

L'ingegnere

edilizia ambiente territorio



Direttiva CPD
e marcatura CE

SISTEMA PORTUALE



Ingegnere
edilizia ambiente territorio
notiziario bimestrale di ingegneria



in questo numero

PRIMO PIANO

Il sistema portuale nel Mediterraneo e in Europa

a cura di *Oriana Giovinazzi*

Porti italiani: aspetti critici e potenzialità

di *Oriana Giovinazzi*

Focus sui porti di Genova, Venezia, Ravenna,



Civitavecchia, Napoli, Gioia Tauro, Taranto, Cagliari, Palermo

di *Oriana Giovinazzi*

Reti marittime e gerarchie portuali in Europa:

un confronto tra Nord e Sud
di *César Ducruet*

Il contributo dei porti del Mediterraneo alle rotte internazionali: il Porto di Barcellona

di *Santiago García-Milà*

Le Autostrade del Mare per lo sviluppo del Mediterraneo

di *Giampaolo Maria Cogo*

Green ports: nuove proposte tra sviluppo e protezione dell'ambiente

di *Michele Perissinotto, Stefano Soriani e Gabriele Zanetto*

Innovazione e sviluppo competitivo del sistema logistico-portuale

di *Laura Facchinelli*

GEOLOGIA

La direttiva "Prodotti da Costruzione" (CPD) e la marcatura CE dei materiali stradali

di *Sergio Storoni Ridolfi e Fabio Garbin*

LEONARDO

La tecnica delle strutture in legno: sviluppo consapevole

di *Diego Ruggeri*

TECNOLOGIE E MATERIALI

Quartiere residenziale in Andalusia

di *Gian Luca Brunetti*

numero 30-34, anno VI,
marzo-dicembre 2010

redazione

00136 Roma, via Alfredo Fusco 71/a
tel. 06 35192249-59 fax 06 35192260
e-mail

redazione.ingegnere@mancosueditore.it
website: www.mancosueditore.eu

direttore scientifico: CARLO MANCOSU
vice direttore: ENRICO MILONE

direttore responsabile: FABIO MASSI

responsabile di redazione: PAOLA SALVATORE
redazione: VALENTINA COLAVOLPE

comitato di redazione

GIAN LUCA BRUNETTI (G.L.B.)
architetto

GIOVANNI CARBONARA (G.C.)
architetto, direttore della Scuola di Specializzazione in Restauro dei Monumenti, Università "La Sapienza" di Roma

VALERIO CASALI (V.C.)
architetto

LUIGI MAURO CATENACCI (L.M.C.)
architetto

ANDREA CINUZZI (A.C.)
ingegnere

MARCO DEZZI BARDESCHI (M.D.B.)
ingegnere e architetto, professore di restauro architettonico, Politecnico di Milano-Bovisa

LAURA FACCHINELLI (L.F.)
dottoressa

GIUSEPPE GISOTTI (G.G.)

geologo e forestale, presidente SIGEA

CARLO MANCOSU (C.M.)
editore

CARLO MANNA (C.Ma.)
ingegnere, responsabile Rapporto Fonti Rinnovabili, ENEA

FABIO MASSI (F.M.)
giornalista

EUGENIO MELE (E.Me.)
avvocato, consigliere di Stato

ENRICO MILONE (E.M.)
architetto, presidente Centro Studi Ordine degli Architetti PPC (Cesarch) Roma

PLINIO PERILLI (P.P.)
scrittore e critico

ELIO PIRODDI (E.P.)
ingegnere, professore di Urbanistica, Università "La Sapienza" di Roma

CLAUDIO PODESTÀ (C.P.)
ingegnere, professore di Tecnica ed Economia dei Trasporti, Politecnico di Milano

FULCO PRATESI (F.P.)
architetto, presidente onorario WWF Italia

SILVANO STUCCHI (S.S.)
ingegnere, professore di Architettura Tecnica, Università Tor Vergata di Roma

PAOLINO ZAPPATORE (P.Z.)
ingegnere

collaboratori

ORIANA GIOVINAZZI, architetto
CÉSAR DUCRUET, Centre National de la Recherche Scientifique
SANTIAGO GARCÍA MILÀ, Subdirector de Estrategia y Comercial – Autoridad Portuaria de Barcelona
GIAMPAOLO MARIA COGO, presidente RAM S.p.A.

MICHELE PERISSINOTTO, Centro IDEAS, Università Ca' Foscari, Venezia
STEFANO SORIANI, Centro IDEAS, Università Ca' Foscari, Venezia
GABRIELE ZANETTO, Centro IDEAS, Università Ca' Foscari, Venezia
FABIO GARBIN, geologo (SIGEA)
SERGIO STORONI RIDOLFI, geologo (SIGEA)
DIEGO RUGGERI, ingegnere
GIAN LUCA BRUNETTI, architetto
LUIGI MAURO CATENACCI, architetto
MASSIMILIANO DAURELIO, architetto

impaginazione e grafica
LUCIANO CORTESI, ROBERTO DI IULIO, FABIO ZENOBI

editore

M.E. Architectural Book and Review S.r.l.
00136 Roma, via Alfredo Fusco 71/a
tel. 06 35192255 fax 06 35192260
e-mail
mancosueditore@mancosueditore.it
website: www.mancosueditore.eu

responsabile trattamento dati
CARLO MANCOSU

pubblicità

M.E. Architectural Book and Review S.r.l.
00136 Roma, via Alfredo Fusco 71/a
tel. 06 35192283 fax 06 35192260
e-mail
dir.com.pubblicita@mancosueditore.it

abbonamento: 6 numeri – € 60,00
tel. 06 35192256 fax 06 35192264

stampa

Tipografia Grafica Artigiana – Roma

in copertina: Il Porto di Valencia

Autorizzazione del tribunale di Roma n. 245 del 22.06.2005
ISSN 1826-0535

Gli articoli firmati esprimono solo l'opinione dell'autore e non impegnano la redazione, la quale è disponibile a riconoscere eventuali diritti d'autore per le immagini pubblicate, non avendone avuto la possibilità in precedenza.

I manoscritti, anche se non pubblicati, non si restituiscono.

La rivista è consultabile anche sul sito:
www.mancosueditore.eu

Le copie sono distribuite a tutti gli iscritti agli ordini degli ingegneri d'Italia, enti e istituzioni varie



Questo periodico è associato all'Unione Stampa Periodica Italiana

La direttiva “Prodotti da Costruzione” (CPD) e la marcatura CE dei materiali stradali

Le norme tecniche nazionali, il cui fine principale consiste nel garantire un livello minimo di salute e sicurezza, hanno spesso costituito un ostacolo alla libera circolazione delle merci fra i diversi Paesi della UE. Per cercare di eliminare queste barriere tecniche la politica comunitaria ha adottato due principi fondamentali:

1. il principio di mutuo riconoscimento: in assenza di una legislazione europea di armonizzazione, gli Stati membri devono riconoscere reciprocamente i prodotti provenienti dagli altri Paesi UE, fabbricati nel rispetto dei regolamenti tecnici nazionali;
2. l'armonizzazione dei regolamenti tecnici nazionali attraverso le direttive, che vincolano lo Stato membro al raggiungimento di un obiettivo, mantenendone la competenza sulla forma e i mezzi con i quali raggiungere tali risultati.

Le direttive pertanto non sono atti comunitari direttamente vincolanti per gli Stati membri, ma devono essere introdotte attraverso provvedimenti nazionali di recepimento.

Una direttiva tipo è strutturata secondo i seguenti criteri:

- definizione del campo di applicazione, dove vengono descritti i prodotti coperti dalla direttiva;
- affermazione della clausola generale di immissione sul mercato: possono essere immessi sul mercato comunitario solo i prodotti che, installati e utilizzati conformemente alla loro destinazione, siano conformi ai requisiti essenziali di sicurezza previsti da ciascuna direttiva. Responsabile dell'immissione sul mercato di prodotti sicuri è il fabbricante (o eventualmente l'importatore);
- principio di conformità: i prodotti conformi alle norme tecniche elaborate dagli organismi di normalizzazione europei (norme armonizzate) beneficiano di una presunzione di conformità nei confronti dei requisiti essenziali della direttiva;
- procedure di certificazione: ciascuna direttiva stabilisce le procedure a cui vanno sottoposti i prodotti per dimostrare la conformità ai requisiti essenziali (quindi per apporre la marcatura CE). La complessità delle procedure aumenta col crescere della pericolosità del prodotto: in molti casi è sufficiente quella che viene impropriamente chiamata “autocertificazione”, cioè la dichiarazione di conformità redatta e firmata dallo stesso fabbricante, ovviamente dopo aver provveduto a verificare la conformità del prodotto con quanto previsto dalla direttiva; per prodotti più pericolosi è invece necessario prevedere sistemi di controllo del processo in fabbrica e l'intervento di un organismo notificato che accerti tali conformità;
- elaborazione di un fascicolo tecnico: costituito dalla documentazione tecnica utile a dimostrare la conformità dei prodotti ai requisiti della direttiva;
- definizione del periodo transitorio: la maggior parte delle direttive prevede un periodo transitorio durante il quale il produttore può scegliere se immettere sul mercato prodotti conformi alla direttiva di riferimento o alla le-

gisolazione nazionale preesistente. Al termine del periodo transitorio invece deve essere applicata solo la normativa comunitaria, escludendo quindi ogni regolamentazione nazionale preesistente relativa agli stessi prodotti e concernente gli stessi requisiti essenziali della direttiva.

L'organismo generale europeo di normazione è il CEN (per l'ambito elettromeccanico è il CENELEC e per le telecomunicazioni l'ETSI). Sono membri del CEN gli organismi nazionali di normazione (per l'Italia l'UNI). L'elaborazione delle norme del CEN è compito dei comitati tecnici (*technical committee*, TC) i quali possono organizzarsi in sotto-commissioni (SC) e in gruppi di lavoro (WG) per argomenti e/o compiti specifici.

Lo strumento contrattuale attraverso cui la Commissione Europea incarica il CEN di predisporre le norme armonizzate specifiche per ogni prodotto, è il “mandato”. Lo schema dell'*iter* procedurale per l'adozione di una norma armonizzata è il seguente:

- la Commissione predisporre il mandato per una famiglia di prodotti;
- il mandato viene inviato al CEN (o agli altri comitati di standardizzazione);
- il CEN predisporre la norma tecnica per la famiglia di prodotti;
- la norma, dopo l'approvazione in ambito CEN, viene inviata alla Commissione che ne verifica la conformità al mandato iniziale e quindi la fa pubblicare sulla «Gazzetta Ufficiale» (OJ);
- la norma diventa armonizzata e sostituisce tutte le norme nazionali.

La condizione fondamentale per l'affissione della marcatura CE su un prodotto è la dichiarazione di conformità, sottoscritta dal produttore, che rappresenta l'atto formale con cui esso dichiara, sotto la propria responsabilità, che il prodotto è conforme all'allegato ZA della specifica norma armonizzata. Con il termine “conformità” si deve intendere la rispondenza di un prodotto, processo o servizio ai requisiti specificati nella direttiva di riferimento che, pur avendo carattere di obbligatorietà per il produttore, non contiene tuttavia alcuna indicazione per quanto riguarda i requisiti tecnici dei singoli prodotti. Per verificare la conformità, le direttive rimandano quindi alle specifiche norme armonizzate sui prodotti. A sua volta, il sistema di attestazione è la procedura pratica mediante la quale viene documentata la conformità del prodotto a tali norme e deve essere messa in opera dal produttore sotto la propria diretta responsabilità o attraverso il coinvolgimento di un organismo di certificazione, di ispezione o di un laboratorio (organismi notificati). Gli organismi notificati (*notified body*, NB) sono parti terze indipendenti che posseggono le competenze necessarie per poter eseguire le prove, ispezioni o altri tipi di verifica di conformità previsti dalle direttive, i cui compiti sono riportati nella tabella 1.

Tabella 1 – Gli organismi notificati

Categoria	Incarico
Organismo di certificazione	Rilascia il certificato di conformità, a seconda del sistema di attestazione della conformità da applicare al prodotto da costruzione o al controllo del processo di fabbrica, secondo regole procedurali date. La base per la certificazione sono i risultati dell'attività di ispezione e, a seconda dei casi, di prova
Organismo di ispezione	Svolge le proprie funzioni di ispezione, di valutazione iniziale e successive ispezioni di sorveglianza del controllo di produzione di fabbrica attuato dal produttore, così come, se previsto, del prelievo di campioni, secondo specifici criteri. Esso relaziona correntemente, ove previsto, la propria attività a un organismo di certificazione notificato
Laboratorio di prova	Provvede a misurare, esaminare, provare o determinare in altro modo le caratteristiche o le prestazioni del prodotto da costruzione, fornito dal produttore ovvero prelevato durante l'eventuale processo di sorveglianza (sistema di attestazione 1+) dall'organismo di ispezione. Esso relaziona correntemente o, nel caso di sistema di attestazione 3, emette dei propri rapporti di prova sotto notifica

La legislazione comunitaria prevede differenti sistemi di attestazione fra i quali la Commissione assegna quello più idoneo da applicare al prodotto (o alla famiglia di prodotti), in funzione dell'importanza e del tipo di impiego che il prodotto assumerà nella costruzione, rispetto ai requisiti essenziali (in particolare quelli riguardanti la salute e la sicurezza).

della standardizzazione dei prodotti per la libera circolazione delle merci all'interno dei Paesi della Comunità. Essa è indirizzata agli Stati membri, è obbligatoria e deve essere trasposta, cioè resa attuativa, nel corpo legislativo nazionale. In Italia il recepimento della CPD è avvenuto tramite il DPR n. 246/1993 e il successivo DPR n. 499/1997, che ha considerato l'avvenuto successivo emendamento alla CPD.

Tabella 2 – I diversi sistemi di attestazione previsti dalla legislazione comunitaria

Sistema di attestazione	Compiti del produttore	Compiti dell'organismo notificato	Condizione per la marcatura CE
4	Prove iniziali di tipo sul prodotto (ITT) Controllo del processo di fabbrica (FPC)		Dichiarazione di conformità da parte del produttore
3	Controllo del processo di fabbrica	Prove iniziali di tipo sul prodotto	Dichiarazione di conformità da parte del produttore
2	Prove iniziali di tipo sul prodotto (ITT) Controllo del processo di fabbrica (FPC)	Certificazione del controllo del processo di fabbrica sulla base di un'ispezione iniziale	Dichiarazione di conformità da parte del produttore, accompagnata dalla certificazione del controllo del processo di fabbrica
2+	Prove iniziali di tipo sul prodotto (ITT) Controllo del processo di fabbrica (FPC) Prove su campioni di prodotto secondo un programma di prove definito	Certificazione del controllo del processo di fabbrica sulla base di un'ispezione iniziale, di una sorveglianza continua, della valutazione e approvazione del controllo del processo di fabbrica	Dichiarazione di conformità da parte del produttore, accompagnata dalla certificazione del controllo del processo di fabbrica
1	Controllo del processo di fabbrica (FPC) Prove ulteriori su campioni di prodotto secondo un programma di prove definito	Prove iniziali di tipo sul prodotto Ispezione iniziale della fabbrica e del controllo del processo di fabbrica Sorveglianza continua, valutazione e approvazione del controllo del processo di fabbrica	Dichiarazione di conformità da parte del produttore, accompagnata da certificato di conformità del prodotto
1+	Controllo del processo di fabbrica (FPC) Prove ulteriori su campioni di prodotto secondo un programma di prove definito	Prove iniziali di tipo sul prodotto Ispezione iniziale della fabbrica e del controllo del processo di fabbrica Sorveglianza continua, valutazione e approvazione del controllo del processo di fabbrica Prove di verifica di campioni prelevati in fabbrica, sul mercato o in cantiere	Dichiarazione di conformità da parte del produttore, accompagnata da certificato di conformità del prodotto

Nel processo che conduce alla marcatura di un prodotto ci sono due momenti fondamentali. Il primo è relativo alla definizione delle sue caratteristiche prima della immissione sul mercato, tramite prove iniziali di tipo (*initial type testing*, ITT); il secondo è l'insieme dei controlli atti ad assicurare che le caratteristiche iniziali determinate siano mantenute nel tempo mediante il controllo del processo di fabbrica (*factory production control*, FPC).

La direttiva "Prodotti da Costruzione"

La direttiva "Prodotti da Costruzione" (*Construction Product Directive* 89/106/CEE, CPD) si inquadra nel filone

L'obiettivo della libera circolazione delle merci viene raggiunto imponendo agli Stati membri di assumere tutte le misure necessarie affinché soltanto i prodotti considerati idonei per l'utilizzo previsto possano essere immessi sul mercato comunitario e, di conseguenza, ne sia consentita la libera circolazione. L'idoneità all'impiego significa che i prodotti possiedono caratteristiche tali per cui le opere nelle quali debbono essere incorporati, montati, applicati o installati possono soddisfare, se propriamente progettate e fabbricate, i requisiti essenziali previsti dalla direttiva, e cioè:

1. resistenza meccanica e stabilità;
2. sicurezza in caso d'incendio;

3. igiene, salute e ambiente;
4. sicurezza in uso;
5. protezione contro il rumore;
6. risparmio energetico e ritenzione del calore.

Ciascuno di questi requisiti deve inoltre far riferimento a un settimo requisito: la durabilità, ovvero la permanenza per un ragionevole periodo di tempo dei requisiti sopra elencati.

I materiali stradali

La CPD definisce con il termine “materiale da costruzione” qualsiasi prodotto/materiale destinato a essere permanentemente incorporato in opere da costruzione (edifici e opere di ingegneria civile in genere). In questo contesto, quindi, anche gli inerti, i conglomerati bituminosi e il bitume stesso sono materiali che subiscono lavorazioni, entrano a far parte di una costruzione e sono considerati prodotti, la cui attività normativa è seguita dal Comitato Tecnico CEN/TC 227 *Road Materials* che si articola in cinque gruppi di lavoro:

- WG 1 Conglomerati bituminosi;
- WG 2 Trattamenti superficiali;
- WG 3 Materiali per pavimentazioni a base di calcestruzzo, compresi i materiali per riempimento e sigillatura dei giunti;
- WG 4 Materiali per misti cementati, misti granulari non legati e materiali marginali;
- WG 5 Caratteristiche superficiali.

Altri comitati tecnici che si occupano di prodotti per la costruzione di strade sono:

- CEN/TC 154 Aggregati;
- CEN/TC 178 Elementi per pavimentazioni e marciapiedi;
- CEN/TC 189 Geosintetici;
- CEN/TC 336 Leganti bituminosi.

La marcatura CE per gli aggregati

Le norme armonizzate sugli aggregati per la traduzione dei sei requisiti essenziali per i prodotti da costruzione, previsti dalla direttiva, in requisiti tecnici specifici che permettano di caratterizzare gli aggregati sono nate attraverso il Mandato M/125 *Aggregati naturali, da frantumazione, da processo industriale, riciclati*. Il CEN, allo scopo di rendere operativa la direttiva, ha elaborato le norme riportate nella tabella 3. I sistemi di attestazione previsti, in relazione alla sicurezza dell’opera, sono due: il 2+ e il

4. Con decreto ministeriale 7 aprile 2004 *Applicazione della Direttiva 89/106/CEE* sono state pubblicate le corrispondenti norme italiane di recepimento, la data di entrata in vigore delle norme armonizzate (marcatura CE volontaria) e la fine del periodo di coesistenza delle disposizioni legislative nazionali preesistenti (marcatura CE obbligatoria), fissato per il 1° giugno 2004. A partire da tale data, per le sette categorie di aggregati è obbligatoria la marcatura CE. Il successivo decreto ministeriale 11 aprile 2007 ha individuato, per l’Italia, i prodotti e i relativi metodi di conformità degli aggregati che sono il 2+, o il 4, a seconda dell’uso strutturale o meno.

Aggregati per conglomerati bituminosi (UNI EN 13043)

La norma specifica le proprietà di aggregati e *filler* da utilizzare nei conglomerati bituminosi e trattamenti superficiali di strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico. Non riguarda l’utilizzo di conglomerati bituminosi fresati (di riciclo).

Data la natura degli aggregati dei sei requisiti essenziali previsti dalla direttiva, solo i seguenti tre risultano applicabili:

- resistenza meccanica e stabilità (requisito essenziale 1);
- igiene, salute e ambiente (requisito essenziale 3);
- sicurezza nell’utilizzo (requisito essenziale 4).

Per il soddisfacimento dei requisiti 1 e 4 vengono definite come proprietà prestazionali determinanti:

- la dimensione;
- la forma e la massa volumica dei granuli;
- la percentuale di granuli frantumati;
- la pulizia;
- la resistenza alla frammentazione, all’abrasione e all’usura;
- l’assorbimento d’acqua.

Per il soddisfacimento del requisito 3 devono essere controllati i contaminanti leggeri di grosse dimensioni.

Deve inoltre essere garantita la durabilità nei confronti degli agenti che possono risultare importanti (gelo e disgelo, sali disgelanti, alcali ecc.).

Le proprietà degli aggregati sono descritte in tre sezioni riguardanti rispettivamente:

- i requisiti geometrici;
- i requisiti fisico-meccanici;
- i requisiti chimici.

Tabella 3 – Norme elaborate dal CEN per rendere operativa la direttiva “Prodotti da Costruzione”

Norma Europea	Titolo
EN 12620	Aggregati per calcestruzzo
EN13242	Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l’impiego in ingegneria civile e nella costruzione stradale
EN13285	Miscela non legate: specifiche
EN 13043	Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico
EN13450	Aggregati per massicciate ferroviarie
EN13383-1	Aggregati grossi per opere idrauliche – Parte 1: specifiche
EN13139	Aggregati per malta
EN13055-1	Aggregati leggeri – Parte 1: aggregati leggeri per calcestruzzo e malta
EN13055-2	Aggregati leggeri – Parte 2: aggregati leggeri per miscele bituminose, trattamenti superficiali e applicazioni per materiali legati e non legati, escluse applicazioni con calcestruzzo e malta

Requisiti geometrici. Il più importante requisito geometrico dell'aggregato è la distribuzione granulometrica (categoria G) che definisce le classi granulometriche riportate nella tabella 4. La prova è eseguita per setacciatura,

Il contenuto di fini dell'aggregato permette di classificare il materiale conformemente alla categoria f (tab. 6), basandosi sulla percentuale $p_{0,063}$ (passante al setaccio 0,063 mm), il cui valore stabilisce le modalità di valutazione del

Tabella 4 – Categorie per la designazione della granulometria

Aggregato	Dimensione (mm)	Percentuale del passante in massa					Categoria G
		2D	1.4 D	D	d	2/2	
Grosso	D>2	100	100	90-99	0-10	0-2	G _c 90/10
		100	98-100	90-99	0-15	0-5	G _c 90/15
		100	98-100	90-99	0-20	0-5	G _c 90/20
		100	98-100	85-99	0-15	0-2	G _c 85/15
		100	98-100	85-99	0-20	0-5	G _c 85/20
		100	98-100	85-99	0-35	0-5	G _c 85/35
Fine	D ≤ 2	100		85-99	–	–	G _F 85
Misto	D ≤ 45 e d = 0	100	98-100	90-99	–	–	G _A 90
		100	98-100	85-99	–	–	G _A 85

conformemente alla EN 933-1 e alla EN 933-2, utilizzando, a seconda delle dimensioni D/d dell'aggregato, setacci appartenenti rispettivamente alla serie di base, alla serie di base +1 o alla serie di base +2. Le classi granulometriche sono definite, per l'aggregato grosso, mediante la percentuale minima di passante al setaccio superiore e quella massima al setaccio inferiore, mentre per il materiale fine o in frazione unica la categoria rappresenta solamente la percentuale minima di passante al setaccio superiore.

Tabella 5 – Requisiti geometrici: classi granulometriche

Serie di base (mm)	Serie di base + serie 1	Serie di base + serie 2
0	0	0
1	1	1
2	2	2
4	4	4
-	5,6(5)	-
-	-	6,3(6)
8	8	8
-	-	10
-	11,2(11)	-
-	-	12,5(12)
-	-	14
16	16	16
-	-	20
-	22,4(22)	-
31,5(32)	31,5(32)	31,5(32)
-	-	40
-	45	-
63	63	63

d=dimensione nominale inferiore
 D=dimensione nominale superiore
 Il rapporto D/d deve essere non inferiore a 1,4

contenuto di fini nocivi (ad esempio il rigonfiamento dell'argilla):

- se $p_{0,063}$ non è maggiore del 3% non sono necessarie ulteriori prove;
- se $p_{0,063}$ è compreso tra il 3 e il 10% la quantità di fini nocivi presenti nella frazione 0/0,125 mm viene determinata con la prova del blu di metilene (UNI EN 933-9); le classi di categoria MB_F previste sono: MB_F10, MB_F25 e MB_F (dichiarata per un valore di blu di metilene rispettivamente ≤ 10; ≤ 25 e > 25);
- se $p_{0,063}$ è maggiore del 10% il contenuto di fini deve soddisfare i requisiti dell'aggregato *filler*.

Nei capitolati Autostrade SpA e ANAS per valutare la qualità dei fini è prevista invece la prova dell'equivalente in sabbia. La norma prevede anche la determinazione della forma dei granuli dell'aggregato grosso, mediante l'assegnazione di una specifica categoria FI in base al valore assunto dal coefficiente di appiattimento (UNI EN 933-3) e utilizzando, quando richiesto, anche l'indice di forma (UNI EN 933-4) da dichiararsi in conformità alla categoria SI da abbinare alla categoria FI (tab. 7). Sempre per quanto concerne l'aggregato grosso la norma qualifica l'inerte nella categoria C ottenuta in base alle percentuali di granuli costituenti rispettivamente frantumati, totalmente frantumati e arrotondati, prendendo così in esame un requisito geometrico non previsto dalle norme CNR. Infatti per gli aggregati da utilizzare in conglomerati bituminosi la

Tabella 6 – Categorie per il contenuto e la qualità dei fini

Aggregato	Categorie per il contenuto dei fini		Categorie per la qualità dei fini	
	Percentuale del passante sullo staccio da 0,063 mm	Categoria f	Valore del Blu MB _F (g/kg)	Categoria MB _F
Grosso	0,5 1 2 4 >4	f _{0,5} f ₁ f ₂ f ₄	– ≤ 10 ≤ 25 >20	MB _{FNT} MB _{F10} MB _{F25}
	Senza requisiti	f _{dichiarato} f _{NR}	Senza requisiti	MB _F Dichiarato MB _{FNR}
Fine	3 10 16 22 >22	f ₃ f ₁₀ f ₁₆ f ₂₂	Non è richiesta l'indagine sulla qualità dei fini se il contenuto nell'aggregato fine (o misto ≤ 8) è minore di 3% Se il contenuto in fini è 3÷10% si determina il contenuto in argilla con la prova al blu metilene Per contenuto in fini >10% si rimanda ai requisiti del filler	
	Senza requisiti	f _{dichiarato} f _{NR}		

Tabella 7 – Categorie per la forma dell'aggregato grosso

Indice di appiattimento	Categoria FI	Indice di forma	Categoria SI
≤10	FI ₁₀	≤15	SI ₁₅
≤15	FI ₁₅	≤20	SI ₂₀
≤20	FI ₂₀	≤25	SI ₂₅
≤25	FI ₂₅	≤30	SI ₃₀
≤30	FI ₃₀	≤35	SI ₃₅
≤35	FI ₃₅	≤50	SI ₅₀
≤50	FI ₅₀	>50	SI _{dichiarato}
>50	FI _{dichiarato}	Nessun requisito	SI _{NR}
Nessun requisito	FI _{NR}		

normativa italiana non prevede una prova specifica finalizzata alla determinazione del grado di frantumazione del materiale, anche se, ad esempio, il capitolato ANAS, vieta l'utilizzo di materiale arrotondato negli strati di collegamento e usura, e ammette la presenza di ghiaia e ghiaietto fino a un rapporto massimo del 30% in massa per lo strato di base. La granulometria del *filler* (cioè l'aggregato, di origine minerale, prodotto separatamente e poi addizionato) è determinata con setacciatura a getto d'aria (UNI EN 933-10), individuando le frazioni granulometriche 0,125/2 mm, 0,063/0,125 e frazioni < 0,063 mm, mediante la vagliatura del materiale all'interno dell'apparecchio. La presenza dei nocivi viene stabilita sempre in base al valore di blu di metilene.

Requisiti fisici e meccanici. Un requisito importante per la caratterizzazione meccanica di un aggregato ai fini del suo impiego in campo stradale è la resistenza alla frammentazione, valutata mediante la categoria LA, legata al coefficiente *Los Angeles* (UNI EN 1097-2), determinato con procedure in parte diverse rispetto alla corrispondente norma CNR.

Le definizioni delle masse volumiche (UNI EN 1097-6) rispettivamente apparente (r_a), dei granuli pre-essiccati in stufa (r_{sd}), dei granuli in condizione di saturazione a superficie asciutta (r_{ssD}), nonché l'assorbimento d'acqua dopo 24 h di immersione (WA_{24}), sono riportati nella tabella 8. Il criterio di determinazione di tali grandezze fisiche varia a seconda della dimensione dell'aggregato, poiché se questa presenta valore 0,063/4 mm o 4/31,5 mm si usa il metodo del picnometro, altrimenti se la dimensione del materiale è 31,5/63 mm la determinazione di tali grandezze avviene con il metodo del cestello.

Come prova per il requisito della durabilità, viene considerata la resistenza al gelo/disgelo valutata mediante il valore di assorbimento d'acqua determinato con il metodo

del cestello a rete, portando i granuli alla condizione di saturazione tramite immersione in acqua senza ottenere la massa costante (EN 1097-6, punto 7), oppure protrahendo l'assorbimento fino al raggiungimento di quest'ultima (UNI EN 1097-6, appendice B). Nel primo caso, si ritiene l'aggregato resistente al gelo/disgelo quando il valore dell'assorbimento d'acqua non è maggiore dell'1% oppure del 2% (classi di categoria $WA_{24,1}$ e $WA_{24,2}$), nel secondo caso invece il materiale resiste al gelo/disgelo per valori di assorbimento d'acqua che non superino il valore massimo 0,5 cm. La perdita di resistenza che il materiale subisce a causa dei cicli di gelo/disgelo può essere determinata anche secondo la UNI EN 1367-1, considerando la perdita di massa delle frazioni di prova degli aggregati a granulometria omogenea, in seguito a immersione in acqua e all'azione di 10 cicli di congelamento a -17,5 °C e scongelamento a 20 °C. Al termine della prova si valutano eventuali modifiche dei campioni (ad esempio la formazione di cricche) e si calcola la perdita di massa in funzione della percentuale di passante al setaccio di dimensione pari alla metà della dimensione inferiore dei campioni, designando una classe della corrispondente categoria F:

$$F = 100 (M_1 - M_2) / M_1;$$

F = perdita di percentuale di massa dei tre campioni di prova dopo i cicli di gelo e disgelo;

M_1 = massa totale iniziale dei tre campioni di prova essiccati (in g);

M_2 = massa finale dei tre campioni di prova essiccati, trattata sullo specifico setaccio (in g).

Requisiti chimici. I principali sono quelli riportati nella tabella 9.

Tabella 9 – Requisiti chimici

Composizione chimica
Se richiesto si determina la composizione chimica dell'aggregato secondo EN 932-3 e si dichiarano i valori dei risultati
Contaminanti leggeri di grosse dimensioni
Se richiesto si determina, secondo EN 1744-1, il contenuto in contaminanti leggeri organici di grosse dimensioni (> 2 mm) e si dichiara il valore in termini di categoria
Costituenti che riguardano la stabilità volumetrica di loppa d'alto forno e loppe d'acciaio
Disintegrazione di silicato bicalcico Disintegrazione ferrosa delle scorie d'alto forno Stabilità di volume delle scorie d'acciaio

Tabella 8 – Definizione delle masse volumiche dei granuli e assorbimento d'acqua

Massa volumica apparente dei granuli (Mg/m ³)	Massa volumica dei granuli pre-essiccati in stufa (Mg/m ³)	Massa volumica dei granuli in condizione di saturazione a superficie asciutta (Mg/m ³)	Assorbimento acqua (%)
$\rho_a = \rho_w \frac{M_1}{M_1 - (M_2 - M_3)}$	$\rho_{sd} = \rho_w \frac{M_1}{M_1 - (M_2 - M_3)}$	$\rho_{ssD} = \rho_w \frac{M_1}{M_1 - (M_2 - M_3)}$	$WA_{24} = \rho_w \frac{100(M_1 - M_2)}{M_1}$
M ₁ - Massa in aria dell'aggregato saturo a superficie asciutta, in g			
M ₂ - Massa apparente in acqua del cestello con il campione di aggregato saturo, in g			
M ₃ - Massa apparente in acqua del cestello vuoto, in g			
M ₄ - Massa in aria del campione essiccato in stufa, in g			
ρ _w - Densità dell'acqua alla temperatura registrata all'atto della valutazione di M ₂			

La Marcatura CE per i conglomerati bituminosi

Le norme armonizzate sui conglomerati bituminosi sono nate in risposta al Mandato M/124 *Prodotti per la costruzione di strade*, che riguarda i seguenti prodotti:

- bitume ed emulsioni bituminose per conglomerati bituminosi e trattamenti superficiali;
- conglomerati bituminosi;
- trattamenti superficiali;
- sistemi di impermeabilizzazione di impalcati per ponti;
- prodotti accessori per le strade in calcestruzzo.

La marcatura CE regola solo le fasi di produzione e consegna del prodotto, mentre è esclusa la fase di posa in opera. Il periodo transitorio si è concluso il 1° marzo 2008. Le caratteristiche fanno riferimento alle norme armonizzate della serie EN 13108 che comprende tutti i conglomerati bituminosi prodotti con legante tradizionale (UNI EN 12591) e modificato (UNI EN 14023).

Tabella 10 – Serie EN 13108 che comprende tutti i conglomerati bituminosi prodotti con legante tradizionale e modificato

Norma Europea	Titolo
EN 13108 – 1	Conglomerato bituminoso a caldo
EN 13108 – 2	Conglomerato bituminoso per strati molto sottili
EN 13108 – 3	Conglomerato bituminoso con bitume molto tenero
EN 13108 – 4	Conglomerato bituminoso chiodato
EN 13108 – 5	Conglomerato bituminoso antisdrucchiolo chiuso
EN 13108 – 6	Asfalto colato
EN 13108 – 7	Conglomerato bituminoso a elevato contenuto di vuoti
EN 13108 – 8	Conglomerato bituminoso fresato
EN 13108 – 20	Prove iniziali di tipo
EN 13108 – 21	Controllo di produzione in stabilimento

La norma individua quale unico sistema di attestazione per i conglomerati bituminosi a caldo il sistema 2+. Per la definizione dei requisiti dei materiali costituenti e delle miscele, l'insieme delle norme UNI EN 13108 rimanda puntualmente alle specifiche comprese nelle norme UNI EN 12697 che precisano i parametri e le condizioni di prova.

Dei sei requisiti essenziali della direttiva, sono applicabili solo quelli riportati nella tabella 11.

I materiali costituenti considerati sono:

- il legante bituminoso;
- l'aggregato lapideo;
- il conglomerato bituminoso riciclato;
- gli additivi.

Per quanto riguarda il bitume, è richiesta la conformità alla UNI EN 12591 per il tipo tradizionale, alla UNI EN 14023 per il tipo modificato e alla UNI EN 13294 per il bitume duro a bassa penetrazione.

Gli aggregati lapidei sono raggruppati nei seguenti tipi:

- aggregato grosso (dimensioni più piccole $d > 2$ mm);
- aggregato fine (dimensioni più piccole $D < 2$ mm);
- aggregati in frazione unica (misto di aggregati grossi e fini);
- *filler* (frazione granulometrica inferiore a 0,063 mm).

Gli aggregati devono essere conformi ai requisiti previsti dalla norma UNI EN 13043 che, come visto, ne specifica i requisiti ai fini della marcatura CE.

Sono previsti i seguenti tipi di compattazione in laboratorio del materiale sciolto:

- a impatto (UNI EN 12697-30);
- con pressa giratoria (UNI EN 12697-31);
- a vibrazione (UNI EN 12697-32);
- con compattatore a rullo (UNI EN 12697-33).

La determinazione della stabilità Marshall (UNI EN 12697-34), largamente utilizzata in Italia, è prevista solo per le applicazioni aeroportuali, specificate con l'approccio empirico. Le caratteristiche principali prese in considerazione sono le seguenti:

- vuoti residui (V): rappresenta la percentuale di vuoti del conglomerato bituminoso, rispetto al volume della miscela compattata;
- vuoti riempiti di bitume (VFB): rappresenta la percentuale dei vuoti che viene riempita di bitume;
- vuoti nell'aggregato minerale (VMA): è il volume dei vuoti intergranulari di una miscela di conglomerato bituminoso compattato ed è composto dalla somma della percentuale dei vuoti residui della miscela e il contenuto di bitume non adsorbito dall'aggregato;
- vuoti a 10 rotazioni (V10G): rappresenta la percentuale dei vuoti di un conglomerato compattato mediante compattatore giratorio con 10 rotazioni. L'energia corrispondente misurata è utile a stabilire la densità della miscela al momento della posa in opera da parte della vibrofinitrice, prima del passaggio del rullo;
- contenuto di legante: definisce la quantità di legante utilizzato nella miscela, che deve garantire un idoneo rivestimento di tutti gli inerti. È un parametro strettamente dipendente dalla curva granulometrica scelta per il conglomerato bituminoso. Un eccesso di bitume può condurre a fenomeni di refluentamento ed eccessivo scorrimento fra i granuli a scapito della stabilità della miscela stessa; una sua deficienza determina un ricoprimento parziale della superficie degli inerti con conseguente assenza di legame tra i granuli che può portare a fenomeni di disgregazione;
- resistenza alla deformazione permanente (ormaiamento): misura la resistenza di un conglomerato bituminoso all'accumulo di deformazioni irreversibili, generate dal passaggio ripetitivo dei veicoli (metodo della traccia delle ruote o metodo della prova triassiale);
- temperatura della miscela: fornisce un controllo sull'eccessivo riscaldamento della miscela con perdita irreparabile delle caratteristiche visco-elastiche del legante (temperatura in fase di produzione) e sul livello minimo di lavorabilità che garantisce una corretta compattazione (temperatura alla fase di consegna);
- rigidità: rappresenta la capacità del conglomerato bituminoso di diffondere le tensioni al proprio interno;
- resistenza a fatica: la fatica è un fenomeno che si verifica in un conglomerato bituminoso sottoposto a sollecitazioni cicliche, caratterizzate da un carico inferiore al carico a rottura. La resistenza a fatica corrisponde al numero di cicli di applicazione del carico tali da indurre la fessurazione nel materiale oppure un decadimento del suo modulo di rigidità;

Tabella 11 – Conglomerati bituminosi

Requisiti essenziali direttiva CPD	Caratteristiche	Requisiti
1 e 4	Adesione del legante all'aggregato	<ul style="list-style-type: none"> < Temperatura della miscela < Contenuto di legante < Vuoti residui < Sensibilità dell'acqua
	Rigidezza	<ul style="list-style-type: none"> < Temperatura della miscela < Contenuto di legante < Granulometria < Vuoti residui
	Resistenza alle deformazioni permanenti	<ul style="list-style-type: none"> < Temperatura della miscela < Contenuto di legante < Granulometria < Vuoti residui < Determinazione dei vuoti riempiti di bitume (VFB) < Determinazione dei vuoti nell'aggregato minerale (VMA) < Resistenza alla deformazione permanente
	Resistenza a fatica	<ul style="list-style-type: none"> < Temperatura della miscela < Contenuto di legante < Vuoti residui
	Resistenza allo scivolamento	<ul style="list-style-type: none"> < Contenuto di legante < Granulometria < Vuoti residui
	Resistenza all'abrasione	<ul style="list-style-type: none"> < Contenuto di legante < Granulometria
	Permeabilità	<ul style="list-style-type: none"> < Contenuto di legante < Granulometria < Vuoti residui < Permeabilità del provino
	2	Reazione al fuoco
Misto	Assorbimento del rumore	<ul style="list-style-type: none"> < Contenuto di legante < Granulometria < Vuoti residui

– permeabilità: viene misurata solo nel caso di conglomerati bituminosi ad alto tenore di vuoti per fornire informazioni sulla capacità drenante dovuta all'elevata percentuale dei vuoti.

Una delle principali particolarità presente nella UNI EN 13108 è costituita dalla possibilità di scegliere fra due possibili metodi di approccio (almeno per i prodotti compresi nella parte 1: *Conglomerati bituminosi a caldo*):

– metodo empirico: di carattere prescrittivo, basato sulla puntuale definizione dei requisiti delle miscele e dei materiali costituenti, dai quali si possono dedurre le prestazioni del conglomerato bituminoso (si determina una grandezza da cui è possibile evincere una prestazione in opera – *performance related*);

– metodo fondamentale: di carattere prestazionale in cui i requisiti, direttamente misurati, possono essere correlati con le prestazioni del prodotto finito (*performance based*).

Un esempio di prova meccanica di tipo empirico è la prova Marshall (UNI EN 12697-34) in quanto il massimo carico applicato al provino (stabilità), la deformazione conseguente (scorrimento) e il rapporto tra queste due grandezze (rigidezza) non sono una misura di prestazione del conglomerato bituminoso, perché rappresentano parametri meccanici ottenuti nella condizione limite di rottura del provino. Esempi prestazionali sono la prova per il calcolo del modulo di rigidezza (UNI EN 12697-26), la prova a fatica (UNI EN 12697-24), la prova di *creep* (UNI EN

12697-25), la prova di ormaiamento (UNI EN 12697-22) ecc. La norma non ammette invece la combinazione tra l'approccio empirico e quello fondamentale (eccesso di specifiche).

Dopo aver elencato le principali caratteristiche delle norme europee, è doveroso ricordare che la marcatura CE non è l'unica condizione perché i prodotti possano essere messi in opera, in quanto il materiale deve avere anche le caratteristiche tecniche e/o prestazionali richieste dai vari capitoli. Le norme armonizzate sono infatti norme di prodotto che nulla hanno a che fare con l'accettazione del prodotto stesso nei lavori e nelle opere cui i prodotti sono destinati. Tale accettazione dipende dalle norme tecniche di impiego dei prodotti, in cui sono definite le specifiche che essi devono possedere al fine di essere impiegati nelle opere. Nelle norme armonizzate pertanto viene lasciata aperta anche la possibilità di non certificare quelle caratteristiche che non sono regolamentate dalla normativa nazionale di impiego di almeno uno Stato membro (nessuna prestazione determinata, NPD). In Italia, ad esempio, per il capitolato ANAS (2009) i requisiti obbligatori richiesti sono solo:

- temperatura delle miscela alla produzione e alla consegna (valori di soglia);
- contenuto minimo di legante (categoria e valore reale);
- composizione granulometrica (%);
- contenuto dei vuoti a 10 rotazioni (categoria e valore reale).

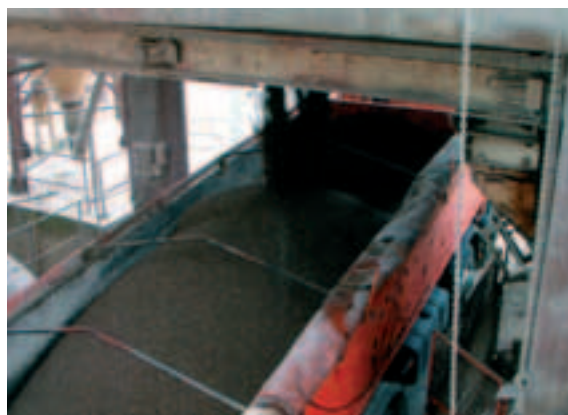
Per gli altri requisiti è lecito indicare la categoria NPD.

Sergio Storoni Ridolfi e Fabio Garbin – Sigea

Zaha Hadid,
Terminal,
Strasbourg



 n. organismo notificato		
SOCIETA' 08 n. certificato		
EN 13108-1 Conglomerato Bituminoso per strade, piste aeroportuali e altre aree trafficate CS 12,5 USURA SM 60/70 Impianto di XXXXXXX		
Requisiti generali + Requisiti empirici		
Contenuto di asfalto		
- minimo	V_{min}	10%
- massimo	V_{max}	10%
Modulo di usura (misurato da laboratorio)	VFB_{max}	10%
Modulo di usura (misurato in campo)	VFB_{max}	10%
Stabilità all'usura (misurato in campo)	VMA_{max}	11
Stabilità all'acqua	$ITSR$	10%
Resistenza all'irraggiamento di materiali minerali sottili	ADR_{10}	10%
Resistenza al fuoco	Euroclasse	10%
Temperatura della miscela	t_{max}	140°C
Stabilità		
quantità di additivi	W	10%
	123	10%
	4	10%
	4	10%
	3	10%
	$0,2$	10%
	$0,25$	10%
	$0,001$	10%
	$0,001$	10%
Contenuto di legante	R_{max}	10%
Stabilità		
stabilità statica	S_{max}	10%
stabilità dinamica	P_{max}	10%
spaccatura	F	10%
stabilità idraulica	Q_{max}	10%
Resistenza alla deformazione permanente		
Dispositivo grande profondità del sesto	J	10%
Dispositivo grande profondità del sesto	WTD_{max}	10%
Dispositivo grande profondità del sesto	PRC_{max}	10%
Dimensione di prova determinata secondo la UNI EN 12196-01		



A sinistra:
esempio di
certificato di
marcatura CE,
dal Capitolato
Speciale
D'Appalto, Norme
Tecniche per le
Pavimentazioni
Stradali e
Autostradali, ANAS
SpA 2009

A fianco:
cantiere e messa
in opera del
conglomerato
bituminoso