

1. PREMESSE - GENERALITA'

A seguito di incarico ricevuto dallo scrivente, con lettera di conferimento della azienda AMAT S.p.A. di Taranto del 03.02.2016 prot.2022/UAG, riguardante il rilievo, lo studio e la successiva redazione della documentazione tecnica-progettuale occorrente per il rifacimento della pavimentazione interna esistente, insieme ad altri miglioramenti, del capannone-officina del complesso aziendale AMAT S.p.A. di Taranto, si redige la presente relazione al fine di riportare sulle modalità esecutive corrette, necessarie ed indispensabili per la risoluzione delle problematiche ed esigenze della committenza.

Tali esigenze consistono poi in:

1. Rifacimento totale della pavimentazione attualmente esistente, per tutta la superficie interna del capannone, compreso le sue appendici di competenza;
2. Risoluzione della problematica della risalita di acqua ed invasione sul calpestio delle fosse meccaniche di lavorazione degli automezzi;
3. Chiusura della fossa meccanica n.1 di lavorazione automezzi fra quelle esistenti;
4. Sistemazione più adeguata della via di esodo posta sul tamponamento di una propaggine laterale del capannone;
5. Opere accessorie per migliorare alcuni dettagli costruttivi;

La ragione di tali lavori programmati dall'azienda Amat S.p.A., è dovuta alla necessità e volontà di risolvere e porre rimedio allo stato di fatto degradato oramai da diversi anni, della pavimentazione di cui trattasi, e che allo stato attuale determina delle criticità nell'uso regolare dell'officina.

Tale iniziativa ha poi comportato, con l'occasione, la necessità ed esigenza di operare anche una corretta revisione e miglioramenti di altre opere interne attinenti alla stessa officina.

Infine si ovvia alla descrizione generale ed analitica nonché amministrativa del complesso in questione perché non interessante ed utile in questa fase, in quanto tale relazione tecnica ha il solo scopo di rassegnare quanto riscontrato nel rilievo dello stato di fatto e dei luoghi, nonché le considerazioni su come affrontare i nuovi lavori da eseguire, e pertanto indirizzato tale rapporto, come mezzo strumentale per sue necessità amministrative e tecniche, al solo responsabile legale e/o tecnico dell'impresa concorrente, invitata per l'esecuzione dei lavori, che rimane edotto su tutte le descrizioni che in questa sede non si sono riportate, avendo presupposto e richiesto uno o più sopralluoghi all'impresa ed esplicita sua dichiarazione, in tal senso, di conoscenza dei luoghi e condizioni vari al contorno.

2. MODALITA' OPERATIVE - ESECUTIVE

Si espongono di seguito le modalità esecutive per le singole problematiche da risolvere.

2.1 RIFACIMENTO TOTALE DELLA PAVIMENTAZIONE ATTUALMENTE ESISTENTE

Per quanto riguarda l'intervento di rifacimento della pavimentazione esistente in cls, vanno seguite e rispettate le seguenti fasi e procedure, con attenzione particolare ai materiali da impiegare ed alle prescrizioni comunque previste dalle linee-guida e le buone regole d'arte vigenti in materia.

Tali procedure devono prevedere:

1. **FRESATURA** superficiale della pavimentazione esistente in cls, eseguita con l'ausilio di mezzi specifici. Con tale lavorazione si dovrà rimuovere la superficie da trattare, ad una profondità variabile secondo necessità, utilizzando una macchina fresatrice idonea a ciclo chiuso ed a freddo, depolverizzata, dotata di utensili speciali capaci di demolire almeno uno spessore di 2 cm minimo per passaggio.
Tale intervento si rende necessario per un abbassamento di quota, sia per decontaminare tutta la zona dalla penetrazione di oli, grassi o altri agenti contaminanti presenti e sia per garantire uno spessore minimo della nuova pavimentazione di 12 cm, non potendo sviluppare tale spessore tutto fuori terra per il contesto altimetrico di perimetro esistente.
Tale fresatura, pertanto, dovrà asportare spessori variabili di pavimentazione esistente, al fine di livellare il fondo della stessa, per garantire la costanza dello spessore del nuovo pavimento, in funzione della nuova quota di estradosso che dovrà essere stabilita in corso d'opera prima dei lavori, previo rilievo strumentale dei livelli altimetrici esistenti e con particolare attenzione alla perimetrazione del contesto interno.
2. **REALIZZAZIONE NUOVA PIASTRA IN CLS** (sp= 12cm) da vincolare e solidarizzare alla pavimentazione esistente e precedentemente trattata attraverso ancoraggi meccanici, da realizzare con spinottature inghisate con resina.

Tra supporto esistente e nuova pavimentazione non devono essere presenti tubi, cavi elettrici o quant'altro possa eccessivamente ridurre lo spessore del calcestruzzo: oltre il 10 %, a rischio di fessurazione. Se il supporto, una volta fresato, presenterà irregolarità superficiali (es. buche, cavità, fessure), queste dovranno essere riempite adeguatamente prima del getto del nuovo pavimento.

Nella realizzazione della nuova piastra in cls, che non dovrà avere spessore inferiore ai 12 cm, necessariamente costanti per tutta la superficie, si dovrà prestare particolare attenzione ad alcuni aspetti essenziali riguardanti materiali e dettagli costruttivi, qui di seguito esplicitati.

CALCESTRUZZO

Il calcestruzzo da utilizzare deve avere resistenza caratteristica a trazione tale da far fronte alle tensioni di trazione per flessione innescate dai carichi cui la pavimentazione è sottoposta. La classe di resistenza poi, è altresì subordinata alla classe d'esposizione ambientale, oltre ai carichi previsti. La resistenza caratteristica prescritta, quindi, è stata determinata in base alla più restrittiva delle due condizioni. La classe di resistenza non dovrà, per tali ragioni, essere inferiore a C25/30.

Ove la miscelazione sia affidata alla sola autobetoniera, particolare cura deve essere posta per assicurare l'omogeneità delle miscele. I tempi di miscelazione ed il volume di carico devono consentire di miscelare omogeneamente i componenti e confezionare calcestruzzo di consistenza uniforme.

La pavimentazione in calcestruzzo può essere classificata come una struttura leggermente armata.

Il rapporto a/c in funzione della classe di esposizione ambientale è definito nella Tabelle 1 - 2. Il rapporto a/c viene prescritto considerando la classe di esposizione ambientale e la Rck di progetto.

Classi di esposizione									
	Nessun rischio di corrosione	Corrosione indotta da carbonatazione				Corrosione indotta da cloruri			
						Acqua di mare		Cloruri provenienti da altre fonti	
	X0	XC1 / XC2	XC3	XC4	XS1	XS2 / XS3	XD1	XD2	XD3
Massimo rapporto a/c	-	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45
R _{ck} minima	15	30	35	40	40	45	35	40	45
Minimo contenuto in cemento (kg/m³)	-	300	320	340	340	360	320	340	360

Tab.1

Classi di esposizione						
	Ambienti aggressivi per gelo e disgelo			Ambiente aggressivo per attacco chimico		
	XF1	XF2 / XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
Massimo rapporto a/c	0,55	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45
R _{ck}	35	30	40	35	40	45
Minimo contenuto in cemento (kg/m³)	320	340	360	320	340	360
Contenuto minimo in aria (%)		3,0	3,0			
Altri requisiti					Per aggressione da solfati è richiesto l'uso di cementi resistenti ai solfati	

Tab.2

I materiali costituenti la miscela di calcestruzzo per il pavimento ad uso industriale, dovranno rispettare le condizioni e consistere in quanto di seguito riportato:

Cemento

Il tipo di cemento deve essere scelto in relazione a:

- classe di esposizione: XC2 – ambiente umidità senza gelo;
- rischio di reattività degli aggregati;
- resistenza caratteristica;
- spessore del pavimento (calore di idratazione);
- tempi di lavorazione e messa in esercizio.

Nel caso di utilizzo di cementi a basso contenuto di clinker, i tempi di stagionatura protetta e di messa in esercizio vanno protratti almeno del 30% rispetto ad un cemento Portland (CEM I) di pari classe. Viene pertanto suggerito di assumere le informazioni necessarie presso l'impianto di betonaggio circa il tipo di cemento disponibile e verificarne la congruità con le specifiche del progettista. Ogni cambio di cemento deve essere preventivamente comunicato dal confezionatore. Ove possibile e salvo contraria specifica, è preferibile ricorrere all'impiego di cementi ad elevata resistenza iniziale (32.5R e 42.5R).

Aggregati

Gli aggregati devono soddisfare quanto previsto dalla norma vigenti in materia ed in particolare devono soddisfare i requisiti relativamente alle seguenti caratteristiche:

- contenuto di parti leggere o frustoli vegetali;
- perdita di massa per urto e rotolamento (Los Angeles);
- degradabilità mediante soluzione solfatica;
- potenziale reattività in presenza di alcali;
- percentuale passante allo staccio da 0.075 mm;

La forma dell'aggregato tondo o frantumato, non influenza significativamente la qualità della pavimentazione; l'aggregato ricavato dalla frantumazione richiede, in generale, un maggior quantitativo d'acqua d'impasto, ma, a parità di tipo e dosaggio di cemento consente al calcestruzzo di acquisire una maggiore resistenza a flessione rispetto quella ottenibile con aggregati tondi.

Prevenzione della reattività degli aggregati

Altro aspetto fondamentale riguarda la possibilità che alcuni aggregati possano contenere particolari forme di silice reattiva che possono reagire se vengono a contatto con gli alcali

apportati dal cemento contenuto nel calcestruzzo e/o nel premiscelato utilizzato per lo strato di usura. In presenza d'umidità può avvenire una reazione espansiva che può portare alla fessurazione e/o al degrado superficiale, con espulsione di piccoli conii di materiale (pop-out). Il preconfessionatore ha l'obbligo di informare il Committente della possibile presenza d'aggregati reattivi, al fine di consentire opportuni accorgimenti per evitare degradi conseguenti al manifestarsi del fenomeno.

In caso di indisponibilità tecnica ed economica di aggregati sicuramente non reattivi, o in presenza di aggregati potenzialmente reattivi, è necessario:

- dare informazione del rischio al committente ed al progettista;
- adottare le seguenti precauzioni, al fine di minimizzare il rischio di deterioramenti:

A1) impiegare cementi a basso contenuto di alcali.

A2) impiegare cementi pozzolanici o d'altoforno oppure aggiunte minerali, anche di pregio, con attività pozzolanica (quali cenere volante, fumo di silice, etc.).

Dimensione massima nominale dell'aggregato

La dimensione massima dell'aggregato (Dmax) deve essere scelta in modo che il calcestruzzo possa essere gettato in opera con buona scorrevolezza e senza segregazione. Il diametro nominale massimo dell'aggregato deve essere determinato in funzione:

- dello spessore del pavimento: il diametro max. non deve superare un quarto dello spessore del pavimento;
- della misura del copriferro (cpf) che non deve essere comunque inferiore a cm 4;
- della metodologia di posa in opera: a mezzo pompa o con scarico diretto dall'autobetoniera, a mezzo benna, dumper, o per stesura con pale e rastrelli.

Nel caso l'impianto di betonaggio utilizzi aggregato con dimensione massima inferiore a quella richiesta, la Direzione Lavori dovrà indicare gli opportuni accorgimenti per ovviare al maggior ritiro conseguente. Per la dimensione massima nominale dell'aggregato si consigliano i seguenti valori:

Spessore pavimento (cm)	Dimensione massima aggregato (mm)
18- 25	45
14- 17	35
12- 13	25

Acqua di impasto

Sono utilizzabili anche acque di riciclo purché prive di olii, sostanze e materiali comunque dannosi (si consiglia in queste situazioni di effettuare un'analisi preventiva delle acque).

Additivi

Al fine di assicurare una buona lavorabilità, senza compromettere resistenze e durabilità, è necessario il contenimento del rapporto A/C (vedi tabelle 1-2) ottenuto mediante l'uso di opportuni additivi superfluidificanti, da utilizzarsi in relazione a:

- tipo e classe di cemento;
- tempi di trasporto;
- tempi di lavorazione;
- tempi di presa;
- condizioni ambientali.

ARMATURA – RETE ELETTRICALDATA

In funzione delle sollecitazioni prevedibili (va considerato che la nuova pavimentazione sarà connessa con la struttura in cls sottostante, esistente già da molti anni e quindi sicuramente ben assestata) si è adottata una armatura ritenuta idonea e connessa alla struttura in cls di sottofondo. In corrispondenza dei giunti di costruzione non è stato previsto nessun impiego di barrotti per la ripartizione dei carichi tra le lastre perché non utile per le ragioni prima esposte.

Nel caso vengano utilizzati agenti espansivi per il controllo del ritiro del calcestruzzo, la determinazione della quantità di armatura deve tener conto della necessità di contrastarne efficacemente l'azione. Fibre di acciaio o di altro tipo (polimeriche – sintetiche), correttamente scelte e dosate, possono essere impiegate come complemento dell'armatura.

Le armature considerate per il caso in esame saranno:

- rete elettrosaldata
- fibre metalliche o di altro tipo (polimeriche – sintetiche), comunque strutturali.

La rete elettrosaldata

La pavimentazione in calcestruzzo secondo codici e linee-guida di buona pratica è stata prevista prescindendo dalla presenza dell'armatura, nell'ipotesi di piastra a sezione interamente reagente. Nel dimensionamento, inoltre, le tensioni di trazione agenti sulla piastra saranno limitate a valori inferiori alla resistenza a trazione di progetto giacché non saranno ammesse fessure nel conglomerato. In conformità a quanto sopraesposto s'intuisce come la funzione dell'armatura metallica, in forma di rete elettrosaldata, nel pavimento non è stata quella di aumentarne la portanza flessionale. Il compito dell'armatura metallica, invece, è quello di limitare l'apertura delle fessure che si producono per effetto delle contrazioni di ritiro nelle sezioni di giunto. Impedendo alla fessura di aumentare la propria ampiezza, la rete elettrosaldata assicura che nelle sezioni di giunto s'instauri l'effetto ingranamento tra gli aggregati, indispensabile ai fini di un corretto trasferimento dei carichi tra le due porzioni di pavimento contigue al giunto fessurato.

Il dimensionamento dell'armatura metallica per il controllo dell'apertura delle lesioni è stato effettuato, anche, in base al calcolo delle sollecitazioni di trazione, che si esplicano per effetto dell'attrito assorbito nelle sezioni di giunto proprio dalla rete elettrosaldata. L'armatura prevista, in base alle considerazioni sopra esposte risulta essere modesta a causa del sottofondo caratterizzato da un alto valore del coefficiente d'attrito statico. Pertanto, la rete elettrosaldata prevista e da impiegare 1ø 5 maglia 20x20 cm sarà sufficiente ad assorbire gli sforzi di trazione nelle zone di giunto. Molto più importante che non la percentuale d'armatura metallica risulta, invece, il posizionamento della rete elettrosaldata stessa. Dovendo essa, infatti, limitare l'ampiezza delle lesioni l'armatura deve essere posizionata il più possibile, compatibilmente con la profondità del giunto di contrazione, nell'estremità superiore del pavimento, laddove sono massime le contrazioni dovute al ritiro. Una regola pratica consiste nel disporre la rete elettrosaldata ad una distanza (d) dalla superficie del pavimento:

$$p+1\text{cm} \leq d \leq p+2 \text{ cm} \\ \text{e } d \geq 4 \text{ cm}$$

dove p è la profondità del giunto di contrazione in cm. Se l'armatura viene posta ad una distanza d maggiore di p+2 cm, o addirittura sul fondo del pavimento (d = h), essa non potrebbe svolgere l'azione di contenimento (di cucitura) delle lesioni nella zona di giunto. In particolare, l'armatura posizionata erroneamente sul fondo si verrebbe a trovare in una zona ove il ritiro è minimo o addirittura assente e, quindi, laddove non c'è nemmeno il rischio che la fessura si formi.

La rete elettrosaldata, inoltre, può ridurre il ritiro differenziale del pavimento riducendone la tendenza all'imbarcamento. Per contro se l'armatura viene posta ad una distanza $d \leq p+1$ cm esisterebbe un elevato rischio che la stessa sia tagliata proprio durante l'esecuzione dei giunti.

Infine, la limitazione che d deve essere in ogni caso almeno pari a 4 cm serve ad impedire che armature troppo superficiali possano favorire la formazione nel pavimento di fessure in fase plastica. Poiché il posizionamento della rete nelle zone superiori del pavimento può creare problemi per la deambulazione del personale addetto, può essere opportuno disporre la rete su distanziatori sufficientemente rigidi privilegiando reti elettrosaldate di diametro opportuno per sostenere il peso del personale deambulante avendo, tuttavia, l'accortezza di disporre la rete garantendo strettamente le distanze d precedentemente menzionate. A tale scopo, saranno utili gli spinotti di connessione con la vecchia pavimentazione in cls.

Fibre metalliche o di altro tipo (polimeriche – sintetiche) comunque strutturali

L'introduzione di fibre di natura appropriata, geometria opportuna ed in misura sufficiente ad ottenere un rinforzo discreto, omogeneamente disperso nella matrice cementizia, consente di aiutare nelle pavimentazioni di calcestruzzo la tradizionale armatura in forma di rete elettrosaldata. Inoltre, il calcestruzzo fibrorinforzato può essere vantaggiosamente impiegato per incrementare le capacità portanti della piastra di pavimentazione sfruttando, mediante calcoli effettuati in base alla meccanica della frattura, il contributo offerto dalle fibre nella fase post-fessurativa del calcestruzzo. Grazie alla presenza delle fibre è possibile limitare l'ampiezza delle fessure nel pavimento a valori (inferiori, ad esempio, al decimo di millimetro) compatibili sia con le caratteristiche estetiche che con le condizioni d'esercizio del pavimento.

Al fine di garantire che le fibre svolgano al meglio il ruolo di rinforzo discreto della matrice cementizia è necessario:

- garantire una distribuzione omogenea all'interno della matrice cementizia. Per conseguire tale scopo l'aggiunta delle fibre all'impasto deve avvenire preferibilmente nella centrale di betonaggio. L'aggiunta, inoltre, deve avvenire nel calcestruzzo preferibilmente già a consistenza fluida o superfluida (S4 o S5) avendo l'accortezza di distribuirle per evitare che esse si accumulino solo in alcune porzioni di conglomerato. Occorre tener presente, inoltre, che l'aggiunta delle fibre nel calcestruzzo determina una diminuzione della lavorabilità degli impasti. Pertanto, il produttore di calcestruzzo dovrà attivarsi al fine di fornire un conglomerato che, ancorché fibrorinforzato, posseda la fluidità richiesta. Infine, nel caso d'aggiunte rilevanti di fibre, al fine di evitare la tendenza alla segregazione degli impasti potrà rendersi necessario incrementare il volume dei fini (calcarci finissimi, aggiunte pozzolaniche, etc.) o ricorrere a additivi modificatori di viscosità;
- che le fibre posseggano una resistenza a trazione sufficiente ad evitare che la rottura del calcestruzzo fibrorinforzato avvenga per collasso della fibra, prima che la stessa si sfilii dalla matrice. A tale scopo è opportuno impiegare fibre di geometria adeguata capace di aumentare la tensione cui avviene lo sfilamento;
- che le fibre siano caratterizzate da valori elevati del rapporto d'aspetto (rapporto lunghezza/diametro della fibra). Infatti, fibre lunghe e di piccolo diametro sono più efficaci a parità delle altre condizioni, rispetto a fibre corte e spesse.

Fermo restando quanto sopra relativamente al rapporto d'aspetto la scelta della lunghezza della fibra (l) è legata alla dimensione massima dell'aggregato (Dmax) utilizzato nel confezionamento del calcestruzzo. In linea di massima deve risultare:

$$l \geq 1,5 - 2.0 D_{max}$$

Dmax (mm)	l (mm)
16	25 - 30
20	35 - 40
25	40 - 50
32	50 - 60

Tab. 3

Il dosaggio, riferito al metro cubo di calcestruzzo, deve essere determinato in funzione del Rapporto d'Aspetto e delle prestazioni meccaniche richieste. A tal fine il produttore deve fornire indicazioni relative alla tensione a flessione ammissibile ottenibile in funzione del dosaggio di fibre e della classe di resistenza del calcestruzzo.

3. REALIZZAZIONE STRATO DI USURA per migliorare le caratteristiche superficiali della pavimentazione di calcestruzzo ovvero la durezza.

La resistenza all'usura di un pavimento dipende soprattutto dalla tecnica applicativa dello strato di usura stesso. Lo strato d'usura è generalmente realizzato con due metodi applicativi:

- a spolvero;
- a pastina.

Per la realizzazione della pavimentazione oggetto della presente specifica tecnica si applicherà il metodo a "spolvero", che consiste nella posa in opera a semina, sul calcestruzzo fresco, di un determinato quantitativo di miscela anidra d'aggregati e cemento. La scelta del materiale indurente e del quantitativo da applicare è determinata dall'entità dell'azione abrasiva sulla pavimentazione: maggiore è tale azione maggiore deve essere la resistenza meccanica del calcestruzzo e la resistenza all'abrasione dell'aggregato utilizzato per lo spolvero.

Materiali per lo strato d'usura

Gli indurenti possono essere forniti premiscelati con il cemento, al fine di avere costanza di qualità e mescolazione, oppure sfusi e miscelati al cemento in cantiere.

I quantitativi espressi in Tab. 4 si riferiscono a prodotti premiscelati pronti all'uso.

Materiali	Applicazione a spolvero kg/m ²	Applicazione a pastina kg/m ²
Quarzo	2 - 4	15 - 18
Quarzo e corindone	2 - 4	15 - 18
Metallo	5 - 8	30 - 40
Metallo e corindone	4 - 6	20 - 30

Tab. 4

I premiscelati pronti all'uso in commercio, utilizzabili per lo strato di usura, applicati col metodo a spolvero, sono inoltre classificabili in base al comportamento fisico-chimico del tipo di indurente:

- indurenti minerali, ricavati da macinazione di rocce dure (silicee, quarzifere, basaltiche, corindone naturale, porfidi) o da loppe di altoforno;
- indurenti metallici, ricavati da pezzi di materiale ferroso;
- indurenti metallurgici, ricavati da pezzi di carburo di silicio o corindone sintetico.

Scelta dello strato d'usura

Il prospetto riportato di seguito, consente l'individuazione dello strato di usura più opportuno in funzione delle condizioni d'impiego.

Classe	Condizioni di traffico più frequenti	Tipo di trattamento ¹⁾
A	- Pedonale - Automezzi di massa totale ≤ 30 T su pneumatici - Carrelli elevatori su pneumatici	- Applicazione di strato di usura con basso spessore con metodo a "spolvero" di prodotto premiscelato a base di cemento e aggregati aventi durezza non inferiore a 5*, in ragione di almeno 2 kg/m ² .
B	- Carrelli elevatori, di massa totale ≤ 4,5 T con ruote piene - Transpallets con massa totale ≤ 0,5 T - Automezzi su pneumatici di massa totale > 30 T	- Applicazione di strato di usura a basso spessore con metodo a "spolvero" di prodotto premiscelato a base di cemento e aggregati aventi durezza non inferiore a 6*, in ragione di almeno 3 kg/m ² . - Applicazione di strato di usura a basso spessore con metodo a "spolvero" di prodotto premiscelato a base di cemento e aggregati metallici, in ragione di almeno 6 kg/m ² .
C	- Carrelli elevatori, con ruote piene, di massa totale > 4,5 T - Transpallets con massa totale > 0,5 T	- Applicazione di strato di usura ad alto spessore con metodo a "pastina" di prodotto premiscelato a base di cemento e aggregati aventi durezza non inferiore a 6*, in ragione di almeno 15 kg/m ² .
D	- Usi speciali, diversi dai precedenti.	- Applicazione di strato di usura ad alto spessore con metodo a "pastina" di prodotto premiscelato a base di cemento e aggregati aventi durezza non inferiore a 7,5*, in ragione di almeno 15 kg/m ² . - Applicazione di strato di usura ad alto spessore con metodo a "pastina" di prodotto premiscelato a base di cemento e aggregati metallici, in ragione di almeno 30 kg/m ² .

Nel caso specifico, potendo classificare la pavimentazione da realizzare nelle condizioni di classe "A", si realizzerà uno strato di usura a spolvero con utilizzo di corindone naturale.

4. REALIZZAZIONE DEI GIUNTI atti ad assorbire le tensioni e deformazioni che si generano nella pavimentazione, a causa delle variazioni di temperatura e del ritiro del calcestruzzo.

Per assorbire tali tensioni, riducendo antiestetiche fessurazioni superficiali, si devono realizzare nel pavimento alcune soluzioni di continuità, così da ridurre le dimensioni delle lastre. La disposizione dei giunti, in generale è determinata dal tipo di sottofondo della pavimentazione.

Il taglio meccanico del giunto, eseguito mediante dischi abrasivi o diamantati, può causare piccoli sbrecciamenti che comunque non costituiscono difetto.

Dopo le operazioni di taglio sarà necessario ripristinare le eventuali protezioni messe in atto per la stagionatura del pavimento.

Nel caso specifico dovranno essere realizzate le seguenti tipologie di giunto:

- giunti di costruzione/dilatazione;
- giunti di controllo o contrazione;
- giunti di isolamento.

Giunti di costruzione

Interessano l'intera sezione della piastra e vengono realizzati al termine dell'esecuzione del getto di ogni lotto di pavimento per consentire gli spostamenti orizzontali relativi delle porzioni di pavimento afferenti al giunto.

Si costituiscono, di fatto, con l'accostamento di due lastre gettate in tempi diversi. L'accostamento dei getti deve essere rettilineo e a tutta sezione verticale.

Per tali giunti, rappresentando la parte della pavimentazione più soggetta a prematuri deterioramenti, si consiglia un opportuno rinforzo in fase di posa o a stagionatura avvenuta o con particolari riempimenti. Per lo stesso motivo, durante la fase di getto, si raccomanda un'accurata costipazione del calcestruzzo contro cassero, al fine di limitare la formazione di macrocavità o nidi di ghiaia, che facilmente si formano in tale posizione. Particolari accorgimenti dovranno essere adottati per limitare la fuoriuscita di calcestruzzo tra il cassero di contenimento del getto e il supporto. Comunque l'eventuale calcestruzzo fuoriuscito, non può essere "esteso" sull'area ancora da pavimentare, ma dovrà essere trasportato altrove.

Profondità del giunto

Il giunto di costruzione va realizzato a tutto spessore.

Giunti di controllo o contrazione/dilatazione

Vengono realizzati mediante taglio meccanico della piastra al fine di ridurre la sezione resistente e favorire la fessurazione del calcestruzzo, dovuta agli sforzi di trazione indotti dal ritiro igrometrico nelle zone del taglio. I giunti di contrazione, pur evitando che le fessure si manifestino casualmente sulla superficie del pavimento, non eliminano il ritiro della piastra, ma consentono di controllarne gli effetti.

Devono essere realizzati su tutte le lastre di calcestruzzo posate su qualsiasi supporto, salvo che non vengano dichiaratamente impiegate tecniche particolari che ne rendano superflua la formazione.

Dimensionamento

I giunti di contrazione devono formare riquadri le cui dimensioni sono subordinate allo spessore del pavimento. La profondità del taglio è subordinata alla resistenza meccanica raggiunta dal pavimento al momento del taglio. Prima si interviene, minore è la profondità necessaria per favorire contrazioni. A meno che non vengano adottate precauzioni che consentano distanze maggiori, la distanza massima tra i giunti di contrazione, senza che si verifichi un'ampiezza superiore all'impronta delle ruote dei carrelli elevatori, può essere calcolata con la formula pratica che presuppone lo scorrimento libero delle lastre:

$$L = (18 \times h + 100) \text{ cm}$$

che nel caso in questione vale circa $L = 300$ cm.

La distanza tra i tagli nelle due direzioni deve essere preferibilmente uguale. Per piastre rettangolari è consentito per un lato una lunghezza superiore del 20% rispetto al lato di dimensione minore.

Tempi di realizzazione dei tagli

I tagli per i giunti di controllo o contrazione vanno realizzati a tempi brevissimi, così da consentire alla piastra i movimenti orizzontali e la rottura nei tratti prestabiliti dai tagli. Per tagli precoci sono da evitare piccole sbavature, che pregiudicano la funzionalità del pavimento.

Profondità dei tagli

La profondità dei tagli è subordinata allo spessore della piastra di calcestruzzo e alla planarità del sottofondo. In linea generale la profondità del taglio (P_t) non deve mai risultare inferiore ad $1/5$ dello spessore del pavimento (h):

$$P_t \geq 1/5 \times h$$

che nel caso in questione vale $P_t = 2,4$ cm.

Si adatterà comunque un taglio con profondità $P_t = 4$ cm.

In Tab. 5 vengono a titolo di esempio riportate le profondità minime dei tagli da eseguire nelle piastre di pavimentazione in funzione dello spessore (h) variabile tra 12 e 20 cm. Resta inteso che tenendo conto della profondità del taglio e dello spessore della piastra, la rete d'armatura dovrà essere posizionata ad una distanza dall'intradosso tale da non essere interrotta dalla lama della sega durante l'esecuzione del giunto di contrazione.

Spessore piastra (cm)	Profondità minima(*) del taglio entro 24 ore a 20°C (cm)	Profondità minima del taglio entro 48 ore a 20°C (cm)
12	3**	3**
12 ÷ 20	3	4
>20	4	5

Tab. 5

Giunti ad isolamento delle strutture

Hanno la funzione di rendere il pavimento indipendente dalle strutture ad esso adiacenti quali pilastri, muri, cordoli, fondazioni di macchine, ecc...

Al contrario dei giunti di contrazione che vengono eseguiti tagliando parzialmente la piastra di calcestruzzo, interessano l'intera sezione del pavimento e vengono realizzati predisponendo nelle sezioni di giunto uno strato di materiale deformabile.

Gli spiccati in elevazione vengono normalmente separati, con materiale comprimibile ed impermeabile, al fine di rendere il pavimento dal punto di vista deformazionale indipendente dalle strutture ad esso adiacenti in modo da assecondare gli inevitabili movimenti differenziali di natura termo-igrometrica.

Riempimento dei giunti

I riempimenti hanno la funzione di colmare le cavità formatesi a seguito del taglio dei giunti e, con particolari materiali o accorgimenti, anche di migliorare notevolmente la resistenza dello spigolo del giunto allo sbracciamento da urti.

Per garantire nel tempo tali funzioni si richiede al materiale di riempimento una buona adesione alle pareti del giunto e la capacità di sostenere i movimenti reciproci delle superfici affiancate.

Nel caso in esame si utilizzeranno cordoni a base di pasta acrilica o prodotti similari in uso nella pratica corrente.

5. PRESCRIZIONI AGGIUNTIVE:

Stagionatura

Per raggiungere le potenziali prestazioni attese dal calcestruzzo, soprattutto nella zona corticale, occorre proteggerlo e stagionarlo accuratamente. La stagionatura e protezione del pavimento deve iniziare appena possibile dopo la fase di lisciatura con frattazzatrice meccanica. La stagionatura consiste nell'evitare una prematura essiccazione provocata soprattutto dall'irraggiamento solare e dal vento. La protezione è volta a prevenire gli effetti derivanti da:

- esposizione, anche durante il getto e la lavorazione, a condizioni climatiche avverse nonché all'irraggiamento solare e ad aria radente;
- il dilavamento per pioggia o ruscellamento dell'acqua;
- il rapido raffreddamento durante i primi giorni dal getto;
- differenze di temperatura superiori ai 20°C tra il centro e la superficie del massetto;
- il congelamento.

La protezione del calcestruzzo, determinante nell'evitare una prematura evaporazione dell'acqua di impasto, deve iniziare appena possibile dopo la sua finitura superficiale. I principali sistemi di protezione per la stagionatura del pavimento, utilizzabili singolarmente o in combinazione tra loro, consistono nel:

- coprire la pavimentazione con teli di plastica (di tipo isolante in caso di basse temperature);
- rivestire con teli umidi;
- nebulizzare acqua sulla superficie in maniera uniforme ed ininterrotta;
- applicare prodotti stagionanti che formano pellicole protettive;

I metodi indicati sono comunque inefficaci quando la temperatura del calcestruzzo fresco è inferiore ai 5 °C.

Fattori importanti nei processi di protezione e stagionatura sono:

- tipo/classe del cemento;
- rapporto acqua/cemento.

Per tale problematica sarà l'impresa esecutrice a dover giudicare la necessità, il tipo e modalità di protezione del calcestruzzo per la sua corretta stagionatura, in funzione del periodo stagionale di esecuzione, dei propri mezzi ed organizzazione d'impresa, considerato altresì il contesto del capannone per le sue aperture, ventilazione, temperatura interna, etc..

Trattamento antipolvere e antiolio

Esistono delle peculiari prestazioni che il CLS non è in grado di garantire: essendo poroso trattiene la sporcizia (polvere, olii, grassi, ecc.) ed è di difficile pulizia, mentre la scarsa resistenza all'abrasione superficiale genera, con l'uso, la formazione di polvere con relativo degrado corticale.

Per eliminare tali problemi è possibile, su fondi nuovi o ancora sani, applicare dei prodotti specifici che svolgono la funzione di impregnazione e di consolidamento del calcestruzzo. Tali prodotti non vanno a formare una patina superficiale ma saturano il CLS, impregnandolo e riducendone notevolmente la porosità e l'assorbimento di agenti inquinanti.

Il trattamento di impregnazione antiolio e antipolvere, quindi, garantisce i seguenti vantaggi:

- Eccellente repellenza all'acqua riducendo crepe, scheggiature, danni da gelo/disgelo, degrado chimico, crescita biologica, efflorescenze e assorbimento di sporcizia, allungando quindi la vita del sottostrato e riducendo le spese di manutenzione;
- Buona repellenza all'olio, contrastando le macchie e aumentando l'estetica;
- Facilitata rimozione di olio e grassi dalle superfici trattate, riducendo il fabbisogno di manutenzione,
- Buona stabilità su superfici altamente alcaline nel lungo periodo;
- Capacità di legare chimicamente e fisicamente con la superficie, facilitando la pulizia e quindi riducendo le spese di manutenzione.

Questo trattamento va considerato come opzionale e da quotare separatamente. La sua esecuzione avverrà su esplicita richiesta da parte della Stazione Appaltante.

Il tipo di trattamento, per quanto riguarda i prodotti da impiegare e le modalità applicative, dovranno essere preventivamente comunicate dalla impresa alla D.L. ed essere da questa approvati.

2.2. RISOLUZIONE DELLA PROBLEMATICHE DELLA RISALITA DI ACQUA ED INVASIONE SUL CALPESTIO DELLE FOSSE MECCANICHE DI LAVORAZIONE DEGLI AUTOMEZZI

Per quanto riguarda l'intervento da attuare per la risoluzione della problematica della risalita di acqua nei locali per la lavorazione degli automezzi nei box di ispezione, sottoposti al calpestio di piano terra, il più efficace, e quello di più largo utilizzo, è sicuramente il trattamento delle opere in calcestruzzo armato (*calpestio e pareti laterali di contenimento*) con appositi prodotti a base di cemento osmotico.

Tale lavorazione dovrà rispettare le seguenti fasi e procedure:

Preparazione del fondo di calcestruzzo (pavimento-pareti)

Dopo aver divelto il rivestimento ceramico attualmente presente sul pavimento e l'intonaco ed altri strati di finitura sulle pareti laterali, mettendo, quindi, a nudo la superficie corticale del cls e dopo aver chiuso le vie d'acqua con stucco cementizio a presa istantanea, occorre intervenire sulla superficie di calcestruzzo da impermeabilizzare con opportuni trattamenti di pulizia come sabbiatura o idrolavaggio. Il piano di posa verrà regolarizzato con prodotti a base di malta a ritiro compensato prestando cura a nidi di ghiaia, interruzioni di getto, lesioni statiche, guscie e cavità presenti.

Formazione delle sgusce

Formare sgusce di raccordo pavimento-pareti con prodotti a base di malta a ritiro compensato, di adeguate dimensioni.

Applicazione prodotto a base di cemento osmotico

Particolare cura dovrà essere riservata alla bagnatura del supporto di calcestruzzo al fine di creare i presupposti affinché il trattamento con cemento osmotico da eseguire successivamente, assorba tutta l'acqua occorrente sia per il processo osmotico stesso che per le reazioni chimiche di indurimento.

Applicazione, quindi, di apposito prodotto a base di cemento osmotico in due mani incrociate e coprenti, a consistenza di rasatura a spessore.

L'impermeabilizzazione verrà seguita a protezione totale, cioè pareti e pavimento. Si avrà cura, poi, di eseguire sul pavimento un massetto protettivo, eventualmente additivato con superfluidificante e idrofugo.

Posa in opera di nuovo rivestimento ceramico

Accertarsi che la superficie di appoggio sia sufficientemente planare e ben pulita (in caso contrario pulire il sottofondo e renderlo adeguatamente ruvido in modo da poter creare grip al collante). Per le pavimentazioni e i rivestimenti in gres ceramico, eseguire la posa con collante che va applicato sul fondo con un'apposita spatola dentata (assicurando la copertura di almeno l'80% della superficie totale). Sarà importante, per evitare gli indesiderati fenomeni di infiltrazioni di acqua, la messa in opera di opportuni pezzi speciali a sguscia, di raccordo fra il rivestimento del pavimento e quello delle pareti laterali.

La fase successiva prevede la stuccatura dei giunti, che dovrà essere eseguita mediante applicazione di malta cementizia migliorata, impastata con speciale lattice a base di resine sintetiche (*tipo FUGOLASTIC della Mapei S.p.A.*), con elevata resistenza all'abrasione ed assorbimento di acqua ridotto.

2.3. CHIUSURA DELLA FOSSA MECCANICA N.1 DI LAVORAZIONE AUTOMEZZI FRA QUELLE ESISTENTI

Per quanto riguarda l'intervento da attuare per la chiusura di una fossa meccanica per la lavorazione degli automezzi fra quelle esistenti (*fossa di lavorazione posta nel box di ispezione bus n.1*), questo prevederà il riempimento della stessa buca con materiale inerte di natura calcarea o similare.

Tale lavorazione dovrà rispettare le seguenti fasi e procedure:

- Rimozione del rivestimento ceramico attualmente presente sul pavimento e di ogni altro strato di finitura dalle pareti laterali, sino a mettere a nudo il supporto in cls e successivo ripristino con rasatura cementizia dello stesso;
- Riempimento della fossa meccanica di lavorazione automezzi con materiale inerte arido-calcareo, da eseguire a strati successivi di 50cm max, con successiva compattazione fino a rifiuto con sua umettatura e completamento con colata di boiaccia di cemento;
- Preparazione dell'ultimo strato di riempimento per poter ricevere la posa della nuova pavimentazione in cls, da eseguire con uno strato minimo di 5 cm con sabbia fine;

In particolare deve essere rispettato quanto segue: lo strato di completamento ha il compito di sopportare le sollecitazioni trasmesse dalla pavimentazione per effetto dei carichi su di essa gravanti. Lo strato che costituisce la parte finale del riempimento complessivo, insieme a questo stesso, deve essere in grado di esplicitare reazioni ai carichi applicati senza subire, nè trasmettere, cedimenti globali e differenziali, che comporterebbero fessurazioni della piastra di calcestruzzo della pavimentazione compromettendone la funzionalità.

Lo strato di completamento del riempimento della fossa deve essere caratterizzata da:

- omogeneità e planarità;
- granulometrica costante tipica della sabbia fine calcarea;
- assenza di frazioni argillose;
- spessore adeguato;
- buon grado di compattazione;
- buon grado di saturazione;
- buon grado di livellamento.

2.4. SISTEMAZIONE PIÙ ADEGUATA DELLA VIA DI ESODO POSTA SUL TAMPONAMENTO DI UNA PROPAGGINE LATERALE DEL CAPANNONE

Per quanto riguarda l'intervento da attuare per la sistemazione in maniera adeguata della via di esodo posta sul tamponamento di una propaggine laterale del capannone e più precisamente in corrispondenza del box di ispezione bus n.4, questo prevederà la realizzazione di un muro divisorio in gasbeton o similare, tale da creare un corridoio di opportuna larghezza (1,2 mt minimo) che servirà come via di fuga in caso di pericolo o incendio e che rimarrà comunque ambiente distinto ed isolato dalla zona di lavorazione del box di ispezione bus.

Per la realizzazione della parete divisoria si prevede l'utilizzo del gasbeton (cls autoclavato cellulare) per la sua leggerezza, lavorabilità e rapidità di posa, caratteristiche che forniscono vantaggi in fase di esecuzione.

Il calcestruzzo cellulare, infatti, è un materiale che facilita in maniera sostanziale le fasi esecutive: la semplicità di taglio permette di realizzare direttamente in cantiere pezzi speciali; la leggerezza del materiale (500 kg/m³) e la precisione dimensionale dei blocchi semplificano sensibilmente le operazioni di posa; l'utilizzo dell'idoneo collante cementizio al posto della malta tradizionale, conferisce anche un'ottima resistenza meccanica alla muratura, e velocizza i tempi di lavorazione.

Fasi della posa

Preparazione del collante di posa

Il collante cementizio Gasbeton deve essere miscelato in modo omogeneo all'acqua d'impasto con l'idoneo frullino fino ad ottenere una plasticità ottimale.

Posa del primo corso

Partendo dal piano di calpestio, che deve essere adeguatamente isolato con una guaina impermeabile per evitare la risalita dell'umidità, si stende uno strato di malta bastarda sul quale si posa il primo corso di blocchi Gasbeton.

Allineamento, livellamento, accostamento

Utilizzando la cazzuola dentata nella misura idonea allo spessore dei blocchi, si stende il Collante Cementizio per la formazione dei giunti orizzontali e verticali con un movimento dal basso verso l'alto, per il fianco verticale, e poi in orizzontale a scorrere fino ad esaurimento del collante contenuto nella cazzuola. Lo spessore dei giunti deve risultare di circa 1-1,5 mm.

Per avere un idoneo ammorsamento, i corsi devono essere sfalsati di una distanza variabile fra 1/3 e 1/2 della lunghezza dei blocchi. Durante la posa è opportuno regolare la planarità dei corsi utilizzando il martello di gomma per il livellamento dei blocchi ed eliminando le eventuali asperità o dislivelli superficiali con la pialla dentata.

Ancoraggi - fissaggi - finiture

All'incrocio con le murature esistenti, si dovrà eseguire il corretto incatenamento con queste, tramite operazioni di scuci-cuci.

La parete realizzata dovrà essere interamente piastrellata su entrambe le facce ed i bordi superiori e laterale.

Particolari accorgimenti saranno adottati per evitare l'eventuale contatto con le piastre metalliche a pavimento.

2.5. OPERE ACCESSORIE PER MIGLIORARE ALCUNI DETTAGLI COSTRUTTIVI

Vengono di seguito elencate e descritte di seguito, le opere accessorie ed i dettagli costruttivi di più rilevante importanza, per rendere compiuto e funzionale l'intervento oggetto di studio e così come voluto dalla Committenza:

- Realizzazione di ulteriore scala, oltre quella già esistente, con tecnica a riporto, posta nella parte anteriore delle fosse meccaniche di lavorazione automezzi poste nei box di ispezione. Tali nuove scale, trattate e rifinite come quanto descritto nell'intervento di cui al par.2.2 (*Risoluzione della problematica della risalita di acqua ed invasione sul calpestio delle fosse di lavorazione degli automezzi*), serviranno per una più facile entrata ed uscita dalle fosse di lavorazione, proprio durante l'esecuzione delle stesse operazioni di manutenzione sugli automezzi;
- Saldatura di nuovi profili metallici su quelli già esistenti in corrispondenza delle fosse di lavorazione degli automezzi, con lo scopo di creare il nuovo profilo di contenimento della pavimentazione in cls che si realizzerà, e che avrà anche funzione battipiede di protezione ed eventuali scoli nella fossa;
- Sistemazione adeguata dei raccordi altimetrici della nuova pavimentazione in cls, per il superamento di ogni salto di quota, da eseguirsi con le aperture esistenti e con il cancello carrabile principale posizionato sul lato del cortile interno, così come meglio rappresentato nel grafico allegato alla presente specifica tecnica.

3. CONCLUSIONI

Per la esecuzione dei lavori, si consiglia l'impiego di mano d'opera specializzata, ed inoltre che la impresa esecutrice attesti di essersi recata sul posto e di aver valutato lo stato di fatto dei luoghi e di aver valutato tutte le eventuali difficoltà connesse con i lavori.

Ad ausilio di quanto esposto ed illustrato nella presente specifica tecnica, si rimanda il lettore ai dettagli grafici elaborati a miglior chiarimento di quanto voluto e da farsi, ed allegati di seguito.

Per ogni tipologia di intervento descritto, dovranno impiegarsi prodotti, materiali e tecniche delle primarie marche ed aziende a rinomanza nazionale, che l'impresa concorrente dovrà preventivamente presentare alla D.L. o S.A., e da queste autorizzati.

L'impresa dovrà poi attenersi alle modalità applicative previste delle aziende fornitrici di tali prodotti.

Nella raccolta dei vari preventivi, pertanto l'impresa dovrà sempre indicare già i nomi commerciali delle aziende di cui si avvarrà per ogni intervento o applicazione. Il costo totale dell'intervento dovrà essere formulato (si allega schema) sulla base di un computo metrico analitico, in modo da poter sempre controllare in corso d'opera per ogni intervento, le quantità effettive ed avere già fissato il costo unitario per ogni intervento da applicare per maggiorazioni impreviste o riduzioni.

L'impresa nel suo preventivo deve anche dichiarare di conoscere e di applicare tutte le norme, linee-guida e raccomandazioni per rispettare le buone regole dell'arte, oltre ad offrire precise indicazioni sul tempo richiesto per tutto l'intervento.

Per tale problematica, viene sin d'ora segnalato che è importante per la Stazione Appaltante, dover contenere i tempi per il fermo-officina, prescrivendo, come condizione essenziale che deve essere accettata dalla impresa concorrente, che questi abbiano dall'inizio alla fine degli stessi, una regolarità continuativa di 24 ore/24 ore senza alcuna interruzione.

Taranto, febbraio.2016

IL CONSULENTE TECNICO INCARICATO
ING. LUIGI PERRONE

ALLEGATO – SCHEMA OFFERTA

SCHEMA CONSIGLIATO DI OFFERTA DA SEGUIRE PER LA FORMAZIONE E PRESENTAZIONE DELLA PROPRIA OFFERTA ECONOMICA DA PARTE DELL'IMPRESA				
INTERVENTO	QUANTITA'	PREZZO UNITARIO	IMPORTO TOTALE	PRODOTTO DA APLICARE
Rifacimento totale della pavimentazione attualmente esistente, comprensivo di tutti gli oneri descritti al paragrafo 2.1 della specifica tecnica, ad esclusione del trattamento antipolvere.	1.900 mq [mq di pavimento]	_____ [€/mq]	_____ [€]	
Trattamento antipolvere ed antiolio	1.900 mq [mq di pavimento]	_____ [€/mq]	_____ [€]	
Risoluzione della problematica della risalita di acqua ed invasione sul calpestio delle fosse meccaniche di lavorazione degli automezzi, comprensivo di tutti gli oneri descritti al paragrafo 2.2 della specifica tecnica	110 mq [mq pavimento] 125 mq [mq pareti]	_____ [€/mq]	_____ [€]	
Chiusura della fossa meccanica n.1 di lavorazione automezzi fra quelle esistenti, comprensivo di tutti gli oneri descritti al paragrafo 2.3 della specifica tecnica	35 mc [mc fossa]	_____ [€/mc]	_____ [€]	
Sistemazione più adeguata della via di esodo posta sul tamponamento di una propaggine laterale del capannone, comprensivo di tutti gli oneri descritti al paragrafo 2.4 della specifica tecnica	25 mq [mq di parete]	_____ [€/mq]	_____ [€]	
Opere accessorie per migliorare alcuni dettagli costruttivi, comprensivo di tutti gli oneri descritti al paragrafo 2.5 della specifica tecnica	n. 5 scale a riporto	_____ [€/scala]	_____ [€]	
	150 ml [ml profili metallici]	_____ [€/ml prof.metall.]		
	dettaglio raccordi altimetrici	_____ [a corpo]		
COSTO TOTALE INTERVENTO DA REALIZZARE			_____ [€]	
TEMPO TOTALE OFFERTO PER ESECUZIONE LAVORO			_____ [giorni]	da ora _____ del giorno _____ a ora _____ del giorno _____