

Ing. Massimo Fumagalli
CEO & Sales Manager - Fibrocev Srl
m.fumagalli@fibrocev.it

Ing. Federico Alberio
Technical Manager - Fibrocev Srl
f.alberio@fibrocev.it

FIBROCEV
We build business in concrete

Pavimentazione JointLess in calcestruzzo fibrorinforzato per la piattaforma logistica a Oppeano (VR)

Realizzazione di un centro logistico a Oppeano (Verona) a ridosso della strada statale 434 "Transpolesana" che collega la città scaligera a Rovigo.

La superficie complessiva di 250.000 metri quadri di pavimentazioni in calcestruzzo è stata rinforzata con fibre strutturali in acciaio FIBROCEV FIBRAG® STEEL.

DESCRIZIONE DELL'OPERA

L'articolo illustra i particolari di progetto e di realizzazione delle pavimentazioni interne ed esterne del centro logistico eseguito a Oppeano (VR). L'investimento, volto alla costruzione di un nuovo centro logistico da **250 mila metri quadri**, ha lo scopo di fungere da magazzino distributivo per il centro/nord Italia.

Tale intervento ha visto la realizzazione delle pavimentazioni interne in calcestruzzo del nuovo magazzino logistico distributivo e dei piazzali esterni per il carico e lo scarico, tutti interamente realizzati da **Resinsystem Italia Srl** con fibre di acciaio **FIBRAG® STEEL**.

Vista la particolare tipologia di pavimentazione ad ampi campi (JointLess) è stata posta particolare attenzione al progetto della sezione eseguendo un'analisi sezionale non lineare con calcolo dell'apertura di fessura attesa.

Il progetto della pavimentazione è stato condotto in collaborazione con **Riccardo Urbano** di **Resinsystem Italia Srl**, ponendo particolare attenzione anche al mix-design del calcestruzzo, fornito da **Calcestruzzi Scaligera Srl** di Isola Della Scala (VR) sotto la direzione di **Gioacchino Menegatti**.

Nell'articolo vengono specificati tutti i parametri di progetto e le metodologie realizzative delle pavimentazioni.



IL PROGETTO DELLA PAVIMENTAZIONE

I carichi

Nel progetto della pavimentazione sono stati considerati i seguenti carichi:

CARICHI STATICI	
Carico uniformemente distribuito	5.000 kg/m ²
Scaffalatura fisse	60 kN/appoggio
CARICHI DINAMICI	
Carrello elevatore	16 kN/ruota

Il calcestruzzo

Per il progetto è stata posta particolare attenzione al mix design del calcestruzzo, per garantire la corretta integrità della pavimentazione sia durante le prime ore di maturazione del calcestruzzo, che per preservarne la vita utile in relazione ai carichi agenti e al ritiro del calcestruzzo stesso.

Nello specifico, è stato utilizzato un calcestruzzo così definito:

CALCESTRUZZO	
Classe di resistenza	C25/30
Classe di esposizione	XC2
Rapporto a/c	0,52
Dimensione massima aggregato	32 mm
Classe di consistenza	S3
Percentuale di aria inglobata	< 3%
CEMENTO	
Quantità minima	340 kg/mc
Tipo	CEM II A-LL 42,5 R
ADDITIVI	
Superfluidificante specifico per pavimentazioni	

I getti per la realizzazione della pavimentazione sono stati eseguiti attraverso la stesa meccanizzata di circa 50.000 mc di calcestruzzo (con Laser Screed), fornito da **Calcestruzzi Scaligera Srl** di Isola Della Scala (VR). I campi giornalieri di getto sono di 2300 mq.

Le fibre

Per la realizzazione della pavimentazione fibrorinforzata sono state utilizzate le fibre strutturali **FIBRAG® STEEL: F-DUE 44/45 MT**, fibre metalliche fabbricate da nastro in acciaio a basso tenore di carbonio per il rinforzo del calcestruzzo e altri conglomerati cementizi.

FIBRAG® STEEL: F-DUE 44/45 MT è la fibra in grado di migliorare notevolmente le proprietà meccaniche dei conglomerati cementizi, in particolare: la durabilità, incrementando la resistenza ultima a trazione e a fatica e la duttilità del calcestruzzo.



Gruppo	II (lamiera tagliata)
Lunghezza (L)	44 mm
Sezione	0,75 mm ²
Diametro equivalente (Deq)	0,98 mm
Rapporto d'aspetto (L/Deq)	45
Forma	Rettilinea (2 tacche)
Resistenza a trazione	1.100 N/mm ²
Numerosità	3.860 fibre/kg

FIBRAG®
Steel & Polymeric Fibers

Fibrocev S.r.l
www.fibrocev.it

Via Cristoforo Colombo, 2
23844 Sirone (LC)

T: +39 031 851038
F: +39 031 852129

@: fibrocev@fibrocev.it
PEC: fibrag@legalmail.it

a company of
G
GALBIATI FAMILY

Il modello di calcolo

Il progetto della piastra allo **Stato Limite Ultimo (SLU)** si basa sulla teoria delle linee di rottura (Yield Line Theory), che richiede un'adeguata duttilità per assumere comportamenti plastici.

Per il calcolo allo **Stato Limite di Esercizio (SLE)**, è stata eseguita un'analisi sezionale non lineare con calcolo dell'apertura di fessurazione.

Il calcolo dell'apertura di fessura è svolto in accordo all'equazioni 7.7-22 e 7.7-23 del Model Code 2010.

La scelta del limite di fessurazione è stata condotta in accordo alle indicazioni contenute nel paragrafo 4.1.2.2.4 del DM 2008. In particolare essendo le armature poco sensibili e le condizioni ambientali ordinarie, il limite di fessurazione, è pari a $w_2=0.3\text{mm}$.

La verifica della pavimentazione è stata condotta applicando i carichi nelle diverse posizioni della lastra: centro lastra, tangente al bordo libero e agli angoli della lastra. Precisamente lo schema di carico è riportato nella figura 2.

Vantaggi con l'utilizzo delle fibre in acciaio FIBROCEV

FIBRAG® STEEL: F-DUE 44/45 MT

- ✓ **diminuzione** dei tempi di posa del calcestruzzo
- ✓ **elevate resistenze** residue del calcestruzzo
- ✓ **contrasto** dei fenomeni di **ritiro** del calcestruzzo
- ✓ **maggior resistenza** ai carichi dinamici e statici
- ✓ **maggior resistenza** all'impatto e alla caduta dei materiali
- ✓ maggior **durabilità** della pavimentazione
- ✓ **maggior resistenza** agli sbalzi termici della pavimentazione
- ✓ **omogeneità delle prestazioni** in tutta l'altezza della sezione

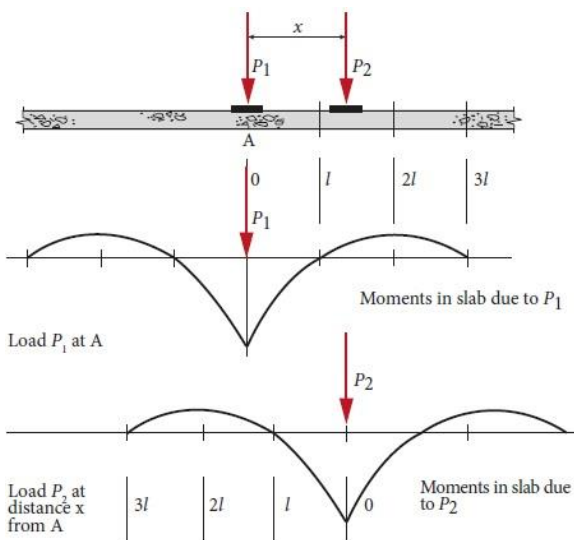


Figura 1. Schema dei momenti flettenti per carichi interni

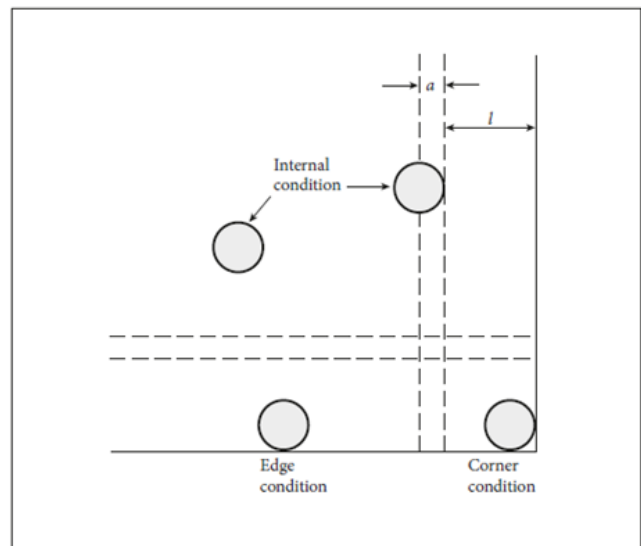


Figura 2. Definizione della posizione del carico

La tipologia strutturale

Viste le particolari tolleranze richieste per la logistica dello stabilimento, il modello di calcolo impiegato ha restituito la seguente soluzione progettuale:

armatura delle lastre in calcestruzzo di spessore pari a 20 cm mediante l'utilizzo di rete elettrosaldata $\Phi 8$ con maglia 200x200 mm a cui sono state aggiunte fibre in acciaio **FIBRAG® STEEL: F-DUE 44/45 MT** in dosaggio di 15 kg/mc. La rete elettrosaldata è stata posata 6 cm al di sotto del piano finito della pavimentazione. Tutte le verifiche dei momenti sia positivi che negativi sono state condotte integrando il contributo delle fibre di acciaio e della rete elettrosaldata.

Le fibre di acciaio strutturali **FIBRAG® STEEL: F-DUE 44/45 MT**, grazie all'elevato grado di adesione, interazione e di distribuzione uniforme all'interno della matrice cementizia, forniscono un eccellente rinforzo tridimensionale della sezione, incrementando le resistenze residue a trazione del calcestruzzo.

L'unicità della geometria delle fibre **FIBRAG®**, ha garantito un'elevata miscelabilità nella matrice cementizia, senza creare né effetti di "balling" né affioramenti delle stesse fibre sulla superficie della pavimentazione.

Le fasi di realizzazione dell'opera



Figura 3. Preparazione del sottofondo



Figura 4. Prove di piastra sul sottofondo



Figura 5. Fasi di getto della pavimentazione



Figura 6. Fasi di getto della pavimentazione con stesa meccanizzata Laser Screed



Figura 7. Controllo di qualità del calcestruzzo giornaliero



Figura 8. Controllo e assistenza in cantiere



Figura 9. Vista della pavimentazione ultimata



Figura 10. Vista della pavimentazione ultimata

Dati generali della pavimentazione realizzata

Superficie:	250.000 mq
Spessore:	20 cm
Calcestruzzo:	C25/30
Classe di consistenza:	S3
Fibre:	FIBRAG® STEEL: F-DUE 44/45 MT
Dosaggio:	15 kg/mc
Classe di tenacità (FIB Model Code 2010):	2.0 b
Campi pavimentazione senza giunti di controllo:	300 mq

Dati generali dell'opera

General contractor:	Figura 11 Srl
Coordinatore di Cantiere:	Alberto Manzini – Figura 11 Srl Camillo Ossola – Studio Ossola
Esecutori dei Lavori pavimentazioni:	Ali Aden Abdi, Riccardo Urbano – Resinsystem Italia Srl
Fornitore di Calcestruzzo:	Gioacchino Menegatti – Responsabile Calcestruzzi Scaligera Srl Simone Rigoni – Responsabile Qualità Calcestruzzi Scaligera Srl
Progetto Pavimentazioni:	Fibrocev Srl - Ufficio tecnico e progettazione