

ITINERARIO INTERNAZIONALE E78 S.G.C. GROSSETO – FANO
Tratto Selci Lama (E45) – S. Stefano di Gaifa
Adeguamento a 2 corsie della Galleria della Guinza (lotto 2)
e del tratto Guinza – Mercatello Ovest (lotto 3)
1° stralcio

PROGETTO DEFINITIVO

COD. AN58

PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

PROGETTISTI:

Ing. VINCENZO MARZI
Ordine Ingegneri di Bari n. 3594

IL GEOLOGO

Geol. FRANCESCO MATALONI
Ordine Geologici del Lazio n. 725

IL RESPONSABILE DEL S.I.A.

Arch. GIOVANNI MAGARO'
Ordine Architetti di Roma n. 16183

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Geom. FABIO QUONDAM

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

Dott. ing. ACHILLE DEVITOFRANCESCHI

PROTOCOLLO

DATA:

STUDIO DI MESSA IN SICUREZZA DELLA GALLERIA GUINZA

Progetto della Sicurezza

Analisi della vulnerabilità

CODICE PROGETTO		NOME FILE			REVISIONE
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	T00EG00GENRE06_B		
L0702M	D	1801	CODICE ELAB.	T00EG00GENRE06	B
D					
C					
B	AGGIORNAMENTO		Luglio 19		
A	EMISSIONE		Giugno 2018		
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO APPROVATO



ANAS S.p.A.

GALLERIA GUINZA

S.G.C. E78 GROSSETO - FANO

PROGETTO DELLA SICUREZZA

02-Analisi di Vulnerabilità

In riferimento al D.Lgs n° 264 del 5/10/2006: "Attuazione della direttiva 2004/54/CE in materia di sicurezza per le gallerie della rete stradale transeuropea"



Prometeoengineering.it Srl

viale Giuseppe Mazzini, 11 - 00195 Roma

Tel. 06 33.22.53.50

www.prometeoengineering.it

Commessa: CIG Z7E23D005

Data	Rev.	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
Settembre 2019	0	Prima emissione	GG	MS	AF

	Progetto della Sicurezza – 02-Analisi di Vulnerabilità Galleria Guinza S.G.C. E78 Grosseto-Fano	Commessa:
		Rev. 0

Indice

1	Premessa.....	5
2	Obiettivi	6
3	Analisi preliminare dei pericoli	7
3.1	Guasti e malfunzionamenti	8
3.1.1	Infrastruttura	8
3.1.2	Impianti.....	8
3.1.3	Errore umano	9
3.2	Inquinamento in galleria	10
3.3	Veicolo fermo / ostacolo in carreggiata	10
3.3.1	Perdita di carico.....	10
3.3.2	Veicolo fermo / Avaria	11
3.3.3	Presenza di animali vaganti/morti.....	11
3.4	Turbativa alla circolazione	11
3.4.1	Traffico rallentato / coda.....	12
3.4.2	Traffico bloccato.....	12
3.5	Violazioni del codice.....	12
3.6	Ambiente.....	13
3.7	Incidente stradale.....	13
3.8	Incendio.....	14
3.9	Incidenti con merci pericolose	15
3.10	Esplosione.....	15
3.11	Azione terroristica / catastrofe naturale	15
4	Identificazione dei parametri di sicurezza	16
4.1	Parametri di sicurezza principali.....	16
4.2	Parametri di sicurezza caratteristici.....	17
5	Analisi di conformità	19
5.1	Individuazione anomalie nei parametri di sicurezza caratteristici	19
5.2	Fattori di pericolo.....	20
5.2.1	Scala del Pericolo.....	20

	Progetto della Sicurezza – 02-Analisi di Vulnerabilità Galleria Guinza S.G.C. E78 Grosseto-Fano	Commessa:
		Rev. 0

5.3	Indice di ordinalità	25
6	Conclusioni	28

	Progetto della Sicurezza – 02-Analisi di Vulnerabilità Galleria Guinza S.G.C. E78 Grosseto-Fano	Commessa:
		Rev. 0

1 Premessa

La presente relazione costituisce l'Analisi di Vulnerabilità della galleria naturale “Guinza”, ubicata sull'Itinerario Internazionale S.G.C. E78 Grosseto-Fano, Tratto Selci Lama (E45) – S. Stefano di Gaifa, in relazione al Progetto Definitivo di adeguamento dell'opera per l'apertura al traffico.

Il documento è finalizzato a fornire un'indagine specifica sui fattori di rischio per la galleria al fine di identificare i potenziali pericoli connessi al sistema galleria da cui sono successivamente definiti i possibili scenari di pericolo, e consente di avere un quadro qualitativo della pericolosità della galleria propedeutico all'individuazione di anomalie nei parametri di sicurezza.

La relazione costituisce una parte del Progetto della Sicurezza della galleria, così strutturato:

PROGETTO DELLA SICUREZZA	
00	Documento introduttivo
01	Studio di traffico
02	Analisi di vulnerabilità
03	Relazione descrittiva e della sicurezza
04	Analisi di Rischio
05	Fascicolo della galleria

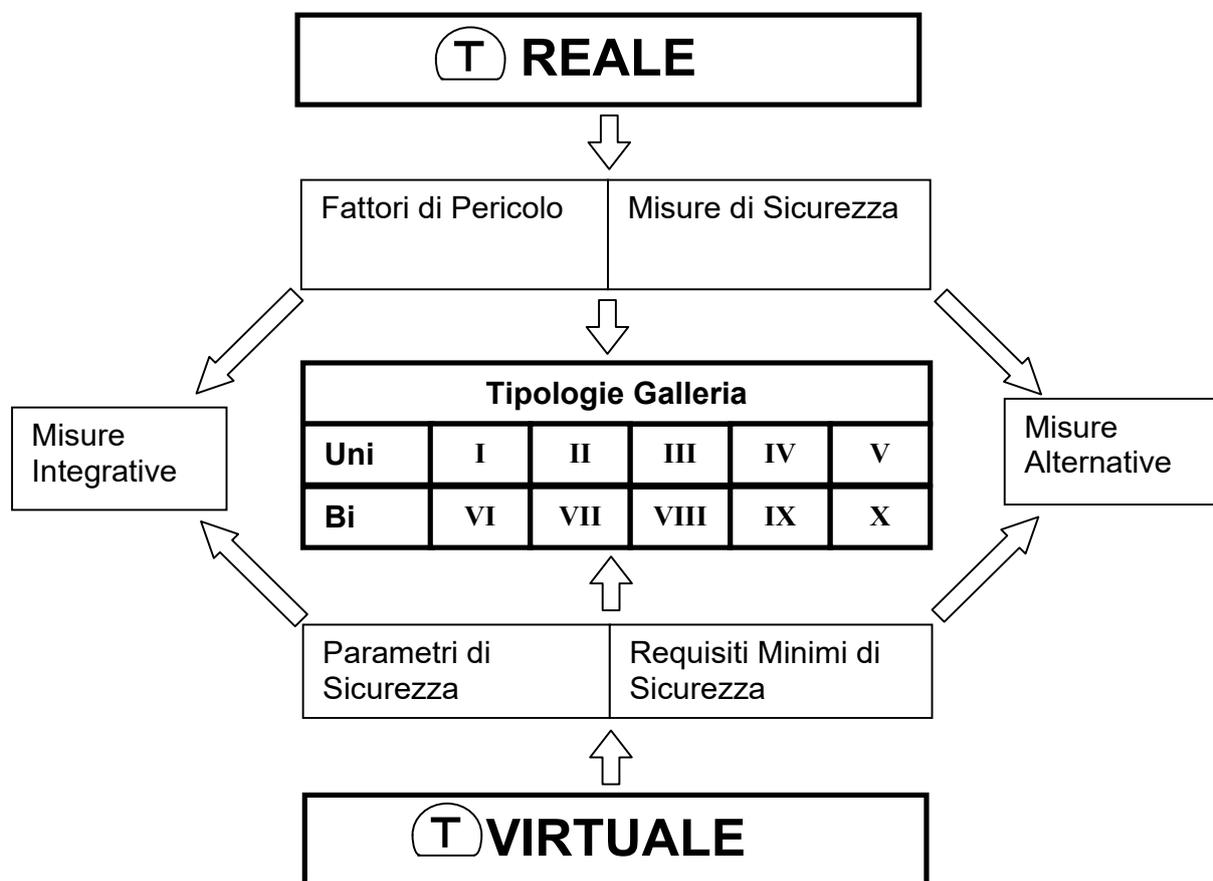
Struttura progetto della sicurezza

2 Obiettivi

L'analisi di vulnerabilità persegue i seguenti obiettivi:

- identificazione dei parametri di sicurezza della galleria come definiti dal D.Lgs n.264/2006 e ripresi nelle Linee Guida ANAS;
- identificazione del gruppo di requisiti minimi di sicurezza di appartenenza della galleria;
- individuazione di deficit rispetto ai requisiti minimi di sicurezza;
- individuazione di caratteristiche speciali (anomalie) che la galleria presenta rispetto ai parametri di sicurezza;
- valutazione sulla vulnerabilità della galleria con indicazione di eventuali misure di sicurezza da realizzare in galleria, i cui benefici sono quantificabili in sede di analisi di rischio.

La successiva figura esemplifica l'analisi di vulnerabilità per il sistema galleria stradale.



Schema analisi di vulnerabilità

	Progetto della Sicurezza – 02-Analisi di Vulnerabilità Galleria Guinza S.G.C. E78 Grosseto-Fano	Commessa: Rev. 0

3 Analisi preliminare dei pericoli

Si tratta di un'analisi preliminare sistematica di tipo qualitativo che ha per obiettivo l'individuazione dei fattori di pericolo che possono essere causa o elemento aggravante di un evento incidentale. La loro individuazione assume un'importanza rilevante nelle scelte infrastrutturali, impiantistiche e gestionali, di natura preventiva, volte a diminuire la probabilità che occorra una certa condizione che potrebbe essere causa o elemento aggravante di incidente. E' importante tenere presente che in uno stesso evento incidentale può presentarsi più di una causa e che molteplici possono essere le combinazioni. L'obiettivo di tale analisi preliminare è quello di identificare le misure imprescindibili per gli eventi meno critici e di selezionare gli eventi che richiedono un'analisi più approfondita al fine di valutarne il rischio in termini quantitativi.

La tabella successiva sintetizza i fattori di pericolo analizzati.

ANALISI PRELIMINARE DEI PERICOLI	
Guasti e malfunzionamenti	Infrastruttura
	Impianti
	Errore umano
Inquinamento in galleria	
Veicolo fermo / ostacolo in carreggiata	Perdita di carico
	Veicolo fermo / avaria
	Presenza di animali vaganti / morti
Turbativa alla circolazione	Traffico rallentato / coda
	Traffico bloccato
Violazione del codice	
Ambiente	
Incidente stradale	
Incendio	
Incidenti con merci pericolose	
Esplosione	
Azione terroristica / catastrofe naturale	

Fattori di pericolo

In allegato è presente una tabella riportante i risultati di un'indagine effettuata sui pericoli, le possibili cause, i pericoli associati e la stima delle conseguenze attese di un sistema galleria tipo, ottenute applicando la tecnica del Giudizio degli Esperti in accordo al Metodo Delphi.

	Progetto della Sicurezza – 02-Analisi di Vulnerabilità Galleria Guinza S.G.C. E78 Grosseto-Fano	Commessa:
		Rev. 0

3.1 Guasti e malfunzionamenti

Le misure di sicurezza in galleria possono essere molteplici e diverse nella specificità funzionale, atte a garantire i livelli di sicurezza richiesti per la struttura e per la salute pubblica. Una corretta progettazione della sicurezza richiede la realizzazione di sistemi specifici per il controllo, la mitigazione, la prevenzione degli eventi incidentali che possono verificarsi in galleria. I sistemi di sicurezza realizzati determinano la risposta della struttura alle condizioni di emergenza e la risposta della popolazione esposta agli eventi incidentali. Guasti e malfunzionamenti causano la perdita totale o parziale delle funzioni di sicurezza proprie delle misure previste.

I disservizi possono riguardare:

- misure di sicurezza strutturali,
- misure di sicurezza tecnologiche,
- misure di sicurezza comportamentali.

3.1.1 **Infrastruttura**

In linea generale le caratteristiche costruttive e geometriche dell'infrastruttura incidono sui livelli finali di sicurezza. L'analisi statistica delle serie storiche sugli eventi incidentali in galleria, condotta dall'estensore dell'IRAM e mostrata nelle Linee Guida ANAS, ha mostrato una relazione tra frequenze di accadimento di eventi incidentali e caratteristiche architettoniche e strutturali dell'opera, che possono essere individuati in termini di:

- anno di costruzione,
- lunghezza (galleria singola, gallerie in serie),
- sezione (larghezza della carreggiata, altezza massima, marciapiedi),
- tracciato (profilo orizzontale e verticale della galleria e delle zone di imbocco),
- tipologia costruttiva (unidirezionale, bidirezionale, corsie di emergenza).



Una valutazione di tali caratteristiche rapportate alla galleria in esame è stata effettuata nell'Analisi di Vulnerabilità.

Da sottolineare l'importanza del buono stato dell'infrastruttura, ad esempio:

- il manto stradale ed il rivestimento della galleria,
- il funzionamento e le caratteristiche REI di eventuali vie di fuga,
- il mantenimento di determinate caratteristiche di resistenza al fuoco per la messa in sicurezza degli utenti in caso di incendio e dei Servizi di Soccorso in caso di intervento,
- il corretto funzionamento del sistema di raccolta delle acque di piattaforma.

E' fondamentale che siano svolte opportune operazioni di monitoraggio e manutenzione dell'infrastruttura attraverso una pianificazione adeguata ed efficiente.

3.1.2 **Impianti**

In linea generale gli impianti sono destinati a svolgere funzioni di:

- inibizione/mitigazione,
- protezione attiva/passiva,

	Progetto della Sicurezza – 02-Analisi di Vulnerabilità Galleria Guinza S.G.C. E78 Grosseto-Fano	Commessa:
		Rev. 0

- facilitazione dell'autosoccorso/soccorso.

L'anomalia di funzionamento degli impianti si definisce a seguito di mal funzionamenti degli stessi. Il malfunzionamento degli impianti fa evolvere un evento verso conseguenze più gravi in termini di feriti, perdite umane e danni all'infrastruttura.

In particolar modo un malfunzionamento dell'impianto di illuminazione costituisce un evento di particolare pericolosità in quanto causa il peggioramento delle condizioni di visibilità e potrebbe precludere la corretta gestione della sicurezza in condizioni di emergenza. In tal caso è utile l'impostazione di una corretta comunicazione agli utenti al fine di aumentare il livello di attenzione degli stessi, ad esempio attraverso messaggi specifici tipo "galleria non illuminata" su PMV.

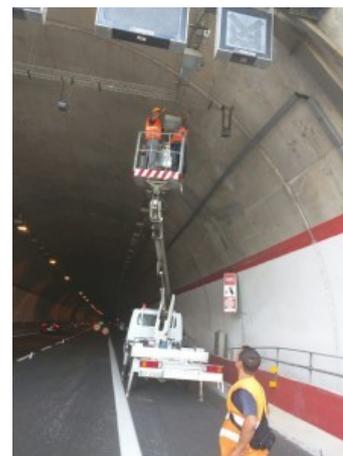
Impianti di rilevazione di incidente e/o incendio determinano invece una tempestiva gestione dell'emergenza, diminuendone le possibili conseguenze.

Impianti di ritrasmissioni radio all'interno della galleria rendono più efficace l'intervento delle squadre di soccorso, avendo la possibilità di comunicare fra di loro oltre che con il personale di sala operativa, garantendo così un'efficace coordinamento dell'operazione.

Impianto SOS e copertura GSM hanno il compito di permettere agli utenti di segnalare una situazione di pericolo in tempi più rapidi.

Un elenco di eventuali altri impianti che possono essere presenti in galleria può essere:

- impianto di ventilazione meccanica,
- illuminazione di evacuazione,
- rilevatori di dati ambientali,
- impianto idrico antincendio,
- sistema di gestione, controllo e trasmissioni dati,
- impianti di sorveglianza,
- segnaletica luminosa,
- alimentazione elettrica normale e di emergenza,
- etc.



Per ciascun impianto è dunque fondamentale che siano svolte opportune operazioni di monitoraggio e manutenzione attraverso una pianificazione adeguata ed efficiente al fine di conservare le condizioni di sicurezza ottimali per il funzionamento dell'opera.

I livelli di servizio (LdS) degli impianti devono prendere atto di tutte le caratteristiche tecniche e delle prestazioni previste da progetto.

3.1.3 Errore umano

Nella gestione ordinaria e di emergenza intervengono numerosi soggetti con caratteristiche e competenze diversificate:

- gli operatori del COC adibiti al controllo ed alla gestione della galleria,
- il personale su strada con compiti di sorveglianza e gestione del traffico,
- il personale addetto alle attività di manutenzione,
- servizi di pronto intervento (Polizia Stradale, Vigili del Fuoco, Soccorso Sanitario, etc.),

	Progetto della Sicurezza – 02-Analisi di Vulnerabilità Galleria Guinza S.G.C. E78 Grosseto-Fano	Commessa:
		Rev. 0

- servizi di soccorso meccanico.

L'errore umano, legato alla disattenzione, alla inadeguatezza o alla lentezza, può essere origine di situazioni pericolose o diventare elemento aggravante.

La formazione specifica del personale è fondamentale per evitare errori o comportamenti inadeguati. Gli operatori che intervengono non dovranno avere comportamenti imprudenti che possano generare situazioni pericolose.



La predisposizione di procedure di manutenzione e d'emergenza pre-stabilite e condivise, accompagnate da esercitazioni periodiche, riduce la probabilità di errore umano. Le procedure dovranno essere redatte in modo rigoroso e seguite scrupolosamente.

Gli indicatori di disponibilità corsia (IDC) e la predisposizione di scenari automatici accorrerebbero in aiuto a impedire che una condizione pericolosa possa diventare causa di incidente nella struttura.

E' indispensabile inoltre che i servizi di pronto intervento conoscano le caratteristiche e le dotazioni di sicurezza presenti in galleria e le procedure da adottare.

3.2 Inquinamento in galleria

Valori anomali di qualità dell'aria potrebbero essere sintomo di mal funzionamento dell'impianto di ventilazione, quando presente. Il verificarsi di tale circostanza costituisce un evento di particolare criticità in quanto potrebbe precludere la corretta gestione della sicurezza in condizioni di emergenza.

3.3 Veicolo fermo / ostacolo in carreggiata

3.3.1 Perdita di carico

La perdita di carico può verificarsi oltre che nel caso d'incidente anche qualora un veicolo abbia una perdita delle merci trasportate o, più in generale, qualora un qualunque veicolo disperda il proprio carico perché non adeguatamente sistemato.



Particolari rischi si possono verificare a seguito della dispersione di sostanze viscido o materiali tali che possono rendere scivoloso il piano viabile, o che possono costituire ostacoli sulle corsie di marcia, per la possibilità d'incidente dei veicoli in transito. Nei casi in cui viene disperso un carico costituito da materiale sciolto, le difficoltà di recupero divengono maggiori. Qualora il carico sia costituito da materiali o sostanze considerate dannose per la salute (residui della macellazione, rifiuti ospedalieri, liquami etc.) l'intervento di recupero può divenire particolarmente complesso per le cautele da adottare (vedi paragrafo specifico).

Il regime di circolazione nella galleria, che limita il transito ai veicoli di massa inferiore o pari a 3,5 t riduce significativamente il rischio associato ad eventuali perdite di carico dai mezzi in transito.

L'impianto di videosorveglianza permette la rapida rilevazione dell'evento. In caso di assenza di videosorveglianza o per le zone non coperte dallo stesso, la rilevazione può essere effettuata da:

- personale addetto con tempi che variano in funzione della frequenza di pattugliamento,
- utente tramite SOS o comunicazione via telefono ai numeri di emergenza con tempi di rilevazione più lunghi.

Una volta rilevato l'evento è necessario che sia attivata l'opportuna segnaletica di gestione del traffico (IDC e PMV) al fine di segnalare tempestivamente l'evento agli utenti che stanno per entrare in galleria.

	Progetto della Sicurezza – 02-Analisi di Vulnerabilità Galleria Guinza S.G.C. E78 Grosseto-Fano	Commessa:
		Rev. 0

3.3.2 Veicolo fermo / Avaria

Tra i casi di possibile ingombro della carreggiata è compreso quello che può verificarsi quando un veicolo, in particolare un mezzo pesante, per cause diverse (ad esempio perdita del battistrada) è costretto a fermarsi in posizione tale da intralciare anche solo parzialmente il transito degli altri veicoli.

Nel caso di un veicolo in panne, la presenza di una corsia di emergenza o di una piazzola di sosta permettere la fermata dello stesso senza che rappresenti un intralcio alla circolazione.

L'impianto di videosorveglianza e le colonnine SOS permettono la rapida rilevazione dell'evento.

Una volta rilevato l'evento è necessario che sia attivata l'opportuna segnaletica di gestione del traffico (IDC e PMV) al fine di segnalare tempestivamente l'evento agli utenti che stanno per entrare in galleria.

3.3.3 Presenza di animali vaganti/morti

La presenza di animali vaganti/morti in galleria costituisce un ostacolo di particolare pericolosità. Inoltre bisogna prendere in considerazione anche le imprevedibili reazioni dell'animale spaventato dal sopraggiungere di un veicolo.

La recinzione della sede stradale riduce il verificarsi dell'evento per quanto riguarda gli animali selvatici. E' da prestare maggiore attenzione per quanto riguarda gli animali domestici abbandonati.

L'impianto di sorveglianza sia in galleria che nei tratti prospicienti gli imbocchi, permette la rapida rilevazione dell'evento.

In caso di assenza di videosorveglianza o per le zone non coperte dallo stesso, la rilevazione può essere effettuata da:

- personale addetto con tempi che variano in funzione della frequenza di pattugliamento,
- utente tramite SOS o comunicazione via telefono ai numeri di emergenza con tempi di rilevazione più lunghi.

Una volta rilevato l'evento è necessario che sia attivata l'opportuna segnaletica di gestione del traffico (IDC e PMV) al fine di segnalare tempestivamente l'evento agli utenti che stanno per entrare in galleria.



3.4 Turbativa alla circolazione

Creano turbativa alla circolazione eventi che si verificano in galleria e nei quali il traffico non sia regolare o comunque, anche se intenso, scorrevole. A crescenti difficoltà di deflusso dei veicoli corrispondono le situazioni di traffico rallentato, coda e traffico bloccato. Il verificarsi di uno dei suddetti eventi può dare luogo a:

- incidente coinvolgente i veicoli sopraggiungenti sull'evento e quelli fermi o in rallentamento al termine dello stesso;
- incidente tra i veicoli (tamponamento) in rallentamento o in coda tenuto conto delle ridotte distanze di arresto e delle discontinuità nella marcia;
- necessità di assistenza agli occupanti dei veicoli nel caso di arresto prolungato;
- necessità di soccorso ai veicoli eventualmente rimasti in panne.

L'analisi statistica delle serie storiche sugli eventi incidentali in galleria,



	Progetto della Sicurezza – 02-Analisi di Vulnerabilità Galleria Guinza S.G.C. E78 Grosseto-Fano	Commessa:
		Rev. 0

condotta dall'estensore dell'IRAM e mostrata nelle Linee Guida ANAS, ha mostrato una relazione tra frequenze di accadimento di eventi incidentali e caratteristiche di traffico dell'opera, che possono essere individuati in termini di:

- volume di traffico (traffico giornaliero medio, stagionalità),
- composizione del traffico (traffico pesante, traffico ADR),
- regimi di traffico (traffico scorrevole, traffico congestionato).

Una valutazione di tali caratteristiche rapportate alla galleria in esame è stata effettuata nell'Analisi di Vulnerabilità.

Uno studio accurato sulle condizioni di traffico, comprese le previsioni future, può essere d'aiuto ad individuare specifiche criticità. Il Piano di Emergenza dovrà individuare le modalità di arrivo dei mezzi di soccorso presso gli imbocchi della galleria e sul luogo dell'incidente anche in caso di turbativa della circolazione.



Un'opportuna segnaletica di gestione del traffico (IDC e PMV), al fine di segnalare tempestivamente l'evento agli utenti che stanno per entrare in galleria, agevolerebbe la creazione di una via libera di accesso ai servizi di soccorso.

3.4.1 Traffico rallentato / coda

Il traffico risulta rallentato quando i veicoli procedono a velocità ridotta condizionandosi reciprocamente; la presenza di veicoli più lenti nel flusso diventa un fattore di ulteriore disagio. Nel caso si presenti una coda, i veicoli procedono lentamente con fasi di fermo e fasi di movimento che tendono progressivamente all'arresto, la presenza di veicoli lenti crea dei vuoti nella coda veicolare, che tende ad allungarsi.

3.4.2 Traffico bloccato

Nell'evento traffico bloccato la sede stradale è ostruita totalmente e il transito dei veicoli è di fatto impossibile: i veicoli sono fermi in colonna, il cambio di corsia non è possibile. Il blocco può avvenire per una riduzione della larghezza della sede stradale per incidente o in presenza di lavori per un evento che si verifica nella carreggiata ridotta e ne compromette la transitabilità. Questa condizione può derivare anche dalle condizioni della strada (ad esempio ristagni di acqua, materiale disperso, etc.) o dell'ambiente circostante (ad esempio allagamento della sede stradale) che provocano l'arresto dei veicoli e ne impediscono la marcia.

3.5 Violazioni del codice

Per reato si intende ogni azione delittuosa nei confronti delle persone, delle merci e delle proprietà che si verifica in ambito stradale. Il verificarsi di un evento di questo tipo, oltre gli aspetti di danno nei confronti di persone e/o cose può dare anche luogo nella sua evoluzione a condizioni di rischio per la circolazione.

Il comportamento alla guida del conducente di un veicolo in transito incide in modo rilevante sui livelli di rischio della circolazione stradale. Esempi di comportamenti diffusi sono:

- guida in condizioni di affaticamento
- guida in stato di ebbrezza o sotto l'azione di sostanze psicotrope,
- mancata utilizzazione dei dispositivi di sicurezza del veicolo,
- presenza di pedoni in galleria,

	Progetto della Sicurezza – 02-Analisi di Vulnerabilità Galleria Guinza S.G.C. E78 Grosseto-Fano	Commessa:
		Rev. 0

- mancato rispetto dei limiti di velocità,
- mancato rispetto delle distanze di sicurezza,
- veicolo contromano.

Occorre un adeguato controllo e spingere il conducente verso un comportamento alla guida meno rischioso e più prudente. Svolgono in tal senso ruolo fondamentale i controlli ordinari della Polizia Stradale e l'uso di dispositivi di controllo della velocità.



3.6 Ambiente

L'analisi statistica delle serie storiche sugli eventi incidentali in galleria, condotta dall'estensore dell'IRAM e mostrata nelle Linee Guida ANAS, ha mostrato una relazione tra frequenze di accadimento di eventi incidentali e caratteristiche dell'ambiente, che possono essere individuati in termini di:

- condizioni meteo-climatiche prevalenti agli imbocchi ed orientazione,
- accessibilità della struttura (accesso agli imbocchi, accesso alla galleria, viabilità alternativa),
- localizzazione sul territorio delle squadre di soccorso.

Una valutazione di tali caratteristiche rapportate alla galleria in esame è stata effettuata nell'Analisi di Vulnerabilità.

Condizioni meteo avverse influiscono sulla sicurezza della circolazione stradale e devono portare ad una guida maggiormente prudente, in tal senso informative su PMV lungo la tratta saranno utili.

Frane e allagamenti, che producono l'occlusione parziale delle sedi stradali, perché invase da materiale o allagate, dovranno prevedere procedure di gestione dell'emergenza predefinite e condivise.

Il Piano di Emergenza dovrà individuare le modalità di arrivo dei mezzi di soccorso presso gli imbocchi della galleria e sul luogo dell'evento.

Un'opportuna segnaletica di gestione del traffico (IDC e PMV), al fine di segnalare tempestivamente l'evento agli utenti che stanno per entrare in galleria, agevolerebbe la creazione di una via libera di accesso ai servizi di soccorso.

3.7 Incidente stradale

Evento nel quale risulta coinvolto almeno un veicolo in movimento il cui conducente perda il controllo, collidendo con la struttura, oppure produca una collisione con altro veicolo, persona o ostacolo.

Il verificarsi di un incidente può dare luogo singolarmente o nel complesso a:

- danni alle persone,
- danni ai veicoli,
- turbativa alla circolazione,
- incendio,
- rischio di perdita o dispersione di sostanze,
- dispersione di materiale,
- danni alle strutture,



	Progetto della Sicurezza – 02-Analisi di Vulnerabilità Galleria Guinza S.G.C. E78 Grosseto-Fano	Commessa:
		Rev. 0

- investimento di animali.

L'impianto di videosorveglianza, ancorché dotato di un sistema di rilevazione automatica incidente, permette una rapida rilevazione dell'evento.

Una volta rilevato l'incidente è necessario che siano attivate le segnaletiche di gestione del traffico (PMV e IDC) al fine di:

- segnalare l'evento agli utenti che stanno per entrare in galleria,
- evitare incidenti a catena,
- creare una via di accesso libera alle squadre di soccorso.

Un sistema di controllo da remoto degli impianti permetterà di gestire gli stessi in funzione dell'evento critico rilevato e ridurre ulteriormente i tempi d'intervento e di soccorso.

Il Piano di gestione delle emergenze contiene le misure necessarie al fine di garantire un efficace e tempestivo soccorso (tecnico e sanitario), nonché l'assistenza e la sicurezza degli utenti, cercando di mitigare gli effetti scaturiti da un evento.



3.8 Incendio

Lo stato di emergenza provocato da un incendio deve essere necessariamente classificato tra i più impegnativi a causa dell'effetto della propagazione dei fumi. E' infatti sempre molto difficile stabilire in maniera sicura nell'immediato l'entità dell'evento, quante persone sono rimaste coinvolte, quanti veicoli e di che tipo, se c'è dispersione di sostanze trasportate da uno dei veicoli coinvolti, etc. Inoltre gli incidenti all'interno di tali infrastrutture in caso d'incendio, comportano la formazione di atmosfere incompatibili con la normale gestione operativa e addirittura l'impossibilità di raggiungere il luogo del sinistro. Durante un incendio infatti, essendo l'ambiente chiuso, il fumo limita non solo l'evacuazione delle persone, ma rallenta anche l'intervento dei soccorritori sia per l'irrespirabilità dell'aria, sia per le elevate temperature che vengono a formarsi. Inoltre i veicoli rimasti bloccati e/o abbandonati costituiscono intralcio all'azione di soccorso.

L'impianto di videosorveglianza ed un sistema di rilevazione automatica d'incendio (cavo fibrolaser, rilevatori CO-OP, etc.), permettono una rapida rilevazione dell'evento.

Una volta rilevato l'incidente è necessario che siano attivate le segnaletiche di gestione del traffico (PMV e IDC).

Un sistema di controllo da remoto degli impianti permetterà di gestire gli stessi in funzione dell'evento critico rilevato e ridurre ulteriormente i tempi d'intervento e di soccorso.

Un impianto di ventilazione meccanica permette la gestione ed il contenimento dei fumi nelle diverse condizioni di traffico. Assume grande importanza prevedere un algoritmo per l'ottimizzazione, l'attivazione e la gestione della ventilazione in caso d'incendio.

Un sistema di illuminazione di evacuazione può essere di aiuto agli utenti nel processo di esodo in caso di presenza di fumo.

La presenza di un impianto idrico antincendio risulta fondamentale per combattere le conseguenze dello stesso. La presenza di un impianto di spegnimento automatico incendi ad integrazione dell'impianto a idranti riduce significativamente le conseguenze associabili all'evento sia in termini di perdita di vite umane sia in termini di danni alle dotazioni impiantistiche e strutturali dell'opera, consentendo una rapida ripresa all'esercizio.

	Progetto della Sicurezza – 02-Analisi di Vulnerabilità Galleria Guinza S.G.C. E78 Grosseto-Fano	Commessa:
		Rev. 0

Bisogna tener comunque conto delle caratteristiche di resistenza al fuoco degli impianti e loro componenti, per garantire le necessarie funzionalità in caso d'incendio.

Il Piano di gestione delle emergenze contiene le misure necessarie al fine di garantire un efficace e tempestivo soccorso (tecnico e sanitario), nonché l'assistenza e la sicurezza degli utenti, cercando di mitigare gli effetti scaturiti da un evento.

3.9 Incidenti con merci pericolose

A titolo esemplificativo si riportano anche i pericoli associati ad incidenti che coinvolgono veicoli trasportanti merci pericolose (secondo l'ADR o comunque classificate a rischio per la salute), per quanto il transito ai suddetti mezzi sia interdetto nella galleria della Guinza.

Le merci pericolose pongono notevoli problemi sia alle persone coinvolte nell'incidente, sia alle persone presenti, sia ai soccorritori e sia all'ambiente circostante.

Il coinvolgimento in un incidente di un veicolo trasportante merci pericolose può determinare lo sversamento di sostanze sul manto stradale o il veicolo può rovesciarsi mantenendo i contenitori intatti. In ogni caso si deve procedere con le necessarie cautele a rimettere in assetto di marcia il veicolo ed è fondamentale la disponibilità in tempi ridottissimi di squadre e mezzi specializzati.

Nel caso d'incendio, la presenza di sostanze pericolose pone ulteriori problemi relativi:

- alla maggiore potenza dell'incendio,
- alla formazione di fumi nocivi,
- al pericolo di esplosione.

Un sistema di raccolta dei liquidi sversati sulla piattaforma è fondamentale per impedire il propagarsi di liquidi infiammabili e tossici all'interno di un fornice e tra i fornici.

Il Piano di gestione delle emergenze contiene le misure necessarie al fine di garantire un efficace e tempestivo soccorso (tecnico e sanitario), nonché l'assistenza e la sicurezza degli utenti, cercando di mitigare gli effetti scaturiti da un evento.



3.10 Esplosione

Lo stato di emergenza provocato da un'esplosione in galleria deve essere necessariamente classificato tra i più impegnativi. E' infatti sempre molto difficile stabilire in maniera sicura nell'immediato l'entità dell'evento, quante persone sono rimaste coinvolte, quanti veicoli e di che tipo, se c'è dispersione di sostanze trasportate da uno dei veicoli coinvolti, etc.

Le esplosioni sono generalmente conseguenti a incidenti coinvolgenti VTMP, per cui si fa riferimento al paragrafo specifico.

3.11 Azione terroristica / catastrofe naturale

Lo stato di emergenza provocato deve essere necessariamente classificato tra i più impegnativi data la criticità e l'impossibilità di prevedere la natura dell'evento.



	Progetto della Sicurezza – 02-Analisi di Vulnerabilità Galleria Guinza S.G.C. E78 Grosseto-Fano	Commessa:
		Rev. 0

4 Identificazione dei parametri di sicurezza

In accordo al D.Lgs 264/06 le misure di sicurezza da realizzare in una galleria devono basarsi su una considerazione sistematica di tutti gli aspetti del sistema consistenti nell'infrastruttura, l'esercizio, gli utenti e i veicoli.

Le Linee Guida ANAS distinguono i parametri per decidere sulle misure di sicurezza in:

- Parametri di Sicurezza Principali,
- Parametri di Sicurezza Caratteristici.

4.1 Parametri di sicurezza principali

I parametri di sicurezza principali sono identificati con:

- la lunghezza della struttura,
- il volume di traffico incidente sulla struttura.

Il metodo di progetto della sicurezza adottato identifica i valori limite per i parametri di sicurezza principali:

- valori limite inferiori sono fissati dal D.Lgs 264/06.
- valori limite superiori sono ricavati in funzione della tipologia costruttiva di un sistema galleria applicando un metodo dei minimi quadrati idoneo ad interpolare dati affetti da incertezze a:
 - serie storiche di eventi incidentali rilevati sulla rete stradale nazionale in funzione del volume di traffico (dati AISCAT),
 - serie storiche di fatalità indotte da eventi di incendio in sistemi galleria nel mondo in funzione della lunghezza della struttura (dati PIARC).

Il valore limite superiore per la lunghezza è fissato pari a 4000 metri.

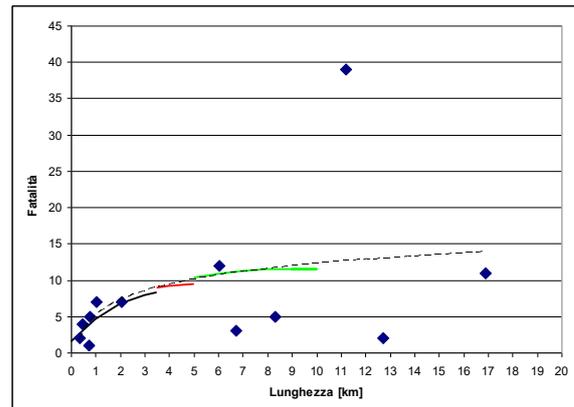
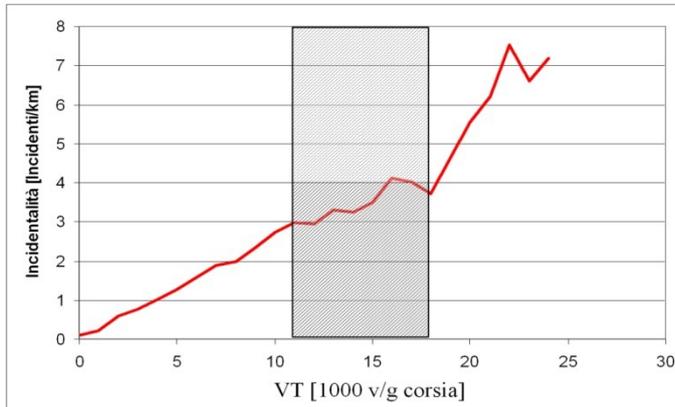
Il valore limite superiore per il volume di traffico è fissato pari a 10.000 veicoli al giorno per corsia.

I valori limite superiori introdotti ed i valori limite inferiori fissati dal decreto legislativo sono utilizzati per:

- individuare gli intervalli di variazione ammessi per i valori dei parametri di sicurezza principali;
- stabilire una corrispondenza univoca tra gruppi di sistemi galleria e gruppi omogenei di requisiti minimi di sicurezza.

N.B. L'identificazione dei valori limite superiori per gli intervalli di variazione dei parametri di sicurezza principali non è richiesta dal decreto legislativo.

Il valore limite del volume di traffico di 10.000 v/giorno corsia, individuato dalla norma per prescrivere la divisione dei flussi di traffico mediante la realizzazione di gallerie a doppio fornice, coincide con il valore in corrispondenza del quale l'andamento della curva di regressione delle serie storiche di eventi incidentali rilevati sulla rete stradale nazionale presenta un primo significativo cambio di pendenza:



L'andamento della curva di regressione delle serie storiche del tasso di mortalità per eventi di incendio, in funzione del parametro lunghezza, presenta una prima discontinuità in corrispondenza del valore di 4.000 m.

Di conseguenza la lunghezza della galleria, pari a 5960 m, costituisce un fattore di pericolo per l'opera che richiede l'adozione di specifiche misure di sicurezza.

4.2 Parametri di sicurezza caratteristici

I parametri di sicurezza caratteristici sono identificati con:

- il numero di corsie per senso di marcia,
- la larghezza delle corsie,
- la pendenza del profilo piano- altimetrico del tracciato,
- il raggio di curvatura,
- la composizione del traffico (frazione di veicoli pesanti, trasporto ADR),
- la congestione del traffico (durata, velocità dei veicoli),
- la stagionalità del traffico,
- le condizioni meteo-climatiche ai portali (nebbia, precipitazioni).

L'applicazione di idonei modelli di inferenza statistica a serie storiche di dati relativi all'incidentalità stradale, utilizzando i parametri di sicurezza caratteristici come variabili di interpolazione, ha consentito agli estensori del metodo di progetto della sicurezza di:

- stimare le variazioni del tasso di accadimento degli eventi incidentali per un sistema galleria in funzione di valori limite dei parametri di sicurezza caratteristici e pesi statistici attribuiti alle caratteristiche dei fattori di pericolo.
- costruire una scala del pericolo per i sistemi galleria, in termini di un insieme di fattori di pericolo, definiti utilizzando come grandezze di rappresentazione le caratteristiche dei fattori di pericolo, identificate a partire dai parametri di sicurezza caratteristici,

Il tasso di accadimento degli eventi incidentali in un sistema galleria può essere stimato in funzione dei parametri di sicurezza caratteristici. La dipendenza del tasso di accadimento degli eventi incidentali dai parametri di sicurezza caratteristici è determinata applicando un modello binomiale negativo a serie storiche di eventi incidentali rilevati su base annua e per tratti omogenei della rete stradale nazionale (dati AISCAT).

L'applicazione del modello di inferenza statistica ha consentito di:

	Progetto della Sicurezza – 02-Analisi di Vulnerabilità Galleria Guinza S.G.C. E78 Grosseto-Fano	Commessa:
		Rev. 0

- stabilire valori limite dei parametri di sicurezza caratteristici per i quali il tasso di accadimento degli eventi incidentali non subisce variazioni significative dal punto di vista statistico,
- quantificare le variazioni del tasso di accadimento degli eventi incidentali in funzione dei pesi statistici attribuiti alle caratteristiche dei fattori di pericolo.

I valori limite dei parametri di sicurezza caratteristici per i quali non si verificano variazioni significative nel tasso di accadimento degli eventi incidentali sono riportati nella successiva tabella.

Parametro di Sicurezza Caratteristico	Unidirezionale	Bidirezionale
Numero di corsie per senso di marcia	3	2
Larghezza corsie [m]	3,5	3,5
Pendenza [%]	5	3
Raggio di Curvatura [m]	1000	100
Frazione Veicoli Pesanti [%]	25*	15
Congestione Traffico [min/giorno]	30	30
Stagionalità traffico	2	2
Nebbia [% annua]	20	20
Precipitazioni [% annua]	20	20

Valori limite dei parametri di sicurezza caratteristici

* Il valore limite della frazione di veicoli pesanti per i sistemi galleria unidirezionali è pari al 15% qualora sia ammesso il transito di veicoli adibiti al trasporto di merci pericolose (trasporto ADR).

Le variazioni del tasso di accadimento degli eventi incidentali sono valutate come media aritmetica dei pesi statistici attribuiti alle caratteristiche dei fattori di pericolo:

$$\Delta T = \frac{\sum_{i=1}^N PS_i}{N}$$

dove PS sono i pesi statistici delle caratteristiche dei fattori di pericolo.

Il tasso di accadimento effettivo degli eventi incidentali è valutato attraverso la relazione:

$$T_{EFF} = T_{MS} \cdot \Delta T$$

dove T_{EFF} è il tasso di accadimento effettivo e T_{MS} è il tasso di accadimento medio statistico.

	Progetto della Sicurezza – 02-Analisi di Vulnerabilità Galleria Guinza S.G.C. E78 Grosseto-Fano	Commessa: Rev. 0

5 Analisi di conformità

Il sistema galleria con caratteristiche speciali è definito come il sistema stato attuale che presenta anomalie nei parametri di sicurezza rispetto al sistema galleria virtuale ad esso coniugato.

L'identificazione delle anomalie nei parametri di sicurezza principali è ottenuta confrontando i valori dei parametri di sicurezza principali del sistema stato attuale con i valori limite dei parametri di sicurezza principali adottati nella definizione dei gruppi omogenei di requisiti minimi di sicurezza.

L'identificazione delle anomalie nei parametri di sicurezza caratteristici è ottenuta confrontando i valori dei parametri di sicurezza caratteristici del sistema stato attuale con i valori limite dei parametri di sicurezza caratteristici per i quali non si verificano variazioni significative nel tasso di accadimento degli eventi incidentali.

Nel caso in cui la galleria presenti anomalie nei parametri di sicurezza ovvero la galleria è considerata speciale, rispetto ai parametri di sicurezza la galleria deve essere sottoposta ad analisi di rischio prestazionale ed è possibile:

- adottare misure di sicurezza presenti nei gruppi di requisiti minimi aventi indice di ordinalità superiore;
- adottare misure di sicurezza alternative e/o integrative derivate dalla buona pratica,
- adottare soluzioni progettuali e/o sistemi di sicurezza innovativi.

5.1 Individuazione anomalie nei parametri di sicurezza caratteristici

La successiva tabella mette a confronto i valori limite individuati nelle Linee Guida ANAS con i valori dei parametri di sicurezza caratteristici del sistema galleria Guinza.

Parametro di Sicurezza Caratteristico	Unidirezionale	Guinza
Numero di corsie per senso di marcia	3	1
Larghezza corsie [m]	3,5	4,0
Pendenza [%]	5	0,4
Raggio di Curvatura [m]	1000	-
Frazione Veicoli Pesanti [%]	25*	0
Congestione Traffico [min/giorno]	30	5<
Stagionalità traffico	2	1,5
Nebbia [% annua]	20	20
Precipitazioni [% annua]	20	20

Valori limite dei parametri di sicurezza caratteristici

* Il valore limite della frazione di veicoli pesanti per i sistemi galleria unidirezionali è pari al 15% qualora sia ammesso il transito di veicoli adibiti al trasporto di merci pericolose (trasporto ADR).

	Progetto della Sicurezza – 02-Analisi di Vulnerabilità Galleria Guinza S.G.C. E78 Grosseto-Fano	Commessa:
		Rev. 0

5.2 Fattori di pericolo

L'insieme dei fattori di pericolo e le caratteristiche dei fattori di pericolo di una galleria, in accordo alle Linee Guida ANAS, sono sintetizzati nella successiva tabella:

Fattori di pericolo	Caratteristiche dei fattori di pericolo
Struttura	tipologia costruttiva area della sezione trasversale numero e larghezza delle corsie geometria del tracciato
Traffico	Composizione Velocità Congestione Stagionalità
Condizioni meteo-climatiche	Vento Precipitazioni nebbia
Accessibilità	Imbocchi galleria di emergenza viabilità alternativa

Fattori di pericolo

5.2.1 Scala del Pericolo

La scala del pericolo, adottata nel metodo di progetto della sicurezza, è definita in termini di importanza dei fattori di pericolo e di pesi delle caratteristiche dei fattori di pericolo desunti applicando un modello binomiale negativo a:

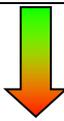
- serie storiche di eventi incidentali rilevati su base annua e per tratti omogenei della rete stradale nazionale (dati AISCAT);
- serie storiche di eventi incidentali rilevati su tracciati stradali dei paesi europei reperite nella letteratura libera.

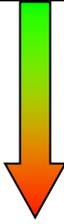
La dipendenza del tasso di accadimento degli eventi incidentali dai parametri di sicurezza caratteristici è determinata applicando modelli di inferenza statistica noti ed accettati a banche dati reperite nella letteratura libera ovvero a banche dati specifiche di un sistema galleria.

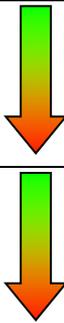
I risultati dell'analisi statistica delle serie storiche di dati sull'incidentalità stradale mirata all'identificazione dei legami funzionali tra frequenza di accadimento e parametri di sicurezza caratteristici permettono di definire una scala semi-quantitativa del pericolo sintetizzata nelle successive tabelle.

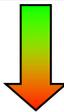
La scala del pericolo introdotta, pur se ottenuta applicando a dati reali modelli e tecniche di inferenza statistica noti ed accettati, non ha carattere cogente non essendo stato reperito alcun supporto normativo da assumere come riferimento. Essa può essere utilizzata, a discrezione degli analisti del rischio, nella fase di progettazione della sicurezza mirata all'identificazione delle anomalie nei parametri di sicurezza, ovvero nella fase iniziale di una progettazione integrata di un'infrastruttura.

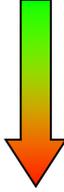
Le tabelle riportate sono ordinate per importanza dei fattori di pericolo e per peso relativo delle caratteristiche specifiche dei fattori di pericolo.

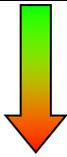
I	Struttura-Tipologia costruttiva			
1	Unidirezionale + corsia di emergenza		0.5	
2	Unidirezionale		1	
3	Bidirezionale		2	

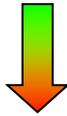
II	Struttura-Corsie			
1	Numero Corsie	Larghezza		
2	1-2	L >3.5 m	0.5	
3		3.5 <L<3 m	0.75	
4		L<3 m	1	
5	> 2	L >3.5 m	1.25	
6		3.5 <L<3 m	1.5	
7		L<3 m	2	

III	Struttura-Tracciato			
	Pendenza	Disegno		
1	< 3%	Dritta	0.5	
2		Curva – Imbocchi dritti	0.75	
3		Dritta – Imbocchi curvi	1	
4		Curva – Imbocchi curvi	1.5	
5	> 3%	Dritta	1.25	
6		Curva – Imbocchi dritti	1.5	
7		Dritta – Imbocchi curvi	1.75	
8		Curva – Imbocchi curvi	2	

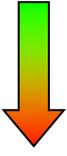
IV	Traffico-Composizione			
	%Veicoli pesanti			
1	< 15%		0.5	
2	>15%<30%		1	
3	>30%		2	
	Veicoli ADR			
4	<3%		+1	
5	>3%		+1.5	

V	Traffico-Velocità			
	Limiti di velocità			
1	50 km/h		0.5	
2	70 km/h		0.75	
3	90 km/h		1	
4	≤110 km/h		1.5	
5	>110 km/h		2	

VI	Traffico-Congestione			
	Durata (min/giorno) Vel Media <20 km/h			
1	0		0.5	
2	>15 min		1	
3	>30 min		1.5	
4	>60 min		2	

VII	Traffico-Stagionalità			
	TGM (Medio mensile max)/ TGM (Medio annuo)			
1	< 1,25		0.5	
2	1,25 ÷ 2		1	
3	>2		2	

VIII	Ambiente-Condizioni meteorologiche			
	Condizione	Frequenza		
1	Vento	Bassa	0.5	
2		Stagionale	1	
3		Elevata	2	
1	Precipitazioni	Bassa	0.5	
2		Stagionale	1	
3		Elevata	2	
1	Nebbia	Bassa	0.5	
2		Stagionale	1	
3		Elevata	2	

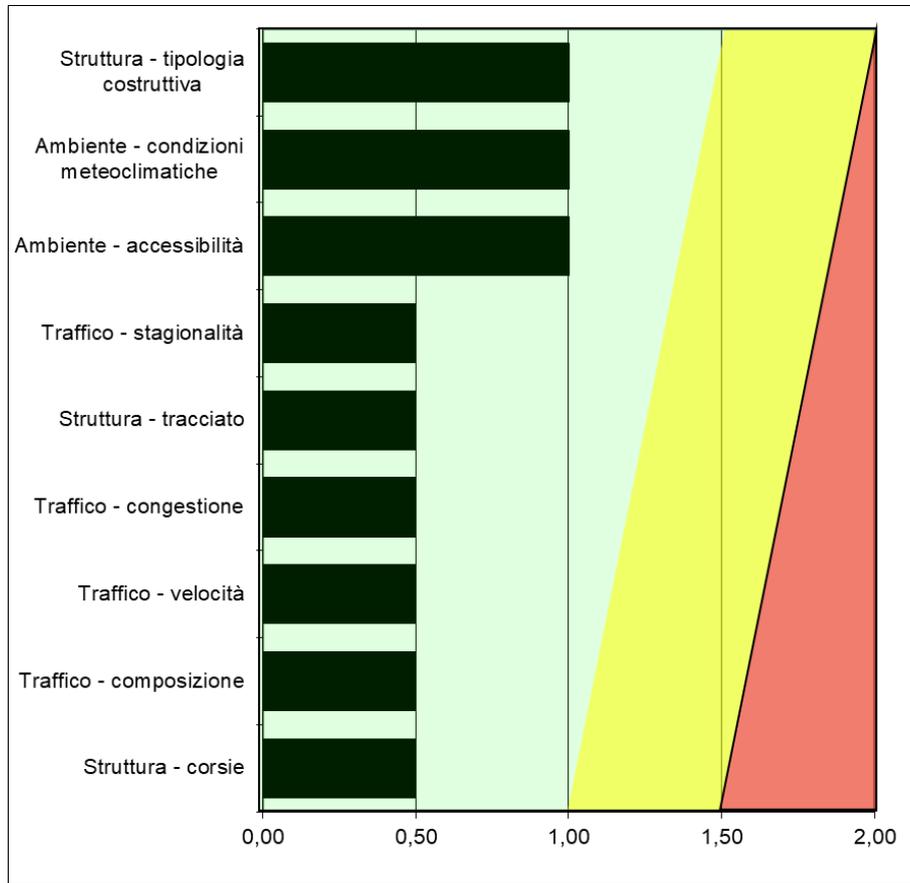
IX	Ambiente-Accessibilità			
1	Imbocchi, Galleria di emergenza, Viabilità alternativa		0.5	
2	Imbocchi ,Viabilità alternativa		1	
3	Imbocchi		1.5	
4	Singolo imbocco		2	

Caratteristiche dei Fattori Di Pericolo	Categoria	Guinza
Struttura-Tipologia costruttiva		
Unidirezionale + Corsia di emergenza		X
Unidirezionale		
Bidirezionale		
Struttura-Corsie		
1-2 Corsie	L>3.5 m	X
	3,5<L<3 m	
	L<3 m	
>2 Corsie	L>3.5 m	
	3,5<L<3 m	
	L<3 m	
Struttura-Tracciato		
Pendenza < 3%	Dritta	X
	Curva – Imbocchi dritti	
	Dritta – Imbocchi curvi	
	Curva – Imbocchi curvi	
Pendenza > 3%	Dritta	
	Curva – Imbocchi dritti	
	Dritta – Imbocchi curvi	
	Curva – Imbocchi curvi	
Traffico-Composizione		
% Veicoli Pesanti	≤ 15%	X
	>15%<30%	
	>30%	
Veicoli ADR		
Traffico-Velocità		
Limiti di velocità	≤ 50 km/h	X
	≤ 70 km/h	
	≤ 90 km/h	
	≤ 110 km/h	
	>110 km/h	
Traffico-Congestione		
Durata (min/giorno) Vel Media <20 km/h	≤ 15 min	X
	<15 min	
	>30 min	
	>60 min	
Traffico-Stagionalità		
TGM (Medio mensile max) / TGM (Medio annuo)	< 1,25	X
	1,25 ÷ 2	
	>2	

Caratteristiche dei Fattori Di Pericolo	Categoria	Guinza
Ambiente-Condizioni meteo-climatiche		
Condizione	Frequenza	
Vento	Bassa	
	Stagionale	X
	Elevata	
Precipitazioni	Bassa	
	Stagionale	X
	Elevata	
Nebbia	Bassa	
	Stagionale	X
	Elevata	
Ambiente-Accessibilità		
Imbocchi, Galleria di emergenza, Viabilità alternativa		
Imbocchi, Viabilità alternativa		
Imbocchi		
Singolo imbocco		X

Scala del pericolo

I fattori di pericolo sopra riportati e pesati con la scala di pericolo permettono la valutazione della vulnerabilità della galleria rappresentata nel grafico seguente.



vulnerabilità della galleria

La metodologia di analisi prevede l'adozione di una fascia di pericolo elevato indicata in colore rosso nel grafico, una fascia di attenzione indicata in colore giallo nel grafico ed una fascia di colore verde relativa al pericolo ridotto.

I parametri sono ordinati secondo la scala del pericolo dal più influente al meno influente per la specifica galleria, l'inclinazione della fascia fa sì che sia cumulato il pericolo connesso a tutti i parametri, considerando quindi sia l'effetto di ogni singolo parametro che del contributo di tutti i parametri.

Nel caso specifico si evidenzia che, in considerazione delle caratteristiche infrastrutturali dell'opera e del regime di circolazione imposto, non vi è alcun fattore di pericolo rilevante per la galleria Guinza. Tutti i fattori di pericolo, risultando nella zona verde, possono essere preliminarmente considerati trascurabili.

5.3 Indice di ordinalità

L'importanza attribuita dalla Direttiva Europea ai Parametri di Sicurezza Principali è tenuta in conto nella metodologia di progettazione della sicurezza introducendo l'Indice ordinalità Base, definito come:

$$I_b = L \cdot TGM$$

Prendendo a riferimento i valori limiti dei parametri di sicurezza principali definiti dal Decreto Legislativo che trovano rispondenza con le analisi dei dati sull'incidentalità è possibile stabilire una corrispondenza univoca tra gruppi gallerie e gruppi omogenei di requisiti minimi di sicurezza secondo la tabella di seguito riportata.

	Progetto della Sicurezza – 02-Analisi di Vulnerabilità Galleria Guinza S.G.C. E78 Grosseto-Fano	Commessa:
		Rev. 0

Gallerie unidirezionali	500<L<1000	L>1000	500<L<1000	1000<L<3000	L>3000
VT < 2.000 v/g/cor	I	II			
VT > 2.000 v/g/cor			III	IV	V
Gallerie bidirezionali	500<L<1000	L>1000	500<L<1000	1000<L<3000	L>3000
VT < 2.000 v/g/cor	VI	VII			
2.000 < VT < 10.000 v/g/cor			VIII	IX	X

Identificazione gruppi di requisiti minimi di sicurezza

La corrispondenza tra i gruppi di requisiti minimi e l'indice di ordinalità per unità di corsia è sintetizzata nella successiva tabella:

Gruppo uni	Gruppo bi	I_{obc}	I_{ob} 4 corsie	I_{ob} 6 corsie
I	VI	2000	8000	12000
II	VII	8000	32000	48000
III	VIII	10000	40000	60000
IV	IX	30000	120000	180000
V	X	40000	160000	240000

Corrispondenza gruppi di requisiti minimi e indice di ordinalità

Qualora uno dei parametri di sicurezza principali superi il valore assunto dagli estremi dei gruppi V e X, l'indice di ordinalità è calcolato assumendo il valore effettivo del parametro eccedente.

Qualora l'indice di ordinalità riferito alla singola corsia superi il valore relativo alle classi V e X è necessario effettuare l'Analisi di Rischio.

Qualora un sistema galleria sia caratterizzato da valori di lunghezza e/o di volume di traffico prossimi ai valori estremi caratterizzanti i vari gruppi si può:

- effettuare l'analisi di rischio per stabilire se il sistema galleria debba essere considerato appartenente al gruppo precedente o successivo e dotato dei requisiti minimi di sicurezza pertinenti al gruppo attribuito;
- dotare il sistema galleria dei requisiti minimi di sicurezza propri del gruppo superiore al gruppo di appartenenza del sistema galleria in esame.

La tabella successiva riporta i valori dei parametri di sicurezza principali della galleria con riferimento ai valori di traffico stimati per l'anno 2034.

	Lunghezza [km]	VT [veicoli/giorno/corsia]	Indice di ordinalità
Guinza	5,960	2000	11920

Dall'analisi dei parametri di sicurezza principali si desume che la galleria Guinza appartiene al gruppo V; l'indice di ordinalità base della galleria è significativamente minore del valore limite dello stesso per il gruppo di appartenenza della galleria. I requisiti minimi determinati dal gruppo di appartenenza della galleria, come definiti dalle Linee Guida ANAS, sono riportati nella tabella seguente. L'adozione di tutti i requisiti non è cogente per le gallerie appartenenti alla rete TERN, per le quali i requisiti minimi sono stabiliti dal D.Lgs. 264/06, ma costituisce un utile riferimento per le misure di sicurezza da implementare nella galleria.

Gruppo V

<i>Parametri di Sicurezza</i>	<i>Misure</i>	<i>Sistemi di sicurezza</i>	<i>Requisiti Minimi di Sicurezza</i>
Unidirezionale V T 2000 [Veic/corsia] L 3000 [m]	Misure Strutturali		Dislivelli \leq 5%
			Banchine pedonabili di emergenza
			Uscite di emergenza ogni 500 m
			Gallerie trasversali ogni 1500 m
			Attraversamento spartitraffico imbocchi
			Drenaggio liquidi infiammabili e tossici
			Resistenza al fuoco delle strutture
	Misure Impiantistiche	Illuminazione	Illuminazione Ordinaria
			Illuminazione Sicurezza
			Illuminazione Emergenza
		Ventilazione	Ventilazione meccanica
			Comunicazione
		Messaggi radio agli utenti	
		Ritrasmissioni radio	
		Stazioni di emergenza	
		Rilevazione	Rilevamento automatico incidenti
			Rilevamento automatico incendi
			Telecamere
		Gestione Incendio	Estintori
			Erogazione idrica
			Idranti ogni 250 m
		Gestione Sistema	Centro di controllo
			Gestione Traffico
		Semafori prima degli ingressi	
		Semafori in galleria ogni 1000m	
		Alimentazione elettrica	Alimentazione elettrica Ordinaria
			Alimentazione elettrica di emergenza

requisiti minimi di sicurezza - gruppo V

	Progetto della Sicurezza – 02-Analisi di Vulnerabilità Galleria Guinza S.G.C. E78 Grosseto-Fano	Commessa:
		Rev. 0

6 Conclusioni

L'analisi di vulnerabilità è stata condotta con riferimento alla metodologia di progettazione della sicurezza IRAM (Italian Risk Analysis Method) che segue le prescrizioni del D.Lgs n.264/2006 e le indicazioni delle Linee Guida ANAS, nell'ambito specifico delle gallerie stradali.

L'indagine specifica sui fattori di rischio condotta per la galleria ha evidenziato che l'unico parametro di sicurezza che presenta anomalie rispetto ai valori di riferimento è costituito dalla lunghezza della galleria, pari a 5960 m, che richiede l'adozione di specifiche misure di sicurezza. . Non sono presenti ulteriori anomalie rispetto i parametri di sicurezza di riferimento indicati dalle Linee Guida ANAS e non sono presenti altri specifici fattori di pericolo per l'infrastruttura.

Si evidenzia inoltre che in relazione alle previsioni di traffico, che indicano flussi veicolari modesti, ed al regime di circolazione imposto, l'indice di ordinalità dell'opera è significativamente minore rispetto al valore di riferimento per il gruppo di appartenenza della galleria.