

Per impermeabilizzare, proteggere e rinforzare

Soluzioni intelligenti con Ductal®, il calcestruzzo fibrorinforzato ad altissime prestazioni

Holcim (Svizzera) SA

Ductal®





Ductal® impermeabiliz

Immagine di copertina: Il primo ponte al mondo realizzato con Ductal® armato. Il ponte FFS di Sempach, pagina 14.



Ductal® offre un'impermeabilizzazione sicura e durevole alle strutture portanti. A pagina 8.



Anche in strati sottilissimi Ductal® rinforza le opere in modo efficiente. A pagina 10.



Ductal® offre alle opere una protezione affidabile contro ogni tipo di attacco. A pagina 12.

za, protegge e rinforza.

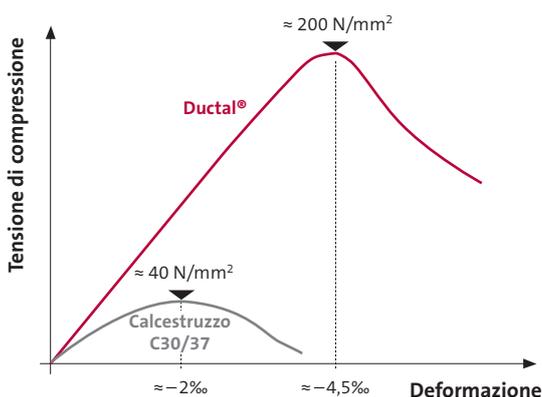
È resistente a compressione e trazione, duttile e straordinariamente durevole

Il calcestruzzo fibrorinforzato ad altissime prestazioni Ductal® si distingue per la sua elevatissima resistenza a compressione e a trazione, ma anche per durabilità. La sua grande capacità di deformazione plastica gli conferisce inoltre un comportamento duttile e impedisce la fessurazione. È quindi perfetto per rinforzare, impermeabilizzare e proteggere le opere esistenti, ma anche per realizzare parti d'opera più snelle nelle nuove costruzioni.

Ductal® si distingue dai calcestruzzi normali o ad alta resistenza, sia per le caratteristiche meccaniche, che per il suo comportamento.

Comportamento a compressione

Sottoposto a compressione fino al carico massimo e con deformazione di compressione fino a 4,5%, Ductal® mostra un comportamento largamente lineare. Al superamento del carico massimo, le fibre di rinforzo impediscono la rottura fragile.



Comportamento di Ductal® a compressione.

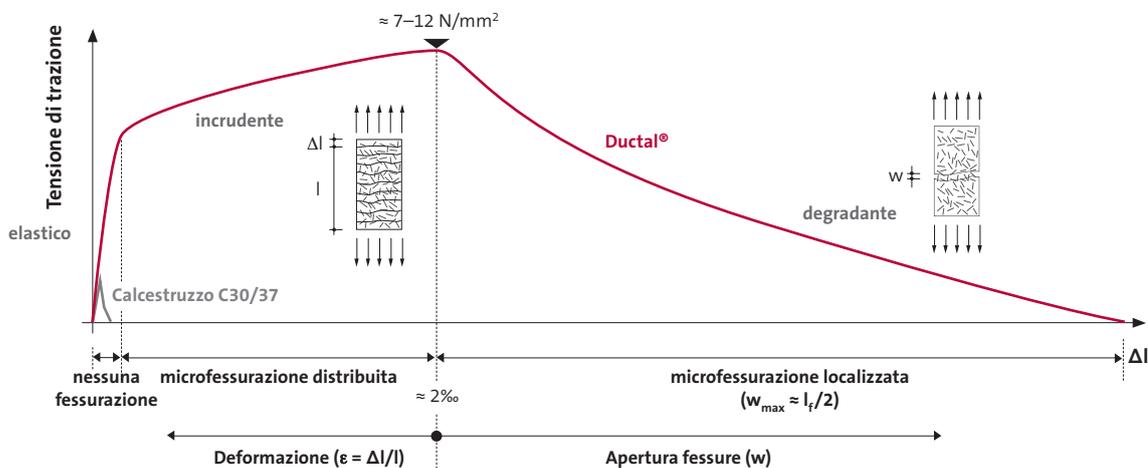
Comportamento a trazione

Se sottoposto a trazione diretta, Ductal® presenta un comportamento che possiamo suddividere in tre fasi:

- In campo elastico la deformazione è lineare e proporzionale alla sollecitazione azzerandosi alla rimozione della tensione.
- In campo incrudente la deformazione è proporzionale alla sollecitazione con microfessurazione distribuita. La deformazione è permanente. L'indurimento si verifica solo se il contenuto di fibre è tale da riuscire ad assorbire l'intera forza di trazione. Se il contenuto di fibre non è sufficiente, il campo elastico è seguito da una fase degradante.
- Nella fase degradante le tensioni di trazione si riducono, ma le deformazioni continuano ad aumentare. Queste si concentrano in una fessura aperta dalla quale fuoriescono sempre più fibre. L'apertura massima di una fessura con rottura corrisponde circa alla metà della lunghezza delle fibre.

Scorrimento viscoso (creep) e ritiro

L'elevato contenuto di cemento e il ridotto rapporto a/c consentono a Ductal® un elevato valore finale del ritiro che arriva fino all'1%. Il ritiro avviene quasi esclusivamente in forma di ritiro autogeno. Anche lo scorrimento



Comportamento di Ductal® a trazione.

viscoso rispettivamente il rilassamento di Ductal® è superiore rispetto ai calcestruzzi normali. Le tensioni generate dal ritiro impedito vengono parzialmente attenuate dal rilassamento.

Oltre all'elevata resistenza a trazione e alla capacità di deformazione, il rinforzo delle fibre fa sì che Ductal® incrudente continui a non presentare fessurazioni e resti durevole anche con elevati gradi di incastro. Questo dato è particolarmente significativo nei casi in cui Ductal® è utilizzato come protezione e rinforzo di parti d'opera in calcestruzzo esistenti.

Rende inoltre possibile una vasta gamma di applicazioni nel campo della prefabbricazione e consente di realizzare parti d'opera più snelle.

Durabilità straordinaria

La struttura compatta di Ductal® impedisce la penetrazione di gas e liquidi. Ciò conferisce a questo materiale un'elevata resistenza a carbonatazione, cloruri, solfati, gelo e sali di disgelo, ma anche una grande resistenza chimica rispetto all'azione degli acidi. L'armatura e le fibre di acciaio sono protette anche se il copriferro è ridotto nel caso di Ductal® armato, risulta di 10 mm per le superfici rivestite e di 15 mm per quelle non rivestite. La struttura compatta e le fibre in acciaio conferiscono a Ductal® una duttilità che lo rende molto resistente ad abrasione e a sollecitazioni d'urto. Il rinforzo delle fibre in acciaio riduce la fessurazione e l'apertura delle fessure, favorendo così la durabilità.

Struttura granulare ottimizzata

I fumi di silice arricchiscono la composizione granulare nel campo dei finissimi per andare a riempire anche i più piccoli spazi interstiziali. L'aggiunta di sabbia fine al quarzo, al posto di aggregati più grossolani, aumenta il fattore

di impacchettamento e l'omogeneità della struttura. Se nel calcestruzzo normale gli aggregati costituiscono la componente principale, in Ductal® prevale la pietra cementizia. In questo modo non si osserva la formazione di strutture rigide di aggregati. Le deformazioni che si verificano solo nella pietra cementizia (ritiro) subiscono quindi impedimenti ridotti evitando la microfessurazione della stessa.

Rapporto a/c ridotto

A parità d'acqua, Ductal® presenta un contenuto di cemento nettamente maggiore rispetto ai calcestruzzi normali o ad alta resistenza. Ne consegue un rapporto a/c ridotto, solitamente inferiore a 0,25. La dimensione media dei pori di Ductal® rispetto al calcestruzzo è nettamente inferiore e il sistema di pori non è reticolare. A fronte del rapporto a/c ridotto, il cemento non idratato fa da riempitivo chimico reattivo e rappresenta una riserva di idratazione.

Armatura in fibre di acciaio o sintetiche

La considerevole porzione volumetrica di fibre va da 1 a 5%, conferendo così un'elevata duttilità e un comportamento incrudente a seconda dei tipi di Ductal®. La distribuzione omogenea delle fibre è in grado di rinforzare le opere a livello superficiale e interno. L'efficacia delle fibre di Ductal® dipende dal materiale, dal contenuto, dalla geometria, dalla distribuzione e dall'orientamento.

Materiale da costruzione regolamentato

Ductal® è regolamentato dal 2016 dal quaderno tecnico SIA 2052 «Calcestruzzo fibrorinforzato ad altissime prestazioni (CFAP) – materiali da costruzione, dimensionamento ed esecuzione». In base al comportamento a trazione, il quaderno tecnico definisce tre diverse tipologie di CFAP: U0 non incrudente, UA e UB incrudenti.



L'elevato contenuto di fibre di acciaio potenzia il comportamento di deformazione e rende Ductal® molto duttile.

Produzione, messa in opera e post-trattamento

Informazioni generali sulla produzione

Ductal® viene fornito in cantiere sotto forma di miscelato secco. Il materiale viene miscelato sul posto in un miscelatore a regime forzato o in una betoniera. I dosaggi di acqua e fluidificante devono essere estremamente precisi. L'esperienza insegna che la maggior parte dei miscelatori a regime forzato sono idonei alla produzione del Ductal®. Dato che le fibre sono sottili e numerose è importante fare in modo che si separino e si distribuiscano uniformemente nel calcestruzzo fresco. Il momento opportuno per l'inserimento delle fibre è quando il Ductal® è già stato miscelato. Il tempo di miscelazione dipende dal tipo di macchina utilizzata, dalla capacità di carico e dall'aggiunta delle fibre, e va dai 10 ai 20 minuti.

Cementi adatti al Ductal®

Nella pratica le composizioni adatte al Ductal® sono quelle a base di cemento Portland composito e cementi d'altoforno di ogni classe di resistenza.

Aggregati particolari

Solitamente si utilizzano sabbie con granuli inferiori a 2 mm. Vengono usate anche sabbie e farine di quarzo con granulometria selezionata, mentre una granulometria discontinua, per esempio, contribuisce a un maggiore fattore di impacchettamento. La forma dei grani influenza la consistenza e il fabbisogno d'acqua. Sono preferibili le sabbie essiccate con granulometrie sottoposte a severi controlli della qualità.

Elevati dosaggi di additivi

Al fine di raggiungere la miscibilità in presenza di rapporti a/c inferiore a 0,25 sono necessari fluidificanti ad alta efficacia con dosaggi elevati, da 1 a 2% p/p.

Aggiuntivi: fumi di silice e fibre

Ductal® contiene per lo più fumi di silice. I fumi di silice arricchiscono la composizione granulare nel campo dei finissimi e accrescono il fattore di impacchettamento della struttura. La reazione pozzolanica genera ulteriori prodotti di idratazione del cemento che concorrono alla resistenza e migliorano il legame soprattutto nella zona di contatto con le fibre e con gli aggregati.

Per quanto riguarda le fibre d'acciaio, quelle di diametro compreso tra 0,10 e 0,15 mm e snellezza tra 40 e 80 (rapporto lunghezza/diametro) rappresentano un ottimo compromesso tra lavorabilità ed efficacia. Le parti d'opera che non presentano requisiti elevati in termini di proprietà meccaniche consentono anche l'uso di fibre in PVA.

Consistenza

Ductal® può essere prodotto in consistenze diverse. Per le parti d'opera rivestite viene utilizzato un Ductal® più fluido. La consistenza è simile a quella del miele e caratterizzata da elevata viscosità, così che il valore di spandimento (slump flow) sia raggiunto già dopo circa 1 minuto. Analogamente al calcestruzzo autocompattante, la pasta cementizia deve essere in grado di trattenere le fibre in sospensione. L'aria viene eliminata nel corso della com-



Il Ductal® ha una consistenza simile a quella del miele ed è molto viscoso.



Posa a macchina di uno strato di rinforzo in Ductal® con finitrice (Viaducs de Chillon).

pattazione mentre avviene lo spandimento per effetto della forza di gravità. Le varianti fluide di Ductal® sono adatte al pompaggio. Per le applicazioni in pendenza, ad esempio negli strati protettivi dei ponti, esistono tipologie di Ductal® tissotropici che, a seconda dello spessore dello strato, possono essere messe in opera con pendenze fino al 6%. In determinate condizioni e con test preventivi è possibile realizzare pendenze fino al 20%.

Messa in opera e compattazione

La posa di strati di Ductal® su calcestruzzo preesistente richiede la preventiva saturazione del fondo con acqua e la totale eliminazione di sostanze o particelle in grado di compromettere l'adesione. Si applicano gli stessi requisiti della messa in opera del calcestruzzo con leganti idraulici. Ductal® può essere posato a mano o a macchina, a seconda dell'applicazione. La lavorabilità è garantita da 1 a 2 ore.

Il Ductal® fluido viene gettato nella cassaforma e si distribuisce per effetto della forza di gravità. Prima di interrompere il lavoro i giunti nel calcestruzzo fresco devono essere mescolati con forza per assicurare un rinforzo continuo delle fibre. Il Ductal® tissotropico per strati più sottili piani e orizzontali può essere lavorato con una barra vibrante.

Requisiti elevati per le casseforme

Le casseforme devono rispondere a requisiti molto elevati. L'elevata fluidità richiede una forte tenuta delle casse-

Grandi vantaggi di questo materiale da costruzione

- Ductal® fa risparmiare tempo prezioso perché è un materiale portante, protettivo e impermeabilizzante.
- Ductal® può essere messo in opera indipendentemente dalle condizioni atmosferiche.
- Ductal® accresce la sicurezza nella pianificazione.

forme. La pressione esercitata dal calcestruzzo fresco sulla cassaforma corrisponde alla pressione idrostatica. L'elevata percentuale di componenti fini e la fluidità fanno sì che la tessitura della cassaforma si imprima con grande precisione sulla superficie del calcestruzzo.

Il post-trattamento è importante

A fronte del basso rapporto a/c del Ductal®, il post-trattamento assume un significato di rilievo. È assolutamente necessario evitare qualsiasi perdita d'acqua. Subito dopo la posa Ductal® deve essere coperto con pellicola e protetto dagli agenti atmosferici (vento, sole, pioggia e freddo).

Il trattamento termico (apporto controllato di calore e umidità) può ulteriormente accrescere la resistenza e stabilizzare il ritiro in tempi brevi. Il post-trattamento ha solitamente una durata che va da 5 a 7 giorni.



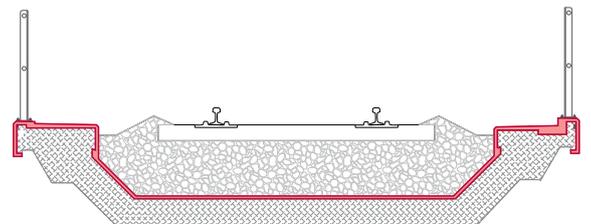
Robustezza, impermeabilizzazione totale e durevole

Il Kanderviadukt è un viadotto ferroviario eretto nel 1911 a Frutigen, lungo 274 metri e realizzato in muratura. È tutt'oggi utilizzato per il trasporto di merci e passeggeri sulla tratta montana del Lötschberg. Nel corso di un'ispezione è stato constatato che le membrane impermeabilizzanti bitume-polimero presentavano delle infiltrazioni e il ponte mostrava i primi danni.

Impermeabilizzazione superiore

Le opzioni erano la sostituzione delle membrane con un nuovo strato identico o l'applicazione di calcestruzzo fibrorinforzato ad altissime prestazioni. Si è optato per la soluzione Ductal®, perché consentiva di svolgere i lavori indipendentemente dalle condizioni atmosferiche. La soluzione si è rivelata vantaggiosa sia in termini di tempi che di sicurezza della pianificazione. La robustezza del materiale prolunga inoltre notevolmente la durata dell'impermeabilizzazione. E si riducono così i costi di manutenzione e le relative interruzioni sulla tratta. La soluzione è stata quindi poi scelta anche per molti altri ponti.

Committente: BLS | Direzione lavori: B+S AG |
 Impresa di costruzioni: Walo Bertschinger AG | Anno: 2017



Impermeabilizzazione del trogolo del ponte con uno strato di Ductal®.



Applicazione dello strato di Ductal® sul fondo del trogolo.

Con oltre 27 000 veicoli al giorno, il Viaduc de Cudrex, nell'area di Losanna, è tra i ponti più trafficati del Canton Vaud. I danni occorsi dalla costruzione del ponte, nel 1968, riguardavano l'impalcato, l'impermeabilizzazione, i giunti di dilatazione e i cordoli.

CFAP: la soluzione migliore, sotto ogni punto di vista

Considerata l'importanza dell'opera, era necessario trovare una soluzione rapida ed economicamente vantaggiosa: la risposta è stata quindi Ductal®. Ductal® può essere sottoposto a sollecitazioni già poco dopo la posa, mentre un'impermeabilizzazione convenzionale avrebbe richiesto la completa interruzione del traffico per almeno tre settimane. Pascale Wolff, responsabile del progetto del Canton Vaud, ha dichiarato riguardo a Ductal®: «Era di gran lunga la soluzione migliore: quella economicamente più vantaggiosa, la più efficiente e la più semplice in termini di gestione del traffico».

Committente: Canton Vaud – DGMR | Direzione lavori: Daniel Willi SA |
Impresa di costruzioni: Martin & Co | Anno: 2016

Efficienza e risparmio



Leggero e durevole



Il Pont du Lanciau sulla Sarina è uno dei ponti della ferrovia Montreux–Oberland Bernese (MOB). È stato interamente ricostruito affinché fosse in grado di reggere il peso della massciata. Il nuovo ponte misto è costituito da travi a traliccio tubolari e da un trogolo in calcestruzzo composto da elementi prefabbricati. Tali elementi sono stati uniti con Ductal® che funge anche da impermeabilizzante. Ductal® ha avuto così una duplice funzione.

I grandi vantaggi di Ductal®

L'impermeabilizzazione in Ductal® ha così consentito:

- di ridurre la sezione in calcestruzzo e, di conseguenza, il peso del trogolo;
- di risparmiare tempo e lavorare indipendentemente dalle condizioni atmosferiche;
- di accrescere la durabilità (resistenza all'abrasione della massciata);
- di ridurre la manutenzione dell'opera (la durata dell'impermeabilizzazione corrisponde a quella dell'opera).

Committente: MOB | Studio di ingegneria civile: T engineering SA |
Impresa di costruzioni: Walo Bertschinger AG | Anno: 2018

La soluzione più efficace e vantaggiosa



La ristrutturazione dell'edificio commerciale a sei piani, costruito nel 1920, prevedeva il rinforzo delle coperture esistenti. Le solette a nervatura fine in cemento armato non erano in grado di reggere i nuovi carichi. La superficie delle solette da rinforzare era di 3000 m².

Peso proprio e tempi di esecuzione sotto controllo

I lavori di rinforzo si sono concretizzati in uno strato di CFAP armato con uno spessore di soli 30 mm, ancorato a pareti e pilastri mediante barre di armatura. Gli studi dimostrano che il rinforzo con armatura e CFAP accresce considerevolmente la resistenza ultima. Questo tipo di rinforzo è inoltre estremamente efficiente perché riduce sia il peso proprio, che i tempi di esecuzione.

Committente: UBS AG | Studio di ingegneria civile: INGPHI SA | Impresa di costruzioni: Marti Construction SA | Anni: 2012–2014

Nell'ambito del piano di sviluppo urbanistico di Versoix era previsto il rinforzo della soletta di copertura del parcheggio sotterraneo Esplanade, al fine di renderla idonea per manifestazioni e per il passaggio di mezzi pesanti.

Vantaggi per la statica e le finanze

Il rinforzo realizzato con uno strato di Ductal® armato si è rivelato essere la soluzione più efficace dal punto di vista della statica. Inoltre il suo costo era inferiore di circa il 20 per cento rispetto all'applicazione di una precompressione esterna, perché aveva allo stesso tempo anche una funzione impermeabilizzante. La soletta, di circa 800 m², è stata rinforzata con uno strato di 50 mm di Ductal® in una sola settimana. Il materiale da costruzione è stato prodotto sul posto in corso d'opera.

Committente: Comune di Versoix | Studio di ingegneria civile: Petignat & Cordoba Ingénieurs conseils SA | Impresa di costruzioni: Marti Construction SA | Anno: 2014

Veloce, leggero ed efficiente



Sottile ma robusto



I ponti gemelli della A9 sul La Paudèze, nell'area di Losanna, furono inaugurati nel 1974. Le mensole della piattabanda, i cordoli e l'impermeabilizzazione presentavano segni di degrado. Le mensole della piattabanda sono state sostituite e dotate di nuovi parapetti e nuovi pannelli fonoassorbenti.

Rinforzo minerale continuo

Una struttura di traliccio assorbe i carichi aggiuntivi e li scarica sull'anima del cassone. Il traliccio è realizzato con elementi prefabbricati in Ductal® provvisti di ulteriore armatura. Ductal® è stato utilizzato anche per il collegamento del traliccio con il cassone e al suo interno per rinforzare la soletta sottostante fessurata. Il risultato è una soluzione minerale sottile e continua che conserva l'aspetto che il ponte ha sempre avuto.

Committente: Ufficio federale delle strade | Studio di ingegneria civile: Groupement LIG-A – INGPHI SA | Impresa di costruzioni: Frutiger SA Vaud | Anni: 2017–2019



Rinforzo perfetto e record mondiale CFAP: Ductal® su una superficie di oltre 50 000 m²

Nella fase di pianificazione dei lavori di rinforzo sul viadotto di Chillon sulla A9, costruito nel 1969, è emerso che il calcestruzzo aveva subito dei danneggiamenti a causa di una reazione alcali-aggregati (RAA). La conseguente riduzione della resistenza del calcestruzzo rendeva necessario un restauro completo. Un classico getto di calcestruzzo non era pensabile per ragioni di peso e una pre-compressione esterna con lamelle in fibra di carbonio CFK non avrebbe aumentato la già insufficiente resistenza al taglio. Ductal® ha consentito però di risolvere questa situazione complessa.

Solo Ductal® soddisfa tutti i requisiti

I test preliminari hanno dimostrato che la resistenza ultima della piattabanda poteva essere aumentata di oltre il 50 per cento applicando uno strato di soli 40 mm di Ductal® armato. Lo strato di Ductal® armato poi applicato sull'intera larghezza ha rafforzato sia la piattabanda in termini di flessione, taglio, punzonamento e fatica, sia l'intera struttura nella sua direzione longitudinale. Lo strato di Ductal® è inoltre in grado di limitare il futuro insorgere di deformazioni e di impedire l'infiltrazione dell'acqua nella struttura sottostante che ha già subito danni legati alla RAA. Ductal® offriva quindi una soluzio-

ne completa ed efficace, ma rappresentava anche una sfida complessa per gli operai: non era mai stata prodotta e posata una quantità di 80 m³ al giorno. L'utilizzo di una finitrice per coperture ha consentito di posare 2400 m³ di Ductal® su una superficie di oltre 50 000 m² e il tutto risparmiando tempo e finendo addirittura prima di quanto previsto dal programma dei lavori. Anche in questo caso Ductal® ha dimostrato di essere in grado di ridurre i tempi di esecuzione. Le quantità posate sul viadotto di Chillon continuano a rappresentare un record mondiale nell'uso di CFAP.

Committente: Ufficio federale delle strade | Studio di ingegneria civile: Monod Piguet & Associés IC SA + BG Ingénieurs conseils SA | Impresa di costruzioni: Walo Bertschinger AG | Anni: 2014/15



Protezione anche da effetti combinati

Nel 2015 Energie Wasser Bern ha dovuto risanare due delle barriere (o dighe) della centrale idroelettrica di Matte, a Berna. Quando il livello idrometrico è alto, una parte dell'acqua in uscita dal canale va direttamente nell'Aare, ma lo fa portando con sé numerosi detriti e questo materiale causa dei danni. Quando le barriere idrauliche sono fortemente sollecitate, la loro soletta, di norma, viene rivestita con un materiale molto resistente all'usura. Eppure le barriere continuano a danneggiarsi per l'effetto combinato che subiscono.

Uno strato continuo di Ductal® elimina i punti deboli

Gli effetti delle varie sollecitazioni e dei processi di usura vengono complessivamente definiti idroabrasione. Anche su superfici rivestite con materiali durissimi le sollecitazioni d'urto causate dai detriti sono in grado di provocare piccoli danni che si propagano distruggendo progressivamente il rivestimento. È esattamente ciò che si è verificato a Berna. La ricerca ha dimostrato che, di fronte all'idroabrasione, la resistenza alla flessione e l'energia di rottura del materiale utilizzato sono più importanti rispetto alla resistenza a compressione. Quindi due barriere sono state rivestite con uno strato di Ductal®. Oltre alla sua resistenza a compressione, anche la resistenza alla flessione ha avuto un ruolo decisivo. L'applicazione su un'opera idraulica

ha richiesto l'esecuzione di una classica prova di resistenza all'usura.

Il Laboratorio di idraulica, idrologia e glaciologia dell'ETH di Zurigo ha condotto i rilievi sulle barriere. Non è stato riscontrato alcun segno di abrasione significativo; ciò è indubbiamente ascrivibile anche al ridotto passaggio di acqua e detriti degli ultimi anni. Nelle zone in cui il deflusso presenta una velocità maggiore, le fibre di acciaio sono esposte in superficie, ma l'intera superficie, incluse le fughe di lavoro armate, è intatta e non sono stati riscontrati punti di rottura né fessure. Sono previsti ulteriori rilievi che verranno condotti appena si verificheranno sollecitazioni maggiori.

Committente: Energie Wasser Bern | Direzione dei lavori: B+S AG |
Impresa di costruzioni: Marti AG | Anno: 2015

Fine, impermeabile e senza crepe



Il calcestruzzo della spalla e del pilone centrale del cavalcavia di Grafstal (nel comune di Lindau), sulla A1, presentava danni dovuti a infiltrazione di cloruri.

Un sottile strato protettivo di CFAP

Al posto di un convenzionale getto di calcestruzzo, la committenza ha scelto un rivestimento in Ductal®. Lo strato di soli 40 mm è totalmente impermeabile, non presenta fessurazioni e riduce la sagoma limite minimamente. Anche la posa è stata semplice: il Ductal® è stato applicato sull'intera altezza (fino a 3,3 m) in un solo passaggio.

Committente: Ufficio federale delle strade | Studio di ingegneria civile: Bänziger Partner AG e F. Preisig AG | Impresa di costruzioni: Marti AG | Anno: 2016

Le superfici in calcestruzzo della vasca di raccolta del sistema di pompaggio di un impianto tessile a Sevelen presentavano danni causati dalle acque reflue, molto aggressive e dalle temperature elevate, con un pH a volte molto basso. La committenza desiderava una soluzione durevole con la minor riduzione possibile del volume della vasca. Al posto di un rivestimento interno in calcestruzzo di 15 cm, la scelta è ricaduta su un risanamento con Ductal®.

Soluzione con Ductal®

La sua elevatissima durabilità ha consentito di realizzare uno strato protettivo da 30 a 50 mm. Le pareti sono state rivestite con Ductal® fluido. Sul fondo, con una pendenza del 3%, è stata prodotta sul posto e applicata una variante tissotropica. Con Ductal® il volume della vasca ha subito una riduzione minima. L'elevata durabilità di Ductal® in presenza di acque di scarico aggressive consentirà una durata di vita molto lunga, non si formeranno fessurazioni grazie all'elevato contenuto di fibre e quindi impermeabilizzazione e durata del rivestimento saranno garantite.

Committente: Schöller Textilfabrik, Sevelen | Studio di ingegneria civile: G. Düsel AG, Grabs | Impresa di costruzioni: B. Zindel Kies und Beton AG, L. Gantenbein & Co AG, Werdenberg | Anno: 2011

Resistente ad abrasione e usura



I rivestimenti dei pavimenti delle aree industriali sono attraversati da mezzi pesanti che procedono sempre su corsie precise generando forti sollecitazioni. I danni si presentano inizialmente nelle fughe dei rivestimenti e da lì poi si propagano.

Protezione dall'usura che dura nel tempo

Josef Frey AG di Sursee ha deciso di proteggere i propri rivestimenti con uno strato di Ductal® che, in termini di abrasione (classe A6 della norma SIA 252), garantisce la soluzione desiderata dal committente. Lo strato di protezione è stato inoltre applicato in tempi brevi e l'area è tornata presto a essere percorribile.

Committente: Josef Frey AG | Impresa di costruzioni: Hoch- und Tiefbau AG Sursee | Anno: 2018

Resistente e durevole



Grandi potenzialità nella prefabbricazione

La prefabbricazione consente di operare con dimensioni ridotte e di sfruttare in modo migliore le resistenze meccaniche, anche nelle opere in calcestruzzo convenzionali. Ductal® accresce questi fattori in modo considerevole in quanto rappresenta la soluzione che consente di ottenere delle dimensioni estremamente ridotte. È così possibile realizzare forme nuove e geometrie fino ad ora impossibili.



Un ottimo esempio delle nuove applicazioni con prefabbricati in Ductal® è la passerella pedonale di Le Bouveret. L'attraversamento progettato con sezione a trogolo è stato posato in un solo pezzo, in tempi brevissimi e senza interferire con il traffico. Ductal® consente di realizzare componenti molto snelli che conferiscono ai ponti pedonali un aspetto visivamente molto leggero.



Non era assolutamente possibile sostituire il ponte delle FFS sopra al sottopassaggio Unterwalden di Sempach con un ponte in calcestruzzo armato tradizionale perché non c'era l'altezza statica necessaria. Non era indicato nemmeno l'acciaio in quanto i costi erano elevati e non garantiva la resistenza al fuoco richiesta. Ductal® è risultato essere il materiale ideale per la soletta a nervatura leggera con armatura nelle anime. È resistente al fuoco e ha consentito di risparmiare materiale e peso. Gli elementi prefabbricati hanno inoltre permesso di ridurre i costi e i tempi di realizzazione. Il fatto che Ductal® sia stato utilizzato in un ponte delle FFS dimostra in modo inequivocabile che si tratta di un materiale da costruzione evoluto.

Materiale da costruzione ad alte prestazioni comprovato

Il calcestruzzo fibrorinforzato ad altissime prestazioni sviluppato come prodotto speciale è oggi un materiale da costruzione comprovato in tutte le applicazioni che richiedono massime proprietà meccaniche, straordinaria durabilità o efficienza delle soluzioni. Holcim Svizzera può vantare di aver maturato nel tempo una vasta esperienza con questo materiale ad alte prestazioni.

Il CFAP è uno straordinario esempio di sviluppo di un materiale da costruzione. La composizione e i singoli componenti sono stati modificati in modo mirato ottenendo una resistenza meccanica e una durabilità nettamente superiori rispetto a un calcestruzzo convenzionale. Il comportamento di deformazione a trazione di questo materiale risulta particolarmente interessante perché l'elevato contenuto di fibre fa sì che si instauri un effetto incoerente.

25 anni di esperienza

Il CFAP continua a essere considerato un materiale da costruzione ad alte prestazioni innovativo, ma la sua storia inizia 25 anni fa. Lafarge ha iniziato in Francia con le prime miscele stabili nel 1994 intervenendo poi sulla miscela nel corso delle varie applicazioni. Holcim (Svizzera) SA ha messo in pratica i risultati ottenuti dalla ricerca nell'ambito di un progetto di Cemsuisse con l'EPFL. Inizialmente produceva solo CFAP fluido e dal 2008 ha iniziato a proporre con sicurezza CFAP specifici per le varie applicazioni. A fronte delle proprietà del materiale, tra i principali campi di applicazione era possibile annoverare l'impermeabilizzazione, la protezione e il rinforzo delle opere. In seguito alla fusione di Lafarge e Holcim, il CFAP viene commercializzato con il marchio Ductal® e continua a essere studiato e sviluppato congiuntamente. In seguito alla progressiva diffusione del suo in Svizzera, è emersa l'esigenza di regolamentare a livello normativo il materiale per l'uso nelle nuove costruzioni. Il quaderno tecnico SIA 2052, entrato in vigore nel 2016, regola questo materiale da costruzione in termini di composizione, dimensionamento ed esecuzione. Nel 2017 è seguita un'errata corrige con utili precisazioni e modifiche.

Competenza di lunga data

Il CFAP oggi è un materiale da costruzione comprovato che, grazie a un'esperienza di lunga data, è facile da produrre e affidabile nella posa. Il CFAP consente di ridurre le dimensioni dei componenti o il loro peso, sia nelle nuove opere che nei ripristini. Spesso consente di ridurre al minimo anche i costi e i tempi di realizzazione. Si tratta di un materiale che si presta ad usi mirati nei casi che richiedono proprietà meccaniche particolari ed elevata durabilità.

Holcim (Svizzera) SA, grazie all'appartenenza al gruppo LafargeHolcim, può vantare 25 anni di esperienza nel campo del CFAP e garantire quindi ai propri clienti una consulenza completa e professionale in fase di pianificazione ed esecuzione di opere in CFAP.



Rivestimento del pilone di un ponte con elementi in CFAP da 40 mm come protezione contro l'attacco da cloruri (anno di esecuzione: 2010).

Holcim (Svizzera) SA

Hagenholzstrasse 83

8050 Zurigo

Svizzera

info-ch@lafargeholcim.com

www.holcim.ch

www.holcimpartner.ch/it

Tel. +41 (0) 58 850 68 68

Fax +41 (0) 58 850 68 69

Avvertenze legali

Holcim redige il presente documento con la massima cura in base alle proprie conoscenze e all'esperienza attuali. Holcim non fornisce alcuna garanzia per quanto riguarda la correttezza, l'attualità e la completezza e declina ogni responsabilità per eventuali danni derivanti dalla presente raccomandazione. L'utente è responsabile personalmente di verificare l'idoneità dei prodotti all'uso previsto e la loro conformità alle disposizioni legali e alle norme di sicurezza. La presente raccomandazione è oggetto di costanti modifiche e di volta in volta vale solo la versione attuale.