

## Convegno

# Analisi, monitoraggio e interventi sulle opere infrastrutturali delle reti viarie regionali

**Classificazione e gestione del rischio  
per la valutazione della sicurezza  
dei ponti della Regione Campania**

**Napoli  
14 novembre 2023**

**Il censimento delle opere e le ispezioni per la valutazione dei difetti e del degrado**

**Antonio Bilotta**

- PARTE 1) Classificazione e gestione del rischio
- PARTE 2) Verifiche di sicurezza
- PARTE 3) Monitoraggio

## Valutazione e Monitoraggio dei Ponti Esistenti

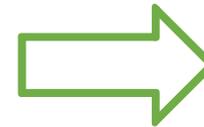
*Data mining (Livello 0)*  
*Ispezione visiva (Livello 1)*  
*Definizione della classe di rischio (Livello 2)*

*Valutazione della sicurezza (Livelli 3,4)*  
*Resilienza (Livello 5)*



**per tutti i ponti**

*Un approccio multilivello  
consente di definire per  
ciascun ponte una  
conoscenza ed analisi  
corrispondenti ai differenti  
Livelli delle Linee Guida*



**per una selezione di ponti**

LINEE GUIDA PER  
LA CLASSIFICAZIONE E GESTIONE DEL RISCHIO,  
LA VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA  
ED IL MONITORAGGIO DEI PONTI ESISTENTI

Allegato al parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici n. 88/2019,  
espresso in modalità "agile" e adottato dall'Assemblea Generale in data 17.04.2020.

Approvate ad Aprile 2020

- ✓ DM 578 12/2020 per ANAS e concessionari autostradali
- ✓ DM 204 07/2022 per enti locali

**Approccio multilivello** per definire schemi di prioritizzazione per la rete di ponti:

- **Livello 0:** è richiesto il **data mining** dalle informazioni rilevanti sul ponte.

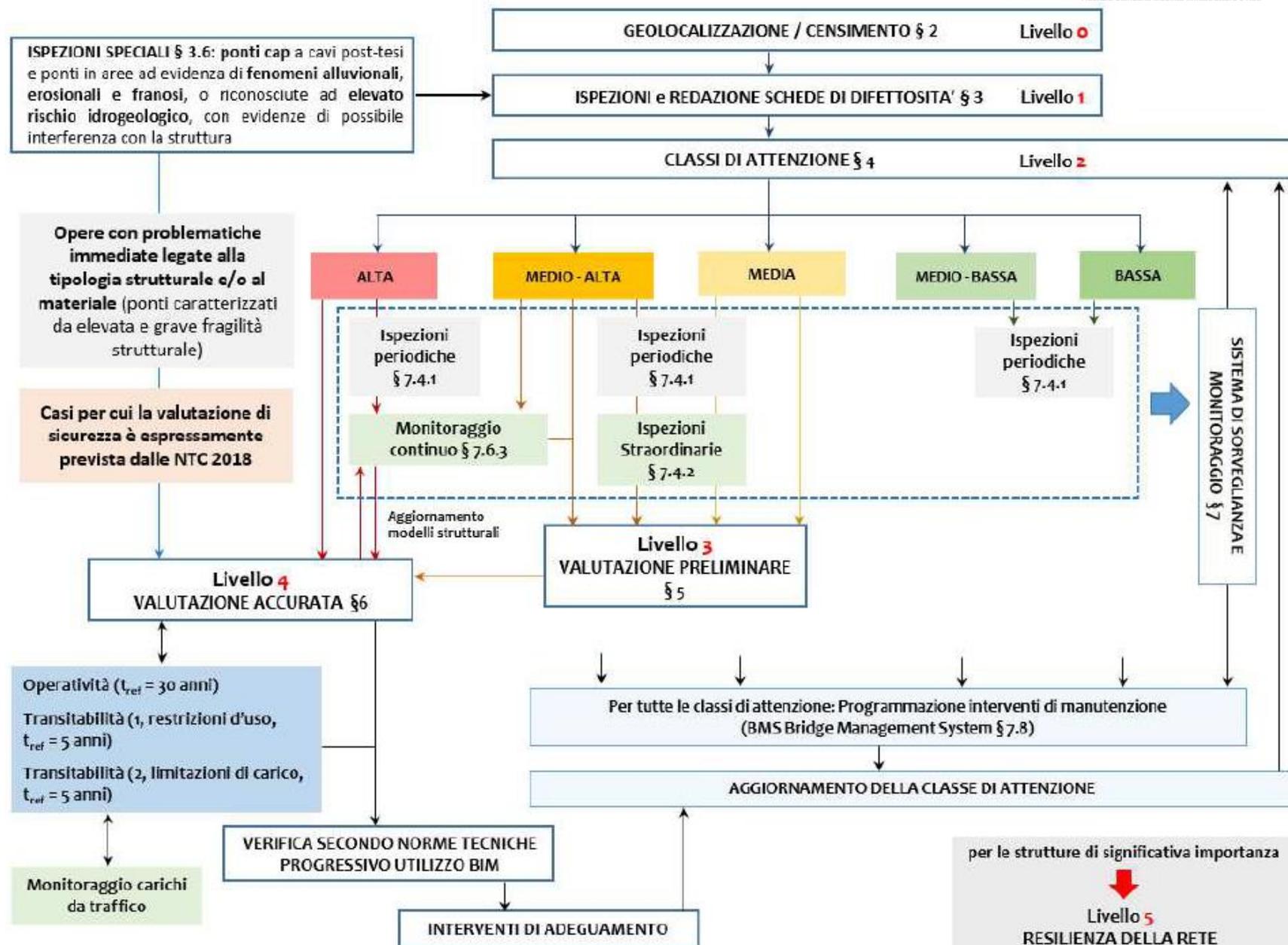
- **Livello 1:** sono condotte **ispezioni visive e rilievi** per individuare eventuali danni e compilare un rapporto di ispezione.

- **Livello 2:** una combinazione di dati relativi a pericolosità, vulnerabilità ed esposizione fornisce una valutazione semplificata della classe di rischio del ponte, tenendo conto di più rischi.

- Il **Livello 3** si applica in caso di classe di attenzione Medio e Medio-Alto: viene effettuata una **valutazione preliminare** della sicurezza strutturale.

- Il **Livello 4** si applica in caso di classe di attenzione alta o verifica di Livello 3 non soddisfatta: viene eseguita una verifica accurata di sicurezza secondo le NTC.

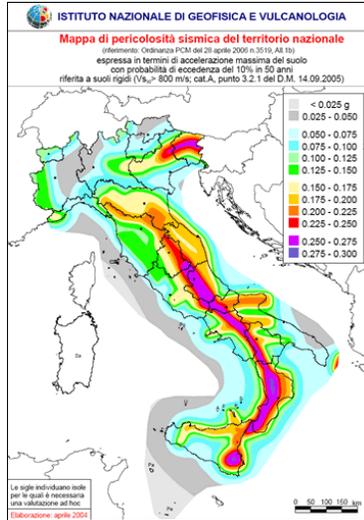
- Il **Livello 5** richiede uno studio specifico per la resilienza delle reti di ponti che non è trattato nell'attuale versione delle Linee Guida.



## Pericolosità (hazard)

Dipende dall'azione e quindi dal contesto in cui è collocata l'opera

Per la sismica la mappa è individuata dai valori della PGA



## Mappe pericolosità idraulica e frane

### Pericolosità da frana (PAI)

- Molto elevata P4
- Elevata P3
- Media P2
- Moderata P1
- Aree di attenzione AA

### Pericolosità idraulica (D.Lgs. 49/2010)

- Elevata P3
- Media P2
- Bassa P1



## Vulnerabilità

Debolezze della struttura nei confronti del tipo di azione

La vulnerabilità è una caratteristica intrinseca della struttura che dipende dallo schema statico, dai materiali, dalla condizione di conservazione e dalla risposta a problemi idraulici e geotecnici

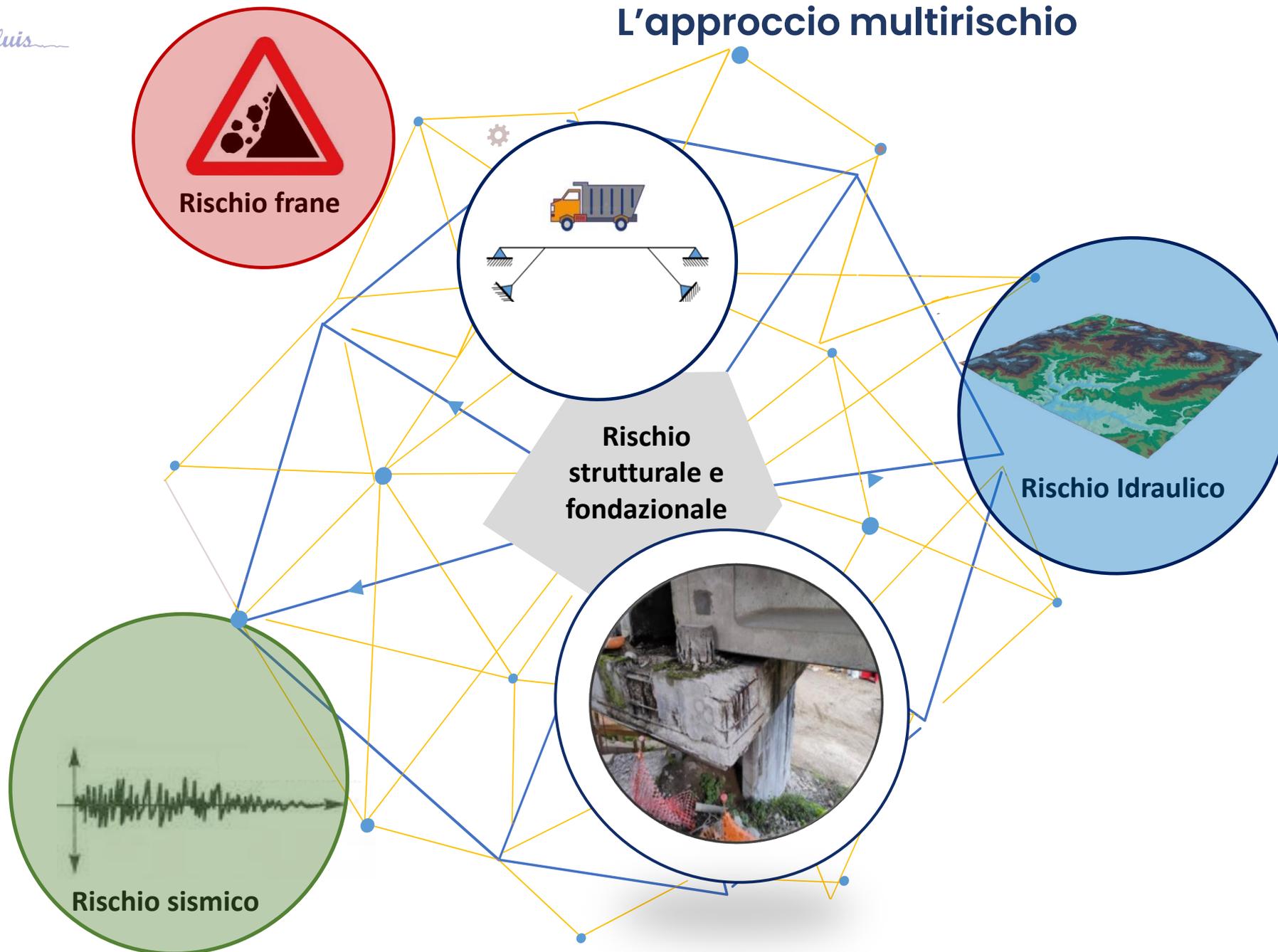


## Esposizione

Conseguenze dovute alla crisi della struttura in seguito all'azione: numero di vittime, costo dei danni. Dipende dalla destinazione d'uso e dall'importanza della costruzione durante il suo esercizio.

Quindi bisogna valutare le perdite attese in caso di crisi in termini economici e di vite umane.







**2013 – Carasco (Liguria) nubifragio**



**2014 – Palermo-Agrigento (frana)**



**2014 – Sardegna (frana) un morto e tre feriti**



**2016 - (Milano Lecco) una vittima e quattro feriti**



**2017 – A14 (Ancona sud)  
due vittime e due feriti**



**2017 - Fossano (Cuneo) realizzato anni '90**

# Livello 0

## PARTE 1) Classificazione e gestione del rischio

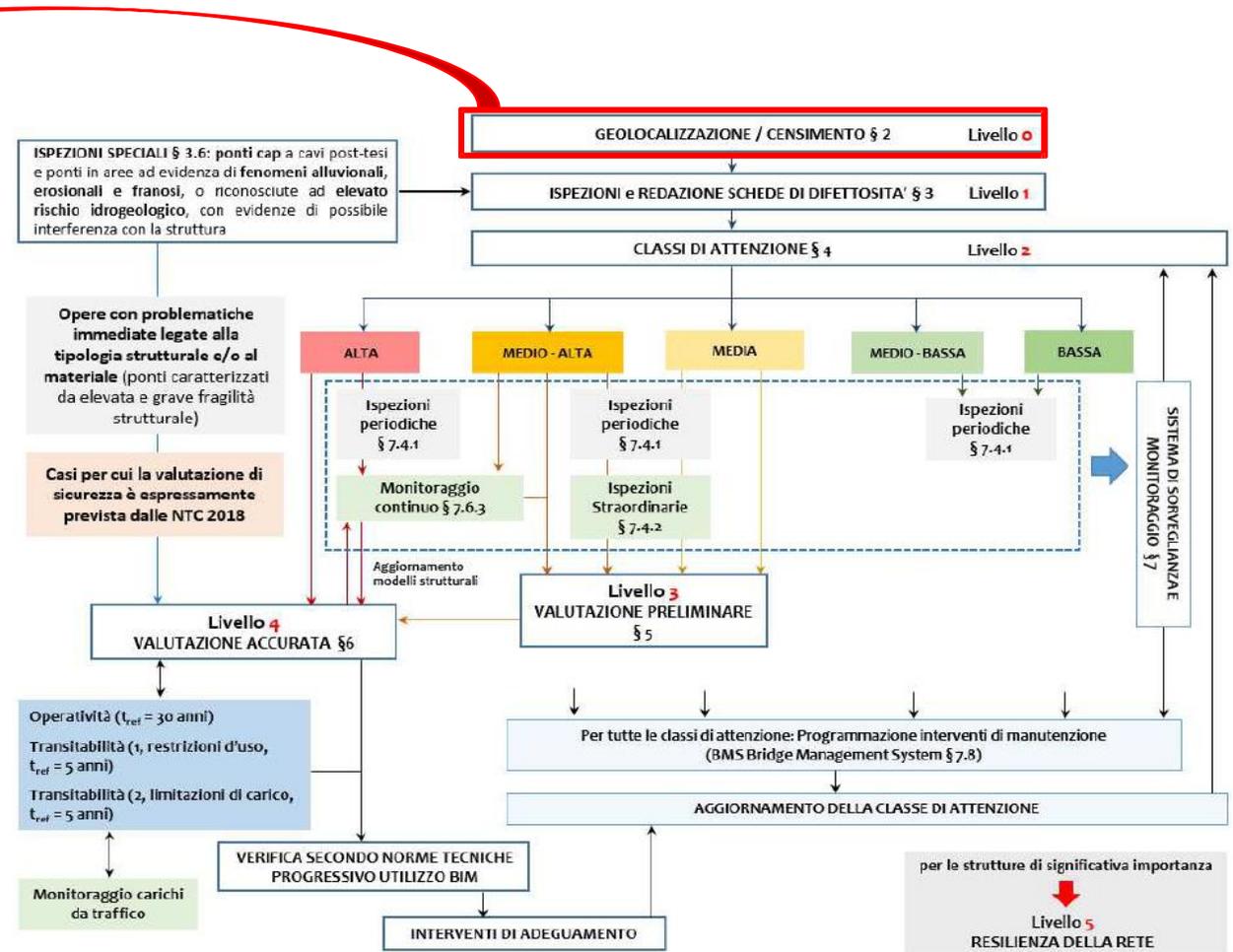
### Level 0: Data mining/ Censimento/ Geolocalizzazione

- **Data mining:** progetto originale, disegni esecutivi, schede di ispezione,...

Le informazioni raccolte dovrebbero includere l'ubicazione, il sistema strutturale compresi i materiali, lo schema statico, il periodo di costruzione, la normativa in vigore al momento della costruzione, gli interventi di retrofit, ecc.

Tutte queste informazioni devono essere rese disponibili dall'ente gestore del ponte nell'Archivio Informatico Nazionale delle Opere Pubbliche (e.g. AINOP del Ministero delle Infrastrutture e delle Mobilità Sostenibili).

<https://ainop-coll.mit.gov.it>

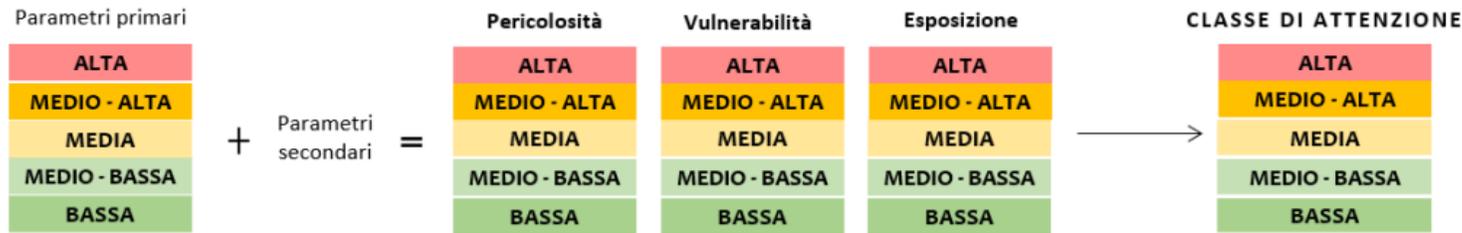


- ❑ **Non conformità nella compilazione di alcune voci**
- ❑ **Mancata compilazione del dato**
- ❑ **Compilazione disomogenea di alcune voci**
  - ✓ assenza di istruzioni operative
  - ✓ assenza schemi tipologici
  - ✓ ambiguità dell'informazione richiesta
- ❑ **Compilazione libera in assenza di nomenclature condivise**
  - ✓ assenza di elenchi a scelta multipla,
  - ✓ mancanza di coerenza nell'informazione raccolta
- ❑ **Ripetizione di voci della scheda di CENSIMENTO di Livello 0 e della scheda DESCRITTIVA di Livello 1**



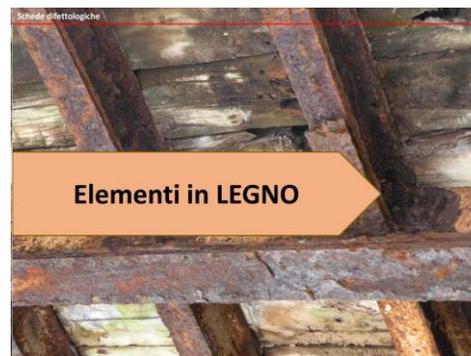
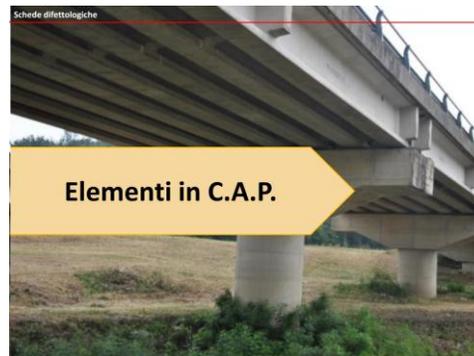
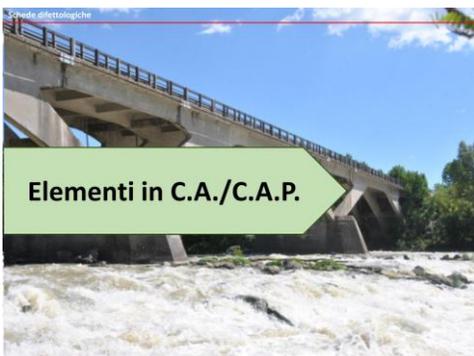
## **Livello 1**

# **I difetti e la correlazione con il degrado**



La vulnerabilità dipende dalla difettosità

Figura 4.1. – Flusso logico per la determinazione della classe di attenzione



Schede difettologiche

120 tipologie di difetti codificati con un codice alfanumerico e raggruppati in categorie

Apparecchi di APPOGGIO

Rilevati e Fondazioni

Difetti Generici  
(Ricontrabili su tutti i materiali)

GIUNTI

ELEMENTI ACCESSORI

Schede di ispezione speciale:  
ponti in c.a.p. a cavi post-tesi

Le schede difettologiche descrivono i fenomeni di degrado da rilevare in sede di ispezione e i criteri per l'individuazione dei parametri da assegnare. Ogni scheda è riferita ad uno specifico difetto. Esse sono divise in macro-gruppi, per esempio in funzione del materiale su cui il difetto a cui si riferisce può manifestarsi.

## Elementi in ACCIAIO o METALLO

### Corrosione

#### Peso del difetto

G = 1   G = 2   G = 3   **G = 4**   G = 5

Estensione $k_1$	0,2 (appena presente)	0,5 (~50% lunghezza)	1 (~tutta la lunghezza)
Intensità $k_2$	Sempre = 1		

#### Descrizione

Gli acciai comuni reagiscono con l'ambiente formando una superficie contenente ossido di ferro. Questa superficie è estremamente porosa e consente al processo elettrochimico di ossidazione di evolversi, penetrando nell'acciaio e corrodendone la superficie, riducendo progressivamente la sezione fino alla perforazione del metallo stesso. I tipi di corrosione più pericolosi sono solitamente quelli localizzati, in quanto possono creare cricche, fori, fessurazioni.

#### Cause

Questo tipo di problematica ha molteplici cause; le principali sono:

- deterioramento della protezione del metallo (verniciatura/zincatura);
- presenza di umidità o ristagni d'acqua;
- scarsa manutenzione;
- presenza di correnti vaganti o soluzioni saline (ambiente marino, soluzioni antigelo, ambiente industriale).

#### Fenomeni di degrado correlati

La corrosione è dovuta al contatto del materiale con l'acqua e l'umidità, per cui è spesso correlata all'assenza di un adeguato sistema di convogliamento delle acque, alla presenza di **ristagni d'acqua** e all'esposizione del materiale a seguito di **sfogliamento della vernice**. Essa è la fase successiva del fenomeno di ossidazione, che si limita agli strati più superficiali degli elementi.



Fonte: BRIDGE INSPECTION MANUAL – NY'S DOT

## Elementi in MURATURA

### Polverizzazione

#### Peso del difetto

G = 1   G = 2   **G = 3**   G = 4   G = 5

Estensione $k_1$	0,2 (appena presente)	0,5 (~50% superficie)	1 (~tutta la superficie)
Intensità $k_2$	0,2 (profondità < 1 cm)	0,5 (profondità < 5 cm)	1 (profondità > 5 cm)

#### Descrizione

La polverizzazione si manifesta con la caduta spontanea del materiale, costituente i giunti di malta o gli elementi lapidei, in forma di polvere o granuli.

#### Cause

La polverizzazione è dovuta alla reazione chimica tra i gas presenti in atmosfera, l'acqua e i componenti delle malte che comporta la formazione di sali debolmente solubili, i quali vanno ad aggredire il reticolo cristallino delle malte/elementi lapidei causandone la rottura e quindi la polverizzazione.

#### Fenomeni di degrado correlati

Questo fenomeno avanza rapidamente e può portare al difetto di porzione di muratura mancante e quindi ad una riduzione della sezione resistente, pericolosa se si sviluppa su elementi strutturali primari.



## Elementi in C.A./C.A.P.

### Armatura ossidata e/o corrosa

<b>Peso del difetto</b>					Estensione k <sub>1</sub>	0,2 (appena presente)	0,5 (~50% superficie)	1 (~tutta la superficie)
G = 1	G = 2	G = 3	G = 4	G = 5				
<b>Descrizione</b>					Intensità k <sub>2</sub>	0,2 (ossidata)	0,5 (Intaccata la sezione della barra)	1 (Corrosa con diminuz. di sezione)

A causa della mancanza o della carenza di uno strato di ricoprimento in calcestruzzo adeguato, le armature in acciaio, a contatto con agenti aggressivi esterni, appaiono **ossidate** o **corrose**. Nei casi più gravi l'evoluzione del fenomeno può provocare la riduzione della sezione resistente.

Qualora il calcestruzzo sia carbonatato e il copriferro intatto, tale fenomeno non è visibile ma si sviluppa al di sotto dello strato di ricoprimento in calcestruzzo. Per carbonatazione si intende la formazione di carbonato di calcio con la conseguente riduzione del PH del calcestruzzo e la depassivazione delle armature metalliche, che ne favorisce l'ossidazione. Quest'ultima provoca l'aumento di volume dell'armatura e la conseguente fessurazione, prima, ed espulsione poi, del copriferro.

#### Cause

Oltre che per il fenomeno di carbonatazione, l'ossidazione e/o la corrosione delle armature esposte sono causate dal contatto con l'aria e facilitate dalla presenza di acqua.

#### Fenomeni di degrado correlati

Il fenomeno è visibile laddove sono presenti **distacchi di copriferro** ed è maggiormente evidente in corrispondenza di **vespai**. Fasi anteriori del degrado sono eventuali lesioni in corrispondenza delle barre di armatura, la cui evoluzione potrebbe provocare il completo distacco di copriferro e la conseguente esposizione delle barre stesse. L'armatura ossidata e/o corrosa non si deve confondere con le staffe scoperte e/o ossidate, fenomeno che si riferisce specificatamente alle armature trasversali degli elementi, laddove esse siano presenti e ben distinguibili da quelle longitudinali.



## Elementi in C.A.P.

### Guaine degradate e fili ossidati

<b>Peso del difetto</b>					Estensione k <sub>1</sub>	0,2 (appena presente)	0,5 (~50% superficie)	1 (~tutta la superficie)
G = 1	G = 2	G = 3	G = 4	G = 5				
<b>Descrizione</b>					Intensità k <sub>2</sub>	0,2 (ossidata)	0,5 (Intaccata la sezione del filo)	1 (Corrosa con diminuz. di sezione)

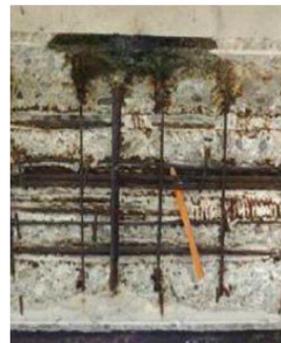
Ci si riferisce a tale fenomeno nel caso in cui le guaine dei cavi da precompressione di elementi in c.a.p. a *cavi scorrevoli* siano corrose o rotte e in assenza di malta di iniezione. Ciò comporta la vista dei fili o dei trefoli da precompressione che, esposti all'agenti aggressivi esterni, sono soggetti a ossidazione.

#### Cause

Il fenomeno è dovuto alla penetrazione di acqua all'interno delle guaine che favorisce il degrado di calcestruzzo e della malta di protezione, nonché il deterioramento delle guaine. Esso è esaltato nel caso di calcestruzzi porosi o caratterizzati da **vespai**.

#### Fenomeni di degrado correlati

La presenza di **lesioni lungo la suola del bulbo** favorisce la penetrazione di acqua e quindi il degrado delle guaine. Se l'ossidazione dei fili è particolarmente avanzata si può avere una **riduzione dell'armatura di precompressione**. Il verificarsi di tale fenomeno è maggiormente probabile nel caso di **guaine non intasate**, mentre se le guaine sono solo degradate ma l'iniezione è integra ci si deve riferire al fenomeno di **guaine in vista**.



Fonte: PROGETTO RAM – Manuale di ispezione principale (Anas GRUPPO FS ITALIANE)

## Elementi in LEGNO

### Attacco di insetti

#### Peso del difetto

G = 1   G = 2   G = 3   **G = 4**   G = 5

Estensione k <sub>1</sub>	0,2 (appena presente)	0,5 (~50% estensione)	1 (~tutta l'estensione)
Intensità k <sub>2</sub>	0,2 (Superficiale)	0,5 (Oltre lo strato superficiale)	1 (Profonda)

#### Descrizione

Tale difetto si riferisce alla presenza di fori e tunnel all'interno degli elementi, creati dagli insetti per cercare cibo e riparo. Alcuni degli insetti che comunemente danneggiano gli elementi in legno dei ponti sono le termiti, gli scarabei, le formiche operaie e i tricotteri. L'entità del difetto dipende dalla tipologia di legno e di insetto, dalle condizioni ambientali, ecc.



Fonte: BRIDGE INSPECTION MANUAL – NY'S DOT

#### Cause

La presenza di fori e tunnel è dovuta all'azione di insetti che creano gallerie all'interno degli elementi in legno per cercare cibo o riparo. La presenza di insetti è più probabile se il ponte si trova nelle vicinanze di boschi, acqua o nel caso in cui il legno sia già stato attaccato da corpi fruttiferi, che potrebbero attrarre alcune tipologie di insetti.

#### Fenomeni di degrado correlati

Essendo alcune specie attratte dalle formazioni di corpi fruttiferi, tale difetto può essere concomitante all'attacco di funghi.

## Apparecchi di APPOGGIO

### Invecchiamento Neoprene

#### Peso del difetto

G = 1   G = 2   **G = 3**   G = 4   G = 5

Estensione k <sub>1</sub>	Sempre = 1		
Intensità k <sub>2</sub>	0,2 (accennato)	0,5 (intenso)	1 (rilevante)

#### Descrizione

Il difetto si riferisce al deterioramento degli elementi in neoprene degli apparecchi di appoggio, in termini di lesioni, irregolarità superficiali, ecc., ai quali consegue una perdita di elasticità del materiale.

#### Cause

Il fenomeno è correlabile all'età degli apparecchi e alle loro condizioni di degrado dovute all'usura. La presenza del difetto è esaltata in caso di errori di fabbricazione o messa in opera e da eventuali agenti aggressivi provenienti dall'ambiente esterno, quali i raggi ultravioletti.

#### Fenomeni di degrado correlati

L'invecchiamento del neoprene favorisce l'insorgere di mal funzionamenti e altri fenomeni di degrado, quali deformazione orizzontale eccessiva e schiacciamento/fuoriuscita di materiale. Mal funzionamenti degli apparecchi possono essere causa di danni causati dagli apparecchi di appoggio sugli elementi che essi collegano.



Fonte: PROGETTO RAM – Manuale di ispezione principale (Anas GRUPPO FS ITALIANE)



Fonte: PROGETTO RAM – Manuale di ispezione principale (Anas GRUPPO FS ITALIANE)

## Rilevati e Fondazioni

### Movimenti di fondazione

#### Peso del difetto

G = 1	G = 2	G = 3	G = 4	G = 5	Estensione k <sub>1</sub>	0,2 (appena presente)	0,5 (in qualche zona)	1 (ovunque)
					Intensità k <sub>2</sub>	0,2 (accennato)	0,5 (intenso)	1 (rilevante)

#### Descrizione

Il difetto comprende:

- Rotazione longitudinale: rotazione della fondazione su un piano verticale passante per l'asse stradale;
- Rotazione trasversale: rotazione della fondazione su un piano verticale ortogonale all'asse stradale;
- Traslazione: spostamento della fondazione su un piano orizzontale;
- Abbassamento: spostamento della fondazione su un piano verticale.

#### Cause

I movimenti di rotazione e abbassamento possono essere dovuti sia a cedimenti differenziali della fondazione o del terreno, causati da eventi naturali, sia a cedimenti strutturali delle fondazioni, legati ad errori in fase di esecuzione e progettazione, quali un'errata valutazione dei carichi. Nel caso di traslazione, il movimento è indotto da spinte nel terreno causate da eventi naturali.

#### Fenomeni di degrado correlati

Tutti i movimenti in fondazione sono difficilmente rilevabili, per cui occorre dedurne la presenza da fenomeni di degrado ad essi correlati, quali presenza di gradini o aperture in corrispondenza dei giunti stradali, presenza di particolari lesioni se la struttura è iperstatica, eventuali fuori piombo degli elementi sostenuti. Nel caso di traslazione, occorre valutare, con indagini approfondite, se il movimento ha determinato il **tranciamento dei pali** per le sollecitazioni di flessione e taglio che il movimento genera su tali elementi. In generale, occorre sempre valutare se i movimenti abbiano creato rotture delle strutture di fondazione.



Fonte: PROGETTO RAM – Manuale di ispezione principale (Anas GRUPPO FS ITALIANE)

## Difetti Generici (Ricontrabili su tutti i materiali)

### Ristagni d'acqua

#### Peso del difetto

G = 1	G = 2	G = 3	G = 4	G = 5	Estensione k <sub>1</sub>	0,2 (appena presente)	0,5 (~50% superficie)	1 (~tutta la superficie)
					Intensità k <sub>2</sub>	Sempre = 1		

#### Descrizione

Per ristagni d'acqua si intendono quantità non trascurabili di acqua accumulate in zone di compluvio, ad esempio in eventuali avvallamenti sull'estradosso dei pulvini o all'interno di una trave ad U o a V.

#### Cause

Gli accumuli di acqua si presentano laddove sono presenti irregolarità sulle superfici e nel caso di scarsa manutenzione del sistema di smaltimento delle acque. Il fenomeno è accentuato in presenza di calcestruzzo particolarmente poroso e permeabile.



Fonte: PROGETTO RAM – Manuale di ispezione principale (Anas GRUPPO FS ITALIANE)

#### Fenomeni di degrado correlati

Il fenomeno può provocare degrado o corrosione delle zone di materiale in cui si verifica il ristagno. Non si deve confondere con le **macchie di umidità** o le **tracce di scolo** che indicano fenomeni di penetrazione di acqua attraverso il materiale o percolazione delle acque meteoriche sulla superficie. Nel caso di impalcati a cassone, l'eventuale presenza di acqua stagnante deve indicarsi come **ristagni d'acqua nei cassoni**, fenomeno considerato separatamente vista la diversa gravità che esso può assumere.

## GIUNTI

### Massetti lesionati

**Peso del difetto**

G = 1	G = 2	G = 3	G = 4	G = 5	Estensione k <sub>1</sub>	Sempre = 1
					Intensità k <sub>2</sub>	Sempre = 1

**Descrizione**

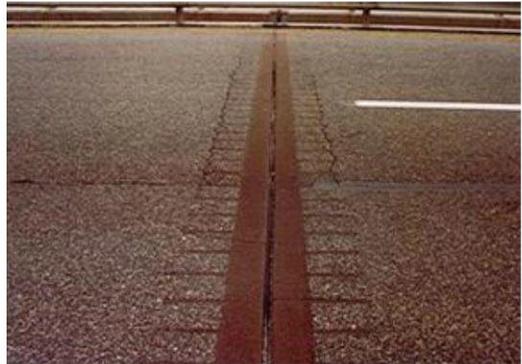
Per massetti si intendono gli elementi di supporto, generalmente in resina o in malta di cemento, degli elementi di continuità del giunto. Essi costituiscono il collegamento tra la soletta pavimentata e gli elementi di continuità. Si dovrà segnalare il difetto se sono presenti lesioni trasversali rispetto all'asse del giunto su uno dei due massetti o su entrambi.

**Cause**

L'apertura di lesioni è principalmente dovuta ai ripetuti urti causati dal transito di automezzi sul giunto. Essa è favorita nel caso di materiali non idonei o cattiva messa in opera. I primi distacchi possono essere causati anche dai fenomeni di ritiro che naturalmente si verificano nelle malte; essi sono poi amplificati dagli urti dei veicoli transitanti.

**Fenomeni di degrado correlati**

Il difetto non è indice di problemi alle strutture del ponte, come fuori piombo o ammaloramento degli apparecchi di appoggio, ma la sua evoluzione potrebbe portare al distacco completo dei massetti. Può presentarsi insieme ad altri difetti tipici dei giunti, quali dislivello tra giunto e pavimentazione e tra gli elementi contigui, riparazioni provvisorie, rottura o deformazione degli elementi di continuità.



Fonte: PROGETTO RAM – Manuale di ispezione principale (Anas GRUPPO FS ITALIANE)

## ELEMENTI ACCESSORI

### Guardiavia danneggiati/ossidati/male ancorati

**Peso del difetto**

G = 1	G = 2	G = 3	G = 4	G = 5
-------	-------	-------	-------	-------

**Descrizione**

Il difetto si riferisce alle situazioni in cui sono presenti danneggiamenti sugli elementi delle barriere di ritenuta stradale e/o parti di esse sono gravemente ossidate. Tale difetto indica inoltre i casi in cui le barriere, seppur in buone condizioni di conservazione, non sono ancorate in maniera opportuna e/o presentano elementi di ancoraggio danneggiati e/o gravemente ossidati, compromettendo in tal modo la sicurezza stradale.

**Cause**

Il danneggiamento delle barriere può essere dovuto ad urto di veicoli e/o ad una loro non corretta manutenzione. La costante esposizione delle barriere agli agenti atmosferici può favorire, inoltre, l'innescarsi di meccanismi di ossidazione, che, se non adeguatamente contrastati, potrebbero portare ad eventuali danneggiamenti. Le cause di condizioni di male ancoraggio delle barriere alla struttura possono risalire ad errori progettuali o, ancora una volta, ad urto di veicoli e/o ad una loro non corretta manutenzione.

**Fenomeni di degrado correlati**

Qualora la gravità del difetto sia tale da compromettere la funzionalità delle barriere di ritenuta stradale e costituisca un potenziale pericolo al traffico veicolare, indicare il difetto come guardiavia assente.



Schede difettologiche					N° difetto: <b>Acc_11</b>			
Ossidazione								
<b>Peso del difetto</b>								
G = 1	<b>G = 2</b>	G = 3	G = 4	G = 5	Estensione $k_1$	0,2 (appena presente)	0,5 (~50% lunghezza)	1 (~tutta la lunghezza)
					Intensità $k_2$	Sempre = 1		
<b>Descrizione</b>								
<p>È un fenomeno elettrochimico in cui il ferro (Fe) contenuto nell'acciaio reagisce con l'ossigeno dell'atmosfera formando sulla superficie ossidi più o meno aderenti. A seconda dello stadio di evoluzione del fenomeno, esso si presenta come:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ossidazione superficiale omogenea;</li> <li>- rigonfiamento della superficie esterna;</li> <li>- corrosione puntiforme (vaiolatura).</li> </ul>								
<b>Cause</b>								
<p>L'ossidazione è essenzialmente causata dal contatto del materiale con l'ambiente esterno, per cui è favorita nel caso in cui la protezione del metallo sia mancante o deteriorata e in presenza di alte percentuali di umidità. Ulteriori cause possono essere la presenza di correnti vaganti o di soluzioni saline (ambiente marino, soluzioni antigelo, ambiente industriale).</p>								
<b>Fenomeni di degrado correlati</b>								
<p>L'ossidazione è dovuta al contatto del materiale con l'acqua e l'umidità, per cui è spesso correlata all'assenza di un adeguato sistema di convogliamento delle acque, alla presenza di ristagni d'acqua e all'esposizione del materiale a seguito di sfogliamento della vernice. Essa è la fase precedente del fenomeno di corrosione, il quale può manifestarsi nel caso in cui non si contrasti opportunamente la sua evoluzione.</p>								



Fonte: PROGETTO RAM – Manuale di ispezione principale (Anas GRUPPO FS ITALIANE)



Ogni difetto è identificato da un numero, riportato sulla scheda in alto a destra, che ne permette l'individuazione nelle schede di difettosità.

- **G** rappresenta la gravità del difetto e conseguentemente il peso che esso avrà nella valutazione. Può assumere un valore numerico intero compreso tra 1 e 5 in funzione della possibilità di ridurre la capacità portante, di costituire un pericolo, del rischio di innescare altri difetti e dell'onere economico per il ripristino.
- **K<sub>1</sub>** è il coefficiente di estensione del difetto e può assumere il valore 0.2, 0.5 oppure 1, in base alla sua estensione sull'elemento strutturale. Con valore unitario si intende che il difetto interessa l'intera superficie o lunghezza dell'elemento strutturale.
- **K<sub>2</sub>** è il coefficiente di intensità e può assumere il valore 0.2, 0.5 oppure 1, in base alla sua intensità sull'elemento strutturale.

## 20 schede di valutazione dei difetti

### 17 tipologie di schede dipendenti dal materiale e dall'elemento

#### Spalle

1. Calcestruzzo armato
2. Muratura

#### Travi

1. Calcestruzzo armato
2. Calcestruzzo armato precompresso
3. Acciaio o Metallo
4. Legno

#### Pile

1. Calcestruzzo armato
2. Muratura
3. Acciaio o Metallo

#### Archi

1. Calcestruzzo armato
2. Muratura
3. Acciaio
4. Legno

#### Piedritti

1. Calcestruzzo armato
2. Acciaio o Metallo

#### Soletta

1. Calcestruzzo armato
2. Legno

1	Spalle	Calcestruzzo armato
2	Spalle	Muratura
3	Pile	Calcestruzzo armato
4	Pile	Muratura
5	Pile	Acciaio o Metallo
6	Apparecchi di appoggio	
7	Giunti	
8	Piedritti	Calcestruzzo Armato
9	Piedritti	Acciaio o Metallo
10	Archi	Calcestruzzo Armato
11	Archi	Muratura
12	Archi	Acciaio
13	Archi	Legno
14	Travi	Calcestruzzo Armato
15	Travi	Calcestruzzo Armato Precompresso
16	Travi	Acciaio o Metallo
17	Travi	Legno
18	Soletta	Calcestruzzo Armato
19	Soletta	Legno
20	Elementi Accessori	

### 3 tipologie di schede dipendenti dall'elemento

#### ALTRI ELEMENTI

1. Apparecchi di appoggio
2. Giunti
3. Elementi accessori

#### 3.2 SCHEDE DI RILIEVO E VALUTAZIONE DEI DIFETTI

In sede di ispezione visiva, oltre ad un accurato rilievo fotografico e ad un rilievo geometrico delle dimensioni principali dell'opera (laddove possibile), è eseguito il rilievo dello stato di conservazione della struttura, finalizzato ad individuare, evidenziare e segnalare, in apposite schede, i fenomeni di degrado ed i difetti presenti. La compilazione di schede permette di indicare la presenza di specifici fenomeni di degrado e l'intensità e l'estensione con cui essi si manifestano. Le indicazioni riportate sulle schede sono poi utilizzate per la determinazione del livello di difettosità, uno dei principali parametri considerati nel metodo di classificazione di Livello 2.

## Schede di valutazione dei difetti



N°	Descrizione difetto	visto	G	Estensione K <sub>1</sub>			Intensità K <sub>2</sub>			N° foto	PS	NA	NR	NP	Note
				0,2	0,5	1	0,2	0,5	1						
c.a./c.a.p._1	Macchie di umidità passiva	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
c.a./c.a.p._2	Macchie di umidità attiva	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Dif. Gen_1	Tracce di scolo	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
c.a./c.a.p._3	Cls dilavato / ammalorato	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
c.a./c.a.p._21	Cls dilavato / ammalorato Testate	<input type="checkbox"/>	4			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>						
Dif. Gen_2	Ristagni d'acqua	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Dif. Gen_5	Ristagni d'acqua nei cassoni	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
c.a./c.a.p._4	Vespai	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
c.a./c.a.p._5	Distacco del copriferro	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
c.a./c.a.p._6	Armatura ossidata/corrosiva	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
c.a./c.a.p._15	Lesioni in corrispondenza staffe	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
c.a./c.a.p._7	Lesioni a ragnatela modeste	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
c.a./c.a.p._10	Fessure diagonali	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

### Legenda

<b>PS</b>	Pregiudica Statica	<i>spuntare se si ritiene che la presenza del difetto possa compromettere la statica dell'opera. È associato ai soli difetti di gravità 4 e 5</i>
<b>NA</b>	Non Applicabile	<i>spuntare se il difetto non è applicabile alla tipologia di manufatto in esame</i>
<b>NR</b>	Non Rilevabile	<i>spuntare se il difetto non si può rilevare mediante ispezione visiva (es. per presenza di vegetazione invasiva, zone non accessibili, ecc.)</i>
<b>NP</b>	Non Presente	<i>spuntare se il difetto non è stato rilevato</i>
<b>N° FOTO</b>	<i>Si riporti la numerazione digitale delle foto effettuate allo specifico difetto. Queste ultime sono adeguatamente catalogate, numerate e provviste di didascalie, riportanti la tipologia di difetto che si intende rappresentare e la sua localizzazione nel complesso strutturale; è necessaria, inoltre, una mappatura dei punti di ripresa fotografici.</i>	

- Valutazione e descrizione dei difetti relativi all'elemento analizzato all'interno di una singola scheda
- Inserimento foto del difetto in allegati esterni
- Valutazione di intensità ed estensione su range differenti riportata in modo numerico
- Possibilità di esprimere un giudizio di massima circa il difetto (pregiudica o meno la statica dell'opera)

## Livello 1: Ispezioni visive e Schede di difettosità

Per ciascun difetto, l'ispettore deve spuntare la casella (se del caso), scattare alcune foto e prendere nota...

**Scheda Ispezione** tipo:  
N° 14 «Travi/Traversi c.a.»

G è fissato K1 e k2 devono essere pesati come 0,2 – 0,5 - 1

Vedi la scheda difettologica corrispondente

Scheda Ispezione Ponti di Livello 1

N°	Descrizione difetto	visto	G	Estensione K1			Intensità K2			N° foto	PS	NA	NR	NP
				0,2	0,5	1	0,2	0,5	1					
14	Travi/Traversi													
	C.a.													
c.a./c.a.p. 1	Macchie di umidità passiva	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
c.a./c.a.p. 2	Macchie di umidità attiva	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Dif. Gen_1	Tracce di scolo	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
c.a./c.a.p. 3	Cls dilavato / ammalorato	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
c.a./c.a.p. 21	Cls dilavato / ammalorato Testate	<input type="checkbox"/>	4			<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Dif. Gen_2	Ristagni d'acqua	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Dif. Gen_5	Ristagni d'acqua nei cassoni	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
c.a./c.a.p. 4	Vespai	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
c.a./c.a.p. 5	Distacco del copriferro	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
c.a./c.a.p. 6	Armatura ossidata/corrosata	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
c.a./c.a.p. 15	Lesioni in corrispondenza staffe	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
c.a./c.a.p. 7	Lesioni a ragnatela modeste	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
c.a./c.a.p. 10	Fessure diagonali	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
c.a./c.a.p. 19	Fessure trasversali	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
c.a./c.a.p. 18	Fessure longitudinali	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
c.a./c.a.p. 22	Lesioni / distacco travi traversi	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
c.a./c.a.p. 16	Staffe scoperte / ossidate	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
c.a./c.a.p. 23	Rottura staffe	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
c.a./c.a.p. 12	Riprese successive deteriorate	<input type="checkbox"/>	1			<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Dif. Gen_3	Danni da urto	<input type="checkbox"/>	4			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
c.a./c.a.p. 17	Armatura longitudinale deformata	<input type="checkbox"/>	5			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
c.a./c.a.p. 24	Difetti nelle selle Gerber	<input type="checkbox"/>	5			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Eventuali note														

**DIFETTI GRAVITÀ**  
**G=1**  
**G=2**  
**G=3**

- Estensione variabile
- Intensità variabile

Deformazione anime piattabande
Polverizzazione
Vespai
Fessure orizzontali 2
Fessure verticali 2
Lesioni attacco pilastri
Lesioni in corrispondenza delle staffe
Staffe scoperte ossidate
Fessure longitudinali 2
Lesioni distacco travi trasversi
Lesioni su anima lungo i cavi
Lesioni lungo suola del bulbo
Armatura scoperta ossidata testate
Macchie di umidità
Fessurazioni elicoidali
Delaminazione (legno lamellare)
Ossidazione 2
Lesioni caratteristiche in zona appoggio
Dislivello giunto pavimentazione
Dislivello tra elementi contigui

- Estensione variabile
- Intensità fissa

Sfogliamento vernice
Deformazione pareti travi scatolari
Ossidazione 1
Porzione di muratura mancante
Macchie di umidità risalita
Dilavamento
Macchie di colore scuro
Efflorescenze
Patina biologica
Esfoliazione
Macchie di umidità passiva
Macchie di umidità attiva
Cls dilavato ammalorato
Distacco del copriferro
Lesioni a ragnatela modeste
Lesioni attacco trave soletta
Lesioni capillari ancoraggi
Testate di ancoraggio non sigillate
Distacco tamponi testate
Guaine in vista
Umidità dall'interno
Tracce di scolo
Ristagni d'acqua
Deformazione Rottura Elementi di Continuità
Scossalina permeabile o assente

- Estensione fissa
- Intensità variabile

Fessure orizzontali 1
Distacco del timpano 1
Distacco del timpano 2
Piastra di base deformata
Invecchiamento Neoprene
Deterioramento del Teflon
Dissesto del rilevato di appoggio Deformazioni

- Estensione fissa
- Intensità fissa

Riprese successive deteriorate 1
Riprese successive deteriorate 2
Presenza di detriti
Dilavamento del rilevato di appoggio
Riparazioni provvisorie Giunti
Massetti lesionati
Distacco tampone
Deformazione tampone
Ammaloramento profilati

**DIFETTI GRAVITÀ**  
**G=4**  
**G=5**

Difetti di chiodatura
Bulloni allentati 1
Fessure longitudinali 1
Armatura ossidata corrosa
Fessure diagonali 2
Fessure trasversali 2
Guaine degradate e fili ossidati
Fili aderenti in vista ossidati
Riduzione armatura di precompressione
Attacco di funghi
Attacco di insetti
Ristagni d'acqua (Trappole d'acqua)
Danni da urto 1
Connessioni deteriorate
Movimenti di fondazione

Difetti di saldatura
Rottura di saldature
Bulloni tranciati
Lesioni ai nodi
Corrosione
Rottura staffe
Fuoriuscita barre ancoraggio
Ristagni d'acqua nei cassoni

Fessure verticali 1
Fessure diagonali 1
Fessure trasversali 1
Lesioni da schiacciamento
Bloccaggio
Preregolazione Sbagliata
Schiacciamento fuoriuscita lastre di piombo
Deformazione orizzontale eccessiva neoprene
Schiacciamento Fuoriuscita Neoprene
Ammaloramento pendoli in C.A.
Fuori piombo permanente pendoli
Ovalizzazione rulli metallici
Fuori sede rulli metallici
Scalzamento (per fondazioni profonde)
Danni da urto 2
Fuori piombo

Armatura longitudinale deformata
Calcestruzzo dilavato ammalorato testate
Difetti delle selle Gerber
Fessurazioni trasversali
Scalzamento (fondazioni superficiali)
Dissesto del rilevato di appoggio Stabilità

Tabella 4.5. – Classificazione del livello di difettosità

<b>ALTO</b>	Difetti di gravità alta o medio-alta $(G=5 \text{ o } G=4)$ e di qualsiasi intensità su elementi critici (selle Gerber, appoggi, cavi di precompressione, fondazioni scalzate, si veda definizione del § 3.3) o presenza di condizioni critiche (quadri fessurativi molto estesi ed intensi, cinematismi in atto, incipiente perdita di appoggio)
<b>MEDIO-ALTO</b>	Difetti di gravità alta o medio-alta $(G=5 \text{ o } G=4)$ e di intensità elevata su elementi la cui crisi può compromettere la statica dell'opera, come segnalato nella scheda di rilievo all'Allegato B
<b>MEDIO</b>	Difetti di gravità alta o medio-alta $(G=5 \text{ o } G=4)$ e di intensità elevata su elementi la cui crisi non può compromettere il comportamento statico globale dell'opera e difetti di gravità alta $(G=5)$ e di intensità medio-bassa
<b>MEDIO-BASSO</b>	Difetti di gravità medio-alta $(G=4)$ con intensità medio-bassa e difetti di gravità media e bassa $(G=3, G=2, G=1)$ e di qualsiasi intensità, in numero elevato
<b>BASSO</b>	Difetti di gravità media e bassa $(G=3, G=2, G=1)$ e di qualsiasi intensità, in numero esiguo

## Scheda Ispezione Ponti di Livello 1

**14** Travi/Traversi N \_\_\_\_\_ Strada di appartenenza: \_\_\_\_\_ Progressiva km: \_\_\_\_\_  
C.a. Tecnico rilevatore: \_\_\_\_\_ Data ispezione: \_\_/\_\_/\_\_\_\_



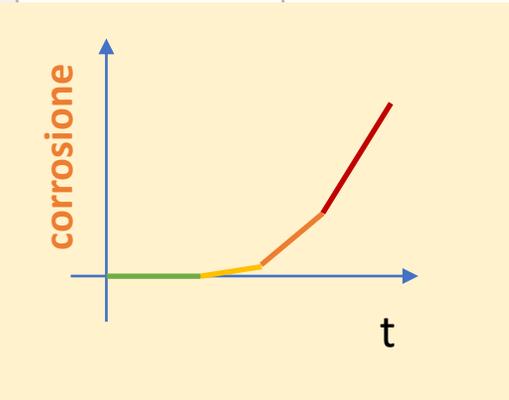
N°	Descrizione difetto	visto	G	Estensione K1			Intensità K2			N° foto	PS	NA	NR	NP	Note
				0,2	0,5	1	0,2	0,5	1						
c.a./c.a.p._1	Macchie di umidità passiva	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
c.a./c.a.p._2	Macchie di umidità attiva	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Dif. Gen_1	Tracce di scolo	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
c.a./c.a.p._3	Cls dilavato / ammalorato	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
c.a./c.a.p._21	Cls dilavato / ammalorato Testate	<input type="checkbox"/>	4			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>						
Dif. Gen_2	Ristagni d'acqua	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Dif. Gen_5	Ristagni d'acqua nei cassoni	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>						
c.a./c.a.p._4	Vespai	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
c.a./c.a.p._5	Distacco del copriferro	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
c.a./c.a.p._6	Armatura ossidata/corrosiva	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
c.a./c.a.p._15	Lesioni in corrispondenza staffe	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
c.a./c.a.p._7	Lesioni a ragnatela modeste	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
c.a./c.a.p._10	Fessure diagonali	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
c.a./c.a.p._19	Fessure trasversali	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
c.a./c.a.p._18	Fessure longitudinali	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
c.a./c.a.p._22	Lesioni / distacco travi traversi	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
c.a./c.a.p._16	Staffe scoperte / ossidate	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
c.a./c.a.p._23	Rottura staffe	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>						
c.a./c.a.p._12	Riprese successive deteriorate	<input type="checkbox"/>	1			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Dif. Gen_3	Danni da urto	<input type="checkbox"/>	4			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
c.a./c.a.p._17	Armatura longitudinale deformata	<input checked="" type="checkbox"/>	5			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Eventuali note															

Possibile inizio del fenomeno di corrosione

Riduzione di resistenza

Inizio della propagazione della corrosione

Propagazione della corrosione



Per maggiore chiarezza espositiva, si chiariscono operativamente alcune diciture frequentemente impiegate nelle schede:

- L'estensione si può determinare mediante il coefficiente  $k_1$ , riportato nelle schede di valutazione dei difetti. L'estensione si può ricondurre generalmente a due distinti casi:

- difetto con sviluppo lineare (fessure, lesioni, difetti in corrispondenza dei giunti, inflessione di una trave...) in cui il parametro  $k_1$  può essere quantificato valutando criticamente il seguente rapporto:

$$\frac{\text{lunghezza complessiva del difetto}}{\text{lunghezza della campata o della sezione di riferimento}}$$

- difetto con sviluppo areale (deterioramenti, distacchi, etc.) in cui il parametro  $k_1$  può essere valutato secondo la seguente espressione:

$$\frac{\text{area complessiva del difetto}}{\text{area della campata o dell'elemento strutturale di riferimento}}$$

In particolare: al termine "estensione bassa" corrisponde un valore di  $k_1$  minore o uguale a 0.2 (nelle schede di difettosità allegate alle LG barrare la casella a cui è associato il valore 0.2); per "estensione media" si intende un valore di  $k_1$  maggiore di 0.2 e minore o uguale a 0.5 (nelle schede di difettosità barrare la casella a cui è associato il valore 0.5); al termine "estensione alta" corrisponde un valore di  $k_1$  maggiore di 0.5 e minore o uguale a 1 (nelle schede di difettosità barrare la casella a cui è associato il valore 1).

Con la dicitura "estensione qualsiasi" si considerano tutti i livelli di estensione ( $k_1$  variabile tra 0 e 1).



**ANSFIS**

AGENZIA NAZIONALE PER LA SICUREZZA DELLE FERROVIE  
E DELLE INFRASTRUTTURE STRADALI E AUTOSTRADALI

## Sfogliamento vernice

Estensione $k_1$	0,2 (appena presente)	0,5 (~50% superficie)	1 (~tutta la superficie)
------------------	-----------------------	-----------------------	--------------------------

In funzione dell'area della superficie colpita dal difetto

## Lesioni in corrispondenza delle staffe

Estensione $k_1$	0,2 (in poche zone)	0,5 (~50% lunghezza)	1 (~intera lunghezza)
------------------	---------------------	----------------------	-----------------------

In funzione della lunghezza lungo cui il difetto si sviluppa

## Bulloni tranciati

Estensione $k_1$	0,2 (un bullone)	0,5 (più bulloni su un elemento)	1 (più bulloni su più elementi)
------------------	------------------	----------------------------------	---------------------------------

In funzione dei numero di elementi colpiti dal difetto

**Per maggiore chiarezza espositiva, si chiariscono operativamente alcune diciture frequentemente impiegate nelle schede:**

- L'intensità si può determinare mediante il coefficiente  $k_2$ , riportato nelle schede di valutazione dei difetti. L'intensità è possibile definirla a partire dalla descrizione del singolo difetto riportata, ad esempio, nelle schede allegate alle LLGG e dipende dall'entità del difetto in dipendenza delle dimensioni o delle caratteristiche dell'elemento strutturale (entità della sezione corrosa in relazione al diametro, ampiezza della fessura, etc.).

In particolare: al termine "intensità bassa" corrisponde un valore di  $k_2$  minore o uguale a 0.2 (nelle schede di difettosità allegate alle LLGG barrare la casella a cui è associato il valore 0.2); per "intensità media" si intende un valore di  $k_2$  maggiore di 0.2 e minore o uguale a 0.5 (nelle schede di difettosità barrare la casella a cui è associato il valore 0.5); al termine "intensità alta" corrisponde un valore di  $k_2$  maggiore di 0.5 e minore o uguale a 1 (nelle schede di difettosità barrare la casella a cui è associato il valore 1).

Con la dicitura "intensità qualsiasi" si considerano tutti i livelli di intensità ( $k_2$  variabile tra 0 e 1).



**ANSFIS**

AGENZIA NAZIONALE PER LA SICUREZZA DELLE FERROVIE  
E DELLE INFRASTRUTTURE STRADALI E AUTOSTRADALI

Schede difettologiche

N° difetto: c.a./c.a.p.\_6

## Armatura ossidata e/o corrosa

### Peso del difetto

G = 1

G = 2

G = 3

G = 4

**G = 5**

Estensione k <sub>1</sub>	0,2 (appena presente)	0,5 (~50% superficie)	1 (~tutta la superficie)
Intensità k <sub>2</sub>	0,2 (ossidata)	0,5 (Intaccata la sezione della barra)	1 (Corrosa con diminuz. di sezione)

### Descrizione

A causa della mancanza o della carenza di uno strato di ricoprimento in calcestruzzo adeguato, le armature in acciaio, a contatto con agenti aggressivi esterni, appaiono ossidate o corrose. Nei casi più gravi l'evoluzione del fenomeno può provocare la riduzione della sezione resistente.

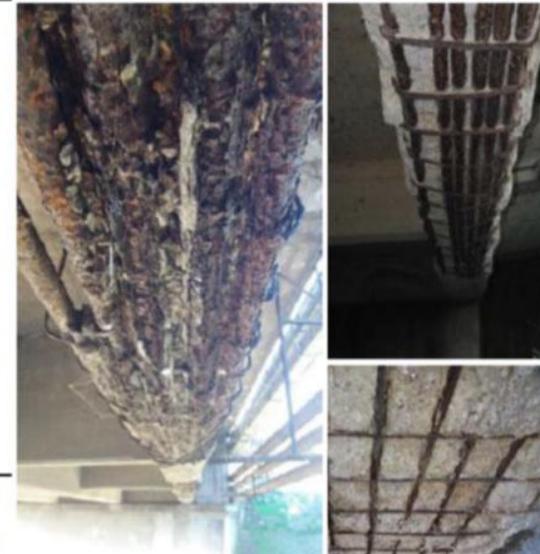
Qualora il calcestruzzo sia carbonatato e il copriferro intatto, tale fenomeno non è visibile ma si sviluppa al di sotto dello strato di ricoprimento in calcestruzzo. Per carbonatazione si intende la formazione di carbonato di calcio con la conseguente riduzione del PH del calcestruzzo e la depassivazione delle armature metalliche, che ne favorisce l'ossidazione. Quest'ultima provoca l'aumento di volume dell'armatura e la conseguente fessurazione, prima, ed espulsione poi, del copriferro.

### Cause

Oltre che per il fenomeno di carbonatazione, l'ossidazione e/o la corrosione delle armature esposte sono causate dal contatto con l'aria e facilitate dalla presenza di acqua.

### Fenomeni di degrado correlati

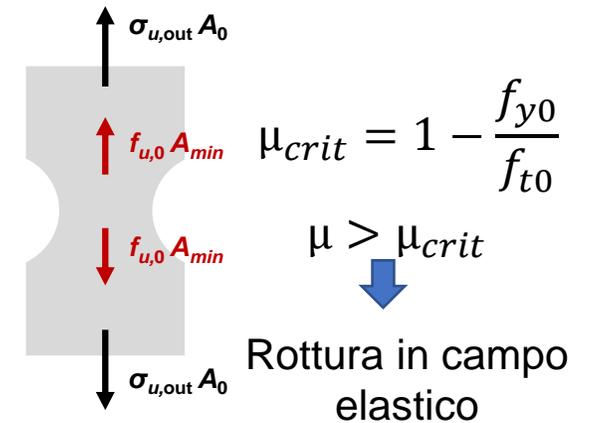
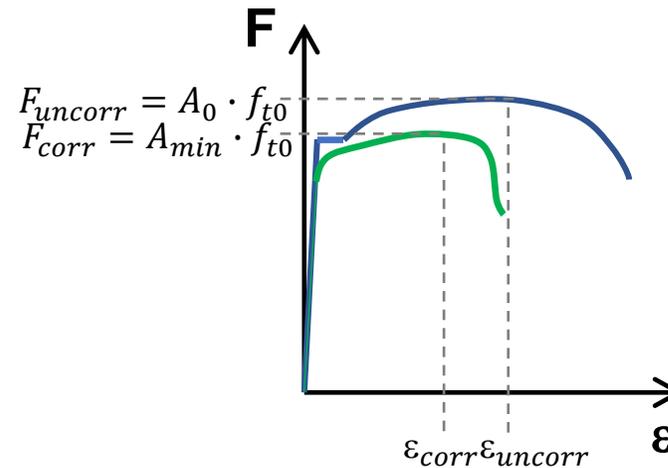
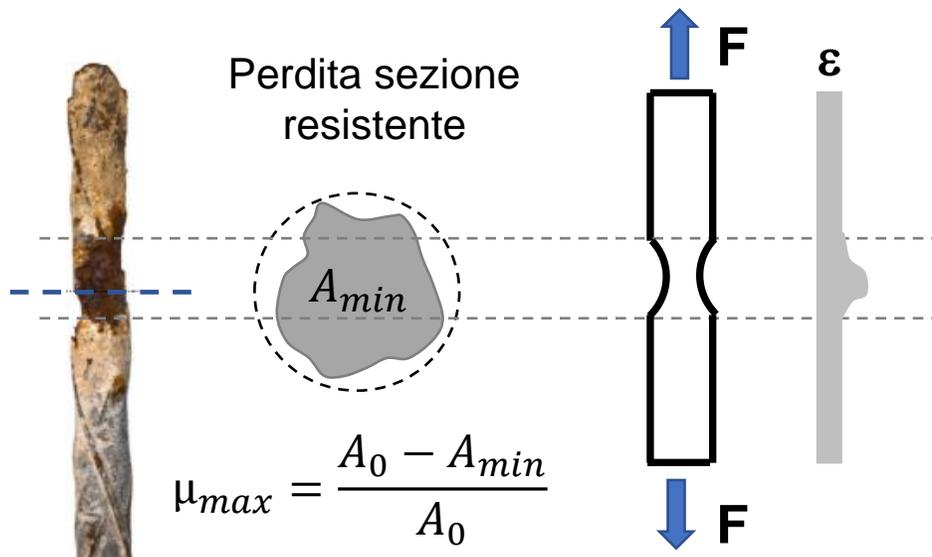
Il fenomeno è visibile laddove sono presenti distacchi di copriferro ed è maggiormente evidente in corrispondenza di vespai. Fasi anteriori del degrado sono eventuali lesioni in corrispondenza delle barre di armatura, la cui evoluzione potrebbe provocare il completo distacco di copriferro e la conseguente esposizione delle barre stesse. L'armatura ossidata e/o corrosa non si deve confondere con le staffe scoperte e/o ossidate, fenomeno che si riferisce specificatamente alle armature trasversali degli elementi, laddove esse siano presenti e ben distinguibili da quelle longitudinali.



Effetto del degrado sul comportamento a trazione

## Scheda Ispezione Ponti di Livello 1

14	Travi/Traversi N _____ Strada di appartenenza: _____ Progressiva km: _____	visto	G	Estensione K1			Intensità K2			N° foto	PS
	C.a. _____ Tecnico rilevatore: _____ Data ispezione: _____			0,2	0,5	1	0,2	0,5	1		
c.a./c.a.p._6	Armatura ossidata/corrosiva	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>							

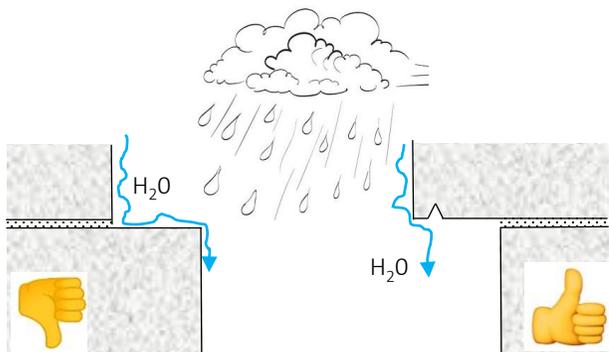
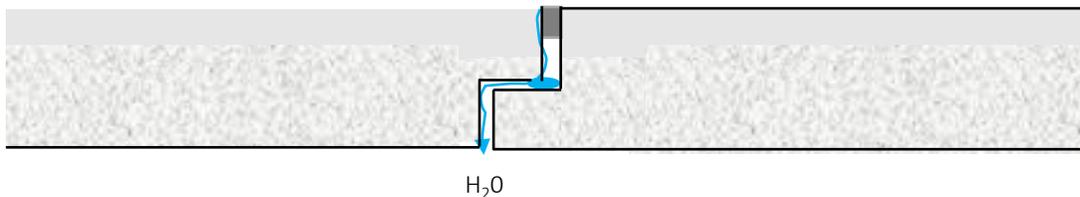
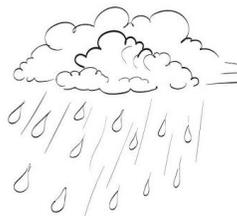


Problema nei meccanismi che richiedono duttilità (e.g. Selle Gerber)

Haefliger S., Thoma K., Kaufmann W., 2023.

Franceschini L., Vecchi F., Tondolo F., Belletti B., Montero J.S., 2022.

- Convogliamento acque assente
- Pozzetti intasati
- Scarichi corti/ostruiti/danneggiati
- Infiltrazioni da giunti



## Scheda Ispezione Ponti di Livello 1

<b>20</b>	<b>Elementi accessori (indicare solamente se il difetto è presente)</b>			Data: __/__/__
	Strada di appartenenza: _____ Progressiva km: _____ Tecnico rilevatore: _____			



N° corsie				<b>BARRIERE LATERALI</b>	
Larghezza carreggiata				<input type="checkbox"/>	<b>CASO 1</b> Marciapiede assente
Marciapiede	SI		NO	<input type="checkbox"/>	<b>CASO 2</b> Marciapiede sormontabile
	1 (solo su un lato)	2 (su entrambi i lati)		<input type="checkbox"/>	<b>CASO 3</b> Marciapiede non sormontabile
Larghezza marciapiede					
Altezza marciapiede					

Elemento ispezionato	N°	Descrizione difetto	N° foto	Note
<b>Stato della pavimentazione</b>	El.Acc_1	Dislivello rilevato impalcatato	<input type="checkbox"/>	
		Presenza di dossi	<input type="checkbox"/>	
		Fessure - anomalie	<input type="checkbox"/>	
<b>Cordoli</b>	El.Acc_2	Assenti	<input type="checkbox"/>	
		Degradati	<input type="checkbox"/>	
<b>Convogliamento acque</b>	El.Acc_3	Assenti	<input type="checkbox"/>	
	El.Acc_4	Pozzetti intasati	<input type="checkbox"/>	
	El.Acc_5	Scarichi corti	<input type="checkbox"/>	
	El.Acc_6	Scarichi ostruiti	<input type="checkbox"/>	
	El.Acc_7	Scarichi danneggiati	<input type="checkbox"/>	

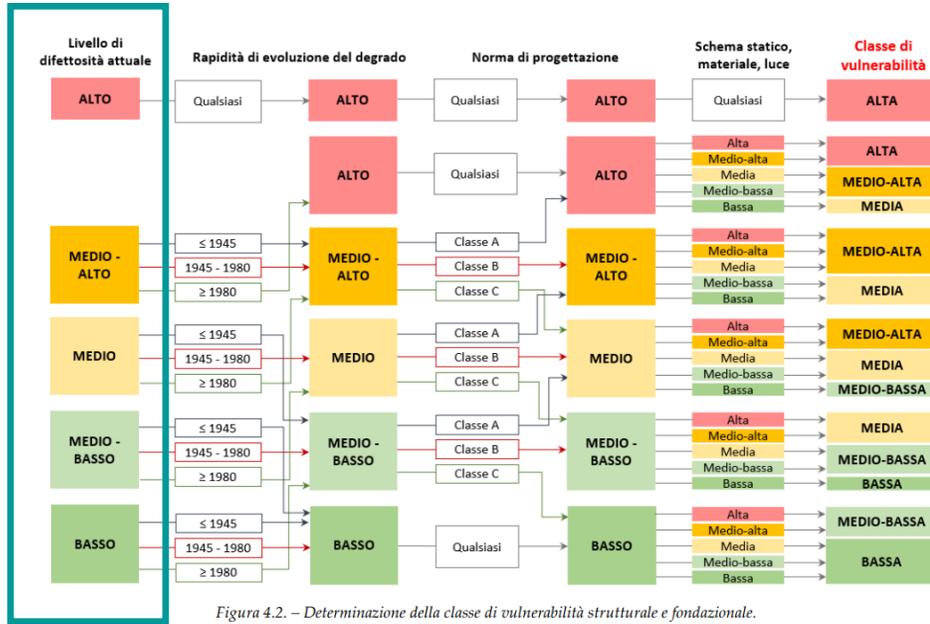


Figura 4.2. – Determinazione della classe di vulnerabilità strutturale e fondazionale.

vulnerabilità  
strutturale e  
fondazionale

Tabella 4.5. – Classificazione del livello di difettosità

ALTO	Difetti di gravità alta o medio-alta ( $G=5$ o $G=4$ ) e di qualsiasi intensità su elementi critici (selle Gerber, appoggi, cavi di precompressione, fondazioni scalzate, si veda definizione del § 3.3) o presenza di condizioni critiche (quadri fessurativi molto estesi ed intensi, cinematismi in atto, incipiente perdita di appoggio)
MEDIO-ALTO	Difetti di gravità alta o medio-alta ( $G=5$ o $G=4$ ) e di intensità elevata su elementi la cui crisi può compromettere la statica dell'opera, come segnalato nella scheda di rilievo all'Allegato B
MEDIO	Difetti di gravità alta o medio-alta ( $G=5$ o $G=4$ ) e di intensità elevata su elementi la cui crisi non può compromettere il comportamento statico globale dell'opera e difetti di gravità alta ( $G=5$ ) e di intensità medio-bassa
MEDIO-BASSO	Difetti di gravità medio-alta ( $G=4$ ) con intensità medio-bassa e difetti di gravità media e bassa ( $G=3$ , $G=2$ , $G=1$ ) e di qualsiasi intensità, in numero elevato
BASSO	Difetti di gravità media e bassa ( $G=3$ , $G=2$ , $G=1$ ) e di qualsiasi intensità, in numero esiguo

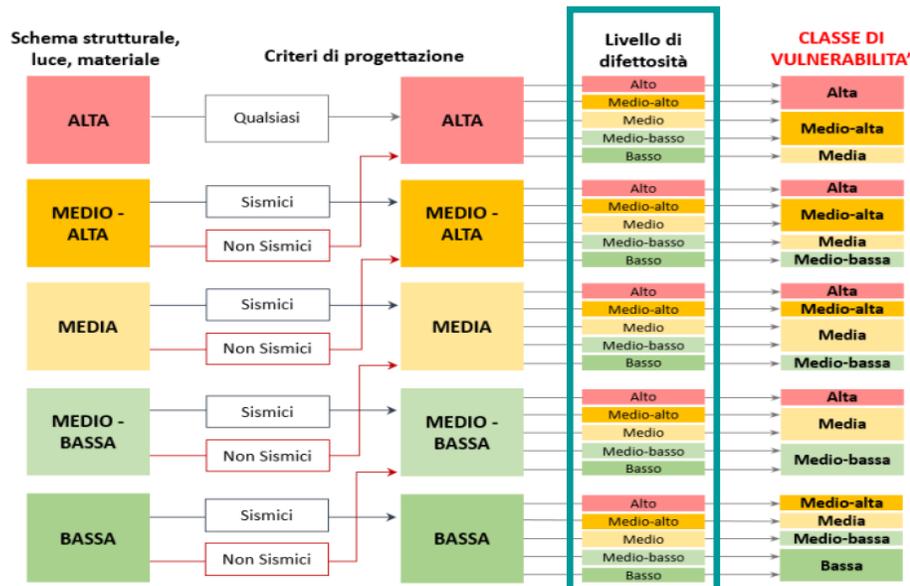


Figura 4.5. – Flusso logico per la determinazione della classe di vulnerabilità sismica

vulnerabilità  
sismica

Tabella 4.14. – Livelli di difettosità ai fini della classificazione della vulnerabilità sismica

ALTO	Difetti di gravità alta o medio-alta ( $G=5$ o $G=4$ ) e di qualsiasi intensità su elementi critici (apparecchi di appoggio, sezioni di estremità delle pile) o presenza di condizioni critiche (cinematismi in atto, incipiente perdita di appoggio)
MEDIO-ALTO	Difetti di gravità alta o medio-alta ( $G=5$ o $G=4$ ) e di intensità elevata su elementi la cui crisi può compromettere il comportamento globale dell'opera nei confronti delle azioni sismiche
MEDIO	Difetti di gravità alta o medio-alta ( $G=5$ o $G=4$ ) e di intensità elevata su elementi la cui crisi non può compromettere il comportamento globale nei confronti delle azioni sismiche dell'opera e difetti di gravità alta ( $G=5$ ) e di intensità medio-bassa
MEDIO-BASSO	Difetti di gravità medio-alta ( $G=4$ ) e di intensità medio-bassa e difetti di gravità media e bassa ( $G=3$ , $G=2$ , $G=1$ ) e di qualsiasi intensità, in numero elevato
BASSO	Difetti di gravità media e bassa ( $G=3$ , $G=2$ , $G=1$ ) e di qualsiasi intensità, in numero esiguo

# Livello 1

## La gestione dei dati

## Schede descrittive di ispezione ponti di Livello 1

Strada di appartenenza: _____	Progressiva km: _____													
Tecnico rilevatore: _____	Data ispezione: _____													
<i>Localizzazione</i>														
Provincia/Regione: _____ Comune: _____ Località: _____	<b>Coordinate Geografiche</b>  <input type="radio"/> ETRF2000 <input type="radio"/> WGS84	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%; text-align: center;">Centro</td> <td style="width: 10%;">Quota s.l.m. [m]: _____</td> <td style="width: 10%;">Longitudine: _____</td> <td style="width: 10%;">Latitudine: _____</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Iniziale</td> <td>Quota s.l.m. [m]: _____</td> <td>Longitudine: _____</td> <td>Latitudine: _____</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Finale</td> <td>Quota s.l.m. [m]: _____</td> <td>Longitudine: _____</td> <td>Latitudine: _____</td> </tr> </table>	Centro	Quota s.l.m. [m]: _____	Longitudine: _____	Latitudine: _____	Iniziale	Quota s.l.m. [m]: _____	Longitudine: _____	Latitudine: _____	Finale	Quota s.l.m. [m]: _____	Longitudine: _____	Latitudine: _____
Centro	Quota s.l.m. [m]: _____	Longitudine: _____	Latitudine: _____											
Iniziale	Quota s.l.m. [m]: _____	Longitudine: _____	Latitudine: _____											
Finale	Quota s.l.m. [m]: _____	Longitudine: _____	Latitudine: _____											
<i>Tipologia strutturale</i>														
<input type="radio"/> Arco in Muratura	<input type="radio"/> Travate appoggiate	<input type="radio"/> Travate continue	<input type="radio"/> Soletta in C.A.	<input type="radio"/> Sezione tubolare in c.a.										
<input type="radio"/> Arco in C.A.	<input type="radio"/> Travate Gerber	<input type="radio"/> Cassone in Precompresso	<input type="radio"/> Sezione tubolare in acciaio	<input type="radio"/> Arco in acciaio										
<input type="radio"/> Strallato o sospeso	<input type="radio"/> Altro _____	<input type="radio"/> Travate in c.a.p. a cavi post-tesi												
<i>Tipologia delle Fondazioni</i>		<i>Classificazione delle vie di attacco</i>												
<input type="radio"/> Fondazioni dirette	<input type="radio"/> Fondazioni Indirette	<input type="radio"/> Rilevato in terra												
<input type="radio"/> Murature		<input type="radio"/> Rilevato in terra rinforzata/armata												
<input type="radio"/> Pile in alveo		<input type="radio"/> Rilevato in golenia												

## Schede descrittive di ispezione ponti di Livello 1

Materiale	Tipologia elementi strutturali		
	Spalle n° elementi	Pile n° elementi	Impalcato n° campate
C.A.			
C.A.P.			
Acciaio			
Acciaio – Calcestruzzo			
Muratura			
Legno			
Altro			

Elemento strutturale	Tipologia elementi strutturali IMPALCATO							
	n° elementi totali	C.A.	C.A.P.	Acciaio	Acciaio - Calcestruzzo	Muratura	Legno	Altro
Soletta [n° campate]								
Travi [n° elementi]								
Traversi [n° elementi]								
Arco [n° elementi]								
Altro								

*Apparecchi di appoggio*

---

Assenti

---

<input type="radio"/> Presenti	Tipo di apparecchi	n° apparecchi tot
	n° apparecchi rilevabili	Nessun apparecchio visibile



Predisposizione delle schede di valutazione dei difetti in funzione del numero e tipologia di elementi di cui l'opera è costituita

## Elementi costituenti il ponte

## N° e Tipologie Schede

- |  |   |                  |
|--|---|------------------|
| • 2 Spalle in c.a.                             | → | 2 Schede tipo 1  |
| • 4 Pile monofusto a sezione circolare in c.a. | → | 4 Schede tipo 3  |
| • 5 Impalcati a cassone                        | → | 5 Schede tipo 14 |
| • 5 Solette in c.a.                            | → | 5 Schede tipo 18 |
| • 16 Apparecchi di Appoggio in Teflon          | → | 16 Schede tipo 6 |
| • 2 Giunti su spalle                           | → | 2 Schede tipo 7  |
| • Elementi accessori                           | → | 1 Scheda tipo 20 |

---

**TOTALE SCHEDE 35**

Esempio di compilazione della scheda di valutazione difetti della spalla di un viadotto.

Codice difetto	Descrizione difetto	visto	G	Estensione K <sub>1</sub>			Intensità K <sub>2</sub>			N° Foto	PS	NA	NR	NP	Note
				0.2	0.5	1	0.2	0.5	1						
1	Spalle N _____ Strada di appartenenza: _____ Progressiva km: _____ Calcestruzzo Tecnico rilevatore: _____ Data ispezione: __/__/__														
c.a./c.a.p._1	Macchie di umidità passiva	X	1											X	
c.a./c.a.p._2	Macchie di umidità attiva	X	3											X	
Dif. Gen_1	Tracce di scolo	X	3		X				X	261 e 262,266 e 267,268					261e262El.,266e267M.andat.Sud,268M.and.Nord
c.a./c.a.p._3	Calcestruzzo dilavato/ammalorato	X	3		X				X	263 a 265,269 e 270					263 a 265 M.andatore.Sud,269e270 Sp.Elev.
Dif. Gen_2	Ristagni d'acqua	X	2										X		
c.a./c.a.p._4	Vespai	X	2											X	
c.a./c.a.p._5	Distacco del copriferro	X	2											X	
c.a./c.a.p._6	Armatura ossidata e/o corrosa	X	5	X				X		263 a 265					263 a 265 M.andatore Sud
c.a./c.a.p._7	Lesioni a ragnatela modeste	X	1											X	
c.a./c.a.p._8	Fessure orizzontali	X	2											X	
c.a./c.a.p._9	Fessure verticali	X	2											X	
c.a./c.a.p._10	Fessure diagonali	X	5											X	
c.a./c.a.p._11	Lesioni attacco pilastri	X	3									X			
c.a./c.a.p._12	Riprese successive deteriorate	X	1											X	
Dif. Gen_3	Danni da urto	X	4											X	
Dif. Gen_6	Fuori piombo	X	5											X	
Ril/Fond_1	Scalzamento	X	5											X	
Ril/Fond_2	Dilavamento del rilevato	X	1											X	
Ril/Fond_3	Dissesto del rilevato - deformazioni	X	2											X	
Ril/Fond_4	Dissesto del rilevato - stabilità	X	4											X	
Ril/Fond_5	Movimenti di fondazione	X	5										X		
c.a./c.a.p._13	Lesioni da schiacciamento	X	4											X	
Dif. Gen_4	Lesioni caratteristiche in zona appoggio	X	3											X	
Eventuali note															

Esempio di compilazione della scheda di valutazione difetti della trave di un viadotto.

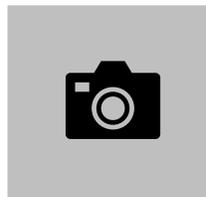
Codice difetto	Descrizione difetto	visto	G	Estensione K <sub>1</sub>			Intensità K <sub>2</sub>			N° Foto	PS	NA	NR	NP	Note
				0.2	0.5	1	0.2	0.5	1						
14	Travi/Traversi N _____ Strada di appartenenza: _____ Progressiva km: _____ C.a. _____ Tecnico rilevatore: _____ Data ispezione: __/__/__														
c.a./c.a.p._1	Macchie di umidità passiva	X	1	X					X	177 a 180,182 e 183					Intradosso
c.a./c.a.p._2	Macchie di umidità attiva	X	3		X				X	177 a 180,182 e 183					Intradosso
Dif. Gen_1	Tracce di scolo	X	3	X					X	175 e 176					
c.a./c.a.p._3	Calcestruzzo dilavato/ammalorato	X	3	X					X	177 a 181,192 a 194					177 a 181 Intr., 192 a 194 Par.Vert.
c.a./c.a.p._21	Calcestruzzo dilavato/ammalorato testate	X	4											X	
Dif. Gen_2	Ristagni d'acqua	X	2										X		
Dif. Gen_5	Ristagni d'acqua nei cassoni	X	4											X	
c.a./c.a.p._4	Vespai	X	2											X	
c.a./c.a.p._5	Distacco del copriferro	X	2											X	
c.a./c.a.p._6	Armatura ossidata e/o corrosa	X	5											X	
c.a./c.a.p._15	Lesioni in corrispondenza delle staffe	X	2											X	
c.a./c.a.p._7	Lesioni a ragnatela modeste	X	1	X					X	184 e 185					
c.a./c.a.p._10	Fessure diagonali	X	5											X	
c.a./c.a.p._19	Fessure trasversali	X	5											X	
c.a./c.a.p._18	Fessure longitudinali	X	2	X			X			186 a 190					
c.a./c.a.p._22	Lesioni distacco travi/traversi	X	3									X			
c.a./c.a.p._16	Staffe scoperte/ossidate	X	3											X	
c.a./c.a.p._23	Rottura staffe	X	4											X	
c.a./c.a.p._12	Riprese successive deteriorate	X	1											X	
Dif. Gen_3	Danni da urto	X	4											X	
c.a./c.a.p._17	Armatura longitudinale deformata	X	5											X	

## ACQUISIZIONI FOTO

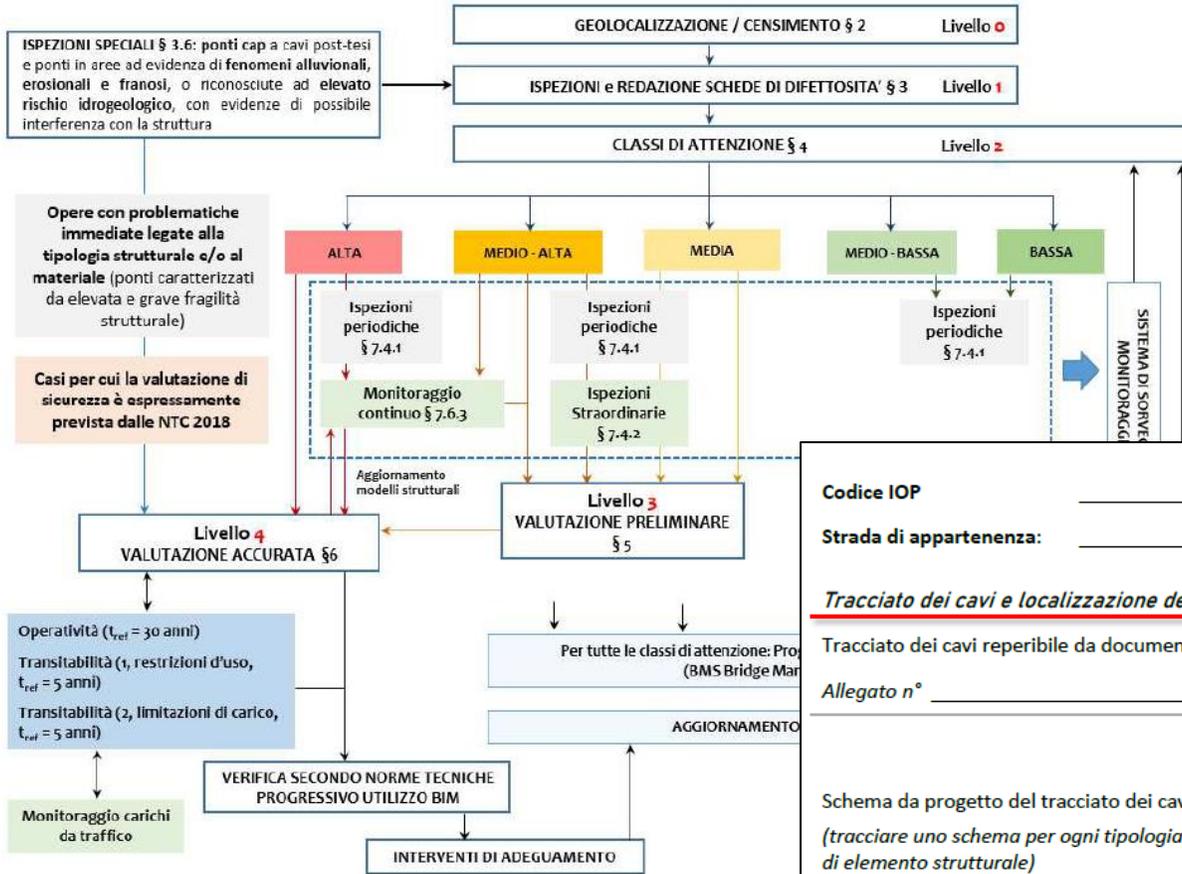
Per ciascun elemento ispezionato (pila, trave, traverso, soletta, ecc) è necessario acquisire delle foto associate a ciascun difetto rilevato su di esso, ordinandole per data.

Esempio:

3	Pile Calcestruzzo	N		Strada di appartenenza	Progressiva km						
Codice difetto	Descrizione difetto	Visto	G	Estensione k1	Intensità k2	N° Foto	PS	NA	NR	NP	Note
c.a./c.a.p._5	Distacco del copriferro	<input checked="" type="checkbox"/>	2	0.2	1						pulvino



## Ponti in c.a.p. a cavi post-tesi



**Codice IOP** \_\_\_\_\_ **Nome Ponte/Viadotto** \_\_\_\_\_

**Strada di appartenenza:** \_\_\_\_\_ **Progressiva km iniziale:** \_\_\_\_\_ **Progressiva km finale:** \_\_\_\_\_

**Tracciato dei cavi e localizzazione dei difetti**

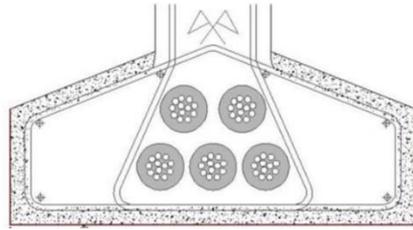
Tracciato dei cavi reperibile da documenti di progetto originale  SI  NO

Allegato n° \_\_\_\_\_ (se SI, indicare i documenti di riferimento da allegare alla presente scheda)

Schema da progetto del tracciato dei cavi  
(tracciare uno schema per ogni tipologia di elemento strutturale)

Indagini non distruttive/semi-distruttive		Elementi indagati (tipologia e numero)	N° totale di indagini eseguite
<b>Tipologie di indagini</b> (indagine pacometriche, georadar, tomografie ultrasoniche, Impact-Echo, metodi MFL, misure di ponteziale di corrosione)	1)	_____	_____
	2)	_____	_____
	3)	_____	_____
	4)	_____	_____
	...)	_____	_____

## Scheda di ispezione aggiuntiva per Ponti in c.a.p. a cavi post-tesi



(tubi iniettati)



(Tubi non iniettati e cavi corrosi)

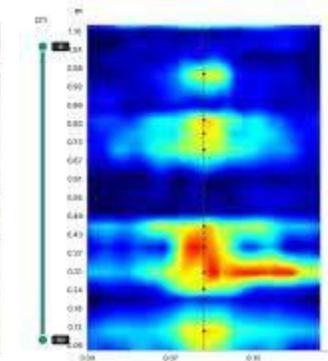
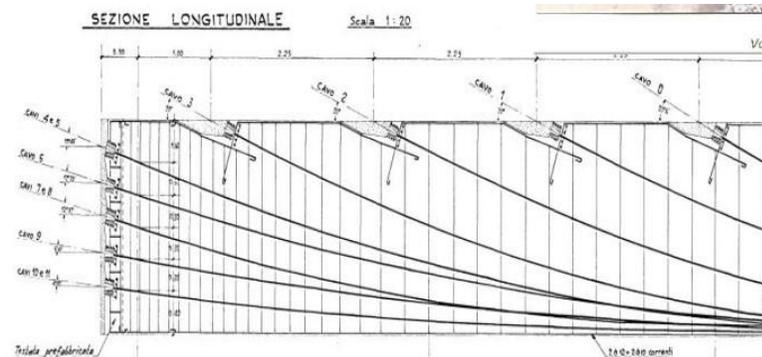
### Schede di ispezione speciale - Ponti in c.a.p. a cavi post-tesi



Codice IOP \_\_\_\_\_ Nome Ponte/Viadotto \_\_\_\_\_  
 Strada di appartenenza: \_\_\_\_\_ Progressiva km iniziale: \_\_\_\_\_ Progressiva km finale: \_\_\_\_\_

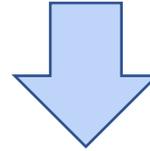
#### Tracciato dei cavi e localizzazione dei difetti

Tracciato dei cavi reperibile da documenti di progetto originale  SI  NO  
 Allegato n° \_\_\_\_\_ (se SI, indicare i documenti di riferimento da allegare alla presente scheda)

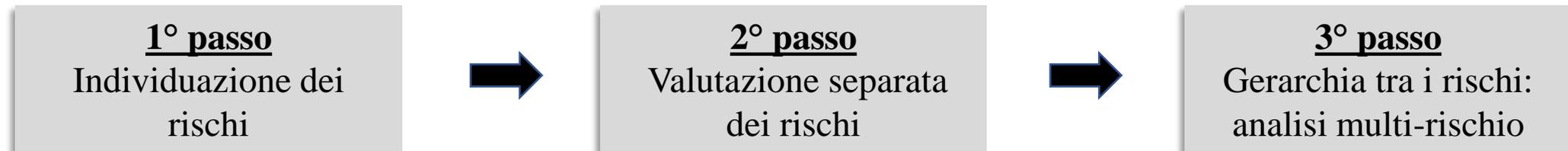


## Livello 2

Elaborando i dati raccolti nel **Livello 0** e nel **Livello 1**, i ponti verranno divisi per classi di attenzione individuando un ordine di priorità da seguire per l'applicazione dei livelli successivi.



## PROCESSO DI CLASSIFICAZIONE

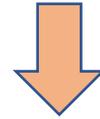


**CdA  
STRUTTURALE E  
FONDAZIONALE**



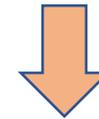
AZIONI nelle normali  
**CONDIZIONI DI  
ESERCIZIO**

**CdA  
IDRAULICA**

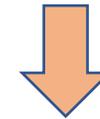


Legate ad azioni con periodo di ritorno più elevato

**CdA  
SISMICA**



**CdA  
FRANE**



## Rischio idraulico

### Tipologia di fenomeno

<input type="radio"/> Accertato	<input type="radio"/> Ipotizzato
<input type="radio"/> Sormonto o insufficienza di franco	
<input type="radio"/> Fenomeni di erosione localizzata e generalizzata	

### Area riconosciuta pericolosa (allegare riferimenti)

<input type="radio"/> Fenomeno riconosciuto ma non ancora studiato	<input type="radio"/> Fenomeno riconosciuto e studiato
<input type="radio"/> Fenomeno modellato e oggetto di monitoraggio	<input type="radio"/> Fenomeno oggetto di opere di mitigazione

### Individuazione area secondo le cartografie tematiche delle Autorità di Distretto

### Individuazione delle parti della struttura che interessano l'alveo secondo le definizioni delle NTC 2018 e circolare

### Confinamento alveo

<input type="radio"/> Confinato	<input type="radio"/> Semiconfinato	<input type="radio"/> Non confinato
---------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------

### DATI PRINCIPALI

- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pericolosità/suscettibilità della frana</li> <li>• Grado di certezza/affidabilità della valutazione complessiva</li> <li>• Presenza – o meno – di misure di mitigazione</li> <li>• Estensione della potenziale interazione con il ponte</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adeguatezza relazione di compatibilità idraulica</li> <li>• Fenomeni di scalzamento e/o erosione delle pile in alveo</li> <li>• Stabilità morfologica del corso d'acqua</li> <li>• Eventuale presenza di opere di mitigazione/laminazione</li> </ul> |
|---|---|

Una scheda apposita è predisposta per il rilievo degli elementi influenti sulla **valutazione del rischio frane e idraulico**.

## Rischio frane

### Area riconosciuta pericolosa (allegare riferimenti)

<input type="radio"/> Fenomeno riconosciuto ma non ancora studiato	<input type="radio"/> Fenomeno riconosciuto e studiato
<input type="radio"/> Fenomeno modellato e oggetto di monitoraggio	<input type="radio"/> Fenomeno oggetto di opere di mitigazione

### Contesto geologico

Formazioni \_\_\_\_\_

Unità 1 \_\_\_\_\_

Unità 2 \_\_\_\_\_

.... \_\_\_\_\_

### Tipologia di fenomeno

<input type="radio"/> Accertato	<input type="radio"/> Potenziale		
<input type="radio"/> Crollo in roccia	<input type="radio"/> Ribaltamento	<input type="radio"/> Scorrimento rotazionale	<input type="radio"/> Scorrimento traslativo
<input type="radio"/> Colate e valanghe detritiche	<input type="radio"/> Colate viscoso e traslative	<input type="radio"/> Complesso e composito	<input type="radio"/> Fenomeni gravitativi profondi

### Distribuzione di attività (se definibile dai dati in possesso)

<input type="radio"/> Costante	<input type="radio"/> Retrogressivo	<input type="radio"/> In allargamento	<input type="radio"/> Avanzante	<input type="radio"/> In diminuzione
<input type="radio"/> Confinato	<input type="radio"/> Multidirezionale			

### Uso suolo dell'area potenzialmente coinvolta (incidente sulla difficoltà di determinazione)

<input type="radio"/> Area urbanizzata	<input type="radio"/> Area estrattiva	<input type="radio"/> Seminativo	<input type="radio"/> Colture	<input type="radio"/> Vegetazione riparia
<input type="radio"/> Rimboschimento	<input type="radio"/> Bosco ceduo	<input type="radio"/> Bosco d'alto fusto	<input type="radio"/> Incolto nudo	<input type="radio"/> Incolto macchia cespugliato



Non si può parlare di vero e proprio RISCHIO in quanto le valutazioni e le analisi che si svolgono a questo livello sono semplificate e approssimate, mentre la valutazione di rischio richiederebbe analisi più accurate.

**CLASSE DI ATTENZIONE**

**CdA= Pericolosità \* Vulnerabilità \* Esposizione**

La sua definizione considera l'influenza delle principali fonti di rischio in maniera speditiva, semplice ed approssimata.

**Pericolosità**

**Vulnerabilità**

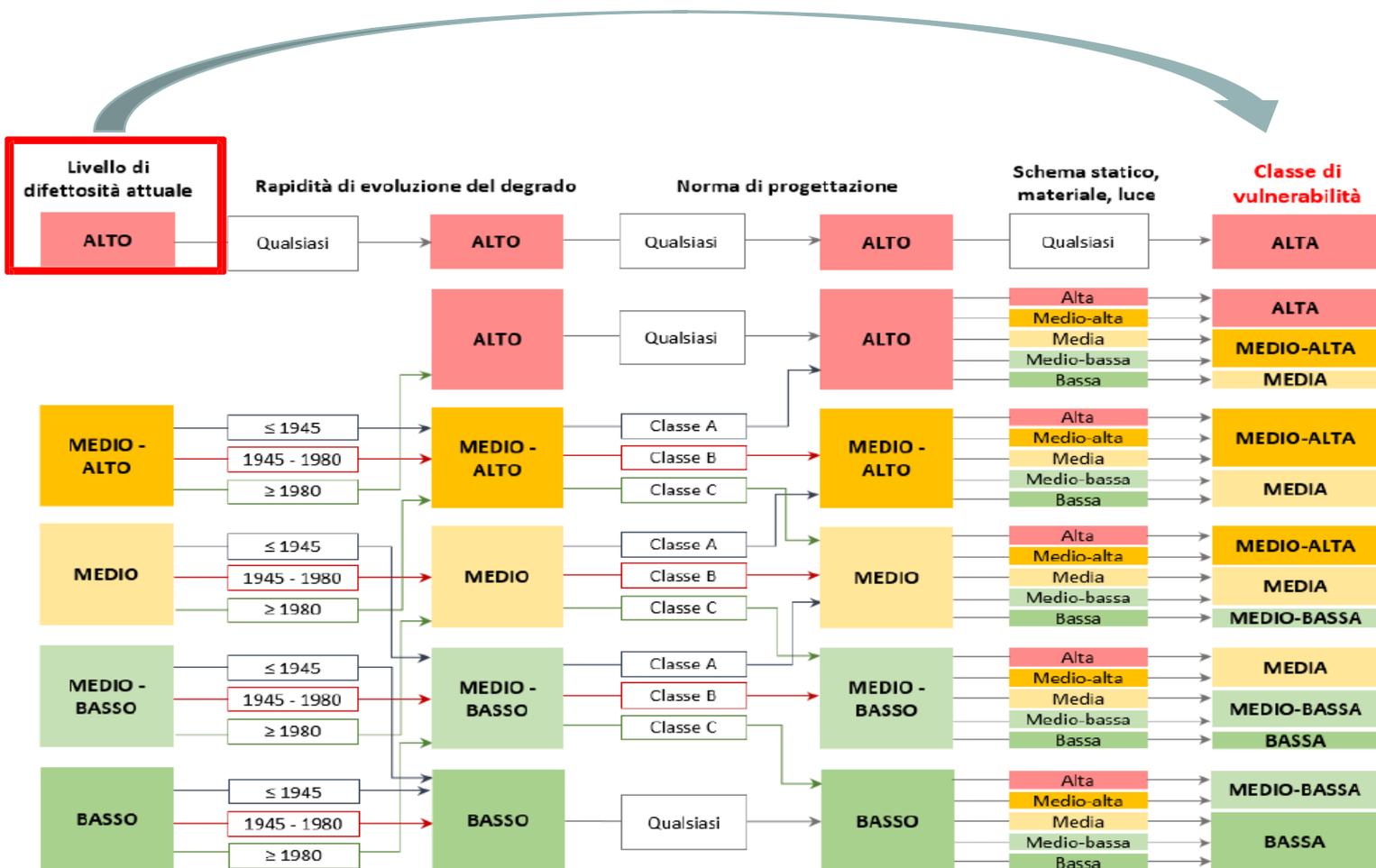
**Esposizione**

Ognuno dei **3 fattori** è data dalla combinazione di **PARAMETRI PRINCIPALI** e **PARAMETRI SECONDARI** variabili in funzione della tipologia di rischio considerata.

I parametri sono determinati mediante il **CENSIMENTO (Livello 0)** e le **ISPEZIONI VISIVE (Livello 1)**

Il **Livello 2** si basa sulla definizione di una **classe di attenzione** del ponte attraverso un'analisi multi-rischio semi-quantitativa semplificata:  $R = P \times V \times E$

Rispetto agli altri parametri, quello di **vulnerabilità** è significativamente influenzato dal **livello di difettosità** (i.e. un ponte danneggiato è significativamente più incline al collasso rispetto a uno integro).



*Livello di difettosità alto* → *Classe di vulnerabilità alta* → *Classe di attenzione alta*

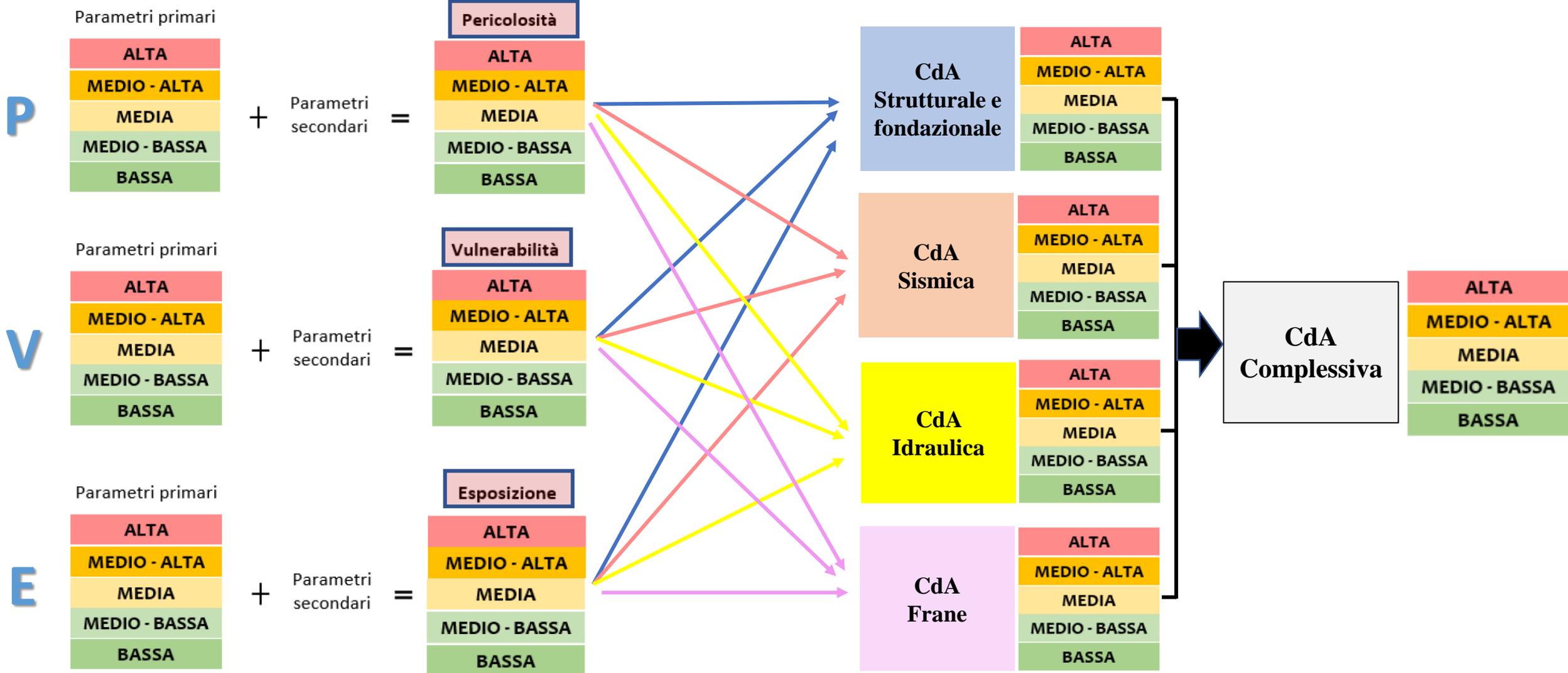
Massima gravità

**G=5**

Massima classe di attenzione

**Alta**

Figura 4.2. – Determinazione della classe di vulnerabilità strutturale e fondazionale.



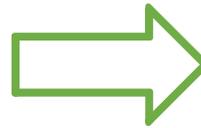
*Data mining (Livello 0)*  
*Ispezione visiva (Livello 1)*  
*Definizione della classe di rischio (Livello 2)*

*Valutazione della sicurezza (Livelli 3,4)*  
*Resilienza (Livello 5)*



***per tutti i ponti***

*Un approccio multilivello  
consente di definire per  
ciascun ponte una  
conoscenza ed analisi  
corrispondenti ai differenti  
Livelli delle Linee Guida*



***per una selezione di ponti***