

# Pavimentazioni stradali in calcestruzzo

Lo stato dell'arte nei principali paesi europei:  
il caso del Belgio

Fabio Miseri

In questo secondo articolo analizzeremo lo stato dell'arte delle pavimentazioni rigide in Belgio, un paese con una lunga e consolidata tradizione nella costruzione e gestione delle pavimentazioni stradali in calcestruzzo.

Legalmente il Belgio è composto da

tre regioni: la Vallonia, le Fiandre e la regione della capitale Bruxelles. Ci sono tre autorità amministrative separate che hanno in carico la gestione regionale della rete stradale, con tre normative di riferimento differenti come evidenziato nella Tabella 1.

In Belgio non esistono fondi dedicati

per la realizzazione delle autostrade ma sono utilizzati quelli provenienti dalle entrate generali. La gran parte della rete autostradale belga è stata costruita utilizzando la soluzione delle pavimentazioni stradali in calcestruzzo ad armatura continua (CRCP).

Il Belgio, la Francia e l'Olanda sono gli unici paesi europei che hanno utilizzato questa tecnica costruttiva su larga scala.

Dato che la rete autostradale in Belgio è in gran parte completata, la maggior parte degli investimenti attuali sono destinati all'ammodernamento delle infrastrutture esistenti, realizzate sia in calcestruzzo sia in conglomerato bituminoso.

Generalmente le vecchie pavimentazioni in calcestruzzo sono sostituite con quelle di nuova generazione che prevedono una tessitura superficiale ad aggregati esposti tramite spazzolatura (a strato unico o a doppio strato di calcestruzzo); ma anche tratti in conglomerato bituminoso sono stati sostituiti con pavimentazioni in calcestruzzo su tutte le corsie (come ad esempio l'anello di Anversa) o solo nella corsia di marcia lenta.

I fattori che oggi sono tenuti in maggior conto nella progettazione e realizzazione delle nuove pavimentazioni sono quelli riguardanti l'inquinamento acustico, il riciclaggio di materiali e i costi di gestione sull'intero ciclo di vita. La Tabella 2 riassume la per-



Tabella 1 – Normativa relativa alle pavimentazioni, vigente nelle tre regioni belghe.

REGIONE	NORMATIVA VIGENTE PER LE PAVIMENTAZIONI
FIANDRE	STANDAARBESTEK 250 (SB250)
VALLONIA	CAHIER DES CHARGES TIPO (CCT) QUALIROUTES
BRUXELLES	TYPEBESTEK 2011 (o in francese CAHIER DES CHARGES TIPO 2011)

centuale delle pavimentazioni in calcestruzzo nella rete stradale belga (dati pubblicati nell'aprile 2010 dalla Federal Public Service of Mobility and Transportation).

L'Avenue Lorraine è stata la prima pavimentazione in calcestruzzo a lastre (JPCP) realizzata in Belgio nel 1925, con lastre di 8 m di larghezza e una lunghezza variabile tra 5 - 10 m. È stata ricostruita nel 2003 con lastre da 20 cm in calcestruzzo, gettate su uno strato di binder realizzata sopra la vecchia pavimentazione preventivamente demolita e utilizzata come fondazione, realizzando la finitura superficiale con aggregati esposti tramite (EAS) (Figura 2).

Gli ultimi due grandi progetti infrastrutturali in corso di realizzazione sono stati appaltati attraverso progetti di partnership pubblico/privato (PPP). Il collegamento tra l'aeroporto di Bruxelles e l'autostrada E19 tra Bruxelles e Anversa, in costruzione dal 2007, prevede l'utilizzo della pavimentazione in calcestruzzo.

La strada Nord-Sud di collegamento con la N19 nella regione di Kempen, in costruzione dal 2011, prevede la realizzazione di una pavimentazione in calcestruzzo a doppio strato nella maggior parte dei tratti. In questi progetti il contraente contribuisce ai costi di realizzazione ed è responsabile della manutenzione per i successivi 30 anni dal termine della costruzione. Sono inoltre definiti i requisiti funzionali che devono essere rispettati e durante i trent'anni sono richieste delle compensazioni ogni volta che il contraente chiude una corsia per realizzare delle riparazioni. La progettazione delle pavimentazioni in calcestruzzo ha subito nel tempo delle evoluzioni che talvolta, grazie all'esperienza successivamente maturata, ha portato i progettisti ad effettuare dei ripensamenti su alcune scelte operate per ridurre i costi di realizzazione, come ad esempio l'eliminazione dello strato di binder (5/6 cm) posto tra la fondazione e la lastra di calcestruzzo, la riduzione dello spessore della lastra e la riduzione della percentuale di acciaio



Figura 1 – L'Avenue Lorraine: prima pavimentazione in calcestruzzo a lastre (JPCP) realizzata in Belgio (1925).

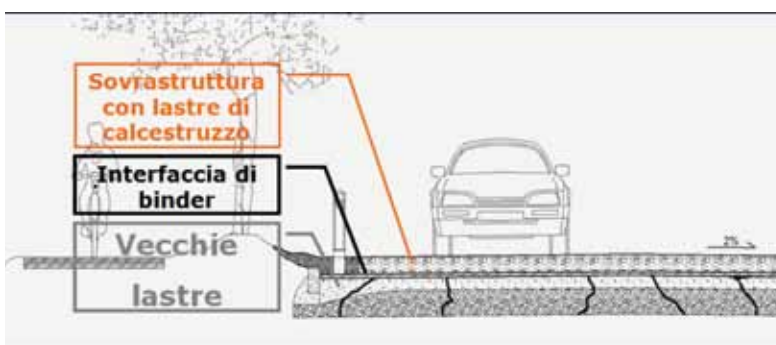


Figura 2 – Ricostruzione della Avenue Lorraine (2003): stratigrafia della pavimentazione.

Tabella 2 – Percentuale di pavimentazioni in calcestruzzo suddiviso per tipologia di strada.

TIPOLOGIA DI STRADA	KM TOTALI	% CALCESTRUZZO
AUTOSTRADIE	1.726	36
STRADE REGIONALI	12.550	13
STRADE PROVINCIALI	1.349	20
STRADE LOCALI (di cui il 76 % pavimentato)	137.870	15
STRADE RURALI AGRICOLE (parte dei 137.870 km di locali)	5.000	60

dell'armatura continua. Oggi giorno le pavimentazioni in calcestruzzo a lastre (JPCP) sono costruite in Belgio con una lunghezza della lastra che varia tra 4/5 m, una larghezza massima limitata a 4,5 m con barre di compartecipazione nei giunti tra-

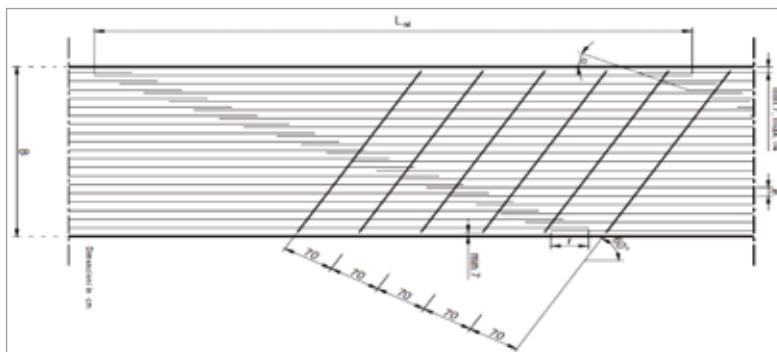
sversali e una fondazione rigida di calcestruzzo magro.

In alcuni progetti realizzati di recente è iniziata la sperimentazione del calcestruzzo rullato e compattato (Rolled Compacted Concrete) per la realizzazione delle fondazioni. ─

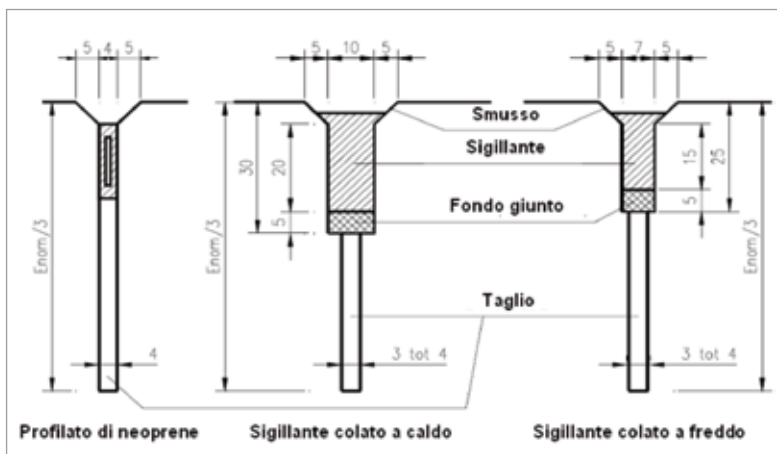
PER GENTILE CONCESSIONE DALL'ARCHIVIO FEBELCEM



**Figura 3** – RN8 - Leuze-en Hainautmentre: primo tratto di pavimentazione in calcestruzzo ad armatura continua (CRCP).



**Figura 4** – Schema di posizionamento delle armature in una pavimentazione CRCP.



**Figura 5** – Varie tipologie di sigillante utilizzato nei giunti.

Risale al 1950 la costruzione del primo tratto di pavimentazione in calcestruzzo ad armatura continua (CRCP), la RN8 – Leuze-en Hainautmentre (Figura 3), mentre la prima pavimentazione CRCP utilizzata come sovrastruttura di una pavimentazione esistente è stata realizzata nel 1968.

Oggi giorno lo standard di progettazione per le pavimentazioni CRCP con la classe di traffico più elevata e un ciclo di vita di 30 anni, prevede una percentuale di acciaio dell'armatura pari al 0,76%, uno spessore della lastra di 25 cm, uno strato di binder di separazione di 6 cm e una fondazione di calcestruzzo magro di 20 cm.

L'equivalente progettazione standard per una pavimentazione JPCP con una durata di 30 anni, prevede uno spessore delle lastre di 25 cm, 6 cm di strato di binder di separazione e una fondazione di 20 cm di calcestruzzo magro.

In Belgio la pavimentazione d'elezione per i tratti autostradali è senza dubbio quella ad armatura continua (CRCP) anche se alcuni tratti sono stati costruiti con la soluzione JPCP. Le barre di compartecipazione (dowels) hanno un diametro di 25 mm, una lunghezza di 60 cm, sono posizionate ogni 30 cm nei giunti trasversali e sono rivestite con resine epossidiche o bitume.

I ferri di legatura (tie bars) non sono rivestiti, sono realizzati con barre d'acciaio ad aderenza migliorata, hanno un diametro di 16 mm, una lunghezza di 80 cm, sono posizionati ogni 75 cm lungo i giunti longitudinali. Per le armature delle pavimentazioni CRCP sono utilizzate barre di acciaio da 20 mm di diametro posizionate ogni 18 cm e le barre trasversali sono inclinate con un angolo di 60° rispetto all'asse longitudinale (Figura 4).

Anche se il periodo di vita utile definito per la progettazione è stato fissato a 30 anni le infrastrutture realizzate hanno garantito una durata di 40 anni e più senza dover effettuare grandi interventi di manutenzione.





ARCHIVIO FEBELCEM



FEBELCEM

Il contraente può decidere che tipo di sigillante utilizzare nei giunti. Solitamente è utilizzato del sigillante liquido versato a caldo nei giunti trasversali mentre per quelli longitudinali è utilizzato del sigillante elastomerico preformato (Figura 5). Di solito sono gli enti governativi che realizzano i test richiesti durante la costruzione, anche se in alcuni grandi progetti è stato adottato un approccio QA/QC (quality assurance/quality control). Nei contratti più recenti sono sta-

te inserite anche delle penali sullo spessore, sulla resistenza a compressione del calcestruzzo, sulla regolarità superficiale e sul coefficiente di aderenza. Il periodo di garanzia richiesto ai contraenti è di tre anni. La tessitura superficiale oggi utilizzata è quella ottenuta attraverso l'utilizzo di ritardanti spruzzati sulla superficie e l'esposizione degli aggregati è ottenuta tramite la spazzolatura dello strato che viene effettuata dopo circa 20 ore, a umido o a secco. Nei tratti autostradali, oltre al ritardante, sono utilizzati anche dei teli in polietilene per coprire la superficie. Nel caso di pavimentazioni JPCP i tagli dei giunti trasversali sono generalmente realizzati con i teli ancora stesi. Nelle strade secondarie si preferisce spruzzare sulla superficie un composto liquido di curing al posto dei teli. Il prodotto di curing è poi nuovamente spruzzato sulla superficie al termine della fase di spazzolatura.



Euromobil FAST 100: impianto mobile dalle prestazioni elevate. Facile da trasportare e rapido da installare, non richiede opere di fondazione.

Gli altri impianti mobili della serie Euromobil: FAST130 - FAST80 - FAST60 - FAST30 - FASTDRY



CENTRALI DI BETONAGGIO E DI PREFABBRICAZIONE  
CENTRALI PER LA PRODUZIONE DI CLS PER DIGHE  
IMPIANTI PER LA PRODUZIONE DI MISTO CEMENTATO  
SILOS E TERMINAL PORTUALI  
NASTRI TRASPORTATORI  
SISTEMI PER IL RECUPERO DEL CALCESTRUZZO  
FILTRI DI DEPOLVERAZIONE  
IMPIANTI DI INERTIZZAZIONE



Vieni a trovarci!! **Area esterna ES D 068**

EUROMECC Srl: SS 192 Km 79 - C.P. 163  
95045 Misterbianco (CT) - Italy  
Tel: +39 095 7130011 - +39 331 1834741  
+39 331 1834743 - Fax: +39 095 7130115

[www.euromecc.com](http://www.euromecc.com) - [sales@euromecc.com](mailto:sales@euromecc.com)



**Figura 6** – Esempio di rotonda realizzata con la tecnica di pavimentazione CRCP.

Grazie alla presenza di sistemi di riferimento laser applicati sulle finitrici a casseforme scorrevoli spesso sono realizzati lavori anche in notturna.

Sono numerose anche le rotonde di grandi dimensioni (più di 100), realizzate a partire dal 1995, utilizzando la tecnica della pavimentazione di tipo CRCP (Figura 6).

Nella Tabella 3 sono riportate le caratteristiche dei tre tipi di miscela utilizzate per la costruzione di pavimentazioni in calcestruzzo, realizzate con cemento Portland (CEM I) o con loppa d'altoforno (CEM III/A) con una classe di resistenza di 42.5, un contenuto di alcali limitato a un massimo di 0,9% per CEM III/A LA (clinker < 50%) e 0,6% per CEM I, con l'utilizzo di additivi aeranti e fluidificanti.

Di seguito si riporta anche la curva granulometrica degli aggregati utilizzati per realizzare il mix design del calcestruzzo per uso stradale (Figura 7), nel caso di dimensione massima pari a 20 o 32 mm. ⇐

**Tabella 3** – Caratteristiche dei tre tipi di miscela utilizzati per le pavimentazioni in calcestruzzo.

	<b>Contenuto minimo di cemento (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Rapporto acqua/cemento</b>
Categoria I	<b>400</b>	<b>≤ 0,45</b>
Categoria II	<b>375</b>	<b>≤ 0,50</b>
Categoria III	<b>350</b>	<b>≤ 0,50</b>

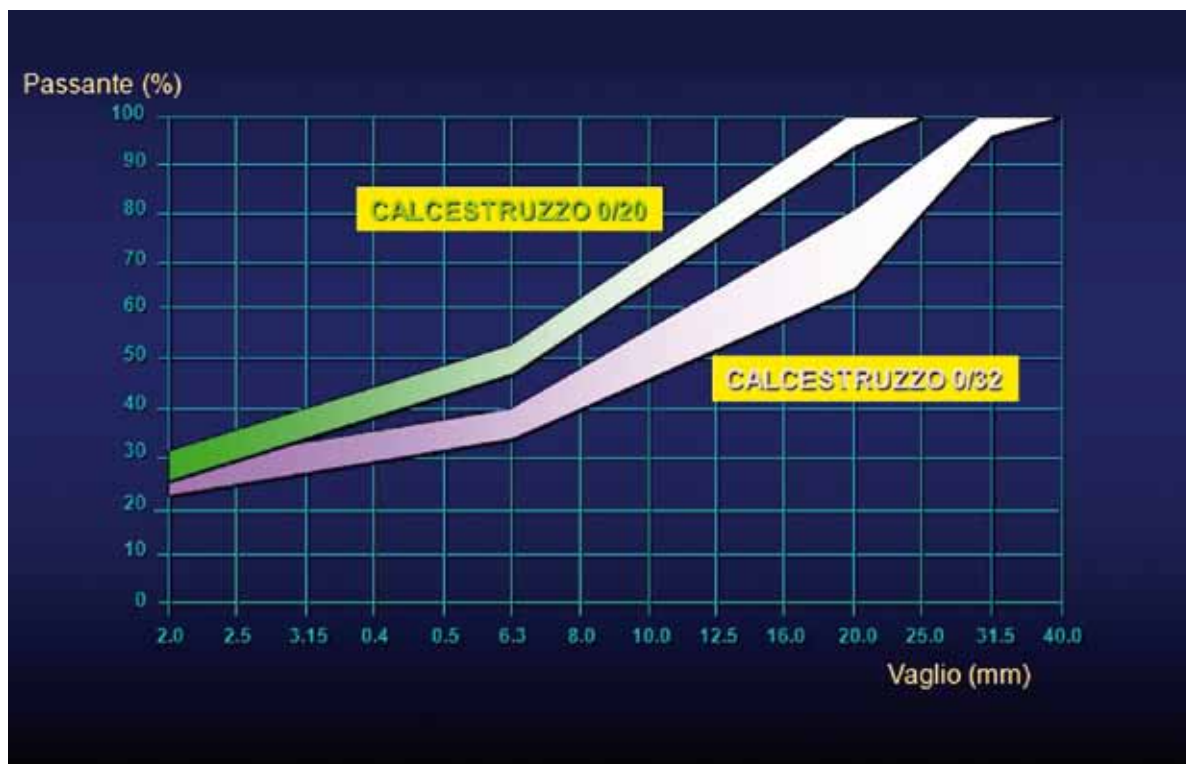


Figura 7 – Curva granulometrica degli aggregati utilizzati per calcestruzzo ad uso stradale, nel caso di dimensione massima pari a 20 o 32 mm.

### Accordo di collaborazione fra il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e l'UNI

È stato firmato lo scorso 18 ottobre l'accordo di collaborazione fra il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e l'UNI (Ente Nazionale di Unificazione) che prevede una più stretta interazione fra le attività di normazione tecnica cogente e volontaria tipicamente di competenza delle due parti. La normativa tecnica volontaria è, infatti, uno strumento essenziale per lo sviluppo delle attività appartenenti alla filiera delle costruzioni, e la collaborazione tra Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e l'UNI può essere determinante per l'elaborazione di nuove norme sempre più adatte alle esigenze del mercato, alla diffusione della loro conoscenza e alla concreta applicazione, dalla fase di progettazione all'esecuzione.

L'accordo firmato il 18 ottobre scorso da Francesco Karrer – Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – e Piero Torretta – Presidente UNI – prevede infatti che l'UNI ed il C.S.LL.PP. rafforzino i loro, già proficui, rapporti, mediante la realizzazione di diverse specifiche azioni.

È, infatti, previsto, che UNI metterà a disposizione il proprio Comitato Costruzioni (organismo UNI che svolge funzioni di indirizzo e di coordinamento delle strategie normative nazionali di settore) come ambito di confronto e di coordinamento con tutti gli attori della filiera delle costruzioni, anche al fine di supportare il C.S.LL.PP. nelle attività presso gli organismi tecnici dell'Unione Europea.

Reciprocamente, ognuna delle organizzazioni incentiverà la partecipazione alle attività tecniche dell'altra (commissioni tecniche UNI, CEN e ISO; Assemblea generale, Sezioni, commissioni e gruppi di lavoro del CSLPP) al fine di assicurare un coordinamento efficace delle attività di interesse di rispettiva competenza. Punto particolarmente qualificante dell'accordo è la predisposizione di un meccanismo che garantisca il periodico e tempestivo aggiornamento dei riferimenti delle norme UNI in applicazione del decreto interministeriale riportante le "Norme Tecniche per le Costruzioni", nonché prevedere metodologie di accesso facilitato degli utenti alle norme UNI citate nelle stesse norme tecniche per le costruzioni.

Fonte [www.cslp.it](http://www.cslp.it)