



Alma Mater Studiorum
Università di Bologna
Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali



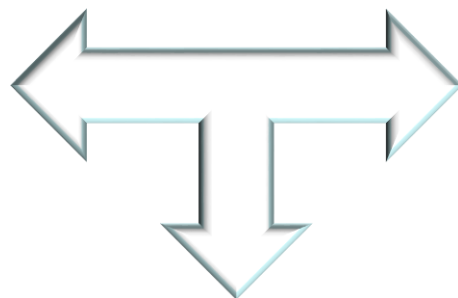
VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA FERROVIARIA BOLOGNA-RIMINI *NUOVI PONTI FERROVIARI PER TRENI PIÙ VELOCI*

«LE SCELTE PROGETTUALI»

Ing. Maria Gloria Imbroglini
Direzione Territoriale Produzione Bologna
DIREZIONE LAVORI
RESPONSABILE PATRIMONIO ESPROPRI E ATTRAVERSAMENTI

DAL 2015 UN LAVORO IN PARALLELO PER UN UNICO OBIETTIVO

Interventi estesi volti al
potenziamento della linea



Verifica puntuale
dell'esistente

Consentire l'esercizio ferroviario
fino a 200km/h
in sicurezza entro il 2017

LA VERIFICA DELL'ESISTENTE



Valutazione del livello di sicurezza delle strutture esistenti per le condizioni di esercizio previste nel
PROGETTO VELOCIZZAZIONE

OPERE D'ARTE
ELEMENTI PUNTUALI DELLA LINEA A
SOSTEGNO DELLA SEDE FERROVIARIA

Verifiche di sicurezza nei confronti delle azioni statiche e delle azioni sismiche previste, con riferimento a norme, regolamenti e linee guida correntemente vigenti.



I RIFERIMENTI NORMATIVI

- D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008 – **Norme Tecniche per le Costruzioni**;
- Istruzioni per l’uso delle norme tecniche delle costruzioni - **Circolare Ministeriale N°617 del 2 febbraio 2009**
- Regolamento UE n°1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle “**Specifiche Tecniche di Interoperabilità (STI) per il sottosistema “*infrastruttura*” del sistema ferroviario dell’Unione Europea**”;
- RFI DI TC/AR MO IFS 001 A - “**Specifica tecnica per la riclassificazione delle linee e circolabilità delle locomotive sui ponti**”;
- RFI DTC SICS MA IFS 001 A del 29-12-15 – **Manuale di Progettazione delle Opere Civili**;
- RFI DTC SICS SP IFS 001 B del 24-12-15 – **Capitolato Generale Tecnico di Appalto delle Opere Civili**;
- RFI-DTC-SICS PO IFS 001 A – Istruzione 44C- Procedura DTC PSE 44 1 0 del 6-5-2016 - **Visite di controllo ai ponti, alle gallerie ed alle altre opere d’arte dell’infrastruttura ferroviaria.**

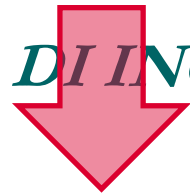
LO STUDIO DELLE OPERE D'ARTE ESISTENTI

«È definita costruzione esistente quella che abbia, alla data della redazione della valutazione di sicurezza e/o progetto di intervento, la struttura completamente realizzata» (N.T.C. – # 8.1)

L'opera esistente si distingue da quella di nuova progettazione per i seguenti aspetti:

- il progetto riflette lo **stato delle conoscenze** al tempo della loro costruzione;
- il progetto può contenere **difetti di impostazione concettuale** e di **realizzazione** non immediatamente visibili;
- può aver subito **terremoti passati** o ad altre **azioni accidentali** i cui effetti non sono manifesti.

GRADO DI INCERTEZZA



- fattori di confidenza adeguati alle verifiche di sicure
- metodi di analisi e di verifica adeguati;
- la completezza e l'affidabilità dell'informazione disponibile.



Come affrontare l'**ANALISI** e la **VERIFICA** di un'opera esistente?

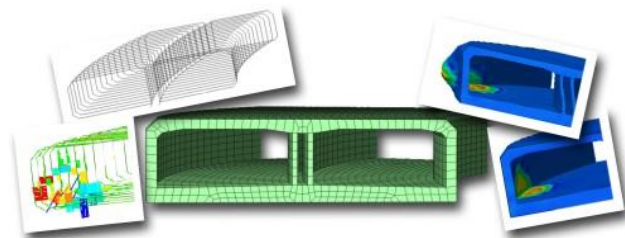
LO STUDIO DELLE OPERE D'ARTE ESISTENTI

Conoscenza dello
stato di fatto

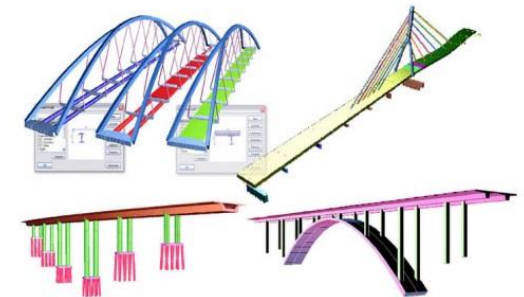
Analisi Strutturale
del modello attuale

Progetto intervento
e post verifica

- **Rilievo geometrico** (piante, prospetti, sezioni) e **strutturale** (individuazione del tipo di struttura portante)
- **Indagine dei dettagli costruttivi** (dimensione degli elementi strutturali, quantità, disposizione e tipologie delle barre di armatura, collegamenti, impalcati, coperture, ...)
- Definizione delle **proprietà meccaniche** dei materiali impiegati (resistenza a compressione del calcestruzzo, resistenza a trazione delle barre da cemento armato, resistenza della muratura)



MODELLO NUMERICO
rappresentativo dell'effettivo stato attuale
dell'opera.



LO STUDIO DELLE OPERE D'ARTE ESISTENTI



La quantità e la qualità dei dati acquisiti determina:

- il **metodo di analisi**
- i **fattori di confidenza** da applicare alle proprietà dei materiali da adoperare nelle verifiche di sicurezza

I valori dei **Fattori di Confidenza (F.C.)** permettono la definizione delle resistenze dei materiali da utilizzare nelle formule di capacità degli elementi duttili e fragili.

Capacità elementi duttili: $fd = fm / FC$

Capacità elementi fragili: $fd = fm / (\gamma_M \times FC)$



ANALISI STRUTTURALE E VERIFICA DELLO STATO ATTUALE

secondo uno dei metodi previsti dalla normativa
(analisi lineare o non lineare, statica o dinamica).

COSA DICONO LE STI INFRASTRUTTURA?



Resistenza dei ponti e delle opere in terra
ESISTENTI
ai carichi del traffico

Par. 4.2.7.4

Ponti e opere in terra devono essere portati a un livello specifico di interoperabilità conformemente alla categoria di linea STI (combinazione di codici di traffico caratterizzati da parametri di prestazione: sagoma limite, carico per asse, velocità della linea, lunghezza del treno e del marciapiede)

I requisiti minimi di capacità per le strutture per ciascun codice di traffico sono specificati nell'appendice E. I valori rappresentano il livello minimo stabilito come obiettivo che le strutture devono possedere perché la linea sia dichiarata interoperabile.

COSA DICONO LE STI INFRASTRUTTURA?



Resistenza dei ponti e delle opere in terra
ESISTENTI
ai carichi del traffico

Par. 4.2.7.4

Quando una struttura esistente è sostituita da una struttura nuova, la struttura nuova deve essere conforme ai requisiti di cui al punto 4.7.2.1 (Resistenza dei Ponti nuovi ai carichi del traffico).

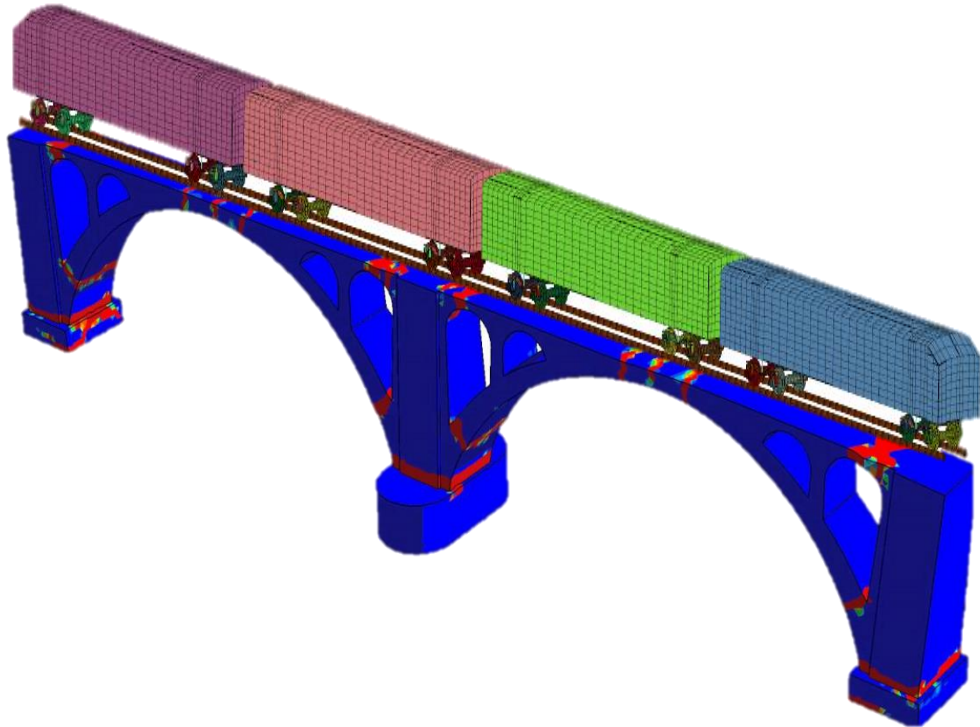
Se la capacità minima delle strutture esistenti, espressa dalla categoria di linea EN pubblicata in combinazione con la velocità autorizzata, soddisfa i requisiti dell'appendice E, si considera che le strutture esistenti soddisfino i requisiti applicabili in materia di interoperabilità.

Quando la capacità di una struttura esistente non soddisfa i requisiti di cui all'appendice E e sono effettuati lavori (per esempio di rafforzamento) per migliorare la capacità della struttura affinché soddisfi i requisiti della presente STI (e la struttura non è sostituita da una nuova struttura), la struttura deve essere conforme ai requisiti dell'appendice E.

LO STUDIO DELLE OPERE D'ARTE ESISTENTI

COSA DICONO LE STI INFRASTRUTTURA?

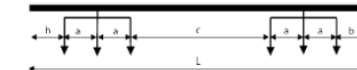
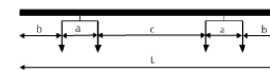
Le analisi sulle opere esistenti sono state effettuate utilizzando i modelli di carico di **treni reali corrispondenti alla linea ed alle velocità di percorrenza**



Categoria di linea in accordo alla EN 15528

Reference wagon	Axle load P (t)	Mass per unit length p (t/m)	Geometrical characteristics
A	16,0	5,0	
B1	18,0	5,0	
B2	18,0	6,4	
C2	20,0	6,4	
C3	20,0	7,2	
C4	20,0	8,0	

Reference wagon	Axle load P (t)	Mass per unit length p (t/m)	Geometrical characteristics
D2	22,5	6,4	
D3	22,5	7,2	
D4	22,5	8,0	
xL-a	20,0	8,0	
xL-b	22,5	7,4	
E4	25,0	8,0	
E5	25,0	8,8	



LO STUDIO DELLE OPERE D'ARTE ESISTENTI



Scelta e progetto della tipologia di intervento, di cui si individuano le seguenti categorie:

- **Interventi di adeguamento** atti a conseguire i livelli di sicurezza previsti dalle norme;
- **Interventi di miglioramento** atti ad aumentare la sicurezza strutturale esistente, pur senza necessariamente raggiungere i livelli richiesti dalle norme;
- **Riparazioni o interventi locali** che interessino elementi isolati e che comunque comportino un miglioramento delle condizioni di sicurezza preesistenti.



LE RISULTANZE

Sono state sottoposte ad ANALISI tutte le opere d'arte (ponti, ponticelli, sottovia, tombini) presenti lungo la linea Bologna-Rimini

In relazione all'incremento prestazionale richiesto (esercizio fino a 200 km/h)

OPERE IDONEE TAL QUALI

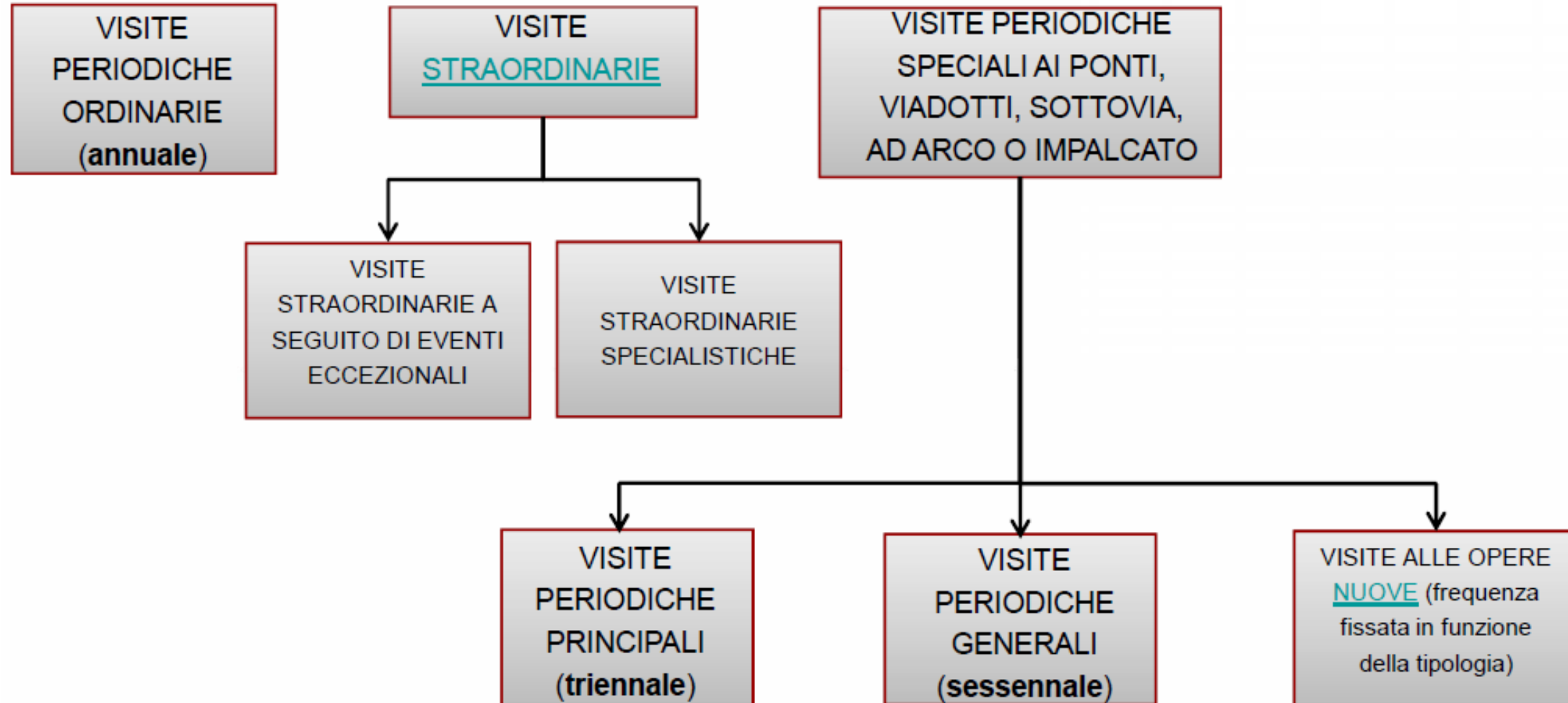
OPERE CHE NECESSITANO DI INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA

OPERE NON IDONEE CHE NECESSITANO DI INTERVENTI DI SOSTITUZIONE

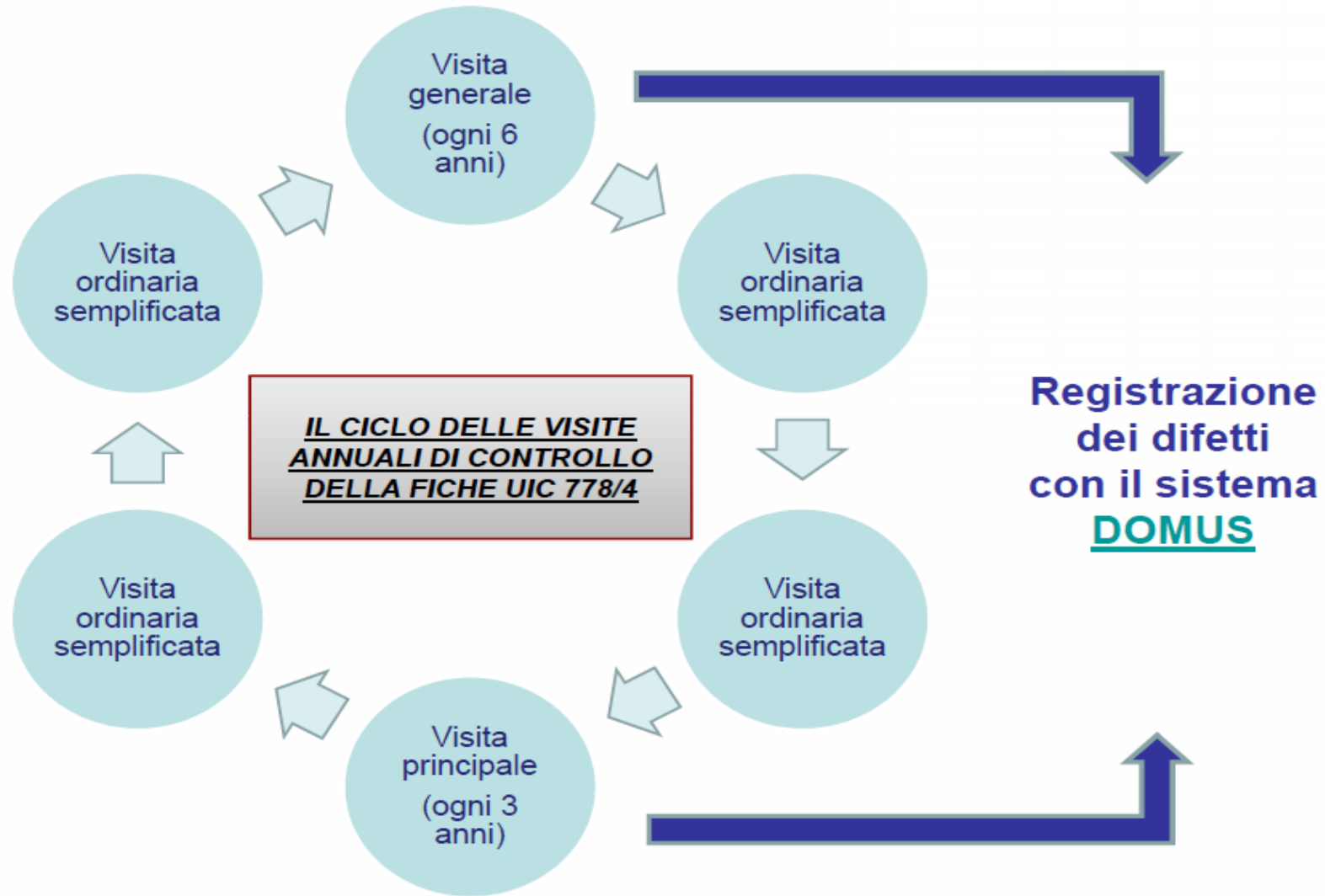
DISPOSIZIONI DI RFI PER LE VISITE DI CONTROLLO ALLE OPERE D'ARTE

- **Allineamento graduale e progressivo su indicazione dell'ANSF alla FICHE UIC 778-4/2011** “Defects on railway bridges and procedures for maintenance” e **alla FICHE UIC 778-3/2011** “Recommendations for the inspections, assessment and maintenance of masonry arch bridges”;
- **Indicazioni su modalità ispettive**, procedure e supporti per il rilievo ed il riconoscimento dei difetti dei ponti e delle gallerie;
- le indicazioni sulle modalità di **registrazione dei difetti dei ponti**;
- i criteri per la qualificazione del personale addetto ai controlli.

GESTIONE IN SICUREZZA DELLE OPERE CIVILI



GESTIONE IN SICUREZZA DELLE OPERE CIVILI



CONCLUSIONI

Le opere civili svolgono funzioni impattanti sulla sicurezza dell'esercizio sia come **SUPPORTO** della sovrastruttura ferroviaria che come **PROTEZIONE** della sede e della sagoma ferroviaria.

La gestione in sicurezza delle opere civili è una attività rientrante all'interno del perimetro del Sistema di Gestione della Sicurezza.

Tale consapevolezza è stata il motore per l'avvio di un processo sistematico di indagine, analisi, verifica delle opere d'arte esistenti al fine di poterne **CERTIFICARE L'IDONEITA' STATICA** in relazione all'incremento prestazionale atteso.

