



Rete dei Laboratori Universitari
di Ingegneria Sismica e Strutturele

Convegno ReLuis



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

Kick off del Progetto DPC_ReLuis 2024-2026

Napoli, 17-18 ottobre 2024

WP 13

CICLO DI VITA E SOSTENIBILITÀ DI COSTRUZIONI E INFRASTRUTTURE

Fabio Biondini¹, Alessandra Marini²

¹ Politecnico di Milano, ² Università di Bergamo

Riduzione rischio



Sostenibilità

50%

RAW MATERIAL CONSUMPTION

35%

WASTE PRODUCTION

35%

ENERGY CONSUMPTION

35%

GHG EMISSIONS

RISK INFORMED-GREEN TRANSITION

SUSTAINABILITY INFORMED RISK REDUCTION

SENDAI FRAMEWORK
FOR DISASTER RISK REDUCTION 2015-2030

← WP13 →

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

Riduzione rischio



Sostenibilità



RISK INFORMED-GREEN TRANSITION

SUSTAINABILITY INFORMED RISK REDUCTION

SENDAI FRAMEWORK
FOR DISASTER RISK REDUCTION 2015-2030

← WP13 →

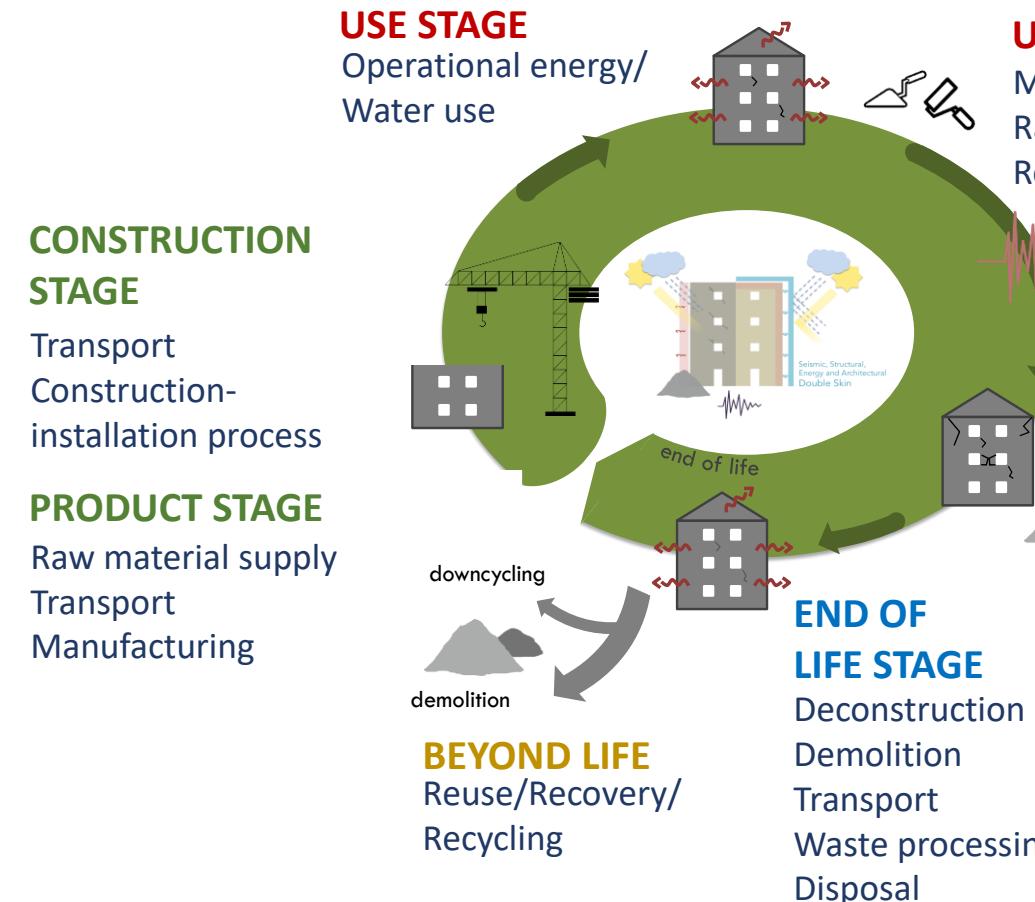
SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

SUSTAINABILITY-INFORMED RISK REDUCTION RISK-INFORMED GREEN TRANSITION

Cambio di paradigma:

- Edifici/Infrastrutture sono **organismi complessi**, che evolvono nel tempo, in un contesto dinamico e che impattano sulla comunità ad ogni livello
- Devono garantire sostenibilità, resilienza, sicurezza e affidabilità, robustezza, funzionalità, comfort (...) sul **ciclo di vita**

→ **Approccio Life Cycle Thinking** per governare performance e generazione di impatti sul ciclo di vita



[Building Life Cycle stages: UNI EN 15978]

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS



Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015 - 2030

SUSTAINABILITY-INFORMED RISK REDUCTION RISK-INFORMED GREEN TRANSITION

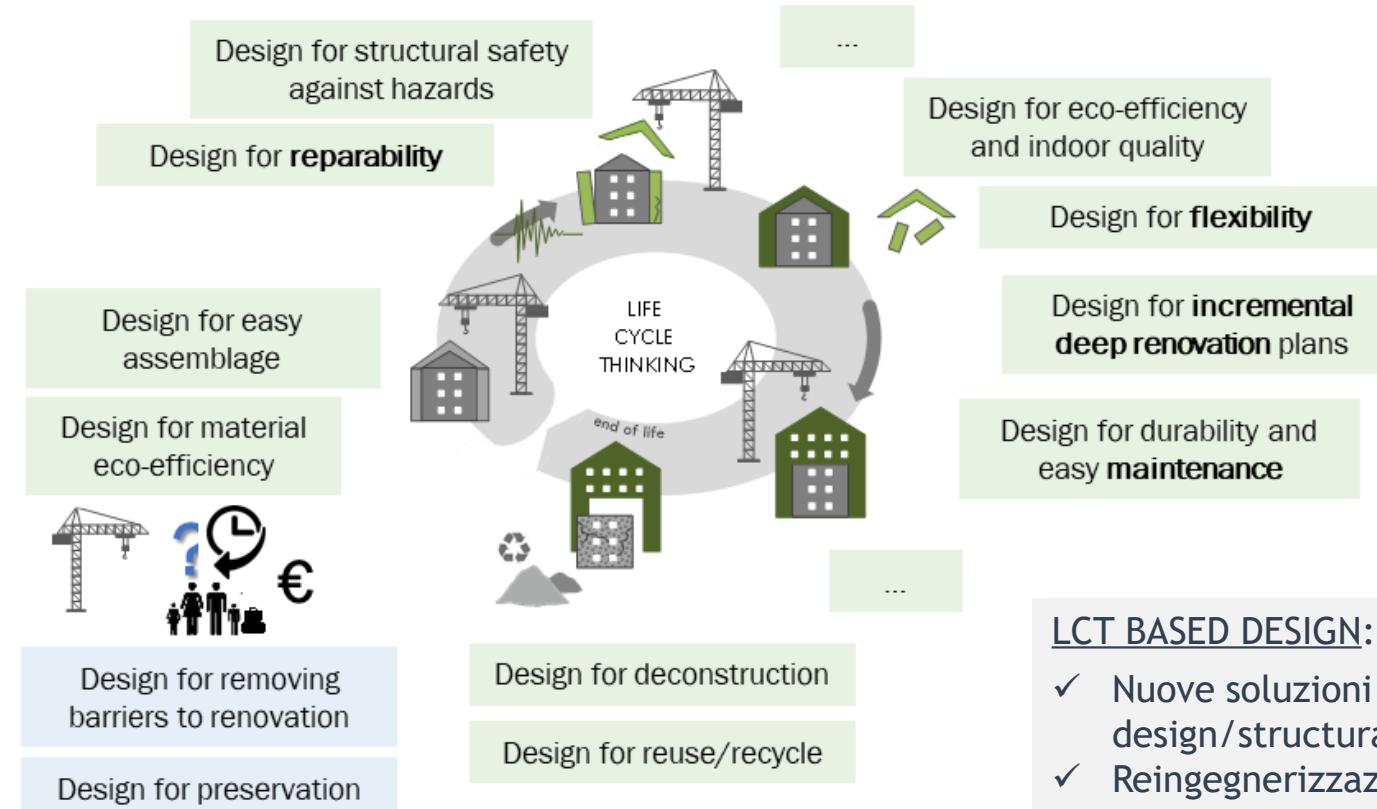
→ concepire, progettare/
valutare, e gestire
strutture e infrastrutture
considerando:

_ Nuove performance di
sostenibilità e molteplici
requisiti prestazionali

_ Evoluzione/decadimento
delle proprietà nel tempo/
incertezze

_ Evoluzione condizioni al
contorno climate change,
evoluzione rischi

LCT PRINCIPLES OF ECOEFFICIENCY, RESILIENCE, SAFETY AND RELIABILITY, EQUITY

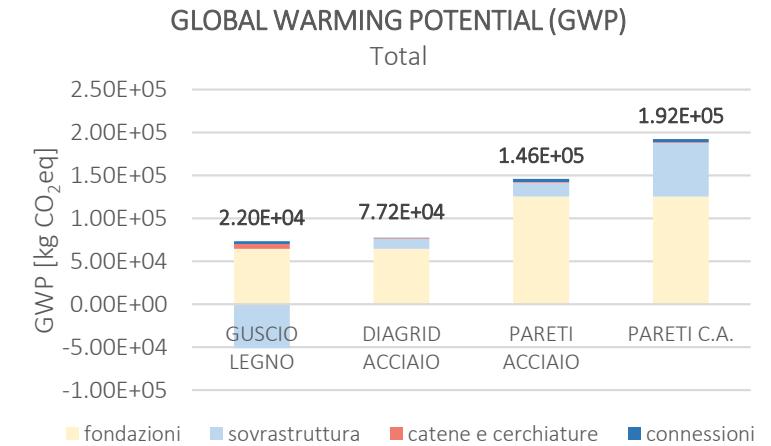
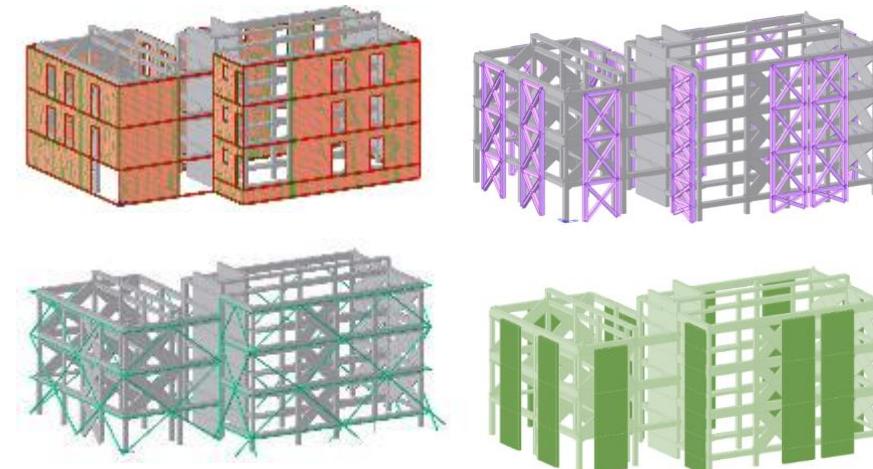


LCT BASED DESIGN:

- ✓ Nuove soluzioni (conceptual design/structural scheme/ detail)/
- ✓ Reingenierizzazione di soluzioni esistenti
- ✓ Nuovi framework di progettazione

SUSTAINABILITY-INFORMED RISK REDUCTION RISK-INFORMED GREEN TRANSITION

- _ Massimizzare le prestazioni strutturali, garantendo al contempo minimo impatto ambientale, economico e sociale lungo il ciclo di vita**
- _ Approccio sistematico nel progetto, nella valutazione e nella gestione (rispetto a impatto sociale, economico, ambientale) vs minimo costo, con visione multiscala dalla singola opera alla dimensione urbana e infrastrutturale**

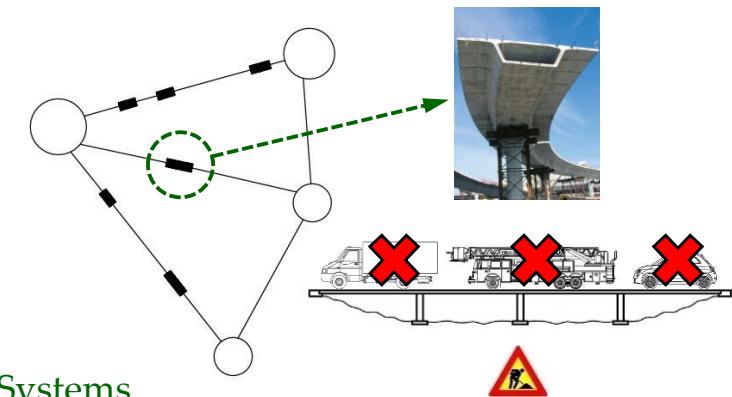
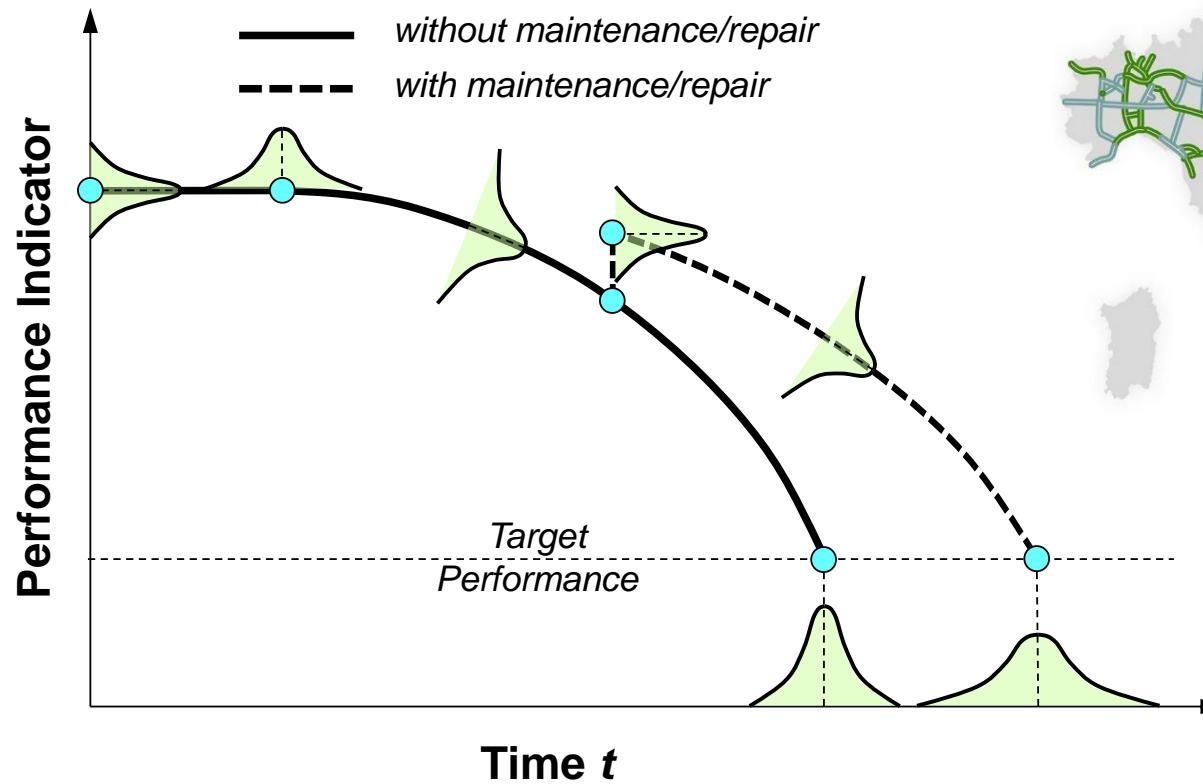


Favorire l'applicazione dell'impostazione a ciclo vita nella pratica professionale e il suo recepimento nel contesto normativo



Life-Cycle Performance under Uncertainty

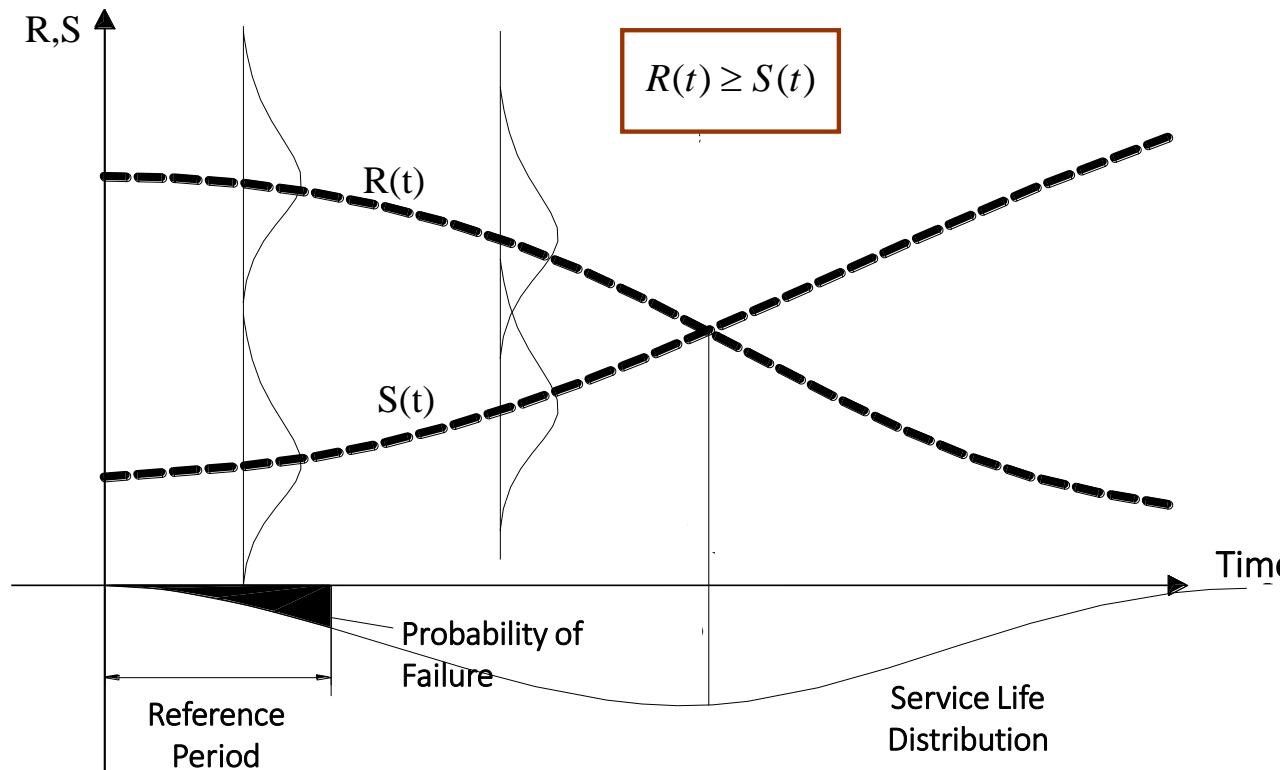
Paradigm Shift: Time is the new Variable, Infrastructure is the new Scale !



Biondini, F., Frangopol, D.M., 2016. Life-Cycle Performance of Deteriorating Structural Systems under Uncertainty: Review, *Journal of Structural Engineering*, ASCE, 142(9), F4016001, 1-17.

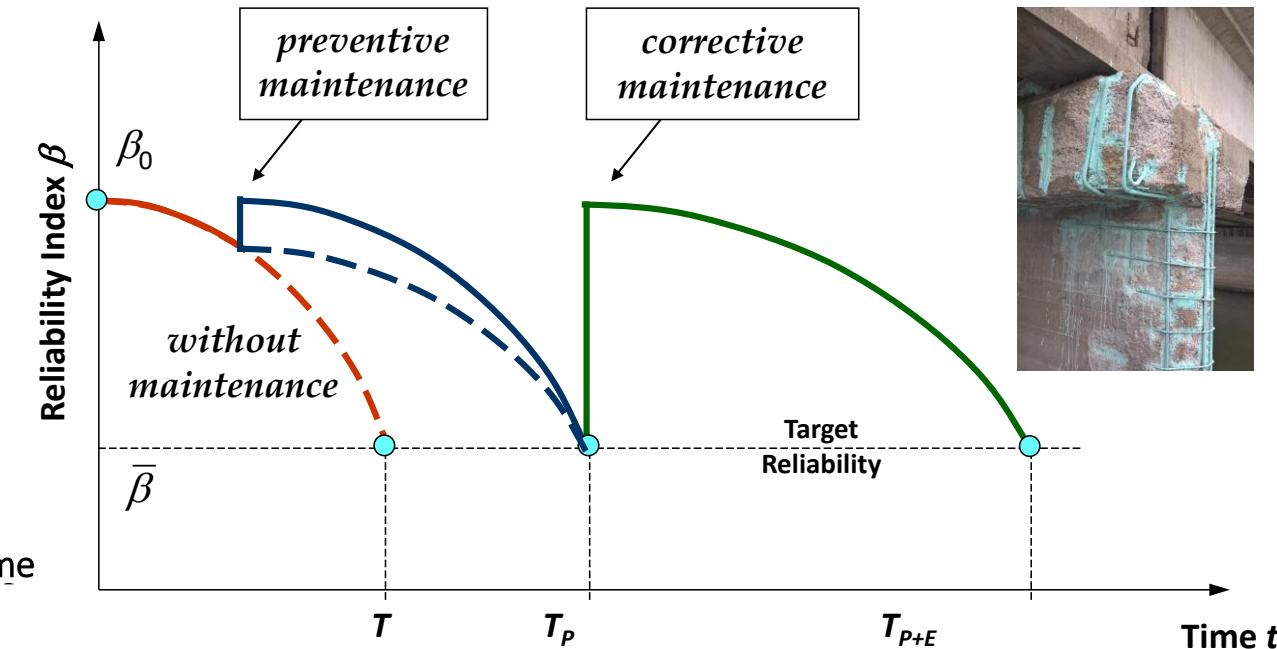
Time-Dependent Reliability

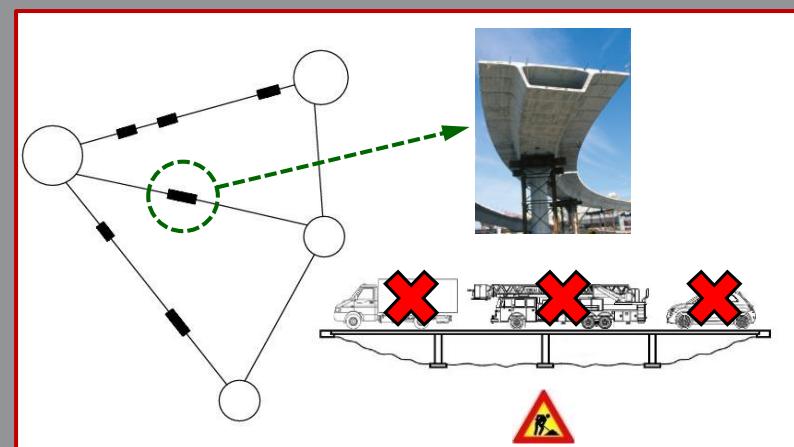
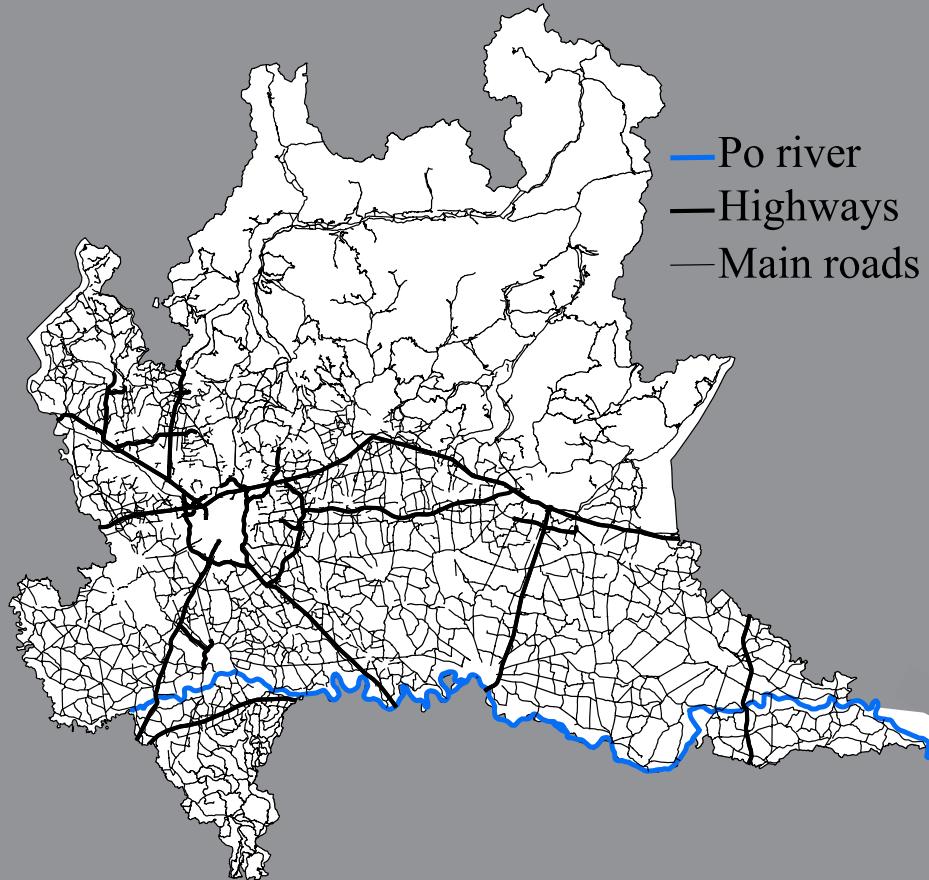
Safety Format



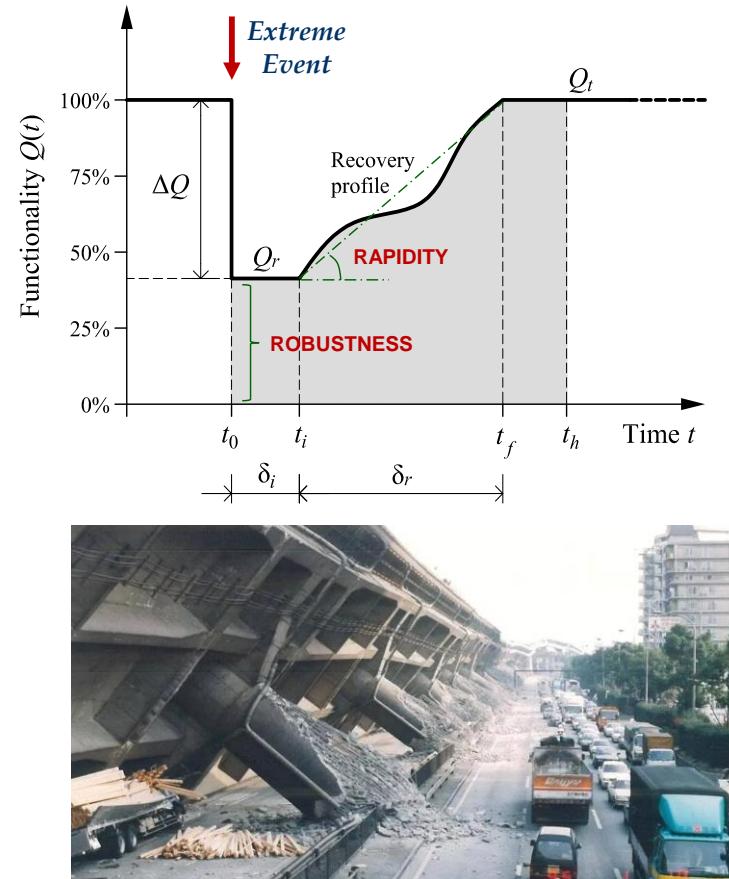
Reliability Index

$$\beta = \Phi^{-1}(1 - P_F) \geq \bar{\beta}$$



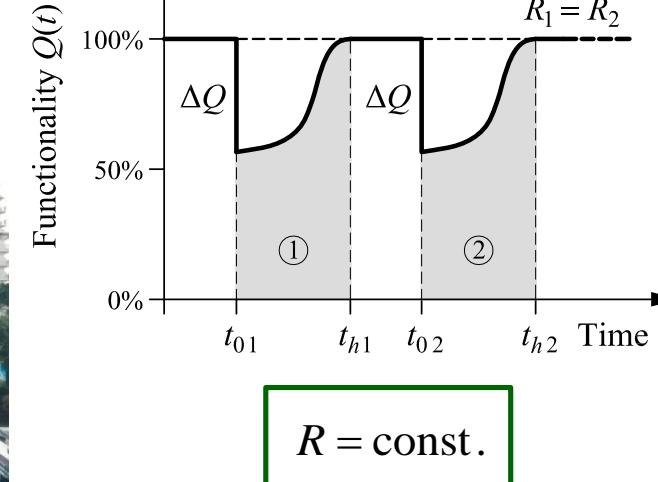


Life-Cycle Infrastructure Resilience



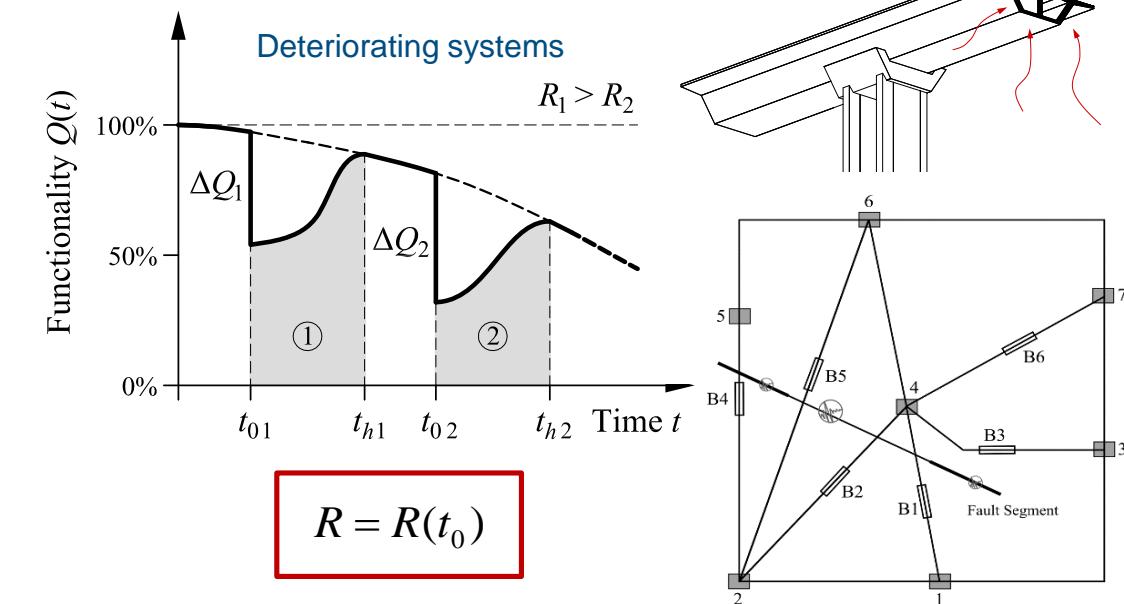
SEISMIC HAZARD
(earthquakes)

Sudden loss of functionality



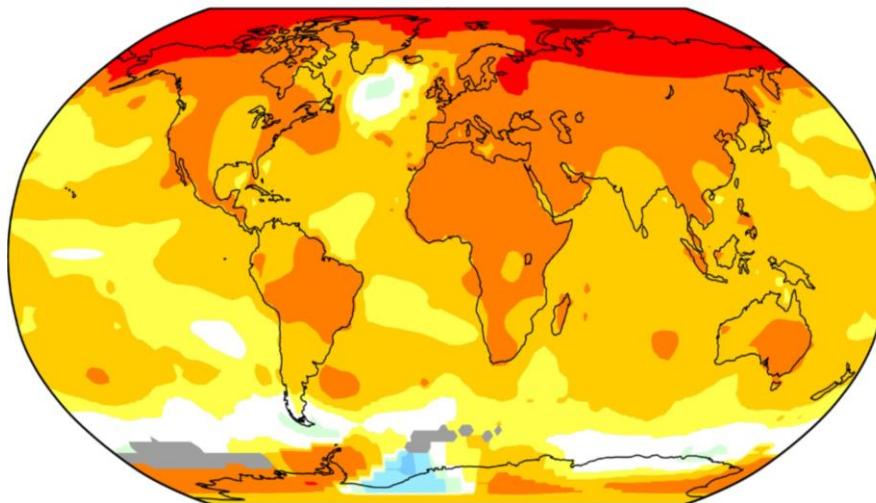
+ ENVIRONMENTAL HAZARD
(concrete structures: corrosion)

Continuous loss of functionality

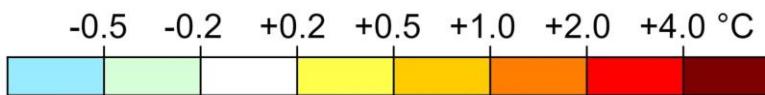


Effects of Climate Change

Temperature change in the last 50 years



2011-2020 average vs 1951-1980 baseline



- INCREASE CLIMATIC LOADS AND ALTER ENVIRONMENTAL CONDITIONS
- ACCELERATE AGING AND STRUCTURAL DETERIORATION PROCESSES
- EXACERBATE OCCURRENCE OF EXTREME EVENTS
- POTENTIAL CATASTROPHIC IMPACT ON STRUCTURAL SAFETY



STRUCTURAL ENGINEERING INSTITUTE (SEI)
Technical Activities Division (TAD)

Effect of Climate Change on Life-Cycle Performance, Safety, Reliability and Risk of Structures and Infrastructure Systems

Edited by
Fabio Biondini, Zoubir Lounis, Michel Ghosn

SEI/ASCE Technical Council
Life-Cycle Performance, Safety, Reliability and Risk of Structural Systems

Task Group 2
Reliability-Based Performance Indicators for Structural Systems

Experimental Tests and Validation

BRIDGE|50: Residual Structural Performance of a 50-year Old Bridge (www.bridge50.org)



PERFORMANCE INDICATORS

LIFE-CYCLE

SAFETY & RELIABILITY
REDUNDANCY
ROBUSTNESS
FUNCTIONALITY
RESILIENCE
ECO-EFFICIENCY
RISK

SUSTAINABILITY



15 Università | 23 Unità di Ricerca | ~100 Partecipanti



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



POLITECNICO
MILANO 1863



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO**



UNICAM
Università di Camerino
1336



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA**



**Università degli Studi
della Basilicata**



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI
FEDERICO II**



**UNIVERSITÀ
DI PAVIA**



ROMA TRE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI



**Università
degli Studi
di Cagliari**



**UNIVERSITÀ
DI PARMA**



**UNIVERSITÀ
DEL SALENTO**



IUSS
Scuola Universitaria Superiore Pavia



TOR VERGATA
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI ROMA



**Università degli Studi
Mediterranea
di Reggio Calabria**

WP 13 - Ciclo di Vita e Sostenibilità di Costruzioni e Infrastrutture

- Per il conseguimento degli obiettivi del progetto già delineati, le attività del WP13 sono organizzate nell’ambito di tre macro-Task orientati:
 - ✓ alla definizione di principi, indicatori prestazionali e metriche per la sostenibilità, intesa come sicurezza, affidabilità, eco-efficienza, funzionalità, robustezza e resilienza nel ciclo di vita;
 - ✓ allo sviluppo di modelli di degrado in grado di recepire i principali fenomeni di invecchiamento e danneggiamento, all’implementazione dei criteri di progettazione strutturale tenendo conto dei requisiti prestazionali nell’intero ciclo di vita;
 - ✓ all’estensione dei criteri e metodi sviluppati per le singole opere alla valutazione delle prestazioni di gruppi di opere a scala urbana e infrastrutturale.

Task 1 - Ciclo di vita e sostenibilità: principi, indicatori prestazionali e metriche

Task 2 - Metodi e strumenti per la modellazione e la valutazione

Task 3 - Progettazione e valutazione a ciclo di vita.

Task 13.1. Ciclo di vita e sostenibilità: principi, indicatori prestazionali e metriche

Task 13.1.1. Principi

Task 13.1.2. Indicatori prestazionali e metriche

Task 13.2 Metodi e strumenti per la modellazione e la valutazione

Task 13.2.1. Modellazione del degrado e analisi strutturale

Task 13.2.2. Affidabilità strutturale a ciclo di vita

Task 13.3 Progettazione e valutazione a ciclo di vita

Task 13.3.1. Edifici

Task 13.3.2. Ponti

Referente DPC: Adriano De Sortis

Referenti di Task:

Task 13.1.1. Rui Pinho, Università di Pavia

Task 13.1.2. Elsa Garavaglia, Politecnico di Milano

Task 13.2.1. Donatello Cardone, Università della Basilicata

Task 13.2.2. Iunio Iervolino, Università di Napoli Federico II

Task 13.3.1. Mauro Sassu, Università di Cagliari

Task 13.3.2. Paolo Franchin, Sapienza Università di Roma



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO

DPC-ReLUIS 2024-2026

WP13

CICLO DI VITA E SOSTENIBILITÀ DI
COSTRUZIONI E INFRASTRUTTURE

Riunione di Avvio Progetto

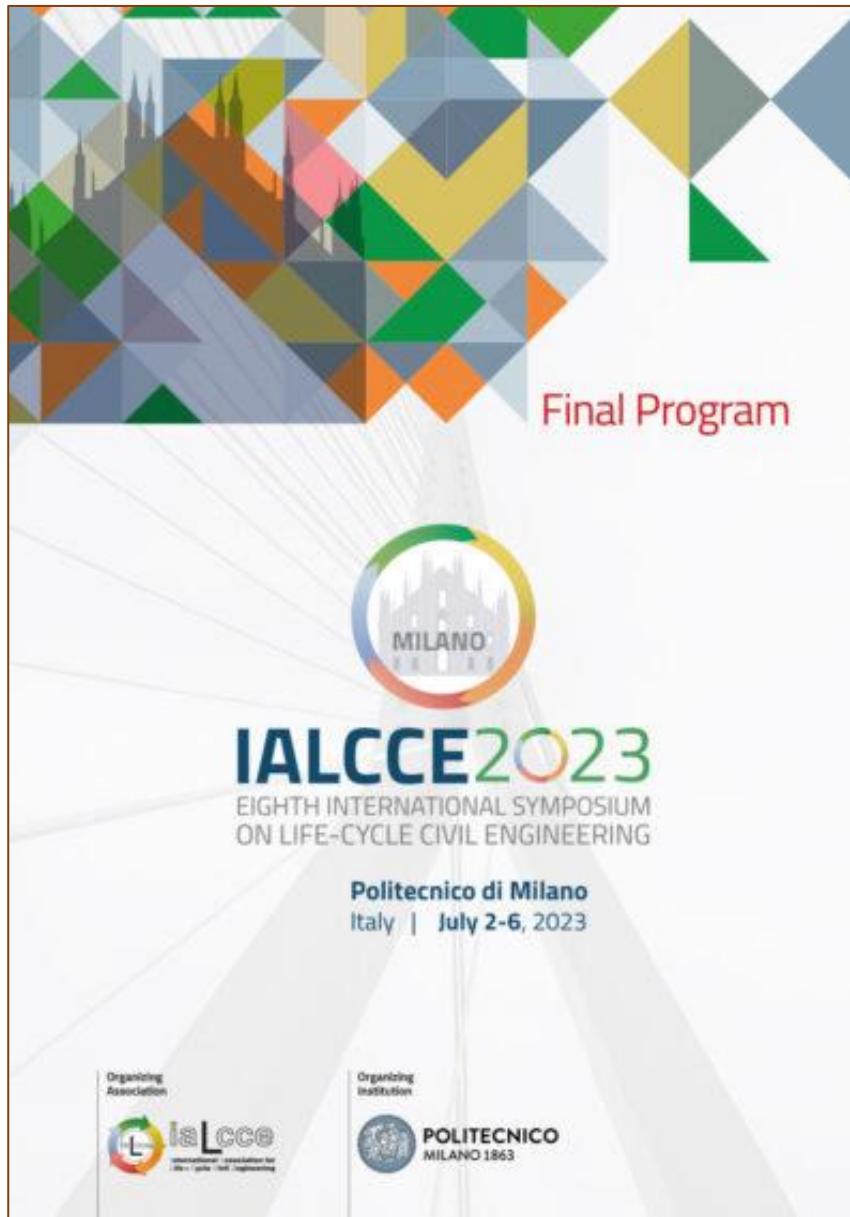
23 maggio 2024

Aula Grandori
Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale
Politecnico di Milano

Edificio 4 – Campus Leonardo
Piazza Leonardo da Vinci, 32







50+ Mini-Symposia & Special Sessions, 750+ Abstracts submitted from 50+ countries

500+ Full Papers, 80+ technical sessions, ~600 participants from 50+ countries

Open Access, Fazlur Kahn Lecture, nine Keynote Lectures, and 504 technical papers from 45 countries

The image shows the book cover for "Life-Cycle of Structures and Infrastructure Systems". The title is at the top in large white letters. Below it, the editors "Fabio Biondini and Dan M. Frangopol" are listed. The central part of the cover features a collage of various infrastructure and engineering images, including a city skyline, a suspension bridge, wind turbines, a drone, a dam, a nuclear power plant, a highway interchange, and a tall skyscraper. At the bottom, the publisher "CRC Press Taylor & Francis Group" and the "iaLCCE International Association for Life-Cycle Civil Engineering" logo are shown, along with a stylized open padlock icon.



Special Session “Sustainability”

**Life-Cycle of Structures and Infrastructures:
ReLUIS-DPC WP13 Collaborative Research Project**



The second IALCCE Workshop on Life Cycle Management (LCM) 2024 will take place on a Fortress island near the city of IJmuiden from the 6th to the 8th of October. The workshop aims to facilitate a vibrant LCM community that brings together sectoral and disciplinary perspectives and expertise to drive a transition towards life cycle thinking and acting. The workshop provides an excellent opportunity to share experiences and discuss relevant LCM topics.



IALCCE 2025

NINTH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON LIFE-CYCLE CIVIL ENGINEERING



RMIT
UNIVERSITY

15-19 JULY 2025 MELBOURNE CONVENTION & EXHIBITION CENTRE



Melbourne, Australia

Special Session SS01
**Life-Cycle and Sustainability of
Structures and Infrastructure Systems**

***** 50+ Abstracts submitted *****





Rete dei Laboratori Universitari
di Ingegneria Sismica e Strutturele

Convegno ReLuis



Kick off del Progetto DPC_ReLuis 2024-2026

Napoli, 17-18 ottobre 2024

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

2^a Riunione Plenaria WP13 | Roma, 24 gennaio 2025