

**I** CONSIGLIO NAZIONALE  
DEGLI INGEGNERI



**A E** ASSOCIAZIONE  
TECNOLOGI  
PER L'EDILIZIA



**CONVEGNO ON LINE**  
**MERCOLEDÌ 8 FEBBRAIO 2023, ORE 13.45 - 18.30**

**COSTRUZIONI IN CALCESTRUZZO E RADON**  
PROBLEMI E SOLUZIONI IN ACCORDO AL D. Leg. 101/2020

**Aspetti progettuali nella costruzione di  
pavimenti industriali poggiati su terreno**



Giovanni Plizzari  
Università di Brescia  
[giovanni.plizzari@unibs.it](mailto:giovanni.plizzari@unibs.it)

Evento organizzato con la collaborazione della:

**I** FONDAZIONE  
TECNOLOGIE INNOVATIVE

# La situazione attuale ...



# La situazione attuale ...



# La situazione attuale ...



# Come si progettava un pavimento?

Codice Elenco Prezzi	DESCRIZIONE DEI LAVORI	U.M.	Quantità	Prezzo Unitario in euro	IMPORTO in euro
18.3.1	<p><b>PAVIMENTI MONOLITICI A SPOLVERO</b></p> <p>PAVIMENTO MONOLITICO IN CALCESTRUZZO CON VIBROSTENDITRICE</p> <p>Esecuzione su sottofondo in materiale ghiaioso costipato e di <u>adeguata portanza</u>, di pavimento monolitico in calcestruzzo a resistenza caratteristica Rck 250, gettato con autobetoniera e steso con vibrostenditrice (laser screed), a spolvero, colore grigio, realizzato mediante incorporo sulla superficie di calcestruzzo, preventivamente steso e stagiato, di una miscela costituita da 3 kg/mq di quarzo e 2 kg/mq di cemento Portland R325, che verrà costipata e lisciata mediante apposite macchine fratazzatrici e/o spatole d'acciaio.</p> <p>Compreso : armatura; giunti di dilatazione a riquadri 4x4 m, effettuati sulla superficie finita con tagliagiunti meccanica, per una profondità media pari ad 1/5 dello spessore di calcestruzzo sigillati con profilo morbido in PVC inserito a pressione, banda in polietilene per muri perimetrali e pilastri avente funzione d'isolamento delle strutture, casseri fermagetto e barrotti di scorrimento.</p>			riporto	2.442.408,47

# Come si progettava un pavimento?

<p>Unità di misura di riferimento : superficie in pianta dell'edificio industriale filo interno tamponamento, con esclusione locali accessori.</p>				
<p>RCK 250 Kg/cm<sup>2</sup> - CON AUTOBETONIERA - SPESS. 15 cm - RETE DIAM. 5 - 20x20</p>				
<p>Posata con il sistema di annegamento, con sovrapposizione di una maglia su tutti e quattro i lati.</p>				
<p>Sovraccarico accidentale uniformemente distribuito: 1500 Kg/m<sup>2</sup>.</p>				
<p>Previsto nell'edificio industriale, al piano terra della palazzina uffici nell'area "merce in</p>			a riportare	2.442.408,47

# Immaginiamolo per una abitazione

Realizzazione di strutture per edificio residenziale (come da disegno allegato) costituite da fondazioni, pilastri, travi e solai, di adeguata portanza.

Calcestruzzo C25/30 con classe di consistenza necessaria per la corretta posa in opera.

Acciaio B450C o B450A ove non fosse richiesta duttilità.

Fondazioni isolate per pilastri interni e continue su muri perimetrali.

Prevedere un carico variabile di  $200 \text{ kg/m}^2$  in aggiunta al carico permanente necessario.

Prevedere le verifiche sismiche richieste dalla Normativa Tecnica delle Costruzioni vigente.



# Obiettivo dell'incontro odierno

---

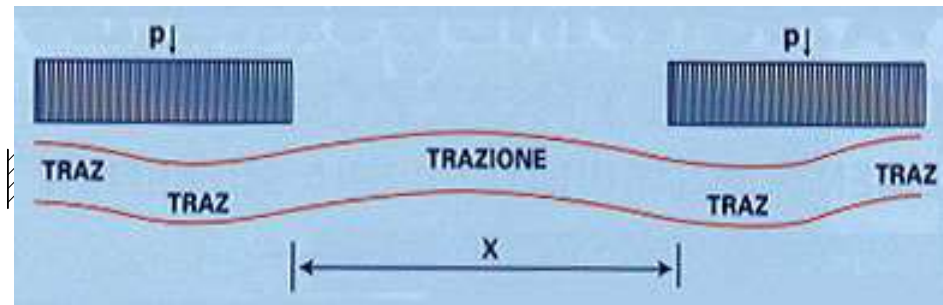
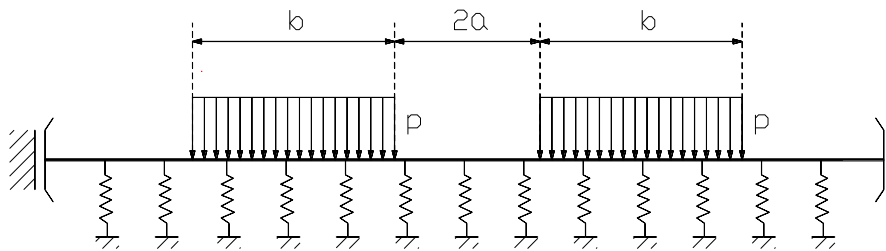
**Presentazione dei principali aspetti relativi alla progettazione e alla realizzazione di pavimentazioni industriali in calcestruzzo (con armatura tradizionale o fibrorinforzati) con particolare riferimento al documento CNR-DT211.**



# Il pavimento è una struttura !!!

Il pavimento industriale è destinato a resistere a carichi statici e dinamici e all'azione di degrado causata dall'operatività e dall'ambiente.

Nel progetto devono essere definiti i parametri relativi a tutti gli elementi, dal sottofondo allo strato di usura, comprese le prescrizioni per le materie prime e i prodotti, la messa in opera, la stagionatura e i tempi di messa in esercizio.



# Il parere del CSLLPP



*Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici*  
*Servizio Tecnico Centrale*



Le scalere, scaffali per la stagionatura delle forme di parmigiano, crollate nel terremoto del maggio 2012

Alla **CONPAVIPER**  
via Giovanni Amendola 46  
00185 Roma

[conpaviper@pec.conpaviper.org](mailto:conpaviper@pec.conpaviper.org)

p.c. Ing. **Andrea DARI**  
[dari.andrea66@gmail.com](mailto:dari.andrea66@gmail.com)

scarico Prot. ---

**OGGETTO:** Norme tecniche sulle costruzioni – DM 17.1.2018 (NTC 2018). Quesito sull'applicazione delle norme tecniche alle pavimentazioni in calcestruzzo, anche ad uso industriale.

# Il parere del CSLP

Al riguardo, acquisito il parere del Servizio Tecnico Centrale, si ritiene di fornire le seguenti valutazioni al fine di un corretto inquadramento delle opere in questione, nell'ambito delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al DM 17.01.2018 (NTC2018).

L'argomento delle pavimentazioni industriali è stato spesso affrontato dal Consiglio Superiore, atteso che le stesse, negli ultimi anni, stanno via via assumendo sempre maggiore rilevanza; non è un caso, infatti, che nelle ultime *Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale*, emanate dal Servizio Tecnico Centrale, si sia ritenuto opportuno dedicare alla realizzazione delle pavimentazioni industriali un apposito capitolo.

Ciò premesso, nel merito dei quesiti posti sull'argomento - ovvero se le pavimentazioni industriali siano o meno da considerarsi alla stregua di strutture, e come tali soggette all'applicazione delle Norme tecniche, con particolare attenzione alle pavimentazioni in calcestruzzo fibrorinforzato – è bene sottolineare preliminarmente come, in termini di carattere generale, le Norme tecniche si applichino agli elementi strutturali i quali, per le loro caratteristiche tecniche e per la loro destinazione d'uso, devono garantire il requisito base di resistenza meccanica e stabilità dell'intera opera da costruzione.

# Il parere del CSLLPP

- a) le pavimentazioni svolgono una funzione strutturale, quando, in caso di “fallimento” per cedimento strutturale o eccessive deformazioni, possono rappresentare un pericolo per la pubblica incolumità ovvero determinare la perdita del requisito base della sicurezza meccanica e stabilità (così come definito all’Allegato I del Regolamento (UE) n. 305/2011<sup>1</sup>); inoltre, diversi possono essere i casi in cui la pavimentazione assume una funzione portante atta a sostenere tutti i carichi di entità rilevante (peso proprio, carichi accidentali, azioni esterne, carichi dinamici) gravanti sulle stesse e provenienti, ad esempio, da scaffalature industriali di rilevanti dimensioni, macchine complesse o gru, automezzi pesanti etc.;
- b) le pavimentazioni sono connesse alle strutture di elevazione e/o di fondazione, costituendone il collegamento o comunque interagendo con esse.

In tali situazioni, a) e b), il Progettista è chiamato doverosamente ad una specifica calcolazione, modellazione e verifica della struttura, che sia coerente con i principi della Scienza e Tecnica delle Costruzioni, nonché aderente alle prescrizioni, ai metodi di verifica ed ai dettagli costruttivi previsti dalle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni.

Resta sempre ferma la necessità che anche gli elementi non facenti parte del complesso strutturale, ma che svolgono funzione statica autonoma (ad esempio tramezzature), siano comunque opportunamente dimensionati e verificati, al fine di garantire la pubblica incolumità e

# Il parere del CSLLPP

- c) Le pavimentazioni non svolgono alcuna delle possibili funzioni strutturali inquadrabili nei casi a) e b), esse sono sostanzialmente indipendenti ed il loro danneggiamento non causa alcun danno “strutturale”. E’ questo, fra gli altri, il caso delle pavimentazioni che svolgono funzione di “finitura” dell’opera, quali ad esempio il completamento di opere di tipo “stradale”, non potendo così essere ricomprese tra le “strutture” trattate dalle richiamate Norme Tecniche per le Costruzioni.

Si ritiene, pertanto, che tutte le pavimentazioni industriali ascrivibili ai casi a) e b) rientrino nel campo di applicazione delle leggi e delle norme tecniche che regolano le costruzioni, nonché delle relative procedure tecnico-amministrative (ivi comprese quelle previste dalle LL. n.1086/71, n.64/74, dal DPR n.380/01 e, quindi, dal DM 17.01.2018).

# Il parere del CSLLPP

Per quanto attiene alla frase che si rinviene al punto C4.1 della Circolare applicativa delle NTC18, 21.01.2019 n.7, ovvero “Per quanto riguarda le pavimentazioni in calcestruzzo può farsi utile riferimento alle CNR-DT 211/2014 *Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo delle pavimentazioni in calcestruzzo*”, è opportuno precisare che la stessa costituisce solo una indicazione operativa circa i documenti utilizzabili a supporto di quanto non specificamente trattato dalle Norme tecniche, restando ferma, laddove ne ricorrano le condizioni, la necessità che le pavimentazioni, qualora svolgano funzione “strutturale” nel senso precedentemente chiarito, come ogni altra opera che svolga analoga funzione:

- sia progettata da un professionista abilitato, il quale stabilisca le caratteristiche dei materiali da utilizzare e ne verifichi la stabilità;
- sia opportunamente diretta nella esecuzione;
- ed infine sia soggetta ai necessari controlli, in corso d'opera e finali.

# Il parere del CSLP

Sulla base di quanto sopra, ad avviso del Consiglio Superiore le considerazioni espresse in relazione al quesito posto, possono così essere riassunte:

1) le pavimentazioni industriali sono da considerarsi strutture nei casi indicati ai precedenti punti a) e b);

2) in tali casi, qualora si impieghino calcestruzzi fibrorinforzati, questi devono essere opportunamente qualificati ai sensi di quanto previsto al §11.1 delle NTC, secondo le procedure indicate dalle *Linee guida per l'identificazione, la qualificazione ed il controllo di calcestruzzi fibrorinforzati*;

3) quando le fibre non svolgono alcuna funzione strutturale ai fini della resistenza meccanica e stabilità, e non se ne tiene quindi conto in fase progettuale, i calcestruzzi fibrorinforzati nei quali tali fibre sono impiegate non sono soggetti alle procedure di cui alle Linee Guida sopra richiamate.

M Panecaldo  
E Renzi

**IL PRESIDENTE**  
**prof. ing. Donato Carlea**

**Carlea Donato**

Donato Carlea  
08 ago 2019 11:25

# Le nuove Linee Guida CNR

---

**CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE**

COMMISSIONE INCARICATA DI FORMULARE PARERI IN MATERIA  
DI NORMATIVA TECNICA RELATIVA ALLE COSTRUZIONI

## **Linee Guida per la progettazione, l'esecuzione e il controllo delle pavimentazioni di calcestruzzo**





# *Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e il controllo delle pavimentazioni di calcestruzzo*

## INDICE

1	PREMESSA	7
2	<b>CLASSIFICAZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI</b>	<b>9</b>
3	MASSICCATA E SOTTOFONDO	16
4	MATERIALI	20
5	CRITERI DI PROGETTAZIONE, AZIONI	32
6	PROGETTAZIONE DEI GIUNTI	37
7	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI	40
8	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO	43
9	PRESCRIZIONI RELATIVE ALL'ESECUZIONE	45
10	INDAGINI PRELIMINARI, CONTROLLI ETC	55
11	VALUTAZIONE DELLE DIFETTOSITÀ	64
12	PIANO DI USO E MANUTENZIONE	67
13	RUOLI DEGLI ATTORI	70



# fib T1.8 «Concrete industrial floors»



FEDERATION NATIONAL GROUPS COMMISSIONS MEMBERSHIP PUBLICATIONS EVENTS NEWS

LOGOUT | MY ACCOUNT | CART | CONTACT | FAQ |

JOIN THE *fib*

TG1.1 - BRIDGES

TG1.2 - CONCRETE  
STRUCTURES IN MARINE  
ENVIRONMENTS

TG1.3 - BUILDINGS

TG1.4 - TUNNELS

TG1.5 - STRUCTURAL  
SUSTAINABILITY

TG1.8 - Concrete industrial floors

Concrete is often used for industrial floors that are designed to withstand static and dynamic loads as well as the degradation caused by operations and the environment.

Industrial floor must be properly designed for resisting point and distributed loads due to shelves and vehicles present on the floor. Seismic action transmitted by shelves must be considered in seismic areas.

Shrinkage phenomena play a major role since they provoke early age cracks that can be controlled by contraction joints that are likely to damage due to wheel crossing.

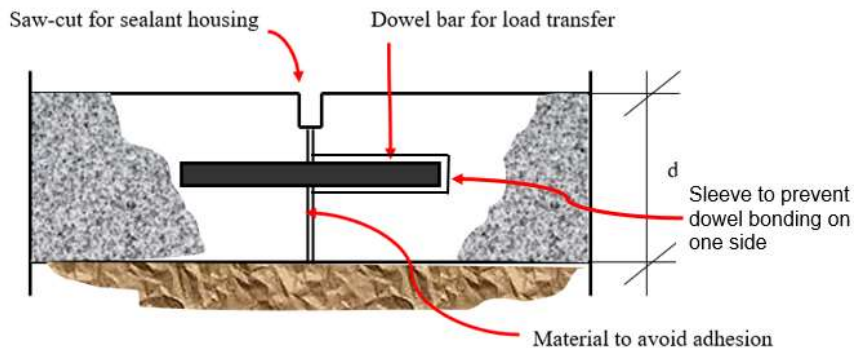
Another important issue is represented by the top finishing layer that had to be properly designed to resist abrasion.

Main scope of the Task Group is to briefly describe the most important issues in concrete technology for industrial floors, give relevant references to important literature, describe important design premises, give guidance to potential improvements and maintenance. Some attention will be also devoted to refurbishing of existing floors.

# TG1.8 - Concrete industrial floors

Concrete is often used for industrial floors that are designed to withstand static and dynamic loads as well as the degradation caused by operations and the environment.

Main scope of the Task Group is to briefly describe the most important issues in concrete technology for industrial floors, give relevant references to important literature, describe important design premises, give guidance to potential improvements and maintenance. Some attention will be also devoted to refurbishing of existing floors.



# TG1.8 - Concrete industrial floors

---

Members:

*Giovanni Plizzari (Convener)*

*Bryan Barragan*

*Charles Cots Corominas*

*Gianluigi Pirovano*

*Navneet Narayan*

*Antonio Conforti*

*Todd Clark*

*Valerie Pollet*

*Alex Sanzeni*

*Pedro Serna*

*Albert de la Fuente*

*Philipp Löber*

*Raul Zerbino*

*Roberto Pombo*

*Torsten Müller*

*Johan L Silfwerbrand*

*Klaus Holschemacher*

*Ralf Winterberg*

*Vinciane Dieryck*

*Alberto Meda*

# fib Bulletin – Table of contents

---

1. *INTRODUCTION*
2. *FUNCTIONAL REQUIREMENTS FOR CONCRETE FLOORS*
3. *CLASSIFICATION OF FLOORS*
4. *SUPPORT SYSTEMS*
5. *MATERIALS*
6. *FINISHING LAYER AND SURFACE TREATMENTS*
7. *ACTIONS*
8. *BASIS OF DESIGN*
9. *JOINT DESIGN*

# fib Bulletin – Table of contents

9. STRUCTURAL DESIGN

10. REQUIREMENTS FOR CONSTRUCTION

11. ON SITE TESTING

12. SUSTAINABILITY ASSESSMENT

13. MAINTENANCE PLAN

14. ROLES OF ACTORS IN THE DESIGN AND PRODUCTION OF PAVING

10 REQUIREMENTS FOR CONSTRUCTION

- 10.1 PRELIMINARY INVESTIGATIONS
  - 10.1.1 Ground investigations
  - 10.1.2 Pre-qualification of concrete
- 10.2 PLANNING
  - 10.2.1 General control on site (QA + QC plan)
  - 10.2.2 Safety regulations
- 10.3 INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL CONDITIONS ON CONCRETE POURING
  - 10.3.1 Environmental conditions
  - 10.3.2 Influence of environmental condition on concrete pouring
- 10.4 MATURATION AND USE OF THE FLOOR
  - 10.4.1 Maturing of the floor and opening to service
- 10.5 FINISHING (INCLUDING TROWELLING)
- 10.6 TECHNICAL CONTRACTURAL DOCUMENTATION
- 10.7 TOLERANCES
  - 10.7.1 Sub-base levelness
  - 10.7.2 Floor thickness
  - 10.7.3 Slab thickness
  - 10.7.4 Cracking
  - 10.7.5 Cracks
  - 10.7.6 Surface profile properties
    - 10.7.6.1 Levelness
    - 10.7.6.2 Flatness
  - 10.7.7 Curling
  - 10.7.8 Bleeding

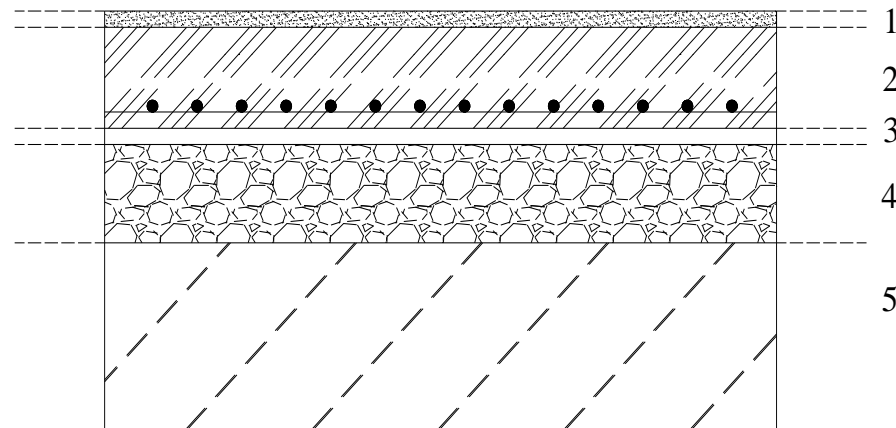
# Pavimentazioni su terreno

Nella Figura è illustrata la sequenza tipica di strati che costituisce una pavimentazione di calcestruzzo realizzata su terreno. Il supporto è costituito da:

Massicciata;

Sottofondo.

La natura e lo spessore della massicciata e degli strati di sottofondo dipendono dalle caratteristiche geometriche, strutturali, geotecniche e idrauliche del sistema.



# Pavimentazioni su soletta

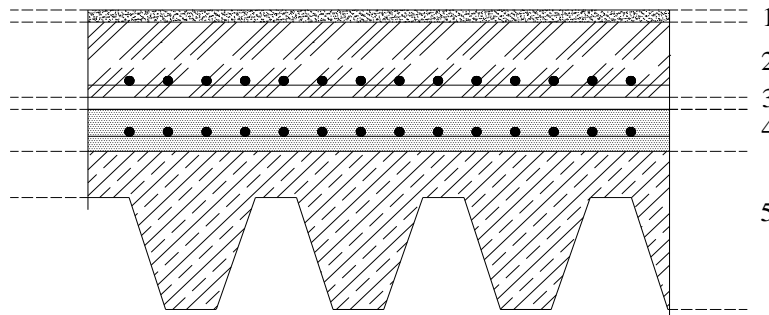
Il supporto è costituito da:

Soletta strutturale;

Elemento prefabbricato (ove presente).

La pavimentazione può essere collaborante o meno con la soletta; nel primo caso non esiste alcuna separazione fra il getto della pavimentazione ed il getto della soletta.

La pavimentazione collaborante con la soletta è in genere una soluzione sconsigliata in quanto rende più difficoltoso il controllo della fessurazione e richiede misure che assicurino l'assenza di scorrimento tra soletta e piastra.





# *Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e il controllo delle pavimentazioni di calcestruzzo*

## **INDICE**

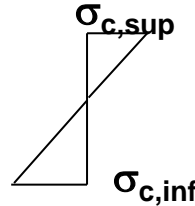
1	PREMESSA	7
2	CLASSIFICAZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI	9
3	MASSICCATA E SOTTOFONDO	16
4	MATERIALI	20
<b>5</b>	<b>CRITERI DI PROGETTAZIONE, AZIONI</b>	<b>32</b>
6	PROGETTAZIONE DEI GIUNTI	37
7	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI	40
8	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO	43
9	PRESCRIZIONI RELATIVE ALL'ESECUZIONE	45
10	INDAGINI PRELIMINARI, CONTROLLI ETC	55
11	VALUTAZIONE DELLE DIFETTOSITÀ	64
12	PIANO DI USO E MANUTENZIONE	67
13	RUOLI DEGLI ATTORI	70



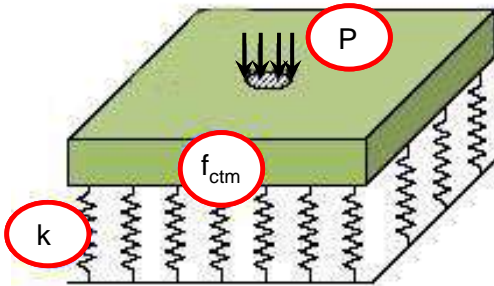
# Classificazione per destinazione d'uso

Tipo	Campi di utilizzo prevalente	Tipologie di carico più significative
<b>L1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uffici, marciapiedi, cantine, disimpegni.</li> <li>- Autorimesse, box, corselli</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Carichi statici e dinamici non compresi nei tipi successivi.</li> <li>- Automezzi su pneumatici di peso totale <math>\leq 35</math> kN</li> </ul>
<b>L2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Magazzini industriali con uso occasionale di transpallet e con scaffalature leggere</li> <li>- Piazzali di autorimesse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Carrelli elevatori con carico per asse <math>\leq 35</math> kN</li> <li>- Scaffalature aventi carico massimo <math>\leq 10</math> kN/appoggio</li> <li>- Automezzi su pneumatici di peso totale <math>\leq 120</math> kN</li> </ul>
<b>L3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Magazzini industriali con uso continuo di carrelli elevatori</li> <li>- Depositi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Carrelli elevatori con pneumatici, peso totale <math>&gt; 35</math> kN</li> <li>- Transpallet di peso totale <math>&gt; 10</math> kN</li> <li>- Carrelli elevatori con ruote piene, peso totale <math>&lt; 30</math> kN</li> <li>- Scaffalature aventi carico massimo <math>\leq 30</math> kN/appoggio</li> <li>- Automezzi su pneumatici di peso totale <math>\leq 300</math> kN</li> </ul>
<b>L4</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Magazzini per la grande distribuzione e industria con uso intensivo di carrelli elevatori e con presenza di scaffalature alte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Carrelli elevatori con pneumatici, peso totale <math>&gt; 60</math> kN</li> <li>- Transpallet con peso totale <math>&gt; 20</math> kN</li> <li>- Scaffalature aventi carico massimo <math>&gt; 30</math> kN/appoggio</li> <li>- Automezzi su pneumatici di peso totale <math>&gt; 300</math> kN</li> </ul>
<b>L5</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Industria pesante, moli e banchine portuali e carichi speciali, piazzali di interporti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Carrelli elevatori con ruote piene, peso totale <math>&gt; 90</math> kN</li> <li>- Scaffalature aventi carico massimo <math>&gt; 50</math> kN/appoggio</li> <li>- Carrelli con pneumatici di peso totale <math>&gt; 180</math> kN</li> <li>- Automezzi su pneumatici di peso totale <math>&gt; 400</math> kN</li> </ul>

# Approcci progettuali

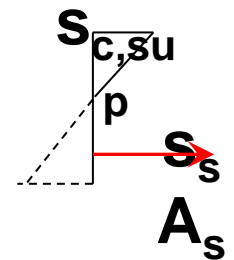
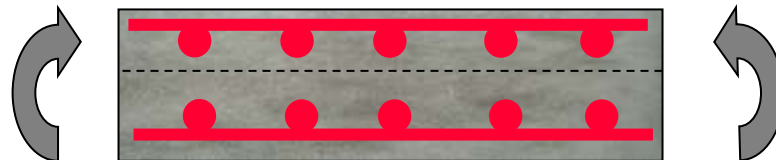


Pavimentazioni senza armatura



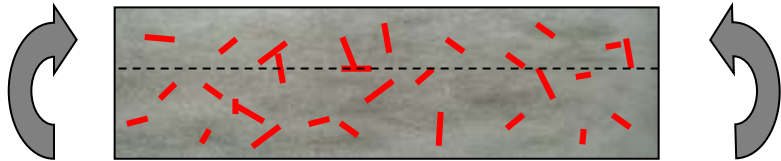
Classiche regole del calcolo elastico: formule di **Westergaard**

Pavimentazioni con armatura tradizionale

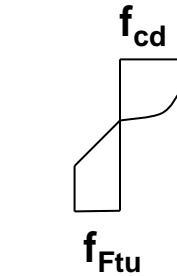


- ➔ Trazioni affidate alla rete d'armatura
- ➔ Compressioni affidate al calcestruzzo

# Approcci progettuali



Il fibrorinforzo si attiva solo dopo la fessurazione

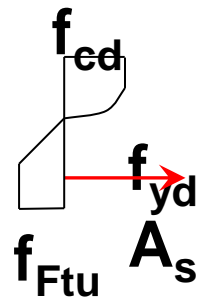


Pavimentazioni in FRC

Metodi di calcolo non lineare

→ *UNI 11146 – CNR DT 204*

Pavimentazioni in FRC con armatura tradizionale



# *Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e il controllo delle pavimentazioni di calcestruzzo*

## **INDICE**

1	PREMESSA	7
2	CLASSIFICAZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI	9
3	MASSICCIA TA E SOTTOFONDO	16
4	MATERIALI	20
5	CRITERI DI PROGETTAZIONE, AZIONI	32
6	PROGETTAZIONE DEI GIUNTI	37
7	<b>VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI</b>	<b>40</b>
8	<b>VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO</b>	<b>43</b>
9	PRESCRIZIONI RELATIVE ALL'ESECUZIONE	45
10	INDAGINI PRELIMINARI, CONTROLLI ETC	55
11	VALUTAZIONE DELLE DIFETTOSITÀ	64
12	PIANO DI USO E MANUTENZIONE	67
13	RUOLI DEGLI ATTORI	70



# Prestazioni attese da una struttura



**stati limite ultimi** gli stati al superamento dei quali si ha il collasso strutturale

**stati limite di esercizio** quelli al superamento dei quali corrisponde la perdita di una particolare funzionalità che condiziona o limita la prestazione dell'opera

“Committente e Progettista devono dichiarare nel progetto gli stati limite e di esercizio che dovranno essere rispettati”

# Principali Stati Limite Ultimi (SLU)

---

- a)* perdita di equilibrio della struttura o di una sua parte;
- b)* spostamenti o deformazioni eccessive;
- c)* raggiungimento della massima capacità di resistenza di parti di strutture, collegamenti, fondazioni;
- d)* raggiungimento della massima capacità di resistenza della struttura nel suo insieme;
- e)* raggiungimento di meccanismi di collasso nei terreni;
- f)* rottura di membrature e collegamenti per fatica;
- g)* rottura di membrature e collegamenti per altri effetti dipendenti dal tempo;
- h)* instabilità di parti della struttura o del suo insieme;

# Principali Stati Limite di Esercizio (SLE)

---

- a) danneggiamenti locali (ad es. eccessiva fessurazione del calcestruzzo) che possano ridurre la durabilità della struttura, la sua efficienza o il suo aspetto;
- b) spostamenti e deformazioni che possano limitare l'uso della costruzione, la sua efficienza e il suo aspetto;
- c) spostamenti e deformazioni che possano compromettere l'efficienza e l'aspetto di elementi non strutturali, impianti, macchinari;
- d) vibrazioni che possano compromettere l'uso della costruzione;
- e) danni per fatica che possano compromettere la durabilità;
- f) corrosione e/o eccessivo degrado dei materiali in funzione dell'ambiente di esposizione;



# Le figure professionali coinvolte

---

- Il progettista della struttura (piastra su app. continuo)
- Il progettista del sottofondo
- Il tecnologo del calcestruzzo
- Il costruttore (“pavimentista”)

---

# I giunti nelle pavimentazioni

# *Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e il controllo delle pavimentazioni di calcestruzzo*

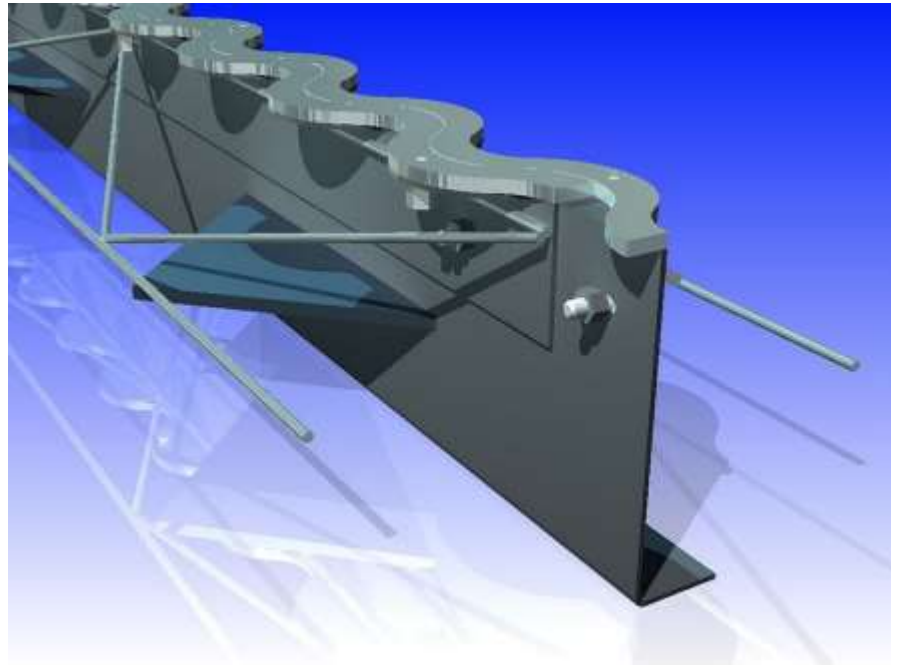
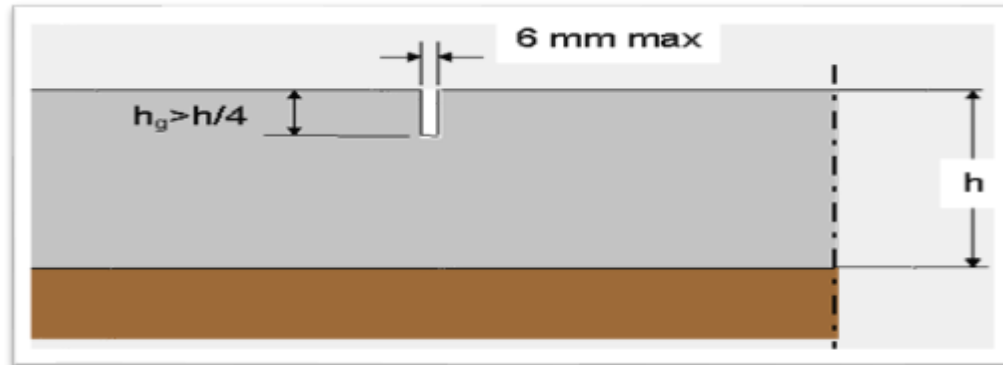
## INDICE

1	PREMESSA	7
2	CLASSIFICAZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI	9
3	MASSICCATA E SOTTOFONDO	16
4	MATERIALI	20
5	CRITERI DI PROGETTAZIONE, AZIONI	32
<b>6</b>	<b>PROGETTAZIONE DEI GIUNTI</b>	<b>37</b>
7	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI	40
8	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO	43
9	PRESCRIZIONI RELATIVE ALL'ESECUZIONE	45
10	INDAGINI PRELIMINARI, CONTROLLI ETC	55
11	VALUTAZIONE DELLE DIFETTOSITÀ	64
12	PIANO DI USO E MANUTENZIONE	67
13	RUOLI DEGLI ATTORI	70



# Tipologia di giunti

- Giunti di contrazione
- Giunti di costruzione
- Giunti di dilazione
- Giunti di isolamento



# Tipologia di giunti

## Giunti di costruzione:

separano due porzioni di pavimento gettate in tempi diversi, sono estesi a tutto lo spessore e devono essere realizzati in modo che parte del carico presente su una piastra sia trasferito a quella adiacente. Generalmente fungono anche da giunti di contrazione.

## Giunti di isolamento:

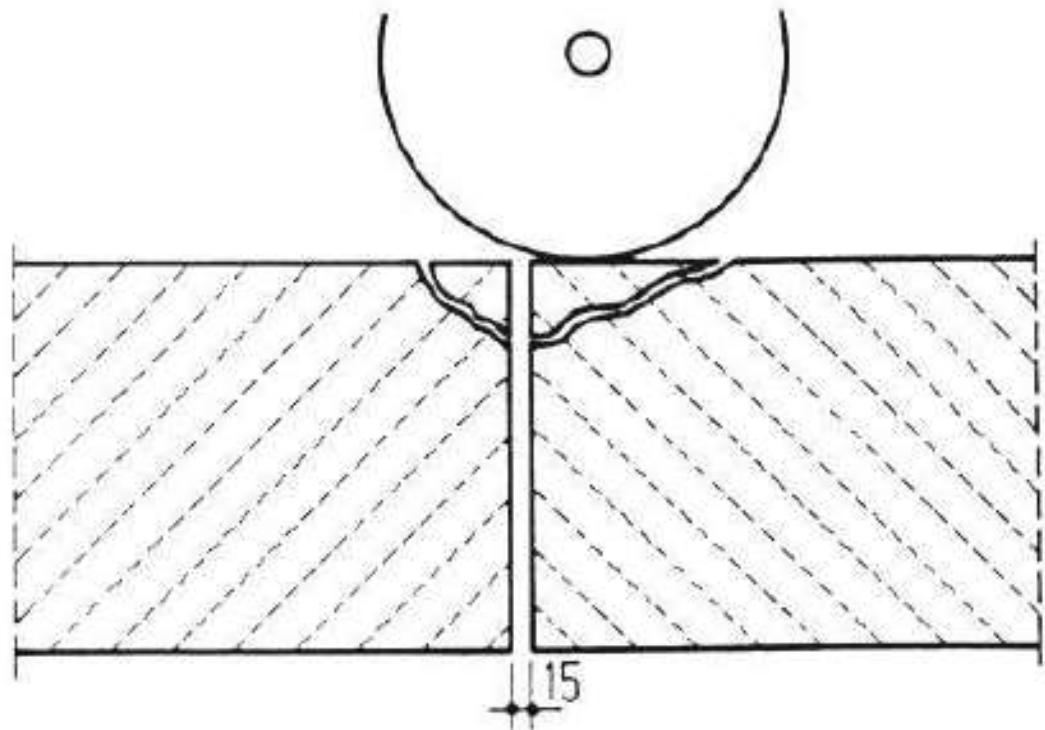
estesi a tutto lo spessore, hanno lo scopo di isolare la pavimentazione da elementi fissi (per es. pilastri, muri) che ne impedirebbero le deformazioni se messi a contatto fra loro.



Foto: General Admixtures

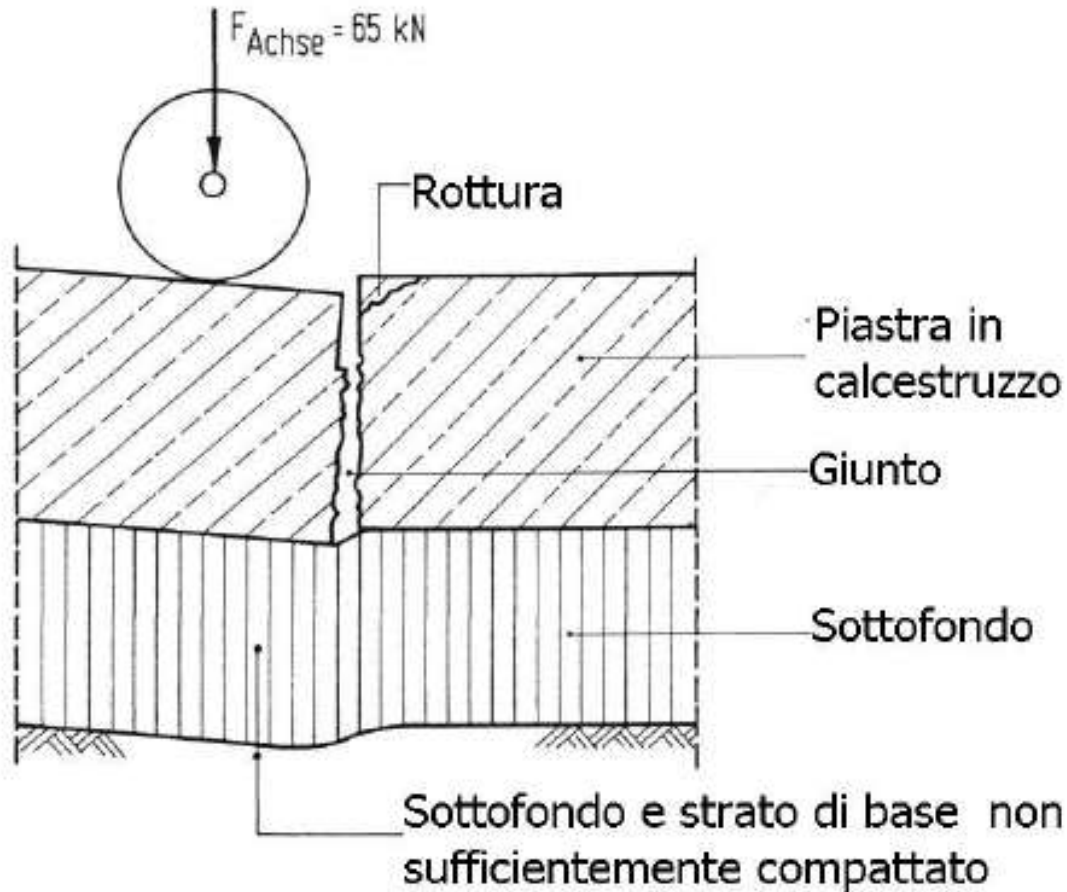
# Giunti di costruzione

Il mancato inserimento nel giunto di un elemento in grado di contenere le dilatazioni trasversali del cls. provoca la rottura dei bordi sotto carichi mobili.



Rottura dei bordi del giunto

# Giunti di costruzione



**NECESSITA' DI  
SPINOTTI / BARROTTI  
DI COLLEGAMENTO**

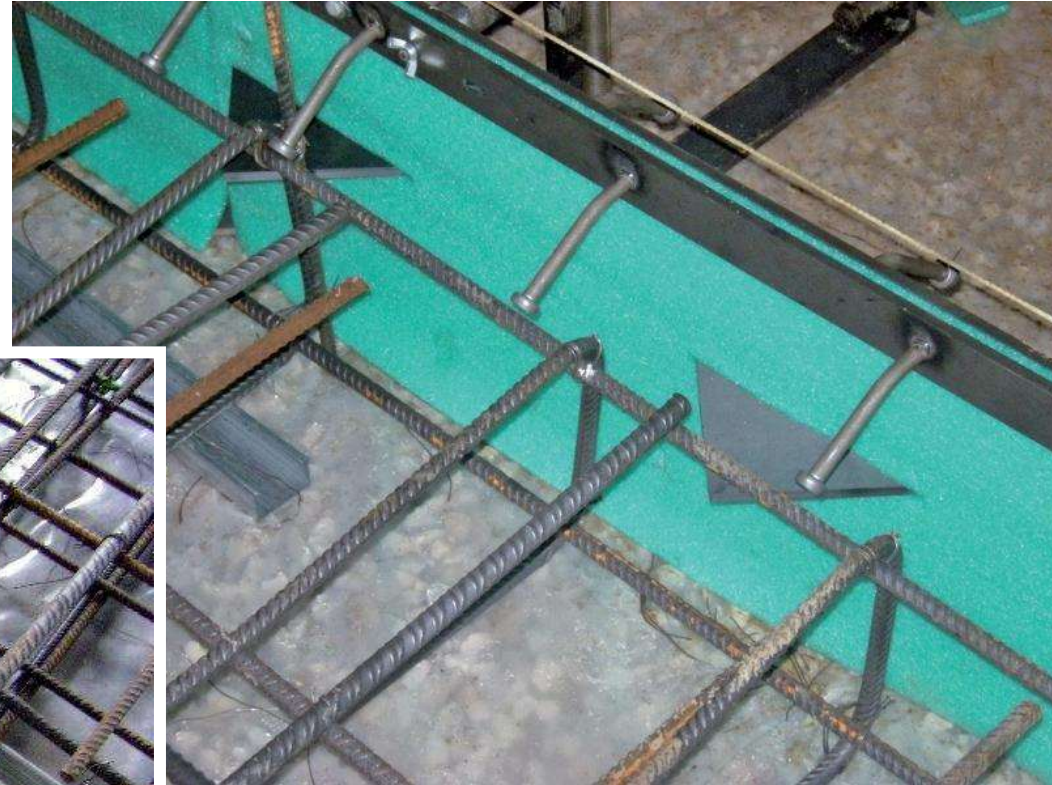
Cedimento differenziale.

# Giunti di costruzione





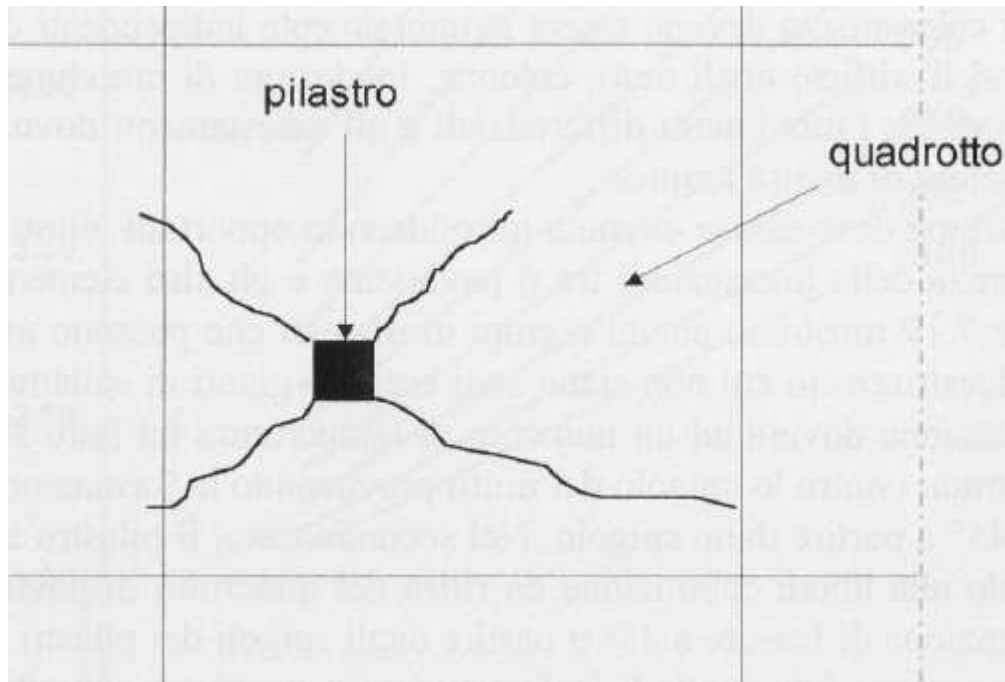
# Giunti di costruzione



# Progettazione dei giunti di costruzione

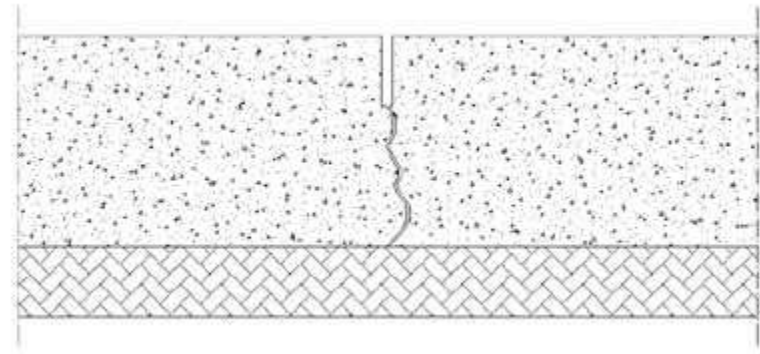
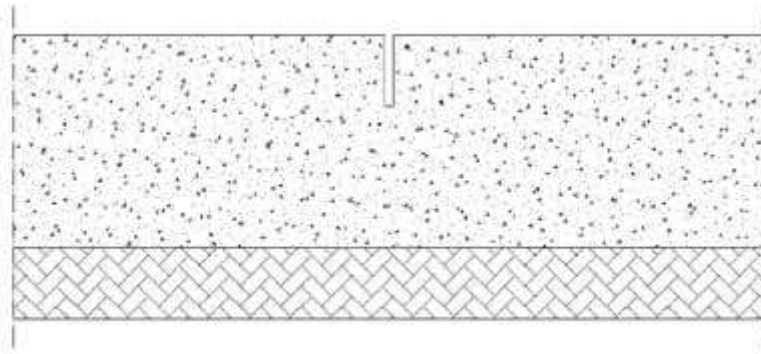


# Mancanza di un giunto di isolamento



**Dissesto dovuto alla mancanza di giunto di isolamento tra pavimento e pilastro intermedio. Il pilastro intermedio ha creato un ostacolo alla libera contrazione da ritiro del quadretto di pavimento, determinando la formazione di fessure a 45° a partire dagli spigoli dei pilastri**

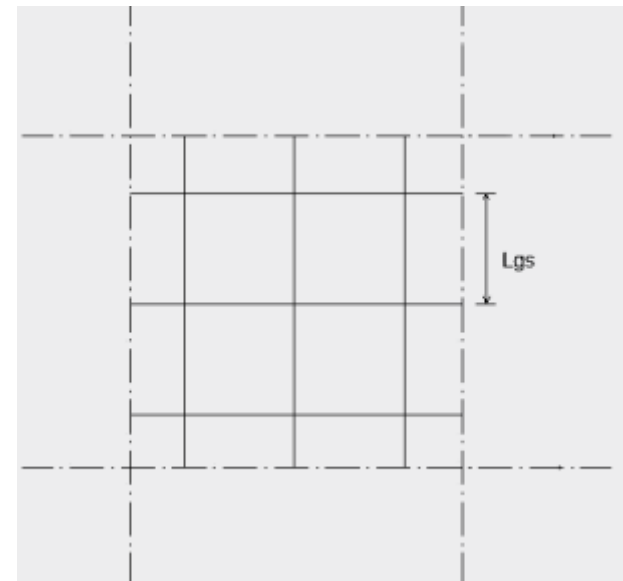
# Giunti di contrazione o di controllo

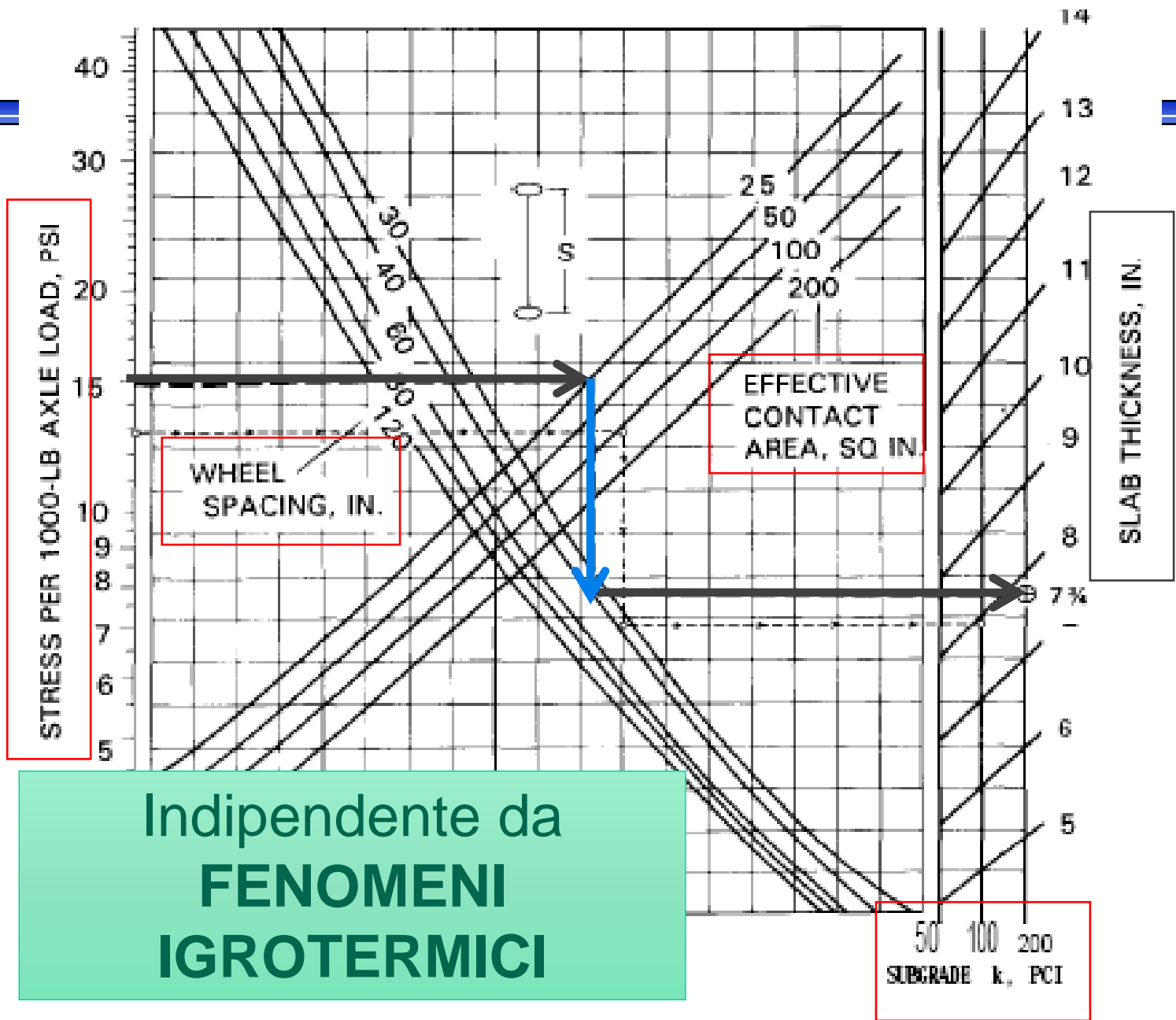


*La fessura viene indirizzata nella sezione indebolita dal taglio del giunto*

***Distanza tra i giunti***

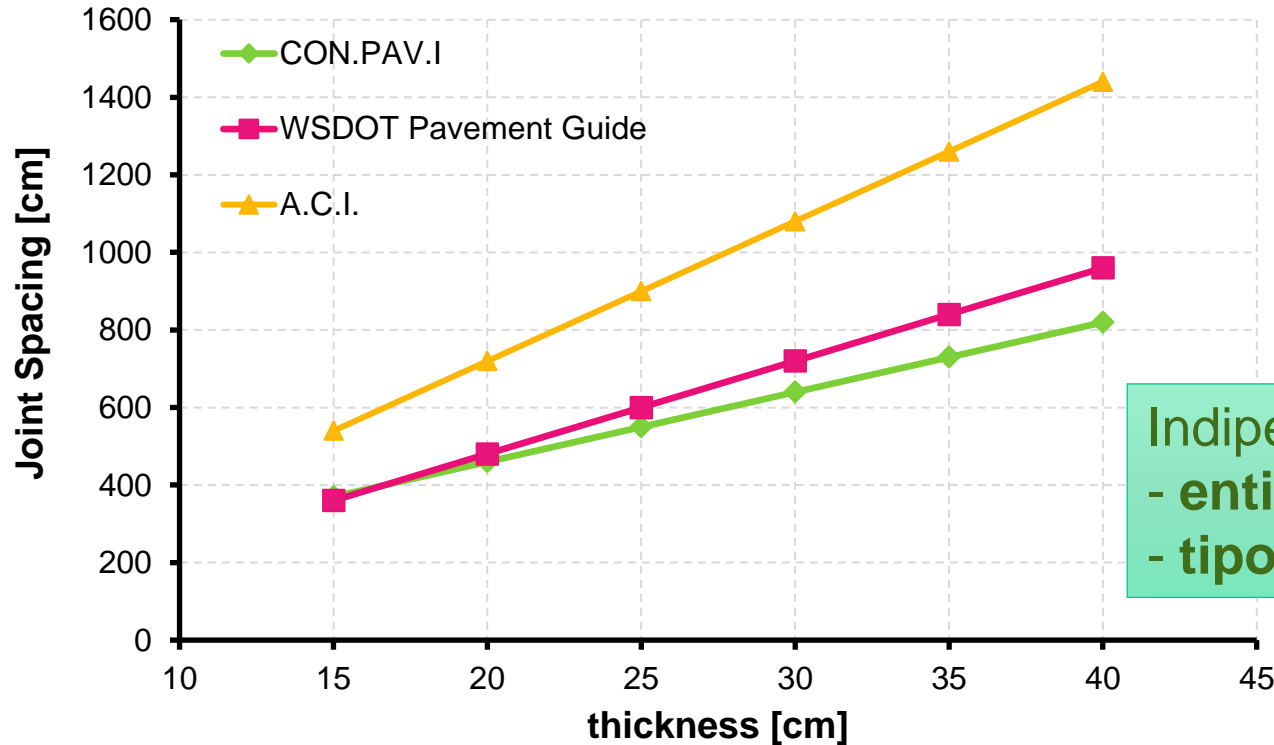
$$L_{gs} = 18 \cdot h + 100$$





Indipendente da  
**FENOMENI  
 IGROTHERMICI**

# La distanza tra i giunti di contrazione



Indipendente:  
 - entità ritiro;  
 - tipologia di sottofondo.

Codice di Buona Pratica (CON.PAV.I)	$L = 18 \cdot h(\text{cm}) + 100$
WSDOT Pavement Guide	$L \leq 24 \cdot h(\text{cm})$
ACI 360-R 92	$L \geq 24 \cdot h(\text{cm})$ $L \leq 36 \cdot h(\text{cm})$

# Errata disposizione dei giunti di contrazione

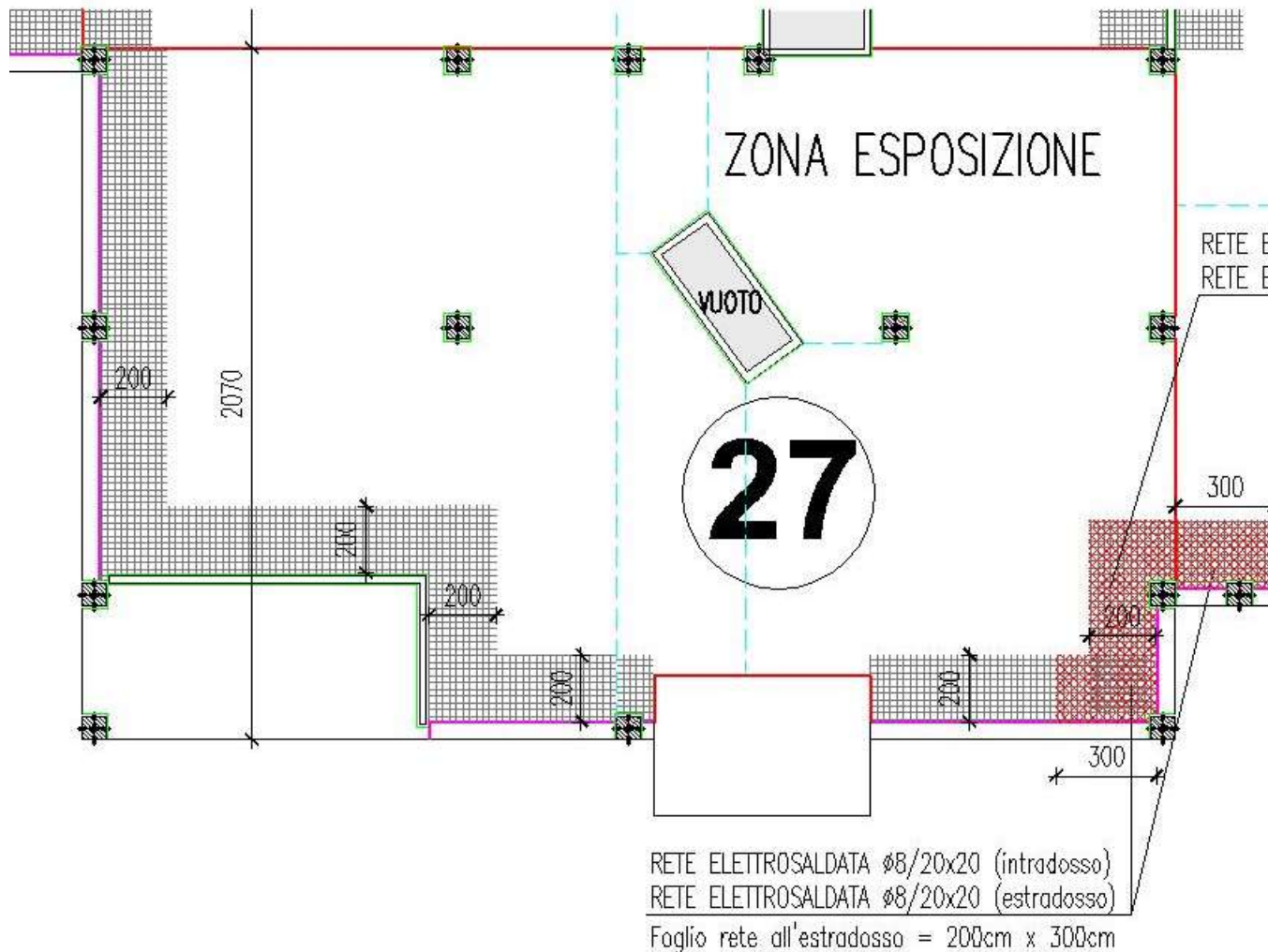


# La distanza tra i giunti di contrazione





# Pavimento IKEA Catania: particolare scala



# Come realizzare un pavimento jointless

---

- Preparare il sottofondo in modo da avere un piano di appoggio regolare (costruttore)
- Applicare uno strato di scorrimento (costruttore)
- Studiare un mix a prestazione garantita in termini di ritiro (tecnologo del calcestruzzo)
- Consentire lo scorrimento libero della piastra (progettista)
- Realizzare campi di getto con geometria regolare (progettista)
- Giunti di contrazione (progettista)

---

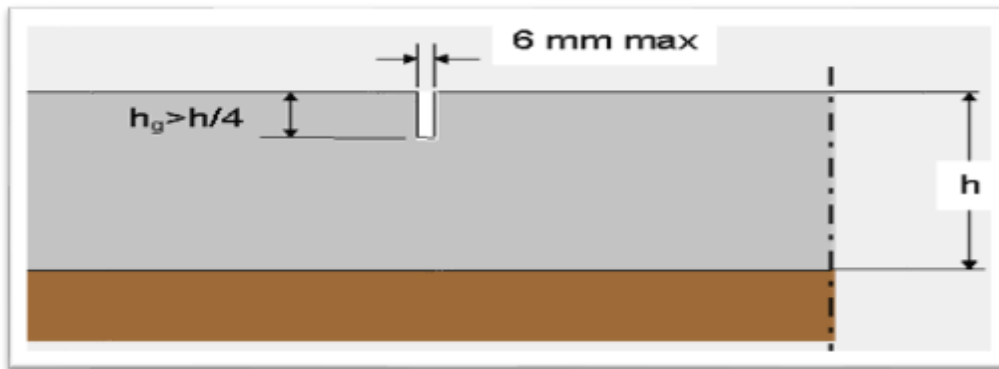
# Il ritiro nelle pavimentazioni

# Il pavimento è in continuo movimento !!!

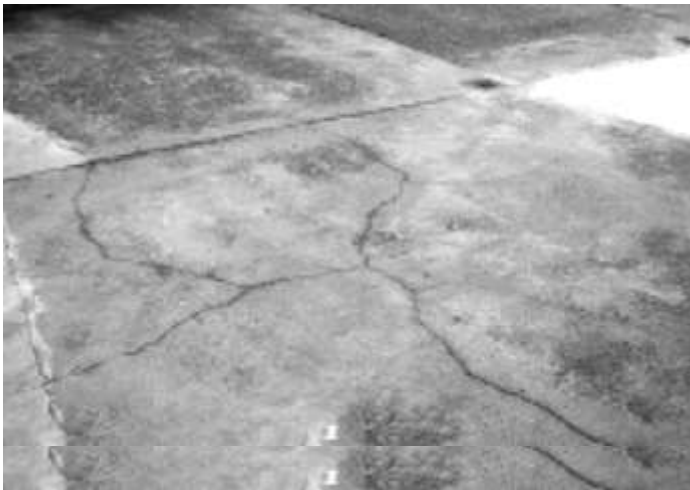
Il ritiro e le variazioni termiche comportano variazioni dimensionali della pavimentazione

Se questi spostamenti sono liberi (assenza di vincoli esterni, superficie di appoggio piana, presenza di uno strato di scorrimento), non inducono sforzi nella pavimentazione.

Se gli spostamenti sono impediti, è necessario localizzare le deformazioni di trazione lungo linee predefinite della pavimentazione attraverso “giunti di contrazione”.



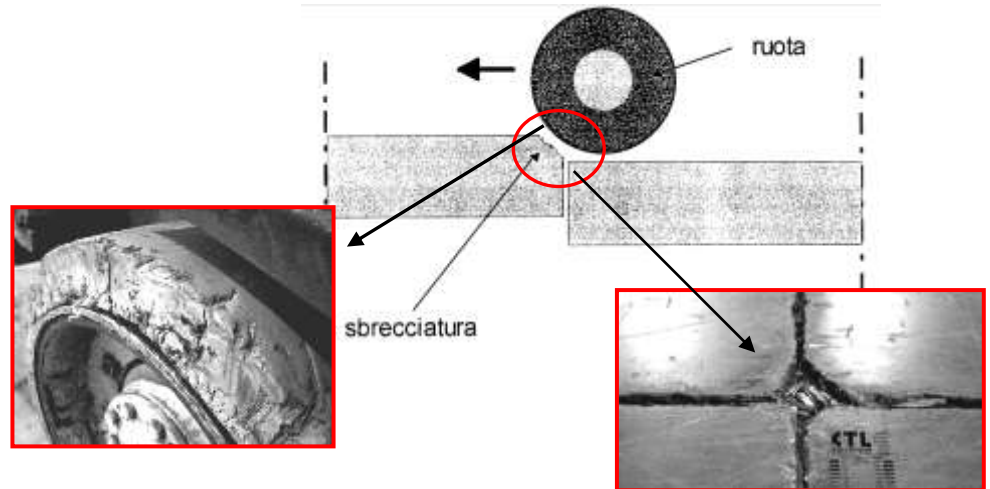
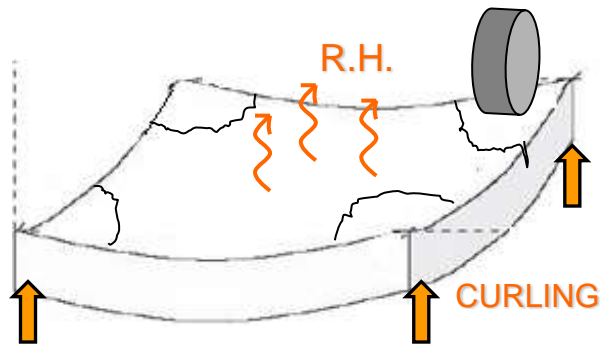
# Effetti del ritiro



- Il fenomeno di ritiro viene considerato solo mediante leggi di natura empirica che suggeriscono distanze tra i giunti di contrazione;
- Recentemente, trovano un crescente impiego le pavimentazioni privi di tali giunti → joint-less.

# Effetti del ritiro

- Gli effetti del ritiro (e/o variazioni termiche) sulle pavimentazioni su suolo elastico sono legati alla forte iperstaticità di tale strutture → attrito tra sottofondo e pavimentazione;
- Inoltre, la pavimentazione può tendere a sollevarsi agli spigoli dando luogo al cosiddetto fenomeno del “curling”;

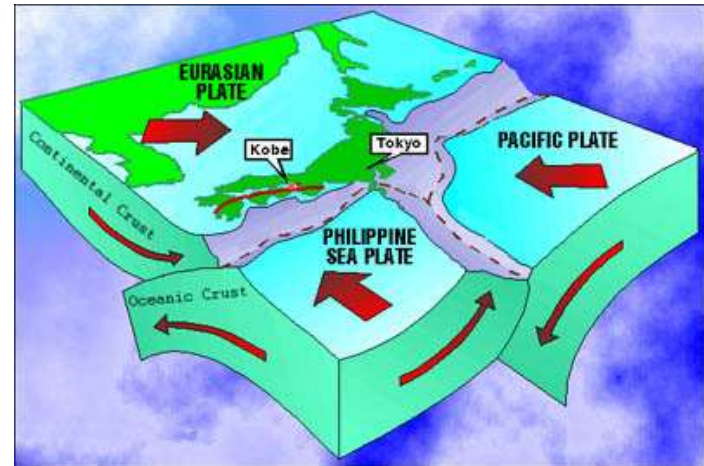


- A seguito di questo fenomeno si possono produrre fessure indesiderate dovute a carichi agenti sulle “mensole” che tendono a formarsi per effetto del sollevamento.

---

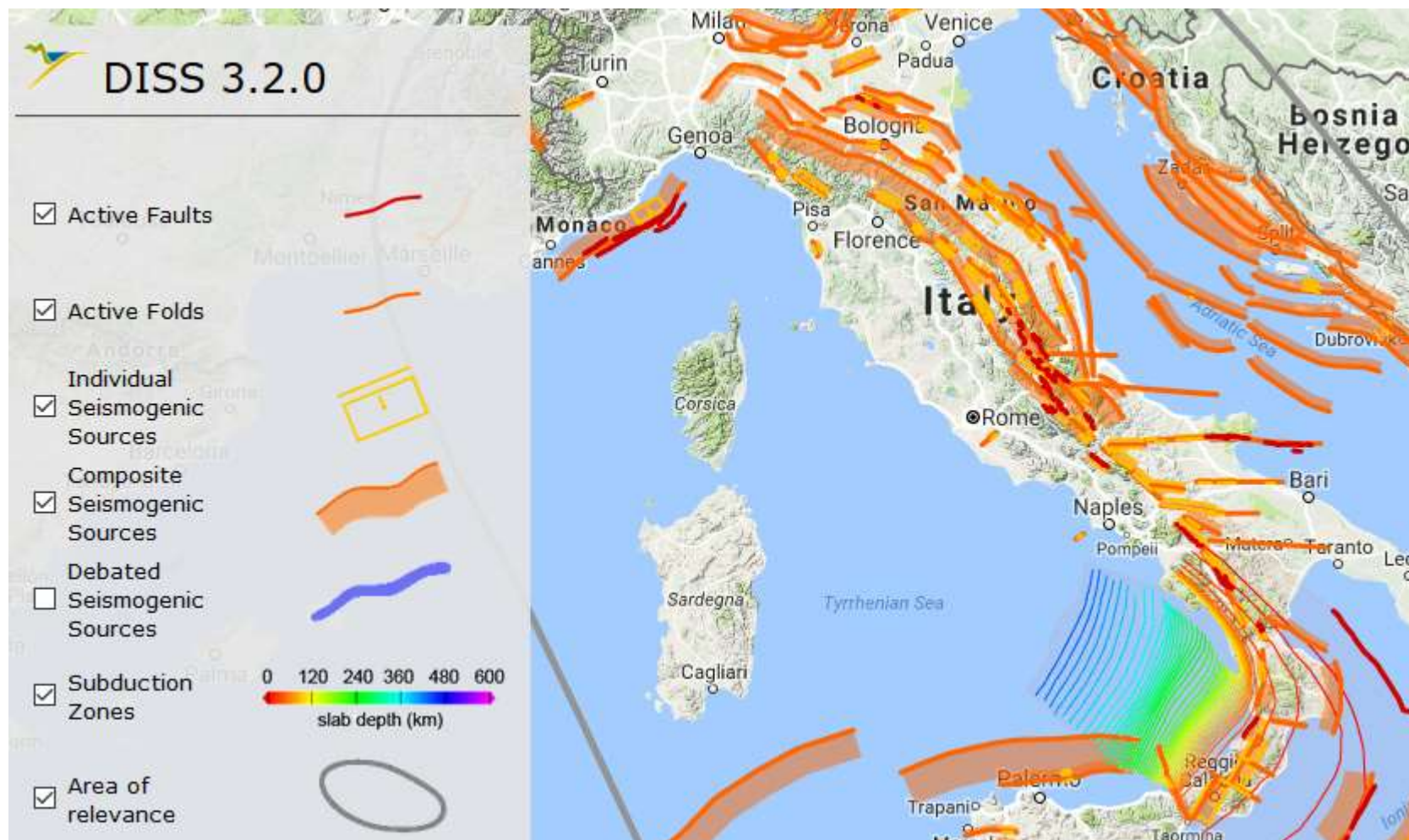
# Pavimentazioni in zona sismica

# Mappa sismica

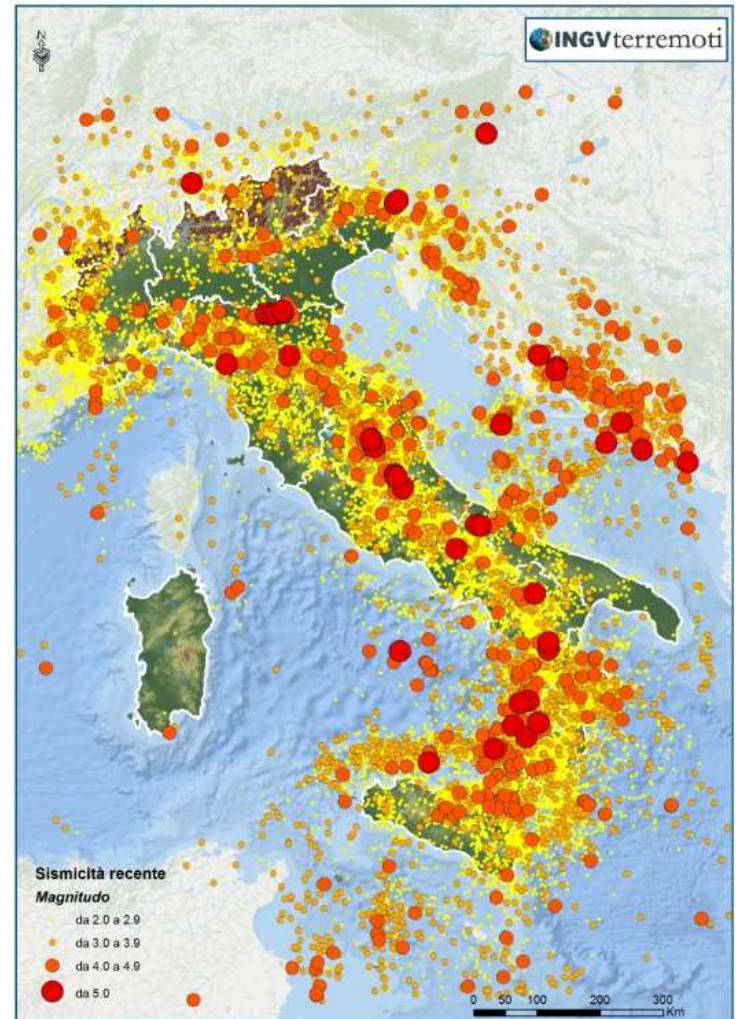
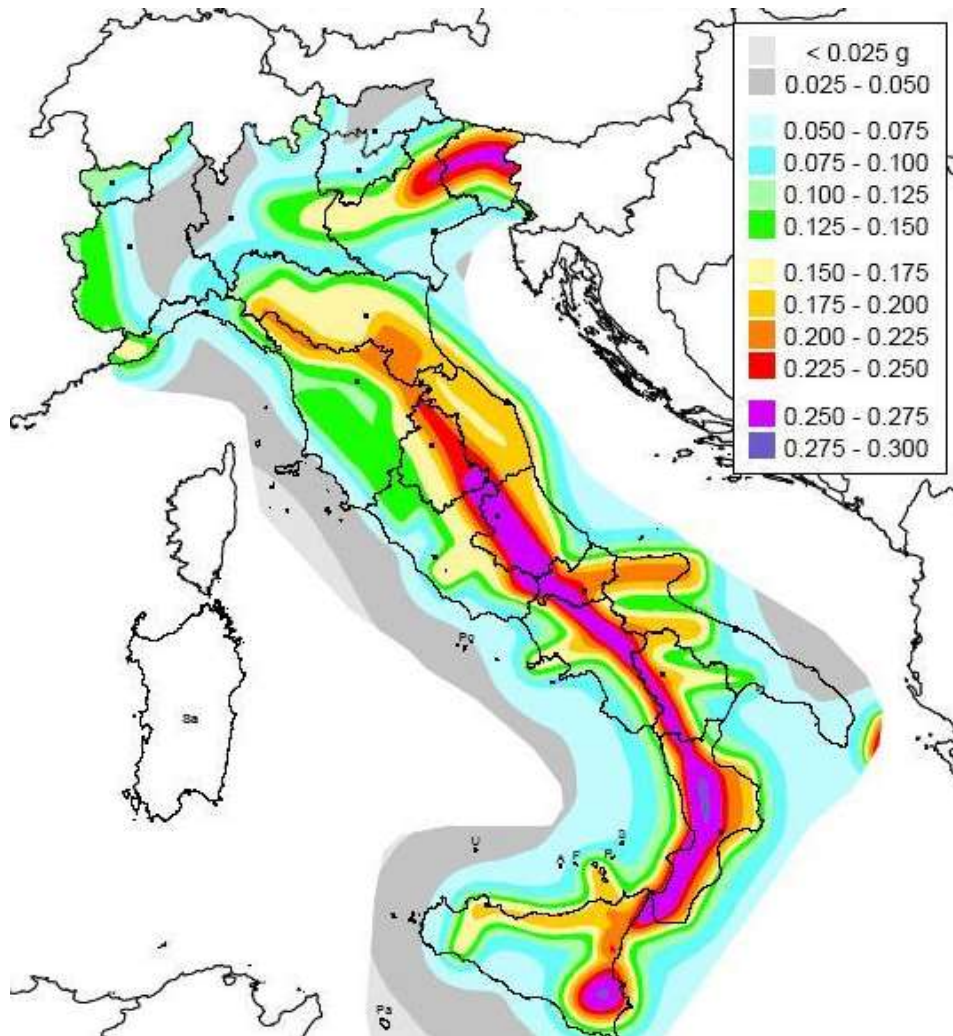




# Mappa sismica



# Sismicità recente



# Effetti del collasso



Le scalere, scaffali per la stagionatura delle forme di parmigiano, crollate nel terremoto del maggio 2012

# Le nuove pavimentazioni in zona sismica

---

E' necessario considerare le azioni sismiche trasmesse dalle scaffalature per la verifica a flessione e a punzonamento della pavimentazione.

E' opportuno distribuire il più possibile le azioni sismiche sui diversi montanti per evitare concentrazioni perché potrebbero influenzare lo spessore di tutta la pavimentazione sia per le verifiche a flessione sia per le verifiche a punzonamento.

Si può prevedere l'infittimento delle armature (o l'aggiunta di armature nel FRC) nelle zone maggiormente sollecitate.

Le scaffalature non possono attraversare i giunti di costruzione perché questi sono in continuo movimento

L'effetto del terremoto si fa sentire in presenza di scaffalature con carichi elevati.

# Cause del collasso

---

Si può accettare che, in presenza dell'evento sismico, sia verificato lo SLU e non lo SLE (possibili fessurazioni)

- Cedimento del tassello di collegamento
- Collasso per punzonamento del pavimento sotto la piastra di base del montante
- Collasso per flessione della pavimentazione

# Adeguare una pavimentazione esistente

---

E' necessario conoscere (in mancanza di disegni «as built»):

L'eventuale quadro fessurativo

Lo spessore della pavimentazione

Le caratteristiche meccaniche del calcestruzzo

La presenza di eventuali armature (e la loro posizione)

Le caratteristiche meccaniche delle armature

Le caratteristiche del sottofondo

Tali verifiche vanno fatte in diverse aree della pavimentazione per verificarne l'omogeneità (non scontata)

# In una pavimentazione esistente ...

---

I fenomeni di ritiro sono certamente esauriti

I fenomeni dovuti alle variazioni termiche sono facilmente quantificabili

Le resistenze dei materiali (a seguito di un'indagine in situ) sono dati «certi» (dipende dal livello di conoscenza)

Si potrebbero applicare le regole per gli edifici esistenti, basati sui valori medi dei materiali e un fattore di confidenza basato su un livello di conoscenza

# Come intervenire

---

Se i fenomeni di degrado (fessurazione) sono limitati, la pavimentazione ha risposto bene ai carichi di esercizio e potrebbe essere in grado di resistere alle azioni sismiche (previa verifica statica della piastra).

Si consideri che la pavimentazione è una struttura con elevato grado di iperstaticità e, di conseguenza, con elevata capacità di redistribuzione degli sforzi.

E' necessario verificare la tenuta dei tasselli di collegamento dello scaffale alla pavimentazione. Se questi fossero insufficienti, è necessario aggiungere nuovi tasselli o aumentare i punti di appoggio della pavimentazione.

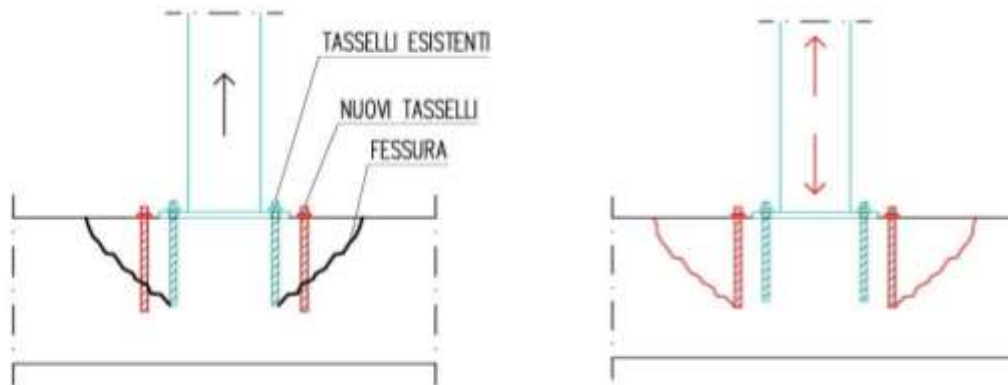


# Punzonamento della piastra

Sono importanti le verifiche locali (punzonamento).

Se le verifiche a punzonamento non sono soddisfatte, si può intervenire con

- i rinforzi locali,
- con l'aumento dell'area di appoggio del piedino,
- con l'aumento dei punti di appoggio dello scaffale.



---

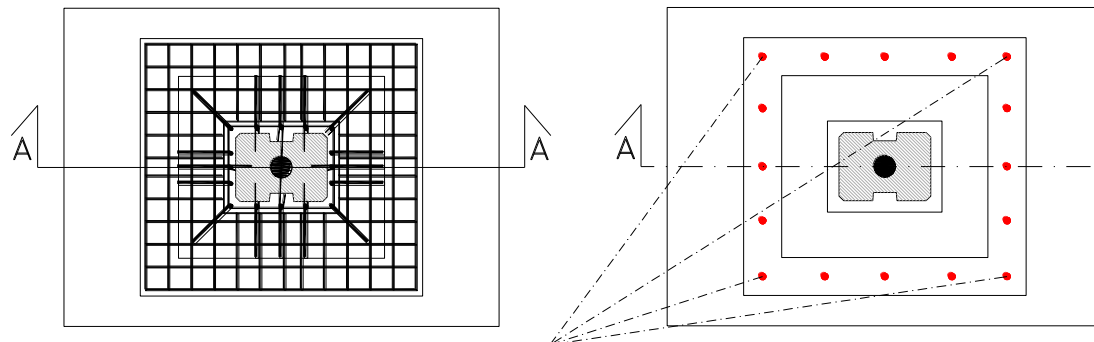
# **RULO DELLE PAVIMENTAZIONI INDUSTRIALI NEL COMPORTAMENTO SISMICO DELLE COSTRUZIONI PREFABBRICATE**

# La pavimentazione rappresenta certamente un vincolo per i pilastri

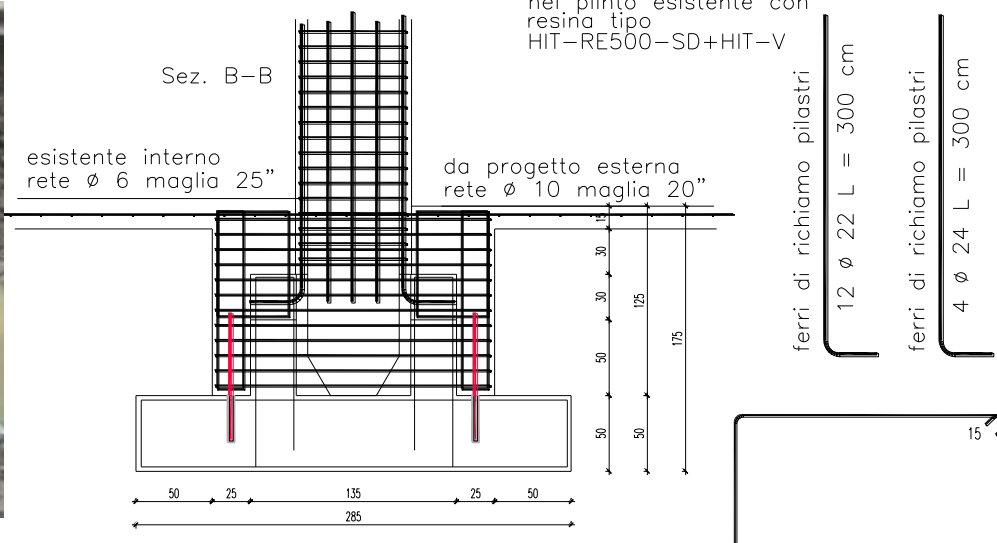


# Esempio di intervento dove la pavimentazione è utilizzata per collegare i plinti a bicchiere

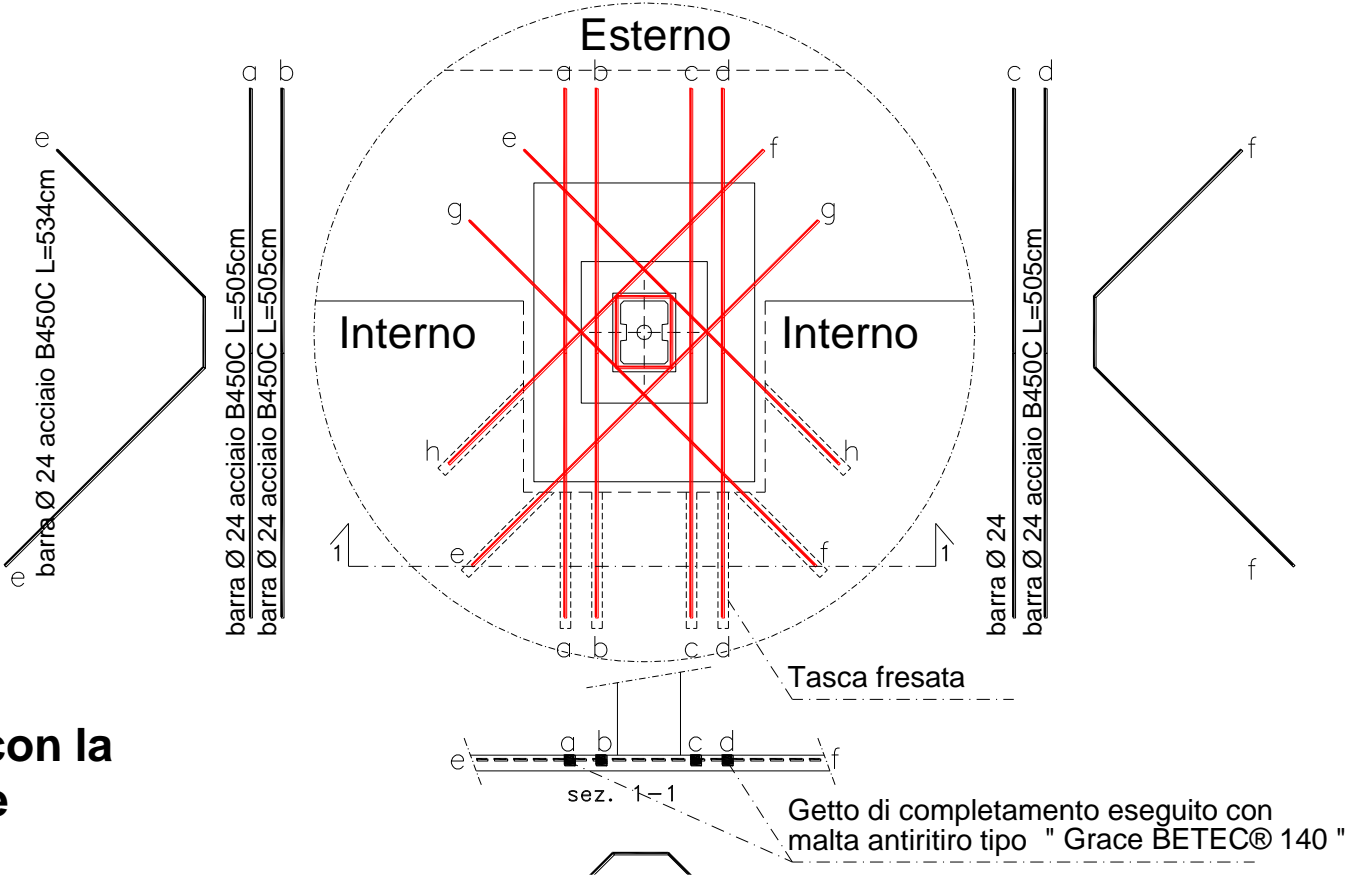
## RINFORZO DEL BICCHIERE



16 barre B450C L=80 cm  
Ø 24 infisse per 30 cm  
nel plinto esistente con  
resina tipo  
HIT-RE500-SD+HIT-V



# Esempio di intervento dove la pavimentazione è utilizzata per collegare i plinti a bicchiere



**Collegamento con la  
pavimentazione**

---

# Ruolo dei principali Attori

# Ruolo del Progettista

---

Il Progettista ha la responsabilità diretta della progettazione della pavimentazione ed ha il compito di dimensionare e verificare la pavimentazione agli Stati Limite di Esercizio e Ultime.

Il Progettista dovrà produrre le specifiche di capitolato, gli elaborati grafici di progetto nei quali dovrà essere riportato lo spessore, la posizione dei giunti di costruzione, di dilatazione e di contrazione, i dettagli costruttivi e quanto altro occorre per definire l'opera e per consentire la sua corretta esecuzione.

Il Progettista dovrà produrre anche una relazione di calcolo dalla quale risultino, in modo chiaro ed esauriente, i calcoli eseguiti, le caratteristiche, le qualità dei materiali che verranno impiegati in aggiunta alla vita utile della pavimentazione.

# Ruolo del Direttore dei Lavori

---

Il Direttore dei Lavori ha la responsabilità dell'osservanza delle prescrizioni di esecuzione del progetto e del controllo di qualità dei materiali impiegati, anche durante le eventuali fasi di prequalifica, ed ha il compito di verificare la rispondenza dell'opera al progetto.

Nei cantieri, dal giorno di inizio a quello di ultimazione dei lavori, devono essere conservati gli elaborati di progetto, datati e firmati anche dall'impresa esecutrice e dal direttore dei lavori, nonché un apposito giornale dei lavori. Della conservazione e regolare tenuta di tali documenti è responsabile il Direttore dei Lavori, che è anche tenuto a vistare periodicamente, ed in particolare nelle fasi più importanti dell'esecuzione, il giornale dei lavori.



# Ruolo del Produttore di calcestruzzo

---

Il Produttore ha il compito di garantire le caratteristiche e le specifiche richieste in fase di contratto e presenti nel progetto e dalla marcatura CE, ove prevista.

# Ruolo dell'Impresa

---

L'Impresa Appaltatrice ha il compito di realizzare l'opera in modo conforme alle specifiche ed alle prescrizioni del Progettista. Ha inoltre la responsabilità della corretta preparazione e gestione del cantiere, dell'osservanza delle prescrizioni di esecuzione del progetto, della scelta dei materiali impiegati, della sussistenza delle regolari condizioni per l'esecuzione, della posa in opera e della maturazione.

# Ruolo del Certificatore

---

A titolo volontario, il Committente può richiedere che la realizzazione dell'opera sia soggetta ad una procedura di certificazione, da svolgersi nel rispetto di quanto previsto dalla norma EN 13670. Detta procedura è raccomandata per i pavimentazioni con superficie superiore a 5.000 m<sup>2</sup> e in classe 4-5.

La scelta dell'Ente certificatore spetta al Committente che preciserà altresì i termini di tempo entro i quali dovranno essere completate le operazioni di certificazione.

Il Certificatore, un tecnico che non abbia avuto alcun ruolo nel processo progettuale e costruttivo, dovrà controllare:

- La regolarità della documentazione tecnica-amministrativa;
- La regolarità del progetto della pavimentazione;
- La corretta esecuzione dei lavori.

# Grazie per la Vostra attenzione !!

---

