



QUALITÀ PER L'EDILIZIA

Il digital twin come strumento per la simulazione di interventi di ripristino strutturali

Il caso dei gemelli digitali basati su modelli BIM e su
fotogrammetria

Massimo Rocco

Product Manager linea Restauro e Protezione Draco

CHI SIAMO

Draco dal 1982 produce prodotti chimici per l'edilizia.

La direzione presa dall'azienda in ottica R&D è quella che persegue l'alto livello tecnologico e prestazionale dei nostri prodotti, piuttosto che la semplicità di utilizzo e l'accessibilità allo scaffale della rivendita.

Seguendo questa strada sono stati sviluppati prodotti rispondenti ai requisiti imposti dalla normativa UNI 1504 che definisce le procedure e le caratteristiche dei prodotti da utilizzare per la riparazione, manutenzione e protezione delle strutture in calcestruzzo.

La normativa è seguita dai grandi concessionari autostradali, gestori stradali e dagli enti territoriali per disciplinare le caratteristiche prestazionali dei materiali da utilizzare nei lavori di restauro delle piccole e grandi opere pubbliche.

SCHEMA NORMATIVO UNI EN 1504

	PARTE	OGGETTO
1	UNI EN 1504-1:2005	Definizione
2	UNI EN 1504-2:2005	Sistemi di protezione della superficie di calcestruzzo
3	UNI EN 1504-3:2006	Riparazione strutturale e non strutturale
4	UNI EN 1504-4:2005	Incollaggio strutturale
5	UNI EN 1504-5:2005	Iniezione del calcestruzzo
6	UNI EN 1504-6:2007	Ancoraggio dell'armatura di acciaio
7	UNI EN 1504-7:2007	Protezione contro la corrosione delle armature
8	UNI EN 1504-8:2005	Controllo di qualità e valutazione delle conformità
9	UNI EN 1504-9:2008	Principi generali per l'uso dei prodotti e dei sistemi
10	UNI EN 1504-10:2005	Applicazioni in opera di prodotti e sistemi e controllo di qualità dei lavori

A CHI CI RIVOLGIAMO?

IMPRESE

PROGETTISTI

*Entrambi sono soggetti
che per noi è
importante fidelizzare.
Nel farlo dobbiamo
utilizzare leve
differenti.*

A CHI CI RIVOLGIAMO?

IMPRESE

PROGETTISTI

*Entrambi sono soggetti
che per noi è
importante fidelizzare.
Nel farlo dobbiamo
utilizzare leve
differenti.*

Politiche commerciali e
assistenza tecnica

Strumenti e documentazione
che semplificano e agevolano il
lavoro

A CHI CI RIVOLGIAMO?

IMPRESE

PROGETTISTI

*Entrambi sono soggetti
che per noi è
importante fidelizzare.
Nel farlo dobbiamo
utilizzare leve
differenti.*

Politiche commerciali e
assistenza tecnica

Strumenti e documentazione
che semplificano e agevolano il
lavoro

A CHI CI RIVOLGIAMO?

PROGETTISTI

Strumenti e documentazione
che semplificano e agevolano il
lavoro

FIDELIZZARE I PROGETTISTI - UN NUOVO APPROCCIO STRATEGICO

Sono nate recentemente, in diversi ambiti, strategie di Gamification Marketing

Il termine gamification indica l'uso di dinamiche di gioco ed esperienze ludiche per coinvolgere gli utenti sui canali digitali, incoraggiandoli a raggiungere specifici obiettivi.

→ ABBIAMO FATTO UN PASSO PASSO IN PIÙ

Prendendo spunto da questa dinamica, abbiamo voluto sviluppare un applicativo per la simulazione dei ripristini delle opere infrastrutturali seguendo il PREZZIARIO ANAS e ASPI.

La documentazione presentata attraverso l'applicativo è scaricabile liberamente, ma anche rilasciando i propri dati.

ELENCO PREZZI ANAS

Codifica le voci di prezzo per tutte le lavorazioni relative a nuove costruzioni e alla manutenzione programmata delle opere.

→ PER MOLTEPLICI LAVORAZIONI È PER NOI POSSIBILE PROPORRE PRODOTTI CHE RISPONDONO ALLE CARATTERISTICHE RICHIESTE DALL'ELENCO PREZZI



ESEMPIO

B - OPERE D'ARTE

CODICE	DESCRIZIONE	U.M.	PREZZO	MAN. %	A.
B.09.005.a	<p>- la rimozione degli apparecchi d'appoggio esistenti ed il loro trasporto nei magazzini della Società dove non siano reimpiegati; - il deposito a pié d'opera, la loro ripresa, sollevamento e messa in opera se reimpiegati; - il nolo dell'attrezzatura di sollevamento delle testate; - l'onere per mantenere sollevati gli impalcati durante il tempo di occorrente per eseguire tutti i lavori di sostituzione, spessorazione, ancoraggio degli appoggi e rettifica o rifacimento dei piani di appoggio; - il successivo abbassamento dell'impalcato. È escluso l'onere dell'attrezzatura mobile o dei ponteggi per l'accesso all'intradosso degli impalcati e per l'esecuzione dei lavori stessi.</p> <p>.....</p> <p>- PER OGNI kN DI CARICO E PER UN SOLLEVAMENTO MAX DI CM 4</p> <p>.....</p>	kN	3,21	60,68 %	*
B.09.005.b	<p>- SOVRAPREZZO PER OGNI CM OLTRE I PRIMI 4 CM pari al 22% in più del prezzo dell'art. precedente, per ogni cm</p> <p>.....</p>	kN*cm	0,18	47,05 %	*
B.09.020	SISTEMAZIONE FERRI DI ARMATURA				
B.09.020.1	<p>ESISTENTE PER PREPARAZIONE NUOVI LAVORI IN C.A. Comprendente: - la raddrizzatura ed il riposizionamento dei ferri in opera; - l'eventuale taglio delle armature corrose, il loro adattamento, tutte le rilegature e tutto quanto occorra per poter adeguatamente procedere poi ai nuovi lavori. Per ogni metro quadrato di intervento.</p> <p>.....</p>	m ²	6,47	60,70 %	*
B.09.020.2	<p>PASSIVAZIONE DEI FERRI DI ARMATURA Eseguita mediante applicazione di malta cementizia monocomponente penetrabile a base di leganti idraulici, polveri silicee, inibitori di corrosione e dispersione di polimeri acrilici.</p> <p>.....</p>	m ²	3,54	56,20 %	*



LAVORAZIONE

Sistemazione e passivazione dei ferri di armatura esistenti da eseguire mediante l'applicazione di malta monocomponente penetrabile a base di leganti idraulici, polveri silicee, inibitori di corrosione e dispersione di polimeri acrilici oppure bicomponente a base di polimeri in dispersione acquosa, leganti cementizi ed inibitori di corrosione. Le lavorazioni di protezione dei ferri dovranno essere eseguite su tutte le armature visibili a seguito alle lavorazioni di demolizione e pulizia.

VOCE DI PREZZO

PASSIVAZIONE DEI FERRI DI ARMATURA

Eseguita mediante applicazione di malta cementizia monocomponente penetrabile a base di leganti idraulici, polveri silicee, inibitori di corrosione e dispersione di polimeri acrilici.

VOCE ASPI

B.09.020.2

VOCE ANAS

B.09.020.2

COSA UTILIZZARE

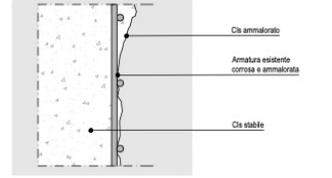
DRACOSTEEL MONO



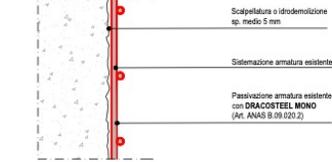
LE TAVOLE ANAS E ASPI CON I PRODOTTI DRACO

SEZIONI TIPOLOGICHE DI INTERVENTO

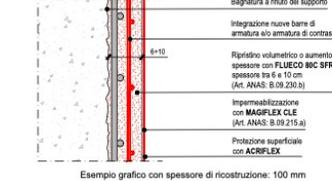
Risanamento profondo con calcestruzzo fibrinforzato con fibre in acciaio _ sp. 60 - 100 mm
STATO DI FATTO



PREPARAZIONE DEL SUPPORTO



STATO DI PROGETTO



Esempio grafico con spessore di ricostruzione: 100 mm

LINEE GUIDA LAVORAZIONI

- SCARIFICA E SABBATURA SUPERFICIE ESISTENTE** (Art. ANAS A.03.040)

Scarifica della superficie di intervento mediante scalpellatura meccanica o idrodemolizione fino alla messa a nudo dei ferri d'armatura o comunque fino al raggiungimento del cis stabile. A demolizione avvenuta la superficie deve presentarsi scabra e priva di materiale incoerente, macchie, efflorescenze o impregnazione di olio e/o grasso, vernici, polvere o sporco in genere. Pulizia delle barre d'armatura: spazzolatura meccanica o rinvivatura con sabbatura, delle barre d'armatura esistenti al fine di rimuovere tutta la ruggine, grasso e/o sporco in generale. A seguito della pulizia l'acciaio deve risultare lucido.
- PREPARAZIONE DEL SUPPORTO**
 - SISTEMAZIONE DELLE BARE D'ARMATURA ESISTENTI** (Art. ANAS B.09.020.1)
 - PASSIVAZIONE DEI FERRI D'ARMATURA:** Applicazione a pennello o DRACOSTEEL MONO (Art. ANAS B.09.020.2), malta cementizia monocomponente ad azione passivante a base di polimeri idrodispersi, leganti cementizi e inibitori di corrosione. Applicato in 2 mani successive, a distanza di 2-3 h, per uno spessore uniforme di circa 2 mm.
- RIPRISTINO DEGLI SPESSORI**
 - BAGNATURA DEL SUPPORTO:** Bagnare la superficie di intervento con acqua in pressione, fino alla saturazione della superficie stessa. L'acqua in eccesso deve evaporare prima di effettuare il ripristino.
 - Integrazione nuove barre d'armatura e/o armatura di contrasto.
- RICOSTRUZIONE DEL COPRIFERRO:** colatura dentro casseforme di malta premiscelata, cementizia, monocomponente, colabile, ad elevate prestazioni, fibrinforzata con fibre metalliche, FLUECO BIC SFR (Art. ANAS B.09.230.2), per spessori da 6 a 10 cm.
- PROTEZIONE DELLA STRUTTURA**

In relazione all'elemento strutturale (trave, soletta, pila, spalla, ecc...) e all'esposizione della superficie di intervento alle intemperie e/o fenomeni aggressivi, possono essere previsti i seguenti protettivi superficiali:

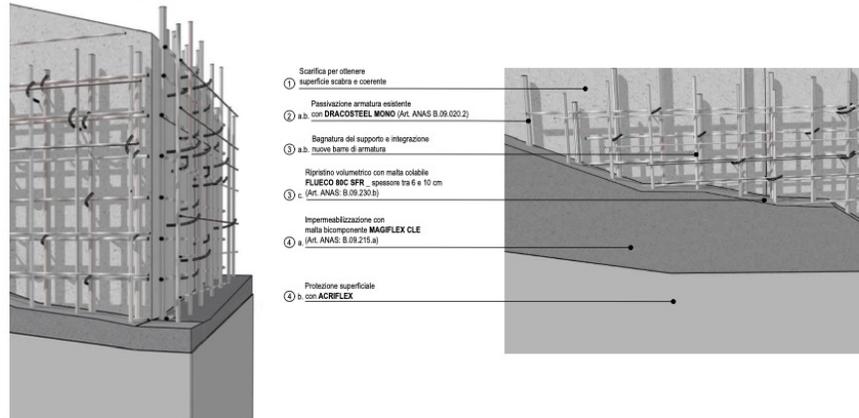
 - IMPERMEABILIZZAZIONE CON MALTA BICOMPONENTE POLIMEROMODIFICATA:** Applicazione a spatola o a spruzzo di MAGIFLEX CLE (Art. ANAS B.09.215.a), malta cementizia elastica bicomponente a base di aggregati a grana fine selezionati, leganti virali, additivi e polimeri, in spessori di 2 mm.
 - PROTEZIONE SUPERFICIALE:** con RESINA PROTETTIVA FLESSIBILE IMPERMEABILE ANTICARBONATAZIONE in dispersione acquosa a base di resine acriliche, ACRIFLEX.

NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Il prodotto è conforme ai requisiti minimi richiesti dalla EN 1504-9 "Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture in calcestruzzo: definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità" principi generali per l'uso dei prodotti e sistemi e dalla EN 1504-3 "Riparazione strutturale e non strutturale" per le malte strutturali di classe R4.

VISTE TIPOLOGICHE

Risanamento profondo con calcestruzzo fibrinforzato con fibre in acciaio _ sp. 60 - 100 mm



Esempio grafico con spessore di ricostruzione: 100 mm

QUESTE RAPPRESENTAZIONI SONO PURAMENTE TIPOLOGICHE. PER UNA SPECIFICA PROGETTAZIONE ESECUTIVA OCCORRE CONSULTARE LE INFORMAZIONI RIPORTATE NELLE SCHEDE TECNICHE AGGIORNATE SUL SITO www.draco-edilizia.it. SE NECESSARIO, CONTATTARE L'ASSISTENZA TECNICA DRACO.

TABELLE MATERIALI

Caratteristiche prestazionali

Art. ANAS: B.09.020.2	REQUISITI MINIMI EN 1004-7	PRESTAZIONI PRODOTTO
RESISTENZA ALL'ALIMENTAZIONE DELLE BARE D'ACCIAIO	EN 1504-7	Carico dinamico a curva variabile per almeno 60000 cicli di carico alternato su barre A500 in acciaio. $\geq 2 \%$ con EN ISO 15044-2
RESISTENZA ALLA CORROSIONE	EN 10130	La base d'azione media deve essere usata da almeno 1000 cicli
ALTRE CARATTERISTICHE	EN 10130	Passivazione della ruggine + 1 mm pulcritudine sulla parte di acciaio (non in cemento)
ADESIONE SU CALCESTRUZZO	EN 1542	non richiesto
ADESIONE SU CALCESTRUZZO	EN 1542	$\geq 2 \text{ MPa}$
RESISTENZA A FLESSIONE	EN 1981	nessuno
RESISTENZA A COMPRESIONE	EN 12618	non richiesto
RESISTENZA A FLESSIONE	EN 196-1	non richiesto

Art. ANAS: B.09.230.2

Le prestazioni indicate sono ottenute con una consistenza 190 - 200 mm secondo EN EN 12358-1

FLUECO BIC SFR	REQUISITI MINIMI EN 1504-9	PRESTAZIONI PRODOTTO
RESISTENZA A COMPRESIONE	EN 12618	$\geq 38 \text{ MPa}$ a 28 gg $\geq 20 \text{ MPa}$ a 7 gg
RESISTENZA A FLESSIONE	EN 1981	nessuno
MODULO ELASTICO A COMPRESIONE	EN 12618	$\geq 28 \text{ GPa}$ dopo 28 gg
ADESIONE SU CALCESTRUZZO	EN 1542	$\geq 2 \text{ MPa}$ dopo 28 gg
ESPANSIONE CONTRASTATA	UNI 9181	nessuno
TEST DI INARCAMENTO	-	nessuno
RESISTENZA ALL'ASSORBIMENTO	EN 12618	nessuno
RESISTENZA ALL'ASSORBIMENTO DELLE BARE IN ACCIAIO	EN 1504-7	nessuno
RESISTENZA ALLA CARBONATAZIONE ACCELERATA	EN 12618	nessuno
IMPERMEABILITÀ ALL'ACQUA	EN 12618	nessuno
COMPATIBILITÀ TECNICA	EN 12618	nessuno
CRACK BRIDGING STATICO	EN 12618	nessuno
CRACK BRIDGING DINAMICO	EN 12618	nessuno
ALLINEAMENTO A ROTAZIONE	EN 12618	nessuno
REAZIONE AL FUOCO	EN 13501-1	Euroneca

Art. ANAS: B.09.215.a

Requisiti in accordo a EN 1504-2 (investimento (C) Principi PL MC e R

MAGIFLEX CLE	REQUISITI MINIMI EN 1504-2	PRESTAZIONI PRODOTTO
ADESIONE AL CALCESTRUZZO	EN 1542	Per sistemi fissati senza trafilato $\geq 0.8 \text{ MPa}$
ADESIONE SU CALCESTRUZZO	EN 1542	non richiesto
PENETRABILITÀ AL VAPORE ACQUOSO	EN ISO 7795-2	Classe II: $S_{12} = 1.2$ (permette il vapore)
IMPERMEABILITÀ ALL'ACQUA	EN 12618	nessuno
COMPATIBILITÀ TECNICA	EN 12618	nessuno
CRACK BRIDGING STATICO	EN 12618	nessuno
CRACK BRIDGING DINAMICO	EN 12618	nessuno
ALLINEAMENTO A ROTAZIONE	EN 12618	nessuno
REAZIONE AL FUOCO	EN 13501-1	Euroneca

Conforme ai requisiti minimi EN 1504-2

ACRIFLEX	REQUISITI MINIMI EN 1504-2	PRESTAZIONI PRODOTTO
ADESIONE PER TRAZIONE DIRETTA	EN 1542	$\geq 0.8 \text{ MPa}$
ADESIONE IN SEGUITO A COMPATIBILITÀ TECNICA	EN 1504-2	nessuno
ADESIONE IN SEGUITO A COMPATIBILITÀ TECNICA	EN 1504-2	nessuno
IMPERMEABILITÀ ALL'ACQUA	EN 12618	nessuno
PENETRABILITÀ AL VAPORE ACQUOSO	EN ISO 7795-2	Classe da II a III
CRACK BRIDGING STATICO	EN 12618	nessuno
CRACK BRIDGING DINAMICO	EN 12618	nessuno
ALLINEAMENTO A ROTAZIONE	EN 12618	nessuno
REAZIONE AL FUOCO	EN 13501-1	Euroneca
ESPANSIONE AGLI AGENTIAI OSFERICI	EN 12618	nessuno

DEGRADO TIPOLOGICO



DESCRIZIONE
Superfici verticali e orizzontali con degradi localizzati e/o estesi che interessano il copri ferro e gli strati più esterni dell'armatura dell'elemento strutturale che risultano a vista. Barre di armatura ossidate e/o corrose con riduzione significativa della sezione o armatura rotta che comporta una sostituzione o integrazione di armatura.

LIVELLI DI CONOSCENZA

Il presente elaborato tipologico ha carattere puramente divulgativo, è indirizzato a progettisti e prescrittori, contiene informazioni tecniche e istruzioni operative generali per la manutenzione ordinaria e straordinaria del calcestruzzo armato.

Per la progettazione è indispensabile affrontare la conoscenza dell'opera sia per la valutazione della sicurezza dello stato di fatto, sia per la definizione degli interventi e la previsione della loro efficacia nel tempo. Prima di procedere con la scelta degli interventi, nell'ambito della definizione dei livelli di conoscenza, è fondamentale approssimarsi al documento solo dopo aver completato l'iter analitico e diagnostico necessario, in funzione del tipo di progetto.



PROGETTO TIPOLOGICO

LAVORO: **ISTRUZIONE TECNICA TIPOLOGICA**

LISTINO PREZZI ANAS 2022

TAV 08

RISANAMENTO PROFONDO

spessore 60 - 100 mm
CLS PREDOSATO MARCATO CE
con fibre in acciaio

B.09.230.b

CONFORMITÀ	UNITÀ	TIPO CODICE	PRODOTTO	REQUISITI	SCALA
S	O	P	T	V	2

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDAZIONE	CONTROLLATO	P.F.V.
1	27/03/2022	PRIMA EMISSIONE	DRACO	DRACO	DRACO
2	01/04/2022	REVISIONE CARTELLI - ANAS-MAP 2022 - REV.1	DRACO	DRACO	DRACO
3	05/04/2022	REVISIONE CARTELLI - ANAS-MAP 2022 - REV.2	DRACO	DRACO	DRACO

PRODOTTO DA: DRACO ITALIANA SpA

DRACO Italiana SpA
Via Roma, 11 - 00187 Roma (RM) - Tel. +39 06 80822917 - info@draco-edilizia.it

I CICLI

Seguendo le voci di prezzo è possibile eseguire cicli di ripristino, utilizzando i prodotti DRACO.
Come si traduce nel Digital Twin?

LINEE GUIDA LAVORAZIONI



1. SCARIFICA E SABBIAIATURA SUPERFICIE ESISTENTE (Art. ANAS A.03.040)

Scarifica della superficie di intervento mediante scalpellatura meccanica o idrodemolizione fino alla massa a nudo dei ferri d'armatura o comunque fino al raggiungimento del cls stabile.
A demolizione avvenuta la superficie deve presentarsi scabra e priva di materiale incoerente, macchie, efflorescenze o impregnazione di olio e/o grasso, vernici, polvere o sporco in genere.
Pulizia delle barre d'armatura: spazzolatura meccanica o rinvivatura con sabbiaatura, delle barre d'armatura esistenti al fine di rimuovere tutta la ruggine, grasso e/o sporco in generale.
A seguito della pulizia l'acciaio deve risultare lucido.

2. PREPARAZIONE DEL SUPPORTO

- SISTEMAZIONE DELLE BARRE D'ARMATURA ESISTENTI (Art. ANAS B.09.020.1)
- PASSIVAZIONE DEI FERRI D'ARMATURA: Applicazione a pennello di **DRACOSTEEL MONO** (Art. ANAS B.09.020.2), malta cementizia monocomponente ad azione passivante a base di polimeri idrodispersi, leganti cementizi e inibitori di corrosione. Applicato in 2 mani successive, a distanza di 2-3 h, per uno spessore uniforme di circa 2 mm.

3. RIPRISTINO DEGLI SPESSORI

- BAGNATURA DEL SUPPORTO: Bagnare la superficie di intervento con acqua in pressione, fino alla saturazione della superficie stessa. L'acqua in eccesso deve evaporare prima di effettuare il ripristino.
- Integrazione nuove barre di armatura e/o armatura di contrasto.
- RICOSTRUZIONE DEL COPRIFERRO: colatura dentro casseforme di malta premiscelata, cementizia, monocomponente, colabile, ad elevate prestazioni, fibrorinforzata con fibre metalliche, **FLUECO 80C SFR** (Art. ANAS: B.09.230.b), per spessori da 6 a 10 cm.

4. PROTEZIONE DELLA STRUTTURA

In relazione all'elemento strutturale (trave, soletta, pila, spalla, ecc...) e all'esposizione della superficie di intervento alle intemperie e/o fenomeni aggressivi, possono essere previsti i seguenti protettivi superficiali:

- IMPERMEABILIZZAZIONE CON MALTA BICOMPONENTE POLIMEROMODIFICATA: Applicazione a spatola o a spruzzo di **MAGIFLEX CLE** (Art. ANAS: B.09.215.a), malta cementizia elastica bicomponente a base di aggregati a grana fine selezionati, leganti idraulici, additivi e polimeri, in spessori di 2 mm.
- PROTEZIONE SUPERFICIALE:
con RESINA PROTETTIVA FLESSIBILE IMPERMEABILE ANTICARBONATAZIONE in dispersione acquosa a base di resine acriliche: **ACRIFLEX**.

NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Il prodotto è conforme ai requisiti minimi richiesti dalla EN 1504-9 "Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture in calcestruzzo: definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità" principi generali per l'uso dei prodotti e sistemi e dalla EN 1504-3 "Riparazione strutturale e non strutturale" per le malte strutturali di classe R4.



IL SIMULATORE

