

LUCCHINI S.p.A.

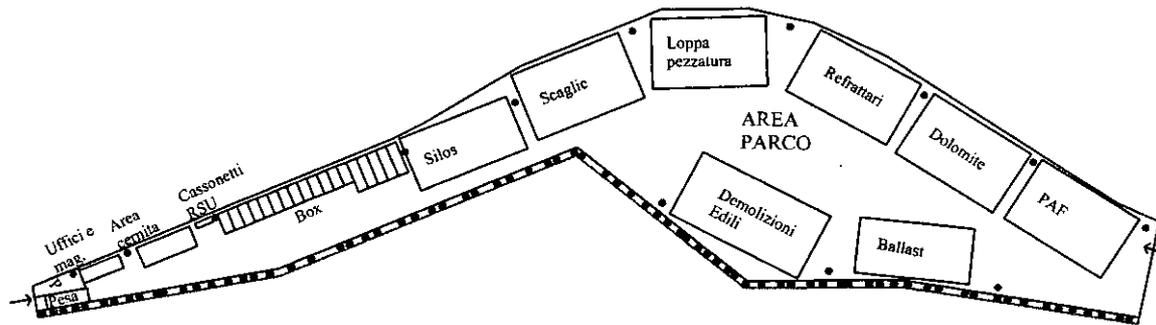
COMUNE DI PIOMBINO

PROVINCIA DI LIVORNO

PROGETTO REALIZZAZIONE DELLA PIATTAFORMA
DI STOCCAGGIO RIFIUTI

OGGETTO RELAZIONE TECNICA

PIATTAFORMA DI STOCCAGGIO



PROGETTO ESECUTIVO
Ing. Italo Nussio

collaboratore Ing. Nicola Veronese

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
3					
2					
1					
0	31.03.2008	Emissione del servizio tecnico	set/nv	set/in	dite/mds

PIVATO

sixty years | building

Guerrino Pivato SpA
Via Asolano 194
31010 Onè di Fonte (TV)
T +39 0423 9471
F +39 0423 949909
www.pivato.it
servizio.technico@pivato.it
C.F. e P. IVA 01171860263
Reg. Imp. di Treviso n. 01171860263
Cap. Soc. € 5.511.965,90 i.v.



www.studio2a.com
studio tecnico 2a
topografico

Studio Tecnico Topografico 2a
Via Pomponio Amalteo, 3
31046 Oderzo (TV)
Tel. +39 0422 713316 Fax +39 0422 712996

File	Scala	Commessa	Documento	Foglio	Rev.
Copertine		- 2180	REL C 1 _	1 di 1	0

CDP-Rev3 Il presente disegno e' di proprieta' della PIVATO SpA, a termine di legge ogni diritto e' riservato

RELAZIONE TECNICA

1. INQUADRAMENTO AREA

L'area totale occupata dalla piattaforma è di 75.850 mq.

Il piano di campagna, così come risultante dalle operazioni passate di sopraelevazione della zona industriale, risulta attualmente ad una quota assoluta di circa 3.50 m.s.l.m., con modeste ondulazioni prive di un trend altimetrico preciso. Si può asserire che all'interno del perimetro della piattaforma, le quote assolute variano tra 3.70 e 3.00 m.s.l.m. con pendenze medie minime dell'ordine dello 0.1-0.5%.

2. STATO URBANISTICO ATTUALE

Nella Variante generale al Piano Regolatore del Comune di Piombino l'area in oggetto è classificata come "zona omogenea D, sottozona D2", così definita: *"impianti industriali di completamento, comprendenti l'ambito di espansione per nuovi impianti industriali, per la localizzazione di quelli trasferiti, e per la diversificazione produttiva di tipo industriale"*.

3. DATI RICHIEDENTE E GESTORE

Richiedente: LUCCHINI Spa –Stabilimento di Piombino – Largo Caduti sul Lavoro n.21 – 57025 Piombino (LI).

4. STUDIO GEOLOGICO ED OPERE DI MONITORAGGIO

Per la caratterizzazione geotecnica degli strati argillosi si è fatto riferimento a dati recenti derivanti da sondaggi nell'area ed in quelle adiacenti alla nostra con stratigrafia praticamente simile. In ogni caso gli strati argillosi sono stati caratterizzati con parametri geomeccanici sempre a favore della sicurezza per una stima dei cedimenti potenziali.

5. PROGETTAZIONE DELLA PIATTAFORMA

La prima operazione consiste nell'eseguire un'opera di spianamento di tutta l'area mediante modesti movimenti di scavo e riporto al fine di predisporre il piano di posa della pavimentazione già con le pendenze per lo smaltimento acque e lo spessore costante.

L'adeguamento del progetto al D.Lgs. 152/06, DM 5/2/98, regolamento 14/R delle GRT ha dovuto affrontare i seguenti aspetti principali:

- Sistema di impermeabilizzazione del piazzale;

- Raccolta delle acque piovane.

5.1 SISTEMA DI IMPERMEABILIZZAZIONE DEL PIAZZALE

Non è presente in sito una formazione geologica naturale che, possedendo i requisiti di spessore ed impermeabilizzazione, possa essere definita come “barriera geologica” da utilizzare come substrato

Il substrato della base della piattaforma in progetto sarà quindi realizzato mediante l’allestimento di un sistema che garantirà la protezione attraverso un sistema di impermeabilizzazione complessivo evidenziato nello schema fornito in planimetria.

La barriera di confinamento artificiale che sarà realizzata come sottofondo impermeabile della piattaforma avrà spessore di 50 cm e sarà allestita con miscela catalizzata “PAVITAL®”, le cui caratteristiche sono meglio evidenziate nella scheda tecnica n. 1 fornita in allegato. Questa miscela catalizzata è stata già diverse volte utilizzata con ottimi risultati per la realizzazione di piazzali ed autorizzata anche per la costruzione dei lotti 1 e 2 della discarica di stabilimento nonché per la messa in sicurezza della “vecchia discarica”.

Tale miscela, che sarà depositata in 2 strati uniformi compattati di spessore di 25 cm, garantisce un coefficiente di permeabilità K dell’ordine di $10^{-6}/10^{-7}$ m/sec e possiede caratteristiche meccaniche tali da costituire un’opera di fondazione vera e propria (simile ad una platea flessibile) che dissipa gran parte dei carichi applicati diminuendo l’aliquota trasmessa al substrato naturale e quindi limitando i cedimenti indotti.

Il tetto dello strato sarà sagomato con pendenza adeguata alle previsioni di smaltimento delle acque piovane.

La pavimentazione vera e propria sarà eseguita mediante uno strato con **Binder Aperto Percolato** le cui caratteristiche sono meglio evidenziate nella scheda tecnica n. 2 fornita in allegato.

Tale pavimentazione, che sarà posata in unico strato compattato di spessore di 5 cm, garantisce un coefficiente di permeabilità K dell’ordine di $10^{-9}/10^{-10}$ cm/sec che praticamente costituisce uno strato impermeabile.

Questo materiale è costituito da conglomerato bituminoso a caldo aperto, di appropriata curva granulometrica i cui vuoti sono successivamente percolati, fino a saturazione, con malta di cemento e resina. L’insieme costituisce un complesso monolitico che presenta nello stesso tempo, le caratteristiche di un conglomerato bituminoso, flessibilità e assenza di giunti e quelle di un materiale con legante idraulico, resistenza meccanica elevata specialmente al punzonamento con

resistenza di oltre 70 kg/cmq oltre che agli sforzi provocati dal passaggio di veicoli pesanti e ottima tenuta agli agenti chimici. Essendo il prodotto molto resistente alle forti temperature, è praticamente indeformabile durante i periodi estivi, dove la temperatura può favorire la deformazione dei normali conglomerati bituminosi al passaggio di veicoli fortemente caricati.

Le procedure di posa in opera sono molto semplici: la stesa del conglomerato bituminoso aperto è eseguita con normali finitrici stradali, facendo attenzione a non compattare lo strato posto in opera, si procede poi alla percolazione per vibrazione della miscela cementizia fabbricata sul posto con un normale miscelatore di boiaccia, che è costituita da sabbia fina, cemento ed una resina antiritiro superfluidificante. Dopo qualche giorno di maturazione, la pavimentazione è agibile.

5.2 RACCOLTA ACQUE PIOVANE

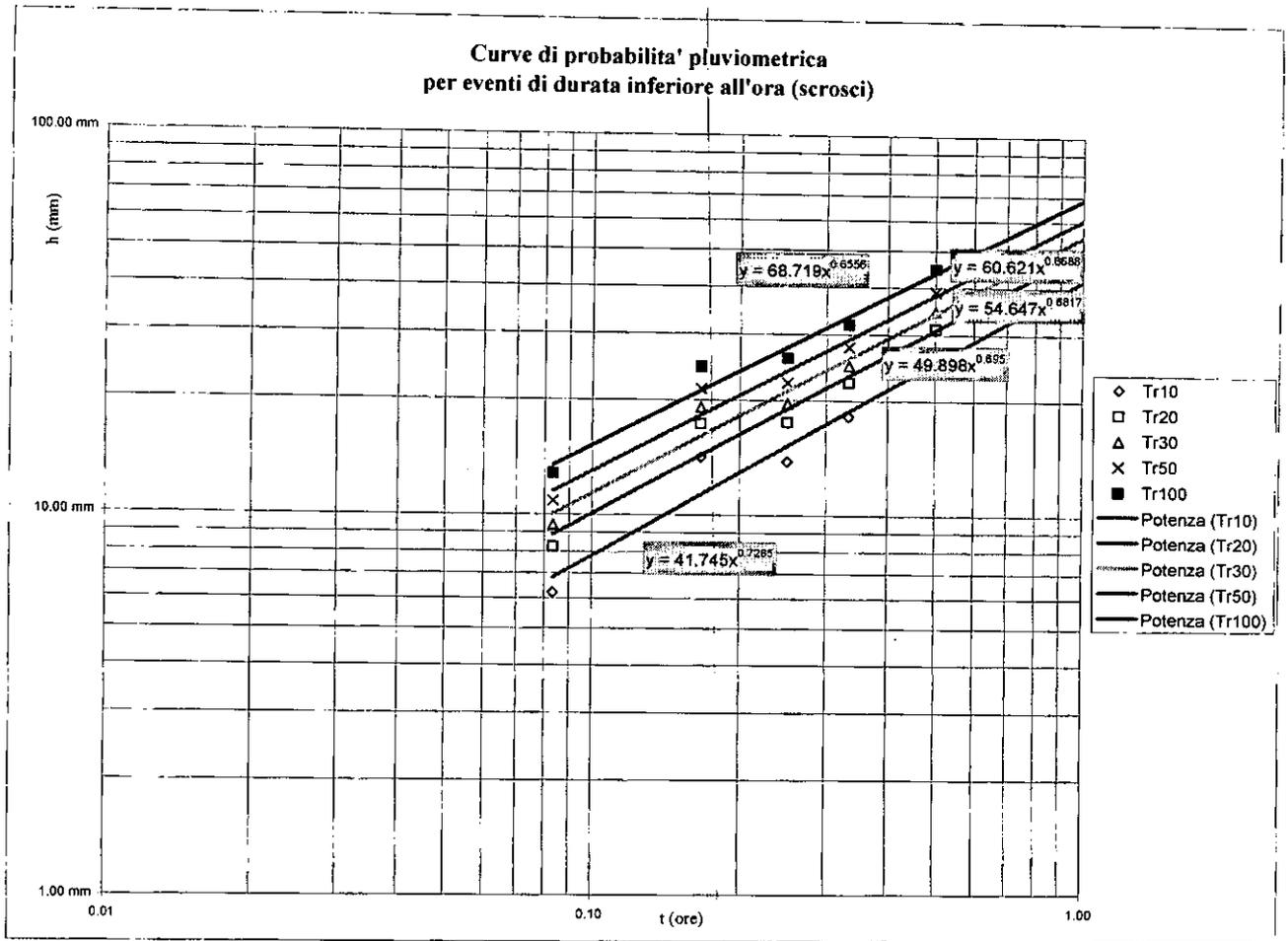
Il presente capitolo affronta gli aspetti idraulici relativi al dimensionamento delle opere di smaltimento delle acque meteoriche, in relazione alla costruzione di una vasca di accumulo necessaria all'abbattimento polveri del piazzale.

Al fine del dimensionamento si fa riferimento ai valori pluviometrici registrati per le precipitazioni orarie fino a 24 ore, nella stazione di Follonica ed in base ai quali sono state determinate, per le diverse durate, le equazioni delle rette interpolatrici calcolate secondo la distribuzione doppio esponenziale o di Gumbel.

A partire dall'equazione di tali rette, si è poi successivamente provveduto a determinare il valore delle precipitazioni estreme per le diverse durate corrispondenti a diversi periodi di ritorno (10,20,30,50,100 anni) al fine di giungere alla determinazione delle equazioni di possibilità climatica relative ai diversi tempi di ritorno per la stazione di Follonica.

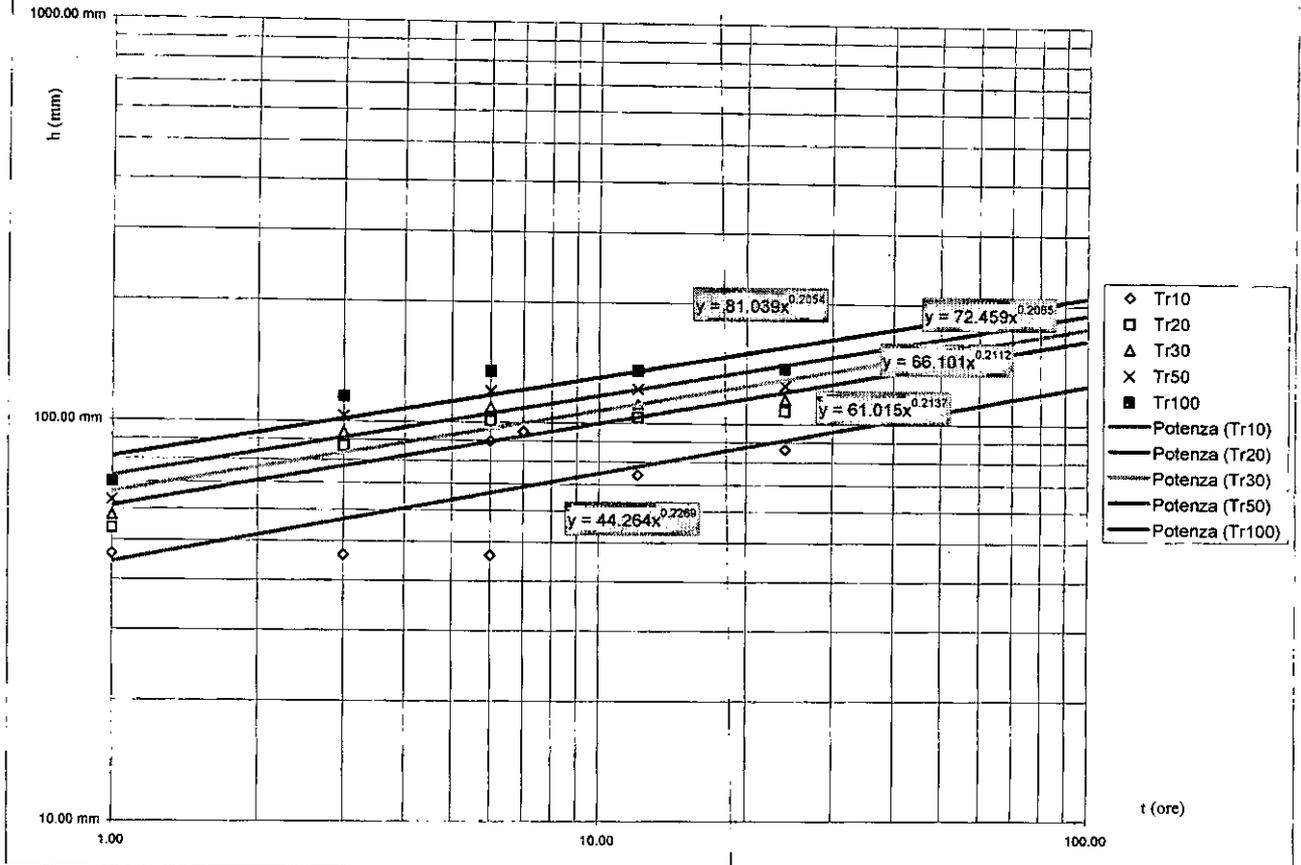
I dati e le elaborazioni effettuate al riguardo sono riportati nei grafici susseguenti, nei quali sono riportati in scala doppio logaritmica secondo la elaborazione di Gumbel, i valori di precipitazione estremi come sopra determinati nonché le equazioni delle linee che, nella stessa scala, meglio interpolano i valori medesimi.

**Curve di probabilita' pluviometrica
per eventi di durata inferiore all'ora (scrosci)**



Tempo di ritorno		0.08 ore	0.17 ore	0.25 ore	0.33 ore	0.50 ore
10 anni	hmax=	6.21 mm	14.18 mm	13.84 mm	18.18 mm	25.05 mm
20 anni	hmax=	8.23 mm	17.35 mm	17.53 mm	22.34 mm	31.09 mm
30 anni	hmax=	9.39 mm	19.18 mm	19.65 mm	24.73 mm	34.56 mm
50 anni	hmax=	10.85 mm	21.46 mm	22.30 mm	27.71 mm	38.90 mm
100 anni	hmax=	12.81 mm	24.54 mm	25.88 mm	31.74 mm	44.76 mm

Curve di probabilita' pluviometrica
per eventi di durata oraria



Tempo di ritorno	1.00 ore	3.00 ore	6.00 ore	12.00 ore	24.00 ore
10 anni hmax=	46.34 mm	73.96 mm	86.33 mm	89.74 mm	94.90 mm
20 anni hmax=	53.64 mm	86.68 mm	100.96 mm	103.77 mm	107.97 mm
30 anni hmax=	57.84 mm	94.00 mm	109.38 mm	111.83 mm	115.49 mm
50 anni hmax=	63.09 mm	103.15 mm	119.90 mm	121.91 mm	124.88 mm
100 anni hmax=	70.16 mm	115.50 mm	134.10 mm	135.51 mm	137.56 mm

A partire pertanto da tali risultati, si è inteso considerare ai fini del dimensionamento delle opere di sgrondo delle acque dall'area oggetto di intervento, un evento meteorico caratterizzato da un tempo di ritorno pari a 10 anni (tempo questo sufficientemente cautelativo ai fini degli interventi in questione).

L'impianto è costituito da una prima vasca con un deflusso controllato, un dissabbiatore, un disoleatore e la vasca principale di accumulo.

Viene usato il metodo cinematico per il calcolo della portata massima conseguente ad una assegnata precipitazione. Se in un bacino di superficie S cade, per una durata di pioggia t , una precipitazione d'altezza h , solo una frazione ϕ del volume meteorico Sh risulta efficace agli effetti del deflusso, perdendosi per varie ragioni (evaporazione, filtrazione del terreno, ecc.) la frazione $(1-\phi)$.

La portata max. vale

$$Q_{\max} = \phi Sh/tc \quad \text{con } h = at^n \quad tc = \text{ritardo di corrvazione}$$

La superficie interessata dal bacino vale circa $S=76000$ mq come si evince dalla planimetria allegata.

Il tempo critico può essere calcolato con la formula del Ventura:

$$tc=0.0053\sqrt{S/i} = 0.011 \text{ g} \cong 15 \text{ min} \quad \text{dove } S = 76000 \text{ mq} = 0.076 \text{ Km}^2 \quad i = \text{pendenza} = 2\%$$

Usando quindi una precipitazione critica di 15 min, che corrisponde non tanto ad una precipitazione oraria quanto ad uno scroscio, si è proceduto a calcolare in primo luogo la precipitazione caratterizzata da un tempo di ritorno pari a 10 anni avente durata di 15 minuti e successivamente a dimensionare le opere di sgrondo in maniera tale da assicurarne lo smaltimento in condizioni di sicurezza.

Per quanto riguarda il primo problema, ossia la quantificazione della precipitazione di 15 minuti con $T_r=10$ anni si è partiti dalla equazione di possibilità climatica per piogge inferiori all'ora relativa a tale frequenza che, come evidenziato anche dal grafico, assume la seguente espressione:

$$h=41.745*t^{0.7285}$$

in cui h rappresenta la precipitazione, espressa in millimetri, associata all'evento di durata t , espressa in ore.

Per estendere la validità dell'equazione precedente a un'area più ampia di quella posta nell'intorno della stazione di misura, utilizzata per dedurre l'equazione stessa, si corregge il fattore potenza n di t :

$$n'=4/3*n=4*0.7285/3=0.971$$

Utilizzando il metodo di De Martino si determina l'intensità di scroscio secondo la seguente relazione:

$$j=h/t=a*t^{(n-1)}=41.745*0.25^{-0.029}=43.457 \text{ mm/ora} = 0.043 \text{ m/ora}$$

Considerando una precipitazione pari a 43.457 mm in 15 minuti, la corrispondente portata da allontanare risulta discendere dalla seguente espressione:

$$Q = \psi \frac{\varphi * j * S}{3600} \text{ m}^3/\text{sec}$$

dove j = intensità di precipitazione in m/ora

S = superficie bacino in m^2

ψ = coefficiente di ritardo

φ = coefficiente di deflusso

Assumendo in via cautelativa i coefficienti ψ e φ ambedue pari a 0.75 si ottiene che il valore della portata da smaltire assume, in funzione della superficie S (in m^2) il seguente valore:

$$Q=6.79E-6*S \text{ m}^3/\text{sec}$$

Per la superficie del bacino pari a circa $S=76000$ mq la portata vale $Q=0.52$ m³/sec, quindi nel tempo $t=15$ min il volume minimo della prima vasca di accumulo sarà $V=Q*t=0.52*900=465$ mc: viene deciso di costruire una vasca con un invaso massimo di **500 mc**.

L'afflusso idraulico viene inviato verso la prima vasca di accumulo, che una volta riempita con il volume previsto di prima pioggia, viene interrotto da una chiusura automatica a galleggiante che chiude la tubazione, inviando l'arrivo successivo di acqua non carica direttamente al by-pass.

A sua volta un interruttore a galleggiante avvia un'elettropompa sommersa all'interno della prima vasca di accumulo, che provvede ad inviare il liquido al disoleatore vero e proprio, dove avviene il trattamento di dissabbiatura e disoleazione delle acque cariche.

Nel frattempo che la pompa sommersa inizia a svuotare la vasca di accumulo, la chiusura riapre il flusso di acqua verso la vasca, con un apporto di acqua pulita che contribuisce ad mantenere pulite le tubazioni interne di collegamento tra le vasche,

Anche questo arrivo idraulico successivo viene naturalmente inviato al disoleatore.

Alla fine del periodo di pioggia, dopo un opportuno tempo dovuto alla portata imposta alla pompa, si tornerà alla situazione di stand-by, cioè con prima vasca di accumulo vuota (salvo una piccola quantità di sicurezza per il buon funzionamento della pompa).

Dati di progetto

Superficie piazzale mq. 76.000

Volume previsto di afflusso nei primi 15 min. di pioggia mc. 500

Tempo di pioggia utile (tempo di riempimento) min. 15.00

Pompa sommersa

Modello e tipo Lowara Domo 15vxt

Motore kw. 1.1 380 v. trifase

Prevalenza pompa m. 3.10

Portata prevista a mandata libera litri/min. 450

Portata nominale di afflusso a mandata libera litri/sec 7.5

Possibilità di parzializzare l'afflusso al disoleatore Prevista con 40% circa di riduzione.

DISOLEATORE MOD. NG 30 - Portata nominale 30 litri/secondo

DESCRIZIONE TECNICA

Il Disoleatore modello NG 30 è indicato per il trattamento di acque meteoriche provenienti da piazzale di sosta automezzi, autodemolizioni e deposito rottami, contenenti oli minerali non emulsionati.

Il disoleatore è calcolato per una portata di 30 litri/secondo in tempo di pioggia, arrivando comunque a sopportare punte idrauliche massime di 35 litri/secondo.

L'impianto è dimensionato secondo le norme austriache (oe norm) B5 101 per separatori di oli non emulsionati.

Il disoleatore arriva a sopportare un afflusso idraulico corrispondente ad una superficie scoperta di 4000 mq.

L'impianto è costituito da n. 1 DEFANGATORE tipo DF MP5 e da n. 1 SEPARATORE gravimetrico tipo BA MP NG 30 monolitico parallelepipedo disposti in serie.

1) DEFANGATORE DF MP5

E' costituito da n. 1 vasca monolitica parallelepipedica in c.a.v. disposte in parallelo, di dimensioni esterne cm. 250x370x175h e dotate di soletta di copertura carrabile (portata kg/mq 2000 + p.p.) e chiusini di ispezione in cemento.

E' inoltre completo di setto divisorio in cemento armato e sifoni in p.v.c. Il compito di questa fase di trattamento è fondamentale per il buon funzionamento della Separazione seguente, in quanto ha il compito di intercettare e trattenere al suo interno le sostanze solide sedimentabili quali terriccio, sabbia, ghiaietto, ecc. nonché, nel secondo vano, di far flottare in superficie e di trattenere al suo interno i corpi grossolani galleggianti e gli oli minerali più leggeri.

La sua utilità quindi si rivela indispensabile al buon funzionamento dell'intero impianto.

Dati tecnici:

larghezza esterna : cm. 250

lunghezza esterna : cm. 370

altezza esterna : cm. 175

capacità : litri 9900

vano di sola sedimentazione fanghi : litri 4950

vano di sedimentazione e separazione oli : litri 4950

portata : litri 30 / secondo

tempo di ritenzione minimo in defangazione : min. 5.5

superficie di sedimentazione : mq. 8.05

velocità di risalita : mc/mq/ora 13.4 < 14.4

2) DISOLEATORE PRIMARIO TIPO BA MP

E' costituito da n. 1 vasca monolitica parallelepipedica in cemento armato, dotata di soletta di copertura carrabile (portata kg/mq 2000 + p.p.) e chiusini di ispezione in cemento.

Le vasche al loro interno sono divise in tre settori distinti, divisi tra loro da setti in cemento opportunamente sifonati.

Nel primo vano avviene la separazione, tramite flottazione degli oli più leggeri, ed al loro accumulo in superficie, da dove poi verranno rimossi periodicamente.

Nel settore centrale, diviso in tre camere avviene la disoleazione più spinta, dovuta al notevole rallentamento idraulico che genera una situazione di calma superficiale che agevola la flottazione in superficie delle goccioline di olio.

Nel terzo stadio, oltre ad una nuova separazione ed accumulo di olio superficiale, si trova la chiusura automatica a galleggiante tarato a 0.80-0.85 gr/cm³ che impedisce occasionali fuoriuscite di olio accumulato all'interno del separatore in caso di improvvisi carichi idraulici in arrivo.

Alla fine del processo di separazione si trovano i filtri a coalescenza costituiti da n. 4 cartucce riempite di materiale coalescente in granuli, trattenute da opportuni portafiltro a tamburo realizzati in pvc, che, essendo ispezionabili, permettono l'agevole estrazione delle cartucce coalescenti per la giusta manutenzione.

Dati tecnici:

larghezza : cm 250

lunghezza : cm 370

altezza : cm. 175

volume di separazione : litri 9250

superficie di separazione : mq 8.05

tempo di permanenza minimo (in tempo pioggia) : min. 5.14

portata di progetto : 30 litri/secondo

velocità ascensionale : mc/mq/ora 13.41

volume accumulo olio : litri 1200

Efficacia di disoleazione

Con le portate di progetto e senza oli emulsionati, il Disoleatore arriva ad ottenere valori di presenze di olio allo scarico entro i limiti fissati dall'Allegato 5 del Dlg n.152/06.

Alla fine del trattamento il liquido pulito sarà inviato alla vasca di accumulo finale con un volume di invaso fissato di 1200 mc.

6. TIPOLOGIE DI RIFIUTI CONTENUTI NELL'AREA DI STOCCAGGIO

All'interno dell'area di stoccaggio sono contenute le seguenti tipologie di rifiuti la cui caratterizzazione chimica è riportata in Allegato II:

RIFIUTO	CODICE CNR	REPARTO DI PROVENIENZA	QUANTITÀ
Rifiuti Solidi Urbani	200301	Stabilimento	
Batterie alcaline	160604	Stabilimento	
Batterie non alcaline	160605/160606*	Stabilimento	
Olio Esausto	130208*	Stabilimento	
Maniche Filtranti Usate	150202*	Stabilimento	
Contenitori Metallici e Non Metallici Contaminati	150110*	Stabilimento	
Lana di Vetro	170603*	Stabilimento	
Assorbenti, stracci ed indumenti protettivi	150110*/ 150202*	Stabilimento	
Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche	160213*/ 160214	Stabilimento	
Cere e Grassi esausti	120112*	Stabilimento	
Imballaggi in Plastica Pericolosi e Non Pericolosi	150110*	Stabilimento	
Pneumatici fuori uso	160103	Stabilimento	
Nastri in gomma	160103	Stabilimento	
Filtri dell'Olio	160107*	Stabilimento	
Demolizioni edili	170103	Stabilimento	
Loppa in Pezzatura		Altoforno	
Polverino d'Altoforno (PAF)	100208	Altoforno	
Massa a Tappare	161102	Altoforno	
Rivestimenti e Materiali Refrattari	161104	Altoforno	
Carboni attivi di scarto		Cokeria	
Refrattari COV	161104	Acciaieria	
Refrattari Siviera	161104	Acciaieria	

Refrattari Tundish	161104/ 161102	Acciaieria	
Tuffanti e Tamponi	161104	Acciaieria	
Scaglie di colata continua	100210	Acciaieria	
Scaglie sotto i piani	100210	Acciaieria	
Ferrino da Isola Ovest	100210	STS	
Ferrino da vasche LAM 2	100210	STS	
Resine a scambio ionico	190905	STS	
Membrane per osmosi	190905	STS	
Ferrino da molatrici	100210	CND	
Ferrino da sabbatura	100210	CND	
Ferrino da pulizie	100210	CND	
Polveri da impianto aspirazione	100210	CND	
Ferrino e scaglie ferrose	100210	TMP	
Materiali refrattari	161104	TMP	
Cilindri laminazione usati	170405	TPP	
Ferrino da fossa scaglie BBL	100210	TPP	
Ferrino da fossa a scaglie RTL	100210	TPP	
Ferrino da fossa a scaglie TSB	100210	TPP	
Ferrino da raddrizzatrice	100210	TPP	
Ferrino da forno FLM	100210	TPP	
Ferrino e scaglie ferrose	100210	TVE	
Materiali refrattari	161104	TVE	
Materiali refrattari	161102	FMP	
Ferrino da raddrizzatrice Norton	100210	FMP	
Ferrino da sabbatura	100210	FMP	
Ballast		Stabilimento	

La piattaforma di stoccaggio vede il posizionamento al suo interno, di due sili calce Macchina a colare da 100 tonnellate ciascuno.

I rifiuti sono separati all'interno dei singoli reparti e trasportati all'area di stoccaggio dove, a seguito della pesa, sono inviati all'Area cernita e quindi ai singoli punti di stoccaggio.

7. MONITORAGGIO IN FASE COSTRUTTIVA

Durante la fase di realizzazione della piattaforma verranno effettuati una serie di controlli da fornire all'ente di controllo per la verifica della corretta esecuzione delle opere quali:

- verifica dello spessore dello strato di miscela catalizzata del fondo
- analisi di laboratorio delle caratteristiche delle miscele
- prove di permeabilità in sito dello strato superficiale

8. EMISSIONE DI POLVERI

Il gestore controllerà giornalmente, con particolare attenzione alle giornate di forte vento, che le operazioni di conferimento e scarico dei rifiuti non comportino una diffusione pulverulenta significativa nell'ambiente.

In concomitanza di condizioni meteorologiche sfavorevoli, si provvederà a interrompere i conferimenti in discarica.

SCHEDA TECNICA N.1

MISCELA CATALIZZATA "PAVITAL"

GENERALITA'

Il prodotto PAVITAL è una miscela catalizzata ad alta stabilità immediata il cui brevetto è detenuto dalla "Guerrino Pivato Spa". Tale società ha messo a punto negli anni passati una tecnologia che, mediante l'utilizzo di catalizzatori e attivanti di presa, permette di riutilizzare con successo gran parte dei sottoprodotti del ciclo siderurgico della Lucchini Piombino Spa per la formazione di miscele che rientrano nella tipologia del PAVITAL e che possono essere utilizzate nel campo delle pavimentazioni industriali e stradali.

In particolare, in accordo a quanto richiesto dalla Lucchini Piombino Spa, la Guerrino Pivato Spa ha curato lo studio sulle proprietà leganti delle scorie dello stabilimento siderurgico di Piombino (LI), nonché la determinazione delle caratteristiche meccaniche di alcune miscele PAVITAL confezionate con i sottoprodotti, con inerte proveniente dalle cave di Campiglia e con idoneo catalizzatore di presa.

In sintesi, la tecnologia delle miscele catalizzate consiste nel confezionare e porre in opera un conglomerato idraulico catalizzato formato da inerti a granulometria controllata, da loppe di altoforno e da un attivante di presa (catalizzatore). Tale processo consente quindi un riutilizzo ottimale di gran parte degli scarti del ciclo siderurgico della Lucchini Piombino Spa limitando notevolmente l'uso di materiali naturali pregiati per la stesura di rilevati e sottofondi di vario genere dove sia richiesta una elevata portanza unitaria, una notevole resistenza meccanica all'usura ed alla compressione ed un ridotto coefficiente di permeabilità.

COMPOSIZIONE DELLA MISCELA

Per procedere allo studio sulla composizione possibile delle miscele catalizzate con l'utilizzo dei materiali qui di seguito descritti sono stati prelevati presso lo stabilimento di Piombino e presso le "Cave di Campiglia" in data 18/06/97, sufficienti campioni per le analisi e le prove necessarie, che sono state sia di tipo chimico che geotecnico-idraulico. I relativi certificati di laboratorio sono allegati alla presente relazione.

La composizione granulometrica della miscela catalizzata, è il risultato dello studio di un mix finalizzato ad ottenere una curva continua che comporti una miscela molto compatta e di scarsissima permeabilità. Il particolare proporzionamento degli inerti che la compongono, prevede un quantitativo di fino passante al setaccio ASTM 200 in percentuale tale da ottenere, un buon addensamento della miscela e la sua stabilità immediata.

In soluzione acquosa basica la loppa cristallizza lentamente, riempiendo gli spazi vuoti tra i granuli dell'aggregato e legandoli tra loro, trasformando la miscela in un materiale monolitico che presenta un coeff. di permeabilità K dell'ordine di $10^{-6}/10^{-7}$ m/sec., come risulta da prove appositamente eseguite. Si tratta di un valore che indica una bassissima permeabilità del materiale e che, di fatto, abbatte di fatto a valori privi di significatività la possibilità di infiltrazione di acque meteoriche all'interno della miscela catalizzata.

I materiali costituenti la miscela-tipo sono i seguenti:

1. "P.A.F. Spolverino di altoforno";
2. Loppa granulata con acqua di mare;
3. Loppa granulata con acqua dolce;
4. Inerte delle Cave di Campiglia denominato "Polverone 0-5"
5. Catalizzatore

"P.A.F."

Si tratta di materiale granulare esausto di fonderia, che viene utilizzato nel processo di fusione. Dopo l'uso perde le sue proprietà, per cui non può essere riutilizzato nel ciclo siderurgico e pertanto rientra tra gli scarti. Il campione prelevato indica una sabbia 0/1, con una percentuale di passante al setaccio 200 ASTM pari al 27,1% e una umidità del 7,1%.

I risultati dell'analisi chimica della P.A.F. indicano che si tratta di rifiuto speciale "inerte", e proprio come inerte può essere utilizzato nel confezionamento delle miscele catalizzate

Loppa granulata in acqua di mare

Questa scoria prodotta dallo stabilimento di Piombino, è stata granulata con acqua di mare da alcuni anni e si trova in grande quantità in un'area vicina alla fonderia essendo anche questo materiale non più utilizzabile.

Il campione analizzato ha fornito una curva granulometrica di un materiale con pezzatura 0/5 e un passante al setaccio 200 del 1% con una umidità del 5,6%.

Loppa granulata in acqua dolce

Questo materiale differisce dal precedente in quanto è stato granulato con acqua dolce, si presenta come la

loppa granulata in acqua di mare e viene comunemente utilizzato come legante idraulico per la confezione delle miscele catalizzate, sia macinata che naturale. Questa loppa, contrariamente a quella sopra descritta, viene utilizzata anche per la confezione di alcuni tipi di cemento.

Polverone 0-5

Il campione analizzato, prelevato nella Cava di Campiglia, ha fornito una curva granulometrica che indica un inerte di pezzatura 0-5, un passante al setaccio 200 del 16% e un'umidità del 2,4%; il materiale proviene dalla frantumazione di roccia calcarea.

Catalizzatore

Vista la composizione del "P.A.F.", è stato studiato un catalizzatore idoneo che consisterà pertanto nel prodotto Oypsopav (cosiddetto "tipo B") addizionato con un additivo supplementare da miscelare, con adatta pompa dosatrice, all' impianto di produzione.

Il catalizzatore di presa della loppa granulata, ha l'aspetto di una polvere bianca ed è essenzialmente costituito da una base forte. Il suo compito è quello di assicurare il pH ambientale ottimale (alcalino) della soluzione per lo sviluppo della presa e, contemporaneamente, agire come orientatore della cristallizzazione. Questa avviene sotto forma di minuscoli aghi aggrovigliati (ettringite) che permettono, grazie alla loro isotropia e diffusione in tutta la massa, lo sviluppo di prestazioni meccaniche di rilievo grazie ad una struttura orientata, elastica e ad alta resistenza.

CONFEZIONAMENTO DELLA MISCELA

Per la confezione della miscela catalizzata, viene utilizzato un impianto a ciclo continuo con dosaggio volumetrico e produzione oraria che può variare da 150 a 200 ton.

L' impianto è costituito da tre tramogge con uscita dell' inerte attraverso nastri muniti di moto variatore che consente l' esatta regolazione del dosaggio del materiale; un silos di stoccaggio del catalizzatore in polvere con uscita attraverso coclea, munita di moto variatore, che alimenta il microdosatore equipaggiato di elettroregolatore per ottenere una perfetta dosatura del catalizzatore; una cisterna per lo stoccaggio del catalizzatore liquido, munita di elettropompa dosatrice.

Tutte le uscite dei materiali sono controllate da sonde elettromeccaniche che consentono, in caso di malfunzionamento di uno o più dosatori, di interrompere il processo di confezionamento.

I componenti della miscela catalizzata, sono convogliati a mezzo di nastro trasportatore nel miscelatore a due assi orizzontali, muniti di braccetti e palette a rotazione contraria.

Sulla base dei componenti base, si possono indicare 2 mix-design diversi tra i quali operare una scelta a seconda delle necessità contingenti:

	MIX DESIGN 1	MIX DESIGN 2
<u>P.A.F.</u>	49.5 %	49.5
<u>Polverone 0/5 (Campiglia)</u>	20%	assente
<u>Loppa vecchia</u>	17%	37%
<u>Loppa fresca</u>	12%	12%
<u>Catalizzatore tipo B</u>	1%	1%
<u>Additivo tipo E</u>	0.5%	0.5%

Nelle prove di laboratorio successivamente descritte si è appurato che nel mix 1 l'inserimento di in aggregato calcareo frantumato conferisce alla miscela catalizzata una migliore stabilità chimica che ne incrementa, rispetto al mix 2, le qualità meccaniche generali.

POSA IN OPERA DELLA MISCELA

La miscela catalizzata viene scaricata dagli autocarri direttamente sul piano di posa, stesa e livellata con bulldozer a lama con inclinazione variabile. Quando lo spessore della miscela supera i 30 cm (come nel nostro caso dove lo spessore è di 1 m) è necessario mettere in opera il materiale in più strati; per questo motivo, il bulldozer è equipaggiato con ripper a più denti, che consente di scarificare superficialmente il primo strato sul quale viene aggiunto il successivo, ciò per non creare giunti all' interno dello strato. Successivamente alla stesa, viene eseguita la compattazione in due fasi: nella prima a mezzo di rullo vibrante combinato, nella seconda con rullo statico gommato di 35 ton. Dopo il costipamento, la regolazione dello strato si effettua con motorgrader asportando la miscela in eccesso, che può essere utilizzata nella striscia vicina. In caso di utilizzo del PAVITAL per piazzali o strade, è previsto un rivestimento finale in conglomerato bituminoso secondo la consueta tecnologia.

Per determinare la corretta procedura di costipamento della miscela catalizzata, viene eseguita una prova di Enbankement test nella quale vengono misurate le densità raggiunte dal materiale all' aumentare dei passaggi dei rulli. La densità ottenuta viene comparata a quella ricavata dalla prova Proctor Modificato e

dovrà essere almeno, al termine della compattazione, il 98% di quest'ultima.

Le verifiche di costipamento, vengono eseguite giornalmente, per garantire la perfetta messa in opera ed intervenire, con un ulteriore passaggio dei rulli, nel caso che non sia stato raggiunto il grado di compattazione previsto.

CONTROLLI DOPO LA MATURAZIONE DELLA MISCELA

La presa della miscela catalizzata avviene progressivamente nel tempo, con il raggiungimento a 180 giorni del 70-80% della maturazione completa raggiungibile a 1 anno

Dopo avvenuta maturazione della miscela catalizzata (a circa 6 mesi dalla messa in opera) si possono eseguire delle verifiche mediante prelievo di carote per l'esecuzione di prove a trazione indiretta (prova brasiliana) e chimiche con la determinazione dei valori rilevabili nell'eluato del test di cessione con acido acetico 0.5 M.

PRINCIPALI CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE

I dati di laboratorio più recenti con cui è stata caratterizzata la miscela PAVITAL derivano da una campagna di carotaggi effettuata il 30/06/1998 all'interno dello stabilimento Lucchini di Piombino mediante prelievo di campioni su un piazzale di stoccaggio interno denominato "Piazzale Vergelle" che fu allestito con la miscela catalizzata nei mesi di Gennaio-Febbraio del medesimo anno. Lo scopo fu di verificare le caratteristiche meccaniche a 5 mesi di maturazione confrontando le stesse con quelle derivanti dagli studi preliminari, tenendo conto che con una maturazione di 6 mesi a temperatura media di 20°C si ottengono valori pari a circa il 70-80% di quelli finali, siamo in termini di resistenza meccanica agli stress (in aumento con la maturazione) sia in termini di permeabilità (in diminuzione con la maturazione).

I punti di prelievo furono scelti in modo da campionare i mix design 1 e 2 sotto descritti, con i quali furono realizzate parti diverse del piazzale.

STABILITA' IMMEDIATA

S intende per stabilità immediata la capacità della miscela di resistere a carichi rilevanti anche prima della presa del legante.

La stabilità immediata S è definibile come il rapporto tra la portanza della miscela fresca (P) e il carico (p) applicato dal mezzo costipatore (carico del pneumatico): $S = P/p$

Si è appurato che con miscele ben formulate si raggiunge un valore di $S > 3$ grazie al quale si può affermare che la miscela PAVITAL possiede una alta stabilità immediata.

RESISTENZE A LUNGO TERMINE

E' ovvio che le caratteristiche meccaniche siano funzione di molti fattori, quali la formulazione della miscela, il costipamento, la temperatura, il tempo, il tipo di loppa utilizzata, il tipo di catalizzatore.

La presa della miscela avviene comunque progressivamente con il tempo: si è registrato un aumento lento fino a circa 1 mese, un aumento molto rapido da 1 a 6 mesi di maturazione ed infine un aumento meno rapido da 6 mesi ad un anno di maturazione, periodo che si indica come ottimale per una presa del 100%.

Resistenza a compressione monoassiale	Da 40 a 120 Kg/cm ²
Resistenza a trazione semplice (prova brasiliana)	Da 4 a 12 Kg/cm ²
Resistenza a flessione statica	Da 8 a 24 Kg/cm ²
Modulo elastico secante al 90% della rottura a trazione	Da 40000 a 80000 Kg/cm ²
Coefficiente di permeabilità	Da 10 ⁻⁸ a 10 ⁻⁹ m/sec a maturazione completa

SCHEDA TECNICA N. 2

BINDER PERCOLATO

INTRODUZIONE

Il rivestimento superficiale esterno (binder percolato) è costituito da un conglomerato bituminoso aperto e successivamente saturato con malta di cemento additivata con resina superfluidificante ed antiritiro.

CARATTERISTICHE DEI COMPONENTI E DELLE LAVORAZIONI

A) CONGLOMERATO BITUMINOSO

Sarà costituito da un misto granulare, impastato con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati e steso in opera mediante macchina vibrofinitrice.

1. Materiali inerti

Saranno impiegati materiali provenienti da frantumazione di rocce di diversa natura petrografica, rispondenti alle norme C.N.R. fascicolo n. 4/53, aventi i seguenti requisiti:

- l'aggregato non dovrà avere dimensioni superiori a 16 mm, nè forma appiattita, allungata o lenticolare;
- coefficiente di frantumazione dell'aggregato (secondo C.N.R fascicolo IV/1953) non superiore a 140;
- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature, secondo le norme ASTM C 131 inferiore al 30%;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,80;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953).
- materiale non idrofilo (C.N.R. fascicolo IV/1953).

2. Legante

Il bitume per il rivestimento (binder percolato aperto) dovrà essere preferibilmente di penetrazione 80-100. Il bitume dovrà avere i requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione dei bitumi" del C.N.R., (fascicolo II/1951) alle quali si rimanda anche per le modalità di confezionamento dei campioni da sottoporre a prove.

3. Miscela

La granulometria sarà generalmente compresa nel seguente fuso ed avrà andamento continuo, uniforme e praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Passante totale in peso %
crivello 15	100
crivello 10	47-92
crivello 5	11-30
setaccio 2	6-14
setaccio 0.4	3- 8
setaccio 0.18	2- 6
setaccio 0.075	1- 4

Il tenore in bitume sarà compreso tra 3,7 e 4,2 riferito al peso totale degli aggregati. La percentuale dei vuoti della miscela dovrà essere almeno pari al 15-20%.

4. Formazione e confezione degli impasti

Gli impasti saranno eseguiti a mezzo di impianti fissi. In particolare essi dovranno essere di potenzialità adeguata e capaci di assicurare: il perfetto essiccamento; la separazione della polvere ed il riscaldamento uniforme della miscela di aggregati; la classificazione dei singoli aggregati mediante vagliatura ed il controllo della granulometria; la perfetta dosatura degli aggregati mediante idonea apparecchiatura che consenta il dosaggio delle categorie di aggregati già vagliati prima dell'invio al mescolatore; il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta e a viscosità uniforme fino al momento dell'impasto ed il perfetto dosaggio del bitume. In apposito laboratorio saranno effettuati, in fase di studio e all'inizio della produzione:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria dell'impasto) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore;
- la verifica delle caratteristiche del conglomerato finito, eseguendo il prelievo a rullatura ultimata ed a conglomerato raffreddato;

A discrezione della Direzione Lavori saranno controllate le qualità e le caratteristiche del bitume, le temperature degli aggregati e del bitume. A tal fine gli essiccatori, le caldaie e tramogge degli impianti saranno munite di termometri fissi.

5. Posa in opera degli impasti

Si procederà ad un'accurata pulizia della superficie dello strato di base da rivestire. Immediatamente farà seguito lo stendimento dello strato di binder.

A lavoro ultimato il rivestimento dovrà risultare perfettamente sagomato con i profili e le pendenze prescritte in progetto.

L'applicazione dei conglomerati bituminosi verrà fatta a mezzo di macchine spanditrici-finitrici, di tipo approvato dalla D.L., in perfetto stato d'uso e senza apporto di vibrazione e compattazione.

Le macchine per la stesa dei conglomerati, analogamente a quelle per la confezione dei conglomerati stessi, dovranno possedere caratteristiche di precisione di lavoro tale che il controllo umano sia ridotto al minimo. Il materiale verrà disteso a temperatura non inferiore a 140°C.

La stesa dei conglomerati non andrà effettuata quando le condizioni meteorologiche non siano tali da garantire la perfetta riuscita del lavoro ed in particolare quando la temperatura dello strato di posa del conglomerato, misurata in un foro di circa 2-3 cm di profondità e di diametro corrispondente a quello del termometro, sia inferiore a 5°C.

Le superfici di conglomerato bituminoso eventualmente compromesse dalle condizioni meteorologiche o da altre cause, dovranno essere rimosse e sostituite a totale cura e spesa dell'Impresa.

Nella stesa si dovrà porre grande attenzione alla formazione del giunto longitudinale; quando il bordo di una striscia dovesse essere danneggiato, si dovrà procedere al taglio del giunto in modo che, quest'ultimo, presenti una superficie liscia finita. Si procederà, in corrispondenza dei giunti di ripresa di lavoro e dei giunti longitudinali (tra due strisce adiacenti), ad una leggera compattazione mediante apposito rullo, senza però far uso del vibrante. Questa operazione inizierà non appena la temperatura sarà tale da consentire il passaggio del rullo.

La superficie dovrà presentarsi priva di ondulazioni: un'asta rettilinea lunga m 4 posta sulla superficie pavimentata dovrà aderirvi con uniformità. Solo su qualche punto sarà tollerato uno scostamento non superiore a 4 mm.

B. MALTA DI PERCOLAZIONE

1. Descrizione

Trattasi di una miscela costituita da sabbia, filler, cemento, resina (superfluidificante ed antiritiro) ed acqua in opportune proporzioni da determinarsi a cura dell'Impresa esecutrice dei lavori.

I materiali da impiegare risponderanno alle vigenti norme CNR e UNI.

2. Confezione

Gli impianti saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli inerti, del filler, dell'acqua, dell'additivo e del cemento; la dosatura del cemento dovrà sempre essere realizzata con bilancia indipendente e di adeguato grado di precisione. La dosatura effettiva degli inerti dovrà essere realizzata con precisione del 3%; quella del cemento con precisione del 2%. Per l'acqua e gli additivi è ammessa anche la dosatura a volume. La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 2%. I dispositivi di misura del cemento, del filler, dell'acqua e degli additivi dovranno essere di tipo individuale. Le bilance per la pesatura degli inerti possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale). I silii del cemento e del filler debbono garantire la perfetta tenuta nei riguardi dell'umidità atmosferica. Gli impasti potranno essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesata senza debordare. Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre una malta rispondente ai requisiti di omogeneità.

L'impasto dovrà risultare di consistenza uniforme ed omogenea nonché uniformemente coesivo (tale cioè da essere trasportato e manipolato senza che si verifichi la separazione dei singoli elementi). La produzione e la posa in opera della malta dovranno essere sospesi nel caso che la temperatura scenda al di sotto di 0°C salvo diverse disposizioni che la Direzione Lavori potrà dare di volta in volta, prescrivendo, in tal caso, le norme e gli accorgimenti cautelativi da adottare.

Oltre a quanto prescritto dalle vigenti norme, si precisa che la fluidità della malta dovrà essere misurata con il cono di Marsh.

3. Trasporto

Il trasporto della malta di cemento dall'impianto di betonaggio al luogo di impiego dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di segregazione dei singoli componenti e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento della malta medesima. E' facoltà della Direzione Lavori rifiutare carichi di malta non rispondente ai requisiti prescritti.

4. Posa in opera

Sarà eseguita con ogni cura e regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente il piano di rivestimento. La posa della malta avverrà per strisce successive della larghezza massima di 3-3,50 m.

Lo stendimento sarà realizzato con appositi spazzoloni mentre la percolazione sarà agevolata e completata con l'uso di un rullo vibrante (tipo Dinapac CC 10) fino a rigetto della malta. La finitura della superficie sarà ottenuta bagnandola leggermente e successivamente spazzolandola fino ad ottenere un aspetto uniforme ed omogeneo. La superficie finita verrà quindi ricoperta da un telo plastico in modo da evitare un rapido prosciugamento della malta, e periodicamente, durante la maturazione, dovrà essere mantenuta umida al fine di evitare fenomeni di ritiro.

5. Controlli finali

Consisteranno nel prelievo, in un numero staticamente rappresentativo, di carote sulla superficie trattata, e verificando l'avvenuta percolazione della malta per almeno l'80% della superficie.

Le carote predette, a maturazione avvenuta, potranno essere sottoposte a prova di compressione secondo la normativa vigente al fine di verificare le caratteristiche meccaniche del rivestimento percolato.

