

**20 anni di impiego
del procedimento BOMAG Mix-in-place
con bitume schiumato**



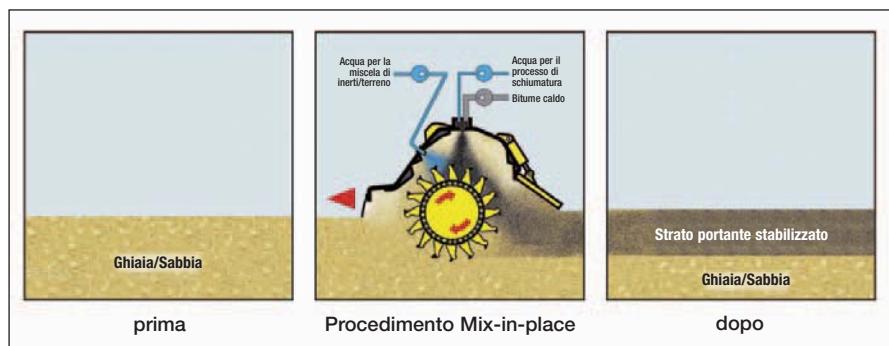
Mix-in-place

Da molti anni il procedimento BOMAG Mix-in-place, che consente l'aggiunta del legante in sito, viene impiegato in tutto il mondo per la realizzazione di strati portanti stabilizzati nella costruzione di nuove strade e per il risanamento di pavimentazioni stradali. Questo procedimento della BOMAG si distingue per flessibilità, sia nei cantieri piccoli che in quelli grandi, economicità e produttività. Negli ultimi anni l'interesse internazionale per l'uso del bitume schiumato come legante o per la combinazione di bitume schiumato e cemento è in continuo aumento.

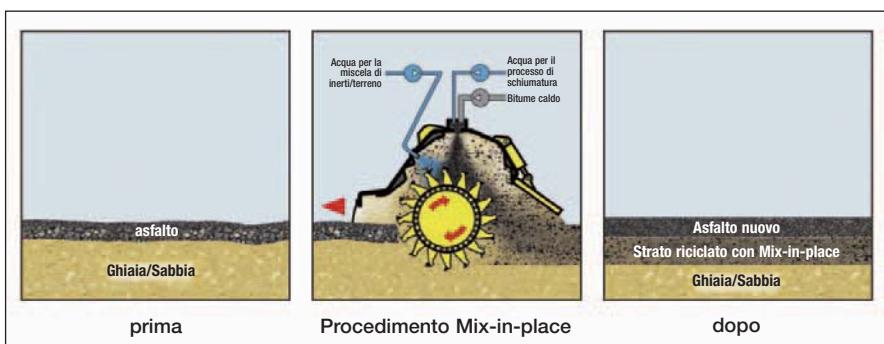


Aggiunta contemporanea di cemento e bitume schiumato.

La ricicatrice BOMAG MPH 122, che è stata sviluppata appositamente per il Mix-in-place e rappresenta il cuore di questo sistema, consente di soddisfare le esigenze costruttive relative ad una qualità di mescolamento omogenea, una profondità di lavoro costante e un'elevata precisione di dosaggio dell'acqua e del bitume.



Realizzazione di uno strato portante stabilizzato nella costruzione di strade.

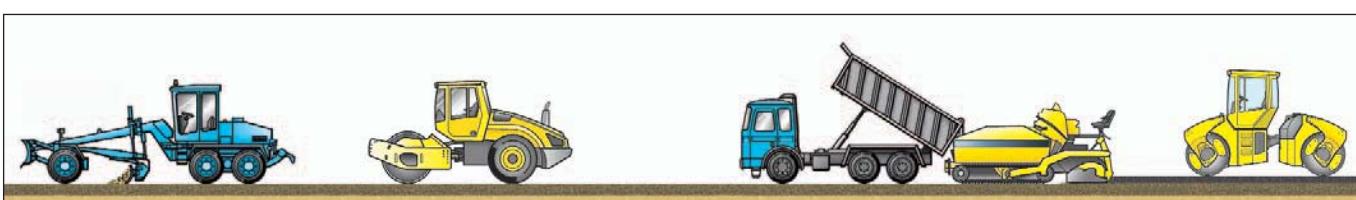
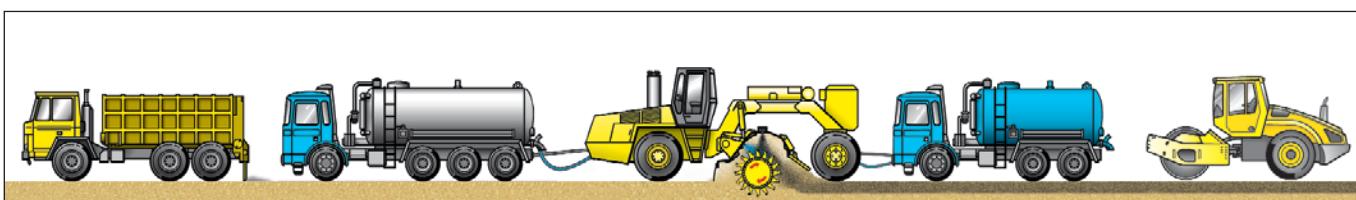


Rinnovo di una pavimentazione stradale danneggiata/Riciclaggio.

Nelle applicazioni Mix-in-place i bassi costi di esercizio sono di importanza primaria.

Le seguenti condizioni garantiscono un ritorno economico per l'impresa: che esista un sufficiente volume di lavoro, che l'approvvigionamento dei materiali sia facile e tempestivo, che il costo di acquisto e i costi di esercizio incluso il consumo del carburante siano contenuti e che le operazioni di manutenzione e assistenza avvengano il più velocemente possibile per ridurre al minimo il

fermo della macchina. Tutto questo è tanto più difficile quanto più grande e complessa è la macchina. Grazie all'ampia esperienza nella stabilizzazione e nel riciclaggio con bitume schiumato, la BOMAG ha individuato e realizzato la macchina di dimensioni ottimali, la MPH 122, che rappresenta la soluzione economicamente più vantaggiosa nella realizzazione di strati portanti con il procedimento Mix-in-place e nel rinnovo di pavimentazioni stradali danneggiate.



Il procedimento BOMAG Mix-in-place.

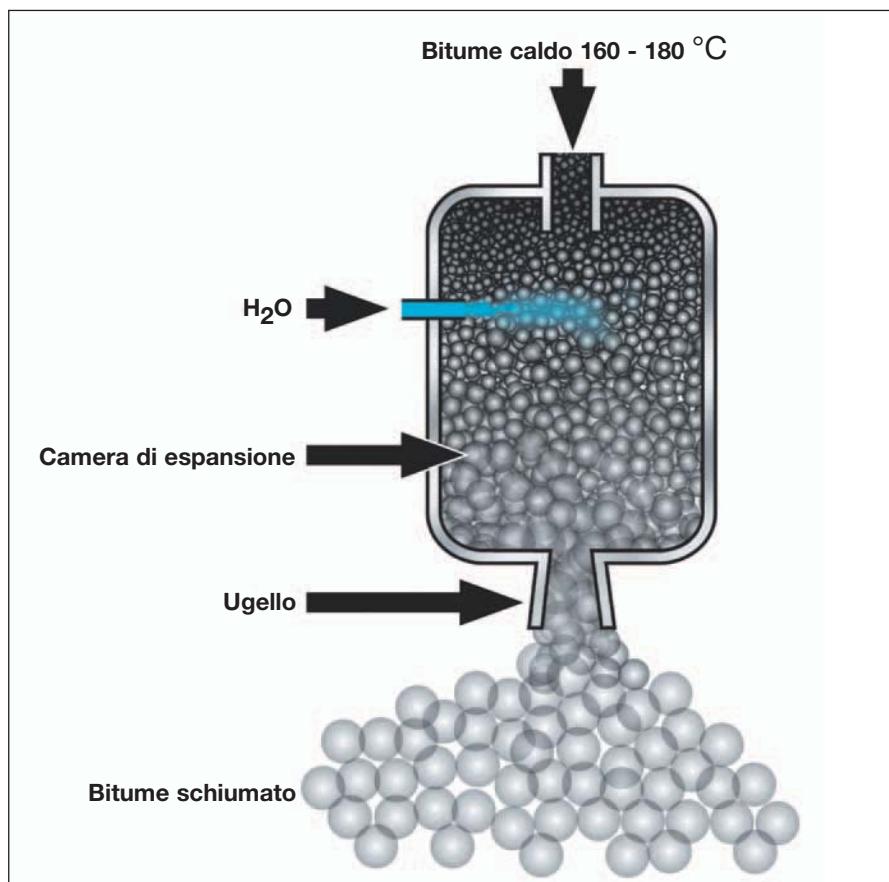
Il legante: bitume schiumato

Formazione di bitume schiumato nella barra della MPH

Con l'aggiunta di piccole quantità di acqua (1,5 - 3,5 %) si può far schiumare il bitume caldo. Ne risulta un aumento di volume da 10 a 20 volte.

Il processo di schiumatura avviene in camere di espansione inserite prima degli ugelli di uscita del bitume posti sulla barra. Il bitume e l'acqua vengono convogliati contemporaneamente nelle camere di espansione. La schiuma di bitume entra attraverso gli ugelli nel vano del rotore. L'aumento del volume del bitume, che perdura per breve tempo, ed il conseguente processo di mescolamento portano ad un rivestimento dei componenti inerti.

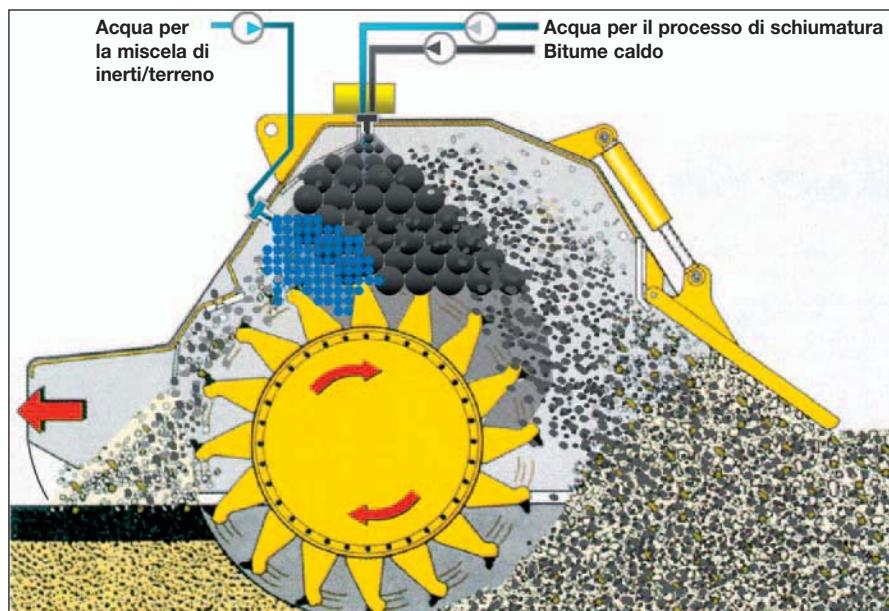
Grazie a una successiva compattazione intensa, le pavimentazioni realizzate con bitume schiumato presentano buone caratteristiche di portanza ed elasticità nonché una sensibilità agli strappi chiaramente ridotta. Per accelerare il processo di sviluppo di resistenza oppure anche per aumentare la percentuale di filler conviene aggiungere l'1 - 2 % di legante idraulico (calce o cemento).



Formazione di bitume schiumato nella barra della MPH.

Vantaggi del bitume schiumato

- È adatto per quasi tutte le miscele di inerti o materiali di riciclaggio ricavati da piste e strade esistenti.
- Presenta una superficie ben superiore rispetto al normale bitume caldo.
- Presenta ottime caratteristiche di rivestimento in caso di miscele di materiali fredde ed umide.
- Viene realizzato con bitume stradale reperibile in commercio B60 - B200.
- È in larga misura insensibile alle precipitazioni.



Calotta del rotore di fresatura con barra di spruzzatura di bitume schiumato e acqua.

BOMAG MPH 122 con impianto per bitume schiumato

Già da molti anni le riciclatrici BOMAG di tutte le generazioni vengono impiegate con impianti per bitume schiumato. Anche la nuova ricicatrice MPH 122 è stata concepita per l'impiego con bitume schiumato. L'estrema manovrabilità raggiunta combinando lo sterzo articolato, l'assale posteriore sterzante e la trazione integrale di serie assicura, insieme al potente rotore di fresatura, ottimi risultati di mescolamento e la massima economicità. L'intero impianto di bitume schiumato è stato sistemato sul telaio posteriore come gruppo separato ed è ben accessibile. Tutti i tubi del bitume sono riscaldati assicurando così il funzionamento perfetto dell'intero impianto. Tutti gli ugelli di spruzzatura e le camere di espansione sono integrati nella barra termoisolata e sono quindi ben protetti. (Per la pulizia la barra può essere ribaltata facilmente verso l'alto.)



MPH 122 con impianto per bitume schiumato.



Quadro di comando dell'impianto di bitume schiumato.



Computer di dosaggio BOMAG BDS.

Per regolare le larghezze di spruzzatura, gli ugelli possono essere comandati a coppie. In questo modo si possono ottenere tutte le larghezze di lavoro necessarie. Il dosaggio del bitume e dell'acqua per la schiumatura è regolato da un computer. Nella versione standard l'impianto di bitume schiumato è dotato di un comando manuale per il dosaggio del bitume. Questo dispositivo consente di regolare manualmente la quantità di bitume spruzzata dagli ugelli a seconda della velocità di lavoro scelta.

Su richiesta l'impianto può essere equipaggiato con il computer di dosaggio BOMAG BDS. Il sistema BDS regola l'aggiunta del bitume e dell'acqua per la schiumatura nonché l'aggiunta dell'acqua principale necessaria per la compattazione, in funzione della velocità di lavoro effettiva. L'effettiva quantità di bitume spruzzata dagli ugelli viene indicata e registrata.

Abbiamo pensato a tutto: l'ugello di prova estraibile lateralmente consente di prelevare dei campioni di schiuma in qualsiasi momento. Lo sganciamento dall'autocisterna del tubo del bitume, dotato di una valvola di chiusura, risulta semplice e sicuro.

BOMAG MPH 122

Progetto:	DEMO HIGHWAY
Committente:	Ufficio costruzioni stradali
Appaltatore:	BOMAG GMBH
Strato:	STRATO PORTANTE
Esercizio:	03.02.2004 - 04.02.2004
Data:	2004.02.04
Orario:	15:50
Inizio lavoro:	08:30
Fine lavoro:	16:15
Durata lavoro:	12,30
Densità terreno:	kg/m ³ 2000
Densità bitume:	kg/m ³ 950
Larghezza di spruzzatura:	m 2,33
Profondità di mescolamento:	m 0,30
Velocità media:	m/min 12
Lunghezza spruzzata:	m 5.760
Superficie spruzzata:	m ² 13.420
Volume spruzzato:	m ³ 4.026
Massa spruzzata:	t 8.052
Quantità di bitume nominale automobile:	% 3,0
Bitume aggiunto:	% 3,0
Bitume aggiunto:	t 228,6
Quant. acqua schium. nominale automobile:	% 2,5
Acqua di schiumatura aggiunta:	% 2,8
Acqua di schiumatura aggiunta:	l 6.400
Quant. acqua principale nominale automobile:	% 2,0
Acqua principale aggiunta:	% 2,0
Acqua principale aggiunta:	l 161.000

Documentazione del rendimento della MPH con il sistema BDS opzionale.

Consigli per le applicazioni con bitume schiumato

Miscela di materiali da costruzione

Un presupposto essenziale per effettuare con successo l'applicazione Mix-in-place con bitume schiumato è una curva granulometrica ben graduata del materiale da stabilizzare, con una percentuale a grana fine di almeno il 4 - 5 %. All'occorrenza si deve adattare la percentuale a grana fine aggiungendo calce o cemento oppure migliorare la graduazione granulometrica aggiungendo frazioni a grana grossa.

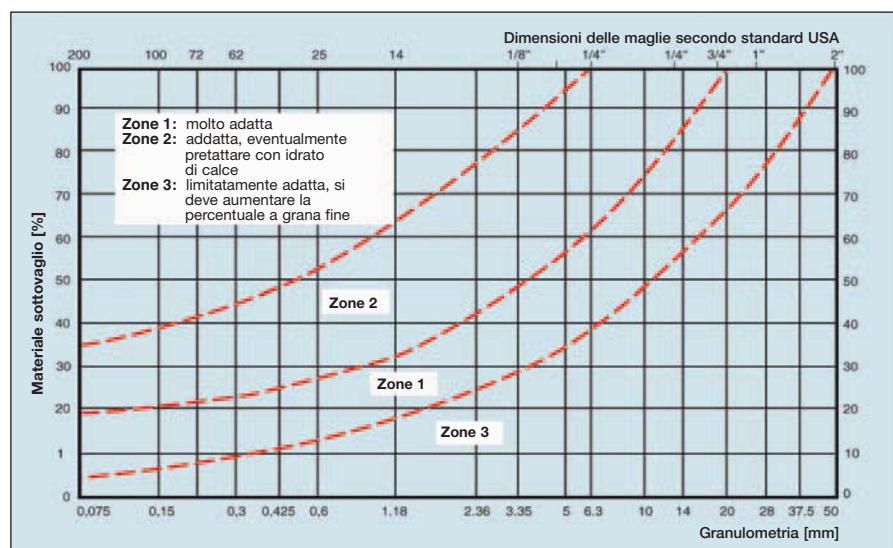
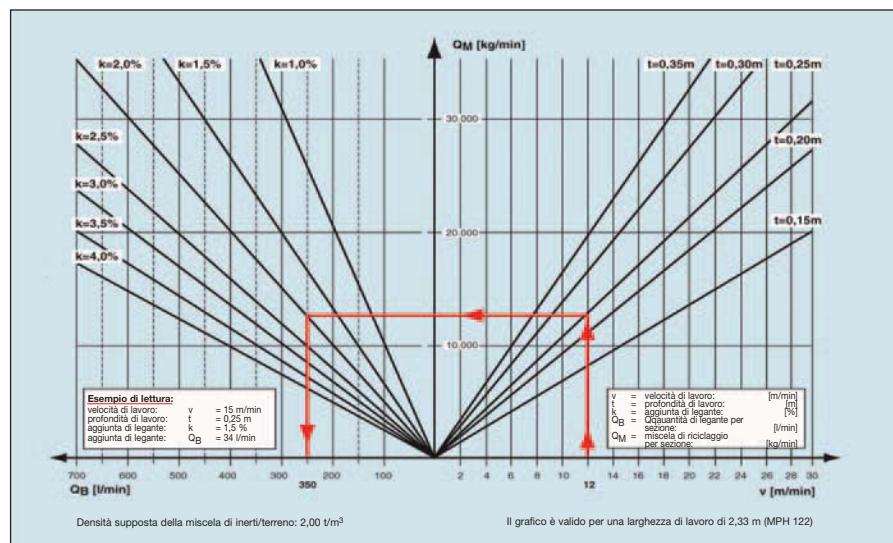


Diagramma di valutazione per applicazioni del bitume schiumato.

Aggiunta del legante

Il diagramma riportato qui accanto serve per stimare la quantità di legante necessaria, che viene calcolata in funzione della velocità, della profondità di lavoro e della percentuale di legante aggiunto (densità presunta del bitume: $0,96 \text{ kg/dm}^3$; densità presunta del terreno: $2,00 \text{ t/m}^3$).

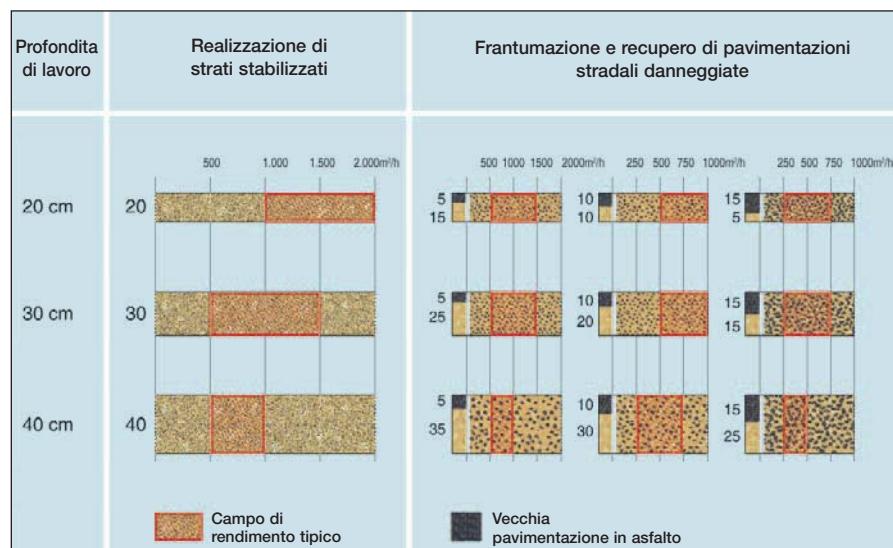
Tutti i dati si riferiscono alla MPH 122 con una larghezza di lavoro di 2,33 m.



Stima della quantità di bitume spruzzata dagli ugelli per la MPH 122 con una larghezza di lavoro di 2,33 m.

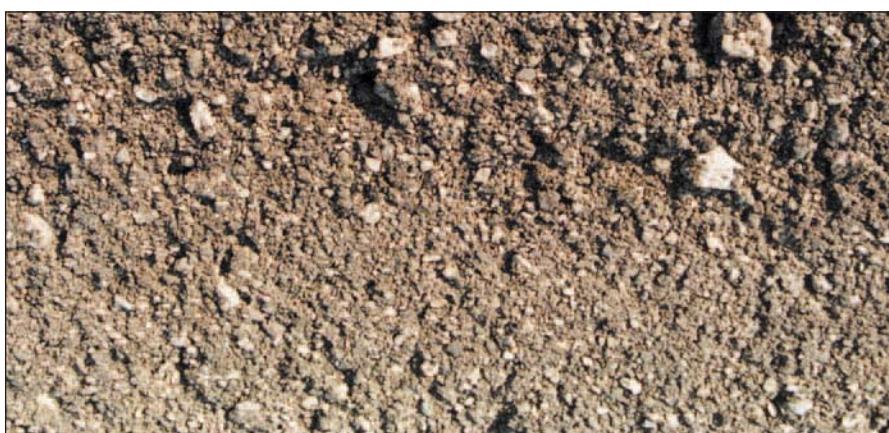
Rendimento di mescolamento

A seconda del tipo di lavoro, il rendimento di mescolamento può subire grosse variazioni. Il diagramma riportato qui accanto serve a stimare la produzione nella realizzazione di strati stabilizzati e nel riciclaggio di strutture stradali danneggiate.



Produzione della MPH 122 nelle applicazioni con bitume schiumato.

Esempi di applicazione



Rinnovo di una strada principale a Yantai, Cina

La pavimentazione stradale esistente, composta da una struttura in asfalto di 10–14 cm e dalla miscela di sabbia e limo sottostante, è stata frantumata ad una profondità di lavoro di 20 cm. Contemporaneamente è stato aggiunto il 2% di calce. Successivamente il materiale di riciclaggio frantumato è stato compattato e due giorni dopo si sono riportati 50 kg/m² di miscela di inerti 16/32 e si è sparso il 3% di cemento Portland.

Successivamente è stata effettuata la fresa-tura con la MPH a 20 cm di profondità durante la quale il materiale di riciclaggio è stato mescolato con la miscela di inerti e il cemento e sono stati aggiunti contemporaneamente il 3% di bitume schiumato e l'acqua necessaria per la compattazione.

Dopo la compattazione e la profilatura di precisione dello strato stabilizzato con un Grader è stata effettuata la compattazione principale con un BW 219 DH-3. Per concludere l'intervento di rinnovo è stato realizzato un nuovo strato di usura in asfalto di 6 cm di spessore.

Ampliamento di un raccordo autostradale in Italia

Uno scavo di 20 cm di profondità è stato riempito con nuovo materiale frantumato 0/26 mm con una percentuale a grana fine del 12% e con umidità ottimale. Il materiale è stato distribuito con un Grader ed è stato precompattato con un BW 219 DH-3. Successivamente, lo strato portante inferiore è stato mescolato con il 3,5% di bitume schiumato e l'1% di idrato di calce riportato precedentemente.

La compattazione finale è stata effettuata con un BW 219 DH-3 in quattro passate. L'ampliamento stradale è stato concluso con la realizzazione di un nuovo strato portante e di un nuovo strato di usura in asfalto.

Additivi:

1% calce
3,5% bitume schiumato

Esempi di applicazione

■ Progetto di costruzione di una nuova strada Herat-Dogharon, Afghanistan

Nella costruzione di una nuova strada dal confine iraniano al capoluogo di provincia afgano Herat, lunga 120 km, lo strato portante stabilizzato è stato realizzato con il procedimento Mix-in-place, usando il 3% di cemento Portland e il 3% di bitume schiumato. Prima si è riportato il materiale sabbioso e ghiaioso ricavato dai lati della strada che è stato poi posato in opera e compattato con uno spessore dello strato nominale di 25 cm, prendendo in considerazione il grado di compattazione. Dopo aver preumidito la superficie con acqua, si è sparso il cemento con un apposito veicolo. Successivamente è stata effettuata la fresatura con la MPH durante la quale il materiale sabbioso e ghiaioso è stato mescolato con il cemento a 25 cm di profondità. Contemporaneamente sono stati effettuati il dosaggio e l'aggiunta del bitume schiumato e dell'acqua necessaria per raggiungere la percentuale di acqua ottimale. La lunghezza delle sezioni di fresatura è stata limitata a 150 m. Dopo la precompattazione dello strato stabilizzato con il BW 219 D-3 in due passate e lo spianamento con il Grader sono state effettuate la compattazione principale con il BW 219 D-3 e la chiusura della superficie con un rullo gommato. Il progetto è stato concluso con la posa in opera di uno strato di usura in asfalto di 6 cm.



■ Costruzione di una nuova strada nazionale nel Sudafrica

Dopo aver scavato il piano di formazione eseguito in terra, è stato posato in opera uno strato portante spesso 30 cm realizzato con additivo di laterite 0/60 proveniente da una miniera vicina e questo strato è stato compattato con un BW 219 DH-3 in 2 passate. Successivamente il materiale è stato omogeneizzato aggiungendo acqua e poi è stato compattato con altre 8 passate. In una seconda fase, il materiale è stato mescolato ad una profondità di lavoro di 15 cm con bitume schiumato e, per evitare l'essiccamiento della superficie dello strato portante, con l'1% di acqua. L'alta percentuale di grana fine presente nella laterite e la necessità di aumentare la resistenza hanno reso



necessaria l'aggiunta di 1,5% di idrato di calce prima della seconda passata.

Additivi:	1,5%	bitume schiumato
	1,5%	calce
	3%	acqua

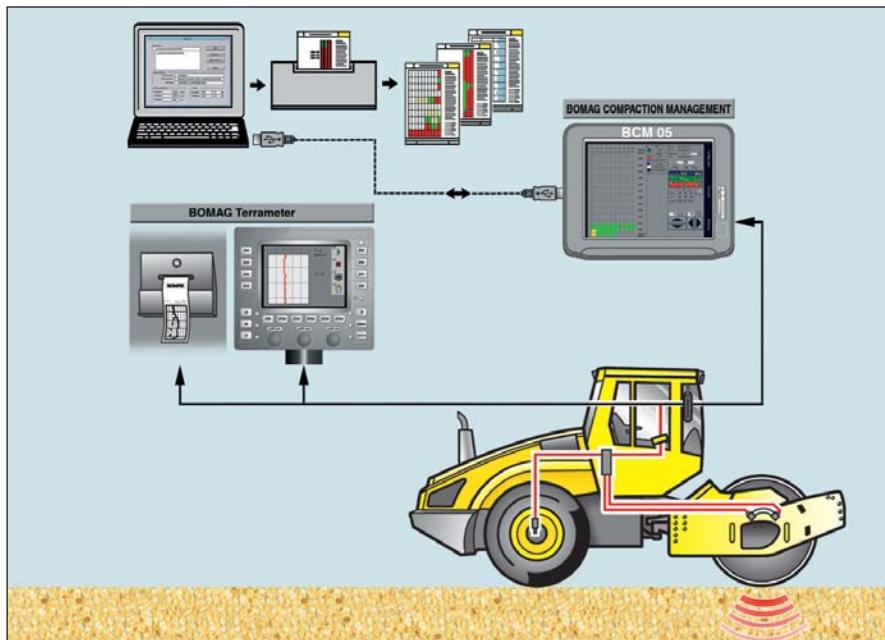
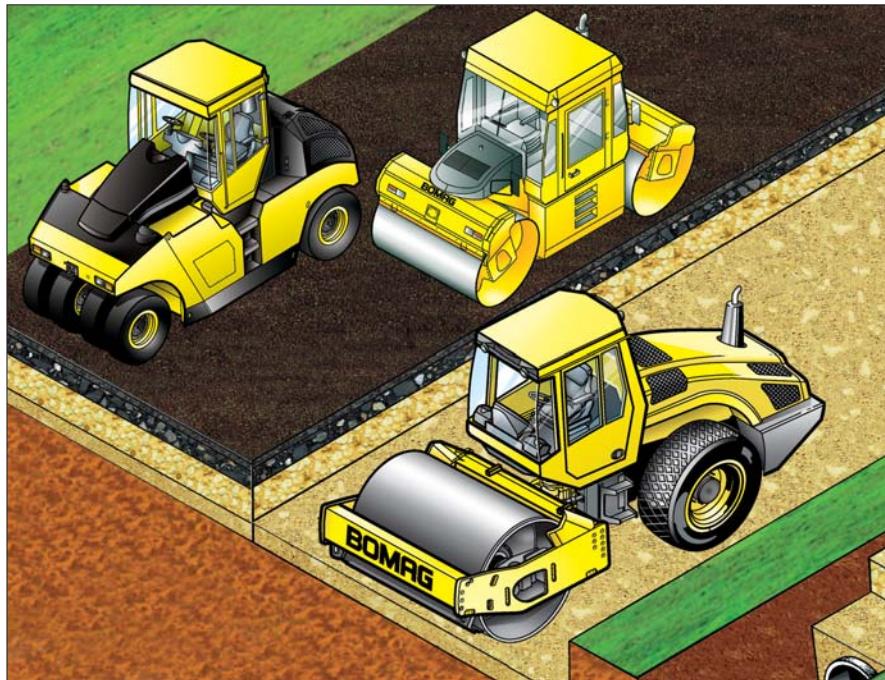
Compattazione e controllo della compattazione

Quello che conta è la compattazione

Nei lavori di rinnovo della pavimentazione stradale con bitume schiumato, una buona compattazione è fondamentale per raggiungere la resistenza desiderata. La compattazione deve essere effettuata con rulli vibranti pesanti. Per strati di spessore fino a 30 cm si raccomandano rulli vibranti monotamburo della classe di 14 - 26 t. In caso di materiale facilmente compattabile e di strati con spessore fino a 20 cm sono adatti anche rulli vibranti tandem con pesi operativi di 10 - 14 t. In aggiunta ai rulli vibranti monotamburo o ai rulli vibranti tandem pesanti sono ideali i rulli gommati di 20 - 27 t che chiudono la superficie.

Controllo della compattazione e documentazione

Il sistema di misurazione BOMAG Terrameter BTM plus/BTM prof consente di valutare, controllare e documentare la compattazione per ogni passata. Lo completa il sistema di documentazione BCM 05 che offre la visualizzazione grafica dei dati di misura su un display a colori nonché ampie possibilità di rappresentazione e documentazione di tutta la superficie. Analogamente alla prova di piastra impiegata nelle opere in terra e nella costruzione di strade, la tecnica di misurazione della BOMAG consente di rilevare direttamente la rigidità del terreno in MN/m² durante l'operazione di compattazione, calcolandola in base alla correlazione tra la forza di contatto con il terreno e l'in-fossamento del tamburo del rullo. Il cosiddetto modulo di vibrazione EVIB con l'unità MN/m² è in correlazione diretta con i moduli di deformazione EV1 o EV2 della prova di piastra secondo la norma DIN 18134.



Le macchine raffigurate sono dotate in parte di equipaggiamenti speciali, fornibili su sovrapprezzo. Ci si riservano modifiche della costruzione, della forma e dell'entità di fornitura nonché differenze nel tono di colore.

- **Head Office/Hauptsitz:**
BOMAG, Hellewald, 56154 Boppard, GERMANY,
Tel.: +49 6742 100-0, Fax: +49 6742 3090, e-mail: info@bomag.com, www.bomag.com
- **BOMAG**, **Werk Handelsgesellschaft**, Pernerstrasse 1, A-1230 Wien, AUSTRIA,
Tel.: +43 1 69040-0, Fax: +43 1 69040-20, e-mail: austrie@bomag.com
- **BOMAG (CANADA) INC.**, 3455 Semenyk Court, Mississauga, Ontario L5C 4P9, CANADA,
Tel.: +1 905 361 9961, Fax: +1 905 361 9962, e-mail: canada@bomag.com
- **BOMAG (CHINA) Compaction Machinery Co. Ltd.**, No. 2808 West Huancheng Road,
Shanghai Comprehensive Industrial Zone (Fengxian), Shanghai 201401, CHINA,
Tel.: +86 21 33655566, Fax: +86 21 33655508, e-mail: china@bomag.com
- **BOMA Equipment Hong Kong LTD.**, Room 1003, 10/F Chan Centre, 701 Castle Peak Road,
Kwai Chung, N.T., HONG KONG, Tel.: +852 2421 6363, Fax: +852 2421 3212, e-mail: boma@bomag.com
- **BOMAG FRANCE S.A.S.**, 2 Avenue du Général de Gaulle, F-91120 Chatillon, FRANCE,
Tel.: +33 1 69578600, Fax: +33 1 69962660, e-mail: france@bomag.com
- **BOMAG (GREAT BRITAIN) LTD.**, Sheldon Way, Larkfield, Aylesford, Kent ME20 6SE, GREAT BRITAIN,
Tel.: +44 1622 716611, Fax: +44 1622 718385, e-mail: gb@bomag.com
- **BOMAG Italia Srl**, Z.I. Via Mella 6, 25018 Desenzano del Garda (BS), ITALY,
Tel.: +39 030 9127263, Fax: +39 030 9127278, e-mail: italy@bomag.com
- **FAYAT BOMAG Polska Sp. z o.o.**, Szyzskowa 52, 02-285 Warsaw, POLAND,
Tel.: +48 22 620 00 00, Fax: +48 22 620 00 01, e-mail: polska@bomag.com
- **FAYAT BOMAG RUS OOO**, 114000, RF- Moscow region, Klinki, Klyazma block, h. 1-g, RUSSIA,
Tel.: +7 (495) 287 92 90, Fax: +7 (495) 287 92 91, e-mail: russia@bomag.com
- **BOMAG GmbH**, 300 Beach Road, The Concourse, #18-06, Singapore 199555, SINGAPORE,
Tel.: +65 294 1277, Fax: +65 294 1377, e-mail: singapore@bomag.com
- **BOMAG Americas, Inc.**, 2000 Kentville Road, Kewanee, Illinois 61443, U.S.A.,
Tel.: +1 309 8533571, Fax: +1 309 8520350, e-mail: usa@bomag.com

BOMAG
FAYAT GROUP