazione nel *World Trade Center* durante l'attentato dell'11 settembre 2001 e il soccorso alla popolazione durante e dopo l'uragano *Katrina* che si è abbattuto tra il 23 e 31 agosto 2005 negli stati della Florida, Louisiana e Alabama degli Stati Uniti d'America. Si è scelto di analizzare queste esperienze in quanto costituiscono un punto di riferimento nel settore di gestione delle emergenze ed hanno il vantaggio di essere state analizzate attraverso dei report molto accurati del *National Institute of Standards and Technology* (NIST)<sup>2</sup> e del *National Institute on Disability, Independent Living, and Rehabilitation Research* (NIDILRR)<sup>3</sup>. Le Agenzie menzionate hanno condotto uno studio sulle due emergenze, anche attraverso interviste dei sopravvissuti tra cui

---

<sup>2</sup> Il NIST è un'agenzia federale degli Stati Uniti d'America ed ha come scopo quello di promuovere il progresso, l'innovazione, la competitività industriale, ingegneristica e di migliorare gli standard della vita umana.

<sup>3</sup> Il NIDILRR dipende dall'U.S. Department of Health & Human Services ed è un'agenzia federale che ha come obiettivi: il miglioramento della capacità delle persone con disabilità di poter svolgere nella comunità le attività che preferiscono; aumentare la capacità della società di provvedere a garantire piene opportunità e impiego per tutti i cittadini con disabilità.

persone con disabilità. Sono stati approfonditi gli aspetti dell'evacuazione, della gestione dell'emergenza e della risposta dei soccorritori.

Si è ritenuto inoltre riportare gli estremi dell'accordo tra l'Università di Sassari ed il *Corpo Nazionale dei Vigili del fuoco* (CNVVF) che hanno condiviso le proprie esperienze e conoscenze in questo campo ed hanno concordato di approfondire i temi del presente lavoro (si veda il paragrafo 1.3 a pagina 7).

L'autore ha voluto analizzare nella premessa anche l'evoluzione della terminologia legata alla disabilità che costituisce lo specchio della società ed un breve cenno su come il termine per definire la disabilità sia cambiato nel tempo, ritenendolo fondamentale per comprendere anche l'approccio con cui la società si pone nei confronti delle persone con fragilità (si veda il paragrafo 1.4 a pagina 8).

### **1.1 Perché è necessario studiare il soccorso a persone con disabilità**

*Ho visto improvvisamente il soffitto prendere fuoco mi sono messa a urlare: "C'è fuoco, c'è fuoco" e ho preso per un braccio la ragazza. L'ho vista irrigidirsi e impaurirsi, quindi si è divincolata, mi è scivolata via ed è fuggita proprio nella direzione dove il fumo era più denso, forse alla ricerca della sua insegnante di sostegno.*

La bidella [...] racconta così gli ultimi istanti di vita della quindicenne morta nell'incendio della scuola media di Legnago [2]. Il racconto si riferisce ad un incendio in una scuola e riguarda una persona con disabilità cognitiva. L'episodio è soltanto uno dei purtroppo numerosi eventi che si verificano e che coinvolgono Persone con esigenze speciali (vedi nota 1 a pagina i) e conferma l'importanza dei concetti di "*valutazione dei rischi*" ma soprattutto "*gestione delle emergenze*" nei luoghi di lavoro, in caso di presenza negli stessi di persone con disabilità. Una corretta gestione dell'emergenza, e in particolare la pianificazione dell'evacuazione, sono elementi che fanno la differenza tra salvare una persona o lasciarla al suo destino.

## 1.2 Il soccorso a persone fragili in due casi reali

Il soccorso delle persone con disabilità ed in particolare l'evacuazione e la gestione delle emergenze negli edifici civili con diversa destinazione (centri commerciali, ospedali, scuole, teatri ecc. . .) e durante catastrofi naturali è stato oggetto di studi e di norme di settore in campo nazionale ed internazionale [5] [6] [7] [8] [9] [10][13].

Per formulare delle proposte che potessero integrare o migliorare le attuali conoscenze di settore si è privilegiato l'analisi delle criticità rilevate durante due eventi reali: l'evacuazione del *World Trade Center* (WTC) avvenuta l'11 settembre del 2001 che costituisce una delle più importanti e complicate evacuazioni del secolo e quello che è successo durante e dopo l'uragano *Katrina*, dove il soccorso alle persone con disabilità si è rivelato come una delle maggiori criticità. Le Agenzie hanno condotto uno studio approfondito intervistando innumerevoli sopravvissuti tra cui molte persone con disabilità, approfondendo gli aspetti dell'evacuazione, della gestione dell'emergenza e della risposta dei soccorritori. Lo scrivente ha ritenuto opportuno di riportare in maniera sintetica i punti e le raccomandazioni espresse dalle Agenzie, reputate più significative ed attinenti al progetto.

### 1.2.1 World Trade Center 11 settembre 2001

Osservazioni del NIST e del NIDILRR in merito all'evacuazione delle persone dell'analisi degli avvenimenti e delle interviste alle persone coinvolte nella sciagura:

- i) la media degli occupanti sopravvissuti ha disceso le scale con una velocità pari alla metà della minima velocità misurata durante i test di evacuazione;
- ii) l'evacuazione è avvenuta in maniera efficace: approssimativamente l'87% degli occupanti e oltre il 99% delle persone sotto il punto di impatto è stata in grado di lasciare l'edificio che nel caso specifico rappresenta una importante percentuale;
- iii) alcune persone con limitata o ridotta capacità motoria che necessitavano

- di assistenza per abbandonare l'edificio, sono state abbandonate dai colleghi di lavoro e dal personale preposto e quindi hanno dovuto fare affidamento su estranei o non hanno trovato nessuno che li aiutasse;
- iv) le persone con disabilità motoria non hanno abbandonato l'edificio contemporaneamente alle restanti persone che occupavano il WTC. Le persone in grado di deambulare ma con ridotta capacità motoria hanno sceso le scale un gradino alla volta e, tenendosi con entrambe le mani ai corrimano, bloccavano il deflusso delle persone dietro di loro. Erano spesso accompagnate da un'altra persona o da un soccorritore. Insieme hanno impedito alle persone dietro di loro di discendere le scale con maggior velocità;
  - v) la maggioranza delle persone con ridotta capacità motoria è stata in grado di abbandonare l'edificio, spesso con l'assistenza di un collega o di un soccorritore. Non è stato possibile stabilire tra i 118 deceduti che si trovavano sotto la zona di impatto, quanti erano con ridotta o impedita capacità motoria. Circa 40 - 60 persone con mobilità ridotta o impedita sono state trovate dei Vigili del fuoco al 12° piano del WTC 1 dove erano state collocate perché impedivano o rallentavano l'utilizzo delle scale. Soltanto 20 sono riusciti a trovare scampo, trasportati fuori dai soccorritori, uscendo dall'edificio appena prima del collasso. Non è noto il numero delle persone del gruppo sopravvissute. Alcune persone con ridotta capacità motoria che necessitavano di assistenza per poter abbandonare l'edificio hanno riferito che sono state abbandonate dai colleghi e dal personale addetto, obbligandole a fare affidamento su estranei o sui soccorritori;
  - vi) circa il 6% (circa 500 persone) dei sopravvissuti dal WTC 1 aveva una limitazione fisica che ha invalidato la loro capacità di evacuare dall'edificio. Alcune di queste persone sono state capaci di lasciare l'edificio facendo affidamento su altre persone, altre non sono state così fortunate;
  - vii) a precisazione del punto i) nel WTC 1, la media degli occupanti ha impiegato circa 48 secondi per piano per percorrere le scale, circa il doppio di quello misurato nelle esercitazioni. I 48 secondi non includono il tempo prima di entrare nelle scale, che spesso è stato molto significativo;
  - viii) circa 1.000 sopravvissuti avevano una limitazione che ha influito sulla

loro capacità di lasciare l'edificio, inclusi recenti interventi operatori o infortuni, obesità, cardiopatie, età avanzata e donne in gravidanza. La frazione di persone su sedia a ruote era esigua;

- ix) dettagliando meglio quanto espresso al punto i) il massimo rateo di velocità di movimento nella discesa delle scale era appena un piano per minuto, più lento della più lenta velocità di discesa durante le prove di evacuazione. Le cause possono essere così riassunte:
- a) gli occupanti hanno incontrato fumo e ingombri nelle scale;
  - b) gli occupanti erano impreparati all'evacuazione ed allo sforzo fisico necessario alla discesa;
  - c) non si conosceva la dislocazione delle persone con disabilità motoria e le stesse non erano preparate per una evacuazione completa;
  - d) alcuni occupanti hanno spontaneamente interrotto l'evacuazione per sconforto e mancanza di indicazioni.

### 1.2.2 Uragano Katrina 23 - 31 agosto 2005

Raccomandazioni del NIST e del NIDILRR emerse al termine dell'analisi degli avvenimenti e delle interviste alle persone coinvolte nella sciagura:

- i) dovrebbero essere coinvolte le organizzazioni delle persone con disabilità nella gestione delle emergenze dalle organizzazioni statali deputate al soccorso e salvataggio della popolazione;
- ii) dovrebbero essere adottate iniziative estese a tutta la comunità per individuare persone con esigenze speciali (vedi nota 1 a pagina i) che necessitano in una calamità di particolari provvedimenti. Queste persone dovrebbero essere messe in connessione con i servizi necessari per far evacuare o lasciare, in sicurezza, nelle loro abitazioni questo segmento di popolazione;
- iii) la formazione dei soccorritori dovrebbe essere aumentata e somministrata sistematicamente per far fronte all'incremento di persone che hanno un *Personal Emergency Evacuation Plan* (PEEP);
- iv) le persone con disabilità dovrebbero essere informate sulla pianificazione delle emergenze, in particolare sulle misure che riguardano il

## 1. PREMESSA

---

segmento di popolazione che comprende le persone con esigenze speciali (vedi nota 1). Tale informazione deve essere erogata da personale con formazione specifica.

## 1.3 Il Protocollo d'intesa tra l'Università di Sassari ed il Corpo Nazionale dei Vigili del fuoco

Per approfondire il tema del soccorso di persone fragili è stato siglato un accordo di collaborazione tra l'Università di Sassari ed il CNVVF per la stesura di linee guida per la gestione delle emergenze e proposte di norme di settore nell'ambito della Prevenzione incendi<sup>4</sup> con persone disabili presenti nelle attività lavorative civili ed industriali. Il presente lavoro è un contributo all'accordo di collaborazione.

L'art. 14 del *Decreto legislativo* (d.lvo) 8 marzo 2006 n°139 prevede che la Prevenzione incendi (comprensiva anche della gestione delle emergenze nei luoghi di lavoro) sia affidata alla competenza esclusiva del [...] CNVVF che svolge attività di ricerca per la stesura di linee guida e norme di settore nell'ambito della prevenzione incendi. Inoltre il CNVVF ha come priorità l'approfondimento delle conoscenze e lo studio del soccorso alle persone con disabilità. In particolare intende sviluppare, tramite le conoscenze acquisite nell'ambito della gestione delle emergenze, un approccio scientifico al soccorso di persone con disabilità.

Il Dipartimento di Scienze Biomediche Sanità Pubblica dell'Università degli Studi di Sassari possiede tra i suoi compiti istituzionali quello di svolgere attività di ricerca con obiettivi di eccellenza e di rilevanza strategica in ambito nazionale e internazionale; inoltre, promuove l'integrazione fra scienza e tecnologia, anche attraverso la valorizzazione e il trasferimento dei risultati della ricerca ad applicazioni pratiche.

Per i motivi esposti il Dipartimento di Scienze Biomediche – Sanità Pubblica dell'Università degli Studi di Sassari e il CNVVF, al fine di conseguire sinergie nell'espletamento delle proprie specifiche attività, hanno ritenuto di promuovere un interscambio di competenze scientifiche e tecnologiche e

---

<sup>4</sup> Prevenzione incendi funzione preminente di interesse pubblico diretta a conseguire, secondo criteri uniformi sul territorio italiano, gli obiettivi di sicurezza della vita umana, di incolumità delle persone e di tutela dei beni e dell'ambiente attraverso la promozione, lo studio, la predisposizione e la sperimentazione di norme, misure antincendio, provvedimenti, accorgimenti e modi di azione intesi ad evitare l'insorgenza di un incendio e degli eventi ad esso comunque connessi o a limitarne le conseguenze.

siglare un accordo di collaborazione.

### 1.4 La terminologia legata al tema della disabilità

Le parole hanno una ripercussione sul modo di comportarsi delle persone anche nelle situazioni di emergenza: il linguaggio è lo specchio della società. Di seguito si riporta una breve riflessione, utilizzando un approfondimento dell'Accademia della Crusca [11], sul termine per definire la disabilità, e su come questo è cambiato nel tempo. Secondo lo scrivente tale approfondimento è importante per comprendere anche l'approccio con cui la società si pone nei confronti delle persone con fragilità.

Sul piano diacronico, si ricorda che è soltanto dai primi anni Settanta, epoca in cui si è cominciato a parlare di inclusione sociale e disabilità, che il tema comincia ad avere un interesse sociale e peso politico. Termini come *spastico*, *mongoloide*, *cerebroleso* ma anche *minorato*, fino ad allora usati senza troppe restrizioni per indicare persone con disabilità, sono stati avvertiti come inadeguati dalla società. Da allora tale terminologia ha progressivamente lasciato il posto al termine onnicomprensivo *handicappato* (il cui significato includeva situazioni molto diverse fra loro, rischiando un'artificiosa omogeneità di tutti i tipi di disabilità). Il termine *handicappato* si è poi evoluto in *portatore di handicap*<sup>5</sup>.

Il termine inglese *to handicap* – che in italiano ha dato origine prima al verbo *handicappare* porre in stato di inferiorità e poi con funzione aggettivale *handicappato* – deriverebbe dal gergo delle corse di cavalli (in cui si dava al cavallo più forte uno svantaggio, un handicap appunto, al fine di rendere più equilibrata la gara). I termini *handicap* e *handicappato* sono stati percepiti dalla società con un significato neutro fino agli inizi degli anni Novanta del

---

<sup>5</sup> Si veda ad esempio il testo della Legge (l.) 517/1977, sull' *integrazione scolastica di portatori di handicap*.



secolo scorso <sup>6</sup>. Al termine degli anni Novanta si assiste ad un cambio delle parole *handicap/handicappato* con *disabilità/disabile*. <sup>7</sup> A *disabile* si è affiancata, negli ultimi anni, anche l'espressione *diversamente abile*, conosciuta per essere maggiormente "politicamente corretto".

Il cambiamento di terminologia non è semplicemente una questione linguistica ma deve essere un diverso approccio alla condizione espressa dal termine. La prima classificazione a livello specialistico sulle disabilità elaborata dall'Organizzazione Mondiale della Sanità, risale al 1970 ed è nota con l'acronimo di *International Classification of Diseases (ICD)*; essa metteva l'accento sul concetto di malattia individuandone le cause patologiche, limitandosi a fornire - per ogni caratteristica clinica - codici numerici. All'ICD fece seguito nel 1980 *International Classification of Impairment, Disabilities and Handicaps (ICIDH)*, che invece fin dal titolo evidenziava i concetti di "menomazione" (*impairment*), "disabilità" (*disabilities*) e *handicap*, e rovesciava di fatto il punto di vista dell'ICD: occorre partire non tanto dall'analisi delle cause della patologia, quanto dall'influenza che il contesto ambientale poteva esercitare sullo stato di salute delle popolazioni e degli individui. L'*handicap* passava così ad essere una condizione di svantaggio risultante dalla differenza tra lo stato del soggetto e le aspettative di efficienza che le altre persone avevano nei suoi confronti. E la nomenclatura doveva, per forza, riflettere questo cambio di prospettiva: si doveva parlare infatti non di *handicap* per sé, ma di *handicap* in una determinata condizione (*handicap* nell'orientamento, nella mobilità, nell'integrazione sociale, ecc.) come riflesso di *disabilità* legate al contesto e non intrinseche al soggetto. L'*handicappato* diventa allora persona in situazione di *handicap*, quando ci si attendono prestazioni standard fissate rispetto a una norma (quella dei normodotati). Ma è proprio l'arbitrarietà dei concetti di *standard* e *norma* che ha richiesto una revisione ulteriore. E all'ICIDH sono seguiti altri due documenti: l'*International Classification of Impairments, Activities and Participation (ICIAM)* del 1997, che ha introdotto l'idea di una visione in positivo

---

<sup>6</sup> La l. 104/92 si proponeva di normare l'assistenza, l'integrazione sociale e i diritti delle persone handicappate.

<sup>7</sup> Il titolo della Legge 68/1999 riguarda le Norme per il diritto al lavoro dei disabili.



**Figura 1.1.** Una vignetta comparsa sul quotidiano *La Repubblica* che riflette la disputa sociale riguardante la terminologia che spesso fa perdere di vista il reale problema della disabilità.

e di una diversa partecipazione sociale (non ostacolata dalla disabilità, ma anzi garantita da abilità diverse: di qui le ragioni del termine di *diversamente abile*), e l'ICF, approvato dalla *World Health Assembly* (WHA) nel 2001, in cui si sancisce del tutto l'abbandono di una terminologia basata sul deficit (*handicap*, *disabile*, *dislessico*, ecc.) o che fa coincidere la persona con esso (da qui le critiche anche a *diversamente abile*), e si adottano invece termini più descrittivi dei contesti di vita, che pongono l'attenzione sulle risorse e sulle abilità di un soggetto invece che sui suoi insuccessi.

La Convenzione delle Nazioni Unite sui diritti delle persone con disabilità [1] sancisce in maniera definitiva il termine linguistico da usare e pone fine all'evoluzione dei termini *diversamente abile*, *diversabile* "politicamente corretti" ma considerati affettati e rifiutati anche dalla comunità delle persone con disabilità .

## Capitolo 2

### Obiettivo dello studio

*"Aim for the moon. If you miss, you may hit a star."*

— W. Clement Stone

Nella Premessa sono state riportate brevemente analisi di due maxi emergenze. In particolare sono state riportate le criticità emerse dall'analisi dei *report* dei fatti avvenuti (si veda il paragrafo 1.2 a pagina 3).

Tali riflessioni, per quanto essenziali, costituiscono un punto di partenza per indirizzare gli aspetti da approfondire per implementare e migliorare il soccorso alle persone con esigenze speciali (vedi nota 1).

Nonostante la sintesi adottata per riportare le criticità rilevate, segue, da una lettura delle anomalie elencate, da molteplici esperienze professionali di chi scrive e da quasi quotidiani fatti di cronaca, che il campo dell'assistenza in condizioni di emergenza è vasto da approfondire, articolato, complesso e che non può essere esaurito nell'ambito di un'unica ricerca.

Viene quindi stabilito di restringere il campo di indagine ad una specifica tipologia di emergenza e ad un determinato segmento di persone con esigenze speciali. In particolare si è scelto di approfondire il soccorso a persone con disabilità, principalmente indotte dall'età ed in una struttura sanitaria residenziale per anziani.

Con i vincoli di ricerca espressi ed in funzione del campo di ricerca prescelto, lo scrivente intende studiare e proporre delle soluzioni migliorative in alcune emergenze dove è necessario effettuare l'evacuazione di persone con disabilità.

In questo specifico settore gli obiettivi che si intendono raggiungere sono:

**Obiettivo 1** Determinare un criterio analitico per valutare:

- i) quanti operatori siano necessari per fornire un ausilio alle persone con disabilità non autosufficienti per effettuare l'esodo orizzontale<sup>8</sup> verso uno spazio calmo o un *Luogo nel quale non esiste pericolo per gli occupanti che vi stazionano o vi transitano in caso di incendio*. (Luogo sicuro);
- ii) quanto tempo sia necessario per effettuare l'esodo orizzontale verso un Luogo sicuro<sup>9</sup>;

**Obiettivo 2** individuare la velocità di spostamento di persone che utilizzano ausili non condotti in maniera autonoma. Le velocità di movimento delle persone con disabilità indicate in letteratura, ad esempio, riguardano i valori di una sedia a ruote spinta autonomamente. Nel caso di una casa di riposo per pazienti non autosufficienti o di pazienti allettati in un ospedale viene utilizzata una sedia a ruote, una barella o un letto condotti da un operatore o un infermiere per effettuare l'evacuazione;

**Obiettivo 3** analizzare ed eventualmente aggiornare la formazione degli operatori addetti all'emergenza finalizzandola ad emergenze coinvolgenti persone con disabilità;

**Obiettivo 4** proporre modifiche e/o integrazioni, sulla base dello studio condotto, alle attuali norme riguardanti la gestione delle emergenze sui luoghi di lavoro coinvolgenti persone con disabilità [18] [17] [19];

---

<sup>8</sup> **Esodo orizzontale:** si intende lo spostamento dal luogo in cui si trova l'ospite nello spazio calmo posto nello stesso piano. **Esodo verticale:** si intende lo spostamento impiegato per raggiungere un luogo sicuro all'esterno della struttura dallo spazio calmo.

<sup>9</sup> **Tempo di esodo orizzontale:** si intende il tempo impiegato per giungere dal luogo in cui si trova l'ospite nello spazio calmo posto nello stesso piano. **Tempo di esodo verticale:** si intende il tempo impiegato per raggiungere un Luogo sicuro all'esterno della struttura dallo spazio calmo.

---

**Obiettivo 5** analizzare gli attuali sistemi utilizzati per far orientare le persone nelle situazioni di emergenza, valutando e proponendo altri sistemi di percezione ambientale come ad esempio il WAYFINDING;

**Obiettivo 6** proporre un nuovo sistema di classificazione delle disabilità da utilizzare in situazioni di emergenza.

Gli obiettivi individuati sono affiorati non solo dall'analisi delle criticità emerse dalle maxi emergenze descritte in Premessa, ma anche dall'analisi delle osservazioni formulate al termine della prima simulazione (si veda il paragrafo 3.3 a pagina 19) .

I risultati ottenuti, utilizzando il metodo illustrato nel Capitolo 3 a pagina 15, sono contenuti:

- per l'**Obiettivo 1** nel Capitolo 5 a pagina 57;
- per l'**Obiettivo 2** nel Paragrafo 4.5 a pagina 49;
- per l'**Obiettivo 3** nel Paragrafo 4.1 a pagina 27;
- per l'**Obiettivo 4** nel Capitolo 6 a pagina 89;
- per l'**Obiettivo 5** nel Paragrafo 4.2 a pagina 28;
- per l'**Obiettivo 6** nel Paragrafo 4.3 a pagina 41;



# Capitolo 3

## Il Metodo

*"Cuiusvis hominis est errare: nullius nisi insipientis, in errore perseverare."*

— Cicerone, *Filippiche*, XII. 5

Lo studio di una situazione d'emergenza reale presenta molte difficoltà. Può essere effettuato a posteriori mediante il report di quanto accaduto, approfondendo la dinamica dell'evento mediante interviste ai soccorritori e alle persone coinvolte. Destinare un'aliquota di soccorritori ad effettuare le rilevazioni durante l'accadimento dell'evento infatti è molto complicato ed a volte impossibile. Si riassumono di seguito i limiti di uno studio in un'emergenza reale:

- i) l'incompletezza delle fonti di documentazione (spesso carenti o inesistenti);
- ii) la soggettività delle testimonianze delle persone (che risentono delle esperienze personali);
- iii) la difficoltà di effettuare la misurazione delle prestazioni dei soccorritori;
- iv) le complicazioni dovute al fatto di destinare una parte di soccorritori ad osservatori.

Per i motivi esposti l'approfondimento delle criticità di un'emergenza avviene utilizzando delle simulazioni.

Per raggiungere gli Obiettivi proposti è stato ritenuto opportuno utilizzare come metodo di studio una simulazione di un'emergenza. Per rendere più efficace ed attendibile il metodo, è stato deciso di svolgere una esercitazione

in uno scenario reale adottando non figuranti ma i reali protagonisti <sup>10</sup>. Al fine di testare i risultati, lo studio non si è limitato semplicemente a rilevare gli elementi di criticità durante una sola esercitazione ma, attraverso una successiva simulazione, ne è stata verificata l'efficacia. Nello specifico, per testare i miglioramenti introdotti nel sistema e per approfondire i temi di interesse (si veda il Capitolo 2 a pagina 11), l'approccio utilizzato è stato quello di uno studio osservazionale.

## 3.1 Lo studio osservazionale

Per affrontare in maniera razionale ed organica il tema del soccorso alle persone fragili si è ritenuto opportuno utilizzare come metodo di ricerca uno studio osservazionale. In particolare sono state condotte due esercitazioni in una struttura residenziale assistita, dove sono ospitate delle persone fragili. La prima simulazione, denominata  $T_0$  aveva lo scopo di far emergere le criticità del soccorso a persone con disabilità. Dopo un'analisi delle azioni, delle procedure e dei comportamenti messi in atto durante l'emergenza, sono state formulate delle proposte di miglioramento che sono state testate nella successiva simulazione. Nel corso di quest'ultima, denominata  $T_1$ , eseguita nello stesso luogo e con gli stessi partecipanti, sono stati esaminati gli effettivi miglioramenti del sistema di soccorso. In particolare sono stati osservati gli elementi che hanno portato al raggiungimento degli obiettivi dello studio (si veda il Capitolo 2 a pagina 11).

Lo studio osservazionale è stato condotto su un campione di persone con disabilità, indotte principalmente dall'età. Nello specifico con il metodo adottato è stato analizzato il soccorso in una struttura sanitaria residenziale per anziani, scegliendo una determinata porzione dell'edificio dove alloggiavano 13 unità con diversi tipi di disabilità (cognitive/motorie/sensoriali). Il campione è costituito dalle persone con le peculiarità descritte. La struttura

---

<sup>10</sup> Lo studio e la sperimentazione sono stati autorizzati dal Comitato etico ASL di Sassari e agli ospiti e agli operatori è stato chiesto ed ottenuto il consenso informato [16].



residenziale assistita si trova a Sassari e si chiama *Casa Serena*<sup>11</sup>. Al fine di poter comparare le due simulazioni e poter misurare un reale miglioramento sono stati introdotti dei parametri oggettivi, misurabili, che potessero essere raffrontati tra le due simulazioni e con simulazioni in scenari simili.

Il metodo, utilizzando un processo ciclico iterativo in analogia a quello introdotto da W. Edwards Deming, verifica se gli elementi correttivi che vengono introdotti dopo ciascun ciclo sono efficaci al miglioramento della gestione di un'emergenza<sup>12</sup>.

Il processo si sviluppa compiendo una prima simulazione, si prendono in considerazione gli elementi da migliorare, si introducono gli elementi correttivi e si verifica l'effettivo miglioramento del sistema di soccorso modificato, effettuando una seconda simulazione. La prima simulazione viene denominata  $T_0$  mentre la seconda  $T_1$ .



Figura 3.1. I 4 passi del Ciclo sono Plan Do Check Act

## 3.2 La simulazione al tempo $T_0$

Come illustrato (si veda il paragrafo 3.1 nella pagina precedente), il metodo adottato per studiare un'emergenza che coinvolge persone con disabilità è quello di uno studio osservazionale. Per un'analisi oggettiva delle criticità che si manifestano nell'ambito di un'emergenza con le caratteristiche descritte è stata progettata una prima esercitazione, effettuata nel novembre 2014,

<sup>11</sup> Casa Serena è una struttura residenziale per anziani gestita dal Comune di Sassari. La struttura ha un'autorizzazione al funzionamento per n. 196 posti suddivisi in sei case protette da 30 posti ciascuna e una comunità alloggio da 16 posti. Attualmente, per assicurare migliori livelli di comfort, può ospitare fino a 155 anziani.

<sup>12</sup> Il Ciclo di Deming descrive un semplice metodo iterativo per testare un'informazione prima di compiere una decisione significativa. I 4 passi del Ciclo sono Plan Do Check Act (**PDCA**). Deming ha chiamato questo ciclo il Ciclo di Shewhart. Il Ciclo può essere usato in varie maniere, ad esempio per condurre una sperimentazione **Plan** Progetta la sperimentazione; **Do** Conduci la sperimentazione ; **Check** Analizza i risultati; successiva azione; **Act** Agisci sulla tua prossima decisione basandoti su questi risultati.

denominata  $T_0$ , che voleva analizzare la risposta del sistema nello stato in cui si trovava, senza nessuna misura correttiva. Lo scenario progettato ha visto lo sviluppo di un incendio (simulato con una macchina a fumo) in una stanza. Per effettuare un'accurata analisi dei parametri è stato scelto di limitare la simulazione solo ad una porzione della struttura posta al primo piano. La parte di struttura prescelta è stata quella che presenta maggior criticità in quanto destinata ad alloggiare le persone con disabilità. La simulazione è avvenuta senza preavviso e senza che gli ospiti e gli operatori conoscessero alcuna informazione su modi, tempi, luogo e tipologia di evento. Come detto lo scenario proposto è una casa di riposo per anziani a regime residenziale, ubicata a Sassari.

Per valutare le eventuali criticità e per stimare l'efficacia delle misure proposte sono stati introdotti dei parametri oggettivi e univoci. I parametri riportati vogliono misurare l'efficienza della prestazione dei soccorritori nel portare a termine l'esodo orizzontale (si veda la nota 8 a pagina 12) e la qualità del soccorso prestato.

I parametri numerici esprimono un tempo, cioè indicano in quale momento l'azione descritta è stata portata a compimento, mentre i parametri qualitativi descrivono soltanto se un'azione è stata portata a compimento.

Parametri quantitativi:

- i) la sirena del sistema di allarme incendio entra in funzione [tempo];
- ii) viene dato l'ordine di evacuazione [tempo];
- iii) arrivo sul posto del personale preposto all'evacuazione con il compito di aiutare le persone (valore per ciascun ospite) [tempo]<sup>13</sup>;
- iv) il personale preposto esce dalla stanza con la persona (valore per ciascun ospite);
- v) l'ospite raggiunge lo spazio calmo (valore per ciascun ospite).

Ai fini della valutazione della qualità del soccorso prestato sono state introdotte anche delle variabili qualitative che esprimono se un'azione viene svolta o meno [I=svolta; O=non svolta]:

---

<sup>13</sup> Per arrivo sul posto si intende che il personale entra nella stanza dove si trova la persona.

Parametri qualitativi:

- i) il personale preposto verifica la temperatura della porta prima di aprirla [I/O];
- ii) il personale preposto conduce la persona nello spazio calmo individuato dal PEEP [I/O] o dal Piano di emergenza (nell'esercitazione  $T_0$  non era stato introdotto ancora il Piano Personalizzato);
- iii) il personale preposto trasporta le persone nello spazio calmo secondo l'ordine individuato dal PEEP [I/O] (solo nell'esercitazione  $T_1$ );
- iv) il personale preposto verifica che tutte le persone presenti siano state trasportate all'esterno dell'area interessata all'emergenza [I/O];
- v) il personale preposto effettua la movimentazione dell'ospite secondo le manovre e tecniche corrette [I/O];
- vi) il personale preposto si accerta dello stato emotivo del paziente e nel caso effettua un'operazione di rassicurazione [I/O].

Tali parametri permettono di poter raffrontare la simulazione ad altre simulazioni dell'emergenza della stessa tipologia. Il parametro tempo può essere caratterizzato o da un valore unico o da una matrice numerica ( $1 \times n$ ) con  $n$  pari al campione analizzato. Per la misura delle variabili sono stati introdotti un certo numero di osservatori che in maniera neutra hanno potuto valutare i parametri. Ciascun osservatore ha registrato i parametri su una scheda di rilevazione.

In questa sede, ai fini del presente studio, sono riportati ed analizzati esclusivamente alcuni valori quantitativi (si veda tabella 3.1 a pagina 26). Come ulteriore strumento di controllo e misura è stato installato un sistema di videocamere a circuito chiuso che ha consentito di effettuare un'analisi visiva approfondita della sperimentazione.

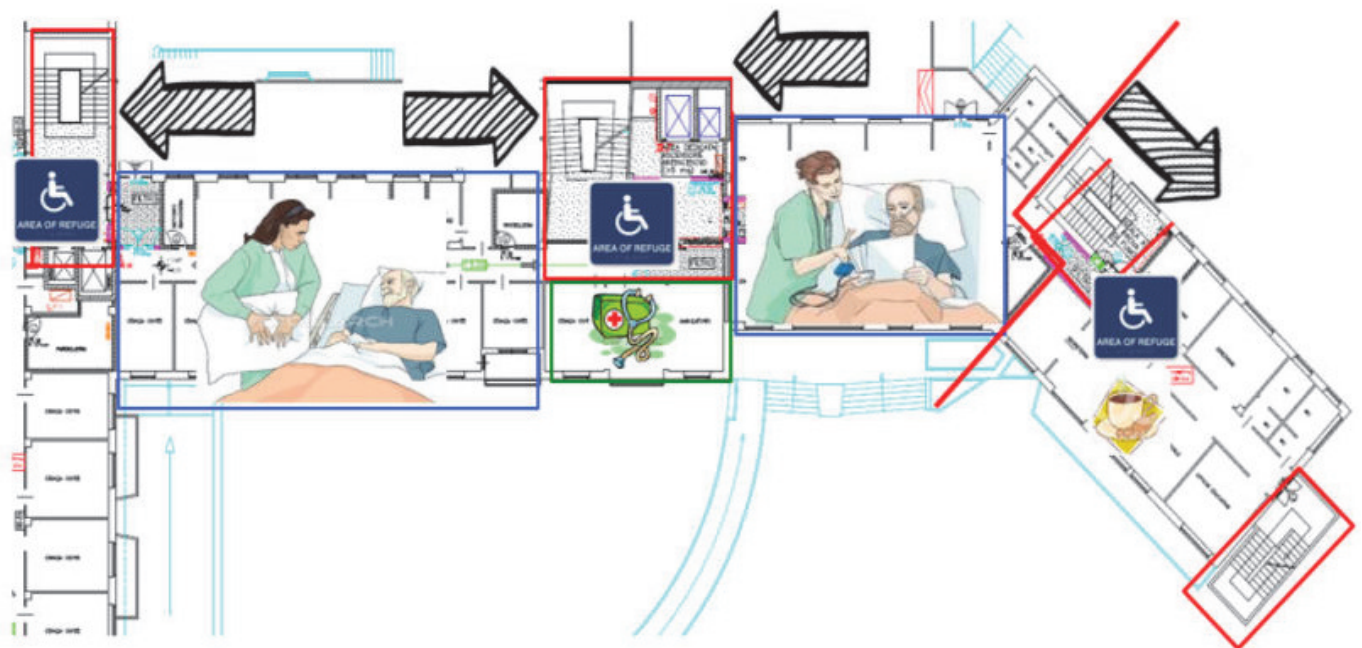
### 3.3 Osservazioni sulla prima simulazione

Al termine dell'esercitazione  $T_0$ , la simulazione è stata oggetto di uno studio approfondito che ha riguardato: il comportamento delle persone in funzione del loro impiego nell'attività (occupanti, addetti all'emergenza, generici e soccorritori) e l'analisi dei parametri introdotti. L'approfondimento

### 3. IL METODO



(a) Lo scenario della simulazione: Primo piano di Casa Serena ore 9 del mattino. riproduzione di un incendio in una stanza mediante macchina a fumo



(b) L'azione che si voleva testare: l'esodo degli occupanti dalle loro stanze verso lo spazio calmo che c'è al termine di ciascun corridoio

**Figura 3.2.** Il teatro dell'esercitazione e l'azione che si voleva osservare

ha evidenziato che l'esodo orizzontale (si veda nota 8 a pagina 12) verso gli spazi calmi si è concluso in circa 15 minuti e quello verticale è stato interrotto volontariamente dopo il trasporto di 2 ospiti (si veda la tabella 4.5 a pagina 49). Da un'analisi delle risultanze sono emersi i seguenti elementi:

- i) le persone con disabilità cognitive non hanno nessuna percezione del pericolo e una volta allontanate dallo spazio pericoloso possono rientrare autonomamente nella zona da dove erano state spostate<sup>14</sup>;
- ii) gli operatori, una volta terminata l'evacuazione orizzontale (si veda nota 8 a pagina 12), non hanno posto in essere le opportune misure di valutazione e sostegno delle condizioni psico-fisiche degli ospiti (*Dai filmati si nota che agli ospiti non è stata fornita adeguata informazione sull'evoluzione degli avvenimenti e non è stata effettuato un costante monitoraggio dei parametri vitali di base*);
- iii) gli operatori, durante l'assistenza agli ospiti che non erano in grado di allontanarsi autonomamente, hanno spesso effettuato operazioni di movimentazione con tecniche ergonomicamente scorrette ponendo gli ospiti in condizioni di rischio e sottoponendo se stessi a carichi osteoarticolari eccessivi, che ne avrebbero potuto compromettere la prestazione in caso di evacuazione di tutta la struttura nella necessità di movimentare un rilevante numero di soggetti. *Dalle riprese emerge che gli operatori utilizzano tecniche di movimentazione di pazienti non adeguate e trascurano il corretto impiego di ausili*;
- iv) le persone con disabilità motoria non sono state quelle che hanno impiegato più tempo a giungere negli spazi calmi. *In maniera inaspettata è emerso che è stato più semplice evacuare persone con gravi disabilità motorie (ma che potevano utilizzare efficaci ausili di spostamento come una sedia a ruote) piuttosto che persone con disabilità cognitive (in un caso una di esse opponeva una forte resistenza ad abbandonare l'area di rischio) verso le quali gli operatori pareva non fossero in grado di utilizzare efficaci e specifiche tecniche di comunicazione*;
- v) gli spazi calmi non sono stati dimensionati in base al reale numero

---

<sup>14</sup> Un ospite con disabilità cognitiva è rientrato nella zona evacuata nonostante fosse priva di energia elettrica e le porte REI si fossero chiuse a seguito dell'intervento dell'impianto di rilevazione.

delle persone che devono contenere e sono risultati appena sufficienti per accogliere gli ospiti, inoltre la dislocazione degli ospiti all'interno dell'area di rifugio avrebbe ostruito l'esodo degli occupanti dei piani superiori. *Dalle immagini video si nota, oltre all'affollamento degli spazi calmi che ostacola l'esodo dai piani superiori, il mancato coordinamento dell'utilizzo degli stessi. Nello specifico uno spazio calmo era stracolmo, l'altro era sottoutilizzato.*

- vi) Gli operatori hanno proceduto a fornire ausilio agli ospiti residenti ma hanno tra lasciato di controllare tutte le zone del piano. *nella sala destinata alle colazioni si trovavano alcuni ospiti degli altri piani che guardavano la televisione e sono stati individuati e fatti evacuare dopo circa 20 minuti dall'inizio dell'evacuazione;*
- vii) gli ospiti sono stati evacuati in un tempo di 15 minuti con impegno pressoché totale di tutti operatori che lavorano nella struttura, è necessario domandarsi cosa sarebbe successo in una fascia oraria con meno operatori e con tutta la struttura da evacuare. *Il tempo di 15 minuti per trasportare 15 persone (13 residenti + 2 ospiti provenienti da altri reparti in visita) pare un tempo ragionevole ma è necessario stabilire un metodo analitico per calcolare il tempo di esodo assistito ed il numero di operatori necessari;*
- viii) i soccorritori esterni CNVVF non hanno individuato un gruppo di persone che si trovava in uno spazio calmo . *Gli spazi calmi non sono indicati sulle planimetrie dislocate nell'edificio, né tanto meno il coordinatore dell'emergenza interno ha indicato la dislocazione di tutti gli spazi calmi;*
- ix) i soccorritori esterni CNVVF non hanno ricevuto informazione dagli operatori interni sul tipo di disabilità delle persone che sono andati a soccorrere. *Si ritiene emblematico riportare un episodio in cui il qualificato della squadra del CNVVF non è stato in grado di stabilire le corrette azioni da portare a termine in quanto l'operatore presente ha genericamente riportato che il pericolante aveva una disabilità cognitiva. Un sistema di comunicazione rapida tra operatori del soccorso per individuare i tipi di disabilità costituirebbe un notevole passo avanti;*
- x) l'esodo verticale è stato interrotto volontariamente dopo l'evacuazione di due persone. Il trasporto delle persone su sedia a ruote è avvenuto con tre operatori per ogni persona con disabilità motoria. *E' naturale*

*domandarsi cosa sarebbe successo se fosse stato necessario evacuare tutta la struttura con una sola squadra del CNVVF. Un sistema di comunicazione periodico che fornisce il numero di persone con esigenze speciali presenti (vedi nota 1 a pagina i) costituirebbe un efficace miglioramento del dispositivo di soccorso.*

Le criticità rilevate hanno contribuito a circoscrivere gli obiettivi dello studio (vedi Capitolo 2 a pagina 11) che sono stati testati ed analizzati nella seconda simulazione denominata T<sub>1</sub>.

### **3.4 La simulazione al tempo T<sub>1</sub>**

Al termine della prima simulazione e dopo aver analizzato le criticità ed i punti da migliorare è iniziata la progettazione della seconda (si veda il paragrafo 3.3 a pagina 19). In particolare è emerso che nella prima simulazione il desiderio di partecipazione e di mostrare le proprie qualità ha coinvolto tutto il personale della struttura e non unicamente quello preposto al piano oggetto della simulazione che si sarebbe occupato dell'emergenza nel caso reale. Tale situazione ha reso meno attendibili i dati dell'esodo. Inoltre nella prima simulazione è stato analizzato anche l'esodo verticale (si veda la nota 8 a pagina 12) ad opera dei soccorritori esterni del CNVVF. Considerato che l'analisi voleva restringere il campo di ricerca ad uno specifico argomento, la seconda simulazione ha introdotto, rispetto alla prima, i seguenti vincoli e caratteristiche:

- a) l'esodo e la gestione dell'emergenza dovevano essere svolti soltanto da personale del reparto che avesse partecipato alle giornate formative sulla gestione dell'emergenze (si veda il paragrafo 4.1 a pagina 27);
- b) la parte più insidiosa dell'emergenza è costituita dai primi momenti in cui le azioni da compiere sono in capo all'organizzazione della struttura ed al personale interno; per questo motivo la seconda simulazione si è limitata a studiare unicamente l'esodo orizzontale (si veda la nota 8 a pagina 12);

- c) la predisposizione di un modello numerico che possa prevedere il numero di operatori necessari a far defluire un determinato numero di ospiti richiede un test di funzionamento; per questo motivo nella seconda simulazione si sono puntualizzate una serie di variabili relative ai tempi di trasporto che dovevano essere rilevate dagli osservatori;
- d) gli ospiti dovevano defluire dalla struttura secondo una determinata procedura, perciò, per verificarne l'applicazione, sono stati identificati tutti gli ospiti con un numero appuntato sul petto (si veda il paragrafo 4.4 );
- e) per fornire dati di input al programma (si veda il paragrafo 4.5 a pagina 49) relativamente a:
  - 1) velocità di spostamento con ausili della persona in maniera non autonoma (le velocità disponibili in letteratura riguardano le velocità di una sedia a ruote spinta dalla persona che la occupa non da un operatore, non risulta mai misurata la velocità di una persona in un letto spinto da altri);
  - 2) tempo di preparazione di un paziente che occupa un letto e deve essere trasportato su una sedia a ruote;è stata condotta una simulazione  $T_2$  (si veda il paragrafo 4.5 a pagina 49), a seguito della simulazione  $T_1$ , che ha fornito le variabili necessarie come input del programma.

## 3.5 Osservazioni sulla seconda simulazione

La simulazione successiva  $T_1$  ha mostrato che le misure introdotte hanno determinato un miglioramento delle variabili misurabili introdotte nel paragrafo 3.2 a pagina 17. Per brevità si riportano nel paragrafo 3.5.1 a fronte le variabili misurabili più significative delle due simulazioni dove si nota una diminuzione dei valori.

La diminuzione dei tempi di esodo, in realtà, rivela qualcosa di più profondo di una semplice riduzione cronologica. Nello specifico si tratta soprattutto di una conseguenza della pianificazione dell'evacuazione utilizzando il model-



lo numerico, la formazione degli operatori, l'applicazione del WAYFINDING e l'applicazione dei PEEP.

Tali misure costituiscono i risultati dello studio e saranno illustrati nei Capitoli 4 a pagina 27, 5 a pagina 57 e 6 a pagina 89.

#### **3.5.1 I parametri dei due tempi dello studio**

Al fine di valutare l'effettivo miglioramento della simulazione sono stati riportati i parametri quantitativi relativi all'esodo. I parametri rilevati sono quelli descritti precedentemente (si veda paragrafo 3.2 a pagina 17).

		Numero Identificativo ospiti													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Tempi [min] dall'attivazione dell'emergenza	Simulazione T <sub>0</sub>	PEEP (si veda paragrafo 4.4 a pagina 47)	<i>Non adottato</i>												
		Operatori per ospite (si veda paragrafo 4.3.2 a pagina 42)	<i>Non adottato</i>												
		Arrivo dei soccorritori interni (presso la stanza dell'ospite)	1.00	2.00	0.00	0.00	1.40	1.00	0.00	0.00	1.00	1.10	1.20	3.10	0.50
		Arrivo dell'ospite (presso lo spazio calmo)	5.72	8.12	5.08	4.46	6.16	6.40	4.00	9.12	8.45	6.00	9.40	11.03	16.01
	Simulazione T <sub>1</sub>	PEEP (si veda paragrafo 4.4 a pagina 47)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		Operatori per ospite (si veda paragrafo 4.3.2 a pagina 42)	(7)	(3)	(10)	-	(8)	(9)	(11)	-	(6)	(2)	(1)	(4)	(5)
		Arrivo dei soccorritori interni (presso la stanza dell'ospite)	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
		Arrivo dell'ospite (presso lo spazio calmo)	4.70	0.0	4.80	0.0 (no operat.)	4.90	4.80	8.30	0.0 (no operat.)	4.60	0.0	0.0	0.0	4.46
		9.01	5.00	8.18	4.79	9.20	9.22	10.05	8.59	8.70	4.60	4.60	6.00	6.01	

**Tabella 3.1.** Risultati comparati delle due esercitazioni T<sub>0</sub> vs T<sub>1</sub>. I tempi sono misurati dall'attivazione dell'emergenza si veda il paragrafo 3.3 a pagina 19

# Capitolo 4

## Risultati - Interventi gestionali

*"Act without doing; work without effort; confront the difficult while it is still easy; accomplish the great task by a series of small acts."*

— Tao Te Ching, *The Tao way of life*

### 4.1 La formazione degli operatori

Gli operatori selezionati sono stati sottoposti ad un corso di formazione di richiamo e integrazione delle conoscenze sulla movimentazione manuale di pazienti con e senza ausili e delle tecniche di comunicazione in emergenza. Infatti la formazione ricevuta ai sensi dell'articolo 3 della l. 28 novembre 1996, n. 609 riguardava la gestione delle emergenze non finalizzata ai luoghi di lavoro dove si trovano persone con disabilità. Gli argomenti approfonditi hanno riguardato:

**Tecniche di trasporto** In particolare hanno ricevuto approfondimento su come fornire assistenza alle persone con disabilità per favorirne l'esodo dall'edificio, utilizzando una pubblicazione su come essere d'ausilio alle persone fragili ossia l'Opuscolo edito dal Corpo nazionale dei

Vigili del fuoco<sup>15</sup>.

**PEEP** Gli operatori sono stati divisi in modo da poter attuare le indicazioni fornite dal Piano di Emergenza ed Evacuazione Personalizzato (PEEP).

**Ausili** Gli operatori hanno ricevuto una formazione finalizzata ad un approfondimento sulle tecniche di uso degli ausili.<sup>16</sup>

## 4.2 Wayfinding

Utilizzando un approfondimento sul WAYFINDING in emergenza [14], si applicano i principi della teoria dell'orientamento a *Casa Serena*.

Le caratteristiche che rendono difficile l'orientamento costituiscono un elemento di criticità sottovalutato nel nostro Paese. I progettisti credono che sia sufficiente installare dei cartelli, posizionati spesso senza un vero criterio, per far comprendere agli occupanti di un edificio come orientarsi ed individuare, ad esempio, le uscite o uno spazio calmo.

Nella legislazione italiana ed in particolare in quella di Prevenzione incendi<sup>17</sup> e del *Testo unico in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro* (TULS) viene previsto che nei luoghi di lavoro venga installata una idonea *segna-*

---

<sup>15</sup> L'opuscolo è disponibile all'indirizzo [http://www.vigilfuoco.it/allegati/biblioteca/legge\\_disabili.pdf](http://www.vigilfuoco.it/allegati/biblioteca/legge_disabili.pdf) ed è stato redatto dal Gruppo di lavoro sulla sicurezza delle persone disabili istituito presso l'allora ufficio dell'Ispettore Generale Capo dei Vigili del Fuoco nel febbraio 2001. Ne fanno parte i rappresentanti VVF e delle seguenti Associazioni e Enti: AIAS Associazione Italiana Assistenza Spastici, ANFFAS Associazione Nazionale Famiglie di Disabili Intellettivi e Relazionali, ONLUS ANGLAT Associazione Nazionale guida Legislazioni Andicappati Trasporti, ANICI Associazione Nazionale Invalidi Civili e Cittadini Anziani, ANMIC Associazione Nazionale Mutilati ed Invalidi Civili, ANTHAI Associazione Nazionale Tutela Handicappati e Invalidi, ENS Ente Nazionale Sordomuti, FISH Federazione Italiana per il Superamento dell'Handicap, Lega Arcobaleno contro le Barriere, UIC Unione Italiana Ciechi, UNIDOWN Unione Nazionale Down.

<sup>16</sup> Gli ausili sono dei dispositivi che consentono lo spostamento, in maniera più efficace, di persone con disabilità motorie o con disabilità che limitano il movimento. In particolare: agevolano il trasporto delle persone ai fini dell'evacuazione da un edificio, evitano un eccessivo carico osteoarticolare dei soccorritori, incrementano la velocità di trasporto, diminuiscono il numero di persone necessarie per lo spostamento. La conoscenza e la capacità di utilizzo di alcuni ausili è fondamentale per consentire alle persone incaricate della gestione dell'emergenza, un efficace allontanamento delle persone con fragilità.

<sup>17</sup> La Prevenzione incendi è una funzione di preminente interesse pubblico diretta a conseguire, secondo criteri uniformi sul territorio italiano, gli obiettivi di sicurezza della vita umana, di incolumità delle persone e di tutela dei beni e dell'ambiente attraverso la promozione, lo studio, la predisposizione e la sperimentazione di norme, misure antincendio, provvedimenti, accorgimenti e modi di azione intesi ad evitare l'insorgenza di un incendio e degli eventi ad esso comunque connessi o a limitarne le conseguenze.

letica di sicurezza<sup>18</sup>. La segnaletica ha vari scopi<sup>19</sup>, i segnali che vengono utilizzati per rendere più efficace l'esodo sono quelli di salvataggio.

In realtà la capacità di muoversi con cognizione all'interno di un edificio non può essere ottenuta soltanto con dei pittogrammi ma attraverso lo studio della percezione, da parte degli occupanti, dell'organizzazione degli spazi della struttura.

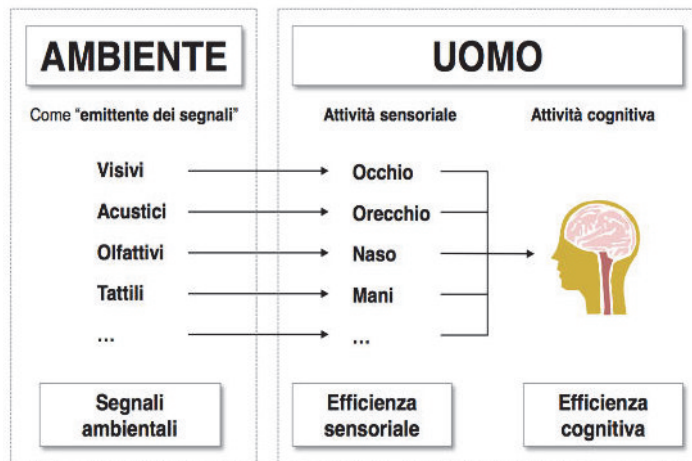
Il movimento di una persona attraverso un percorso è costituito da due processi tra loro correlati: l'orientamento e il WAYFINDING. Per orientamento si intende *la determinazione della posizione o della direzione dal punto di vista geografico o geometrico*<sup>20</sup>, in sostanza è un processo statico con il quale una persona è in grado di dire dove si trova. Il WAYFINDING invece è un processo dinamico e rappresenta *la strategia di comprensione umana di un percorso o di uno spazio all'interno di un complesso edilizio o lo spazio in genere*. In [20] viene specificato che *l'orientamento enfatizza la componente cognitiva dell'interazione della persona con l'ambiente, il WAYFINDING quella comportamentale*. Kevin Lynch [21], che ha coniato il termine WAYFINDING, è stato il primo ad approfondire e studiare come le persone trovano i percorsi, di quali informazioni hanno bisogno, come comunicano tra loro le direzioni e come le capacità visive e verbali influenzano questo processo. Ozel [22] ha evidenziato il ruolo delle aspettative cognitive nella percezione ambientale e nel comportamento durante l'evacuazione, mettendo in relazione i concetti della normativa con altri fattori ambientali e cognitivi (si veda la tabella 4.5 e la figura 4.1).

**Aspettative cognitive** Le norme di Prevenzione incendi (vedi nota 17) o edilizie influenzano i fattori di conoscenza spaziale dell'ambiente da parte delle persone. Si pensi alla disposizione delle uscite: l'uomo si aspetta che uscite attraverso le scale si trovino nella parte centrale o terminale

<sup>18</sup> Il TULS descrive nell'Allegato XXIV "Prescrizioni generali per la segnaletica di sicurezza" alcune caratteristiche dei cartelli come: i colori, la forma, il tipo di luminosità.

<sup>19</sup> Il TULS classifica la cartellonistica in base allo scopo: divieto *quando è vietato un comportamento, esempio: vietato usare fiamme libere*, avvertimento *nel caso si debba avvertire di una minaccia, esempio: presenza di materiale esplosivo*, prescrizione per le attrezzature antincendio *utilizzato per segnalare i presidi antincendio, esempio: nel caso si debba avvertire di una minaccia esempio: presenza di materiale esplosivo* e di salvataggio *i pittogrammi che indicano le vie di esodo, esempio: uscita di emergenza*.

<sup>20</sup> G. Devoto, G. C. Oli, Dizionario della lingua italiana, Le Monnier, Firenze, 1971.



**Figura 4.1.** Il sistema di percezione che l'uomo ha dell'ambiente

di un corridoio, mentre a volte queste zone possono essere solo un punto morto. Nell'esodo in emergenza, gli occupanti di un edificio si dirigono naturalmente verso gli atrii centrali dell'edificio, oppure verso quei percorsi già utilizzati per l'ingresso; ciò implica che una cattiva leggibilità ambientale o una insufficiente segnaletica non conducono dove si trovano realmente le uscite, causando disorientamento che può pregiudicare un esodo sicuro (si veda la figura 4.2).



**Figura 4.2.** La lunga scala suggerisce implicitamente di procedere a dritto. L'uscita di emergenza invece si trova a destra.

**Accesso visivo** L'accesso visivo alle informazioni che provengono dall'ambiente è spesso compromesso da quanto prevedono le norme di Prevenzione incendi <sup>21</sup> o edilizie. Sempre in tema di esodo la normativa

<sup>21</sup> Vedi nota 17 a pagina 28.

		Elementi relativi alle norme di sicurezza			
		Separazione delle uscite di emergenza	Segnalazione delle uscite	Capacità delle uscite	Disposizione delle uscite
Fattori Ambientali	Aspettative cognitive			X	X
	Accesso visivo	X		X	X
	Differenziazione fisica			X	X
	Configurazione della pianta			X	X
	Segnaletica esodo			X	

**Tabella 4.1.** Connessione tra fattori ambientali e norme di sicurezza. I fattori ambientali influenzano il comportamento umano nell'esodo da un edificio [22]

richiede che le uscite di sicurezza siano ragionevolmente contrapposte e distanziate tra loro, in modo da permettere di scegliere tra i percorsi disponibili ed eventualmente compensare l'impossibilità di utilizzarne una. Tale misura è però in contrasto con la percezione umana e ne determina una difficoltà di comprendere dove si trovano le uscite che viene accentuata nel caso di planimetrie complesse. Anche nel caso di vie d'uscita protette,

<sup>22</sup> che si realizzino mediante il passaggio tra compartimenti <sup>23</sup>, l'accesso visivo può essere limitato, causando difficoltà nella formazione di una mappa cognitiva dell'edificio. Le persone in tali casi devono affidarsi prevalentemente alla segnaletica installata non considerando la loro percezione ambientale. In uno studio sull'evacuazione da edifici di grande altezza [22] viene evidenziato che le persone utilizzano prevalentemente scale di uscita con pannelli di vetro invece che racchiuse in compartimenti. Analogamente venivano utilizzate le scale aperte, in particolare quelle localizzate in posizioni facilmente identificabili, al posto di altre chiuse ad esempio in un compartimento. Queste configurazioni possono facilitare molto il WAYFINDING, minimizzando la necessità di fare riferimento alla segnaletica. I percorsi di uscita chiusi, specialmente quelli proibiti durante la fruizione regolare e quotidiana di un edificio, sono meno adatti a essere riconosciuti in emergenza e più facilmente trascurati in tale circostanza.

**Differenziazione fisica** In caso di incendio, non soltanto i fumi contribuiscono a ridurre la visibilità e di conseguenza il tempo di esposizione agli indizi ambientali. Nello specifico anche un'architettura complessa concorre a determinare una scarsa esposizione agli indizi dell'ambiente. Un caso poco considerato è la differenziazione cromatica. La creazione di interni di colori uniformi e con poca differenziazione fisica può compromettere l'uso degli indizi per raggiungere un'uscita (si vedano le figure 4.3 nella pagina successiva, 4.7 a pagina 38, 4.4 nella pagina successiva e 4.5 a pagina 34 ).

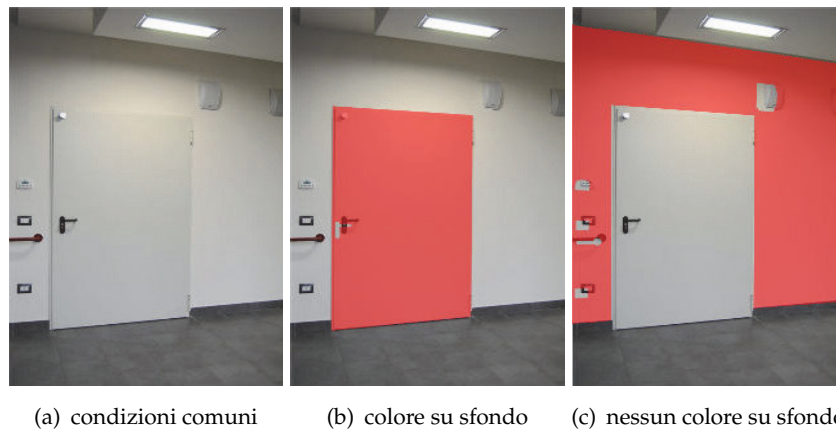
**Segnaletica** L'uso di pittogrammi è utilizzato per diminuire il tempo di localizzazione di percorsi di esodo o presidi antincendi (estintori, idranti ecc ...). L'utilizzo di cartelli e pittogrammi standard previsti per legge

---

<sup>22</sup> **Percorso protetto:** si intende la qualificazione di un volume dell'attività organizzato per rispondere alle esigenze della sicurezza in caso di incendio e delimitato da prodotti o elementi costruttivi idonei a garantire, sotto l'azione del fuoco e per un dato intervallo di tempo, la resistenza al fuoco.

<sup>23</sup> **Compartimento antincendio (o compartimento):** parte dell'opera da costruzione organizzata per rispondere alle esigenze della sicurezza in caso di incendio e delimitata da prodotti o elementi costruttivi idonei a garantire, sotto l'azione del fuoco e per un dato intervallo di tempo, la resistenza al fuoco. Qualora non sia prevista alcuna compartimentazione, si intende che il compartimento coincida con l'intera opera da costruzione.





**Figura 4.3.** Leggibilità ambientale: percezione degli oggetti con la differenza cromatica. Tra i casi proposti, in particolare, la migliore percezione si raggiunge con il C)



**Figura 4.4.** Corretta individuazione mediante un'ottima leggibilità ambientale di uno spazio calmo

#### 4. RISULTATI - INTERVENTI GESTIONALI

**Figura 4.5.** Utilizzo ottimale dei contrasti cromatici da impiegare in funzione di cosa vuole essere evidenziato. Il parametro LRV (Light Reflectance Value) si esprime in una scala di 0-100, con 0 = nero e 100 = bianco. Tabella tratta da [23]

OBIETTIVO	LRV	ESEMPI
Grandi superfici (pareti, pavimenti, porte, ecc), elementi e componenti per facilitare l'orientamento (corrimano, interruttori, indicatori tattili sul pavimento, ecc.)	≥ 30	
Pericoli potenziali (gradini, superfici vetrate, ecc.)	≥ 60	
Informazioni scritte (segnaletica, ecc.)	≥ 60	

	beige	white	grey	black	brown	pink	purple	green	orange	blue	yellow	red
red	78	84	32	38	7	57	28	24	62	13	82	0
yellow	14	16	73	89	80	58	75	76	52	79	0	
blue	75	82	21	47	7	50	17	12	56	0		
orange	44	60	44	76	59	12	47	50	0			
green	72	80	11	53	18	43	6	0				
purple	70	79	5	56	22	40	0					
pink	51	65	37	73	53	0						
brown	77	84	26	43	0							
black	89	91	58	0								
grey	69	78	0									
white	28	0										
beige	0											

**Figura 4.6.** Da "Wayfinding, People, Signs and Architecture" [15]

(TULS) e di un particolare codice colore contribuiscono ad un maggiore accesso alle informazioni e facilitano questo riconoscimento. Considerando la pressione temporale e lo stress durante un'emergenza, gli indizi relativi alle uscite devono essere chiaramente visibili e facilmente accessibili; specialmente in ambienti in cui è già presente un'abbondanza di stimoli ambientali (illuminazione, insegne, cartelloni, ecc...). Lo stato emotivo in condizioni di emergenza riduce la gamma di informazioni e percezioni che le persone sono in grado di utilizzare. Studi effettuati [22] in condizioni di emergenza hanno evidenziato come solo il 7-8 % delle persone abbia notato la presenza della segnaletica di sicurezza durante la fuga, evidenziando come la localizzazione della segnaletica stessa nel campo visivo abbia un'influenza fondamentale su quello che sarà il suo successivo utilizzo.

**Configurazione della pianta** Le persone hanno una maggior facilità nell'orientarsi in edifici simmetrici e senza interruzioni di continuità architettonica. Le planimetrie a disposizione degli utenti per comprendere dove si trovano ed individuare i percorsi di uscita di edifici con le caratteristiche descritte permettono agli utenti di crearsi delle mappe cognitive migliori, cioè in grado di facilitare il processo di WAYFINDING. Corridoi discontinui, come poligoni complessi che non si chiudono, piante con corridoi concentrici, interni indifferenziati e simili, in cui gli occupanti siano incapaci di orientarsi in relazione all'esterno, o piante leggermente irregolari, possono causare confusione e ostacolare il processo di WAYFINDING. In edifici in cui si possono causare difficoltà di questo tipo per complessità ed estensione, alcune norme [24] ad esempio suggeriscono di utilizzare tempi di pre movimento più elevati<sup>24</sup>. Le mappe del tipo *voi siete qui* (traduzione letterale dall'inglese You Are Here YAH) si pongono l'obiettivo di aiutare le persone a individuare la loro posizione nel contesto di un edificio e identificare dove sono collocate le possibili uscite, con i percorsi per raggiungerle. Anche se richiamate da molte norme di Prevenzione incendi (vedi nota 17), non sempre vengono redatte con la necessaria attenzione, limitandone la comprensione utilizzando elaborati grafici difficilmente leggibili da parte dei non addetti ai lavori, facendone perdere il potenziale contributo al processo di WAYFINDING. Per creare un senso dello spazio è possibile attingere agli esiti delle ricerche nel campo del design e della comunicazione grafico-visiva che hanno evidenziato l'importanza di alcuni elementi e criteri:

- i) la mappa deve contenere tutte le informazioni necessarie per adempiere a un determinato compito: l'esodo delle persone in emergenza;
- ii) deve essere redatta con percettibilità e chiarezza sintattica evi-

---

<sup>24</sup> **Tempo di pre movimento:** si intende il tempo che intercorre dal momento in cui viene percepito l'allarme fino a quando la prima persona comincia a muoversi verso l'uscita. Viene solitamente rappresentato come somma del tempo di ricognizione e del tempo di risposta.

tando la confusione visiva, che può causare ostacoli a una facile percezione;

- iii) i simboli e caratteristiche della mappa devono avere un significato evidente, ovvero essere in grado di spiegarsi da soli;
- iv) la rappresentazione grafica deve essere improntata al senso pratico, in particolare deve essere considerata l'utilità di ogni elemento rappresentato, ponendo attenzione ai seguenti requisiti:
  - valutazione degli aspetti ambientali basati sulla complessità e sulle caratteristiche strutturali;
  - posizionamento, per fornire chiari indizi sulla sua localizzazione;
  - corrispondenza fra l'informazione rappresentata e quella immediatamente percettibile (allineamento all'ambiente, elementi architettonici e il simbolo *voi siete qui* );
  - allineamento del testo nella mappa per essere letto senza richiedere di girare la testa;
  - evitare la ridondanza delle informazioni o informazioni superflue per lo scopo della mappa (ad esempio indicare la destinazione di ambienti non funzionali all'evacuazione costituisce un inutile appesantimento alla comprensione della planimetria);
  - la corrispondenza: le mappe dovrebbero permettere di stabilire una corrispondenza fra l'informazione rappresentata e quella immediatamente percettibile.

#### 4.2.1 Wayfinding a Casa Serena

Al termine della simulazione  $T_0$  è stato ritenuto che un'appropriata applicazione della strategia di WAYFINDING potesse migliorare i parametri relativi all'esodo delle persone, consentendo agli occupanti e agli operatori di individuare più facilmente i percorsi di uscite ed i luoghi sicuri anche sotto la pressione emotiva e temporale di un'emergenza. Da un'analisi delle

criticità emerse connesse con le strategie di WAYFINDING è emerso che *Casa Serena* aveva i seguenti limiti ed elementi di complessità:

**Differenziazione fisica** Nessuna differenziazione cromatica degli ambienti era stata adottata. Si ritiene che, considerate anche le disabilità degli ospiti, una differenziazione cromatica sia molto utile per poter individuare gli spazi calmi o le uscite (si vedano la figura 4.7 nella pagina successiva); non è stato possibile adottare questa soluzione nella simulazione T<sub>1</sub> ma si riporta una simulazione grafica.

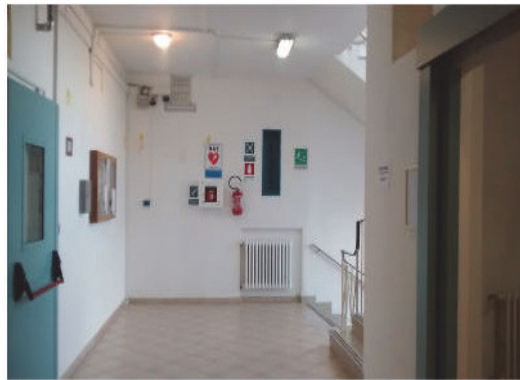
Durante la prima simulazione è stato rilevato che vi erano elementi che diminuivano la ricognizione della segnaletica (si vedano la figura 4.8 a pagina 39). Durante la seconda simulazione tutti gli elementi che potevano causare disturbo alla comprensione e alla lettura della segnaletica sono stati spostati. Inoltre nella prima simulazione erano mancanti i cartelli che indicavano gli spazi calmi e quelli che fornivano le indicazioni delle uscite erano insufficienti, posizionati senza una sequenza logica e di dimensioni troppo piccole per essere letti a distanza. Nella seconda simulazione sono stati apposti i cartelli mancanti e posizionati quelli di dimensioni corrette.

**Accesso visivo** Le scale, i Luoghi sicuri, gli Spazi calmi sono racchiusi in un compartimento antincendio<sup>25</sup> mediante porte resistenti al fuoco; tale configurazione impedisce l'accesso visivo alle scale. Una soluzione adottata soltanto per alcune porte è quella di dotare le porte di finestre (si vedano la figura 4.9 a pagina 39).

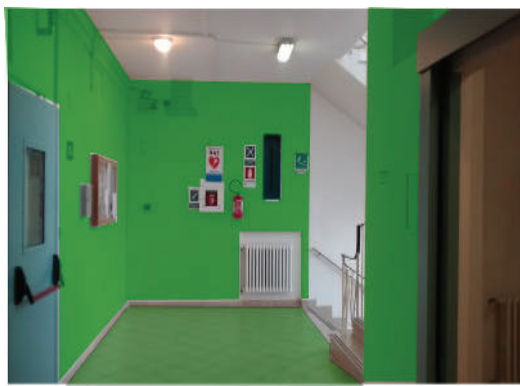
**Configurazione della pianta** Le norme di Prevenzione incendi prevedono che le *planimetrie indicanti le vie di uscita, devono essere installate in punti opportuni ed essere chiaramente visibili*. Nella maggioranza dei casi, come anche per *Casa Serena*, le planimetrie che sono state utilizzate sono le tavole grafiche di progetto a cui sono state aggiunte frecce di direzione (si veda la figura a 4.10 a pagina 40), lasciando inalterate le informazioni e la grafica tipica di un elaborato progettuale. Inoltre l'orientamento

---

<sup>25</sup> Vedi nota 23 a pagina 32.



(a) condizioni comuni



(b) colore su sfondo

**Figura 4.7.** Leggibilità ambientale: percezione dello spazio calmo a Casa Serena. In B la percezione è più immediata considerate anche le possibili disabilità degli ospiti

della mappa era tale per cui doveva essere letta girando la testa e non era posizionata dove si trovava il simbolo (YAH). Nella seconda esercitazione  $T_1$  la planimetria è stata modificata (si veda la figura (b) 4.10 a pagina 40) curando i seguenti aspetti:

- i) eliminazione di tutte le informazioni non attinenti all'esodo (ad esempio non vengono riportati l'ubicazione dei bagni, la presenza dell'impianto di rivelazione fumi ecc ...);
- ii) sono chiaramente indicati l'ubicazione degli spazi calmi e le vie di esodo;
- iii) la planimetria è posizionata ed orientata in modo da essere facilmente letta e compresa.

Le misure adottate per migliorare la leggibilità ambientale, a parere dello scrivente, hanno contribuito al miglioramento dell'esodo delle persone



**Figura 4.8.** *Elementi che penalizzano la Differenziazione fisica diminuendo la velocità di comprensione, in particolar modo in emergenza*

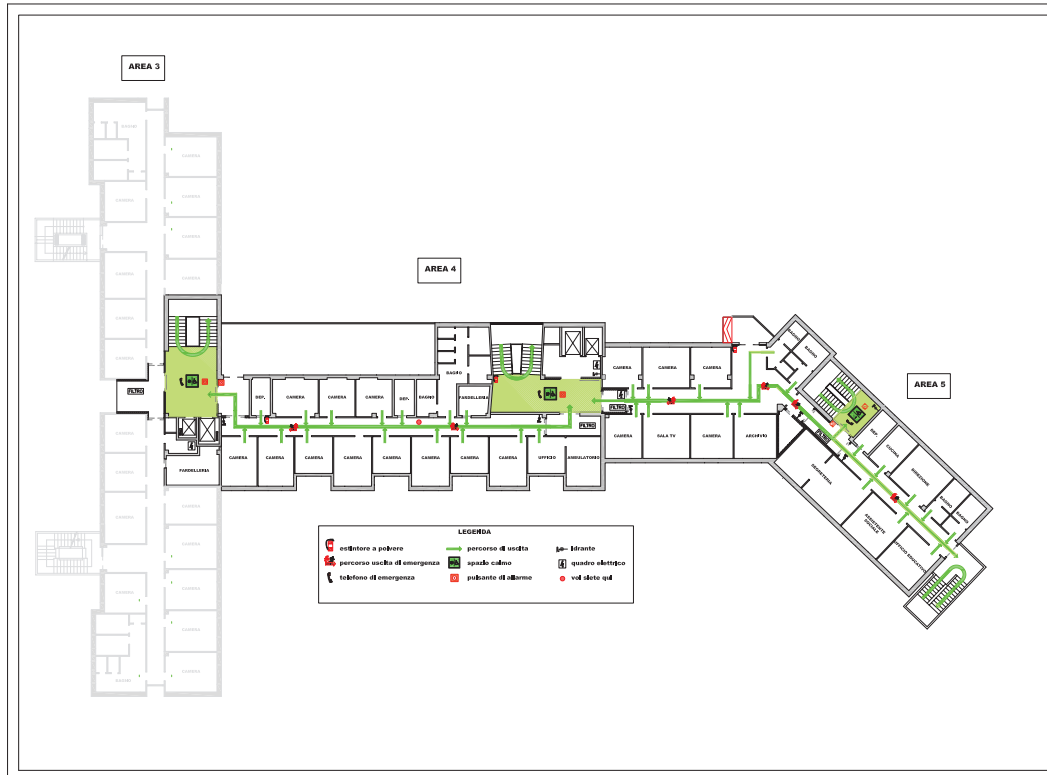


**Figura 4.9.** *Porta REI con vetro per aumentare l'Accesso visivo alle scale. Purtroppo solo alcune porte presentano questa caratteristica*

(si veda il paragrafo 3.5.1 a pagina 25) inteso non soltanto come valore temporale ma anche in termini di comprensione della distribuzione delle uscite, dei luoghi sicuri e degli spazi calmi, diminuendo la pressione emotiva nei soccorritori e negli ospiti.



(a) Planimetrie a disposizione degli ospiti e delle squadre di soccorso interne ed esterne Tempo 0



(b) Planimetrie a disposizione degli ospiti e delle squadre di soccorso interne ed esterne Tempo 1

**Figura 4.10.** WAYFINDING Semplificazione delle planimetrie a disposizione degli occupanti e degli addetti alla gestione dell'emergenza



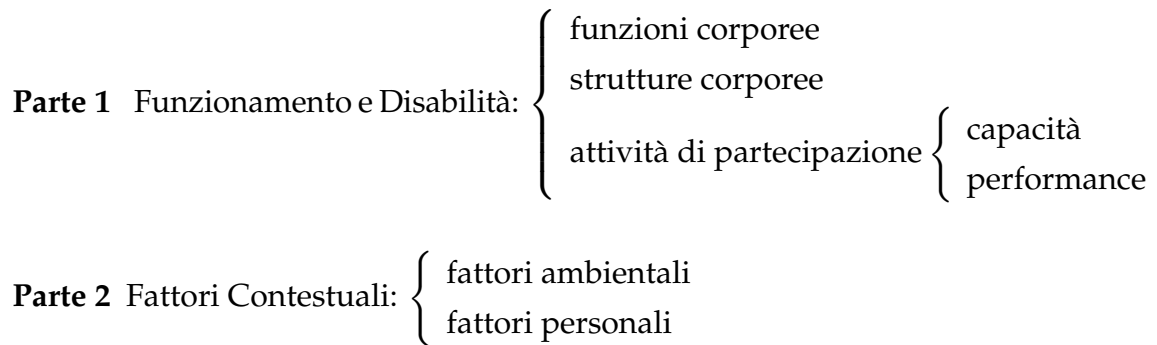
## 4.3 La classificazione delle disabilità in emergenza

### 4.3.1 L'ICF

L'ICF è una classificazione con diversi scopi e può essere utilizzata in discipline e settori diversi. I suoi scopi principali possono essere così sintetizzati:

- i) fornire una base scientifica per la comprensione e lo studio della salute, delle condizioni, delle conseguenze a cause determinanti ad essa correlate;
- ii) stabilire un linguaggio comune per la descrizione della salute e delle condizioni ad esse correlate allo scopo di migliorare la comunicazione fra i diversi utilizzatori, tra cui gli operatori sanitari, i ricercatori, gli esponenti politici e la popolazione, incluse le persone con disabilità;
- iii) fornire uno schema di codifica sistematico per i sistemi informativi sanitari.

Nella valutazione l'ICF tiene conto dei fattori contestuali ambientali (norme sociali, ambiente culturale, fattori politici, ecc . . .) e della persona (genere, età, condizioni di salute, capacità di adattamento, background sociale, educazione, professione, esperienze passate, stili caratteriali) classificandoli in maniera sistematica usando criteri comuni e comparabili in maniera interdisciplinare. Il modello di salute e di disabilità proposto dall'ICF è un modello biopsicosociale che coinvolge tutti gli ambiti di intervento delle politiche pubbliche, e in particolar modo le politiche di welfare, salute, educazione e lavoro. L'attenzione è su "salute" e "funzionamento", non sulla disabilità. Le informazioni fornite dall'ICF sono una descrizione delle situazioni che riguardano il funzionamento umano e le sue restrizioni, la classificazione serve da modello di riferimento per l'organizzazione di queste informazioni, strutturandole in modo significativo. L'ICF organizza le informazioni in due parti:



I qualificatori utilizzati per i domini di Attività e Partecipazione sono: *Capacità* e *Performance* (si veda figura 4.11 a fronte) . Il divario fra Capacità e Performance riflette la differenza di impatto tra l'ambiente attuale e quello standard e fa capire quali modifiche apportare all'ambiente attuale per consentire un miglioramento della performance.

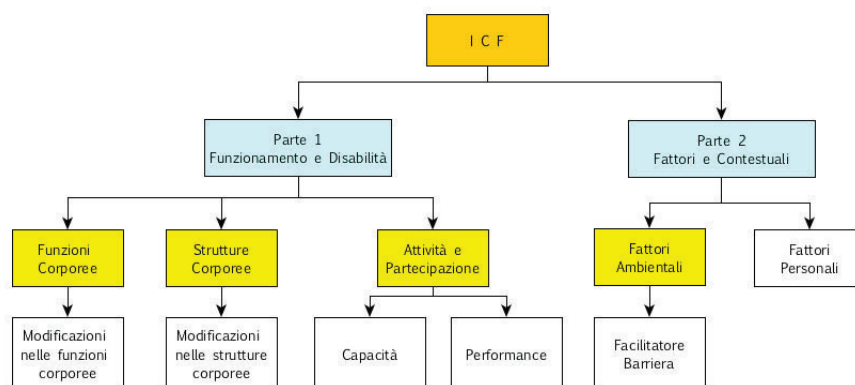
Il *Funzionamento* e la *Disabilità* sono viste come una interazione tra le condizioni di salute dell'individuo e l'interazione con i fattori ambientali e personali. La classificazione considera questi aspetti come dinamici e in interazione, non come statici.

La filosofia dell'ICF stabilisce che la disabilità è un'interazione con l'ambiente, l'ICF è applicabile a tutte le persone, anche quelle in perfetta salute. Il linguaggio nell'ICF pone in risalto la "funzione" rispetto al "tipo di malattia".

La classificazione dell'ICF ha scopi sociali, sanitari, assicurativi ma non è stata ideata per la classificazione delle disabilità ai fini della gestione di un'emergenza. I qualificatori utilizzati non contemplano l'ambiente in situazione di emergenza. La distribuzione non è quindi efficace per stabilire quali misure mettere in campo e come modificare l'ambiente per garantire alla persona, in funzione delle sue caratteristiche corporee e funzionali, le stesse garanzie di soccorso.

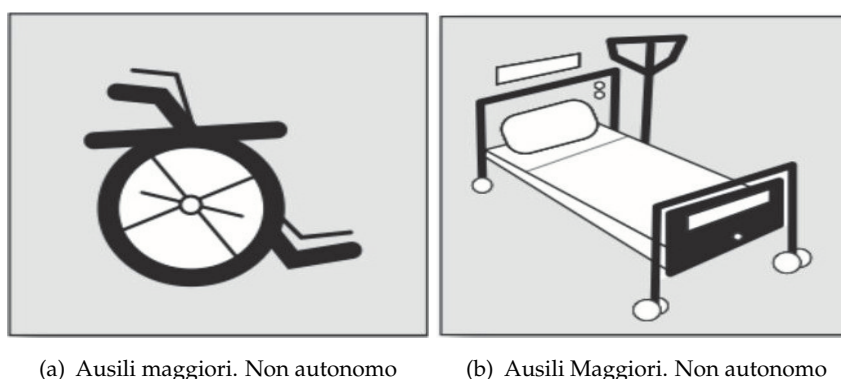
### 4.3.2 La nuova proposta di classificazione

La proposta di classificazione della disabilità in emergenza, partendo dal modello dell'ICF, restringe il campo di interesse sui parametri più influenti sulla efficacia dell'intervento di soccorso.



**Figura 4.11.** Struttura dell'ICF

In particolare analizzano (in modo rapidamente comunicabile e leggibile) le capacità residue di movimento del soggetto da soccorrere in sicurezza (movimento autonomo o assistito da ausili, velocità, ecc ...) e la sua capacità di interagire efficacemente con la realtà esterna (capacità sensoriali e di comprensione). Nella classificazione vengono primariamente individuati due gruppi: soggetti dotati di autonoma capacità di movimento e soggetti che necessitano di assistenza nel movimento. Si introducono quindi alcuni sottogruppi che considerano l'eventuale necessità di utilizzare ausili di movimento: ausili minori (bastoni, girello, ...), ausili maggiori (sedia a ruote, barella, letto). Questi ausili, pur non influenzando necessariamente l'autonomia di movimento, ne possono condizionare la velocità.



(a) Ausili maggiori. Non autonomo

(b) Ausili Maggiori. Non autonomo

**Figura 4.12.** Classificazione delle disabilità in emergenza. Soggetti che necessitano di assistenza nel movimento

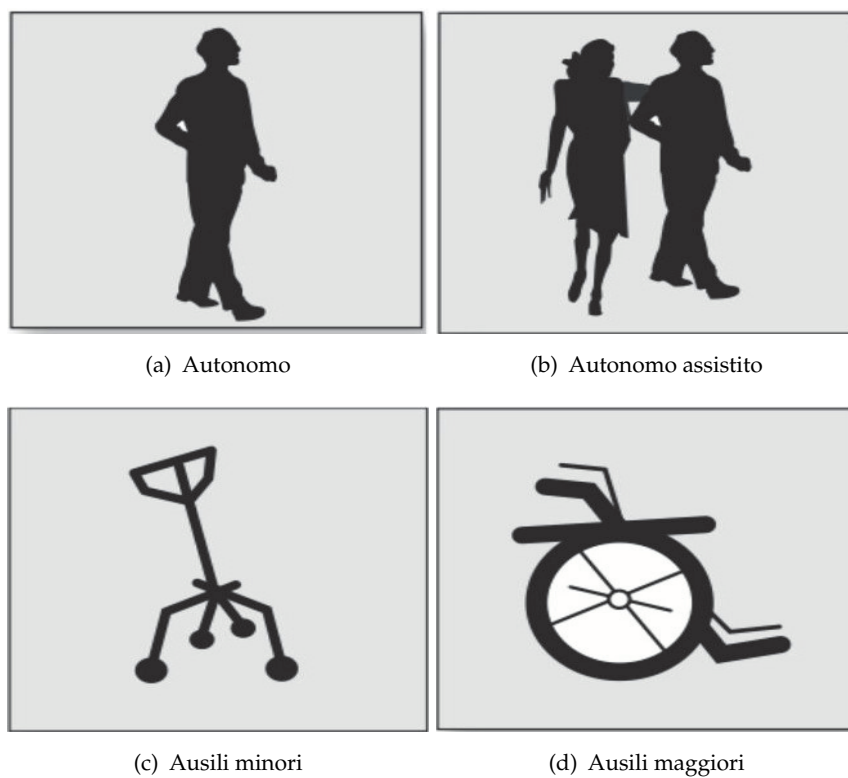
Per ogni soggetto viene inoltre considerata l'eventuale concomitanza di una disabilità sensoriale (percezione visiva e percezione uditiva) o co-

gnitiva (capacità di comprensione e comunicazione) che potrebbe ridurre l'autonomia e quindi imporre l'azione diretta di uno o più soccorritori. Alla classificazione così completata viene sovrapposta una tabella esplicativa dei carichi di ausilio richiesti agli operatori di emergenza (interni o professionali) in ogni condizione di capacità di movimento e dei tempi necessari per completare la specifica procedura di soccorso. Questa analisi considera parametri generali (tipo di disabilità, velocità di movimento prevista per ogni condizione, necessità di ausilio da parte di uno o più soccorritori, ...) e parametri specifici della situazione in esame (caratteristiche generali dello scenario, presenza di barriere architettoniche, ...).

La pianificazione dell'esodo (si veda quanto riportato nel Capitolo 5 a pagina 57) consente infine di prevedere la numerosità degli operatori interni e i tempi di intervento per garantire condizioni di soccorso ritenute efficaci. La classificazione, applicabile a situazioni di emergenza che vedono la presenza di soggetti con disabilità, ha come obiettivi operativi:

- i) fornire una classificazione che consenta di determinare la numerosità degli addetti interni necessaria alla gestione di situazioni di emergenza;
- ii) fornire alle squadre di soccorritori professionali uno strumento che consenta di leggere immediatamente lo scenario di intervento e determinare le più efficaci strategie di azione. Si pensi alla possibilità, ad esempio per una struttura di riposo e assistenza, di aggiornare costantemente un database degli ospiti, con la classificazione delle disabilità in emergenza e trasmetterlo alla centrale operativa dei Vigili del fuoco contestualmente alla chiamata di soccorso.

In base al metodo di classificazione elaborato, sono stati classificati gli ospiti di *Casa Serena*. Nello specifico gli ospiti sono stati individuati con un numero, anche al fine di preservare l'identità della persona. Ogni persona è stata classificata, con l'ausilio del personale medico di *Casa Serena*, secondo il metodo elaborato (si veda tabella 4.2 a pagina 46).



**Figura 4.13.** *Classificazione delle disabilità in emergenza. Soggetti dotati di autonoma capacità di movimento*

		Numero Identificativo ospiti												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Movimento</b>	Autonomo				X				X					
	Autonomo rallentato					X								
	Autonomo assistito											X		
	Autonomo parziale con ausili maggiori (sedia a ruote)		X	X				X		X			X	
	Non autonomo. Spostamento possibile solo con ausili maggiori.										X			X
<b>Percezione visiva</b>	Normale	X	X	X	X	X			X	X			X	
	Parziale						X	X						X
	Assente										X	X		
<b>Percezione uditiva</b>	Normale				X				X					
	Parziale	X	X			X	X	X		X	X	X	X	X
	Assente			X										
<b>Comprensione</b>	Normale				X	X			X			X	X	
	Parziale		X	X			X	X		X	X			
	Assente													X

**Tabella 4.2.** Classificazione delle disabilità degli ospiti di Casa Serena

## 4.4 Il Piano di Emergenza ed Evacuazione Personalizzato

La seconda esercitazione ha messo in luce la validità dell'adozione di un sistema di gestione dell'evacuazione che è comunemente adottato nei paesi anglosassoni. La procedura viene chiamata PEEP ed è, a parere dello scrivente, un sistema che aumenta la sicurezza ed efficacia dell'evacuazione.

La procedura è semplicemente un piano di evacuazione per persone che non possono raggiungere autonomamente o in un lasso di tempo ragionevole e compatibile con i rischi un Luogo sicuro. La procedura deve prevedere:

- i) le persone incaricate di assistere le persone con fragilità;
- ii) il luogo dove le persone con disabilità devono essere accompagnate;
- iii) l'ordine di evacuazione<sup>26</sup>, nel caso di più persone con esigenze speciali (vedi nota 1).

Perché serve e chi ha bisogno del PEEP:

- i) mobilità ridotta o impedita;
- ii) disabilità sensoriale;
- iii) cognitiva;
- iv) altre circostanze che possono richiedere un piano di evacuazione personalizzato<sup>27</sup>.

Un PEEP "*temporaneo*" potrebbe essere necessario per:

**disabilità temporanee:** arti fratturati, convalescenza da interventi chirurgici, ecc ...;

**gravidanza:** in particolare negli ultimi mesi di gestazione;

---

<sup>26</sup> L'ordine di evacuazione è la scaletta con cui le persone fragili vengono fatte evacuare, la scaletta è redatta in base alla gravità della disabilità.

<sup>27</sup> Potrebbe verificarsi che ci sia la necessità di adottare un PEEP per persone straniere che non comprendono la lingua.

**cattive condizioni di salute temporanee:** condizioni psicofisiche che non consentono la percezione dell'allarme e/o di comunicazioni di emergenza, di capacità di deambulare o allontanarsi dalla struttura autonomamente.

La domanda che deve essere alla base della decisione se adottare o meno un PEEP è: "É possibile lasciare la struttura senza aiuto, in maniera efficace, durante una situazione di emergenza?". Se la risposta è "No" allora un PEEP deve essere adottato. Negli Stati Uniti tutti i lavoratori che prestano il proprio servizio presso un'azienda hanno l'obbligo di informare il loro datore di lavoro di situazioni che potrebbero richiedere delle condizioni di assistenza particolari. A queste persone viene somministrato un test per conoscere le loro criticità connesse alla mobilità, la possibilità di udire un allarme e la capacità di reagire ad una situazione di emergenza. In base a queste informazioni viene compilato un PEEP che individuerà le persone che devono essere d'ausilio alla persone con disabilità ed il miglior percorso di esodo.

**Il PEEP a Casa Serena** Considerati la peculiarità degli ospiti di *Casa Serena*, i vantaggi descritti precedentemente, il fatto che si verificano gran parte delle condizioni per cui era raccomandato di redigere un PEEP, è stato deciso di adottare, nella seconda simulazione T<sub>1</sub>, un piano personalizzato per ciascun ospite. Il Piano è stato redatto con il personale sanitario della struttura che ha stabilito, in base alle condizioni di salute, quali persone avessero la necessità di raggiungere lo spazio calmo prima di altri. Le considerazioni espresse dal personale sanitario si sono basate anche sul possibile scenario incidentale. In particolare ai sanitari è stata esposta la probabile velocità di combustione, l'irraggiamento termico ed i possibili gas di combustione esalati, utilizzando i metodi descritti nella Sezione M del Codice [5]. In base ai dati forniti l'ordine di evacuazione è quello riportato nella tabella 3.1 a pagina 26.



## 4.5 Velocità e tempi di prelievo

I modelli numerici (vedi capitolo 5 a pagina 57) sono in grado di fornire utili indicazioni per consentire la pianificazione efficace dell'evacuazione di persone con disabilità da una struttura residenziale assistita. Il programma numerico per poter fornire risposte attendibili necessita di dati di ingresso aderenti alle condizioni reali (ad esempio tempi di spostamento di un paziente su un letto, ecc...). In particolare sono di fondamentale importanza le velocità di trasporto delle persone con disabilità non autosufficienti come anche la stima dei tempi necessari a prelevare una persona da un letto o il tempo che viene impiegato per la deposizione di un paziente in un luogo sicuro. In letteratura sono facilmente reperibili le velocità di una sedia a ruote o di una persona con un bastone ma non sono invece disponibili le velocità di persone non autosufficienti e trasportate da operatori. I pochi valori a disposizione spesso non hanno indicata la metodologia di prova e soprattutto non è noto quale è il valore statistico rappresentato. (media, mediana, ecc...).

A tal fine nell'ambito delle prove effettuate presso *Casa Serena*, è stato portato a termine, in seguito alla simulazione di esodo, una prova di movimentazione denominata  $T_2$  che aveva un duplice scopo:

- i) testare l'efficacia di alcune comuni tecniche di spostamento ed evacuazione di pazienti non autosufficienti;
- ii) stimare l'esaurimento della prestazione dei soccorritori;
- iii) determinare i valori di velocità di trasporto e dei tempi di prelievo e di deposizione per vari tipi di disabilità.

I punti i) e ii) non sono stati approfonditi nell'ambito di questa trattazione, mentre il punto iii) è stato sviluppato per fornire dei dati di ingresso per i modelli informatici sviluppati nel capitolo 5 a pagina 57.

### 4.5.1 Descrizione della prova $T_2$

Per determinare i valori di velocità di trasporto, tempo di prelievo e tempo di deposizione, sono stati selezionati sei operatori socio-sanitari dipendenti della struttura sanitaria rappresentativi per età (M 45,2; DS 2.15)

e anni di servizio (M 16,3; DS 2,8).

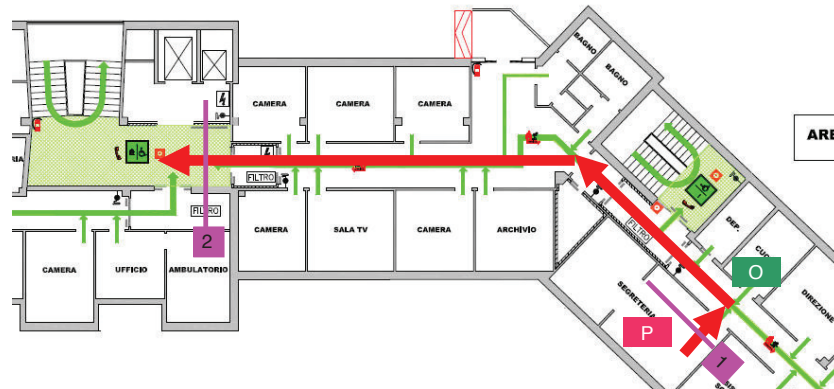
Sono state quindi formate tre squadre (A, B, C) composte da due operatori sanitari. Per simulare una condizione di evacuazione di pazienti disabili in emergenza si è fatto ricorso a due figuranti nel ruolo di pazienti. Si trattava di un soggetto di sesso femminile (altezza 1,72, peso 70 Kg) e uno di sesso maschile (altezza 1.68 peso 64 kg).

Le tecniche di trasporto analizzate sono state:

- i) [prova  $\alpha$ ] trasporto mediante letto di degenza ;
- ii) [prova  $\beta$ ] trasporto mediante barella;
- iii) [prova  $\gamma$ ] trasporto mediante sedia a ruote ;
- iv) [prova  $\delta$ ] trasporto manuale.

Nella condizione di trasporto manuale al paziente veniva ridotta l'autonomia motoria tramite l'apposizione di una stecca benda pneumatica su un arto inferiore. Con l'applicazione di ognuna delle tecniche veniva richiesto ad ogni squadra composta da due operatori il trasporto di un paziente (che era collocato supino su un letto ) da una camera della struttura, attraverso un andito, verso un luogo di raccolta con le caratteristiche di luogo sicuro. Depositato il paziente nel Luogo sicuro, la squadra di operatori rientrava nella stanza di degenza. L'operazione veniva ripetuta per tre volte senza soluzione di continuità al fine di tener conto dell'influenza dell'affaticamento lungo un determinato percorso (vedi figura 4.14 a fronte).

I tempi intermedi erano così fissati: a) tempo 0, inizio della prova con paziente a letto; b) tempo 1, traguardo uscita della stanza, tempo di caricamento del paziente sul mezzo di trasporto; c) tempo 2, ingresso nello spazio calmo, tempo andata; d) uscita spazio calmo, tempo di rilascio del paziente nello spazio calmo; e) ingresso nella stanza del paziente, tempo di ritorno. Complessivamente ogni squadra eseguiva per ogni tecnica l'operazione di trasporto di un paziente per tre volte. Gli operatori venivano invitati ad eseguire i trasporti con *la maggiore velocità possibile*, ciò al fine di proporre uno standard di prestazione più facilmente confrontabile. I tempi delle operazioni venivano registrati contemporaneamente da due cronometristi. I valori rilevati sono riportati nelle tabelle 4.3 a pagina 52, 4.4 a pagina 53 e 4.5 a pagina 54.



**Figura 4.14.** Il percorso di 33.8 metri eseguito durante la prova. Sono riportati i traguardi di partenza e arrivo

#### 4.5.2 Valori statistici

Per ciascuna delle prove ( $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ ) facendo le differenze dei tempi intermedi si sono ottenuti i tempi delle varie prestazioni ottenendo:

- 9 tempi di prelievo pazienti (in min.),
- 9 tempi di trasporto pazienti (in min.),
- 9 tempi di deposizione pazienti (in min.),
- 9 tempi di ritorno degli operatori (in min.).

Essendo fissato il percorso (m 33,8) si sono ottenute:

- 9 velocità di trasporto pazienti (in m/sec),
- 9 velocità di ritorno operatori (in m/sec).

Per le varie prove e le corrispondenti prestazioni si sono ricavati indicatori statistici dei 9 dati:

- media aritmetica,

		Velocità di trasporto [m/sec]			
		[prova $\alpha$ ]	[prova $\beta$ ]	[prova $\gamma$ ]	[prova $\delta$ ]
Squadre A B C e n° prova	1 A	2,41	1,12	1,55	1,02
	2 A	2,54	1,24	1,87	1,05
	3 A	2,66	1,45	1,89	1,11
	1 B	1,72	1,09	1,53	×
	2 B	1,56	1,08	1,48	×
	3 B	1,31	1,09	1,40	×
	1 C	2,31	1,17	1,05	×
	2 C	2,46	1,27	1,35	×
	3 C	2,51	1,28	1,55	×

**Tabella 4.3.** Velocità di trasporto [m/sec] nei tre casi (vedi punti elenco i ii iii iv a pagina 50) per le tre squadre A B C.

- mediana,
- deviazione standard (scarto quadratico medio) campionaria.

Come dato sintetico della prova/prestazione nelle considerazioni che seguono si è usata la mediana dei dati, meno precisa, ma più robusta rispetto a possibili imprecisioni di dati.

		Tempo di "prelievo" [sec]			
		[prova $\alpha$ ]	[prova $\beta$ ]	[prova $\gamma$ ]	[prova $\delta$ ]
Squadre A B C e n° prova	1 A	22	7	22	8
	2 A	28	7	37	11
	3 A	28	11	40	12
	1 B	24	7	24	×
	2 B	18	16	56	×
	3 B	17	11	54	×
	1 C	22	7	36	×
	2 C	26	16	57	×
	3 C	26	10	52	×

**Tabella 4.4.** Tempo di "prelievo" [sec] nei tre casi (vedi punti elenco i ii iii iv a pagina 50) per le tre squadre A B C.

#### 4. RISULTATI - INTERVENTI GESTIONALI

		Tempo di "deposizione" [sec]			
		[prova $\alpha$ ]	[prova $\beta$ ]	[prova $\gamma$ ]	[prova $\delta$ ]
Squadre A B C e n° prova	1 A	21	29	30	18
	2 A	19	27	32	18
	3 A	20	20	25	19
	1 B	35	29	31	×
	2 B	16	26	34	×
	3 B	18	18	20	×
	1 C	21	24	28	×
	2 C	24	23	25	×
	3 C	19	19	23	×

**Tabella 4.5.** Tempo di "deposizione" [sec] nei tre casi (vedi punti elenco i ii iii iv a pagina 50) per le tre squadre A B C.

	Valori statistici Velocità [m/sec]			
	[prova $\alpha$ ]	[prova $\beta$ ]	[prova $\gamma$ ]	[prova $\delta$ ]
$M = \frac{x_1 + \dots + x_n}{n}$	2,17	1,20	1,52	1,06
$DS = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(M - x_i)^2}{n - 1}}$	0,50	0,12	0,26	0,05
Mediana	2,41	1,17	1,53	1,06

**Tabella 4.6.** Valori statistici delle velocità nei tra casi (vedi punti elenco i ii iii iv a pagina 50) per le tre squadre A B C .

	Valori statistici Tempo di "prelievo" [sec]			
	[prova $\alpha$ ]	[prova $\beta$ ]	[prova $\gamma$ ]	[prova $\delta$ ]
$M = \frac{x_1 + \dots + x_n}{n}$	22,80	10,29	42,19	10,42
$DS = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(M - x_i)^2}{n - 1}}$	4,67	3,78	13,34	1,96
Mediana	23,81	10,10	40,36	11,43

**Tabella 4.7.** Valori statistici del tempo di "prelievo" nei tra casi (vedi punti elenco i ii iii iv a pagina 50) per le tre squadre A B C .

	Valori statistici Tempo di "deposizione" [sec]			
	[prova $\alpha$ ]	[prova $\beta$ ]	[prova $\gamma$ ]	[prova $\delta$ ]
$M = \frac{x_1 + \dots + x_n}{n}$	21,42	23,87	27,61	18,21
$DS = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(M - x_i)^2}{n - 1}}$	5,60	4,19	4,52	0,58
Mediana	19,56	24,43	28,44	17,92

**Tabella 4.8.** Valori statistici del tempo di "deposizione" nei tra casi (vedi punti elenco i ii iii iv a pagina 50) per le tre squadre A B C .



# Capitolo 5

## Risultati - Modelli informatici per la simulazione dell'evacuazione

*"Nessuna azione naturale si po' abbreviare."*

— Leonardo Da Vinci, *Codice Atlantico*

### 5.1 La necessità ed il fine di un modello

L'evacuazione di un edificio in cui vi sono persone con fragilità che non possono defluire autonomamente avviene, di norma, in due fasi. La prima fase è quella in cui gli operatori che lavorano normalmente nella struttura trasportano le persone non autonome negli Spazi calmi (si veda quanto riportato in Appendice B a pagina 111). Tale tipo di operazione si chiama *esodo orizzontale*, in quanto avviene nello stesso piano. Successivamente i soccorritori esterni trasportano le persone non autonome dallo spazio calmo all'esterno della struttura. Il movimento di tali pazienti è denominato *esodo verticale* in quanto avviene dal piano in cui si trovano le persone all'esterno in Luogo sicuro attraverso le scale o gli ascensori antincendio e quindi verticalmente<sup>28</sup>.

L'esodo orizzontale è a parere dello scrivente quello più delicato in quanto deve essere fatto nei primi momenti dell'emergenza ed esclusiva-

---

<sup>28</sup> Per tempo di esodo orizzontale si intende il tempo impiegato per giungere dal luogo in cui si trova l'ospite nello spazio calmo posto nello stesso piano. Tempo di esodo verticale: si intende il tempo impiegato per raggiungere un Luogo sicuro all'esterno della struttura dallo spazio calmo.

mente dagli operatori senza fare affidamento su nessun altro. Inoltre tali persone sono normalmente impiegate nella struttura con altre funzioni.

Per capire meglio il comportamento che gli operatori debbano mantenere nella gestione della evacuazione verso un Luogo sicuro, per analizzare il susseguirsi delle operazioni da compiere ed i tempi delle stesse, si è ritenuto opportuno elaborare dei modelli che illustrassero la sequenza dei compiti da svolgere, le problematiche che possano nascere ed i tempi necessari.

I modelli consentono di simulare una situazione reale, permettono inoltre di ottenere informazioni su emergenze che presentino un diverso numero di persone da soccorrere, con diverse tipologie di disabilità in funzione della classificazione in emergenza (si veda il paragrafo 4.3 a pagina 41), un arbitrario numero di operatori, diversa distribuzione e layout dei locali da evacuare.

I modelli possono essere usati in due modi:

- i) stabilito un determinato tempo di evacuazione orizzontale<sup>29</sup>, il modello determina quanti operatori sono necessari all'evacuazione nel tempo determinato;
- ii) fissato il numero di operatori in base alle presenze nelle varie fasce orarie è possibile, tramite i modelli, stimare il tempo di esodo orizzontale.

I modelli sono stati implementati basandosi sui tempi di trasporto ricavati dalla simulazione  $T_2$  (si veda il paragrafo 4.5 a pagina 49); inoltre è stato confrontato il modello così ottenuto con i dati della prima simulazione.

Il modello numerico si è evoluto nell'arco delle due simulazioni. Originariamente prevedeva che le persone con fragilità potessero andare solo in una direzione (struttura con un solo Luogo sicuro). Successivamente il programma è stato modificato per tener conto dell'attuale conformazione delle strutture sanitarie che hanno due Luoghi Sicuri ovunque posizionati nel piano.

Chi scrive ritiene opportuno che qualunque struttura in cui, in caso di emergenza, si debbano evacuare persone diversamente abili, si doti di

---

<sup>29</sup> Il tempo di evacuazione orizzontale viene stimato in base alle condizioni psicofisiche delle persone con fragilità, alla velocità di combustione o propagazione dell'incendio, alla possibilità di emissione di sostanze tossiche o nocive durante la combustione o altre condizioni ambientali o fisiche degli occupanti.

un modello teorico di evacuazione e di una realizzazione informatica del modello per avere un'idea dei tempi di evacuazione possibili e/o auspicabili e per valutare in ogni turno di servizio se il numero di operatori è sufficiente ad affrontare un'emergenza.

Il modello numerico ha il limite di non poter prevedere gli eventi non quantificabili o imprevedibili, si assume infatti che tutti i partecipanti (pazienti ed operatori) abbiano un comportamento ottimale: non viene previsto il caso in cui un operatore si rechi alla stanza sbagliata o che un paziente rallenti gli operatori con esigenze particolari. Tali eventi sono impossibili da prevedere in un programma, se non con approssimazioni che renderebbero inattendibili i risultati.

Come precisato meglio nel paragrafo 4.1 a pagina 27, la formazione specifica degli operatori e l'esecuzione di esercitazioni rendono gli eventi imprevedibili sempre più rari ed i risultati del programma sempre più attendibili.

I modelli numerici che sono stati sviluppati vengono descritti nei paragrafi 5.3 a pagina 66 e 5.5 a pagina 75. Il Primo modello è stato sviluppato per affrontare la prima simulazione. Il Modello prevedeva i seguenti dati di input:

- i) **lo spazio** che gli operatori devono percorrere dal Luogo sicuro alla stanza del paziente;
- ii) **la velocità operatori "andata"**: è il valore che tengono gli operatori per andare dal Luogo sicuro alla stanza del paziente (tale valore viene assunto uguale per tutti e pari al valore della velocità di un essere umano);
- iii) **la velocità operatori "ritorno"**: è il valore che tengono gli operatori per trasportare il paziente dalla propria stanza allo spazio calmo. Quest'ultima velocità dipende dal tipo di disabilità della persona trasportata e quindi diversa da paziente a paziente;
- iv) **numero di operatori per paziente**: è calcolato in base alla classificazione delle disabilità in emergenza (si veda il paragrafo 4.3 a pagina 41),

## 5. RISULTATI - MODELLI INFORMATICI PER LA SIMULAZIONE DELL'EVACUAZIONE

ogni paziente ha necessità di un determinato numero di operatori per il trasporto.

Il Primo modello si è implementato, sulla base delle osservazioni della Simulazione al  $T_0$ , in quanto ad esempio prevedeva la presenza di un solo spazio calmo. In base alle criticità emerse il Modello è stato implementato per elaborare il Secondo modello che invece ha le seguenti caratteristiche aggiuntive:

- i) **Spazi calmi:** la maggior parte delle strutture sanitarie ha gli spazi calmi al termine dei corridoi e quindi sono almeno due per piano;
- ii) **Strategia di evacuazione:** in base alla priorità di evacuazione stabilita dal personale sanitario ogni paziente deve essere accompagnato in un determinato spazio calmo con un prestabilito ordine di accompagnamento (si veda il paragrafo 4.4 a pagina 47);
- iii) **Comportamento degli operatori:** l'operatore, indipendentemente da dove ha trasportato l'ultimo ospite, si reca dal paziente che deve essere evacuato secondo la strategia del PEEP.

## 5.2 Un primo esempio

Prima di realizzare il modello è opportuno costruire un semplice esempio che illustri una evacuazione e prepari alla struttura del modello.

Si assuma di dover evacuare una struttura in cui vi siano cinque persone fragili, non autonome, che devono essere trasportate verso un Luogo sicuro e la evacuazione sia effettuata da tre operatori. Per ogni paziente  $i$  si conosce il numero  $p_i$  di operatori che occorrono per portarlo al Luogo sicuro (si osservi che la evacuazione può avvenire solo se  $p_i \leq 3$ ). Il numero di operatori viene stabilito dalla classificazione delle disabilità in emergenza (si veda il paragrafo 4.3 a pagina 41) il tempo  $t_i$  (in minuti) è quello che occorre a ciascuno degli operatori ( che portano il paziente  $i$  al Luogo sicuro), per partire dal Luogo sicuro andare dal paziente e ritornare con lui al punto di partenza. I rimanenti dati dell'esempio sono:

$N^\circ$ iden. paziente	$N^\circ$ di operatori necessari per il trasporto	$T$ di trasporto
1	$p_1 = 1$	$t_1 = 3'$
2	$p_2 = 1$	$t_2 = 4'$
3	$p_3 = 2$	$t_3 = 3'$
4	$p_4 = 2$	$t_4 = 4'$
5	$p_5 = 2$	$t_5 = 3'$

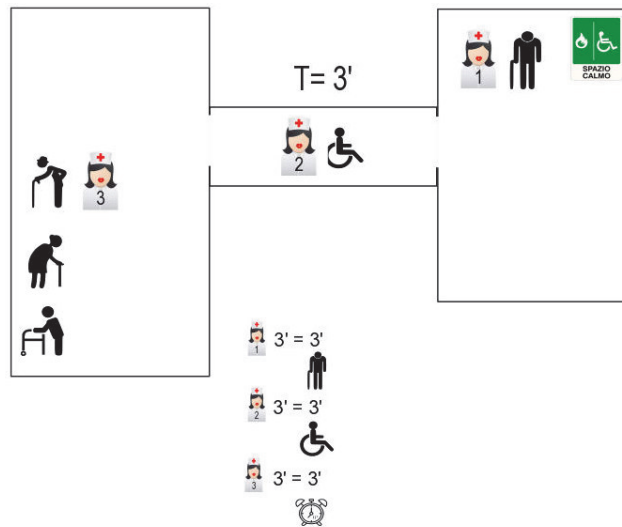
**Tabella 5.1.** Dati di ingresso per un primo esempio di calcolo. Si ricordi che il tempo assegnato a ciascun operatore è la somma dell'andata dal punto di partenza alla stanza del paziente e ritorno allo spazio calmo

Ad ogni spostamento di paziente, ogni operatore ha impiegato un certo tempo ( il tempo sarà uguale a  $0'$  se l'operatore non è coinvolto ). Al termine del trasporto di un paziente viene elaborata una tabella con il tempo speso da ogni operatore fino a quel momento. La tabella viene riordinata sulla base dei tempi spesi, in modo che dal paziente successivo vadano gli operatori che hanno speso meno tempo. Se per il trasporto di un paziente occorrono più operatori, ad ogni operatore necessario per il trasporto si aggiunge un tempo di attesa dell'ultimo operatore coinvolto nel trasporto. Si procede con il susseguirsi dei seguenti eventi.

5. RISULTATI - MODELLI INFORMATICI PER LA SIMULAZIONE DELL'EVACUAZIONE

Situazione iniziale: 
$$\begin{pmatrix} \text{operatore} & 1 & 2 & 3 \\ \text{tempo speso} & 0' & 0' & 0' \end{pmatrix}$$

Dopo trasporto 1° paziente 
$$\begin{pmatrix} \text{operatore} & 1 & 2 & 3 \\ \text{tempo speso} & 3' & 0' & 0' \end{pmatrix}$$



**Figura 5.1.** Distribuzione degli operatori al tempo  $T = 3'$

riordinato 
$$\begin{pmatrix} \text{operatore} & 2 & 3 & 1 \\ \text{tempo speso} & 0' & 0' & 3' \end{pmatrix}$$

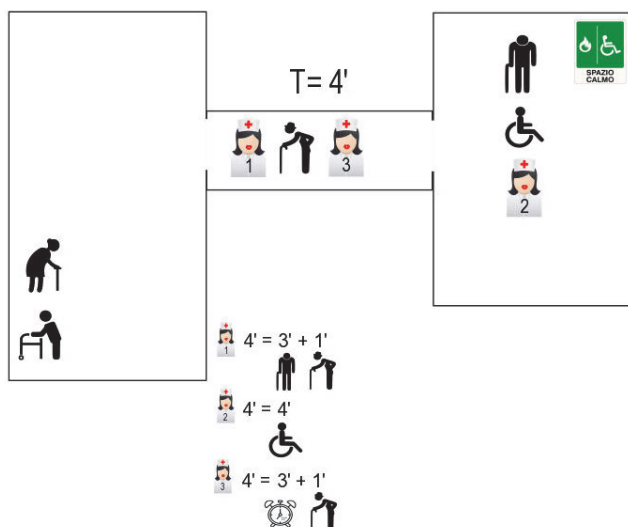
(Si veda Figura 5.1)

Dopo trasporto 2° paziente 
$$\begin{pmatrix} \text{operatore} & 2 & 3 & 1 \\ \text{tempo speso} & 4' & 0' & 3' \end{pmatrix}$$

riordinato 
$$\begin{pmatrix} \text{operatore} & 3 & 1 & 2 \\ \text{tempo speso} & 0' & 3' & 4' \end{pmatrix}$$

(Si veda Figura 5.2 nella pagina successiva)

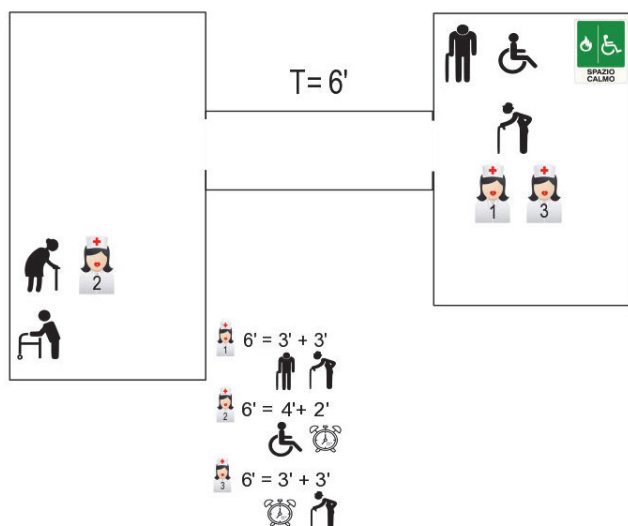
Dopo trasporto 3° paziente 
$$\begin{pmatrix} \text{operatore} & 3 & 1 & 2 \\ \text{tempo speso} & 3' + 3' & 6' & 4' \end{pmatrix}$$



**Figura 5.2.** Distribuzione degli operatori al tempo  $T = 4'$

$$\text{riordinato} \begin{pmatrix} \text{operatore} & 2 & 1 & 3 \\ \text{tempo speso} & 4' & 6' & 6' \end{pmatrix}$$

(Si veda Figura 5.3)



**Figura 5.3.** Distribuzione degli operatori al tempo  $T = 6'$

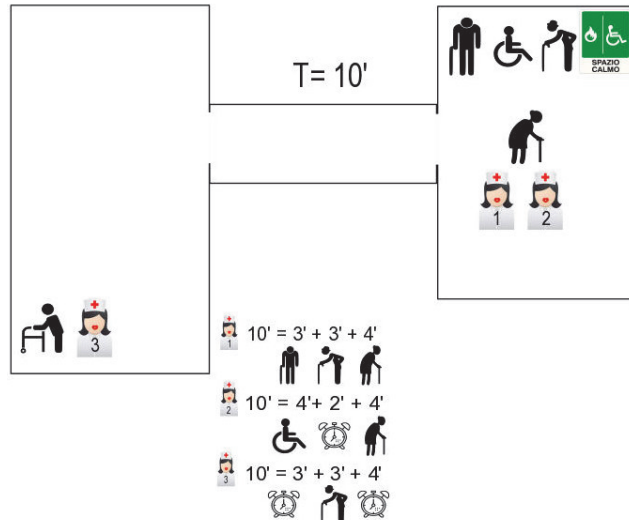
(si é dovuto aggiungere ad un operatore il tempo di attesa)

$$\text{Dopo trasporto 4° paziente} \begin{pmatrix} \text{operatore} & 2 & 1 & 3 \\ \text{tempo speso} & 8' + 2' & 10' & 6' \end{pmatrix}$$

5. RISULTATI - MODELLI INFORMATICI PER LA SIMULAZIONE DELL'EVACUAZIONE

$$\text{riordinato} \begin{pmatrix} \text{operatore} & 3 & 1 & 2 \\ \text{tempo speso} & 6' & 10' & 10' \end{pmatrix}$$

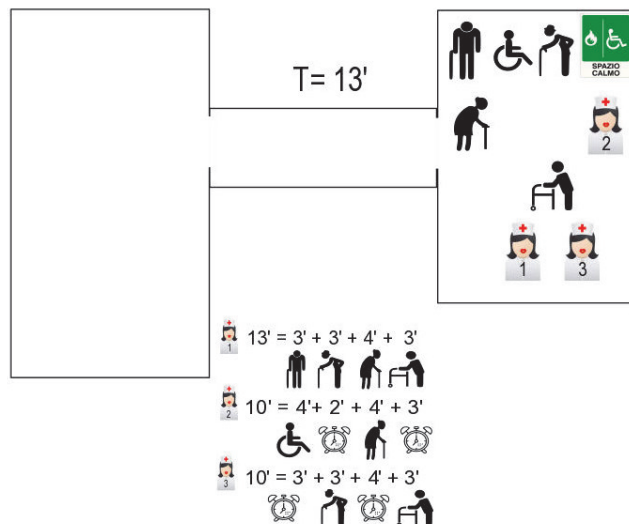
(Si veda Figura 5.4)



**Figura 5.4.** Distribuzione degli operatori al tempo  $T = 10'$

(si é dovuto aggiungere ad un operatore il tempo di attesa)

$$\text{Dopo trasporto } 5^{\circ} \text{ paziente} \begin{pmatrix} \text{operatore} & 3 & 1 & 2 \\ \text{tempo speso} & 9' + 4' & 13' & 10' \end{pmatrix}$$



**Figura 5.5.** Distribuzione degli operatori al tempo  $T = 13'$



(si é dovuto aggiungere ad un operatore il tempo di attesa).

$$\text{riordinato} \begin{pmatrix} \text{operatore} & 2 & 1 & 3 \\ \text{tempo speso} & 10' & 13' & 13' \end{pmatrix}$$

(Si veda Figura 5.5 a fronte)

A seguito del trasporto dell'ultimo paziente l'operatore 2 ha speso 10', gli operatori 1 e 3 hanno speso 13'; quindi 13 minuti è il tempo necessario per la evacuazione totale della struttura.

### 5.3 Descrizione delle caratteristiche del primo modello e la programmazione in R

Nel primo modello si è considerata l'evacuazione di pazienti con abilità e necessità diverse verso il Luogo sicuro. Si suppone, ponendosi nella situazione più sfavorevole, che tutti gli operatori non siano nel reparto ma partano dal luogo più lontano posto allo stesso piano che è il Luogo sicuro che è posizionato al termine del corridoio.

In tale modello i tempi di evacuazione sono calcolati conoscendo:

- i) **lo spazio** che gli operatori devono percorrere dal Luogo sicuro alla stanza del paziente o viceversa. Tale valore dipende dal paziente in quanto i pazienti non si trovano tutti nello stesso luogo ma ognuno nella sua stanza;
- ii) **la velocità** che tengono gli operatori per andare dal luogo sicuro alla stanza del paziente (tale valore viene assunto uguale per tutti e pari al valore della velocità di un essere umano) e la velocità nel ritorno, trasportando il paziente al Luogo sicuro. Quest'ultima velocità dipende dal tipo di disabilità della persona trasportata ( il valore della velocità dipende dalla disabilità e quindi può essere diversa da paziente a paziente).

Per convenzione e per snellire il linguaggio verrà chiamata velocità di andata la velocità tenuta da un operatore per andare, senza pazienti, dal Luogo sicuro al posto in cui si trova il paziente da trasportare; velocità di ritorno quella tenuta da un operatore nel trasporto di un paziente verso il luogo sicuro. La prima dipende dall'operatore, la seconda dal paziente trasportato.

Nei modelli gli spazi sono misurati in metri, i tempi in minuti e secondi, le velocità in metri al secondo; tali misure nelle formule più complicate sono sottintese e non vengono riportate.

Se  $s_i$  è la distanza (in metri) dal luogo dove si trova il paziente  $i$  al

### 5.3. Descrizione delle caratteristiche del primo modello e la programmazione in R

Luogo sicuro,  $v$  è la velocità ( in metri al secondo) degli operatori senza trasporto di pazienti e  $v_i$  è la velocità degli operatori mentre trasportano il paziente  $i$ , il tempo di trasporto complessivo del paziente  $i$  in secondi é dato dalla formula:

$$t_i = \frac{s_i}{v} + \frac{s_i}{v_i}. \quad (5.1)$$

Dati di ingresso del modello sono:

- numero dei pazienti ( $n$ )
- numero degli operatori ( $m$ )
- velocità di spostamento degli operatori ( $v$ )
- per ogni paziente  $i$ , ( $1 \leq i \leq n$ ) sono dati:
  - i)  $v_i$  velocità del trasporto verso il luogo sicuro
  - ii)  $p_i$  operatori necessari per il trasporto
  - iii)  $s_i$  spazio da percorrere per arrivare al luogo sicuro.

È fissato a priori l'ordine secondo cui i pazienti sono prelevati e trasportati al Luogo sicuro (si veda il paragrafo 4.4 a pagina 47) . Gli operatori all'inizio del processo sono tutti nel **luogo sicuro!** (**luogo sicuro!**) (ci si pone nella situazione più sfavorevole) e procedono all'evacuazione nel modo seguente: appena compiuto il trasporto di un paziente, immediatamente vanno dal successivo secondo l'ordine prefissato. Se al momento di prelevare un paziente non ci sono operatori liberi a sufficienza, occorre attendere fino al momento che questi arrivino nel numero previsto.

In una prima approssimazione si è considerato trascurabile il tempo di necessario a preparare il paziente per il trasporto ed il tempo di deposizione del paziente nel Luogo sicuro.

Al termine del trasporto dei pazienti ogni operatore avrà speso un tempo determinato. Il valore maggiore dei tempi impiegati è il tempo di evacuazione della struttura.

E' chiaro che aumentando il numero degli operatori il tempo di eva-

cuazione diminuisce.

Il tempo minimo di evacuazione si ha quando all'inizio del processo ci sono tanti operatori quanti ne occorrono per portare tutti i pazienti contemporaneamente nel Luogo sicuro, ed è pari al massimo di tutti gli intervalli di tempo necessari per portare ciascun paziente al Luogo sicuro.

Il tempo massimo di evacuazione si ha quando gli operatori sono pari al massimo dei valori numerici:

$$p_1, p_2, \dots, p_n; \quad (5.2)$$

Un numero inferiore di operatori non permette infatti di evacuare alcuni pazienti, pertanto non è possibile l'evacuazione totale della struttura.

### 5.3.0.1 Utilizzo del modello per il calcolo del tempo di evacuazione

Il modello fornisce anche il minimo numero di operatori necessari per portare tutti i pazienti nel Luogo sicuro in un tempo prefissato. Il tempo prefissato non può essere inferiore al tempo minimo di evacuazione che corrisponde al massimo dei valori numerici della formula 5.2. Se il tempo prefissato verifica questa condizione, si procede al modo seguente. Prima si cerca la risposta con gli operatori che forniscono il tempo minimo di evacuazione, in numero di

$$m = p_1 + p_2 + \dots + p_n, \quad (5.3)$$

(con tali operatori tutti i pazienti vengono evacuati contemporaneamente).

Successivamente si cerca la risposta abbassando il numero degli operatori (facendo aumentare il tempo di evacuazione). Il numero di operatori cercato deve svolgere il processo di evacuazione in un tempo non superiore al tempo prefissato; inoltre quel numero diminuito di una unità deve svolgere il processo di evacuazione in un tempo superiore al tempo prefissato.

### 5.3.0.2 Il processo numerico del modello

Si passa ora ad una descrizione di massima del processo numerico. Vengono indicate con  $\implies$  le istruzioni da eseguire, con  $\mapsto$  i comandi nell'ambito di una istruzione.

$\implies$  Leggi  $m; n; w; v_1, v_2, \dots, v_n; p_1, p_2, \dots, p_n; s_1, s_2, \dots, s_n$ .

$\implies$  Calcola per ogni paziente il tempo complessivo  $t_i$  necessario, per un operatore, per andare dal Luogo sicuro al paziente  $i$  e per portare il paziente  $i$  nel Luogo sicuro.

$\implies$  Ad ogni paziente portato nel Luogo sicuro i tempi già spesi dagli  $m$  operatori vengono riordinati in ordine crescente di tempo di trasporto accumulato e chiamati nuovamente :  $T(1), T(2), \dots, T(m)$ ; alla partenza  $T(1) = 0, T(2) = 0, \dots, T(m) = 0$ .

$\implies$  Si assuma di essere al momento che il paziente  $i - 1$  è stato portato al Luogo sicuro e che vi siano ancora pazienti da trasportare; gli operatori riordinati abbiano accumulato un tempo  $T(1) \leq T(2) \leq \dots \leq T(m)$ ;

Dal paziente  $i$  vanno gli operatori che hanno accumulato i tempi  $T(1), T(2), \dots, T(p_i)$ ; ad ognuno di questi operatori viene riassegnato il tempo  $T(p_i)$ , infatti chi aveva un tempo di trasporto inferiore deve aspettare l'ultimo operatore necessario per il trasporto. Successivamente i tempi di questi operatori vengono aumentati di  $t_i$ .

$\implies$  Al momento in cui tutti i pazienti sono stati trasportati al Luogo sicuro il numero  $T(m)$ , massimo dei tempi di trasporto accumulati dagli operatori è il tempo di evacuazione di tutti i pazienti.

Si passa ora ad elencare dettagliatamente le istruzioni del modello.

$\implies$  Inizio.

$\implies$  Leggi il numero degli operatori  $m$ .

$\implies$  Leggi la velocità  $w$  degli operatori negli spostamenti senza paziente.

$\implies$  Per  $j = 1, 2, \dots, m$  poni  $T(j) = 0$ .

$\implies$  Leggi il numero dei pazienti  $n$ .

$\implies$  Per  $i = 1, 2, \dots, n$  leggi  $v_i, p_i, s_i$ .

$\implies$  Per  $i = 1, 2, \dots, n$  calcola  $t_i := \frac{s_i}{v_i} + \frac{s_i}{v}$ .

$\implies$  Per  $i = 1, 2, \dots, n$

.  $\mapsto$  per  $k = 1, 2, \dots, p(i) - 1$  poni  $T(k) = T(p(i))$ .  
 .  $\mapsto$  per  $k = 1, 2, \dots, p(i)$  poni  $T(k) = T(k) + t_i$ .  
 .  $\mapsto$  riordina  $T(1), \dots, T(m)$  e chiama nuovamente  $T(1), T(2), \dots, T(m)$  i tempi riordinati.  
 $\implies$  Tutti i pazienti sono nel Luogo sicuro; tempo di trasporto di tutti i pazienti é  $T(m)$ .  
 $\implies$  Fine.

Sulla base delle precedenti istruzioni si è scritto una "function" nel linguaggio *Project for Statistical Computing* (R). Si fa presente che R è un linguaggio "OPEN SOURCE" con versioni per tutti i sistemi operativi di uso comune. R è un linguaggio a comandi, molto intuitivo e di facile apprendimento, possiede potenti Routines, in campo matematico, statistico e grafico. In R vettori e numeri sono visti nella stessa maniera per questo motivo nel programma il vettore  $v_i$  è indicato  $v$  mentre in valore numerico  $v$  è chiamato  $vv$ .

La esecuzione della "function" avviene in un tempo trascurabile.

```
lusic1 <-function(m, n, p, s, v, vv){
t <-s/v + s/vv # calcolo dei tempi noti spazio e velocità per ogni paziente
op <-1 : m # inserisci nel vettore op i numeri da 1 a m
T <-rep(0, times = m) # inizializza T con mettendo m volte 0
M <-matrix(c(op, T), m, 2) # crea una matrice m x 2 con colonne op e T
for(i in 1 : n){
M[1 : p[i], 2] <-M[1 : p[i], 2] + t[i]
M[1 : p[i], 2] <-M[p[i], 2]
M <-M[sort.list(M[, 2]), ]}
# loop che gestisce i tempi per ogni paziente ed in particolare:
  i) pone uguale i tempi del  $p_i$  operatori
  ii) incrementa di  $t_i$  i tempi dei primi  $p_i$  operatori
  iii) riordina i tempi in maniera crescente
  T <-M[, 2] # prendi la seconda colonna di M e ponila uguale a T
T}
```

Per usare il programma occorre immettere nel workspace di R: i numeri

### 5.3. Descrizione delle caratteristiche del primo modello e la programmazione in R

$m, n, vv$ , i vettori  $n$  dimensionali  $p, s, v$  e la function `lusic1`; successivamente digitare la istruzione:

$$time \leftarrow lusic1(m, n, p, s, v, vv)$$

questo comando mette nel vettore  $m$  dimensionale  $time$  i tempi finali degli  $m$  operatori, in ordine crescente; il più grande dei tempi è il tempo di evacuazione totale.

## 5.4 Esempi di uso del programma

Si illustra ora un esempio di applicazione del programma.

Si abbia una struttura con  $n = 10$  pazienti; siano noti il numero di operatori necessari per il trasporto al Luogo sicuro

$$p() : \quad 1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 3, 3, 3 \quad (5.4)$$

La velocità di spostamento degli operatori senza pazienti sia  $vv = 1$  m/sec. La velocità di spostamento degli operatori con il paziente, in m/sec sia

$$v() : 0.5, 0.5, 0.7, 0.7, 0.3, 0.3, 0.3, 0.1, 0.1, 0.1 \quad (5.5)$$

lo spazio, per ogni paziente, da percorrere per arrivare al Luogo sicuro, in metri sia

$$s() : \quad 30, 30, 30, 30, 20, 20, 20, 10, 10, 10, \quad (5.6)$$

Utilizzando il programma in R si vuole conoscere:

- i) quanti operatori occorrono per portare tutti i pazienti al Luogo sicuro nel tempo minimo possibile e quanto è questo tempo minimo;
- ii) avendo solo tre operatori (minimo numero possibile di operatori per evacuare tutti i pazienti) in quanto tempo tutti i pazienti vengono portati al Luogo sicuro; tale tempo è il tempo massimo di evacuazione completa;
- iii) quanti operatori sono necessari per evacuare tutti i pazienti in un tempo assegnato (esempio tempo di evacuazione totale della struttura = 5').

**Risposta al primo quesito** Secondo quanto già osservato sopra,  $m$  deve essere uguale alla somma degli elementi di  $p$ , nel caso presente  $m = 19$ ; si usa il programma con i dati sopra ed  $m = 19$ ; la risposta del programma è il



seguinte vettore con i tempi dei 19 operatori, in secondi, ordinati per tempi crescenti

72.85714 72.85714 86.66667 86.66667 86.66667 86.66667 86.66667  
 86.66667 90.00000 90.00000 110.00000 110.00000 110.00000 110.00000  
 110.00000 110.00000 110.00000 110.00000 110.00000.

Quindi con diciannove operatori si ha la evacuazione completa in meno di due minuti (110 secondi è il minimo tempo di evacuazione possibile).

**Risposta al secondo quesito** Si usa il programma con gli stessi dati di cui sopra ma con tre operatori ( $m = 3$ ). Si ottengono i tempi: 680 680 680 (in secondi); quindi l'evacuazione avviene in poco più di 11 minuti, che rappresenta il tempo massimo di evacuazione.

**Risposta al terzo quesito** Il numero di operatori necessari per evacuare tutti i pazienti nel tempo di 5 minuti (300 secondi); il numero di operatori necessari è compreso tra 3 e 19.

Il programma con  $m=10$  operatori fornisce la risposta

90.0000 196.6667 196.6667 196.6667 196.6667 196.6667 196.6667 200.0000  
 200.0000 200.0000

Tempo di evacuazione 200 secondi.

Il programma con  $m=9$  operatori fornisce la risposta

196.6667 196.6667 196.6667 200.0000 200.0000 200.0000 269.5238 269.5238 269.5238

Tempo di evacuazione 269 secondi.

Il programma con  $m=8$  operatori fornisce la risposta

196.6667 196.6667 200.0000 200.0000 200.0000 306.6667 306.6667

## 5. RISULTATI - MODELLI INFORMATICI PER LA SIMULAZIONE DELL'EVACUAZIONE

Tempo di evacuazione 307 secondi.

Quindi se si impiegano nove operatori si ha l'evacuazione in  $269.52'' = 4.49'$ , se si usano otto operatori si ha l'evacuazione in  $306.66'' = 5.11'$ .

E' da tenere presente che la risposta si ottiene immediatamente: si tratta solo da cambiare  $m$  ed usare il programma.

Come si vede il programma fornisce i tempi degli  $m$  operatori in ordine crescente.

## 5.5 Introduzione al secondo modello ed esempi

Anche in questo modello è prefissato l'ordine con cui i pazienti sono evacuati. Il secondo modello prevede due Luoghi sicuri (LS 1 e LS 2); inoltre per ogni paziente è univocamente fissato il Luogo sicuro in cui deve essere portato.

Prima di costruire il modello bisogna stabilire la strategia dello svolgimento della evacuazione (si veda il paragrafo 4.4 a pagina 47). Gli operatori possono provenire da uno qualunque dei due luoghi sicuri e devono portare il paziente in uno Luogo sicuro prefissato. Dal paziente  $i$  vanno gli operatori che hanno speso meno tempo, da qualunque Luogo sicuro provengano. Nella redazione del modello è stato ipotizzato che la formazione degli operatori sia tale che agiscano senza ambiguità, e che quindi sia istantanea la determinazione degli operatori che hanno speso meno tempo dopo il trasporto del paziente precedente.

La struttura del modello è stata maggiormente articolata:

- i) per ogni paziente, oltre ai tempi di trasporto, di cui si dirà in seguito, sono assegnati i tempi di preparazione al trasporto ed il tempo di deposizione nel Luogo sicuro;
- ii) la velocità degli operatori, nei tratti percorsi senza paziente, si è assunta dipendente dall'operatore;
- iii) alla partenza dell'evacuazione il numero degli operatori, in ciascuno dei due luoghi sicuri, è un dato del programma;
- iv) per ogni ospite deve essere data la distanza da entrambi i luoghi sicuri, anche se per il determinato ospite è previsto un ben determinato Luogo sicuro.

Nei calcoli che seguono gli indici (non i dati) che riguardano gli operatori saranno accentati.

All'inizio bisogna conoscere

- il numero dei pazienti da trasportare  $n$ ;
- il numero degli operatori previsti per il trasporto  $m$ ; all'inizio del processo sono nel LS1 operatori  $m_1 \leq m$ , sono nel LS2 operatori  $m - m_1$ ;

Prima del trasporto del paziente  $i$  bisogna conoscere:

- numero di operatori necessari al trasporto  $p_i$ ;
- la destinazione  $de_i$  (LS 1 o LS 2);
- la velocità degli operatori nel trasporto di  $i$  indicata con  $vr_i$ ;
- lo spazio che il paziente  $i$  deve percorrere per arrivare al Luogo sicuro destinazione prefissata:  $s_i$ ;
- la distanza della stanza del paziente  $i$  dall'altro Luogo sicuro  $ss_i$ ;
- il tempo di preparazione del paziente  $i$  prima del trasporto  $tp_i$ ;
- il tempo di deposizione del paziente  $i$  nel Luogo sicuro  $de_i$  indicato con  $td_i$ ;
- vettore dei tempi accumulati da ogni operatore, ordinato in ordine crescente  $T$ ;
- il vettore con il Luogo sicuro di provenienza da ciascun operatore  $zp$ ;
- il vettore  $vva$  che contiene le velocità degli operatori per l'andata da un Luogo sicuro alla località del paziente;
- se  $k'$  è un operatore che trasporta il paziente  $i$ , il tempo speso da  $k'$  in andata e ritorno è dato da

$$tt = \frac{s_i}{vva_{k'}} + \frac{s_i}{vr_i}, \text{ se } zp_{k'} = de_i, \quad (5.7)$$

$$tt = \frac{ss_i}{vva_{k'}} + \frac{s_i}{vr_i}, \text{ se } zp_{k'} \neq de_i, \quad (5.8)$$

- dopo il trasporto del paziente  $i$ , occorre aggiornare  $zp$  con i nuovi LS di presenza degli operatori dopo il trasporto; riordinare il vettore  $T$  con tempi crescenti e riordinare coerentemente  $zp$  e  $vva$ .

Si svolgono ora due esempi di evacuazione in una struttura con due luoghi sicuri e tre operatori per illustrare le caratteristiche e le difficoltà di costruzione del secondo modello:

### 5.5.0.1 Primo esempio

Gli operatori  $m = 3$ , inizialmente tutti nello LS 1; per ogni operatore  $k$  è assegnata la velocità  $vva_k$  di andata dal Luogo sicuro alla stanza del paziente. Pazienti  $n = 3$ ; per ogni paziente  $i$  sono assegnati: il numero  $p_i$  di operatori necessari per il trasporto al Luogo sicuro preassegnato, la destinazione  $de_i$  (LS 1 oppure LS 2), la velocità  $vr_i$  degli operatori nel percorso di ritorno con il paziente dalla stanza verso il Luogo sicuro preassegnato, la distanza  $s_i$  della stanza del paziente dal Luogo sicuro preassegnato, la distanza  $ss_i$  della stanza del paziente dall'altro Luogo sicuro (escluso), il tempo  $tp_i$  di preparazione al trasporto, il tempo  $td_i$  di deposizione.

I dati sono i seguenti :

velocità di andata degli operatori:  $vva_1 = 1m/sec$ ,  $vva_2 = 1m/sec$ ,  $vva_3 = 1m/sec$ ,

paziente 1 :  $p_1 = 2$  operatori,  $de_1 = 1$ ,  $vr_1 = 0.5m/sec$ ,  $s_1 = 5m$ ,  $ss_1 = 15m$ ,  $tp_1 = 0$  sec,  $td_1 = 0$  sec

paziente 2 :  $p_2 = 2$  operatori,  $de_2 = 2$ ,  $vr_2 = .25m/sec$ ,  $s_2 = 10m$ ,  $ss_2 = 10m$ ,  $tp_2 = 0$  sec,  $td_2 = 0$  sec

paziente 3 :  $p_3 = 1$  operatori,  $de_3 = 2$ ,  $vr_3 = 1m/sec$ ,  $s_3 = 15m$ ,  $ss_3 = 5m$ ,  $tp_3 = 0$  sec,  $td_3 = 0$  sec,

Si procede ora a esporre l'esempio.

Prima del primo trasporto: tempo speso dagli operatori  $T = (0, 0, 0)$ , Luogo sicuro di provenienza degli operatori  $zp = (1, 1, 1)$  (si é prefissato che in questo esempio, alla partenza tutti gli operatori sono nel LS 1), velocità di andata degli operatori dal paziente  $vva = (1, 1, 1)$ .

⇒ paziente 1 :  $p_1 = 2$ ,  $de_1 = 1$ ,  $vr_1 = 0.5$ ,  $s_1 = 5$ ,  $ss_1 = 15$ ,  $tp_1 = 0$ ,  $td_1 = 0$ ,  $T = (0, 0, 0)$ ,  $zp = (1, 1, 1)$ ,  $vva = (1, 1, 1)$

. ↦ operatore 1,  $zp_{1'} = 1$ ,  $de_1 = 1$

. tempo speso per ritorno da un Luogo sicuro ed andata con il paziente 1 al Luogo sicuro previsto

$$. tt < -\frac{s_1}{vva_{1'}} + \frac{s_1}{vr_1} = \frac{5}{1} + \frac{5}{0.5} = 15 \text{ sec}$$

. ↦ operatore 2,  $zp_{2'} = 1$ ,  $de_1 = 1$

. tempo speso per ritorno da un Luogo sicuro ed andata con il

paziente 1 al Luogo sicuro previsto

$$. tt < -\frac{s_1}{vva_{2'}} + \frac{s_1}{vr_1} = \frac{5}{1} + \frac{5}{0.5} = 15 \text{ sec}$$

⇒ Situazione dopo il trasporto del primo paziente: tempo speso dagli operatori  $T = (15, 15, 0)$ , Luogo sicuro di presenza degli operatori  $zp = (1, 1, 1)$ , velocità di arrivo degli operatori dal paziente  $vva = (1, 1, 1)$ .

⇒ Riordinamento  $T = (0, 15, 15)$ ,  $zp = (1, 1, 1)$ ,  $vva = (1, 1, 1)$ .

⇒ paziente 2 :  $p_2 = 2$ ,  $de_2 = 2$ ,  $vr_2 = .25$ ,  $s_2 = 10$ ,  $ss_2 = 10$ ,  $tp_2 = 0$ ,  $td_2 = 0$ ,  $T = (0, 15, 15)$ ,  $zp = (1, 1, 1)$ ,  $vva = (1, 1, 1)$

. ↦ operatore 1,  $zp_{1'} = 1$ ,  $de_2 = 2$ , tempo di attesa 15'

. tempo speso per ritorno dal Luogo sicuro ed andata con il paziente 2 al Luogo sicuro previsto

$$. tt < -\frac{ss_2}{vva_{1'}} + \frac{s_2}{vr_2} = \frac{10}{1} + \frac{10}{0.25} = 50 \text{ sec}$$

. ↦ operatore 2,  $zp_{2'} = 1$ ,  $de_2 = 2$

. tempo speso per ritorno dal Luogo sicuro ed andata con il paziente 2 al Luogo sicuro previsto

$$. tt < -\frac{ss_2}{vva_{2'}} + \frac{s_2}{vr_2} = \frac{10}{1} + \frac{10}{0.25} = 50 \text{ sec}$$

⇒ Situazione dopo il trasporto del secondo paziente: tempo speso dagli operatori  $T = (15 + 50, 15 + 50, 15)$ , Luogo sicuro di provenienza degli operatori  $zp = (2, 2, 1)$ , velocità di arrivo degli operatori dal paziente  $vva = (1, 1, 1)$ .

⇒ Riordinamento  $T = (15, 65, 65)$ ,  $zp = (1, 2, 2)$ ,  $vva = (1, 1, 1)$ .

⇒ paziente 3 :  $p_3 = 1$ ,  $de_3 = 2$ ,  $vr_3 = 1$ ,  $s_3 = 15$ ,  $ss_3 = 5$ ,  $tp_3 = 0$ ,  $td_3 = 0$ ,  $T = (15, 65, 65)$ ,  $zp = (1, 2, 2)$ ,  $vva = (1, 1, 1)$

. ↦ operatore 1,  $zp_{1'} = 1$ ,  $de_3 = 2$ ,

. tempo speso per ritorno dal Luogo sicuro ed andata con il paziente 3 al Luogo sicuro previsto

$$. tt < -\frac{ss_3}{vva_{1'}} + \frac{s_3}{vr_3} = \frac{5}{1} + \frac{15}{1} = 20 \text{ sec}$$

⇒ Situazione dopo il trasporto del terzo paziente: tempo speso dagli operatori  $T = (35, 65, 65)$ , Luogo sicuro di arrivo degli operatori  $zp = (2, 2, 2)$ , velocità di arrivo degli operatori dal paziente  $vva = (1, 1, 1)$ .

⇒ Riordinamento  $T = (35, 65, 65)$ .

Quindi il tempo di evacuazione é 65'', ossia un minuto circa.

### 5.5.0.2 Secondo esempio

Gli operatori  $m = 3$ , inizialmente due nel LS1 ed uno nel LS2, per ogni operatore  $k'$  è assegnata la velocità  $vva_{k'}$  di andata dal Luogo sicuro alla stanza del paziente. Pazienti  $n = 5$ ; per ogni paziente  $i$  sono assegnati: il numero  $p_i$  di operatori necessari per il trasporto al Luogo sicuro preassegnato, la destinazione  $de_i$  (LS 1 oppure LS 2), la velocità degli operatori nel percorso di ritorno  $vr_i$  dalla stanza verso il Luogo sicuro preassegnato, la distanza  $s_i$  della stanza del paziente dal Luogo sicuro preassegnato, la distanza  $ss_i$  della stanza del paziente dall'altro Luogo sicuro (escluso), il tempo  $tp_i$  di preparazione al trasporto, il tempo  $td_i$  di deposizione.

I dati sono i seguenti :

velocità di andata degli operatori:  $vva_1 = 1m/sec$ ,  $vva_2 = .9m/sec$ ,  $vva_3 = .8m/sec$ ,

paziente 1 :  $p_1 = 1 op.$ ,  $de_1 = 1$ ,  $tp_1 = 6$ ,  $td_1 = 7$ ,  $s_1 = 5$ ,  $ss_1 = 25$ ,  $tp_1 = 6$ ,  $td_1 = 7$ ,

paziente 2 :  $p_2 = 2 op.$ ,  $de_2 = 2$ ,  $vr_2 = .5$ ,  $s_2 = 8m$ ,  $ss_2 = 22m$ ,  $tp_2 = 8 sec$ ,  $td_2 = 9 sec$

paziente 3 :  $p_3 = 3 op.$ ,  $de_3 = 2$ ,  $vr_3 = .1m/sec$ ,  $s_3 = 20m$ ,  $ss_3 = 10m$ ,  $tp_3 = 20 sec$ ,  $td_3 = 21 sec$

paziente 4 :  $p_4 = 2 op.$ ,  $de_4 = 1$ ,  $vr_4 = .5m/sec$ ,  $s_4 = 25m$ ,  $ss_4 = 5m$ ,  $tp_4 = 8 sec$ ,  $td_4 = 9 sec$

paziente 5 :  $p_5 = 2 op.$ ,  $de_5 = 1$ ,  $vr_5 = .5m/sec$ ,  $s_5 = 15m$ ,  $ss_5 = 15m$ ,  $tp_5 = 8 sec$ ,  $td_5 = 9 sec$

Prima del primo trasporto: tempo speso dagli operatori  $T = (0, 0, 0)$ , Luogo sicuro di provenienza degli operatori  $zp = (1, 1, 2)$  (due operatori sono nel LS 1, un operatore nel LS 2), velocità di arrivo degli operatori dal paziente  $vva = (1, .9, .8)$ .

$\implies$  paziente 1 :  $p_1 = 1$ ,  $de_1 = 1$ ,  $vr_1 = 0.5$ ,  $s_1 = 5$ ,  $ss_1 = 25$ ,  $tp_1 = 6$ ,  $td_1 = 7$ ,  $T = (0, 0, 0)$ ,  $zp = (1, 1, 2)$ ,  $vva = (1, .9, .8)$

.  $\mapsto$  operatore 1,  $zp_{1'} = 1$ ,  $de(1) = 1$

. tempo speso per ritorno da un Luogo sicuro ed andata con il paziente 1 al Luogo sicuro previsto

$$. tt < -\frac{s_1}{vva_{1'}} + \frac{s_1}{vr_1} = \frac{5}{1} + \frac{5}{0.5} = 15 \text{ sec}$$

$$. tt < -15 + 6 + 7 = 28 \text{ si aggiungono i tempi di carico e scarico. } \implies$$

Situazione dopo il trasporto del primo paziente: tempo speso dagli operatori  $T = (28, 0, 0)$ , Luogo sicuro di provenienza degli operatori  $z_p = (1, 1, 2)$ , velocità di arrivo degli operatori dal paziente  $vva = (1, .9, .8)$ .

$\implies$  Riordinamento  $T = (0, 0, 28)$ ,  $z_p = (2, 1, 1)$ ,  $vva = (.9, .8, 1)$ .

$\implies$  paziente 2 :  $p_2 = 2, de_2 = 2, vr_2 = .5, s_2 = 8, ss_2 = 22, tp_2 = 8, td_2 = 9, T = (0, 0, 28)$ ,  $z_p = (2, 1, 1)$ ,  $vva = (.9, .8, 1)$

.  $\mapsto$  operatore 1,  $z_{p1'} = 2, de(2) = 2,$

$$. tt < -\frac{s_2}{vva_{1'}} + \frac{s_2}{vr_2} = \frac{8}{.9} + \frac{8}{0.5} = 8.8 + 16 = 24 \text{ sec}$$

$$. tt < -24 + 8 + 9 = 41 \text{ sec si aggiungono i tempi di carico e scarico.}$$

.  $\mapsto$  operatore 2,  $z_{p2'} = 1, de(2) = 2$

. tempo speso per ritorno dal Luogo sicuro ed andata con il paziente 2 al Luogo sicuro previsto

$$. tt < -\frac{ss_2}{vva_{2'}} + \frac{s_2}{vr_2} = \frac{22}{.9} + \frac{8}{0.5} = 43.5 \text{ sec}$$

$$. tt < -40.4 + 8 + 9 = 57.4'' \text{ si aggiungono i tempi di carico e scarico.}$$

tenendo conto che il primo operatore arriva prima, ma deve attendere il secondo, ad entrambi gli operatori il tempo viene incrementato di 57.4 sec

$\implies$  Situazione dopo il trasporto del secondo paziente: tempo speso dagli operatori  $T = (57.4, 57.4, 28)$ , Luogo sicuro di transito per gli operatori  $z_p = (2, 2, 1)$ , velocità di arrivo degli operatori dal paziente  $vva = (.9, .8, 1)$ .

$\implies$  Riordinamento  $T = (28, 57.4, 57.4)$ ,  $z_p = (1, 2, 2)$ ,  $vva = (1, .9, .8)$ .

$\implies$  paziente 3 :  $p_3 = 3, de_3 = 2, vr_3 = .1, s_3 = 20, ss_3 = 10, tp_3 = 20, td_3 = 21, T = (28, 57.4, 57.4)$ ,  $z_p = (1, 2, 2)$ ,  $vva = (1, .9, .8)$ .

.  $\mapsto$  operatore 1,  $z_{p1'} = 1, de(3) = 2,$

. tempo speso per ritorno dal Luogo sicuro ed andata con il paziente 3 al Luogo sicuro previsto

$$. tt < -\frac{ss_3}{vva_{1'}} + \frac{s_3}{vr_3} = \frac{10}{1} + \frac{20}{.1} = 210 \text{ sec}$$

$$. tt < -210 + 20 + 21 + 57.4 = 308.4 \text{ sec si aggiungono i tempi di}$$



carico e scarico ,

. i tempi pregressi e l'attesa degli altri operatori.

.  $\mapsto$  operatore 2,  $zp_{1'} = 2, de(3) = 2,$

. tempo speso per ritorno dal Luogo sicuro ed andata con il paziente 3 al Luogo sicuro previsto

$$. tt < -\frac{s_3}{vva_{2'}} + \frac{s_3}{vr_3} = \frac{20}{.9} + \frac{20}{0.1} = 222.2 \text{ sec}$$

$$. tt < -222.2 + 20 + 21 + 57.4 = 320.6 \text{ sec}$$

a cui si aggiungono i tempi di carico e scarico e i tempi già accumulati.

.  $\mapsto$  operatore 3,  $zp_{2'} = 1, de(2) = 2$

. tempo speso per ritorno dal Luogo sicuro ed andata con il paziente al Luogo sicuro previsto

$$. tt < -\frac{s_3}{vva_{3'}} + \frac{s_3}{vr_3} = \frac{20}{.8} + \frac{20}{0.1} = 225 \text{ sec}$$

$$. tt < -225 + 20 + 21 + 57.4 = 323.4 \text{ sec}$$

si aggiungono i tempi di carico e scarico ed il tempo già speso.

$\implies$  Situazione dopo il trasporto del terzo paziente: tempo speso dagli operatori  $T = (323.4, 323.4, 323.4)$ , Luogo sicuro di transito per gli operatori  $zp = (2, 2, 2)$ , velocità di arrivo degli operatori dal paziente  $vva = (.9, .8, 1)$ .

$\implies$  Riordinamento inutile .

$\implies$  Situazione dopo il trasporto del terzo paziente: tempo speso dagli operatori  $T = (323.4, 323.4, 323.4)$ , Luogo sicuro di arrivo degli operatori  $zp = (2, 2, 2)$ , velocità di arrivo degli operatori dal paziente  $vva = (.9, .8, 1)$ .

$\implies$  paziente 4 :  $p_4 = 2, de_4 = 1, vr_4 = .5, s_4 = 25, ss_4 = 5, tp_4 = 8, td_4 = 9,$   
 $T = (323.4, 323.4, 323.4), zp = (2, 2, 2), vva = (.9, .8, 1).$

.  $\mapsto$  operatore 1,  $zp_{1'} = 2, de(4) = 1,$

. tempo speso per ritorno dal Luogo sicuro ed andata con il paziente al Luogo sicuro previsto

$$. tt < -\frac{ss_4}{vva_{1'}} + \frac{s_4}{vr_4} = \frac{5}{.9} + \frac{25}{.5} = 55.5 \text{ sec}$$

$$. tt < -55.5 + 8 + 9 + 323.4 = 390.9 \text{ sec}$$

carico e scarico ,

. i tempi pregressi .

.  $\mapsto$  operatore 2,  $zp_{2'} = 2, de(4) = 1,$

. tempo speso per ritorno dal Luogo sicuro ed andata con il paziente al Luogo sicuro previsto

$$. tt < -\frac{s_4}{vva_{2'}} + \frac{s_4}{vr_4} = \frac{5}{.8} + \frac{25}{0.5} = 56.25 \text{ sec}$$

## 5. RISULTATI - MODELLI INFORMATICI PER LA SIMULAZIONE DELL'EVACUAZIONE

$$. tt < -56.25 + 8 + 9 + 323.4 = 396 \text{ sec}$$

. si aggiungono i tempi di carico e scarico e i tempi già accumulati.

⇒ Situazione dopo il trasporto del quarto paziente: tempo speso dagli operatori  $T = (396, 396, 323.4)$ , Luogo sicuro di transito per gli operatori  $zp = (1, 1, 2)$ , velocità di arrivo degli operatori dal paziente  $vva = (.9, .8, 1)$ .

⇒ Riordinamento  $T = (323.4, 396, 396)$ ,  $zp = (2, 1, 1)$ ,  $vva = (1, .9, .8)$ .

⇒ Situazione prima del trasporto del quinto paziente: tempo speso dagli operatori  $T = (323.4, 396, 396)$ , Luogo sicuro di arrivo degli operatori  $zp = (2, 1, 1)$ , velocità di arrivo degli operatori dal paziente  $vva = (1, .9, .8)$ .

⇒ paziente 5 :  $p_5 = 2, de_4 = 1, vr_5 = .5, s_5 = 15, ss_5 = 15, tp_5 = 8, td_5 = 9, T = (323.4, 396, 396), zp = (2, 1, 1), vva = (1, .9, .8)$ .

. ↦ operatore 1,  $zp_{1'} = 2, de(5) = 1,$

. tempo speso per ritorno dal Luogo sicuro ed andata con il paziente al Luogo sicuro previsto

$$. tt < -\frac{ss_5}{vva_{1'}} + \frac{s_5}{vr_5} = \frac{15}{1} + \frac{15}{.5} = 45 \text{ sec}$$

.  $tt < -55.5 + 8 + 9 + 323.4 = 390.9 \text{ sec}$  si aggiungono i tempi di carico e scarico ,

. ed i tempi pregressi .

. ↦ operatore 2,  $zp_{2'} = 1, de(5) = 1,$

. tempo speso per ritorno dal Luogo sicuro ed andata con il paziente al Luogo sicuro previsto

$$. tt < -\frac{s_5}{vva_{2'}} + \frac{s_5}{vr_5} = \frac{5}{.8} + \frac{25}{0.5} = 56.25 \text{ sec}$$

$$. tt < -56.25 + 8 + 9 + 323.4 = 396 \text{ sec}$$

. si aggiungono i tempi di carico e scarico ed i tempi già accumulati.

⇒ Situazione dopo il trasporto del quinto ed ultimo paziente: tempo speso dagli operatori  $T = (396, 458, 458) \text{ sec}$ , Luogo sicuro di transito per gli operatori  $zp = (1, 1, 2)$ .

Quindi il tempo di evacuazione della struttura é 458 secondi, ossia 7.6 minuti.

## 5.6 Descrizione delle caratteristiche del secondo modello e associato programma in R

Dati del modello sono:

-numero dei pazienti ( $n$ )

-per ogni paziente  $i$ , ( $1 \leq i \leq n$ ) sono dati

$p_i$  operatori necessari per il trasporto

$de_i$  destinazione di  $i$ , ossia LS 1 oppure LS 2.

$vr_i$  velocità del trasporto verso il Luogo sicuro  $de_i$

$s_i$  spazio da percorrere dalla stanza di  $i$  per arrivare al Luogo sicuro  $de_i$

$ss_i$  distanza della stanza di  $i$  dal Luogo sicuro in cui  $i$  NON deve andare

$tp_i$  tempo necessario per preparare  $i$  prima del trasporto

$td_i$  tempo necessario per depositare  $i$  nel LS  $de_i$  dopo il trasporto

-numero degli operatori ( $m$ )

-numero degli operatori che all'inizio del processo si trovano in LS 1 ( $m_1$ )

-prima della gestione del trasporto di  $i$  il sistema ha necessità dei vettori  $m$  dimensionali

$T$  tempi spesi dagli operatori, ordinato in scala crescente

$zp$  Luogo sicuro in cui si trovano gli operatori prima di un trasporto

$va$  velocità degli operatori nell'andata da un Luogo sicuro alla stanza di un paziente

E' fissato a priori l'ordine  $de$  secondo cui i pazienti sono prelevati e trasportati al Luogo sicuro. All'inizio del processo  $m_1$  operatori sono nel Luogo sicuro 1, e  $m - m_1$  sono nel Luogo sicuro 2. Gli operatori procedono al modo seguente: appena compiuto il trasporto di un paziente, immediatamente vanno dal successivo secondo l'ordine prefissato. Se al momento di prelevare un

paziente che deve essere trasportato da piú operatori, non ci sono operatori liberi a sufficienza, occorre attendere fino al momento in cui essi arrivino nel numero previsto.

Si passa ora ad una descrizione del processo.

- ⇒ Leggi  $n; p_1, p_2, \dots, p_n; de_1, de_2, \dots, de_n; vr_1, vr_2, \dots, vr_n;$   
 $s_1, s_2, \dots, s_n; ss_1, ss_2, \dots, ss_n; tp_1, ss_2, \dots, tp_n; td_1, td_2, \dots, td_n;$
- ⇒ Leggi  $m, m1; vva_1, \dots, vva_m;$
- ⇒ Costruisci un vettore  $m$  dimensionale  $T$  ad elementi nulli;
- ⇒ Costruisci una matrice  $M$  con  $n$  righe ed  $m$  colonne
- ⇒ Costruisci un vettore  $m$  dimensionale  $de$  con i primi  $m1$  elementi uguali ad 1 ed i restanti uguali a 2.
- ⇒ Per ogni paziente  $i$  in  $1, \dots, n$  :
  - ↳ per ogni operatore  $k$  in  $1, \dots, p_i$  :
    - se  $de_i = zp_k$  allora  $tt < -\frac{s_i}{vva_{k'}} + \frac{s_i}{vr_i}$  altrimenti  $tt < -\frac{ss_i}{vva_{k'}} + \frac{s_i}{vr_i}$
    - $T(k) = T(k) + tt$
  - ↳  $k$  in  $1, \dots, p_i : T(k) = T(p_i)$  (tieni conto dei tempi di attesa dell'ultimo operatore)
  - ↳ Riordina  $T$  in modo da farlo crescente, riordina coerentemente  $zp$  e  $vva$
  - ↳  $M(i, .) = M(i, .) + T$
- ⇒  $M(n,m)$  fornisce il tempo massimo di evacuazione

Sulla base delle precedenti istruzioni si é scritto una " function " nel linguaggio R.

```

this will show different font sizes

lusic2 <-function(m1,m, n, de, va, vr, s, ss, tp, td, p){
# sclm spazio calmo: ce ne sono due: sclm 1 spazio calmo 1,
# sclm 2 spazio calmo 2.
#input m1 numero degli operatori inizialmente in sclm 1.
#input m numero totale degli operatori.
#input n numero dei pazienti da trasportare, i= 1,...,n ordinati in ordine
# di gravita' crescente;
# per ogni paziente i e' previsto lo sclm di destinazione de[i];
# i primi operatori che si liberano vanno dal primo paziente che ancora
# deve essere trasportato ad uno sclm.
#input de[]: vettore n dimensionale; de[i]indica la destinazione di i: de[i]=1
# se il paziente i deve essere portato in sclm 1, de[i]=2

```

## 5.6. Descrizione delle caratteristiche del secondo modello e associato programma in R

---

```
# se il paziente i deve essere portato in sclm 2.
#input va[]: vettore m dimensionale; va(k) è la velocità di andata (in m/min)
# dell' operatore k nel raggiungere il paziente.
#input vr[]: vettore n dimensionale; vr(i) è la velocità di ritorno degli
# operatori nel portare il paziente i nel sclm de[i] (in m/min).
#input s[]: vettore n dimensionale; s[i] distanza della stanza del paziente i
# dal sclm de[i] (in metri).
#input ss[]: vettore n dimensionale;ss(i) distanza della stanza del paziente i
# dal sclm 3-de[i] (in metri)
#input tp[]: vettore n dimensionale; tp[i] e' il tempo di preparazione del
# paziente i al trasporto (in minuti)
#input td[]: vettore n dimensionale; td[i] e' il tempo di deposizione del
# paziente i dopo il trasporto (in minuti)
#input p[]: vettore n dimensionale; p[i] numero di operatori necessari per
# portare il paziente i allo sclm de[i]; p[i] non superiore ad m.
#calcolato zp[] vettore m dimensionale: zp[k] zona di provenienza
# dell'operatore k; inizialmente zp(k)<-1, k=1,...,m1;
# zp(k)<-2, k=1+ m1,...,m.
#calcolato t[]: vettore m dimensionale t[k] tempo speso dall'operatore k
# inizialmente t[k]<- 0 k=1,...,m ( in minuti).
#calcolato ttt[]: vettore m dimensionale temporaneo
# inizialmente ttt[k]<- 0 k=1,...,m ( in minuti).
#calcolato tttt[]: vettore m dimensionale temporaneo
# inizialmente tttt[k]<- 0 k=1,...,m ( in minuti).
#output T: matrice nXm: T[i,] è il tempo speso dagli operatori per venire
# a prendere i e portarlo al sclm de[i]
# Il programma si carica su R Editor con File; apri script; CsSrn1ext.R
# (doppioclick) ;
# da R Editor si invia ad R ,
# con il tasto destro del mouse digitando CTRL+a; CTRL+r.
# dentro R si esegue inserendo prima i dati di input; poi si digita
# T<-lusic2(m1,m, n, de, va, vr, s, ss, tp, td, p)
# nel vettore T la risposta.
#
#
#inizializzazione vettori
del<-rep(0,times=n)
val<-rep(0,times=m)
vr1<-rep(0,times=n)
s1<-rep(0,times=n)
ss1<-rep(0,times=n)
tp1<-rep(0,times=n)
td1<-rep(0,times=n)
p1<-rep(0,times=n)
del<-del+de
val<-val+va
vr1<-vr1+vr
s1<-s1+s
ss1<-ss1+ss
tp1<-tp1+tp
td1<-td1+td
```

## 5. RISULTATI - MODELLI INFORMATICI PER LA SIMULAZIONE DELL'EVACUAZIONE

```
p1<-p1+p
t<-rep(0,times=m)
zp<-rep(2,times=m)
zp[1:m1]<-1
mn<-m*n
T1<-rep(0,times=mn)
T<-matrix(T1,n,m)
# inizio cicli
for( i in 1:n){
#   inizializzazione di tttt
  tttt<-rep(0,times=m)
#   incremento tempi operatori che trasportano il paziente i
  pp<-p1[i]
  for( k in 1:pp){
    tt<-0
#   il tempo speso dai primi p1[i] operatori dipende dalla
#   zona di provenienza e dalla velocità dell'operatore
    if ( zp[k]== del[i]) tt<-s1[i]/val[k]+tp1[i]+s1[i]/vr1[i]+td1[i]
    else tt<-ss1[i]/val[k]+tp1[i]+s1[i]/vr1[i] +td1[i]
    tttt[k]<-tt
    zp[k]<- del[i]
  }
#   i tempi tttt[1],..., tttt[p1[i]] vanno aggiunti a t
  t<-tttt + t
#   vanno egualizzate le prime p[i] componenti di t al loro massimo
  tmax<-max(t[1:p[i]])
  t[1:p[i]]<-rep(tmax, times=p1[i])
#   riordino dei vettori val, zp[] ,t[]
  M<-matrix(c(val,zp,t),m ,3)
  M<-M[sort.list(M[,3]),]
  val<-M[,1]
  zp<-M[,2]
  t<-M[,3]
  T[i,] <- T[i,] +t
}
#   T<-lusic2(m1,m, n, de, va, vr, s, ss, tp, td, p)
  T
}
```

Una possibile applicazione del modello costruito è quella di ritrovare approssimativamente i dati osservati nella seconda esercitazione di *Casa Serena* . Si sono prese le distanze delle stanze dei pazienti dai due luoghi sicuri. Le velocità scelte ed i tempi di deposizione sono quelli individuate nel paragrafo 4.5 a pagina 49. Si è tenuto presente che gli operatori erano sei. Si è seguito l'ordine di evacuazione fissato a priori, stabilito dal PEEP. Si sono esclusi i due pazienti che hanno raggiunto il Luogo sicuro in maniera autonoma. Si ottiene la seguente tabella.

## 5.6. Descrizione delle caratteristiche del secondo modello e associato programma in R

	[, 1]	[, 2]	[, 3]	[, 4]	[, 5]	[, 6]
[1, ]	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	4.598133
[2, ]	0.000000	0.000000	0.000000	4.598133	4.643039	4.643039
[3, ]	0.000000	0.000000	4.598133	4.643039	4.643039	4.643039
[4, ]	0.000000	4.506460	4.598133	4.643039	4.643039	4.643039
[5, ]	4.464892	4.506460	4.598133	4.643039	4.643039	4.643039
[6, ]	4.506460	4.598133	4.643039	4.643039	4.643039	8.550996
[7, ]	4.598133	4.643039	4.643039	4.643039	8.550996	8.926526
[8, ]	4.643039	4.643039	4.643039	8.550996	8.926526	9.070131
[9, ]	4.643039	4.643039	8.550996	8.926526	9.070131	9.123539
[10, ]	4.643039	8.550996	8.926526	9.070131	9.094176	9.123539
[11, ]	8.550996	8.926526	8.973015	9.070131	9.094176	9.123539

Come è facile notare (Si veda quanto riportato nella tabella 3.1 a pagina 26) il tempo totale di evacuazione ottenuto con il programma è assai vicino al tempo di evacuazione totale della prova  $T_1$ .

Come ulteriore applicazione si è data una risposta al seguente problema. Se gli operatori fossero stati solo due, come previsto nei turni notturni, fermi restando tutti gli altri dati, come si sarebbe svolta l'evacuazione? Il programma fornisce la seguente tabella (risultati in minuti).

	[, 1]	[, 2]
[1, ]	0.000000	4.598133
[2, ]	8.862384	8.862384
[3, ]	8.862384	13.126635
[4, ]	12.990055	13.126635
[5, ]	13.126635	17.076160
[6, ]	17.076160	17.212739
[7, ]	17.212739	21.496226
[8, ]	21.496226	21.684737
[9, ]	21.684737	26.185060
[10, ]	26.168702	26.185060
[11, ]	26.185060	30.441860

## 5. RISULTATI - MODELLI INFORMATICI PER LA SIMULAZIONE DELL'EVACUAZIONE

Quindi durante la notte occorre mezzora ad evacuare i pazienti del reparto.



## Capitolo 6

# Risultati - Proposta di modifica normativa

*"The most dangerous phrase in the language is "We've always done it this way."*

— Grace Hopper, *The Wit and Wisdom*

### 6.1 Il contesto normativo sulla sicurezza antincendio e le persone con disabilità

In Italia il CNVVF ha elaborato una norma, nello specifico un *Decreto del Ministero dell'Interno* (d.m.), relativa alla sicurezza antincendio sui luoghi di lavoro [17]. Tale disposizione contiene le prescrizioni antincendio riguardanti la sicurezza nei luoghi di lavoro che vengono integralmente richiamate dal TULS. Nel d.m. [17] sono fornite alcune indicazioni in merito alla sicurezza antincendio delle persone con disabilità ed in particolare indicazioni riguardanti l'esodo di persone con disabilità (si veda quanto riportato in Appendice A a pagina 109). Tali avvertenze costituiscono delle prime indicazioni di carattere generale e per questo motivo il CNVVF ha ritenuto utile emanare delle Linee guida più specifiche [18] a cui fare riferimento. Le Linee guida sviluppano in maniera più approfondita gli aspetti relativi alla valutazione del rischio, alle misure edilizie ed impiantistiche ed alle misure organizzative nei luoghi di lavoro dove si trovano, a qualsiasi titolo, persone con disabilità.

Le Linee guida, redatte oltre dieci anni fa, devono essere aggiornate con

gli attuali riferimenti normativi e, a parere dello scrivente, alla luce delle sperimentazioni eseguite a *Casa Serena* potrebbero essere riviste per fornire indicazioni ancora più efficaci ed utili ai progettisti ed ai datori di lavoro.

### 6.1.1 I punti da approfondire

Le prove condotte a *Casa Serena* (si veda il Capitolo 3 a pagina 15) hanno evidenziato che alcune misure adottate hanno migliorato i parametri indicatori della prestazione dei soccorritori e l'efficacia della prestazione (si veda a tal proposito la tabella 3.1 a pagina 26). Lo scrivente suggerisce, secondo l'esperienza condotta, una proposta di modifica delle Linee guida [18] con particolare riguardo alla disabilità motoria, inserendo i seguenti argomenti:

- i) utilizzo del WAYFINDING per migliorare l'orientamento e la capacità di muoversi all'interno di un'attività (Si veda il paragrafo 4.2 a pagina 28);
- ii) adozione del PEEP per consentire una migliore gestione dell'esodo regolamentando il deflusso e conoscendo le reali esigenze di ciascuna persona con disabilità (si veda il paragrafo 4.4 a pagina 47);
- iii) formazione specifica degli addetti antincendio per le emergenze dove possono essere persone con disabilità (si veda il paragrafo 4.1 a pagina 27).

## 6.2 Il nuovo testo modificato

Di seguito viene riportato l'attuale testo delle Linee guida dove con ~~testo eliminato~~ viene proposta la soppressione dell'attuale testo, mentre con *aggiunto* il testo che si suggerisce di aggiungere.

### 1. INTRODUZIONE

#### 1.1 Scopo

Queste Linee guida sono state concepite nell'ambito dei criteri generali stabiliti dal decreto 10 marzo 1998 come ausilio ai datori di lavoro, ai professionisti ed ai responsabili della sicurezza per tenere conto nella valutazione del rischio della presenza (prevista dal decreto stesso), negli ambienti di la-

voro, di persone con limitazioni permanenti o temporanee alle capacità fisiche, mentali, sensoriali o motorie *disabilità permanenti o temporanee*. In particolare, le Linee guida, in relazione alla valutazione del rischio ed alla conseguente scelta delle misure, sono ispirate ai seguenti principi generali:

- prevedere ove possibile (ad esempio, quando sono già presenti lavoratori *disabili con disabilità*), il coinvolgimento degli interessati nelle diverse fasi del processo;
- considerare le difficoltà specifiche presenti per le persone estranee al Luogo di lavoro (ciò rafforza il concetto che le misure devono concernere anche *disabili persone con disabilità non lavoratori*);
- conseguire adeguati standard di sicurezza per tutti senza determinare alcuna forma di discriminazione tra i lavoratori;
- progettare la sicurezza per i lavoratori con disabilità in un piano organico, che incrementi la sicurezza di tutti. ~~e non attraverso piani speciali o separati da quelli degli altri lavoratori~~<sup>30</sup>

## 1.2 Articolazione delle linee guida

Secondo lo schema previsto dal ~~D.Lgs n. 626 del 1994~~ *d.lvo n.81 del 2008 e s.m.i.* e dal D.M. 10 marzo 1998, le linee guida forniscono le indicazioni necessarie per svolgere una specifica analisi del rischio di incendio, indicando, a puro titolo esemplificativo, alcune delle misure di tipo edilizio o impiantistico che possono essere adottate per compensare i rischi individuati. In tale ambito sono esposte alcune misure di carattere gestionale che, integrando o sostituendo quelle

<sup>30</sup> L'esperienza del WTC vedi paragrafo 1.2.1 a pagina 3 ha evidenziato che il trattare le persone con disabilità integralmente come gli altri lavoratori, anche se corretto come principio, nella pratica non garantisce un uguale livello di efficienza del sistema di soccorso, penalizzando di fatto le persone fragili.

edilizie ed impiantistiche, concorrono al raggiungimento degli obiettivi di sicurezza imposti dalla legge.

## **2. LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO**

### **2.1 L'identificazione delle caratteristiche ambientali**

Lo scopo della valutazione e della conseguente scelta delle misure di sicurezza si intende raggiunto se nei luoghi considerati risultano risolte, anche attraverso i sistemi di gestione, tutte quelle condizioni che rendono difficile o impossibile alle persone con limitazioni alle capacità fisiche, cognitive, sensoriali o motorie il movimento, l'orientamento, la percezione dei segnali di allarme e la scelta delle azioni da intraprendere al verificarsi di una condizione di emergenza. Il primo passo da compiere per conseguire tale obiettivo è quello di individuare le difficoltà di carattere motorio, sensoriale o cognitivo che l'ambiente può determinare, verso le quali dovrà essere prestata la massima attenzione e intraprese le necessarie e adatte misure di contenimento e abbattimento del rischio. Per quanto riguarda i criteri da seguire è possibile elaborare una classificazione che riguarda le caratteristiche relative:

- alla mobilità;
- all'orientamento;
- alla percezione del pericolo e/o dell'allarme;
- all'individuazione delle azioni da compiere in caso di emergenza.

Di seguito si specificano alcuni degli elementi di tipo edilizio, impiantistico o gestionale che possono considerarsi rilevanti ai fini di tali caratteristiche: la relativa elencazione deve essere considerata puramente indicativa e non esaustiva dei problemi individuabili nell'ambito del processo

valutativo.

**2.1.1 La mobilità in caso di emergenza** Gli elementi che rendono difficile la mobilità in caso di emergenza possono essere individuati negli ostacoli di tipo edilizio presenti nell'ambiente. In particolare, una prima sommaria elencazione può comprendere:

- la presenza di gradini od ostacoli sui percorsi orizzontali;
- la non linearità dei percorsi;
- la presenza di passaggi di larghezza inadeguata e/o di elementi sporgenti che possono rendere tortuoso e pericoloso un percorso;
- la lunghezza eccessiva dei percorsi;
- la presenza di rampe delle scale aventi caratteristiche inadeguate, nel caso di ambienti posti al piano diverso da quello dell'uscita.

Insieme agli elementi puramente architettonici, possono esserne considerati altri di tipo impiantistico o gestionale:

- presenza di porte che richiedono uno sforzo di apertura eccessivo o che non sono dotate di ritardo nella chiusura, al fine di consentire un loro impiego e utilizzo, senza che ciò determini dei rischi nei confronti di persone che necessitano di tempi più lunghi per l'attraversamento;
- organizzazione/disposizione degli arredi, macchinari o altri elementi in modo da non determinare impedimenti ad un agevole movimento degli utenti;
- mancanza di misure alternative (di tipo sia edilizio che gestionale) all'esodo autonomo lungo le scale, nel caso di ambienti posti al piano diverso da quello dell'uscita.

**2.1.2 L'orientamento in caso di emergenza** Al verificarsi di una situazione di emergenza la capacità di orientamento può essere resa difficile dall'inadeguatezza della segnaletica presente in rapporto all'ambiente o alla conoscenza di questo da parte delle persone. La relativa valutazione deve essere svolta anche tenendo conto della capacità individuale di identificare i percorsi (e le porte) che conducono verso luoghi sicuri e del fatto che questi devono essere facilmente fruibili anche da parte di persone estranee al Luogo. In tale ambito è necessario valutare anche la mancanza di misure alternative (edilizie, impiantistiche o gestionali) rispetto alla cartellonistica, che è basata esclusivamente sui segnali visivi. Questa, infatti, viene usualmente utilizzata come unico strumento di orientamento, ma costituisce solo una parte della segnaletica di sicurezza, così come definita nell'art. 1.2.a del D.Lgs. 493/96 nell'Allegato XXIV "Prescrizioni generali per la segnaletica di sicurezza", che considera la necessità di elaborare modalità di segnalazione che utilizzino più canali sensoriali. Infine, i segnali visivi devono poter soddisfare in pieno l'esigenza di orientamento dei soggetti (es. quelli non udenti) che possono avvalersi solo di questo canale sensoriale.

*Si consideri inoltre che la capacità di muoversi con cognizione all'interno di un edificio non può essere ottenuta soltanto con la segnaletica, ma anche attraverso lo studio della percezione, da parte degli occupanti, dell'organizzazione degli spazi e degli ambienti del complesso edilizio. La percezione del layout della struttura può essere ottenuta attraverso il WAYFINDING<sup>31</sup>.*

*Al fine di agevolare la comprensione degli occupanti su come "navigare" all'interno del complesso edilizio, si ritiene indispensabile che siano analizzati i seguenti aspetti:*

---

<sup>31</sup> Il termine WAYFINDING è stato coniato da Kevin Lynch nel libro "The Image of the City" The MIT Press 1960, costituisce un processo di apprendimento dinamico e rappresenta "la strategia di comprensione umana di un percorso o di uno spazio all'interno di un complesso edilizio o lo spazio in genere".

**Aspettative cognitive** *Le norme edilizie e di Prevenzione incendi influenzano l'analisi spaziale umana dell'ambiente. (ad esempio: l'uomo si aspetta che le uscite da un piano attraverso le scale si trovino nella parte centrale o terminale di un corridoio, mentre a volte questi spazi non conducono da nessuna parte). Nella pianificazione dell'esodo è importante considerare che in emergenza gli occupanti di un edificio prediligono i percorsi in direzione degli atri centrali dell'edificio, oppure verso quei percorsi già utilizzati per l'ingresso. Nel posizionamento della segnaletica e nella progettazione della leggibilità ambientale è fondamentale considerare tale modalità di comprensione umana che altrimenti potrebbe creare disorientamento e pregiudicare un esodo sicuro.*

**Accesso visivo** *L'accesso visivo alle informazioni che provengono dall'ambiente può essere compromesso da quanto prevedono le norme di Prevenzione incendi o edilizie (ad esempio: la normativa antincendio prevede che "le uscite di sicurezza siano ragionevolmente contrapposte e distanziate tra loro, in modo da permettere di scegliere tra i percorsi disponibili ed eventualmente compensare l'impossibilità di utilizzarne una". Tale misura è però in contrasto con la percezione umana e ne determina una difficoltà di comprendere dove si trovano le uscite che viene accentuata nel caso di planimetrie complesse). Nella progettazione antincendio, al fine di migliorare la facoltà di comprensione ambientale, si cerchi di rendere facilmente identificabili le vie di esodo, i presidi antincendi, gli spazi calmi, non facendo affidamento unicamente sulla segnaletica ma prediligendo pannelli in vetro in luogo di murature, organizzando il layout dell'edificio in modo che le uscite di sicurezza siano le stesse utilizzate per accedere all'edificio e rendendo il più possibile "visibili" le misure necessarie alla sicurezza ed all'esodo.*

**Differenziazione fisica** *In caso di incendio, non soltanto i fumi*

*contribuiscono a ridurre la visibilità e di conseguenza il tempo di esposizione agli indizi ambientali. Nello specifico anche un'architettura complessa concorre a determinare una scarsa esposizione agli indizi dell'ambiente. Una misura efficace per contrastare tale inconveniente è costituita dalla differenziazione cromatica, evidenziando i percorsi di esodo, gli spazi calmi ed i luoghi sicuri anche con un differente colore (ad esempio, si può cambiare il colore dei pavimenti o delle pareti di un determinato ambiente che si vuole mettere in risalto).*

**Segnaletica** *L'uso dei pittogrammi nella segnaletica è utilizzato per diminuire il tempo di localizzazione di percorsi di esodo, spazi calmi, luoghi sicuri o presidi antincendi (estintori, idranti ecc ...). Nella situazione di stress dovuta all'emergenza, gli indizi relativi alle uscite devono essere chiaramente visibili e facilmente accessibili; specialmente in ambienti in cui è già presente un'abbondanza di stimoli ambientali (illuminazione, insegne, cartelloni, ecc ...). Lo stato emotivo in condizioni di emergenza infatti riduce la gamma di informazioni e percezioni che le persone sono in grado di utilizzare<sup>32</sup>.*

**Configurazione della pianta** *Le persone hanno una maggior facilità nell'orientarsi in edifici simmetrici e senza interruzioni di continuità architettonica. Corridoi discontinui, come poligoni complessi che non si chiudono, piante con corridoi concentrici, interni indifferenziati e simili, in cui gli occupanti siano incapaci di orientarsi in relazione all'esterno, o piante leggermente irregolari, possono creare confusione e ostacolare il processo di WAYFINDING. In edifici in cui si possono creare difficoltà di questo tipo per complessità ed*

---

<sup>32</sup> Studi effettuati in condizioni di emergenza ("How Cognitive Factors Influence Wayfinding" F. Ozel; NFPA Journal, May / June 1993) hanno evidenziato come solo il 7-8 % delle persone abbiano notato la presenza della segnaletica di sicurezza durante la fuga, evidenziando come la localizzazione della segnaletica stessa nel campo visivo abbia un'influenza fondamentale su quello che sarà il suo reale utilizzo.



*estensione, alcune norme<sup>33</sup> ad esempio suggeriscono di utilizzare tempi di pre movimento maggiorati. Le planimetrie a disposizione degli utenti per comprendere dove si trovano ed individuare i percorsi di uscita di edifici permettono agli utenti di crearsi delle mappe cognitive migliori, cioè in grado di facilitare il processo di WAYFINDING. Le mappe del tipo "voi siete qui" (traduzione letterale dall'inglese You Are Here YAH) si pongono l'obiettivo di aiutare le persone a individuare la loro posizione nel contesto di un edificio e identificare dove sono collocate le possibili uscite, con i percorsi per raggiungerle. Anche se richiamate da molte norme di Prevenzione incendi, non sempre vengono redatte con la necessaria attenzione, limitandone la comprensione utilizzando elaborati grafici difficilmente leggibili da parte dei non addetti ai lavori, facendone perdere il potenziale contributo al processo di WAYFINDING. Per creare un senso dello spazio è possibile attingere agli esiti delle ricerche nel campo del design e della comunicazione grafico-visiva che hanno evidenziato l'importanza di alcuni elementi e criteri:*

- i) la mappa deve contenere tutte le informazioni necessarie per adempiere al preciso ad un determinato compito: l'esodo delle persone in emergenza;*
- ii) deve essere redatta con percettibilità e chiarezza sintattica evitando la confusione visiva, che può creare ostacoli a una facile percezione;*
- iii) i simboli e caratteristiche della mappa devono avere un significato evidente, ovvero essere in grado di spiegarsi da soli;*
- iv) la rappresentazione grafica deve essere improntata al senso pratico, in particolare deve essere considerata l'utilità di ogni elemento rappresentato, ponendo attenzione*

---

<sup>33</sup> British Standard BS 7974:2001 "Application of fire safety engineering principles to the design of buildings. Code of practice.

*ai seguenti requisiti:*

- *valutazione degli aspetti ambientali basati sulla complessità e sulle caratteristiche strutturali;*
- *posizionamento, per fornire chiari indizi sulla sua localizzazione;*
- *corrispondenza fra l'informazione rappresentata e quella immediatamente percettibile (allineamento all'ambiente, elementi architettonici e il simbolo voi siete qui);*
- *allineamento del testo nella mappa per essere letto senza richiedere di girare la testa;*
- *evitare la ridondanza delle informazioni o informazioni superflue per lo scopo della mappa (ad esempio indicare la destinazione di ambienti non funzionali all'evacuazione costituisce un inutile appesantimento alla comprensione della planimetria);*
- *corrispondenza: le mappe dovrebbero permettere di stabilire una corrispondenza fra l'informazione rappresentata e quella immediatamente percettibile.*

**2.1.3 La percezione del pericolo** La percezione dell'allarme o del pericolo può essere resa difficile dall'inadeguatezza dei relativi sistemi di segnalazione. In particolare, è frequente il caso in cui deve rientrare nella valutazione la mancanza di misure alternative ai segnali acustici. Inoltre, anche per quanto riguarda i segnali acustici, deve essere valutato il segnale in rapporto al messaggio da trasmettere: in relazione all'ambiente, ai rischi e alla conoscenza degli ambienti da parte delle persone, anche il messaggio trasmesso con dispositivi sonori deve essere percettibile e comprensibile da tutti ivi comprese le persone estranee al Luogo. E' necessario, altrimenti, che l'allarme e il pericolo siano segnalati anche con segnali visivi, per permettere la loro percezione ai soggetti che utilizzano solo tale modalità percettiva.

**2.1.4 L'individuazione delle azioni da compiere in caso di emergenza** L'individuazione delle azioni da compiere in caso di emergenza può essere resa difficile dall'inadeguatezza del sistema di comunicazione. Tale condizione può spesso essere ricondotta all'eccessiva complessità del messaggio o all'uso di un solo canale sensoriale (ad esempio solo acustico o solo visivo). Anche in questo caso deve essere tenuta in considerazione la necessità che la segnaletica di sicurezza non si esaurisca solo con la cartellonistica, quindi deve essere oggetto di valutazione da parte del responsabile alla sicurezza anche l'eventuale mancanza di sistemi alternativi, che permettano la comunicazione in simultanea del messaggio anche attraverso canali sensoriali diversi da quello visivo. Oltretutto, il messaggio visivo deve essere completo e semplificato, in modo da non vanificare il suo obiettivo, tenuto conto delle limitate capacità di comprensione del linguaggio scritto da parte di taluni soggetti (ad es., se sordi segnanti) che, tuttavia, utilizzano solo il canale sensoriale visivo.

### **3 MISURE EDILIZIE ED IMPIANTISTICHE**

#### **3.1 Le misure per facilitare la mobilità**

Le misure finalizzate a rendere più agevole l'esodo in caso di emergenza possono riguardare, anche in questo caso a puro titolo esemplificativo e non esaustivo, i seguenti punti:

- adeguamento dei percorsi ai requisiti di complanarità della pavimentazione;
- adeguamento delle scale ai requisiti di comodità d'uso;
- eliminazione di gradini o soglie di difficile superamento, anche attraverso la realizzazione di rampe;

- riduzione della lunghezza dei percorsi di esodo;
- ampliamento dei passaggi di larghezza inadeguata;
- installazione di corrimano anche nei percorsi orizzontali;
- realizzazione di spazi calmi, ovvero di adeguata compartimentazione degli ambienti, con l'obiettivo di risolvere i problemi che possono insorgere in caso di esodo attraverso scale;
- realizzazione di ascensori di evacuazione quando l'esodo è possibile solo attraverso le scale;
- adeguamento degli spazi antistanti e retrostanti le porte ai requisiti di complanarità della/e pavimentazione/i;
- verifica della complessità nell'utilizzo dei dispositivi di apertura delle uscite di sicurezza sia in relazione alla loro ubicazione nel contesto del serramento, sia dello sforzo da applicare (ovvero della capacità fisica degli utenti) per aprirle;

Insieme agli elementi puramente architettonici, possono esserne considerati altri di tipo impiantistico o gestionale:

- presenza di porte che richiedono uno sforzo di apertura eccessivo o che non sono dotate di ritardo nella chiusura, al fine di consentire un loro impiego e utilizzo, senza che ciò determini dei rischi nei confronti di persone che necessitano di tempi più lunghi per l'attraversamento;
- la non linearità dei percorsi;
- organizzazione/disposizione degli arredi, macchinari o altri elementi in modo da non determinare impedimenti ad un agevole movimento degli utenti;

- mancanza di misure alternative (di tipo sia edilizio che gestionale) all'esodo autonomo lungo le scale, nel caso di ambienti posti al piano diverso da quello dell'uscita.

#### **4 MISURE ORGANIZZATIVE E GESTIONALI**

Il Decreto 10 marzo 1998 prevede che, all'esito della valutazione dei rischi d'incendio e dei provvedimenti intrapresi per eliminarli, ovvero ridurli, il datore di lavoro o il responsabile della sicurezza del Luogo adotta le necessarie misure organizzative e gestionali da attuare in caso d'incendio, riportandole in un piano di emergenza elaborato in conformità ai criteri di cui all'allegato VIII al decreto stesso. In tale piano dovranno essere considerate le specifiche misure da porre in atto, a cura di personale appositamente formato a tale scopo, per assistere le persone disabili o temporaneamente incapaci a mettersi in salvo seguendo quanto indicato al punto 8.3 del predetto allegato.

La scelta delle misure di tipo organizzativo e gestionale, quindi, dipende dalla valutazione compiuta e dalle misure edilizie e impiantistiche presenti. Per questo motivo, fermo restando che alcune procedure specifiche saranno oggetto di trattazione nel documento indicato nel punto 1.2., è possibile fornire solo alcune indicazioni di carattere generale:

- ai fini dell'adozione di procedure gestionali e di emergenza che siano praticabili ed idonee agli scopi, è opportuno che la loro definizione avvenga, ove possibile (ad esempio, quando sono già presenti lavoratori disabili), a seguito di una consultazione dei diretti interessati abitualmente ivi presenti;
- la persona o le persone incaricate di porgere aiuto devono essere adeguatamente addestrate ad accompagnare una persona con difficoltà sensoriali ed a trasmettere

alla stessa, in modo chiaro e sintetico, le informazioni utili su ciò che sta accadendo e sul modo di comportarsi per facilitare la fuga;

- la persona o le persone incaricate di porgere aiuto devono essere adeguatamente addestrate per agevolare i soccorritori e per dare a questi i riferimenti per meglio trarre in salvo la persona.

#### **4.1 La formazione dei lavoratori incaricati della gestione delle emergenze**

*Nell'allegato X del Decreto 10 marzo 1998 sono elencati i luoghi di lavoro ove è richiesto agli addetti antincendio uno specifico requisito, aggiuntivo alla formazione, consistente nel conseguimento dell'attestato di idoneità tecnica di cui all'art. 3, comma 3, della l. 28 novembre 1996, n. 609. I lavoratori incaricati dell'attuazione delle misure di prevenzione incendi, lotta antincendio e gestione delle emergenze, devono conseguire l'attestato di idoneità tecnica di cui all'articolo 3 della l. 28 novembre 1996, n. 609. Nell'allegato IX invece sono riportati i contenuti minimi e la durata dei corsi di formazione, in relazione al livello di rischio di incendio dell'azienda.*

**4.1.1 La formazione dei lavoratori incaricati della gestione delle emergenze ove si trovano persone con disabilità** *Nei luoghi di lavoro dove si trovano persone con disabilità, i lavoratori incaricati della gestione dell'emergenza devono ricevere un approfondimento sulle azioni da intraprendere per rendere efficace l'azione di soccorso anche per le persone fragili. Gli argomenti che dovranno essere approfonditi devono riguardare:*

**Tecniche di trasporto** *In particolare si dovranno formare le persone su come fornire eventuale assistenza alle persone con disabilità per favorire l'esodo dall'edificio. Una pubblicazio-*

*ne fondamentale su come essere d'ausilio alle persone fragili è fornito dall'Opuscolo edito dal Corpo nazionale dei Vigili del fuoco<sup>34</sup>.*

**PEEP** *Alcune persone dovranno essere incaricate di eseguire le indicazioni fornite dal Piano di Emergenza ed Evacuazione Personalizzato (PEEP). Tale piano dovrà essere redatto secondo le indicazioni contenute nel successivo punto 6.2.*

**Ausili** *Gli ausili sono dei dispositivi che consentono lo spostamento, in maniera più efficace, di persone con disabilità motorie o con disabilità che limitano il movimento. In particolare: agevolano il trasporto delle persone ai fini dell'evacuazione da un edificio, evitano un eccessivo carico osteoarticolare dei soccorritori, incrementano la velocità di trasporto, diminuiscono il numero di persone necessarie per lo spostamento. La conoscenza e la capacità di utilizzo di alcuni ausili è fondamentale per consentire alle persone incaricate della gestione dell'emergenza un efficace allontanamento delle persone con fragilità. Esistono numerose tipologie di ausili; si ritiene che la formazione delle persone dovrebbe riguardare quelli ritenuti necessari nella predisposizione del Piano di evacuazione e del PEEP. Si ritiene che comunque i seguenti dispositivi debbano essere oggetto di formazione:*

- *Sedia di evacuazione (Evac Chair). Dispositivo per la discesa delle scale durante un'emergenza. Può essere utilizzata da un singolo operatore, senza eccessivi sforzi di sollevamento o spostamento. Nelle emergenze in*

<sup>34</sup> L'opuscolo è disponibile all'indirizzo [http://www.vigilfuoco.it/allegati/biblioteca/legge\\_disabili.pdf](http://www.vigilfuoco.it/allegati/biblioteca/legge_disabili.pdf) ed è stato redatto dal Gruppo di lavoro sulla sicurezza delle persone disabili istituito presso l'allora ufficio dell'Ispettore Generale Capo dei Vigili del Fuoco nel febbraio 2001. Ne fanno parte i rappresentanti VVF e delle seguenti Associazioni e Enti: AIAS Associazione Italiana Assistenza Spastici, ANFFAS Associazione Nazionale Famiglie di Disabili Intellettivi e Relazionali, ONLUS ANGLAT Associazione Nazionale guida Legislazioni Andicappati Trasporti, ANICI Associazione Nazionale Invalidi Civili e Cittadini Anziani, ANMIC Associazione Nazionale Mutilati ed Invalidi Civili, ANTHAI Associazione Nazionale Tutela Handicappati e Invalidi, ENS Ente Nazionale Sordomuti, FISH Federazione Italiana per il Superamento dell'Handicap, Lega Arcobaleno contro le Barriere, UIC Unione Italiana Ciechi, UNIDOWN Unione Nazionale Down.

*edifici multipiano, dove non è presente un ascensore antincendio o di soccorso<sup>35</sup>, le persone con alcuni tipi di disabilità possono avere difficoltà a discendere le scale ed essere penalizzate nel lasciare l'edificio.*

- Cintura/imbragatura di trasferimento. Dispositivo che può essere utilizzato per spostare una persona da un letto ad una sedia a ruote, dal pavimento ad una sedia a ruote, da una sedia a ruote ad un'altra sedia a ruote o ad una sedia di evacuazione. Può essere indossata sopra i vestiti e fornisce una presa sicura e più agevole ai soccorritori.*
- Tavola di spostamento. Dispositivo costituito da un'asse di materiale plastico leggero molto resistente (fibra di vetro, materiale composito) ad attrito ridotto. L'ausilio agevola lo spostamento di una persona, ad esempio da un letto ad una sedia a ruote o dal pavimento ad una sedia a ruote.*

### **4.2 Il Piano di Emergenza ed Evacuazione Personalizzato (PEEP)**

*La procedura è semplicemente un piano di evacuazione per persone che non possono raggiungere autonomamente o in un lasso di tempo ragionevole e compatibile con i rischi un Luogo sicuro. La procedura deve prevedere:*

- i) le persone incaricate di assistere le persone con fragilità;*

---

<sup>35</sup> Ascensori (definizioni tratte dal Codice punto G.1.20 Capitolo G.1 Termini, definizioni e simboli grafici):

- 1. Ascensore antincendio:** ascensore installato principalmente per uso di passeggeri munito di ulteriori protezioni, comandi e segnalazioni che lo rendono in grado di essere impiegato sotto il controllo diretto dei Vigili del fuoco in caso di incendio.
- 2. Ascensore di soccorso:** ascensore utilizzabile in caso di incendio, installato esclusivamente per il trasporto delle attrezzature di servizio antincendio ed, eventualmente, per l'evacuazione di emergenza degli occupanti.
- 3. Atrio protetto:** compartimento protetto dall'incendio che fornisce un accesso protetto dall'area di utilizzo dell'edificio verso gli ascensori antincendio.



- ii) *il luogo dove le persone con disabilità devono essere accompagnate;*
- iii) *l'ordine di evacuazione<sup>36</sup>, nel caso di più persone con esigenze speciali;*

*Perché serve e chi ha bisogno del PEEP:*

- i) *mobilità ridotta o impedita;*
- ii) *disabilità sensoriale;*
- iii) *cognitiva;*
- iv) *altre circostanze che possono richiedere un piano di evacuazione personalizzato<sup>37</sup>.*

*Un PEEP "temporaneo" potrebbe essere necessario per:*

**disabilità temporanee** *ad esempio arti fratturati, convalescenza da interventi chirurgici, ecc . . . ;*

**gravidanza** *in particolare negli ultimi mesi di gestazione;*

**cattive condizioni di salute temporanee** *condizioni psichiche che non consentono la percezione dell'allarme e/o comunicazioni di emergenza e capacità di deambulare o allontanarsi dalla struttura autonomamente;*

*La domanda che deve essere alla base della decisione se adottare o meno un PEEP : "Sei in grado di lasciare la struttura senza aiuto, in maniera efficace, durante una situazione di emergenza?" Se la risposta è "No" allora il PEEP deve essere adottato. I lavoratori che prestano il proprio servizio presso un'azienda hanno l'obbligo morale d'informare il loro datore di lavoro di situazioni che potrebbero richiedere delle condizioni di assistenza particolari. A queste persone viene somministrato un test per conoscere le loro criticità connesse alla mobilità, possibilità di udire un allarme e capacità di reagire ad una situazione di emergenza. In base a*

---

<sup>36</sup> L'ordine di evacuazione è la scaletta con cui le persone fragili vengono fatte evacuare, la scaletta è redatta in base alla gravità della disabilità.

<sup>37</sup> Potrebbe verificarsi che ci sia la necessità di adottare un PEEP per persone straniere che non comprendono la lingua o per persone con malattie cardiovascolari.)

*queste informazioni viene compilato un PEEP che individuerà le persone che devono essere d'ausilio alla persone con disabilità ed il miglior percorso di esodo.*

# Conclusioni

La tesi desidera approfondire il soccorso a persone fragili per garantire a tutti i cittadini pari opportunità, anche nelle emergenze.

Il lavoro ha utilizzato un metodo osservazionale per testare ed elaborare i risultati. Nello specifico è stata eseguita, in una casa di riposo, una evacuazione per un campione di tredici persone disabili con tutte le tipologie di disabilità, indotte principalmente dall'età. L'evacuazione che simulava l'esodo degli occupanti a seguito di un incendio è stata condotta per due volte a distanza di un anno: la prima volta nello stato in cui si trovava il sistema, la seconda volta dopo aver introdotto delle misure correttive. Per stabilire se le misure potessero realmente portare un miglioramento sono stati istituiti un certo numero di parametri misurabili oggettivi (tempo di evacuazione, velocità, ecc...).

Stabilito che il sistema di evacuazione effettivamente aveva un miglioramento, sono stati sviluppati gli elementi correttivi che costituiscono i risultati dello studio. I risultati sono stati divisi per semplicità in tre categorie: Gestionali, Informatici e Legislativi.

I primi sono relativi all'organizzazione dell'evacuazione e comprendono la formazione finalizzata degli operatori, la semplificazione del sistema di percezione ambientale delle persone WAYFINDING, l'adozione di Piani di emergenza personalizzati ed una nuova classificazione delle disabilità non ai fini sociali ma emergenziali.

I secondi sono relativi all'elaborazione di un modello numerico che sia in grado di stabilire il tempo necessario a spostare delle persone con limitazione nella mobilità da dove si trovano ad uno spazio calmo nello stesso piano. In ultimo viene formulata una proposta di modifica della attuale "Linea guida per i luoghi di lavoro dove si trovano persone con disabilità", edita dal Mini-

stero dell'Interno.

Lo scrivente ritiene che i risultati del lavoro possano essere considerati un utile strumento per le persone che a qualsiasi titolo si debbano occupare di pianificare, gestire, attuare un'evacuazione di emergenza in una struttura dove si trovano persone fragili. In particolare il modello numerico può aiutare a stabilire se gli organici notturni di operatori in ospedale o in case di cura sono sufficienti. Mentre si ritiene che la percezione ambientale dello spazio e l'orientamento, l'adozione dei PEEP, la nuova classificazione delle disabilità e la formazione finalizzata degli operatori possano essere utilizzate per l'adozione e la realizzazione dei piani di evacuazione nelle strutture ospedaliere o nelle case di riposo. In ultimo la proposta di modifica della "Linea guida" costituisce un aggiornamento della norma in base ad una reale sperimentazione e non redatta in rapporto all'esperienza dei normatori.

# Appendice A

## D.M. 10 marzo 1998: Allegato VIII

### 8.3 Assistenza alle persone disabili in caso di incendio

**8.3.1 Generalità** Il datore di lavoro deve individuare le necessità particolari dei lavoratori disabili nelle fasi di pianificazione delle misure di sicurezza antincendio e delle procedure di evacuazione del luogo di lavoro. Occorre altresì considerare le altre persone disabili che possono avere accesso nel luogo di lavoro. Qualora siano presenti lavoratori disabili, il piano di emergenza deve essere predisposto tenendo conto delle loro invalidità.

**8.3.2 Assistenza alle persone che utilizzano sedie a rotelle e a quelle con mobilità ridotta** Nel predisporre il piano di emergenza, il datore di lavoro deve prevedere un'adeguata assistenza alle persone disabili che utilizzano sedie a rotelle e a quelle con mobilità limitata. Gli ascensori non devono essere utilizzati per l'esodo, salvo che siano stati appositamente realizzati per tale scopo. Quando non sono installate idonee misure per il superamento di barriere architettoniche eventualmente presenti, oppure qualora il funzionamento di tali misure non sia assicurato anche in caso di incendio, occorre che alcuni lavoratori, fisicamente idonei, siano addestrati al trasporto delle persone disabili.

**8.3.3 Assistenza alle persone con visibilità o udito menomato o limitato** Il datore di lavoro deve assicurare che i lavoratori con visibilità limitata siano in grado di percorrere le vie di uscita. In caso di evacuazione del luogo di lavoro, occorre che i lavoratori fisicamente idonei e appositamente incaricati guidino le persone con visibilità menomata o limitata. Durante

tutto il periodo dell'emergenza occorre che un lavoratore, appositamente incaricato, assista le persone con visibilità menomata o limitata. Nel caso di persone con udito limitato o menomato esiste la possibilità che non sia percepito il segnale di allarme, in tali circostanze occorre che una persona, appositamente incaricata, allerti l'individuo menomato.

**8.3.4 Utilizzo di ascensori** Persone disabili possono utilizzare un ascensore solo se è un ascensore predisposto per l'evacuazione o è un ascensore antincendio e inoltre tale impiego deve avvenire solo sotto il controllo di personale pienamente a conoscenza delle procedure di evacuazione.

# Appendice B

## Lo spazio calmo

La prima norma di prevenzione incendi che introduce questo concetto è il D.M. 9 aprile 1994. Nella norma si parla di posizionare, lungo le vie di esodo, un luogo con determinate caratteristiche: "Luogo sicuro statico contiguo e comunicante con una via di esodo verticale od in essa inserito. Tale spazio non dovrà costituire intralcio alla fruibilità delle vie di esodo ed avere caratteristiche tali da garantire la permanenza di persone con ridotte o impedito capacità motorie in attesa dei soccorsi". Il concetto, che è stato poi ripreso in molte altre norme verticali, per quanto innovativo rispetto ai tempi in cui è stato introdotto, nel tempo ha mostrato una serie di criticità di applicazione:

- non sono specificate le caratteristiche dimensionali di tale spazio (quante sedie a ruote, letti, barelle o persone può contenere);
- non veniva menzionata la necessità di un raccordo esplicito con le norme comportamentali e di gestione dell'emergenza;
- non era presente un sistema di comunicazione: una volta dentro le persone che non potevano evacuare autonomamente non sapevano cosa succedeva al di fuori di questo luogo;
- l'assenza di ausili per facilitare l'esodo delle persone con disabilità all'interno dello spazio.

Il Codice [5] *Codice di Prevenzione Incendi (CODICE)* ha elencato in maniera chiara ed esaustiva le caratteristiche di tale luogo e costituisce un imprescindibile riferimento per la progettazione di uno spazio calmo. Le

caratteristiche di tale spazio hanno superato le criticità che si sono riscontrate nel tempo e prevedono:

- un sistema di comunicazione bidirezionale per permettere agli occupanti di segnalare la loro presenza e richiedere assistenza;
- indicazioni sui comportamenti da tenere in attesa dell'arrivo dell'assistenza;
- eventuali ausili da utilizzare per l'assistenza ed esodo delle persone (evacuation chair ecc ...);
- l'assenza di ausili per facilitare l'esodo delle persone con disabilità all'interno dello spazio;
- criteri per il dimensionamento utilizzando la tabella sottostante tratta dal Codice [5] CODICE.

---

<i>Tipologia</i>	SUPERFICIE NETTA MINIMA PER OCCUPANTE
Occupante deambulante:	0.70 m <sup>2</sup> per persona
Occupante non deambulante:	2.25 m <sup>2</sup> per persona

---

*Dimensioni minime per il calcolo di uno spazio calmo [5]; si tenga conto che le superfici lorde minime devono includere gli spazi di manovra necessari per l'utilizzo di eventuali ausili per il movimento (es. letto, sedia a ruote, ...)*



# Bibliografia

- [1] UN Convention on the Rights of Persons with Disabilities *January 2007*
- [2] Rogo della media Cavalcaselle di Legnago *La Repubblica 20 marzo 2001*
- [3] Ratifica ed esecuzione della Convenzione delle Nazioni Unite sui diritti delle persone con disabilità, con Protocollo opzionale, fatta a New York il 13 dicembre 2006 e istituzione dell'Osservatorio nazionale sulla condizione delle persone con disabilità *Legge 3 marzo 2009 n. 18*
- [4] La disabilità in Italia. Il quadro della statistica ufficiale *Istat 2010*
- [5] Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi [...] *Decreto Ministero Interno 3 agosto 2015*
- [6] Code of Practice for Fire Safety in the Design, Management and Use of Buildings *British Standard BS 9999:2008*
- [7] ISO/DIS 21542 Building construction — Accessibility and usability of the built environment *2009*
- [8] Life Safety Code *NFPA 2006*
- [9] Emergency Evacuation Planning Guide for People with Disabilities *NFPA 2007*
- [10] Fire Safety Risk Assessment - Means of Escape for Disabled People *Department for Communities and Local Government Publications 2007*
- [11] Meglio handicappato o portatore di handicap? Disabile o persona con disabilità? Diversamente abile o diversabile? *Federico Faloppa* <http://www.accademiadellacrusca.it>
- [12] Final Report on the Collapse of the World Trade Center Towers *NIST September 2005*
- [13] Assessing the impact of Hurricane Katrina on persons with disabilities *White G. W., Fox M. H., Rooney, C., Cahill, A. 2007*
- [14] Wayfinding ed emergenza *S. Zanut, E. Caratin,*

- [15] Wayfinding: People, Signs, and Architecture *Arthur P., Passini R.* 1992 *McGraw- Hill*
- [16] Parere protocollo preliminare dallo studio dal titolo: Progetto di uno studio di assistenza in condizioni di emergenza "SACE" nei cittadini con disabilità - studio osservazionale *Comitato Etico ASL 1 Sassari prot. 2105/CE del 18 novembre 2014*
- [17] Decreto Ministero Interno 10 marzo 1998 *Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro*
- [18] Linee guida per la valutazione della sicurezza antincendio nei luoghi di lavoro ove siano presenti persone disabili *Circolare Ministero Interno 8 marzo 2001*
- [19] Decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 *Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro*
- [20] Modelling spatial knowledge, Cognitive Science *B. Kuipers; The MIT Press 1978*
- [21] The Image of the City *K. Lynch; The MIT Press 1960*
- [22] How Cognitive Factors Influence Wayfinding *F. Ozel; NFPA Journal, May/ June 1993*
- [23] ISO/TC 59/SC Building construction Accessibility and usability of the built environment *2011*
- [24] Application of fire safety engineering principles to the design of buildings. Code of practice *British Standard BS 7974:2001*
- [25] L'analisi del comportamento umano durante l'allarme incendio *S. Zanut Rivista Antincendio 10/2014*

# Ringraziamenti

Tengo ad esprimere la mia gratitudine alle persone che, a vario titolo, con grande disponibilità, professionalità e cortesia, hanno facilitato e reso possibile l'elaborazione di questo studio; senza il loro contributo non avrei potuto condurre a buon fine il lavoro.

Devo ringraziare innanzitutto la Prof.ssa dott.ssa Ida Iolanda Mura, Direttrice della Scuola di Specializzazione (Istituto di Igiene e Medicina Preventiva) e la Prof.ssa dott.ssa Elena Muresu che hanno accolto e accettato l'idea che un Vigile del fuoco potesse dare un piccolo contributo nell'ambito delle Scienze Biomediche; un ringraziamento particolare alla Prof.ssa Mura per avermi saputo indirizzare nel settore della ricerca ed avermi suggerito il titolo della tesi.

Un ringraziamento va al mio tutor Prof. dott. Giovanni Sotgiu che mi ha seguito con professionalità e costanza sapendo consigliarmi ed guidarmi nella ricerca.

Sono grato al Coordinatore del Corso e responsabile del Curriculum Prof. dott. Andrea Fauso Piana che mi ha consentito di contemperare i miei impegni lavorativi con le esigenze del Corso e ha prestato sempre la massima attenzione e disponibilità alle mie richieste.

Desidero esprimere la mia gratitudine al Presidente del Collegio dei Periti Industriali e dei Periti Industriali Laureati di Sassari Per. Ind. Pier Luigi Ciappeddu che mi ha aiutato costantemente e facilitato in ogni modo per risolvere i miei problemi connessi con la stesura del lavoro e gli aspetti amministrativi.

Sono grato al Dirigente Generale dott. ing. Fabio Dattilo che da Direttore Centrale della Prevenzione e Sicurezza Tecnica del CNVVF ha creduto in questo progetto ed ha siglato l'Accordo di Collaborazione con l'Università di Sassari consentendo un proficuo scambio di conoscenze e informazioni.

Ringrazio il Vicario del Direttore Centrale dell'Emergenza e Soccorso Tecnico del CNVVF dott. ing. Angelo Porcu che da mio Comandante mi ha ascoltato con pazienza, consigliato con saggezza e facilitato per poter condurre le sperimentazioni a *Casa Serena*.

Un particolare ringraziamento va all'amica Arch. Alessandra Bertulu, Responsabile del Servizio Prevenzione e Protezione (RSPP) e Disability Manager del Comune di Sassari che è stata persona che mi ha suggerito il punto di partenza.

Sono grato inoltre alla Responsabile servizio residenziale di *Casa Serena* dott.ssa Barbara Fozza ed al suo staff senza il cui aiuto non sarebbe stato possibile mettere in campo le due esercitazioni che hanno coinvolto completamente l'Istituto per diversi giorni tra preparativi ed esecuzione delle simulazioni.

Uno speciale ringraziamento va al Segretario della Sezione Sarda e Consigliere Nazionale della Società Italiana di Medicina del Lavoro e Igiene Industriale dott. Antonello Serra e medico del CNVVF amico e compagno di molte esperienze. Il suo suggerimento ed aiuto è stato fondamentale, infaticabile ed incessante supportandomi e consigliandomi in tutti i momenti ed a tutte le ore.

Ringrazio Hossein Rezaian ed il regista, sceneggiatore e produttore televisivo e cinematografico dott. Giovanni Ambrosino per avermi consentito di effettuare le riprese delle simulazioni e per il montaggio dei filmati. La loro opera è stata fondamentale permettendomi di avere un filmato professionale e di poter notare dei comportamenti o delle situazioni che non sarei mai riuscito a cogliere.

Vorrei infine ringraziare la Direttrice del Museo Civico di Cabras, archeologa e Prof.ssa del Dipartimento di Storia, Beni Culturali e Territorio Carla Del Vais che ha pazientemente dato un tocco letterario al mio povero italiano.

LUCA MANSELLI  
Oristano  
Aprile 2017