



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

ASSESSORADU DE SOS TRABALLOS PÙBLICOS
ASSESSORATO DEI LAVORI PUBBLICI

PREZZARIO LAVORI PUBBLICI REGIONE SARDEGNA EDIZIONE 2022

NOTA METODOLOGICA



Sommario

1.	PREMESSA	4
2.	LA STRUTTURA E I CONTENUTI DEL PREZZARIO REGIONALE DEI LAVORI PUBBLICI.....	5
3.	ORGANIZZAZIONE DEL PROCESSO E ATTIVITÀ DI COORDINAMENTO DEL PREZZARIO REGIONALE DEI LAVORI PUBBLICI	7
3.1	AMBITO DI APPLICAZIONE DEL PREZZARIO REGIONALE DEI LAVORI PUBBLICI.....	7
3.2	ENTRATA IN VIGORE E VALIDITÀ DEL PREZZARIO REGIONALE DEI LAVORI PUBBLICI.	8
4.	IL PREZZARIO REGIONALE DEI LAVORI PUBBLICI 2022 E LA RILEVAZIONE DEI COSTI.	8
5.	PREZZARIO REGIONALE DEI LAVORI PUBBLICI 2022. QUADRO NORMATIVO. CARO MATERIALI	9
6.	L'APPLICATIVO INFORMATICO DEL PREZZARIO REGIONALE DEI LAVORI PUBBLICI.....	16
7.	PREZZARIO REGIONALE DEI LAVORI PUBBLICI 2022. BONUS EDILIZI, DECRETO MITE	16
8.	LA DETERMINAZIONE DEL COSTO DELLE LAVORAZIONI.....	17
8.1	LE SPESE GENERALI, AI SENSI DELL'ART. 32, COMMA 4, DEL D.P.R. N. 207/2010.....	18
8.1.1	SPESE PER TRASPORTO	19
8.1.2	SPESE PER ATTREZZI E OPERE PROVVISORIALI, SPESE PER LE VIE DI ACCESSO AL CANTIERE, SPESE DI ADEGUAMENTO AL CANTIERE, ONERI GENERALI E PARTICOLARI PREVISTI DAL CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO	19
8.1.3	SPESE DI INSTALLAZIONE E ESERCIZIO DELLE ATTREZZATURE E MEZZI D'OPERA.	20
8.2	ONERI AZIENDALI DELLA SICUREZZA SOGGETTI A RIBASSO	20
8.3	COSTI DELLA SICUREZZA NON SOGGETTI A RIBASSO	21
8.4	COSTO DELLA MANODOPERA	22
8.5	NOLEGGIO DELLE ATTREZZATURE E DEI MACCHINARI	22
8.5.1	COSTO DEL CARBURANTE	23
8.6	COSTO DEI PRODOTTI DA COSTRUZIONE - PR.....	24
9.	LE PRINCIPALI NOVITÀ DELL'EDIZIONE 2022 DEL PREZZARIO DEI LAVORI PUBBLICI DELLA SARDEGNA	24
10.	SPECIFICHE TECNICHE DEI PRODOTTI E DELLE LAVORAZIONI	43
10.1	PAVIMENTAZIONI STRADALI ECOSOSTENIBILI.....	43
10.2	AMMENDANTE COMPOSTATO	155



10.3	CALCESTRUZZI	155
10.4	AGGREGATI RICICLATI E SFRIDI DI GRANITO E CALCARE DA CAVA	159
10.5	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO, INFISSI, FACCIATE TERMOVENTILATE, IMPIANTI	161
10.5.1	ISOLAMENTO TERMICO A CAPPOTTO.....	162
10.5.2	FACCIATE VENTILATE	166
10.5.3	INFISSI PVC, IN LEGNO E LEGNO-ALLUMINIO	169
10.5.4	IMPIANTI	171



1. PREMESSA

L'art. 22 della legge regionale n. 8/2018 recante “Nuove norme in materia di contratti pubblici di lavori, servizi e forniture” stabilisce che la Giunta regionale, con periodicità annuale, approva il prezzario regionale, redatto dall'Osservatorio regionale dei contratti pubblici, da applicarsi ai lavori pubblici di interesse regionale da realizzare nel territorio della Regione Sardegna.

Tale compito è ribadito dall'art. 23, comma 16, del D.Lgs. n. 50/2016, che prevede espressamente che "Per i contratti relativi a lavori, il costo dei prodotti, delle attrezzature e delle lavorazioni è determinato sulla base dei prezzari regionali aggiornati annualmente". Il medesimo art. 23, comma 16, prevede, altresì, che i prezzari cessano di avere validità il 31 dicembre di ogni anno e possono essere transitoriamente utilizzati fino al 30 giugno dell'anno successivo, per i progetti a base di gara, la cui approvazione sia intervenuta entro tale data.

La Regione Sardegna ha adottato l'ultimo aggiornamento del prezzario per opere e lavori pubblici anno 2019, con deliberazione della Giunta regionale n. 27/12 del 23.07.2019, e prorogato a tutto il 2021 la sua validità, a seguito della dichiarazione del Consiglio dei Ministri dello stato di emergenza sanitaria da Covid-19 del 31.01.2020. Proroga confermata anche per l'anno 2021 con deliberazione della Giunta Regionale n. 6/15 del 31.08.2021 in considerazione della mutata situazione del sistema delle attività produttive, e del sensibile aumento su scala internazionale dei prezzi di alcuni materiali da costruzione, dovuto in parte alla scarsità di approvvigionamento dei materiali.

La Giunta regionale, con deliberazione n. 19/23 del 21 giugno 2022, ha approvato l'edizione 2022 del prezzario regionale dei lavori pubblici e, considerata la particolare ed anomala situazione perdurante di oscillazione dei prezzi dei materiali da costruzione, ha disposto la possibilità di procedere all'aggiornamento del prezzario regionale dei lavori pubblici con cadenza infrannuale, in deroga a quanto previsto dall'art. 22, comma 9, della L.r. n. 8/2018.

L'edizione 2022 del prezzario regionale dei lavori pubblici contiene i primi recepimenti dei criteri ambientali minimi previsti dal Decreto del MITE 11.10.2017 recante i “Criteri ambientali minimi (CAM) per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici”, ed, altresì, l'introduzione di lavorazioni che contribuiscano al conseguimento degli obiettivi ambientali di green economy, di minimizzazione dei consumi energetici, quali la realizzazione di pavimentazioni stradali “green” ecosostenibili.

La Regione, al fine di procedere ad una pubblicazione del Prezzario maggiormente aderente alla mutata realtà del mercato, ha provveduto a svolgere una campagna di indagine e di rilevazione dei prezzi dei prodotti prolungata eccezionalmente fino ad aprile 2022 e ad analizzare l'andamento tendenziale dei prezzi dei prodotti rilevati dall'ISTAT. La Regione rappresenta la necessità di un aggiornamento del prezzario regionale 2022 al fine di rispondere alle richieste del territorio di una revisione dei prezzi, e, per implementare il prezzario regionale di quelle nuove lavorazioni (sistemi a cappotto per isolamento termico, strutture per facciate ventilate, impianti

tecnici per riscaldamento/raffreddamento e produzione acqua calda sanitaria, stazioni di ricarica), il cui utilizzo è previsto dal Decreto Rilancio e dal Decreto Requisiti. Il prezzario dei lavori pubblici è, tra l'altro, uno degli strumenti da utilizzare per la computazione e l'asseverazione di congruità dei costi massimi per gli interventi, di cui all'articolo 119, commi 1 e 2 del Decreto Rilancio, e per gli altri interventi che prevedono la redazione dell'asseverazione da parte del tecnico abilitato ai sensi dell'allegato A del Decreto del Ministero dello Sviluppo economico del 6 agosto 2020 e s.m.i. (c.d. Ecobonus).

2. LA STRUTTURA E I CONTENUTI DEL PREZZARIO REGIONALE DEI LAVORI PUBBLICI

Il Prezzario è composto dai seguenti documenti allegati come parti integranti e sostanziali della delibera con la quale è approvato:

Prezzario lavori pubblici Regione Sardegna 2022 – Articoli;

Prezzario lavori pubblici Regione Sardegna 2022 - Analisi;

Prezzario lavori pubblici Regione Sardegna 2022 – Nota metodologica

La Nota metodologica ricomprende le indicazioni per l'utilizzo del Prezzario, la metodologia adottata per la formazione e la rilevazione dei prezzi, le descrizioni delle lavorazioni aggiornate.

In generale il prezzario, quale strumento operativo di riferimento per tutti gli operatori pubblici e privati del settore, si propone attraverso un'articolazione in sezioni tematiche finalizzate ad approfondimenti specifici, attuativi delle normative settoriali vigenti.

All'interno di ciascuna sezione le voci di riferimento sono classificate con un codice di codifica cosiddetto "parlante" a 4 livelli, corrispondenti rispettivamente alla FAMIGLIA/Tipologia (due lettere – AT, PR, RU, PF, SL), al capitolo (quattro numeri da 000 a 999), alla voce (quattro numeri da 000 a 999) e all'articolo riportante il prezzo (quattro numeri – da 000 a 999).

Il principio della "classificazione univoca" è infatti presupposto fondamentale per poter definire "modi standardizzati" per la descrizione dei manufatti edilizi, ossia di tutti quegli elementi che concorrono a costituire una qualsiasi opera di ingegneria civile.

Il Prezzario di riferimento è codificato in termini di lavorazioni e risorse. Con il termine "lavorazioni" si intende il risultato di un insieme di lavori necessari a realizzare un'opera, che di per sé espliciti una funzione economica o tecnica, incluse quelle di presidio e difesa ambientale.

Le lavorazioni sono classificate secondo "livelli successivi" e la successione degli elementi che le compongono segue la struttura del processo produttivo. Tali livelli sono articolati in:

- *tipologia*: individuazione di lavorazioni in ragione delle proprie funzioni e caratteristiche tecnologiche, prevalentemente utilizzati per la costruzione di determinate opere;
- *capitolo*: segmento di carattere organizzativo nell'ambito della classificazione delle attività;
- *voce*: classificazione subordinata al capitolo;



- *articolo*: classificazione subordinata alla voce.

Con il termine “risorsa” si intende qualsiasi soggetto, oggetto o azione che costituisce un fattore produttivo in un lavoro, una fornitura o un servizio. Le risorse, a loro volta, sono articolate in:

- *famiglia/tipologia*: individuazione delle risorse umane, del prodotto e attrezzature in ragione delle opere e delle attività e, in particolare:

risorsa umana: fattore produttivo lavoro, come attività fisica o intellettuale dell'uomo (nella terminologia comune si utilizza il termine manodopera);

attrezzatura: fattore produttivo capitale che include i beni strumentali, le macchine, i mezzi, i noli, i trasporti, ecc. (nella terminologia comune si utilizzano termini quali noli e trasporti);

prodotto: risultato di un'attività produttiva dell'uomo, tecnicamente ed economicamente definita; per estensione anche eventuali materie prime impiegate direttamente nell'attività produttiva delle costruzioni;

- *capitolo*: segmento di carattere organizzativo nell'ambito della classificazione delle attività;
- *voce*: classificazione subordinata al capitolo;
- *articolo*: classificazione subordinata alla voce di riferimento.

Si riporta di seguito lo schema di articolazione del Prezzario regionale Sardegna:

Famiglia risorse:	RU – Risorse umane AT – Attrezzature PR – Prodotti SL – Semilavorati
Tipologia lavorazioni:	PF.01 – Lavori stradali PF.02 – Geotecnica geognostica e fondazioni speciali PF.03 – Infrastrutture idriche e fognarie PF.04 – Calcestruzzi PF.05 – Opere marittime PF.06 – Ingegneria naturalistica PF.07 – Lavori in sotterraneo PF.08 – Casseri e acciai strutturali PF.09 – Impianti elettrici PF.10 – Impianti tecnici edili PF.11 – Prefabbricati strutturali PF.12 – Restauro PF.13 – Edilizia PF.14 – Sicurezza PF.15 – Bioedilizia PF.16 – Prove materiali PF.17 – Impianti fotovoltaici PF.18 – Stazioni di ricarica



3. ORGANIZZAZIONE DEL PROCESSO E ATTIVITÀ DI COORDINAMENTO DEL PREZZARIO REGIONALE DEI LAVORI PUBBLICI

Per garantire la qualità dell'attività amministrativa in materia di opere e lavori pubblici, nel rispetto dei principi di partecipazione, trasparenza, efficienza ed efficacia, è stato costituito presso l'Assessorato dei Lavori Pubblici, con la deliberazione della Giunta regionale n. 29/5 del 7.6.2018, un Tavolo tecnico di lavoro per procedere alle attività preordinate alla redazione e all'aggiornamento del prezzoario, formato con il contributo degli Uffici ed Enti regionali, aventi competenze nel finanziamento e nell'attuazione di opere e interventi pubblici, delle associazioni di categoria e degli Ordini professionali, a supporto della struttura individuata dalla L.R. n. 8/2018.

L'Assessorato dei lavori pubblici della Regione Sardegna, in quanto Ente promotore e coordinatore dell'iniziativa, si assume l'onere della pubblicizzazione del documento, attraverso la relativa messa a disposizione, per tutti gli utenti, sul sito web ufficiale all'indirizzo

<http://www.regione.sardegna.it/prezzario/>

mediante l'applicativo informatico web per la navigazione, l'effettuazione di ricerche nel dettaglio, e l'esportazione dei dati del prezzoario regionale nei formati standard.

Eventuali informazioni e assistenza tecnica potranno essere fornite dalla struttura del Settore Osservatorio regionale disponibile all'indirizzo email prezzario@regione.sardegna.it.

3.1 AMBITO DI APPLICAZIONE DEL PREZZARIO REGIONALE DEI LAVORI PUBBLICI

Nel rispetto degli obiettivi previsti dalla L.R. 8/2018, per un equilibrato sviluppo del territorio regionale in materia di opere e lavori pubblici e di interesse pubblico, il prezzoario regionale dei lavori pubblici della Sardegna si propone come strumento operativo di riferimento per tutti gli operatori pubblici e privati del settore, attraverso un'articolazione in sezioni tematiche finalizzate ad approfondimenti specifici, attuativi delle normative settoriali vigenti.

I prezzi pubblicati si riferiscono esclusivamente alle lavorazioni e ai prodotti elementari così come dettagliatamente descritti in ciascuna Tipologia e Famiglia, a ciascun livello di codifica e attengono a cantieri con normale difficoltà di esecuzione. Pertanto, se non diversamente indicato, essi non comprendono anche gli importi relativi ad eventuali opere connesse o complementari, indispensabili all'esecuzione delle lavorazioni descritte. Tali ulteriori importi dovranno essere determinati e computati separatamente.

Per gli interventi previsti nel DL Rilancio, nel DM Requisiti e nel Decreto Antifrode il Prezzoario trova nei decreti stessi le regole del suo ambito di applicazione.

Il prezzoario regionale costituisce per le stazioni appaltanti la base di riferimento per l'elaborazione dei documenti progettuali e la conseguente definizione dell'importo da porre a base d'appalto, nonché per la valutazione in ordine all'anomalia delle offerte.

Il suo utilizzo garantisce alle stazioni appaltanti la messa a base di gara di "prezzi congrui", ossia rispondenti ai prezzi effettivi del mercato, tali da consentire la libera concorrenza degli operatori economici da un lato, e la qualità del contratto per le pubbliche amministrazioni dall'altro.



I principi di congruità dei prezzi sono da applicarsi in particolare per tutte le opere oggetto di contribuzione e/o di interesse regionale, per le quali si rende dunque vincolante l'utilizzo del prezzario regionale dei lavori pubblici.

3.2 ENTRATA IN VIGORE E VALIDITÀ DEL PREZZARIO REGIONALE DEI LAVORI PUBBLICI

Ai sensi dell'art. 22, comma 9, della legge regionale n. 8/2018, il prezzario è approvato con deliberazione della Giunta regionale, su proposta dell'Assessore regionale competente in materia di lavori pubblici, aggiornato con periodicità annuale e pubblicato sia nel sito internet dell'Osservatorio, sia nel sito internet istituzionale della Regione.

4. IL PREZZARIO REGIONALE DEI LAVORI PUBBLICI 2022 E LA RILEVAZIONE DEI COSTI

La rilevazione dei costi è l'attività attraverso la quale si acquisiscono le informazioni e i dati relativi ai costi dei singoli prodotti, e delle attrezzature. Tali dati vengono successivamente elaborati al fine di ottenere un valore rappresentativo del prezzo finale, che si ottiene aggiungendo alla somma di tutti i costi il valore delle spese generali e degli utili d'impresa.

La Regione, al fine di procedere ad una pubblicazione del Prezzario maggiormente aderente alla mutata realtà del mercato, ha condotto una campagna di indagine diretta per l'acquisizione e rilevazione dei prezzi dei prodotti offerti dai produttori/fornitori operanti preferibilmente nel territorio regionale ed in mancanza nel territorio nazionale, e, ad analizzare il fenomeno dell'aumento eccezionale e oscillatorio dei prezzi anche con lo studio dell'andamento tendenziale del prezzo dei prodotti rilevati e pubblicati dall'ISTAT.

Considerata la particolare ed anomala situazione venutasi a profilare nella quale sono state registrate, sulla base dei dati comunicati direttamente dagli operatori economici (produttori e fornitori di una data filiera merceologica), variazioni dei prezzi dei prodotti, in alcuni casi anche con cadenza settimanale, si è ritenuto necessario uno slittamento temporale del completamento della campagna di indagine dei prezzi a fine aprile/maggio u.s., che ha necessariamente comportato un allungamento dei tempi per l'approvazione del Prezzario 2022.

È evidente che la Regione ha proceduto in tal senso in via del tutto eccezionale, posto che nel rispetto della previsione di un aggiornamento puntuale del Prezzario entro il 31 dicembre dell'anno precedente alla sua validità e tenuto conto delle procedure di approvazione previste dalla norma nazionale e dalla norma regionale, l'attività di acquisizione dei prezzi dovrebbe svolgersi il più possibile a ridosso della parte finale dell'anno (31 ottobre 2021) al fine di disporre di informazioni quanto più aggiornate possibile, fatte salve le tempistiche e le modalità conseguenti ad un eventuale aggiornamento intervenuto in corso d'anno.

La Regione ha avviato le attività di acquisizione dei dati e delle informazioni contattando direttamente i fornitori e produttori dei differenti settori merceologici. La rilevazione è stata effettuata nel rispetto del segreto statistico, attualmente tutelato, in particolare, dall'art. 9 del D.Lgs. 322/1989, così da garantire la circolazione anonima dei dati tra i diversi soggetti a vario titolo coinvolti nel procedimento di approvazione del Prezzario regionale.

Sardegna.

Tali dati sono stati successivamente elaborati al fine di ottenere un valore rappresentativo del prezzo finale risultante dalla somma di tutti i costi a cui si aggiunge il valore delle spese generali e degli utili d'impresa.

L'attività di rilevazione, condotta presso gli operatori selezionati, ha consentito l'acquisizione, in maniera affidabile, dei dati e delle informazioni minime atte a costituire un riferimento rappresentativo del costo di un prodotto o di un'attrezzatura.

A tal fine per ogni informatore selezionato, sono stati raccolti:

- una descrizione puntuale del prodotto o dell'attrezzatura oggetto della rilevazione, comprensivo dei richiami a norme tecniche o specifiche di prodotto ove applicabili, e delle informazioni utili ad un'eventuale conversione in unità di misura diverse;
- il listino prezzi, ufficiale e vigente nel periodo di rilevazione, riportante esplicitamente l'articolo relativo al prodotto o all'attrezzatura oggetto di rilevazione con il relativo prezzo;
- evidenze riguardanti la scontistica mediamente applicata (rispetto al prezzo di listino vigente) al prodotto o all'attrezzatura considerata nel periodo di rilevazione;
- in presenza di prodotti rispondenti ai criteri ambientali minimi (CAM), si è acquisita copia della documentazione attestante la certificazione di rispondenza ai suddetti criteri CAM.

Il contesto economico assai mutevole e di difficile decifrazione tendenziale del mercato dei prezzi dei prodotti ad oggi ancora riscontrabile, ha certamente condizionato negativamente sulla collaborazione di alcuni produttori e fornitori contattati, che non hanno fornito elementi utili, rendendo, pertanto, maggiormente complesso l'aggiornamento del prezzario regionale, posto che la metodologia di rilevazione diretta dei produttori e fornitori di prodotti/attrezzature rappresenta la soluzione ottimale per garantire l'attualizzazione dei prezzi da pubblicarsi nel prezzario regionale e che in mancanza di dati scaturenti da tale rilevazione, la Regione ha provveduto analizzare il fenomeno dell'aumento eccezionale e fluttuante dei prezzi con lo studio dell'andamento tendenziale del prezzo dei prodotti rilevati e pubblicati dall'ISTAT. In tale contesto seppur complesso, è doveroso evidenziare il contributo di numerose ditte che hanno fornito la loro collaborazione nel corso del 2021 e del 2022.

5. PREZZARIO REGIONALE DEI LAVORI PUBBLICI 2022. QUADRO NORMATIVO. CARO MATERIALI

L'evento pandemico che ha colpito la popolazione internazionale e la situazione di incertezza politica, ancor più accentuata dal conflitto russo-ucraino, hanno inciso sfavorevolmente ed inevitabilmente sull'economia italiana e, in particolare, sull'andamento del mercato del costo delle materie prime.

Al fine di evitare che gli aumenti eccezionali dei materiali da costruzione possano nel concreto tradursi in una paralisi della corretta esecuzione delle opere pubbliche, il Governo è intervenuto con una serie di misure

economico/finanziarie volte ad assicurare le dovute compensazioni alle imprese partecipanti a procedure di affidamento dei contratti pubblici.

Decreto-legge 17 maggio 2022, n. 50 (c.d. decreto Aiuti) – art. 26

Oggetto

Per fronteggiare gli aumenti eccezionali dei prezzi dei materiali da costruzione, nonché dei carburanti e dei prodotti energetici, lo stato di avanzamento dei lavori afferente alle lavorazioni eseguite e contabilizzate dal direttore dei lavori ovvero annotate, sotto la responsabilità dello stesso, nel libretto delle misure dal 1° gennaio 2022 fino al 31 dicembre 2022, viene adottato, anche in deroga alle specifiche clausole contrattuali, applicando i prezzi aggiornati infrannualmente. Nelle more del predetto aggiornamento, le Stazioni Appaltanti, per i contratti relativi a lavori, determineranno il costo dei prodotti, delle attrezzature e delle lavorazioni incrementando fino al 20% le risultanze dei prezzi regionali aggiornati alla data del 31 dicembre 2021.

Ambito applicativo

L'art. 26 del decreto Aiuti si applica agli appalti pubblici di lavori, ivi compresi quelli affidati a contraente generale, aggiudicati sulla base di offerte con termine finale di presentazione entro il 31 dicembre 2021.

Procedura

I maggiori importi derivanti dall'applicazione dei prezzi di cui all'oggetto, al netto dei ribassi formulati in sede di offerta, sono riconosciuti dalla stazione appaltante nella misura del 90%. Il relativo certificato di pagamento è emesso contestualmente e comunque entro cinque giorni dall'adozione dello stato di avanzamento e il pagamento è effettuato, al netto delle compensazioni eventualmente già riconosciute o liquidate, ai sensi dell'articolo 106, comma, 1, lettera a) del decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50.

Qualora il direttore dei lavori abbia già adottato lo stato di avanzamento dei lavori e il responsabile unico del procedimento abbia emesso il certificato di pagamento, relativamente anche alle lavorazioni effettuate tra il 1° gennaio 2022 e la data di entrata in vigore del decreto Aiuti, entro trenta giorni dalla medesima data, è emesso un certificato di pagamento straordinario recante la determinazione dell'acconto del corrispettivo di appalto relativo alle lavorazioni effettuate e contabilizzate a far data dal 1° gennaio 2022.

Risorse utilizzabili

- 50% delle risorse appositamente accantonate per imprevisti nel quadro economico di ogni intervento, fatte salve le somme relative agli impegni contrattuali già assunti, e le eventuali ulteriori somme a disposizione della medesima stazione appaltante e stanziare annualmente relativamente allo stesso intervento;
- somme derivanti da ribassi d'asta, qualora non ne sia prevista una diversa destinazione sulla base delle norme

vigenti;

- somme disponibili relative ad altri interventi ultimati di competenza della medesima stazione appaltante e per i quali siano stati eseguiti i relativi collaudi o emessi i certificati di regolare esecuzione, nel rispetto delle procedure contabili della spesa e nei limiti della residua spesa autorizzata disponibile alla data di entrata in vigore del decreto.

In caso di insufficienza delle risorse di cui sopra, alla copertura degli oneri, si provvede:

- in relazione agli interventi finanziati, in tutto o in parte, con le risorse previste dal regolamento (UE) 2021/240 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 10 febbraio 2021, e dal regolamento (UE) 2021/241 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 12 febbraio 2021, dal PNRR, ovvero in relazione ai quali siano nominati Commissari straordinari ai sensi dell'articolo 4 del D.L. n. 32/2019, convertito, con modificazioni, dalla legge n. 55/2019, a valere sulle risorse del Fondo di cui all'articolo 7, comma 1, del D.L. 76/2020, convertito, con modificazioni, dalla legge n. 120/2020, fino alla concorrenza dell'importo di 700 milioni di euro per l'anno 2022 e di 500 milioni di euro per l'anno 2023 e che costituiscono limiti di spesa;
- in relazione agli interventi diversi rispetto a quelli sopra individuati, a valere sulle risorse del Fondo di cui all'articolo 1-septies, comma 8, del D.L. n. 73/2021, convertito, con modificazioni, dalla legge n. 106/2021, fino alla concorrenza dell'importo di 770 milioni di euro per l'anno 2022 e di 550 milioni di euro per l'anno 2023, che costituiscono limiti di spesa.

Decreto-legge 27 Gennaio 2022, n. 4 (c.d. decreto Sostegni-ter) convertito, con modificazioni, dalla legge 28 marzo 2022, n. 25 – articolo 29.

Oggetto

Fino al 31 dicembre 2023, al fine di incentivare gli investimenti pubblici nonché far fronte alle ricadute economiche negative a seguito delle misure di contenimento dell'emergenza sanitaria globale derivante dalla diffusione del virus SARS-CoV-2, è obbligatorio l'inserimento nei documenti di gara iniziali delle clausole di revisione dei prezzi previste dall'articolo 106, comma 1, lettera a) del Codice e, unicamente per gli appalti pubblici di lavori, delle compensazioni per il caro-materiali.

Il Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili, anche in deroga all'articolo 133 del d.lgs. n. 163/2006 e all'articolo 106, comma 1, lett. a), del d.lgs. n. 50/2016, procede alla determinazione con proprio decreto, sulla base delle elaborazioni effettuate dall'Istituto nazionale di statistica, delle variazioni percentuali, in aumento o in diminuzione dei singoli prezzi dei materiali da costruzione più significativi relative a ciascun semestre.

Ambito applicativo

L'art. 29 del decreto Sostegni *ter* prevede un regime transitorio fino al 31.12.2023, che si applica alle procedure di affidamento dei contratti pubblici, i cui bandi o avvisi con cui si indice la procedura di scelta del contraente



siano pubblicati successivamente alla data di entrata in vigore del richiamato decreto, nonché, in caso di contratti senza pubblicazione di bandi o di avvisi, qualora l'invio degli inviti a presentare le offerte sia effettuato successivamente alla data di entrata in vigore del decreto medesimo (27.01.2022).

Procedura

La compensazione sopra citata è determinata applicando la percentuale di variazione che eccede il 5% al prezzo dei singoli materiali da costruzione impiegati nelle lavorazioni contabilizzate nei dodici mesi precedenti al decreto di cui all'oggetto e nelle quantità accertate dal direttore dei lavori.

A pena di decadenza, l'appaltatore presenta alla stazione appaltante l'istanza di compensazione entro sessanta giorni dalla data di pubblicazione nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana dei decreti di cui all'oggetto, esclusivamente per i lavori eseguiti nel rispetto dei termini indicati nel relativo cronoprogramma.

Il direttore dei lavori della stazione appaltante verifica l'eventuale effettiva maggiore onerosità subita dall'esecutore e da quest'ultimo provata con adeguata documentazione, ivi compresa la dichiarazione di fornitori o subcontraenti o con altri idonei mezzi di prova relativi alle variazioni del prezzo elementare dei materiali da costruzione pagato dall'esecutore, rispetto a quello documentato dallo stesso con riferimento al momento dell'offerta. Il direttore dei lavori verifica altresì che l'esecuzione dei lavori sia avvenuta nel rispetto dei termini indicati nel cronoprogramma.

Le variazioni di prezzo dei singoli materiali da costruzione, in aumento o in diminuzione, vanno valutate dalla stazione appaltante soltanto se superiori al 5% rispetto al prezzo rilevato nell'anno di presentazione dell'offerta anche tenuto conto di quanto previsto dal decreto più volte menzionato.

Laddove la maggiore onerosità provata dall'esecutore sia relativa ad una variazione percentuale inferiore a quella riportata nel decreto, la compensazione è riconosciuta limitatamente alla predetta inferiore variazione e per la sola parte eccedente il 5% e in misura pari all'80% di detta eccedenza. Ove sia provata dall'esecutore una maggiore onerosità relativa ad una variazione percentuale superiore a quella riportata nel predetto decreto, la compensazione è riconosciuta nel limite massimo pari alla variazione riportata nel decreto, per la sola parte eccedente il 5% e in misura pari all'80% di detta eccedenza.

Disposizioni particolari

Sono esclusi dalla compensazione i lavori contabilizzati nell'anno solare di presentazione dell'offerta. La compensazione non è soggetta al ribasso d'asta ed è al netto delle eventuali compensazioni precedentemente accordate.

Risorse utilizzabili:

- somme appositamente accantonate per imprevisti, senza nuovi o maggiori oneri per la finanza pubblica, nel quadro economico di ogni intervento, in misura non inferiore all'1% del totale dell'importo dei lavori, fatte salve



le somme relative agli impegni contrattuali già assunti, nonché le eventuali ulteriori somme a disposizione della stazione appaltante per lo stesso intervento nei limiti della relativa autorizzazione annuale di spesa;

- somme derivanti da ribassi d'asta, qualora non ne sia prevista una diversa destinazione sulla base delle norme vigenti;
- somme disponibili relative ad altri interventi ultimati di competenza dei soggetti aggiudicatori per i quali siano stati eseguiti i relativi collaudi ed emanati i certificati di regolare esecuzione nel rispetto delle procedure contabili della spesa nei limiti della residua spesa autorizzata;
- fino al 31 dicembre 2026, in caso di insufficienza delle risorse sopra citate e limitatamente alle opere pubbliche finanziate, in tutto o in parte, con le risorse previste dal regolamento (UE) 2021/240 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 10 febbraio 2021, e dal regolamento (UE) 2021/241 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 12 febbraio 2021, nonché dal Piano nazionale per gli investimenti complementari al PNRR, potrà utilizzarsi la dotazione del fondo di cui all'articolo 7, comma 1, del D.L. n. 76/2020 (c.d. decreto semplificazioni), convertito, con modificazioni, dalla legge 120/2020.

Decreto-legge 1° marzo 2022, n. 17 convertito con modificazioni dalla legge 27 aprile 2022, n. 34 – art. 25

Oggetto

Per fronteggiare gli aumenti eccezionali dei prezzi di alcuni materiali da costruzione verificatisi nel primo semestre dell'anno 2022, il Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili, anche in deroga all'articolo 133 del d.lgs. n. 163/2006 e all'articolo 106, comma 1, lett. a), del d.lgs. n. 50/2016, procede alla determinazione con proprio decreto, sulla base delle elaborazioni effettuate dall'Istituto nazionale di statistica, delle variazioni percentuali, in aumento o in diminuzione, superiori all'8%, verificatesi nel primo semestre dell'anno 2022, dei singoli prezzi dei materiali da costruzione più significativi.

Ambito applicativo

L'art. 25 del D.L. n. 17/2022 si applica ai contratti in corso di esecuzione alla data di entrata in vigore del decreto medesimo (02.03.2022).

Procedura

La compensazione è determinata applicando alle quantità dei singoli materiali impiegati nelle lavorazioni, eseguite e contabilizzate dal direttore dei lavori dal 1° gennaio 2022 fino al 30 giugno 2022, le variazioni in aumento o in diminuzione dei relativi prezzi rilevate dal citato decreto con riferimento alla data dell'offerta, eccedenti l'8% se riferite esclusivamente all'anno 2022 ed eccedenti il 10% complessivo se riferite a più anni. Per le variazioni in aumento, a pena di decadenza, l'appaltatore presenta alla stazione appaltante l'istanza di



compensazione entro quindici giorni dalla data di pubblicazione nella Gazzetta Ufficiale dei decreti di cui all'oggetto.

Per le variazioni in diminuzione, la procedura è avviata d'ufficio dalla stazione appaltante, entro quindici giorni dalla predetta data; il responsabile del procedimento accerta con proprio provvedimento il credito della stazione appaltante e procede a eventuali recuperi.

Per le lavorazioni eseguite e contabilizzate negli anni precedenti al 2022, restano ferme le variazioni rilevate dai decreti adottati ai sensi dell'articolo 133, comma 6, del codice di cui al decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, e dell'articolo 216, comma 27-ter, del codice di cui al decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50 e dell'articolo 1-septies, comma 1, del decreto-legge n. 73 del 2021, convertito, con modificazioni, dalla legge n. 106 del 2021.

Risorse utilizzabili

- 50% delle risorse appositamente accantonate per imprevisti nel quadro economico di ogni intervento, fatte salve le somme relative agli impegni contrattuali già assunti, nonché le eventuali ulteriori somme a disposizione della stazione appaltante per lo stesso intervento e stanziare annualmente;
- somme derivanti da ribassi d'asta, qualora non ne sia prevista una diversa destinazione sulla base delle norme vigenti;
- somme disponibili, relative ad altri interventi ultimati di competenza della medesima stazione appaltante e per i quali siano stati eseguiti i relativi collaudi ed emanati i certificati di regolare esecuzione nel rispetto delle procedure contabili della spesa, nei limiti della residua spesa autorizzata disponibile alla data di entrata in vigore della legge di conversione dell'esaminando decreto;
- in caso di insufficienza delle risorse, alla copertura degli oneri si provvede, fino alla concorrenza dell'importo di 150 milioni di euro, che costituisce limite massimo di spesa, con le risorse del Fondo di cui all'articolo 1-septies, comma 8, del D.L. n. 73/2021, garantendo la parità di accesso per le piccole, medie e grandi imprese di costruzione, nonché la proporzionalità, per gli aventi diritto, nell'assegnazione delle risorse.

Decreto-legge 25 maggio 2021, n. 73 (c.d. decreto Sostegni bis), convertito con modificazioni dalla legge 23 luglio 2021, n. 106 - Art. 1-septies

Oggetto

Per fronteggiare gli aumenti eccezionali dei prezzi di alcuni materiali da costruzione verificatisi nell'anno 2021, il Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili, anche in deroga all'articolo 133 del d.lgs. n. 163/2006 e all'articolo 106, comma 1, lett. a), del d.lgs. n. 50/2016, rileva, con proprio decreto, le variazioni percentuali, in aumento o in diminuzione, superiori dell'8%, relative al primo (cfr. decreto Mims 11.11.2021) e al secondo semestre dell'anno 2021 (cfr. decreto Mims 04.04.2022), dei singoli prezzi dei materiali da costruzione più significativi.

Ambito applicativo

L'art. 1-*septies* del decreto Sostegni *bis* si applica ai contratti in corso di esecuzione alla data di entrata in vigore della legge di conversione del decreto medesimo (25.07.2021).

Procedura

La compensazione è determinata applicando alle quantità dei singoli materiali impiegati nelle lavorazioni, eseguite e contabilizzate dal direttore dei lavori dal 1° gennaio 2021 fino al 30 giugno 2021, le variazioni in aumento o in diminuzione dei relativi prezzi rilevate dal decreto adottato dal Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili, con riferimento alla data dell'offerta ed eccedenti l'8% se riferite esclusivamente all'anno 2021 o il 10% complessivo se riferite a più anni.

Per le variazioni in aumento, a pena di decadenza, l'appaltatore presenta alla stazione appaltante l'istanza di compensazione, contenente l'indicazione dei materiali da costruzione per i quali con il decreto vengano rilevate le variazioni dei prezzi, utilizzati nell'esecuzione dell'appalto e la contestuale richiesta al direttore dei lavori di accertare le relative quantità contabilizzate, entro quindici giorni dalla data di pubblicazione nella Gazzetta Ufficiale dei decreti di cui all'oggetto.

Per le variazioni in diminuzione, la procedura è avviata d'ufficio dalla stazione appaltante, entro quindici giorni dalla predetta data; il responsabile del procedimento accerta con proprio provvedimento il credito della stazione appaltante e procede a eventuali recuperi.

Per le lavorazioni eseguite e contabilizzate negli anni precedenti al 2021, restano ferme le variazioni rilevate dai decreti adottati ai sensi dell'articolo 133, comma 6, del codice di cui al decreto legislativo 12 aprile 2006 n. 163, e dell'articolo 216, comma 27-*ter*, del codice di cui al decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50.

Risorse utilizzabili

- 50% delle risorse appositamente accantonate per imprevisti nel quadro economico di ogni intervento, fatte salve le somme relative agli impegni contrattuali già assunti, nonché le eventuali ulteriori somme a disposizione della stazione appaltante per lo stesso intervento e stanziare annualmente;
- somme derivanti da ribassi d'asta, qualora non ne sia prevista una diversa destinazione sulla base delle norme vigenti;
- somme disponibili relative ad altri interventi ultimati di competenza della stazione appaltante e per i quali siano stati eseguiti i relativi collaudi ed emanati i certificati di regolare esecuzione nel rispetto delle procedure contabili della spesa, nei limiti della residua spesa autorizzata disponibile alla data di entrata in vigore della legge di conversione dell'esaminando decreto;
- in caso di insufficienza delle risorse, alla copertura degli oneri si provvede, fino alla concorrenza dell'importo di 100 milioni di euro, che costituisce limite massimo di spesa, tramite istituzione di un Fondo per l'adeguamento

dei prezzi, garantendo la parità di accesso per le piccole, medie e grandi imprese di costruzione, nonché la proporzionalità, per gli aventi diritto, nell'assegnazione delle risorse (cfr. decreto Mims 05.05.2022).

6. L'APPLICATIVO INFORMATICO DEL PREZZARIO REGIONALE DEI LAVORI PUBBLICI

Sul sito web ufficiale all'indirizzo <http://www.regione.sardegna.it/prezzario/> è accessibile l'applicativo informatico web dedicato al prezzario regionale dei lavori pubblici della Sardegna per la navigazione, l'effettuazione di ricerche nel dettaglio e l'esportazione dei dati del prezzario regionale nei formati standard.

Con l'edizione 2022 si è provveduto a rendere maggiormente fruibile il Prezzario migliorando la sua interfaccia front end e rendendo immediata e performante l'attività di consultazione, ricerca, esportazione degli articoli del Prezzario 2022.

7. PREZZARIO REGIONALE DEI LAVORI PUBBLICI 2022. BONUS EDILIZI, DECRETO MITE

L'art 34 (Criteri di sostenibilità energetica e ambientale) del D.lgs. n. 50/2016 (Codice dei contratti) prevede che le stazioni appaltanti contribuiscano al conseguimento degli obiettivi ambientali previsti dal Piano d'azione per la sostenibilità ambientale dei consumi nel settore della pubblica amministrazione attraverso l'inserimento, nella documentazione progettuale e di gara, almeno delle specifiche tecniche e delle clausole contrattuali contenute nei criteri ambientali minimi adottati con decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare (MITE). È opportuno evidenziare che resta ferma comunque la verifica della fattibilità applicativa di quanto previsto dai decreti su richiamati nell'ambito dello specifico contesto progettuale oggetto dell'appalto.

Il Ministero dell'Ambiente e della transizione ecologica (ex MATTM) negli anni ha emanato una serie di decreti al fine di fissare, relativamente ai prodotti da costruzione le specifiche tecniche che gli stessi devono possedere e i mezzi a comprova richiesti per la loro accettazione in esecuzione. Per collaborare nella diffusione dei decreti contenenti i criteri ambientali minimi, nel 2017 il MAATM ha siglato un protocollo anche con ITACA (Istituto per la Trasparenza degli Appalti e la Compatibilità Ambientale) nel quale si prevede, tra l'altro, l'adeguamento dei Prezzari regionali ai CAM, secondo le modalità e tempistiche di cui all'articolo 23 comma 16 del Codice dei Contratti e in virtù della disposizione di cui all'art 23 comma 7 del Codice.

La disposizione di cui all'art. 119 comma 1 lett. a) del Decreto Rilancio, riguardo alla obbligatorietà, ai fini dell'ottenimento degli incentivi, dell'utilizzo di prodotti CAM, contribuirà certamente ad implementare l'aggiornamento delle filiere produttive: "I materiali isolanti utilizzati devono rispettare i criteri ambientali minimi di cui al decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare 11 ottobre 2017.

Infine, le misure adottate dal Governo per far fronte all'attuale crisi economica hanno confermato l'importanza dei Prezzari regionali, in tale ambito, l'edizione 2022 del prezzario regionale della Sardegna contiene i primi recepimenti di quelle nuove lavorazioni (sistemi a cappotto per isolamento termico, strutture per facciate ventilate, impianti tecnici per riscaldamento/raffreddamento e produzione acqua calda sanitaria, stazioni di ricarica), il cui utilizzo è previsto dal Decreto Rilancio e dal Decreto Requisiti. Il prezzario dei lavori pubblici è, tra l'altro, uno degli strumenti da utilizzare per la computazione e l'asseverazione di congruità dei costi massimi

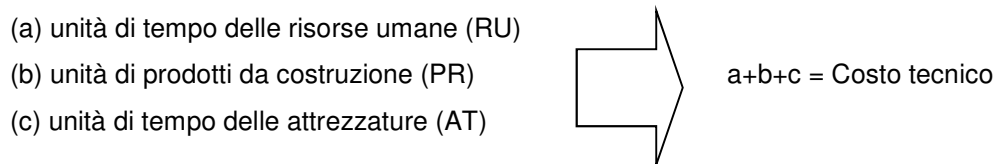


per gli interventi, di cui all'articolo 119, commi 1 e 2 del Decreto Rilancio, e per gli altri interventi che prevedono la redazione dell'asseverazione da parte del tecnico abilitato ai sensi dell'allegato A del Decreto del Ministero dello Sviluppo economico del 6 agosto 2020 e s.m.i. (c.d. Ecobonus).

8. LA DETERMINAZIONE DEL COSTO DELLE LAVORAZIONI

Il costo delle lavorazioni da realizzare viene calcolato ricorrendo alla descrizione analitica (c.d. “analisi”) delle relative lavorazioni, e, attribuendo alle risorse impiegate i costi determinati con le metodologie di rilevazione descritte nel paragrafo 5. Le analisi si riferiscono a lavorazioni effettuate in condizioni di normale difficoltà di esecuzione.

Nel dettaglio, l'analisi del costo è un procedimento attraverso il quale è possibile ottenere il valore di una lavorazione mediante la definizione delle sue componenti e delle incidenze necessarie per la realizzazione della lavorazione stessa, secondo la schematizzazione sotto riportata:



(d) spese generali (definite al 15%) (SG);

(e) utili d'impresa pari al 10% (U).

Il costo viene determinato mediante le seguenti operazioni di analisi:

1. applicando alle quantità di prodotti, attrezzature e risorse umane necessarie per la realizzazione delle quantità unitarie di ogni voce, i rispettivi prezzi elementari;
2. aggiungendo la percentuale per spese generali, nella misura del 15%;
3. aggiungendo una percentuale del 10% per l'utile dell'esecutore calcolata sul totale della componente 1 e 2.

I prezzi riferiti ai prodotti elementari e ai prodotti finiti (lavorazioni) sono pubblicati al netto di IVA e sono incrementati e comprensivi dei compensi per spese generali e utili d'impresa (per un totale addizionato del 26,50%), al fine di tenere conto degli oneri derivanti da una conduzione organizzata e tecnicamente qualificata del cantiere, con spese generali nella misura del 15% e gli utili nella misura del 10%.

Ad eccezione dei prodotti relativi alla salute e sicurezza sul lavoro, di cui al D.Lgs. n. 81/08 e s.m.i., comprensivi della sola quota delle spese generali, essendo prodotti non soggetti a ribasso d'asta e quindi esclusi dal regime di concorrenza de mercato.

Si evidenzia che alcune analisi comprendono al loro interno ulteriori analisi, (analisi cosiddette “annidate”) ossia lavorazioni che si sommano alle Risorse richieste per la specifica opera. Le analisi annidate si distinguono



all'interno dell'analisi che le comprende in quanto identificate dal codice "SL" o "PF".

Al riguardo, è stata avviata da parte dell'Ufficio preposto dell'Osservatorio l'attività di semplificazione e razionalizzazione strutturale della composizione delle analisi complesse, che potrà completarsi con le edizioni successive del prezzario regionale dei lavori pubblici, anche nel rispetto dell'art. 32, comma 4, del D.P.R. n. 207/2010 (vedasi il paragrafo 8.1).

8.1 LE SPESE GENERALI, AI SENSI DELL'ART. 32, COMMA 4, DEL D.P.R. N. 207/2010

Ai sensi dell'art. 32 del D.P.R. 207/10 (Regolamento attuativo del Codice dei contratti pubblici), per "spese generali comprese nel prezzo dei lavori" e perciò a carico dell'esecutore, si intendono:

- a) le spese di contratto e accessorie e l'imposta di registro;
- b) gli oneri finanziari generali e particolari, ivi comprese la cauzione definitiva o la garanzia globale di esecuzione, ove prevista, e le polizze assicurative;
- c) la quota delle spese di organizzazione e gestione tecnico-amministrativa di sede dell'esecutore;
- d) la gestione amministrativa del personale di cantiere e la direzione tecnica di cantiere;
- e) le spese per l'impianto, la manutenzione, l'illuminazione e il ripiegamento finale dei cantieri, ivi inclusi i costi per l'utilizzazione di aree diverse da quelle poste a disposizione dal committente; sono escluse le spese relative alla sicurezza nei cantieri stessi non assoggettate a ribasso;
- f) le spese per trasporto di qualsiasi materiale o mezzo d'opera (cfr. parere Ministero delle Infrastrutture n. 3292 del 3 agosto 2011)
- g) le spese per attrezzi e opere provvisorie e per quanto altro occorre alla esecuzione piena e perfetta dei lavori;
- h) le spese per rilievi, tracciati, verifiche, esplorazioni, capisaldi e simili che possono occorrere, anche su motivata richiesta del direttore dei lavori o del responsabile del procedimento o dell'organo di collaudo, dal giorno in cui comincia la consegna fino al compimento del collaudo provvisorio o all'emissione del certificato di regolare esecuzione;
- i) le spese per le vie di accesso al cantiere, l'istallazione e l'esercizio delle attrezzature e dei mezzi d'opera di cantiere;
- j) le spese per idonei locali e per la necessaria attrezzatura da mettere a disposizione per l'ufficio di direzione lavori;
- k) le spese per passaggio, per occupazioni temporanee e per risarcimento di danni per abbattimento di piante, per depositi od estrazioni di materiali;
- l) le spese per la custodia e la buona conservazione delle opere fino all'emissione del certificato di collaudo provvisorio o all'emissione del certificato di regolare esecuzione;
- m) le spese di adeguamento del cantiere in osservanza del D.Lgs. 81/2008, di cui è indicata la quota di incidenza sul totale delle spese generali, ai fini degli adempimenti previsti dall'articolo 86, comma 3-bis, del D.lgs. 163/2006;
- n) gli oneri generali e particolari previsti dal capitolato speciale di appalto.

Tra le voci che concorrono alla determinazione delle spese generali per quanto riguarda i lavori pubblici, ai sensi dell'ex art. 32 comma 4 del D.P.R. 207/1013 sono ricomprese tutte le eventuali predisposizioni



direttamente connesse con le singole lavorazioni, in quanto strumentali all'esecuzione dei lavori e concorrenti alla formazione delle singole categorie d'opera.

8.1.1 SPESE PER TRASPORTO

Si ricorda che, in merito all'art 32, comma 4 del DPR 207/2010, concernente l'elenco delle spese generali comprese nel prezzo dei lavori e perciò a carico dell'esecutore, il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, nel suo parere del 3 agosto 2011 (prot. 0003292) ha precisato quanto segue:

“Spese per trasporto: “In merito alla lettera f) della disposizione sopra richiamata (n.d.r. art. 32, D.P.R. n. 207/2010), dalla formulazione generale della stessa (“le spese per trasporto di qualsiasi materiale o mezzo d'opera”) si deduce che le spese ivi indicate comprendono quelle di consegna del materiale in cantiere indipendentemente dal punto di approvvigionamento dello stesso, non prevedendo il regolamento alcun limite al riguardo”.

Ad ogni buon conto, qualora il progettista ritenesse, in relazione alla specificità della lavorazione e del cantiere, che le spese di trasporto non possano trovare completo ristoro all'interno della quota delle spese generali, nella misura stabilita nel prezzario del 15%, nell'esercizio del proprio potere di discrezionalità tecnica, potrà alternativamente procedere a:

aumentare (oppure, nell'ipotesi contraria, diminuire) la percentuale di spese generali relative alla specifica lavorazione, nei limiti previsti dalla normativa vigente, che consente di fissare l'importo di dette spese in una percentuale variabile tra il 13 e il 17 per cento;

elaborare un'autonoma analisi del costo di trasporto da applicare alla specifica lavorazione.

8.1.2 SPESE PER ATTREZZI E OPERE PROVVISORIALI, SPESE PER LE VIE DI ACCESSO AL CANTIERE, SPESE DI ADEGUAMENTO AL CANTIERE, ONERI GENERALI E PARTICOLARI PREVISTI DAL CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Infine, tra le voci che concorrono alla determinazione delle spese generali per quanto riguarda i lavori pubblici, ai sensi dell'ex art. 32 comma 4 del D.P.R. 207/1013 sono ricomprese tutte le eventuali predisposizioni direttamente connesse con le singole lavorazioni, in quanto strumentali all'esecuzione dei lavori e concorrenti alla formazione delle singole categorie d'opera.

In particolare, per quanto riguarda la norma richiamata, art. 32, lett. g), i), o) e p) Spese per attrezzi e opere provvisorie, spese per le vie di accesso al cantiere, spese di adeguamento cantiere, oneri generali e particolari previsti dal capitolato speciale d'appalto, si evidenzia che tali spese sono a carico dell'esecutore in quanto incluse nelle lavorazioni e non ricomprese nel piano di sicurezza e coordinamento predisposto ai sensi del dlgs 81/2008 – in particolare allegato XV.....”.

“nel medesimo comma 4 dell'art 32 del DPR 207/2010 la lettera g) prevede “le spese per attrezzi e opere provvisorie e per quanto altro occorre all'esecuzione piena e perfetta dei lavori”;



la lettera i) contempla le spese per le vie di accesso al cantiere, l'installazione e l'esercizio delle attrezzature e dei mezzi d'opera di cantiere;

Le lettere o) e p) rispettivamente si riferiscono alle "spese di adeguamento cantiere in osservanza del d.lgs. 81/2008, di cui è indicata la quota di incidenza sul totale delle spese generali, ai fini degli adempimenti previsti dall'art 86 comma 3 bis del codice" e agli "oneri generali e particolari previsti dal capitolato speciale d'appalto".

Al riguardo si deduce che le spese di cui alle sopracitate lettere g), i), o), p) sono a carico dell'esecutore in quanto incluse nelle lavorazioni e non ricomprese nel piano di sicurezza e coordinamento predisposto ai sensi del d.lgs. 81/2008 (allegato XV).

8.1.3 SPESE DI INSTALLAZIONE E ESERCIZIO DELLE ATTREZZATURE E MEZZI D'OPERA

All'art. 32, lett. i, del DPR n. 207/2010 è previsto che le spese di "installazione e esercizio delle attrezzature e mezzi d'opera" sono ricomprese nell'aliquota definita per le spese generali.

Pertanto, rientrano in tale fattispecie le spese di "installazione e esercizio delle attrezzature e mezzi d'opera", quali gru, impianto betonaggio, mezzi trasporto idonei, ovvero l'onere per la fornitura di conglomerati cementizi e bituminosi, provenienti da appositi impianti di betonaggio o di preparazione, il progettista dovrà valutare se, in relazione all'entità e complessità delle opere da realizzare, nella percentuale del 15% di spese generali possano trovare capienza tali oneri.

Nel caso di realizzazione di un intervento che prevede l'esecuzione di opere di modesta entità che comportano la realizzazione di un impianto di cantiere complesso – vedi ad esempio un impianto per la perforazione e la realizzazione di pali in numero contenuto – il progettista potrà valutare l'opportunità di definire analiticamente i costi dell'impianto di cantiere non rientranti nelle spese generali.

8.2 ONERI AZIENDALI DELLA SICUREZZA SOGGETTI A RIBASSO

Tra le voci che concorrono alla determinazione delle spese generali, ai sensi dell'art. 32 del D.P.R. 207/10, sono ricomprese tutte le eventuali predisposizioni connesse alle singole lavorazioni, in quanto strumentali all'esecuzione dei lavori e concorrenti alla formazione delle singole categorie d'opera. In particolare, gli oneri aziendali di sicurezza connessi ai rischi specifici propri dell'attività di impresa, ai sensi del D.Lgs. 81/2008 s.m.i., in quanto rappresentativi di un obbligo ex lege di tutela della sicurezza dei lavoratori da parte del datore di lavoro, sono compresi nell'ambito delle spese generali riconosciute in ciascun articolo di Prezzo e non direttamente riconducibili alle voci di costo contemplate dall'allegato XV punto 4 D.Lgs. 81/2008 e s.m.i. Tali oneri, come previsto all'art. 32 comma 4, del succitato D.P.R., essendo già compresi nel prezzo unitario della singola lavorazione, e quindi nel costo dell'opera, risultano una quota parte delle spese generali stesse.

Si evidenzia la necessità di una stretta collaborazione fra il progettista dell'opera e il coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione al fine di provvedere ad individuare nel Piano di Sicurezza e Coordinamento



(PSC) quei costi della sicurezza non compresi nel prezzo unitario della singola lavorazione, così come indicati nell'allegato XV del D.lgs. 81/2008 e s.m.i., e da non assoggettare a ribasso. Tali oneri aziendali della sicurezza sono afferenti all'esercizio dell'attività svolta da ciascun operatore economico e correlati sia alle misure per la gestione del rischio aziendale dell'operatore economico, sia alle misure operative per la gestione dei rischi legati alle lavorazioni e alla loro contestualizzazione, aggiuntive rispetto a quanto già previsto nel PSC e comunque riconducibili alle spese generali.

8.3 COSTI DELLA SICUREZZA NON SOGGETTI A RIBASSO

Con il termine di “costi della sicurezza” deve intendersi il costo della sicurezza indicato nei sottoelencati documenti di progetto:

- Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC) (cfr. articolo 100 e punto 4 dell'allegato XV del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.);
- Documento Unico di Valutazione dei Rischi da Interferenza (DUVRI);
- stima della Stazione Appaltante qualora il PSC non sia previsto (cfr. punto 4.1.2 dell'allegato XV del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.).

Tali costi costituiscono un vincolo contrattuale per l'impresa e sono funzionali alle scelte esecutive della stazione appaltante.

Gli articoli contenuti nella tipologia “Sicurezza” (D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.), se inseriti nei documenti progettuali sopra elencati, rappresentano la quota di costo di un'opera da non assoggettare a ribasso d'asta nelle offerte delle imprese. I relativi importi forniti dal Prezzario sono comprensivi unicamente della quota relativa alle spese generali (al 15%), ma escludono la quota di utile di impresa (10%) in quanto, trattandosi di costi per la sicurezza non soggetti - per legge - a ribasso d'asta in sede di offerta, sono sottratti alla logica concorrenziale di mercato. Si sottolinea che i contenuti di tale Tipologia, per quanto indicativi delle possibili misure finalizzate alla sicurezza cosiddetta “contrattuale”, non possono essere ovviamente esaustivi di tutte le potenziali previsioni progettuali e/o prescrizioni operative in materia, essendo alcune di esse, qualora previste nel documento progettuale specifico della sicurezza, direttamente stimabili attraverso le voci di costo preesistenti nelle altre Tipologie/Famiglie del Prezzario. In tal caso qualora per la definizione delle misure di sicurezza previste sia necessario utilizzare ulteriori articoli presenti in Tipologie diverse dalla “Sicurezza”, si dovrà procedere ad un ricalcolo del prezzo pubblicato, scorporando dallo stesso la quota di utile del 10%, per omogeneità con quanto operato con i prezzi della Tipologia “Sicurezza”. I costi così stimati non saranno ribassabili e verranno riconosciuti per le quantità eseguite.

Analogamente, l'eventuale utilizzo degli articoli contenuti nella Tipologia “Sicurezza” per lavorazioni non finalizzate specificatamente alla sicurezza, dovrà preventivamente prevedere l'aumento dei valori di costo fornito della relativa quota di utile (coefficiente di moltiplicazione pari a 1,10) e i valori così stimati dovranno essere sottoposti a ribasso d'asta.

8.4 COSTO DELLA MANODOPERA

Ai sensi dell'art. 23 comma 16 del Dlgs 50/2016 e s.m.i., i costi delle risorse umane sono definite attraverso il costo del lavoro, che viene determinato annualmente, in apposite tabelle, dal Ministero del lavoro e delle politiche sociali sulla base dei valori economici definiti dalla contrattazione collettiva nazionale tra le organizzazioni sindacali e le organizzazioni dei datori di lavoro comparativamente più rappresentativi, delle norme in materia previdenziale ed assistenziale, dei diversi settori merceologici e delle differenti aree territoriali. In assenza del riferimento in tabella, è possibile riferirsi allo specifico contratto collettivo applicabile. In mancanza di contratto collettivo applicabile, il costo del lavoro è determinato in relazione al contratto collettivo del settore merceologico più vicino a quello preso in considerazione annualmente dal Ministero del lavoro e delle politiche sociali, e riportato in apposite tabelle.

In accordo con i soggetti rappresentativi direttamente coinvolti, è confermato, nella edizione 2022 del prezzario regionale dei lavori pubblici, il costo della manodopera del personale dipendente da imprese del settore edilizia industria previsto nella edizione del 2019 del prezzario regionale dei lavori pubblici, nelle more della pubblicazione, da parte del Ministero, delle tabelle provinciali del costo medio orario della manodopera, con il recepimento del recente CCNL del comparto siglato il 3 marzo 2022.

A seguito della pubblicazione delle predette tabelle ministeriali, il costo della manodopera del personale dipendente da imprese del settore edilizia previsto nella edizione del 2019 verrà direttamente sostituito con quello riportato nelle tabelle approvate dal Ministero del lavoro e delle politiche sociali di prossima pubblicazione.

Si evidenzia, infine che tale costo si riferisce a prestazioni lavorative svolte in orario ordinario e, pertanto, non risultano comprese le percentuali di aumento previste per il lavoro straordinario, notturno e/o festivo.

8.5 NOLEGGIO DELLE ATTREZZATURE E DEI MACCHINARI

Il costo delle attrezzature, definito tecnicamente "nolo", determinato mediante una rilevazione dei costi operata seguendo le metodologie riportate nel paragrafo 5, si distingue in "nolo a freddo" e "nolo a caldo" in funzione dei costi ricompresi in esso, secondo le seguenti definizioni:

- nolo a freddo: il nolo a freddo del mezzo d'opera e/o dell'attrezzatura non comprende, se non diversamente specificato, i costi della manodopera necessaria per il suo impiego, le spese per i materiali di consumo (carburanti, lubrificanti, etc.) e della normale manutenzione e le assicurazioni R.C.;
- nolo a caldo: comprende i costi della manodopera necessaria per il suo impiego, le spese per i materiali di consumo (carburanti, lubrificanti etc.), la normale manutenzione e le assicurazioni R.C. Le eventuali riparazioni e le relative ore di fermo macchina sono a carico dell'operatore economico (inteso come il soggetto contraente con la stazione appaltante).

8.5.1 COSTO DEL CARBURANTE

Nella edizione 2022 del prezzario regionale della Sardegna sono stati aggiornati tutti gli oneri relativi al consumo dei carburanti relativi ai macchinari/attrezzature presenti nel Prezzario.

I dati relativi al costo medio dei carburanti – benzina e gasolio sono desumibili dalle pubblicazioni del Ministero per lo Sviluppo Economico MISE che riportano le registrazioni delle variazioni mensili dei costi dei carburanti – benzina, gasolio auto, gpl, gasolio riscaldamento, O.C. fluido BTZ e O.C. denso BTZ.

Tali dati, reperibili nel sito istituzionale

<https://dgsaie.mise.gov.it/prezzi-mensili-carburanti>

consentono una lettura delle variazioni dei prezzi su base mensile.

La rilevazione mensile del MISE è pubblicata solitamente il giorno 07 del mese successivo a quello di riferimento ed è accompagnata da tabelle e grafici relativi ai dati disaggregati e suddivisi in:

anno di riferimento

mese di riferimento

prezzo lordo di vendita

ammontare IVA

ammontare accisa

prezzo al netto di IVA e Accisa

Il prezzo al consumo del carburante è espresso, da MISE in euro per 1.000 litri. Lo stesso valore può essere espresso in euro per litro semplicemente dividendo il valore iniziale per mille. Dal valore così ottenuto va scorporata l'IVA, dividendo ulteriormente per 1,22, essendo l'IVA attualmente applicata al 22%.

<i>Prodotto</i>	<i>Prezzo</i>	<i>Accisa</i>	<i>IVA</i>	<i>Netto</i>
Gasolio	2,179	0,6174	0,392934	1,168666

Valore del costo unitario per litro di gasolio = $2,179 / 1,22 = 1,786$ al netto d'IVA

Al prezzo così ottenuto va applicato lo sconto degli eventuali maggiori oneri delle accise, che secondo quanto stabilito nell'informativa dell'Agenzia delle Accise, Dogane e Monopoli n. 490021/RU del 21 dicembre 2021 (Decreto Legislativo n. 504/95. Art.24-ter. Punto 4-bis, tabella A, benefici sul gasolio per uso autotrazione utilizzato nel settore del trasporto), è pari a euro 214,18 per mille litri di prodotto per veicoli di massa complessiva pari o superiore alle 7,5 tonnellate.

Valore del costo unitario per litro di gasolio = $1,786 - 0,21418 = 1,57$ Euro/litro
--

Tenendo conto delle recenti fluttuazioni del mercato, si è assunto come valore iniziale quello relativo alla



settimana dal 07/03/2022 al 13/03/2022, anche in considerazione del fatto che viene riconosciuto al trasporto merci su gomma un importante ruolo a livello regionale e che il recente decreto che taglia le accise sui carburanti avrà una durata temporale limitata.

8.6 COSTO DEI PRODOTTI DA COSTRUZIONE - PR

Il costo dei prodotti da costruzione PR relativi alla fornitura di materiali prodotti è stato determinato seguendo le metodologie riportate nel paragrafo 5 e riguardano la fornitura di materiali prodotti da costruzione conformi a quanto richiesto dalla normativa tecnica vigente.

Nella edizione del prezzario 2022, si è avviata una puntuale revisione delle voci ivi contenute ai sensi dell'art. 32 del D.P.R. n. 207/2010 che potrà completarsi nelle edizioni successive del prezzario regionale.

9. LE PRINCIPALI NOVITÀ DELL'EDIZIONE 2022 DEL PREZZARIO DEI LAVORI PUBBLICI DELLA SARDEGNA

Le principali novità del Prezzario 2022 consistono nell'inserimento dei seguenti nuovi codici di voci di costo. Di seguito i nuovi codici di PR inseriti nel prezzario 2022.

N.	NUOVO CODICE	CAPITOLO
1	PR.0002.0008.0010.	INERTI RICICLATI
2	PR.0002.0008.0011.	
3	PR.0002.0008.0012.	
4	PR.0002.0008.0013.	
5	PR.0002.0008.0014.	
6	PR.0002.0009.	INERTI E BLOCCHI DA SFRIDI DI CAVA
7	PR.0002.0009.0001	
8	PR.0002.0009.0002	
9	PR.0002.0009.0003	
10	PR.0002.0009.0004	
11	PR.0002.0009.0005	
12	PR.0002.0009.0006	
13	PR.0002.0009.0007	
14	PR.0002.0009.0008	
15	PR.0002.0009.0009	
16	PR.0002.0009.0010	
17	PR.0002.0009.0011	
18	PR.0002.0009.0012	
19	PR.0002.0009.0013	
20	PR.0002.0009.0014	
21	PR.0002.0009.0015	



22	PR.0002.0009.0016	
23	PR.0002.0009.0017	
24	PR.0002.0009.0018	
25	PR.0002.0009.0019	
26	PR.0002.0009.0020	
27	PR.0014.0004.0002.	EMULSIONE BITUMINOSA
28	PR.0022.0001.0014	TUBI IN GHISA ACQUA
29	PR.0022.0001.0015	
30	PR.0022.0001.0016	
31	PR.0022.0001.0017	
32	PR.0022.0001.0018	
33	PR.0022.0001.0019	
34	PR.0022.0001.0020	
35	PR.0022.0001.0021	
36	PR.0022.0001.0022	
37	PR.0022.0001.0023	
38	PR.0022.0001.0024	
39	PR.0022.0001.0025	
40	PR.0022.0002.0010	TUBI IN GHISA FOGNATURA
41	PR.0022.0002.0011	
42	PR.0022.0002.0012	
43	PR.0022.0002.0013	
44	PR.0022.0002.0014	
45	PR.0022.0002.0015	
46	PR.0022.0002.0016	
47	PR.0022.0002.0017	
48	PR.0022.0002.0018	
49	PR.0034.0011.	AMMENDANTE COMPOSTATO
50	PR.0034.0011.0001.	
51	PR.0034.0011.0002.	
52	PR.0038.0002.	CALDAIE A CONDENSAZIONE METANO/GPL
53	PR.0038.0002.0001.	
54	PR.0038.0002.0002.	
55	PR.0038.0002.0003.	
56	PR.0038.0002.0006.	
57	PR.0038.0002.0007.	
58	PR.0038.0002.0008.	
59	PR.0038.0002.0009.	
60	PR.0038.0002.0010.	
61	PR.0038.0002.0011.	



62	PR.0038.0002.0012.	
63	PR.0038.0002.0013.	
64	PR.0038.0002.0014.	
65	PR.0038.0002.0020.	
66	PR.0038.0002.0021.	
67	PR.0038.0002.0022.	
68	PR.0038.0002.0023.	
69	PR.0038.0002.0024.	
70	PR.0038.0002.0025.	
71	PR.0038.0002.0026.	
72	PR.0038.0002.0027.	
73	PR.0038.0003.	POMPE DI CALORE ACQUA CALDA SANITARIA CON ACCUMULO INTEGRATO
74	PR.0038.0003.0001.	
75	PR.0038.0003.0002.	
76	PR.0038.0004.	POMPE DI CALORE IDRONICHE
77	PR.0038.0004.0001.	
78	PR.0038.0004.0002.	
79	PR.0038.0004.0003.	
80	PR.0038.0004.0004.	
81	PR.0038.0004.0005.	
82	PR.0038.0004.0006.	
83	PR.0038.0004.0010.	
84	PR.0038.0004.0011.	
85	PR.0038.0004.0012.	
86	PR.0038.0004.0013.	
87	PR.0038.0004.0014.	
88	PR.0038.0004.0015.	
89	PR.0038.0004.0016.	
90	PR.0038.0005.	POMPE DI CALORE ARIA-ARIA
91	PR.0038.0005.0001.	
92	PR.0038.0005.0002.	
93	PR.0038.0005.0003.	
94	PR.0038.0005.0004.	
95	PR.0038.0005.0005.	SOLARE TERMICO
96	PR.0038.0006.	
97	PR.0038.0006.0001.	
98	PR.0038.0006.0002.	
99	PR.0038.0006.0003.	
100	PR.0038.0006.0004.	



101	PR.0038.0006.0005.	
102	PR.0038.0006.0006.	
103	PR.0038.0006.0007.	
104	PR.0039.0008.	PANNELLO IN EPS PER ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO
105	PR.0039.0008.0001.	
106	PR.0039.0008.0002.	
107	PR.0039.0008.0003.	
108	PR.0039.0008.0004.	
109	PR.0039.0008.0005.	
110	PR.0039.0008.0006.	
111	PR.0039.0008.0007.	
112	PR.0039.0009.	PANNELLO IN EPS GRAFITATO PER ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO
113	PR.0039.0009.0001.	
114	PR.0039.0009.0002.	
115	PR.0039.0009.0003.	
116	PR.0039.0009.0004.	
117	PR.0039.0009.0005.	
118	PR.0039.0009.0006.	
119	PR.0039.0009.0007.	
120	PR.0039.0010.	
121	PR.0039.0010.0001.	
122	PR.0039.0010.0002.	
123	PR.0039.0010.0003.	
124	PR.0039.0010.0004.	
125	PR.0039.0010.0005.	
126	PR.0039.0010.0006.	
127	PR.0039.0010.0007.	
128	PR.0039.0010.0008.	
129	PR.0039.0010.0011.	
130	PR.0039.0010.0012.	
131	PR.0039.0010.0013.	
132	PR.0039.0010.0014.	
133	PR.0039.0010.0015.	
134	PR.0039.0010.0016.	
135	PR.0039.0010.0017.	
136	PR.0039.0010.0018.	
137	PR.0039.0010.0021.	
138	PR.0039.0010.0022.	



139	PR.0039.0010.0023.	
140	PR.0039.0010.0024.	
141	PR.0039.0010.0025.	
142	PR.0039.0010.0026.	
143	PR.0039.0010.0027.	
144	PR.0039.0010.0028.	
145	PR.0039.0011.	PANNELLO IN SUGHERO BIONDO PER ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO
146	PR.0039.0011.0001.	
147	PR.0039.0011.0002.	
148	PR.0039.0011.0003.	
149	PR.0039.0011.0004.	
150	PR.0039.0011.0005.	
151	PR.0039.0011.0006.	
152	PR.0039.0011.0007.	
153	PR.0039.0011.0008.	
154	PR.0039.0012.	COMPONENTI, ACCESSORI E FERRAMENTA PER SISTEMI A CAPPOTTO
155	PR.0039.0012.0001.	
156	PR.0039.0012.0002.	
157	PR.0039.0012.0003.	
158	PR.0039.0012.0004.	
159	PR.0039.0012.0005.	
160	PR.0039.0012.0006.	
161	PR.0039.0012.0007.	
162	PR.0039.0012.0008.	
163	PR.0039.0012.0011.	
164	PR.0039.0012.0012.	
165	PR.0039.0012.0013.	
166	PR.0039.0012.0014.	
167	PR.0039.0012.0015.	
168	PR.0039.0012.0016.	
169	PR.0039.0012.0017.	
170	PR.0039.0012.0018.	
171	PR.0039.0012.0019.	
172	PR.0076.0011.	IMPIANTI FOTOVOLTAICI
173	PR.0076.0011.0001.	
174	PR.0076.0011.0002.	
175	PR.0076.0011.0003.	
176	PR.0076.0011.0004.	
177	PR.0076.0012.	SISTEMI DI ACCUMULO



178	PR.0076.0012.0001.	
179	PR.0076.0012.0002.	
180	PR.0076.0012.0003.	
181	PR.0076.0012.0004.	
182	PR.0076.0012.0005.	
183	PR.0076.0012.0006.	
184	PR.0076.0013.	STAZIONI DI RICARICA
185	PR.0076.0013.0001.	
186	PR.0076.0013.0002.	
187	PR.0076.0013.0003.	
188	PR.0076.0013.0004.	
189	PR.0084.	INFISSI IN PVC
190	PR.0084.0001.	
191	PR.0084.0001.0001.	
192	PR.0084.0001.0002.	
193	PR.0084.0001.0003.	
194	PR.0084.0001.0004.	
195	PR.0084.0001.0005.	
196	PR.0084.0001.0006.	
197	PR.0084.0001.0007.	
198	PR.0084.0001.0008.	
199	PR.0084.0001.0009.	
200	PR.0084.0001.0010.	
201	PR.0084.0001.0011.	
202	PR.0084.0001.0012.	
203	PR.0084.0001.0013.	
204	PR.0084.0001.0014.	
205	PR.0084.0001.0015.	
206	PR.0084.0001.0016.	
207	PR.0084.0001.0017.	
208	PR.0085.	FACCIAE VENTILATE
209	PR.0085.0001.	
210	PR.0085.0001.0001.	
211	PR.0085.0001.0002.	
212	PR.0085.0001.0003.	
213	PR.0085.0001.0004.	
214	PR.0085.0001.0005.	
215	PR.0085.0001.0006.	
216	PR.0085.0001.0007.	



217	PR.0085.0001.0008.	
218	PR.0086.	INFISSI IN LEGNO
219	PR.0086.0001.	
220	PR.0086.0001.0001.	
221	PR.0086.0001.0002.	
222	PR.0086.0001.0004.	
223	PR.0086.0001.0005	
224	PR.0087.	INFISSI LEGNO-ALLUMINIO
225	PR.0087.0001.	
226	PR.0087.0001.0001.	
227	PR.0087.0001.0002.	
228	PR.0089.	MATERIALI PER STRADE ECOSOSTENIBILI
229	PR.0089.0001.	
230	PR.0089.0001.0001.	
231	PR.0089.0001.0002.	
232	PR.0089.0001.0003.	
233	PR.0089.0001.0004.	
234	PR.0089.0001.0005.	
235	PR.0089.0001.0006.	
236	PR.0089.0001.0007.	
237	PR.0089.0001.0008.	
238	PR.0089.0001.0009.	
239	PR.0089.0002.	PAVIMENTAZIONI BITUMINOSE ADDITIVATE A BASE GRAFENE
240	PR.0089.0002.0001.	
241	PR.0089.0002.0002.	
242	PR.0089.0002.0003.	
243	PR.0089.0002.0004.	
244	PR.0089.0002.0005.	
245	PR.0089.0002.0006.	
246	PR.0089.0002.0007.	
247	PR.0089.0002.0008.	
248	PR.0089.0002.0009.	
249	PR.0089.0002.0010.	
250	PR.0089.0002.0011.	
251	PR.0089.0003.	PAVIMENTAZIONI BITUMINOSE ADDITIVATE CON COMPOUND POLIMERICO E FIBRE IN PELLETS
252	PR.0089.0003.0001.	
253	PR.0089.0004.	MATERIALI PER COLORAZIONI PAVIMENTAZIONI
254	PR.0089.0004.0001.	
255	PR.0089.0004.0002.	



256	PR.0089.0004.0003.	
257	PR.0089.0004.0004.	
258	PR.0089.0004.0005.	
259	PR.0089.0005.	ADDITIVI PER CONGLOMERATO BITUMINOSO
260	PR.0089.0005.0001.	
261	PR.0089.0005.0002.	
262	PR.0089.0006.	CONGLOMERATO BITUMINOSO RIGENERATO
263	PR.0089.0006.0001.	
264	PR.0089.0006.0002.	

Di seguito i nuovi codici di PF inseriti nel prezzo 2022.

N.	NUOVO CODICE	CAPITOLO
1	PF.0001.0002.0085.	MOVIMENTO DI MATERIE
2	PF.0001.0012.	PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO ECOSTENIBILE
3	PF.0001.0012.0001.	PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO ECOSTENIBILE
4	PF.0001.0012.0002.	PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO ECOSTENIBILE
5	PF.0001.0012.0003.	PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO ECOSTENIBILE
6	PF.0001.0012.0004.	PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO ECOSTENIBILE
7	PF.0001.0012.0005.	PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO ECOSTENIBILE
8	PF.0001.0012.0006.	PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO ECOSTENIBILE
9	PF.0001.0012.0007.	PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO ECOSTENIBILE
10	PF.0001.0012.0008.	PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO ECOSTENIBILE
11	PF.0001.0012.0009.	PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO ECOSTENIBILE
12	PF.0001.0012.0010.	PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO ECOSTENIBILE
13	PF.0001.0012.0011.	PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO ECOSTENIBILE
14	PF.0001.0012.0012.	PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO ECOSTENIBILE
15	PF.0001.0013.	PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO A BASE GRAFENE
16	PF.0001.0013.0001.	PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO A BASE GRAFENE
17	PF.0001.0013.0002.	PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO A BASE GRAFENE
18	PF.0001.0013.0003.	PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO A BASE GRAFENE
19	PF.0001.0013.0004.	PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO A BASE GRAFENE
20	PF.0001.0013.0005.	PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO A BASE GRAFENE
21	PF.0001.0013.0006.	PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO A BASE GRAFENE
22	PF.0001.0013.0007.	PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO A BASE GRAFENE
23	PF.0001.0013.0008.	PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO A BASE GRAFENE
24	PF.0001.0013.0009.	PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO A BASE GRAFENE
25	PF.0001.0013.0010.	PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO A BASE GRAFENE
26	PF.0001.0014.	TRATTAMENTI E COLORAZIONI PER PAVIMENTAZIONI STRADALI
27	PF.0001.0014.0001.	TRATTAMENTI E COLORAZIONI PER PAVIMENTAZIONI STRADALI



28	PF.0001.0014.0002.	TRATTAMENTI E COLORAZIONI PER PAVIMENTAZIONI STRADALI
29	PF.0001.0014.0003.	TRATTAMENTI E COLORAZIONI PER PAVIMENTAZIONI STRADALI
30	PF.0001.0014.0004	TRATTAMENTI E COLORAZIONI PER PAVIMENTAZIONI STRADALI
31	PF.0001.0014.0005	TRATTAMENTI E COLORAZIONI PER PAVIMENTAZIONI STRADALI
32	PF.0001.0014.0006	TRATTAMENTI E COLORAZIONI PER PAVIMENTAZIONI STRADALI
33	PF.0010.0009.	CALDAIE A CONDENSAZIONE METANO/GPL
34	PF.0010.0009.0001.	CALDAIE A CONDENSAZIONE METANO/GPL
35	PF.0010.0009.0002.	CALDAIE A CONDENSAZIONE METANO/GPL
36	PF.0010.0009.0003.	CALDAIE A CONDENSAZIONE METANO/GPL
37	PF.0010.0009.0006.	CALDAIE A CONDENSAZIONE METANO/GPL
38	PF.0010.0009.0007.	CALDAIE A CONDENSAZIONE METANO/GPL
39	PF.0010.0009.0008.	CALDAIE A CONDENSAZIONE METANO/GPL
40	PF.0010.0009.0009.	CALDAIE A CONDENSAZIONE METANO/GPL
41	PF.0010.0009.0010.	CALDAIE A CONDENSAZIONE METANO/GPL
42	PF.0010.0009.0011.	CALDAIE A CONDENSAZIONE METANO/GPL
43	PF.0010.0009.0012.	CALDAIE A CONDENSAZIONE METANO/GPL
44	PF.0010.0009.0013.	CALDAIE A CONDENSAZIONE METANO/GPL
45	PF.0010.0009.0014.	CALDAIE A CONDENSAZIONE METANO/GPL
46	PF.0010.0009.0020.	CALDAIE A CONDENSAZIONE METANO/GPL
47	PF.0010.0009.0021.	CALDAIE A CONDENSAZIONE METANO/GPL
48	PF.0010.0009.0022.	CALDAIE A CONDENSAZIONE METANO/GPL
49	PF.0010.0009.0023.	CALDAIE A CONDENSAZIONE METANO/GPL
50	PF.0010.0009.0024.	CALDAIE A CONDENSAZIONE METANO/GPL
51	PF.0010.0009.0025.	CALDAIE A CONDENSAZIONE METANO/GPL
52	PF.0010.0009.0026.	CALDAIE A CONDENSAZIONE METANO/GPL
53	PF.0010.0009.0027.	CALDAIE A CONDENSAZIONE METANO/GPL
54	PF.0010.0010.	POMPE DI CALORE ACQUA CALDA SANITARIA CON ACCUMULO INTEGRATO
55	PF.0010.0010.0001.	POMPE DI CALORE ACQUA CALDA SANITARIA CON ACCUMULO INTEGRATO
56	PF.0010.0010.0002.	POMPE DI CALORE ACQUA CALDA SANITARIA CON ACCUMULO INTEGRATO
57	PF.0010.0011.	POMPE DI CALORE IDRONICHE
58	PF.0010.0011.0001.	POMPE DI CALORE IDRONICHE
59	PF.0010.0011.0002.	POMPE DI CALORE IDRONICHE
60	PF.0010.0011.0003.	POMPE DI CALORE IDRONICHE
61	PF.0010.0011.0004.	POMPE DI CALORE IDRONICHE
62	PF.0010.0011.0005.	POMPE DI CALORE IDRONICHE
63	PF.0010.0011.0006.	POMPE DI CALORE IDRONICHE
64	PF.0010.0011.0010.	POMPE DI CALORE IDRONICHE
65	PF.0010.0011.0011.	POMPE DI CALORE IDRONICHE
66	PF.0010.0011.0012.	POMPE DI CALORE IDRONICHE
67	PF.0010.0011.0013.	POMPE DI CALORE IDRONICHE
68	PF.0010.0011.0014.	POMPE DI CALORE IDRONICHE



69	PF.0010.0011.0015.	POMPE DI CALORE IDRONICHE
70	PF.0010.0011.0016.	POMPE DI CALORE IDRONICHE
71	PF.0010.0012.	POMPE DI CALORE ARIA-ARIA MONOSPLIT
72	PF.0010.0012.0001.	POMPE DI CALORE ARIA-ARIA MONOSPLIT
73	PF.0010.0012.0002.	POMPE DI CALORE ARIA-ARIA MONOSPLIT
74	PF.0010.0012.0003.	POMPE DI CALORE ARIA-ARIA MONOSPLIT
75	PF.0010.0012.0004.	POMPE DI CALORE ARIA-ARIA MONOSPLIT
76	PF.0010.0012.0005.	POMPE DI CALORE ARIA-ARIA MONOSPLIT
77	PF.0010.0013.	SOLARE TERMICO A CIRCOLAZIONE NATURALE
78	PF.0010.0013.0001.	SOLARE TERMICO A CIRCOLAZIONE NATURALE
79	PF.0010.0013.0002.	SOLARE TERMICO A CIRCOLAZIONE NATURALE
80	PF.0010.0013.0003.	SOLARE TERMICO A CIRCOLAZIONE NATURALE
81	PF.0010.0013.0004.	SOLARE TERMICO A CIRCOLAZIONE NATURALE
82	PF.0010.0013.0005.	SOLARE TERMICO A CIRCOLAZIONE NATURALE
83	PF.0010.0013.0006.	SOLARE TERMICO A CIRCOLAZIONE NATURALE
84	PF.0010.0013.0007.	SOLARE TERMICO A CIRCOLAZIONE NATURALE
85	PF.0013.0014.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS
86	PF.0013.0014.0001.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS
87	PF.0013.0014.0002.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS
88	PF.0013.0014.0003.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS
89	PF.0013.0014.0004.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS
90	PF.0013.0014.0005.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS
91	PF.0013.0014.0006.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS
92	PF.0013.0014.0007.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS
93	PF.0013.0014.0011.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS
94	PF.0013.0014.0012.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS
95	PF.0013.0014.0013.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS
96	PF.0013.0014.0014.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS
97	PF.0013.0014.0015.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS
98	PF.0013.0014.0016.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS
99	PF.0013.0014.0017.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS
100	PF.0013.0014.0021.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS
101	PF.0013.0014.0022.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS
102	PF.0013.0014.0023.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS
103	PF.0013.0014.0024.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS
104	PF.0013.0014.0025.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS
105	PF.0013.0014.0026.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS
106	PF.0013.0014.0027.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS
107	PF.0013.0014.0031.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS
108	PF.0013.0014.0032.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS
109	PF.0013.0014.0033.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS



110	PF.0013.0014.0034.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS
111	PF.0013.0014.0035.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS
112	PF.0013.0014.0036.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS
113	PF.0013.0014.0037.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS
114	PF.0013.0015.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS GRAFITATO
115	PF.0013.0015.0001.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS GRAFITATO
116	PF.0013.0015.0002.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS GRAFITATO
117	PF.0013.0015.0003.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS GRAFITATO
118	PF.0013.0015.0004.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS GRAFITATO
119	PF.0013.0015.0005.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS GRAFITATO
120	PF.0013.0015.0006.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS GRAFITATO
121	PF.0013.0015.0007.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS GRAFITATO
122	PF.0013.0015.0011.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS GRAFITATO
123	PF.0013.0015.0012.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS GRAFITATO
124	PF.0013.0015.0013.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS GRAFITATO
125	PF.0013.0015.0014.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS GRAFITATO
126	PF.0013.0015.0015.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS GRAFITATO
127	PF.0013.0015.0016.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS GRAFITATO
128	PF.0013.0015.0017.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS GRAFITATO
129	PF.0013.0015.0021.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS GRAFITATO
130	PF.0013.0015.0022.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS GRAFITATO
131	PF.0013.0015.0023.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS GRAFITATO
132	PF.0013.0015.0024.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS GRAFITATO
133	PF.0013.0015.0025.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS GRAFITATO
134	PF.0013.0015.0026.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS GRAFITATO
135	PF.0013.0015.0027.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS GRAFITATO
136	PF.0013.0015.0031.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS GRAFITATO
137	PF.0013.0015.0032.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS GRAFITATO
138	PF.0013.0015.0033.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS GRAFITATO
139	PF.0013.0015.0034.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS GRAFITATO
140	PF.0013.0015.0035.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS GRAFITATO
141	PF.0013.0015.0036.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS GRAFITATO
142	PF.0013.0015.0037.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN EPS GRAFITATO
143	PF.0013.0016.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA MONODENSITÀ
144	PF.0013.0016.0001.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA MONODENSITÀ
145	PF.0013.0016.0002.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA MONODENSITÀ
146	PF.0013.0016.0003.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA MONODENSITÀ
147	PF.0013.0016.0004.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA MONODENSITÀ
148	PF.0013.0016.0005.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA MONODENSITÀ



149	PF.0013.0016.0006.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA MONODENSITÀ
150	PF.0013.0016.0007.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA MONODENSITÀ
151	PF.0013.0016.0008.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA MONODENSITÀ
152	PF.0013.0016.0011.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA MONODENSITÀ
153	PF.0013.0016.0012.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA MONODENSITÀ
154	PF.0013.0016.0013.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA MONODENSITÀ
155	PF.0013.0016.0014.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA MONODENSITÀ
156	PF.0013.0016.0015.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA MONODENSITÀ
157	PF.0013.0016.0016.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA MONODENSITÀ
158	PF.0013.0016.0017.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA MONODENSITÀ
159	PF.0013.0016.0018.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA MONODENSITÀ
160	PF.0013.0016.0021.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA MONODENSITÀ
161	PF.0013.0016.0022.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA MONODENSITÀ
162	PF.0013.0016.0023.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA MONODENSITÀ
163	PF.0013.0016.0024.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA MONODENSITÀ
164	PF.0013.0016.0025.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA MONODENSITÀ
165	PF.0013.0016.0026.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA MONODENSITÀ
166	PF.0013.0016.0027.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA MONODENSITÀ
167	PF.0013.0016.0028.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA MONODENSITÀ
168	PF.0013.0016.0031.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA MONODENSITÀ
169	PF.0013.0016.0032.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA MONODENSITÀ
170	PF.0013.0016.0033.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA MONODENSITÀ
171	PF.0013.0016.0034.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA MONODENSITÀ
172	PF.0013.0016.0035.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA MONODENSITÀ
173	PF.0013.0016.0036.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA MONODENSITÀ
174	PF.0013.0016.0037.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA MONODENSITÀ
175	PF.0013.0016.0038.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA MONODENSITÀ
176	PF.0013.0017.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (110/75 KG/MC)
177	PF.0013.0017.0001.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (110/75 KG/MC)
178	PF.0013.0017.0002.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (110/75 KG/MC)



179	PF.0013.0017.0003.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (110/75 KG/MC)
180	PF.0013.0017.0004.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (110/75 KG/MC)
181	PF.0013.0017.0005.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (110/75 KG/MC)
182	PF.0013.0017.0006.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (110/75 KG/MC)
183	PF.0013.0017.0007.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (110/75 KG/MC)
184	PF.0013.0017.0008.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (110/75 KG/MC)
185	PF.0013.0017.0011.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (110/75 KG/MC)
186	PF.0013.0017.0012.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (110/75 KG/MC)
187	PF.0013.0017.0013.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (110/75 KG/MC)
188	PF.0013.0017.0014.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (110/75 KG/MC)
189	PF.0013.0017.0015.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (110/75 KG/MC)
190	PF.0013.0017.0016.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (110/75 KG/MC)
191	PF.0013.0017.0017.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (110/75 KG/MC)
192	PF.0013.0017.0018.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (110/75 KG/MC)
193	PF.0013.0017.0021.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (110/75 KG/MC)
194	PF.0013.0017.0022.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (110/75 KG/MC)
195	PF.0013.0017.0023.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (110/75 KG/MC)
196	PF.0013.0017.0024.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (110/75 KG/MC)
197	PF.0013.0017.0025.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (110/75 KG/MC)
198	PF.0013.0017.0026.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (110/75 KG/MC)
199	PF.0013.0017.0027.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (110/75 KG/MC)
200	PF.0013.0017.0028.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (110/75 KG/MC)
201	PF.0013.0017.0031.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (110/75 KG/MC)
202	PF.0013.0017.0032.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (110/75 KG/MC)
203	PF.0013.0017.0033.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (110/75 KG/MC)
204	PF.0013.0017.0034.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (110/75 KG/MC)
205	PF.0013.0017.0035.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (110/75 KG/MC)
206	PF.0013.0017.0036.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (110/75 KG/MC)
207	PF.0013.0017.0037.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (110/75 KG/MC)
208	PF.0013.0017.0038.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (110/75 KG/MC)



209	PF.0013.0018.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (120/70 KG/MC)
210	PF.0013.0018.0001.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (120/70 KG/MC)
211	PF.0013.0018.0002.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (120/70 KG/MC)
212	PF.0013.0018.0003.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (120/70 KG/MC)
213	PF.0013.0018.0004.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (120/70 KG/MC)
214	PF.0013.0018.0005.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (120/70 KG/MC)
215	PF.0013.0018.0006.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (120/70 KG/MC)
216	PF.0013.0018.0007.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (120/70 KG/MC)
217	PF.0013.0018.0008.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (120/70 KG/MC)
218	PF.0013.0018.0011.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (120/70 KG/MC)
219	PF.0013.0018.0012.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (120/70 KG/MC)
220	PF.0013.0018.0013.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (120/70 KG/MC)
221	PF.0013.0018.0014.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (120/70 KG/MC)
222	PF.0013.0018.0015.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (120/70 KG/MC)
223	PF.0013.0018.0016.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (120/70 KG/MC)
224	PF.0013.0018.0017.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (120/70 KG/MC)
225	PF.0013.0018.0018.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (120/70 KG/MC)
226	PF.0013.0018.0021.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (120/70 KG/MC)
227	PF.0013.0018.0022.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (120/70 KG/MC)
228	PF.0013.0018.0023.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (120/70 KG/MC)
229	PF.0013.0018.0024.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (120/70 KG/MC)
230	PF.0013.0018.0025.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (120/70 KG/MC)
231	PF.0013.0018.0026.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (120/70 KG/MC)
232	PF.0013.0018.0027.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (120/70 KG/MC)
233	PF.0013.0018.0028.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (120/70 KG/MC)
234	PF.0013.0018.0031.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (120/70 KG/MC)
235	PF.0013.0018.0032.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (120/70 KG/MC)
236	PF.0013.0018.0033.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (120/70 KG/MC)
237	PF.0013.0018.0034.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (120/70 KG/MC)
238	PF.0013.0018.0035.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (120/70 KG/MC)



239	PF.0013.0018.0036.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (120/70 KG/MC)
240	PF.0013.0018.0037.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (120/70 KG/MC)
241	PF.0013.0018.0038.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN LANA DI ROCCIA DOPPIA DENSITÀ (120/70 KG/MC)
242	PF.0013.0019.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN SUGHERO BIONDO
243	PF.0013.0019.0001.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN SUGHERO BIONDO
244	PF.0013.0019.0002.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN SUGHERO BIONDO
245	PF.0013.0019.0003.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN SUGHERO BIONDO
246	PF.0013.0019.0004.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN SUGHERO BIONDO
247	PF.0013.0019.0005.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN SUGHERO BIONDO
248	PF.0013.0019.0006.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN SUGHERO BIONDO
249	PF.0013.0019.0007.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN SUGHERO BIONDO
250	PF.0013.0019.0008.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN SUGHERO BIONDO
251	PF.0013.0019.0011.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN SUGHERO BIONDO
252	PF.0013.0019.0012.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN SUGHERO BIONDO
253	PF.0013.0019.0013.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN SUGHERO BIONDO
254	PF.0013.0019.0014.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN SUGHERO BIONDO
255	PF.0013.0019.0015.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN SUGHERO BIONDO
256	PF.0013.0019.0016.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN SUGHERO BIONDO
257	PF.0013.0019.0017.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN SUGHERO BIONDO
258	PF.0013.0019.0018.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN SUGHERO BIONDO
259	PF.0013.0019.0021.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN SUGHERO BIONDO
260	PF.0013.0019.0022.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN SUGHERO BIONDO
261	PF.0013.0019.0023.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN SUGHERO BIONDO
262	PF.0013.0019.0024.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN SUGHERO BIONDO
263	PF.0013.0019.0025.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN SUGHERO BIONDO
264	PF.0013.0019.0026.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN SUGHERO BIONDO
265	PF.0013.0019.0027.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN SUGHERO BIONDO
266	PF.0013.0019.0028.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN SUGHERO BIONDO
267	PF.0013.0019.0031.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN SUGHERO BIONDO
268	PF.0013.0019.0032.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN SUGHERO BIONDO
269	PF.0013.0019.0033.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN SUGHERO BIONDO
270	PF.0013.0019.0034.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN SUGHERO BIONDO
271	PF.0013.0019.0035.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN SUGHERO BIONDO
272	PF.0013.0019.0036.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN SUGHERO BIONDO
273	PF.0013.0019.0037.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN SUGHERO BIONDO
274	PF.0013.0019.0038.	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO CON PANNELLO IN SUGHERO BIONDO
275	PF.0013.0020.	FACCIAE VENTILATE
276	PF.0013.0020.0001.	FACCIAE VENTILATE
277	PF.0013.0020.0002.	FACCIAE VENTILATE
278	PF.0013.0020.0003.	FACCIAE VENTILATE



279	PF.0013.0020.0004.	FACCIAE VENTILATE
280	PF.0013.0020.0005.	FACCIAE VENTILATE
281	PF.0013.0020.0006.	FACCIAE VENTILATE
282	PF.0013.0020.0007.	FACCIAE VENTILATE
283	PF.0013.0020.0009.	FACCIAE VENTILATE
284	PF.0013.0022.	INFISSI IN PVC
285	PF.0013.0022.0001.	INFISSI IN PVC
286	PF.0013.0022.0002.	INFISSI IN PVC
287	PF.0013.0022.0003.	INFISSI IN PVC
288	PF.0013.0022.0004.	INFISSI IN PVC
289	PF.0013.0022.0005.	INFISSI IN PVC
290	PF.0013.0022.0006.	INFISSI IN PVC
291	PF.0013.0022.0007.	INFISSI IN PVC
292	PF.0013.0022.0008.	INFISSI IN PVC
293	PF.0013.0022.0009.	INFISSI IN PVC
294	PF.0013.0022.0010.	INFISSI IN PVC
295	PF.0013.0022.0011.	INFISSI IN PVC
296	PF.0013.0022.0012.	INFISSI IN PVC
297	PF.0013.0022.0013.	INFISSI IN PVC
298	PF.0013.0022.0014.	INFISSI IN PVC
299	PF.0013.0022.0015.	INFISSI IN PVC
300	PF.0013.0022.0016.	INFISSI IN PVC
301	PF.0013.0023.	INFISSI IN LEGNO
302	PF.0013.0023.0001.	INFISSI IN LEGNO
303	PF.0013.0023.0002.	INFISSI IN LEGNO
304	PF.0013.0023.0003.	INFISSI IN LEGNO
305	PF.0013.0023.0004.	INFISSI IN LEGNO
306	PF.0013.0024.	INFISSI IN LEGNO-ALLUMINIO
307	PF.0013.0024.0001.	INFISSI IN LEGNO-ALLUMINIO
308	PF.0013.0024.0002.	INFISSI IN LEGNO-ALLUMINIO
309	PF.0014.0009.	NOLI OPERE PROVVISORIALI
310	PF.0014.0009.0001.	NOLI OPERE PROVVISORIALI
311	PF.0014.0009.0002.	NOLI OPERE PROVVISORIALI
312	PF.0014.0009.0003.	NOLI OPERE PROVVISORIALI
313	PF.0014.0009.0004.	NOLI OPERE PROVVISORIALI
314	PF.0014.0009.0005.	NOLI OPERE PROVVISORIALI
315	PF.0014.0009.0006.	NOLI OPERE PROVVISORIALI
316	PF.0014.0009.0007.	NOLI OPERE PROVVISORIALI
317	PF.0014.0009.0008.	NOLI OPERE PROVVISORIALI
318	PF.0014.0009.0009.	NOLI OPERE PROVVISORIALI
319	PF.0014.0009.0010.	NOLI OPERE PROVVISORIALI



320	PF.0014.0009.0011.	NOLI OPERE PROVVISORIALI
321	PF.0014.0009.0012.	NOLI OPERE PROVVISORIALI
322	PF.0014.0009.0013.	NOLI OPERE PROVVISORIALI
323	PF.0014.0009.0014.	NOLI OPERE PROVVISORIALI
324	PF.0017.	IMPIANTI FOTOVOLTAICI
325	PF.0017.0001.	IMPIANTI FOTOVOLTAICI
326	PF.0017.0001.0001.	IMPIANTI FOTOVOLTAICI
327	PF.0017.0001.0002.	IMPIANTI FOTOVOLTAICI
328	PF.0017.0001.0003.	IMPIANTI FOTOVOLTAICI
329	PF.0017.0001.0004.	IMPIANTI FOTOVOLTAICI
330	PF.0017.0002.	IMPIANTI FOTOVOLTAICI
331	PF.0017.0002.0001.	IMPIANTI FOTOVOLTAICI
332	PF.0017.0002.0002.	IMPIANTI FOTOVOLTAICI
333	PF.0017.0002.0003.	IMPIANTI FOTOVOLTAICI
334	PF.0017.0002.0004.	IMPIANTI FOTOVOLTAICI
335	PF.0017.0002.0005.	IMPIANTI FOTOVOLTAICI
336	PF.0017.0002.0006.	IMPIANTI FOTOVOLTAICI
337	PF.0018.	STAZIONI DI RICARICA
338	PF.0018.0001.	STAZIONI DI RICARICA
339	PF.0018.0001.0001.	STAZIONI DI RICARICA
340	PF.0018.0001.0002.	STAZIONI DI RICARICA
341	PF.0018.0001.0003.	STAZIONI DI RICARICA
342	PF.0018.0001.0004.	STAZIONI DI RICARICA
343	PF.0019.	INERTI DA SFRIDI DI CAVA
344	PF.0019.0001	INERTI DA SFRIDI DI CAVA DI GRANITO
345	PF.0019.0001.0001.	INERTI DA SFRIDI DI CAVA DI GRANITO
346	PF.0019.0001.0002.	INERTI DA SFRIDI DI CAVA DI GRANITO
347	PF.0019.0001.0003.	INERTI DA SFRIDI DI CAVA DI GRANITO
348	PF.0019.0001.0004.	INERTI DA SFRIDI DI CAVA DI GRANITO
349	PF.0019.0001.0005.	INERTI DA SFRIDI DI CAVA DI GRANITO
350	PF.0019.0001.0006.	INERTI DA SFRIDI DI CAVA DI GRANITO
351	PF.0019.0001.0007.	INERTI DA SFRIDI DI CAVA DI GRANITO
352	PF.0019.0001.0008.	INERTI DA SFRIDI DI CAVA DI GRANITO
353	PF.0019.0001.0009.	INERTI DA SFRIDI DI CAVA DI GRANITO
354	PF.0019.0001.00010.	INERTI DA SFRIDI DI CAVA DI GRANITO
355	PF.0019.0001.00011.	INERTI DA SFRIDI DI CAVA DI GRANITO
356	PF.0019.0002.	INERTI DA SFRIDI DI CAVA DI CALCARE
357	PF.0019.0002.0001.	INERTI DA SFRIDI DI CAVA DI CALCARE
358	PF.0019.0002.0002.	INERTI DA SFRIDI DI CAVA DI CALCARE
359	PF.0019.0002.0003.	INERTI DA SFRIDI DI CAVA DI CALCARE
360	PF.0019.0002.0004.	INERTI DA SFRIDI DI CAVA DI CALCARE



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

361	PF.0019.0002.0005.	INERTI DA SFRIDI DI CAVA DI CALCARE
362	PF.0019.0002.0006.	INERTI DA SFRIDI DI CAVA DI CALCARE
363	PF.0019.0002.0007.	INERTI DA SFRIDI DI CAVA DI CALCARE
364	PF.0019.0002.0008.	INERTI DA SFRIDI DI CAVA DI CALCARE
365	PF.0019.0002.0009.	INERTI DA SFRIDI DI CAVA DI CALCARE

Inoltre, sono state aggiornate e modificate le descrizioni delle voci seguenti riferite al capitolo "Calcestruzzo".



N.	CODICE	CAPITOLO
1	PR.0005	CALCESTRUZZO
2	PR.0005.0001	A PRESTAZIONE GARANTITA
3	PR.0005.0002	A PRESTAZIONE GARANTITA
4	PR.0005.0003	A PRESTAZIONE GARANTITA
5	PR.0005.0004	A PRESTAZIONE GARANTITA
6	PR.0005.0005	A PRESTAZIONE GARANTITA
7	PR.0005.0002	A DURABILITÀ GARANTITA
8	PR.0005.0002.0001	A DURABILITÀ GARANTITA
9	PR.0005.0002.0002	A DURABILITÀ GARANTITA
10	PR.0005.0002.0003	A DURABILITÀ GARANTITA
11	PR.0005.0002.0004	A DURABILITÀ GARANTITA
12	PR.0005.0002.0005	A DURABILITÀ GARANTITA
13	PR.0005.0002.0006	A DURABILITÀ GARANTITA
14	PR.0005.0002.0007	A DURABILITÀ GARANTITA
15	PR.0005.0002.0008	A DURABILITÀ GARANTITA
16	PR.0005.0002.0009	A DURABILITÀ GARANTITA
17	PR.0005.0002.0010	A DURABILITÀ GARANTITA
18	PR.0005.0002.0011	A DURABILITÀ GARANTITA
19	PR.0005.0002.0012	A DURABILITÀ GARANTITA
20	PR.0005.0002.0013	A DURABILITÀ GARANTITA
21	PR.0005.0002.0014	A DURABILITÀ GARANTITA
22	PR.0005.0002.0015	A DURABILITÀ GARANTITA
23	PR.0005.0002.0016	A DURABILITÀ GARANTITA
24	PR.0005.0002.0017	A DURABILITÀ GARANTITA
25	PR.0005.0002.0018	A DURABILITÀ GARANTITA
26	PR.0005.0002.0019	A DURABILITÀ GARANTITA
27	PR.0005.0002.0020	A DURABILITÀ GARANTITA
28	PR.0005.0002.0021	A DURABILITÀ GARANTITA
29	PR.0005.0002.0022	A DURABILITÀ GARANTITA
30	PR.0005.0002.0023	A DURABILITÀ GARANTITA
31	PR.0005.0002.0024	A DURABILITÀ GARANTITA
32	PR.0005.0002.0025	A DURABILITÀ GARANTITA
33	PR.0005.0002.0026	A DURABILITÀ GARANTITA

Inoltre, nel prezzo 2022 sono state apportate le correzioni di refusi, errori, aggiornamenti normativi nella descrizione dei prodotti elementari e dei prodotti finiti.

Per quanto riguarda i costi dei prodotti, per il cosiddetto “caro materiali”, sono state apportate modifiche e/o integrazioni a tutti i capitoli del prezzo, a cui si rimanda per il dettaglio degli aggiornamenti:



Con riferimento ai costi elementari dei prodotti elementari da costruzione, l'edizione 2022 fornisce il necessario allineamento tecnico ed economico alla dinamica evolutiva del mercato, attraverso la conduzione di puntuale rilevazione di prezzi di mercato mediante indagini condotte tra i principali fornitori/produttori dei materiali da costruzione più significativi nonché tra gli operatori del settore, anche avvalendosi del contributo degli enti e delle associazioni presenti su Tavolo Permanente di Lavoro regionale.

La consultazione del mercato ha richiesto la selezione preventiva delle imprese in base a distinti ambiti di operatività merceologica-territoriale e al diverso ruolo nella filiera degli appalti, su territorio prevalentemente regionale.

La compensazione necessaria per il caro materiali è stata effettuata incrementando gli AT e i PR sulla base dei dati desunti dalla rilevazione diretta dei prezzi offerti dai produttori/fornitori contattati. Laddove non è stato possibile operare con le rilevazioni, si è proceduto con l'applicazione dei valori delle percentuali derivanti delle analisi statistiche dei dati Istat, riferite all'indicatore "Indice dei prezzi alla produzione dell'industria", in termini di variazione percentuale dei codici Ateco.

10. SPECIFICHE TECNICHE DEI PRODOTTI E DELLE LAVORAZIONI

10.1 PAVIMENTAZIONI STRADALI ECOSOSTENIBILI

SPECIFICHE TECNICHE PER LE LAVORAZIONI DI REALIZZAZIONE DI PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO ECOSOSTENIBILE



Sommario

Art. 1.	Ecobase ad elevata duttilità con rigenerazione in sito o in impianto mediante emulsione bituminosa modificata	45
Art. 2.	Base in conglomerato bituminoso ad elevate prestazioni con bitume tal quale e compound polimerico per la modifica dry (PMA)	50
Art. 3.	Base in conglomerato bituminoso ad elevate prestazioni con bitume tal quale e supermodificante polimerico a base di grafene per la modifica dry (PMA)	61
Art. 4.	Binder in conglomerato bituminoso ad elevate prestazioni con bitume Tal Quale e compound polimerico per la modifica dry (PMA)	73
Art. 5.	Binder in conglomerato bituminoso ad elevate prestazioni con bitume tal quale e supermodificante polimerico a base di grafene per la modifica dry (PMA)	83
Art. 6.	Usura in conglomerato bituminoso ad elevate prestazioni con bitume Tal Quale e compound polimerico per la modifica dry (PMA)	95
Art. 7.	Usura in conglomerato bituminoso ad elevate prestazioni con bitume tal quale e supermodificante polimerico a base di grafene per la modifica dry (PMA)	105
Art. 8.	Usura in conglomerato bituminoso ad elevate prestazioni a tessitura ottimizzata con bitume Tal Quale e compound fibre-polimeri per la modifica dry (PMA)	118
Art. 9.	Usura in conglomerato bituminoso colorato	128
Art. 11.	Trattamento superficiale di colorazione	138
Art. 12.	Trattamento superficiale protettivo antikerose	138
Art. 13.	Conglomerato bituminoso prodotto a freddo con 100% di granulato di conglomerato bituminoso, per la realizzazione di piste ciclopedonali, strade a basso traffico ed interventi di manutenzione	139
Art. 14.	Strato sottile multifunzionale in conglomerato bituminoso ad elevate prestazioni con bitume tal quale e supermodificante polimerico a base di grafene per la modifica dry (PMA)	143

NORME TECNICHE

Art. 1 ECOBASE AD ELEVATA DUTTILITÀ CON RIGENERAZIONE IN SITO O IN IMPIANTO MEDIANTE EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA

Art. 1.1 Descrizione

Lo strato di ecobase ad elevate prestazioni e duttilità è costituito da materiali granulari naturali e/o di riciclo della vecchia pavimentazione, compreso il conglomerato bituminoso fresato, cemento ed emulsione bituminosa sovrastabilizzata.

Art. 1.2 Materiali costituenti

Legante

Il legante deve essere costituito da emulsione bituminosa sovrastabilizzata, specifica per le miscele contenenti calce e/o cemento. Le caratteristiche richieste per l'emulsione ed i relativi metodi di prova sono indicati nella seguente tabella.

Emulsione bituminosa sovrastabilizzata C 60 B 5			
Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Limiti (UNI EN 13808)
Polarità delle particelle	UNI EN 1430	---	Positiva (Classe 2)
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	---	≥ 170 (Classe 5)
Stabilità al cemento	UNI EN 12848	g	≤ 2 (Classe 2)
Contenuto di legante (per contenuto d'acqua)	UNI EN 1428	%	60 ± 2 (Classe 5)
Contenuto di legante (per distillazione)	UNI EN 1431	%	≥ 58 (Classe 5)
Contenuto olio distillato	UNI EN 1431	%	≤ 2 (Classe 2)
Tempo di efflusso (2mm @ 40°C)	UNI EN 12846-1	s	$15 \div 70$ (Classe 3)
Residuo al setaccio (0,5 mm)	UNI EN 1429	%	$\leq 0,2$ (Classe 3)
Tendenza alla sedimentazione a 7 giorni	UNI EN 12847	%	≤ 10 (Classe 3)
Adesività	UNI EN 13614	%	≥ 75 (Classe 2)
Legante recuperato per distillazione			
Penetrazione con ago	UNI EN 1426	0,1 mm	≤ 100 (Classe 3)
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 43 (Classe 6)

Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione dell'emulsione tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere di norma rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per conto terzi.

Aggregati

Gli aggregati lapidei sono generalmente costituiti da materiali di riciclo di pavimentazioni stradali esistenti: conglomerato bituminoso di recupero, misto cementato, misto granulare (fondazione stradale), tout venant ed eventualmente inerti vergini (di primo impiego) di integrazione. Non è escluso l'impiego di soli aggregati vergini. Nel caso in cui i materiali della vecchia pavimentazione abbiano inglobate sostanze plastiche (limi, argille) queste devono essere eliminate (sostituite con materiali idonei) ovvero preventivamente trattate con calce.

Qualora la granulometria degli inerti di riciclo si discosti dal fuso indicato nella tabella seguente, la Direzione



Lavori potrà ordinare l'integrazione mediante l'aggiunta di aggregati vergini di dimensioni e caratteristiche tali da riportare la curva granulometrica nel fuso richiesto.

Gli aggregati lapidei vergini impiegati nel conglomerato bituminoso dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento 305/2011 sui prodotti da costruzione e dovranno essere marcati CE, rispondendo a quanto previsto dall'appendice ZA della norma UNI EN 13043. In ogni caso i materiali dovranno essere conformi ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente.

Aggregato grosso

L'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori/uguali ai 2 mm) dovrà essere totalmente frantumato e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Aggregato Grosso			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097 - 2	%	≤ 25 (LA ₂₅)
Particelle frantumate	UNI EN 933 - 5	---	≥ 60 C _{60/10}
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367 - 1	%	≤ 1 (F ₁)
Dimensione Max	UNI EN 933 - 1	mm	40
Passante allo 0,063	UNI EN 933 - 1	%	≤ 1

Aggregato fino

L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2 mm) dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e/o naturali e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Aggregato Fino			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Equivalente in sabbia	UNI EN 933 - 8	%	≥ 75 (SE ₇₅)
Contenuto di fini	UNI EN 933 - 1	%	≤ 10 (f ₁₀)

Cemento

I cementi impiegati devono essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 197-1.

Possono essere impiegati unicamente cementi della classe di resistenza 32,5N, dei seguenti tipi:

- cemento Portland;
- cemento d'altoforno;
- cemento pozzolanico.

Acqua

Deve essere impiegata acqua pura ed esente da sostanze organiche.



Art. 1.3 Miscele

La miscela degli aggregati lapidei dovrà avere una composizione granulometrica determinata in conformità alle norme UNI EN 13108 - 1 e UNI EN 12697 - 2, utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, e dovrà essere compresa nei limiti del fuso riportato di seguito, in funzione dello spessore dello strato da realizzare:

Fuso Granulometrico Ecobase		
Serie setacci UNI EN	Passante minimo [%]	Passante massimo [%]
63	100	100
40	88	100
25	75	100
16	66	88
8	53	74
4	42	63
2	32	52
0,5	18	35
0,25	12	28
0,063	4	18

Le percentuali ottimali di cemento, acqua ed emulsione bituminosa e dell'eventuale integrazione di inerti sono stabilite mediante uno specifico studio in laboratorio o in campo prova.

Per una corretta valutazione delle caratteristiche del materiale esistente nel tronco stradale interessato dal trattamento devono esser eseguiti prelievi ogni 500 m, eventualmente intensificati in caso di disomogeneità.

Per i conglomerati bituminosi il prelievo deve essere eseguito dopo la fresatura ed un successivo passaggio di pulvimixer in modo da poter considerare l'effetto di sgranamento prodotto dalla macchina stabilizzatrice.

Per l'ottimizzazione della miscela (mix design) devono essere confezionati provini con differenti quantità (percentuali riferite al peso degli inerti) di emulsione bituminosa, cemento ed acqua, come indicato nella tabella seguente costipati con pressa giratoria (UNI EN 12697 - 31) nelle seguenti condizioni di prova:

Condizioni di prova (UNI EN 12697-31/13108-20)	Unità di misura	Limiti (UNI EN 13108-1)
Angolo di rotazione	°	1,25 ± 0,02
Velocità di rotazione	Giri/min	30
Pressione verticale	kPa	600 ± 3
Diametric del provino	mm	150
Rotazioni N	---	180

% cemento	1,5			2,0			2,5		
% emulsione bituminosa	3,5	3,5	3,5	3,0	3,0	3,0	2,5	2,5	2,5
Umidità % oltre l'acqua dell'emulsione	4	5	6	4,5	5,5	6,5	5	6	7
Provini n°	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Ferme restando le percentuali di cemento, le altre percentuali possono variare in funzione della natura e della



granulometria del materiale da trattare, in particolare della quantità di conglomerato bituminoso fresato presente nella miscela.

I provini così confezionati devono subire una maturazione a 40°C per 72 ore e successivamente, dopo condizionamento per 4 ore in camera climatica a 25 °C, devono essere sottoposti a prova di resistenza a trazione indiretta (UNI EN 12697-23).

Risultati richiesti	Unità di misura	Limiti (UNI EN 13108-1)
Resistenza a Trazione Indiretta a 25°C (UNI EN 12697 - 23)	N/mm2	≥ 0,35
Coefficiente di Trazione Indiretta a 25°C (UNI EN 12697 - 23)	N/mm2	60

Art. 1.4 Confezionamento delle miscele

La stabilizzazione con cemento ed emulsione bituminosa, può essere realizzata mediante un “treno” di riciclaggio costituito da: fresa, macchina stabilizzatrice (pulvimixer tale da frantumare i grumi del conglomerato fresato e miscelare omogeneamente cemento, bitume o emulsione), autobotte per il legante bituminoso, autobotte per l'acqua, livellatrice e almeno n 2 rulli.

Subito dopo la miscelazione si deve procedere ad una prima compattazione con rullo monotamburo vibrante per omogeneizzare l'addensamento a quello prodotto dal passaggio delle ruote del pulvimixer. Segue la profilatura per attribuire la pendenza trasversale ed il costipamento mediante l'impiego di un rullo vibrante di peso > 18 t con controllo di frequenza e di ampiezza di vibrazione e di un rullo gommato di carico statico > 25 t.

Si inoltre avere cura che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

Subito dopo il completamento della fase di costipamento e finitura dello strato, deve essere applicato un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55% in ragione di 1,0 ÷ 1,5 kg/m2 (in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui può venire sottoposto) e successivo spargimento di graniglia o di sabbia.

Il trattamento di stabilizzazione deve essere sospeso con temperatura dell'aria inferiore ai 10°C e comunque quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Art. 1.5 Accettazione delle miscele

Con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori la composizione delle miscele che intende adottare. Ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati e delle marcature CE delle materie prime utilizzate.

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio della miscela proposto, l'Impresa deve attenersi

rigorosamente.

Il controllo della qualità degli strati stabilizzati con cemento ed emulsione bituminosa e deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono a discrezione della Direzione Lavori.

Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità.

Sulla miscela vengono determinate: la percentuale d'acqua e la granulometria degli aggregati (riciclati e di integrazione). Su provini confezionati direttamente in cantiere con pressa giratoria vengono eseguite prove di resistenza a trazione indiretta (UNI EN 12697 - 23) e modulo di rigidezza per trazione indiretta (UNI EN 12697 - 26, Annesso C).

Dopo 90 giorni dal trattamento vengono eseguite prove per la determinazione del modulo elastico dinamico mediante macchina a massa battente (Falling Weight Deflectometer – FWD) ed il prelievo di carote per il controllo del peso di volume e la verifica degli spessori.

Sulle carote possono inoltre, a discrezione della Direzione Lavori, essere determinati la resistenza a trazione indiretta (UNI EN 12697 - 23) ed il modulo di rigidezza (UNI EN 12697 - 26, Annesso C).

A compattazione ultimata la densità in sito (γ situ), nel 95% dei punti controllati (con volumometro o prelievo di carote), non deve essere inferiore al 95% del valore di riferimento (γ laboratorio) misurato in laboratorio sulla miscela di progetto costipata con pressa giratoria a 80 giri e dichiarato prima dell'inizio dei lavori. Quando possibile il valore di riferimento può essere costituito dall'addensamento ottenuto in laboratorio sulla miscela effettivamente utilizzata in quel punto, costipata con 80 giri di pressa giratoria.

Le misure della densità sono effettuate secondo la norma (UNI EN 12697 – 6, Procedura D).

Nella prova di trazione indiretta (UNI EN 12697 - 23) eseguita su carote prelevate dopo 90 giorni dalla realizzazione o su provini confezionati in cantiere con la pressa giratoria (180 giri), maturati in camera climatica per 72 ore a 40 °C e successivamente, condizionati per 4 ore a 25 °C, la Resistenza a Trazione Indiretta R_t non deve essere inferiore a 0,35 N/mm² ed il Coefficiente di trazione indiretta CTI non deve essere inferiore a 60 N/mm².

Il modulo di rigidezza alla temperatura di 20°C determinato in configurazione di trazione indiretta (UNI EN 12697 - 26) con deformazione imposta di 2 μ m su carote prelevate dopo 90 giorni dalla realizzazione o provini confezionati in cantiere con la pressa giratoria (180 giri), maturati in camera climatica per 72 ore a 40°C o dopo 28 giorni di maturazione a 20°C, nel 95% dei campioni, non deve essere inferiore a 3000 N/mm².

Considerando lo stesso provino e gli stessi diametri di misura, il modulo di rigidezza alla temperatura di 50°C deve essere < del 75% del valore di riferimento a 20°C.

Il modulo elastico rilevato, dopo 90 giorni dal trattamento, con Falling Weight Deflectometer, e riferito alla temperatura di 20°C, nel 95% dei campioni (ovvero dei punti analizzati) non deve essere inferiore a 3000 N/mm².

Ad integrazione dei controlli precedenti possono essere eseguite prove con piastra dinamica leggera (dynamic plate-load test).



Il modulo dinamico Evd dopo la compattazione non deve essere inferiore a 70 N/mm² nel 90% dei punti analizzati. Le misure di modulo dinamico sono riportate alla temperatura di riferimento (25°C) applicando correzioni di un punto percentuale ogni grado centigrado di scostamento, incrementando il valore del modulo nel caso di misure effettuate a temperature maggiori di 25°C, diminuendolo nel caso di misure effettuate a temperature minori di 25°C. L'attrezzatura impiegata deve essere equipaggiata con una massa battente da 10 kg che genera una forza di impatto di 7,07 kN con una durata dell'impulso di 18 ms su una piastra di diametro di 300 mm. La procedura di prova prevede l'applicazione di tre colpi successivi di cui vengono acquisite le deformazioni e, nota la tensione di carico applicata, la macchina restituisce automaticamente il risultato (modulo dinamico) definito come la media delle tre misurazioni. I tre colpi di prova devono essere preceduti da altri tre colpi in modo tale da ottenere un buon contatto tra il piatto di carico ed il suolo. La piastra di carico deve essere posizionata su un piano adeguatamente liscio con l'eventuale disposizione di sabbia monogranulare per livellare la superficie. Nei casi in cui non si realizzi un buon contattato tra piastra e pavimentazione oppure l'inclinazione del piano sia eccessiva (maggiore del 6%), si possono verificare degli spostamenti laterali che inficiano i risultati.

**Art. 2 BASE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO AD ELEVATE PRESTAZIONI CON BITUME TAL
QUALE E COMPOUND POLIMERICO PER LA MODIFICA DRY (PMA)**

Art. 2.1 Descrizione

Lo strato di base in conglomerato bituminoso ad elevate prestazioni con bitume tal quale e compound polimerico per la modifica dry (PMA) è costituito da un misto granulare, prevalentemente di frantumazione, composto da una miscela di aggregato grosso, fine e filler (secondo le definizioni riportate nella Norma UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico"), prodotto a caldo con bitume semisolido per uso stradale (con definizione e requisiti di cui alla Norma UNI EN 12591 "Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali"), previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati, combinati e metallici vibranti di idoneo peso.

La miscela può comprendere anche aggregati e bitume derivanti dalla demolizione di pavimentazioni a fine vita utile, purché sottoposti a verifica secondo Normativa vigente e quanto previsto dalla norma UNI EN 13108-8 "Miscele bituminose: Specifiche del materiale - Granulato di conglomerato bituminoso".

Per essere ritenuto idoneo e impiegabile, il conglomerato bituminoso deve essere dotato obbligatoriamente di marcatura CE. I requisiti obbligatori richiesti sono:

Temperatura della miscela alla produzione;

Contenuto minimo di legante;

Composizione granulometrica;

Contenuto dei vuoti.

La base in opera dovrà conferire una resistenza meccanica alla sovrastruttura tale da garantire capacità portante senza deformazioni permanenti e adeguata flessibilità nell'adattamento ad eventuali assestamenti del



sottofondo, anche a medio-lungo termine. Lo spessore dello strato di Base è determinato nella fase progettuale, salvo diverse indicazioni della Direzione Lavori.

La prequalifica della miscela bituminosa dovrà essere presentata alla Direzione Lavori con congruo anticipo (almeno 15 giorni) rispetto all'inizio delle lavorazioni ed approvata dalla stessa D.L..

In particolare, ogni prequalifica dovrà essere corredata della seguente documentazione:

Mix Design eseguito presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm.ii., come riportato nel paragrafo inerente le "Miscele", concernente:

Il proporzionamento delle materie costituenti e dei prodotti di integrazione;

La determinazione della percentuale ottimale di bitume;

Le prestazioni con metodo volumetrico;

Marcatura CE degli aggregati, del filler e del bitume utilizzati;

Schede Tecniche, schede di sicurezza e Certificati di Laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii. inerenti ai prodotti di integrazione utilizzati e relative caratteristiche fisico-meccaniche come riportato nei relativi paragrafi di seguito esposti;

Marcatura CE del conglomerato bituminoso che sarà prodotto.

La presa visione ed approvazione dei documenti elencati non solleva comunque l'Impresa dalla responsabilità di ottenimento dei risultati prestazionali finali prescritti, anche in opera.

Art. 2.2 Materiali costituenti

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle seguenti concernenti i materiali costituenti è verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore degli aggregati, del filler e del bitume.

Tale documentazione dovrà essere fornita alla D.L. a corredo degli studi di prequalifica delle miscele.

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii.

Legante

I bitumi per uso stradale dovranno essere provvisti di marcatura CE attestante la conformità all'Appendice ZA della Norma UNI EN 12591 "Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali" con riferimento alle informazioni complementari per i bitumi semisolidi 50-70 o 70-100, riportate nel documento UNI/TR 11361 "Bitume e leganti bituminosi – Bitumi per applicazioni stradali di maggior utilizzo in Italia".

Bitume Tal Quale			Limiti (UNI EN 12591)	
Parametro	Normativa	Unità di misura	Classe 50/70	Classe 70/100
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	0,1 mm	50 ÷ 70	70 ÷ 100
Punto di rammollimento	UNI EN1427	°C	46 ÷ 54	43 ÷ 51
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ - 8	≤ - 10
Viscosità dinamica a 60°C	UNI EN 12596	Pa·s	≥ 145	≥ 90
Solubilità	UNI EN 12592	%	≥ 99	≥ 99
Valori dopo RTFOT	UNI EN 12607-1			
Penetrazione residua	UNI EN 1426	%	≥ 50	≥ 46
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN1427	°C	≤ 9	≤ 9
Variazione della massa	UNI EN 12607-1	%	≤ 0,5	≤ 0,8

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati. Tale certificazione sarà rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per conto terzi.

Aggregati

Gli aggregati lapidei impiegati nel conglomerato bituminoso dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento 305/2011 sui prodotti da costruzione e dovranno essere marcati CE, rispondendo a quanto previsto dall'appendice ZA della norma UNI EN 13043. In ogni caso i materiali dovranno essere conformi ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente. La miscela di aggregati dovrà essere costituita da aggregati grossi, fini e filler, anche eventualmente d'apporto. Possono essere impiegati, in percentuali fino a un massimo di 10%, aggregati artificiali come scorie di alto forno, sabbie di recupero da inceneritori di RSU, etc. Potrà inoltre essere utilizzato granulato di conglomerato bituminoso.

Aggregato grosso

L'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori/uguali ai 2 mm) potrà avere anche elementi arrotondati e/o parzialmente frantumati e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Aggregato Grosso			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	%	≤ 25 (LA ₂₅)
Superfici frantumate	UNI EN 933-5	---	C _{95/1}
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤ 1 (F ₁)
Affinità bitume-aggregato (Spogliamento)	UNI EN 12697-11	%	≤ 5
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	---	≤ 20 (SI ₂₀)
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	---	≤ 15 (FI ₁₅)
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	%	≤ 1 (f ₁)
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	%	≤ 2 (WA ₂₄ 2)



Aggregato fino

L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2 mm) dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e/o naturali e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Aggregato Fino			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 70 (SE ₇₀)
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	%	≤ 10 (f ₁₀)

Filler di additivazione

Il filler proviene dalle frazioni fini degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto o ceneri volanti. Comunque, dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

Filler di Additivazione			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Passante setaccio UNI 2 mm	UNI EN 933-10	%	100
Passante setaccio UNI 0,125 mm	UNI EN 933-10	%	$85 \div 100$
Passante setaccio UNI 0,063 mm	UNI EN 933-10	%	$70 \div 100$
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12		N.P.
Anello e biglia (Stiffening Power) Rapporto filler/bitume = 1,5	UNI EN 13179-1	<input type="checkbox"/> R&B	$8 \div 16$ ($\Delta_{R\&B}/16$)

Granulato di conglomerato bituminoso

Il granulato di conglomerato bituminoso proveniente dalla demolizione di pavimentazioni esistenti e/o da scarti di lavorazioni è sottoposto a idoneo processo di lavorazione (frantumazione, selezione e vagliatura) e rispondente alla norma UNI EN 13108-8 "Miscele bituminose: Specifiche del materiale - Granulato di conglomerato bituminoso", o altre normative vigenti.

La percentuale in peso riferita al totale della miscela degli aggregati deve essere al massimo pari al 30%.

Per lo strato di base può essere riciclato materiale fresato proveniente da strati di base, binder ed base

. La percentuale da impiegare va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori prima dell'inizio dei lavori.

Art. 2.3 Prodotti di integrazione e di modifica dry

I prodotti di integrazione e di modifica dry possono essere naturali o artificiali e, aggiunti agli aggregati o al bitume, consentono di migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi.



Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle seguenti concernenti i prodotti di integrazione è verificato dalla Direzione Lavori sulla base delle schede tecniche, delle schede di sicurezza e dei risultati di prove eseguite obbligatoriamente dal produttore presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm.ii. Tale documentazione dovrà essere fornita alla D.L. a corredo degli studi di prequalifica delle miscele.

Attivanti di adesione

Gli attivanti di adesione hanno la funzione principale di incrementare, o addirittura creare, l'affinità tra bitume ed aggregato. Tale azione dovrà garantire un legame quanto più stabile possibile in qualsiasi condizione di applicazione e dovrà evitare lo spogliamento del legante dagli aggregati.

L'attivante di adesione dovrà essere scelto in funzione della natura chimica dell'aggregato utilizzato per la produzione della miscela bituminosa. Pertanto, il prodotto potrà essere a base amminica, polifosforica o di qualsiasi altra natura, purché permetta di soddisfare il limite di affinità bitume-aggregato sopra previsto per l'aggregato grosso, secondo la norma UNI EN 12697-11.

Il dosaggio di questi prodotti dovrà essere determinato durante la fase di prequalifica e varierà, generalmente, da 0,30% a 0,60% sul peso del bitume, in funzione della natura litologica dell'aggregato lapideo e delle condizioni operative (temperature, tipo di miscela da produrre, etc). Eventuali variazioni di tali quantità devono essere opportunamente dimostrate e giustificate da prove di laboratorio alla D.L..

L'aggiunta degli attivanti di adesione nel legante bituminoso deve essere realizzata con attrezzature idonee, per garantire l'esatta dose e la perfetta dispersione nel bitume.

Attivanti Chimici Funzionali

Gli attivanti chimici funzionali (ACF) sono impiegati per rigenerare le caratteristiche del bitume invecchiato contenuto nel granulato di conglomerato bituminoso derivante dalla demolizione di pavimentazioni a fine vita utile. Gli ACF devono essere liquidi polifunzionali a elevato potere rigenerante, esenti dalla presenza di oli aromatici e con un basso impatto odorigeno.

Il rigenerante deve avere le caratteristiche chimico-fisiche riportate nella seguente tabella:

Attivanti Chimici Funzionali			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Aspetto	---	---	Liquido
Densità apparente a 20°C	---	g/cm ³	0,8 ± 0,1
Viscosità 25°C	EN 20028	cP	60 ± 10
Punto di infiammabilità	EN 2592	°C	≥ 150
Pour Point	EN 20065	°C	≥ -5

Compound polimerico per la modifica dry (PMA)

La modifica del conglomerato bituminoso con compound polimerico col metodo dry comporta l'aumento della



resistenza meccanica e del modulo complesso, la diminuzione dell'accumulo delle deformazioni alla ripetizione dei carichi, determinando un miglioramento del comportamento a fatica, della tradizionale miscela prodotta con bitume tal quale.

Le maggiori prestazioni del conglomerato bituminoso saranno ottenute tramite la modifica della miscela con un compound composto da selezionati polimeri a basso peso molecolare e medio punto di fusione in granuli semi-morbidi e flessibili.

Compound polimerico per la Modifica Dry delle Miscele Bituminose			
Parametro	Norma	Unità di Misura	Limite
Aspetto			Granuli omogenei
Odore			Appena percettibile
Dimensione granuli		mm	3 ÷ 5
Densità	ISO 1133	g/cm ³	0,7 ÷ 0,9
Ceneri a 500°C	UNI ISO 3451-1	%	≤ 3
Valore di MFR, 2,16 kg a 190 °C	ISO 1133 – 1:2011	g/10'	2,0 ÷ 8,0
Umidità (1 ora a 120°C)	ASTM D5668	%	< 2
Anni di referenze		Min. 10	> 15

L'azienda fornitrice dovrà avere Certificato ISO 9001, ISO 14001 e almeno 10 anni di referenze su tale prodotto. Il dosaggio del prodotto deve variare in funzione della modifica da effettuare e delle prestazioni meccaniche da raggiungere (4% ÷ 10% sul peso del bitume totale).

La percentuale ottimale deve essere determinata durante la fase di prequalifica della miscela bituminosa.

Il compound polimerico dovrà essere aggiunto direttamente nel mescolatore dell'impianto di produzione mediante l'uso di un impianto dosatore, garantendo così l'omogeneità del prodotto finito.

L'immissione del prodotto all'interno del mescolatore deve avvenire dopo lo scarico degli aggregati e prima del bitume.

In funzione dell'impianto di produzione, può risultare necessario aumentare i tempi di mescolazione per garantirne l'omogeneità e la dispersione.

Art. 2.4 Miscele

La miscela degli aggregati lapidei di primo impiego e del granulato di conglomerato bituminoso dovrà avere una composizione granulometrica determinata in conformità alle norme UNI EN 13108-1 e UNI EN 12697-2, utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, e dovrà essere compresa nei limiti del fuso riportato di seguito:



Fuso Granulometrico			Contenuto di bitume su miscela [%] (UNI EN 13108-1)
Serie setacci UNI EN	Passante minimo [%]	Passante massimo [%]	
31,5	100	100	≥ 3,80
20	90	100	
16	60	90	
14	55	85	
12,5	50	80	
10	45	75	
8	40	70	
6,3	34	64	
4	25	55	
2	15	40	
1	11	29	
0,5	8	20	
0,25	5	15	
0,063	3	10	

La percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel granulato di conglomerato bituminoso), riferita al peso della miscela deve rispettare il limite indicato nella tabella precedente.

La quantità ottima di bitume totale deve essere determinata dall'Impresa a proprie spese e cura mediante metodo Marshall attraverso lo studio di quattro miscele a diverso contenuto di bitume. Con ognuna di queste miscele si dovranno realizzare almeno quattro campioni per le stabilità e due per il contenuto di vuoti, costipandoli con 75 colpi di maglio per lato. La percentuale di bitume ottimale corrisponderà al valore massimo di stabilità della curva Marshall e, contestualmente, il contenuto di vuoti dovrà essere compreso nel limite $3 \div 6\%$.

A tale percentuale ottimale, si dovranno rispettare i seguenti requisiti determinati con metodo volumetrico:

Condizioni di prova (UNI EN 12697-31/13108-20)	Unità di misura	Limiti (UNI EN 13108-1)
Angolo di rotazione	°	$1,25 \pm 0,02$
Velocità di rotazione	Giri/min	30
Pressione verticale	kPa	600 ± 3
Diametro del provino	mm	150
Rotazioni N1	---	10
Rotazioni N2	---	120
Rotazioni N3	---	200

La miscela ottimale dovrà avere le seguenti caratteristiche dopo compattazione a N2:



Risultati richiesti	Unità di misura	Limiti (UNI EN 13108-1)		
		Tipo di Additivazione		
		Moderata additivazione (4% ÷ 5,9 %)	Elevata additivazione (6% ÷ 8%)	Alto Modulo (8,1% ÷ 10%)
Affinità bitume-aggregato – Spogliamento (UNI EN 12697-11)	%	≤ 5		
Vuoti a N1 (UNI EN 12697-8)	%	≤ 15 (V_{max15})		
Vuoti a N2 (UNI EN 12697-8)	%	3 ÷ 6 ($V_{min3}-V_{max6}$)		
Vuoti a N3 (UNI EN 12697-8)	%	≥ 2 (V_{min2})		
Resistenza a Trazione Indiretta a 25°C (UNI EN 12697-23)	N/mm2	0,90 ÷ 1,90	0,90 ÷ 1,90	0,90 ÷ 1,90
Coefficiente di Trazione Indiretta a 25°C	N/mm2	75 ÷ 250	75 ÷ 250	75 ÷ 250
Perdita di Resistenza a Trazione Indiretta a 25°C (UNI EN 12697-12)	%	≥ 85 (ITSR ₈₅)	≥ 85 (ITSR ₈₅)	≥ 85 (ITSR ₈₅)
Rigidezza (UNI EN 12697-26 – Annesso C - IT-CY)				
T=5°C	N/mm2	10.000 ÷ 23.000	12.000 ÷ 25.000	14.000 ÷ 27.000
T=20°C	N/mm2	4.000 ÷ 10.000	6.000 ÷ 12.000	8.000 ÷ 14.000
T=40°C	N/mm2	600 ÷ 2.300	800 ÷ 3.000	1000 ÷ 3.700

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, almeno 15 giorni prima della posa in opera e per ciascun impianto di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati comprendente anche gli attestati di conformità CE delle miscele.

La documentazione dello studio di composizione effettuato non dovrà essere più vecchio di un anno.

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio della miscela proposto, l'Impresa deve attenersi rigorosamente.

Art. 2.5 Confezionamento delle miscele

Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati. Si deve prediligere l'utilizzo di impianti discontinui, ma possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti della miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

Nel caso di materiale vergine si deve procedere tramite vagliatura e riclassificazione degli aggregati e, invece, se utilizzato granulato di conglomerato bituminoso si potrà procedere per scarico diretto.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.



Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio di tutte le materie prime utilizzate.

La zona destinata allo stoccaggio degli aggregati deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano comprometterne la pulizia. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori deve essere eseguita con la massima cura.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli aggregati con il legante.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 150°C e 170° C e quella del legante tra 140° C e 170 °C, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

Art. 2.6 Preparazione delle superfici

Prima della realizzazione di uno strato di conglomerato bituminoso è necessario pulire e preparare la superficie di stesa, anche eliminando eventuale segnaletica orizzontale pregressa, allo scopo di garantire una adeguata adesione tra gli strati sovrapposti.

La preparazione deve essere eseguita mediante l'applicazione di emulsioni bituminose tipo rapida rottura e deve avere le caratteristiche riportate nella seguente tabella:

Mano d'Attacco – Emulsione bituminosa acida cationica 60% modificata – C 60 BP 3				
Indicatore di qualità	Norma	Unità di misura	Valori	Classe
Polarità	UNI EN 1430	---	Positiva	2
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	---	70 ÷ 155	3
Contenuto di legante (per contenuto d'acqua)	UNI EN 1428	%	58 ÷ 62	6
Contenuto olio distillato	UNI EN 1431	%	≤ 2	2
Tempo di efflusso (2 mm, @ 40°C)	UNI EN 12846-1	s	5 ÷ 70	3
Residuo al setaccio (0,5 mm)	UNI EN 1429	%	≤ 0,2	4
Legante recuperato per distillazione				
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	≤ 100	3
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 60	3

Il dosaggio deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,35 ÷ 0,50 kg/m² (corrispondente a 0,60 ÷ 0,80 kg/m² di emulsione bituminosa).

Comunque, deve essere soddisfatto il requisito di adesione tra gli strati determinato sulle carote estratte dalla pavimentazione mediante la prova di taglio diretto eseguita secondo la SN 670461.

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle seguenti concernenti i materiali costituenti è verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE, schede tecniche e schede di sicurezza predisposte dal produttore dell'emulsione bituminosa. In ogni caso, la Direzione Lavori può chiedere la certificazione delle relative prove da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n.

380/2001 e s.m.i..

Tale documentazione dovrà essere fornita alla D.L. con congruo anticipo (almeno 15 giorni) rispetto all'inizio delle lavorazioni ed approvata dalla stessa D.L.. La loro presa visione ed approvazione non solleverà comunque l'Impresa dalla responsabilità di ottenimento dei risultati prestazionali finali prescritti.

Art. 2.7 Posa in opera delle miscele

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di auto-livellamento.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente. Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica dello stesso tipo utilizzata per la mano d'attacco per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di produzione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata ed efficienza comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e la formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la vibrofinitrice deve risultare in ogni momento non inferiore a 150°C

Per assicurare il miglior costipamento dell'impasto, la rullatura dovrà essere seguita immediatamente dopo la stesa e comunque ad una temperatura superiore a 145°C.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, potranno pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro, quando il piano di posa si presenti bagnato o la temperatura atmosferica sia inferiore ai 10 °C.

Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa. La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati. Per gli strati di base dovranno essere utilizzati rulli combinati e/o rulli tutto ferro vibranti, di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme



addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati dovrà presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita dovrà aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 4 mm.

La miscela bituminosa dello strato di base verrà stesa dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza della fondazione ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto. Nel caso di stesa in doppio strato essi devono essere sovrapposti nel più breve tempo possibile. Qualora la seconda stesa non sia realizzata entro le 24 ore successive tra i due strati deve essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di $0,30 \div 0,45 \text{ kg/m}^2$ di bitume residuo (corrispondente a $0,50 \div 0,75 \text{ kg/m}^2$ di emulsione bituminosa).

Art. 2.8 Controlli

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio della miscela proposto, l'Impresa deve attenersi rigorosamente. Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi e della loro posa in opera deve essere effettuato, a discrezione della Direzione Lavori, mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela e sulle carote estratte dalla pavimentazione. L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella tabella successiva. Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli presso un Laboratorio indicato dalla Direzione Lavori, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Campione	Ubicazione prelievo	Frequenza prove	Requisiti da controllare
Aggregato grosso	Presenza visione e controllo dei documenti inerenti la Marcatura CE, Schede Tecniche e di Sicurezza. Il Direttore Lavori ha facoltà di verificare i requisiti dichiarati presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii.		
Aggregato fino			
Filler			
Bitume			
Prodotti di integrazione	Presenza visione e controllo dei documenti inerenti rapporti di prove eseguite obbligatoriamente dal produttore presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii., Schede Tecniche e di Sicurezza. Il Direttore Lavori ha facoltà di verificare i requisiti dichiarati presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii.		
Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m2 di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela* e secondo tabella di riferimento precedente
Carote	Pavimentazione	Ogni 2.000 m2 di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto, contenuto di bitume e vuoti secondo studio di prequalifica ($\geq 98\%$), adesione tra i diversi strati, secondo Leutner e secondo tabella di riferimento precedente
* 1. Curva granulometrica: rispetto la prequalifica sono ammessi i seguenti scostamenti: aggregato grosso = ± 3 punti percentuali; aggregato fino = ± 2 punti percentuali; passante al setaccio UNI 0,063 mm = $\pm 1,5$ punti percentuali. 2. Percentuale di bitume: rispetto la prequalifica è tollerato uno scostamento di $\pm 0,25$ punti percentuali.			



Art. 3 BASE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO AD ELEVATE PRESTAZIONI CON BITUME TAL QUALE E SUPERMODIFICANTE POLIMERICO A BASE DI GRAFENE PER LA MODIFICA DRY (PMA).

Art. 3.1 Descrizione

Lo strato di base in conglomerato bituminoso con bitume tal quale e supermodificante polimerico a base di grafene per la modifica dry (PMA) è costituito da un misto granulare prevalentemente di frantumazione composto da una miscela di aggregato grosso, fine e filler (secondo le definizioni riportate nella Norma UNI EN 13043 “Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico”), prodotto a caldo con bitume semisolido per uso stradale (con definizione e requisiti di cui alla Norma UNI EN 12591 “Bitume e leganti bituminosi – Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali”) previo preriscaldamento degli aggregati. L’aggiunta dei polimeri per la modifica dry avviene direttamente nel mescolatore durante la produzione. Il prodotto è steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli vibranti metallici.

La miscela può comprendere anche aggregati e bitume derivanti dalla demolizione di pavimentazioni a fine vita utile, purché sottoposti a verifica secondo Normativa vigente e quanto previsto dalla norma UNI EN 13108-8 “Miscele bituminose: Specifiche del materiale – Granulato di conglomerato bituminoso”.

Per essere ritenuto idoneo e impiegabile, il conglomerato bituminoso deve essere dotato obbligatoriamente di marcatura CE. I requisiti obbligatori richiesti sono:

Temperatura della miscela alla produzione;

Contenuto minimo di legante;

Composizione granulometrica;

Contenuto dei vuoti.

La base in opera dovrà conferire una resistenza meccanica alla sovrastruttura tale da garantire capacità portante senza deformazioni permanenti e adeguata flessibilità nell’adattamento ad eventuali assestamenti del sottofondo, anche a medio-lungo termine.

Lo spessore dello strato di base è determinato nella fase progettuale, salvo diverse indicazioni della Direzione Lavori.

La prequalifica della miscela bituminosa dovrà essere presentata alla Direzione Lavori con congruo anticipo (almeno 15 giorni) rispetto all’inizio delle lavorazioni ed approvata dalla stessa D.L..

In particolare, ogni prequalifica dovrà essere corredata della seguente documentazione:

Mix Design eseguito presso uno dei laboratori di cui all’art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii., come riportato nel paragrafo inerente le “Miscele”, concernente:

Il proporzionamento delle materie costituenti e dei prodotti di integrazione;

La determinazione della percentuale ottimale di bitume;

Le prestazioni con metodo volumetrico;

Marcatura CE degli aggregati, del filler e del bitume utilizzati;



Schede Tecniche, schede di sicurezza e Certificati di Laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii. Inerenti i prodotti di integrazione utilizzati e relative caratteristiche fisico-meccaniche come riportato nei relativi paragrafi di seguito esposti;

Marcatura CE del conglomerato bituminoso che sarà prodotto.

La presa visione ed approvazione dei documenti elencati non solleverà comunque l'Impresa dalla responsabilità di ottenimento dei risultati prestazionali finali prescritti, anche in opera.

Art. 3.2 Materiali costituenti

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle seguenti concernenti i materiali costituenti è verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore degli aggregati, del filler e del bitume.

Tale documentazione dovrà essere fornita alla D.L. a corredo degli studi di prequalifica delle miscele.

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii.

Legante

I bitumi per uso stradale dovranno essere provvisti di marcatura CE attestante la conformità all'Appendice ZA della Norma UNI EN 12591 "Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali" con riferimento alle informazioni complementari per i bitumi semisolidi 50-70 o 70-100, riportate nel documento UNI/TR 11361 "Bitume e leganti bituminosi – Bitumi per applicazioni stradali di maggior utilizzo in Italia".

Bitume Tal Quale			Limiti (UNI EN 12591)	
Parametro	Normativa	Unità di misura	Classe 50/70	Classe 70/100
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	0,1 mm	50 ÷ 70	70 ÷ 100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	46 ÷ 54	43 ÷ 51
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ - 8	≤ - 10
Viscosità dinamica a 60°C	UNI EN 12596	Pa·s	≥ 145	≥ 90
Solubilità	UNI EN 12592	%	≥ 99	≥ 99
Valori dopo RTFOT	UNI EN12607-1			
Penetrazione residua	UNI EN 1426	%	50	46
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 9	≤ 9
Variazione della massa	UNI EN 12607-1	%	≤ 0,5	≤ 0,8

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati. Tale certificazione sarà rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per conto terzi.

Aggregati

Gli aggregati lapidei impiegati nel conglomerato bituminoso dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento 305/2011 sui prodotti da costruzione e dovranno essere marcati CE, rispondendo a quanto



previsto dall'appendice ZA della norma UNI EN 13043. In ogni caso i materiali dovranno essere conformi ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente. La miscela di aggregati dovrà essere costituita da aggregati grossi, fini e filler, anche eventualmente d'apporto. Possono essere impiegati, in percentuali fino a un massimo di 10%, aggregati artificiali come scorie di alto forno, sabbie di recupero da inceneritori di RSU, etc. Potrà inoltre essere utilizzato granulato di conglomerato bituminoso.

Aggregato grosso

L'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori/uguali ai 2 mm) potrà avere anche elementi arrotondati e/o parzialmente frantumati e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Aggregato Grosso			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	%	≤ 25 (LA ₂₅)
Superfici frantumate	UNI EN 13043	---	C _{95/1}
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤ 1 (F ₁)
Affinità bitume-aggregato (Spogliamento)	UNI EN 12697-11	%	≤ 5
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	---	≤ 20 (SI ₂₀)
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	---	≤ 15 (FI ₁₅)
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	%	≤ 1 (f ₁)
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	%	≤ 2 (WA ₂₄₂)

In ogni caso, anche se di natura diversa, l'aggregato grosso dovrà essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, poliedrici, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei o inquinanti.

Aggregato fino

L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2 mm) dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e/o naturali e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Aggregato Fino			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 70 (SE70)
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	%	≥ 10 (f10)

Filler di Additivazione

Il filler proviene dalle frazioni fini degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto o ceneri volanti. Comunque, dovrà soddisfare i seguenti requisiti:



Filler di Additivazione			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Passante setaccio UNI 2 mm	UNI EN 933-10	%	100
Passante setaccio UNI 0,125 mm	UNI EN 933-10	%	85 ÷ 100
Passante setaccio UNI 0,063 mm	UNI EN 933-10	%	70 ÷ 100
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12		N.P.
Anello e biglia (Stiffening Power) Rapporto filler/bitume = 1,5	UNI EN 13179-1	$\Delta_{R\&B}$	8 ÷ 16 ($\Delta_{R\&B}/8/16$)

Granulato di Conglomerato bituminoso

Il granulato di conglomerato bituminoso proveniente dalla demolizione di pavimentazioni esistenti e/o da scarti di lavorazioni è sottoposto a idoneo processo di lavorazione (frantumazione, selezione e vagliatura) e rispondente alla norma UNI EN 13108-8 "Miscele bituminose: Specifiche del materiale - Granulato di conglomerato bituminoso", o altre normative vigenti.

La percentuale in peso riferita al totale della miscela degli aggregati deve essere al massimo pari al 30%.

Per lo strato di base può essere riciclato materiale fresato proveniente da strati di base, binder ed usura. La percentuale da impiegare va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori prima dell'inizio dei lavori.

Art. 3.3 Prodotti di integrazione e di modifica dry

I prodotti di integrazione e modifica Dry possono essere naturali o artificiali e, aggiunti agli aggregati o al bitume, consentono di migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi.

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle seguenti concernenti i prodotti di integrazione è verificato dalla Direzione Lavori sulla base delle schede tecniche, delle schede di sicurezza e dei risultati di prove eseguite obbligatoriamente dal produttore presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii. Tale documentazione dovrà essere fornita alla D.L. a corredo degli studi di prequalifica delle miscele.

Attivanti di adesione

Gli attivanti di adesione hanno la funzione principale di incrementare, o addirittura creare, l'affinità tra bitume ed aggregato. Tale azione dovrà garantire un legame quanto più stabile possibile in qualsiasi condizione di applicazione e dovrà evitare lo spogliamento del legante dagli aggregati.

L'attivante di adesione dovrà essere scelto in funzione della natura chimica dell'aggregato utilizzato per la produzione della miscela bituminosa. Pertanto, il prodotto potrà essere a base amminica, polifosforica o di qualsiasi altra natura, purché permetta di soddisfare il limite di affinità bitume-aggregato sopra previsto per l'aggregato grosso, secondo la norma UNI EN 12697-11.

Il dosaggio di questi prodotti dovrà essere determinato durante la fase di prequalifica e varierà, generalmente, da 0,30% a 0,60% sul peso del bitume, in funzione della natura litologica dell'aggregato lapideo e delle condizioni operative (temperature, tipo di miscela da produrre, etc). Eventuali variazioni di tali quantità devono essere opportunamente dimostrate e giustificate da prove di laboratorio alla D.L..

L'aggiunta degli attivanti di adesione nel legante bituminoso deve essere realizzata con attrezzature idonee,



per garantire l'esatta dose e la perfetta dispersione nel bitume.

Attivanti Chimici Funzionali

Gli attivanti chimici funzionali (ACF) sono impiegati per rigenerare le caratteristiche del bitume invecchiato contenuto nel granulato di conglomerato bituminoso derivante dalla demolizione di pavimentazioni a fine vita utile. Gli ACF devono essere liquidi polifunzionali a elevato potere rigenerante, esenti dalla presenza di oli aromatici.

Il rigenerante deve avere le caratteristiche chimico-fisiche riportate nella seguente tabella:

Attivanti Chimici Funzionali			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Aspetto	---	---	Liquido
Densità apparente a 20°C	---	g/cm ³	0,8 ± 0,1
Viscosità 25°C	EN 20028	cP	60 ± 10
Punto di infiammabilità	EN 2592	°C	≥ 150
Pour Point	EN 20065	°C	≥ -5

Il dosaggio di questi prodotti dovrà essere determinato durante la fase di prequalifica e dovrà essere pari allo 0,1 ÷ 0,3% sul peso del granulato di conglomerato bituminoso. Eventuali variazioni di tali quantità devono essere opportunamente dimostrate e giustificate da prove di laboratorio alla D.L..

L'immissione degli ACF nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee nelle cisterne di stoccaggio o in linea durante il ciclo produttivo. Tali dosatori devono garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.

Supermodificante polimerico a base di grafene per la modifica dry

La modifica del conglomerato bituminoso con supermodificante polimerico a base di grafene col metodo dry comporta l'aumento della resistenza meccanica e del modulo complesso, la diminuzione dell'accumulo delle deformazioni alla ripetizione dei carichi, determinando un miglioramento del comportamento a fatica, della tradizionale miscela prodotta con bitume tal quale.

Il compound è composto da polimeri selezionati a medio punto di fusione in granuli semi-morbidi e flessibili con l'aggiunta di nanotecnologie al grafene e additivi prestazionali.



Supermodificante polimerico a base di grafene per la Modifica Dry delle Miscele Bituminose			
Parametro	Norma	Unità di Misura	Limite
Composizione			Compound plastomerico
Aspetto			Granuli di forma e colore omogenei
Odore			Appena percettibile
Dimensioni		mm	2 ÷ 5
Densità	ISO 1133	g/cm ³	0,7 ÷ 0,9
Ceneri a 500°C	UNI ISO 3451-1	%	< 4
Umidità con termobilancia/stufa a 105°C per 20 min		%	< 1
Indice di fluidità, MFR 190°C / 5 Kg	ISO 1133 - 1	g/10'	4÷ 10

Il dosaggio del prodotto deve variare in funzione della modifica da effettuare e delle prestazioni meccaniche da raggiungere (4% ÷ 10 % sul peso del bitume totale).

La percentuale ottimale deve essere determinata durante la fase di prequalifica della miscela bituminosa.

Il compound polimerico dovrà essere aggiunto direttamente nel mescolatore dell'impianto di produzione mediante l'uso di un impianto dosatore, garantendo così l'omogeneità del prodotto finito.

L'immissione del prodotto all'interno del mescolatore deve avvenire dopo lo scarico degli aggregati e prima del bitume.

In funzione dell'impianto di produzione, può risultare necessario aumentare i tempi di mescolazione per garantirne l'omogeneità e la dispersione.

Art. 3.4 Miscele

La miscela degli aggregati lapidei di primo impiego e del granulato di conglomerato bituminoso dovrà avere una composizione granulometrica determinata in conformità alle norme UNI EN 13108-1 e UNI EN 12697-2, utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, e dovrà essere compresa nei limiti del fuso riportato di seguito:



Fuso Granulometrico			Contenuto di bitume su miscela [%] (UNI EN 13108-1)
Serie setacci UNI EN	Passante minimo [%]	Passante massimo [%]	
31,5	100	100	≥ 3,80
20	90	100	
16	60	90	
14	55	85	
12,5	50	80	
10	45	75	
8	40	70	
6,3	34	64	
4	25	55	
2	15	40	
1	11	29	
0,5	8	20	
0,25	5	15	
0,125	4	12	
0,063	3	10	

La percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel granulato di conglomerato bituminoso), riferita al peso della miscela deve rispettare il limite indicato nella tabella precedente.

La quantità ottima di bitume totale deve essere determinata dall'Impresa a proprie spese e cura mediante metodo Marshall attraverso lo studio di quattro miscele a diverso contenuto di bitume. Con ognuna di queste miscele si dovranno realizzare almeno quattro campioni per le stabilità e due per il contenuto di vuoti, costipandoli con 75 colpi di maglio per lato (UNI EN 12697-30). La percentuale di bitume ottimale corrisponderà al valore massimo di stabilità della curva Marshall e, contestualmente, il contenuto di vuoti dovrà essere compreso nel limite $3 \div 6\%$.

A tale percentuale ottimale, si dovranno rispettare i seguenti requisiti determinati con metodo volumetrico:

Condizioni di prova (UNI EN 12697-31/13108-20)	Unità di misura	Limiti (UNI EN 13108-1)
Angolo di rotazione	°	$1,25 \pm 0,02$
Velocità di rotazione	Giri/min	30
Pressione verticale	kPa	600 ± 3
Diametro del provino	mm	150
Rotazioni N1	---	10
Rotazioni N2	---	120
Rotazioni N3	---	200

La miscela ottimale dovrà avere le seguenti caratteristiche dopo compattazione a N2:



Risultati richiesti	Unità di misura	Limiti (UNI EN 13108-1)		
		Tipo di Additivazione		
		Moderata additivazione (4% – 5,9%)	Elevata additivazione (6% – 8%)	Alto Modulo (8,1% – 10%)
Affinità bitume-aggregato – Spogliamento (UNI EN 12697-11)	%	≤ 5		
Vuoti a N1 (UNI EN 12697-8)	%	≤ 15 (V _{max15})		
Vuoti a N2 (UNI EN 12697-8)	%	3 ÷ 6 (V _{min3} -V _{max6})		
Vuoti a N3 (UNI EN 12697-8)	%	≥ 2 (V _{min2})		
Resistenza a Trazione Indiretta a 25°C (UNI EN 12697-23)	N/mm2	1,00 ÷ 2,00	1,00 ÷ 2,00	1,00 ÷ 2,00
Coefficiente di Trazione Indiretta a 25°C	N/mm2	75 ÷ 250	75 ÷ 250	75 ÷ 250
Perdita di Resistenza a Trazione Indiretta a 25°C (UNI EN 12697-12)	%	≥ 85 (ITSR ₈₅)	≥ 85 (ITSR ₈₅)	≥ 85 (ITSR ₈₅)
Rigidezza (UNI EN 12697-26 – Annesso C - IT-CY)				
T=5°C	N/mm2	11.000 ÷ 24.000	13.000 ÷ 26.000	15.000 ÷ 28.000
T=20°C	N/mm2	5.000 ÷ 11.000	7.000 ÷ 13.000	9.000 ÷ 15.000
T=40°C	N/mm2	700 ÷ 2.400	900 ÷ 3.100	1100 ÷ 3.800
Resistenza alla fatica (UNI EN 12697-24 Annex E, 20°C (in controllo di tensione)	Verifica del comportamento “tensione-impulsi”			
Resistenza all'ormaiamento (UNI EN 12697-22 e compattazione del campione con rullo UNI EN 12697-33, small size, procedura B, 10.000 cicli, in aria a 60°C)				
RDair (10.000)	mm	≤ 4,5	≤ 4,0	≤ 3,5
PRDair (10.000)	%	≤ 7,5	≤ 7,0	≤ 6,0
WTSair (5.000-10.000)	mm	≤ 0,45	≤ 0,40	≤ 0,35

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, almeno 15 giorni prima della posa in opera e per ciascun impianto di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati comprendente anche gli attestati di conformità CE delle miscele.

La documentazione dello studio di composizione effettuato non dovrà essere più vecchio di un anno.

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio della miscela proposto, l'Impresa deve attenersi rigorosamente.

Art. 3.5 Confezionamento delle miscele

Il conglomerato bituminoso deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri un'idonea



riclassificazione delle singole classi degli aggregati. Si deve prediligere l'utilizzo di impianti discontinui, ma possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti della miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

Nel caso di materiale vergine si deve procedere tramite vagliatura e riclassificazione degli aggregati e, invece, se utilizzato granulato di conglomerato bituminoso si potrà procedere per scarico diretto.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta oltre al perfetto dosaggio di tutte le materie prime utilizzate.

La zona destinata allo stoccaggio degli aggregati deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano comprometterne la pulizia. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento dei predosatori deve essere eseguita con la massima cura.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli aggregati con il legante.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 170°C e 180°C e quella del legante tra 160°C e 180°C, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

Art. 3.6 Preparazione delle superfici

Prima della realizzazione di uno strato di conglomerato bituminoso è necessario pulire e preparare la superficie di stesa, anche eliminando eventuale segnaletica orizzontale pregressa, allo scopo di garantire una adeguata adesione tra gli strati sovrapposti.

La preparazione deve essere eseguita mediante l'applicazione di emulsioni bituminose tipo rapida rottura e deve avere le caratteristiche riportate nella seguente tabella:

Mano d'Attacco – Emulsione bituminosa acida cationica 60% modificata – C 60 BP 3				
Indicatore di qualità	Norma	Unità di misura	Valori	Classe
Polarità	UNI EN 1430	---	Positiva	2
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	---	70 ÷ 155	3
Contenuto di legante (per contenuto d'acqua)	UNI EN 1428	%	58 ÷ 62	6
Contenuto olio distillato	UNI EN 1431	%	≤ 2	2
Tempo di efflusso (2 mm, @ 40°C)	UNI EN 12846-1	s	5 ÷ 70	3
Residuo al setaccio (0,5 mm)	UNI EN 1429	%	≤ 0,2	4
Legante recuperato per distillazione				
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	≤ 100	3
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 60	3



Il dosaggio deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a $0,35 \div 0,50 \text{ kg/m}^2$ (corrispondente a $0,60 \div 0,80 \text{ kg/m}^2$ di emulsione bituminosa).

Comunque, deve essere soddisfatto il requisito di adesione tra gli strati determinato sulle carote estratte dalla pavimentazione mediante la prova di taglio diretto eseguita secondo la SN 670461.

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle seguenti concernenti i materiali costituenti è verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE, schede tecniche e schede di sicurezza predisposte dal produttore dell'emulsione bituminosa. In ogni caso, la Direzione Lavori può chiedere la certificazione delle relative prove da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii.

Tale documentazione dovrà essere fornita alla D.L. con congruo anticipo (almeno 15 giorni) rispetto all'inizio delle lavorazioni ed approvata dalla stessa D.L.. La loro presa visione ed approvazione non solleva comunque l'Impresa dalla responsabilità di ottenimento dei risultati prestazionali finali prescritti.

Art. 3.7 Posa in opera delle miscele

La posa in opera dei conglomerati bituminosi sarà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente.

Qualora ciò non fosse possibile il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spruzzato con emulsione bituminosa cationica, dello stesso tipo utilizzato per la mano d'attacco, per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati dovrà essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato bituminoso dall'impianto di produzione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata ed efficienza comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e la formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice dovrà risultare in ogni momento non inferiore ai 150°C .

Per assicurare il miglior costipamento dell'impasto, la rullatura dovrà essere seguita immediatamente dopo la stesa e comunque ad una temperatura superiore a 145°C .

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali, ad insindacabile



giudizio della Direzione dei Lavori, potranno pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro, quando il piano di posa si presenti bagnato o la temperatura atmosferica sia inferiore ai 10 °C.

Gli strati compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati bituminosi dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

Per gli strati di base dovranno essere utilizzati rulli tutto ferro vibranti, di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati dovrà presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita dovrà aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 3 mm.

La miscela bituminosa dello strato di base sarà stesa dopo l'accertamento della Direzione Lavori della rispondenza dello strato sottostante ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

Art. 3.8 Controlli

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio della miscela proposta, l'Impresa deve attenersi rigorosamente.

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera sarà effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ, mediante le prove di laboratorio di seguito riportate.

	Superficie della stesa < 1000 m2			Superficie della stesa ≥ 1000 m2		
Campione	Ubicazione prelievo	Frequenza prove	Requisiti da controllare	Ubicazione prelievo	Frequenza prove	Requisiti da controllare
Aggregato grosso	Presa visione e controllo dei documenti inerenti la Marcatura CE, Schede Tecniche e di Sicurezza. Il Direttore Lavori ha facoltà di verificare i requisiti dichiarati presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii.			Impianto	Giornaliera oppure ogni 2500 m3 di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Aggregato fino				Impianto	Giornaliera oppure ogni 2500 m3 di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Filler				Impianto	Giornaliera oppure ogni 2500 m3 di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Bitume				Cisterna	Giornaliera oppure	Secondo tabella di



				ogni 2500 m3 di stesa	riferimento precedente
Prodotti di integrazione	Presa visione e controllo dei documenti inerenti rapporti di prove eseguite obbligatoriamente dal produttore presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii., Schede Tecniche e di Sicurezza. Il Direttore Lavori ha facoltà di verificare i requisiti dichiarati presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii.			Contenitori	Giornaliera oppure ogni 2500 m3 di stesa Secondo tabella di riferimento precedente
Conglomerato bituminoso sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela* e secondo tabella di riferimento precedente	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m2 di stesa Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela* e secondo tabella di riferimento precedente
Carote	Pavimentazione	Ogni 500 m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto, contenuto di bitume e vuoti secondo studio di prequalifica ($\geq 98\%$), secondo tabella di riferimento precedente	Pavimentazione	Ogni 1.000 m di fascia di stesa Spessore previsto in progetto, contenuto di bitume e vuoti secondo studio di prequalifica ($\geq 98\%$), secondo tabella di riferimento precedente

*

1. Curva granulometrica: rispetto la prequalifica sono ammessi i seguenti scostamenti:

aggregato grosso = ± 3 punti percentuali;

aggregato fino = ± 2 punti percentuali;

passante al setaccio UNI 0,063 mm = $\pm 1,5$ punti percentuali.

2. Percentuale di bitume: rispetto la prequalifica è tollerato uno scostamento di $\pm 0,25$ punti percentuali.



Art. 4 BINDER IN CONGLOMERATO BITUMINOSO AD ELEVATE PRESTAZIONI CON BITUME TAL QUALE E COMPOUND POLIMERICO PER LA MODIFICA DRY (PMA)

Art. 4.1 Descrizione

Lo strato di binder in conglomerato bituminoso ad elevate prestazioni con bitume Tal Quale e compound polimerico per la modifica dry (PMA) è costituito da un da un misto granulare prevalentemente di frantumazione, composto da una miscela di aggregato grosso, fine e filler (secondo le definizioni riportate nella Norma UNI EN 13043 “Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico”), prodotto a caldo con bitume semisolido per uso stradale (con definizione e requisiti di cui alla Norma UNI EN 12591 “Bitume e leganti bituminosi – Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali”), previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli vibranti metallici. La miscela può comprendere anche aggregati e bitume derivanti dalla demolizione di pavimentazioni a fine vita utile, purché sottoposti a verifica secondo Normativa vigente e quanto previsto dalla norma UNI EN 13108-8 “Miscele bituminose: Specifiche del materiale – Granulato di conglomerato bituminoso”.

Per essere ritenuto idoneo e impiegabile, il conglomerato bituminoso deve essere dotato obbligatoriamente di marcatura CE. I requisiti obbligatori richiesti sono:

Temperatura della miscela alla produzione;

Contenuto minimo di legante;

Composizione granulometrica;

Contenuto dei vuoti.

Il binder ha la funzione di collegare lo strato di Usura a quello di Base, trasmettendo l'azione verticale dei carichi ed assorbendo parte delle azioni flessionali senza deformazioni permanenti. Lo spessore dello strato di binder è determinato nella fase progettuale, salvo diverse indicazioni della Direzione Lavori.

La prequalifica della miscela bituminosa dovrà essere presentata alla Direzione Lavori con congruo anticipo (almeno 15 giorni) rispetto all'inizio delle lavorazioni ed approvata dalla stessa D.L..

In particolare, ogni prequalifica dovrà essere corredata della seguente documentazione:

Mix Design eseguito presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii., come riportato nel paragrafo inerente le “Miscele”, concernente:

Il proporzionamento delle materie costituenti e dei prodotti di integrazione;

La determinazione della percentuale ottimale di bitume;

Le prestazioni con metodo volumetrico;

Marcatura CE degli aggregati, del filler e del bitume utilizzati;

Schede Tecniche, schede di sicurezza e Certificati di Laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii. inerenti i prodotti di integrazione utilizzati e relative caratteristiche fisico-meccaniche come riportato nei relativi paragrafi di seguito esposti;

Marcatura CE del conglomerato bituminoso che sarà prodotto.

La presa visione ed approvazione dei documenti elencati non solleverà comunque l'Impresa dalla responsabilità



di ottenimento dei risultati prestazionali finali prescritti, anche in opera.

Art. 4.2 Materiali costituenti

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle seguenti concernenti i materiali costituenti è verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore degli aggregati, del filler e del bitume.

Tale documentazione dovrà essere fornita alla D.L. a corredo degli studi di prequalifica delle miscele.

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii.

Legante

I bitumi per uso stradale dovranno essere provvisti di marcatura CE attestante la conformità all'Appendice ZA della Norma UNI EN 12591 "Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali" con riferimento alle informazioni complementari per i bitumi semisolidi 50-70 o 70-100, riportate nel documento UNI/TR 11361 "Bitume e leganti bituminosi – Bitumi per applicazioni stradali di maggior utilizzo in Italia".

Bitume Tal Quale			Limiti (UNI EN 12591)	
Parametro	Normativa	Unità di misura	Classe 50/70	Classe 70/100
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	0,1 mm	50 ÷ 70	70 ÷ 100
Punto di rammollimento	UNI EN1427	°C	46 ÷ 54	43 ÷ 51
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ - 8	≤ - 10
Viscosità dinamica a 60°C	UNI EN 12596	Pa·s	≥ 145	≥ 90
Solubilità	UNI EN 12592	%	≥ 99	≥ 99
Valori dopo RTFOT	UNI EN 12607-1			
Penetrazione residua	UNI EN 1426	%	≥ 50	≥ 46
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN1427	°C	≤ 9	≤ 9
Variazione della massa	UNI EN 12607-1	%	≤ 0,5	≤ 0,8

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati. Tale certificazione sarà rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per conto terzi.

Aggregati

Gli aggregati lapidei impiegati nel conglomerato bituminoso dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento 305/2011 sui prodotti da costruzione e dovranno essere marcati CE, rispondendo a quanto previsto dall'appendice ZA della norma UNI EN 13043. In ogni caso i materiali dovranno essere conformi ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente. La miscela di aggregati dovrà essere costituita da aggregati grossi, fini e filler, anche eventualmente d'apporto. Possono essere impiegati, in percentuali fino a un



massimo di 10%, aggregati artificiali come scorie di alto forno, argilla espansa, sabbie di recupero da inceneritori di RSU, etc. Potrà inoltre essere utilizzato granulato di conglomerato bituminoso.

Aggregato grosso

L'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori/uguali ai 2 mm) potrà avere anche elementi arrotondati e/o parzialmente frantumati e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Aggregato Grosso			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	%	≤ 25 (LA ₂₅)
Superfici frantumate	UNI EN 933-5	---	C _{95/1}
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤ 1 (F ₁)
Affinità bitume-aggregato (Spogliamento)	UNI EN 12697-11	%	≤ 5
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	---	≤ 20 (SI ₂₀)
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	---	≤ 15 (FI ₁₅)
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	%	≤ 1 (f ₁)
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	%	≤ 1 (WA ₂₄ 1)

Aggregato fino

L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2 mm) dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e/o naturali e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Aggregato Fino			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 70 (SE ₇₀)
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	%	≤ 10 (f ₁₀)

Filler di additivazione

Il filler proviene dalle frazioni fini degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto o ceneri volanti. Comunque, dovrà soddisfare i seguenti requisiti:



Filler di Additivazione			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Passante setaccio UNI 2 mm	UNI EN 933-10	%	100
Passante setaccio UNI 0,125 mm	UNI EN 933-10	%	85 ÷ 100
Passante setaccio UNI 0,063 mm	UNI EN 933-10	%	70 ÷ 100
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12		N.P.
Anello e biglia (Stiffening Power) Rapporto filler/bitume = 1,5	UNI EN 13179-1	$\Delta_{R\&B}$	8 ÷ 16 ($\Delta_{R\&B}8/16$)

Granulato di conglomerato bituminoso

Il granulato di conglomerato bituminoso proveniente dalla demolizione di pavimentazioni esistenti e/o da scarti di lavorazioni è sottoposto a idoneo processo di lavorazione (frantumazione, selezione e vagliatura) e rispondente alla norma UNI EN 13108-8 "Miscele bituminose: Specifiche del materiale - Granulato di conglomerato bituminoso", o altre normative vigenti.

La percentuale in peso riferita al totale della miscela degli aggregati deve essere al massimo pari al 30%.

Per lo strato di binder può essere riciclato materiale fresato proveniente da strati di binder ed usura. La percentuale da impiegare va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori prima dell'inizio dei lavori.

Art. 4.3 Prodotti di integrazione e di modifica dry

I prodotti di integrazione e di modifica dry possono essere naturali o artificiali e, aggiunti agli aggregati o al bitume, consentono di migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi.

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle seguenti concernenti i prodotti di integrazione è verificato dalla Direzione Lavori sulla base delle schede tecniche, delle schede di sicurezza e dei risultati di prove eseguite obbligatoriamente dal produttore presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii. Tale documentazione dovrà essere fornita alla D.L. a corredo degli studi di prequalifica delle miscele.

Attivanti di adesione

Gli attivanti di adesione hanno la funzione principale di incrementare, o addirittura creare, l'affinità tra bitume ed aggregato. Tale azione dovrà garantire un legame quanto più stabile possibile in qualsiasi condizione di applicazione e dovrà evitare lo spogliamento del legante dagli aggregati.

L'attivante di adesione dovrà essere scelto in funzione della natura chimica dell'aggregato utilizzato per la produzione della miscela bituminosa. Pertanto, il prodotto potrà essere a base amminica, polifosforica o di qualsiasi altra natura, purché permetta di soddisfare il limite di affinità bitume-aggregato sopra previsto per l'aggregato grosso, secondo la norma UNI EN 12697-11.

Il dosaggio di questi prodotti dovrà essere determinato durante la fase di prequalifica e varierà, generalmente,



da 0,30% a 0,60% sul peso del bitume, in funzione della natura litologica dell'aggregato lapideo e delle condizioni operative (temperature, tipo di miscela da produrre, etc). Eventuali variazioni di tali quantità devono essere opportunamente dimostrate e giustificate da prove di laboratorio alla D.L..

L'aggiunta degli attivanti di adesione nel legante bituminoso deve essere realizzata con attrezzature idonee, per garantire l'esatta dose e la perfetta dispersione nel bitume.

Attivanti Chimici Funzionali

Gli attivanti chimici funzionali (ACF) sono impiegati per rigenerare le caratteristiche del bitume invecchiato contenuto nel granulato di conglomerato bituminoso derivante dalla demolizione di pavimentazioni a fine vita utile. Gli ACF devono essere liquidi polifunzionali a elevato potere rigenerante, esenti dalla presenza di oli aromatici e con un basso impatto odorigeno.

Il rigenerante deve avere le caratteristiche chimico-fisiche riportate nella seguente tabella:

Attivanti Chimici Funzionali			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Aspetto	---	---	Liquido
Densità apparente a 20°C	---	g/cm ³	0,8 ± 0,1
Viscosità 25°C	EN 20028	cP	60 ± 10
Punto di infiammabilità	EN 2592	°C	≥ 150
Pour Point	EN 20065	°C	≥ -5

Compound polimerico per la modifica dry (PMA)

La modifica del conglomerato bituminoso con compound polimerico col metodo dry comporta l'aumento della resistenza meccanica e del modulo complesso, la diminuzione dell'accumulo delle deformazioni alla ripetizione dei carichi, determinando un miglioramento del comportamento a fatica, della tradizionale miscela prodotta con bitume tal quale.

Le maggiori prestazioni del conglomerato bituminoso saranno ottenute tramite la modifica della miscela con un compound composto da selezionati polimeri a basso peso molecolare e medio punto di fusione in granuli semi-morbidi e flessibili.

Compound polimerico per la Modifica Dry delle Miscele Bituminose			
Parametro	Norma	Unità di Misura	Limite
Aspetto			Granuli omogenei
Odore			Appena percettibile
Dimensione granuli		mm	3 ÷ 5
Densità	ISO 1133	g/cm ³	0,7 ÷ 0,9
Ceneri a 500°C	UNI ISO 3451-1	%	≤ 3
Valore di MFR, 2,16 kg a 190 °C	ISO 1133 – 1:2011	g/10'	2,0 ÷ 8,0
Umidità (1 ora a 120°C)	ASTM D5668	%	< 2
Anni di referenze		Min. 10	> 15

L'azienda fornitrice dovrà avere Certificato ISO 9001, ISO 14001 e almeno 10 anni di referenze su tale prodotto. Il dosaggio del prodotto deve variare in funzione della modifica da effettuare e delle prestazioni meccaniche da raggiungere (4% ÷ 10% sul peso del bitume totale).

La percentuale ottimale deve essere determinata durante la fase di prequalifica della miscela bituminosa.

Il compound polimerico dovrà essere aggiunto direttamente nel mescolatore dell'impianto di produzione mediante l'uso di un impianto dosatore, garantendo così l'omogeneità del prodotto finito.

L'immissione del prodotto all'interno del mescolatore deve avvenire dopo lo scarico degli aggregati e prima del bitume.

In funzione dell'impianto di produzione, può risultare necessario aumentare i tempi di mescolazione per garantirne l'omogeneità e la dispersione.

Art. 4.4 Miscele

La miscela degli aggregati lapidei di primo impiego e del granulato di conglomerato bituminoso dovrà avere una composizione granulometrica determinata in conformità alle norme UNI EN 13108-1 e UNI EN 12697-2, utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, e dovrà essere compresa nei limiti del fuso riportato di seguito:

Fuso Granulometrico			Contenuto di bitume su miscela [%] (UNI EN 13108-1)
Serie setacci UNI EN	Passante minimo [%]	Passante massimo [%]	
20	100	100	≥ 4,20
16	90	100	
14	75	95	
12,5	65	85	
10	60	78	
8	52	70	
6,3	45	65	
4	35	55	
2	25	40	
1	18	30	
0,5	10	23	
0,25	6	15	
0,063	4	10	

La percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel granulato di conglomerato bituminoso), riferita al peso della miscela deve rispettare il limite indicato nella tabella precedente.

La quantità ottima di bitume totale deve essere determinata dall'Impresa a proprie spese e cura mediante metodo Marshall attraverso lo studio di quattro miscele a diverso contenuto di bitume. Con ognuna di queste miscele si dovranno realizzare almeno quattro campioni per le stabilità e due per il contenuto di vuoti, costipandoli con 75 colpi di maglio per lato. La percentuale di bitume ottimale corrisponderà al valore massimo di stabilità della curva Marshall e, contestualmente, il contenuto di vuoti dovrà essere compreso nel limite 3 ÷ 6%.



A tale percentuale ottimale, si dovranno rispettare i seguenti requisiti determinati con metodo volumetrico:

Condizioni di prova (UNI EN 12697-31/13108-20)	Unità di misura	Limiti (UNI EN 13108-1)
Angolo di rotazione	°	1,25 ± 0,02
Velocità di rotazione	Giri/min	30
Pressione verticale	kPa	600 ± 3
Diametro del provino	mm	100
Rotazioni N1	---	10
Rotazioni N2	---	120
Rotazioni N3	---	200

La miscela ottimale dovrà avere le seguenti caratteristiche dopo compattazione a N2:

Risultati richiesti	Unità di misura	Limiti (UNI EN 13108-1)		
		Tipo di Additivazione		
		Moderata additivazione (4% ÷ 5,9 %)	Elevata additivazione (6% ÷ 8%)	Alto Modulo (8,1% ÷ 10%)
Affinità bitume-aggregato – Spogliamento (UNI EN 12697-11)	%	≤ 5		
Vuoti a N1 (UNI EN 12697-8)	%	≤ 15 (V_{max15})		
Vuoti a N2 (UNI EN 12697-8)	%	3 ÷ 6 ($V_{min3} - V_{max6}$)		
Vuoti a N3 (UNI EN 12697-8)	%	≥ 2 (V_{min2})		
Resistenza a Trazione Indiretta a 25°C (UNI EN 12697-23)	N/mm ²	0,90 ÷ 1,90	0,90 ÷ 1,90	0,90 ÷ 1,90
Coefficiente di Trazione Indiretta a 25°C	N/mm ²	75 ÷ 250	75 ÷ 250	75 ÷ 250
Perdita di Resistenza a Trazione Indiretta a 25°C (UNI EN 12697-12)	%	≥ 85 (ITSR ₈₅)	≥ 85 (ITSR ₈₅)	≥ 85 (ITSR ₈₅)
Rigidezza (UNI EN 12697-26 – Annesso C - IT-CY)				
T=5°C	N/mm ²	10.000 ÷ 23.000	12.000 ÷ 25.000	14.000 ÷ 27.000
T=20°C	N/mm ²	4.000 ÷ 10.000	6.000 ÷ 12.000	8.000 ÷ 14.000
T=40°C	N/mm ²	600 ÷ 2.300	800 ÷ 3.000	1000 ÷ 3.700

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, almeno 15 giorni prima della posa in opera e per ciascun impianto di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati comprendente anche gli attestati di conformità CE delle miscele.

La documentazione dello studio di composizione effettuato non dovrà essere più vecchio di un anno.

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio della miscela proposto, l'Impresa deve attenersi rigorosamente.

Art. 4.5 Confezionamento delle miscele

Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati. Si deve prediligere l'utilizzo di impianti discontinui, ma possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti della miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

Nel caso di materiale vergine si deve procedere tramite vagliatura e riclassificazione degli aggregati e, invece, se utilizzato granulato di conglomerato bituminoso si potrà procedere per scarico diretto.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio di tutte le materie prime utilizzate.

La zona destinata allo stoccaggio degli aggregati deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano comprometterne la pulizia. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori deve essere eseguita con la massima cura.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli aggregati con il legante.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 150°C e 170° C e quella del legante tra 140° C e 170° C, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

Art. 4.6 Preparazione delle superfici

Prima della realizzazione di uno strato di conglomerato bituminoso è necessario pulire e preparare la superficie di stesa, anche eliminando eventuale segnaletica orizzontale pregressa, allo scopo di garantire una adeguata adesione tra gli strati sovrapposti.

La preparazione deve essere eseguita mediante l'applicazione di emulsioni bituminose tipo rapida rottura e deve avere le caratteristiche riportate nella seguente tabella:



Mano d'Attacco – Emulsione bituminosa acida cationica 60% modificata – C 60 BP 3				
Indicatore di qualità	Norma	Unità di misura	Valori	Classe
Polarità	UNI EN 1430	---	Positiva	2
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	---	70 ÷ 155	3
Contenuto di legante (per contenuto d'acqua)	UNI EN 1428	%	58 ÷ 62	6
Contenuto olio distillato	UNI EN 1431	%	≤ 2	2
Tempo di efflusso (2 mm, @ 40°C)	UNI EN 12846-1	s	5 ÷ 70	3
Residuo al setaccio (0,5 mm)	UNI EN 1429	%	≤ 0,2	4
Legante recuperato per distillazione				
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	≤ 100	3
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 60	3

Il dosaggio deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a $0,35 \div 0,50 \text{ kg/m}^2$ (corrispondente a $0,60 \div 0,80 \text{ kg/m}^2$ di emulsione bituminosa).

Comunque, deve essere soddisfatto il requisito di adesione tra gli strati determinato sulle carote estratte dalla pavimentazione mediante la prova di taglio diretto eseguita secondo la SN 670461.

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle seguenti concernenti i materiali costituenti è verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE, schede tecniche e schede di sicurezza predisposte dal produttore dell'emulsione bituminosa. In ogni caso, la Direzione Lavori può chiedere la certificazione delle relative prove da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii.

Tale documentazione dovrà essere fornita alla D.L. con congruo anticipo (almeno 15 giorni) rispetto all'inizio delle lavorazioni ed approvata dalla stessa D.L.. La loro presa visione ed approvazione non solleva comunque l'Impresa dalla responsabilità di ottenimento dei risultati prestazionali finali prescritti.

Art. 4.7 Posa in opera delle miscele

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di auto-livellamento.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente. Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica dello stesso tipo utilizzata per la mano d'attacco per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia



di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di produzione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata ed efficienza comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e la formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la vibrofinitrice deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

Per assicurare il migliore costipamento dell'impasto, la rullatura dovrà essere eseguita immediatamente dopo la stesa e comunque ad una temperatura superiore a 135° C.

La stesa dell'impasto non dovrà essere eseguita quando le condizioni meteorologiche, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, potranno pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro, quando il piano di posa si presenti bagnato o la temperatura atmosferica sia inferiore ai 10 °C. Gli strati compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali potranno pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa. La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati. Per gli strati di binder dovranno essere utilizzati rulli combinati e/o rulli tutto ferro vibranti, di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati dovrà presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita dovrà aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 4 mm.

La miscela bituminosa dello strato di binder verrà stesa dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza dello strato sottostante ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

Art. 4.8 Controlli

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio della miscela proposto, l'Impresa deve attenersi rigorosamente.

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi e della loro posa in opera deve essere effettuato, a discrezione della Direzione Lavori, mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela e sulle carote estratte dalla pavimentazione.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella tabella successiva. Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli presso un Laboratorio indicato dalla Direzione Lavori, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.



Campione	Ubicazione prelievo	Frequenza prove	Requisiti da controllare
Aggregato grosso	Presa visione e controllo dei documenti inerenti la Marcatura CE, Schede Tecniche e di Sicurezza. Il Direttore Lavori ha facoltà di verificare i requisiti dichiarati presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii.		
Aggregato fino			
Filler			
Bitume			
Prodotti di integrazione	Presa visione e controllo dei documenti inerenti rapporti di prove eseguite obbligatoriamente dal produttore presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii., Schede Tecniche e di Sicurezza. Il Direttore Lavori ha facoltà di verificare i requisiti dichiarati presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii.		
Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m2 di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela* e secondo tabella di riferimento precedente
Carote	Pavimentazione	Ogni 2.000 m2 di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto, contenuto di bitume e vuoti secondo studio di prequalifica ($\geq 98\%$), adesione tra i diversi strati, secondo Leutner e secondo tabella di riferimento precedente
* 1. Curva granulometrica: rispetto la prequalifica sono ammessi i seguenti scostamenti: aggregato grosso = ± 3 punti percentuali; aggregato fino = ± 2 punti percentuali; passante al setaccio UNI 0,063 mm = $\pm 1,5$ punti percentuali. 2. Percentuale di bitume: rispetto la prequalifica è tollerato uno scostamento di $\pm 0,25$ punti percentuali.			

Art. 5 BINDER IN CONGLOMERATO BITUMINOSO AD ELEVATE PRESTAZIONI CON BITUME TAL QUALE E SUPERMODIFICANTE POLIMERICO A BASE DI GRAFENE PER LA MODIFICA DRY (PMA).

Art. 5.1 Descrizione

Lo strato di binder in conglomerato bituminoso con bitume tal quale e supermodificante polimerico a base di grafene per la modifica dry (PMA) è costituito da un misto granulare prevalentemente di frantumazione composto da una miscela di aggregato grosso, fine e filler (secondo le definizioni riportate nella Norma UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico"), prodotto a caldo con bitume semisolido per uso stradale (con definizione e requisiti di cui alla Norma UNI EN 12591 "Bitume e leganti bituminosi – Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali") previo preriscaldamento degli aggregati. L'aggiunta dei polimeri per la modifica dry avviene direttamente nel mescolatore durante la produzione. Il prodotto è steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli vibranti metallici.

La miscela può comprendere anche aggregati e bitume derivanti dalla demolizione di pavimentazioni a fine vita utile, purché sottoposti a verifica secondo Normativa vigente e quanto previsto dalla norma UNI EN 13108-8



“Miscele bituminose: Specifiche del materiale – Granulato di conglomerato bituminoso”.

Per essere ritenuto idoneo e impiegabile, il conglomerato bituminoso deve essere dotato obbligatoriamente di marcatura CE. I requisiti obbligatori richiesti sono:

Temperatura della miscela alla produzione;

Contenuto minimo di legante;

Composizione granulometrica;

Contenuto dei vuoti.

Il Binder ha la funzione di collegare lo strato di Usura a quello di Base, trasmettendo l'azione verticale dei carichi e assorbendo parte delle azioni flessionali senza deformazioni permanenti. Lo spessore dello strato di Binder è determinato nella fase progettuale, salvo diverse indicazioni della Direzione Lavori.

La prequalifica della miscela bituminosa dovrà essere presentata alla Direzione Lavori con congruo anticipo (almeno 15 giorni) rispetto all'inizio delle lavorazioni ed approvata dalla stessa D.L..

In particolare, ogni prequalifica dovrà essere corredata della seguente documentazione:

Mix Design eseguito presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii., come riportato nel paragrafo inerente le “Miscele”, concernente:

Il proporzionamento delle materie costituenti e dei prodotti di integrazione;

La determinazione della percentuale ottimale di bitume;

Le prestazioni con metodo volumetrico;

Marcatura CE degli aggregati, del filler e del bitume utilizzati;

Schede Tecniche, schede di sicurezza e Certificati di Laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii. Inerenti i prodotti di integrazione utilizzati e relative caratteristiche fisico-meccaniche come riportato nei relativi paragrafi di seguito esposti;

Marcatura CE del conglomerato bituminoso che sarà prodotto.

La presa visione ed approvazione dei documenti elencati non solleva comunque l'Impresa dalla responsabilità di ottenimento dei risultati prestazionali finali prescritti, anche in opera.

Art. 5.2 Materiali costituenti

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle seguenti concernenti i materiali costituenti è verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore degli aggregati, del filler e del bitume.

Tale documentazione dovrà essere fornita alla D.L. a corredo degli studi di prequalifica delle miscele.

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii.

Legante

I bitumi per uso stradale dovranno essere provvisti di marcatura CE attestante la conformità all'Appendice ZA della Norma UNI EN 12591 “Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali” con riferimento alle informazioni complementari per i bitumi semisolidi 50-70 o 70-100, riportate nel documento UNI/TR 11361 “Bitume e leganti bituminosi – Bitumi per applicazioni stradali di maggior utilizzo in Italia”.



Bitume Tal Quale			Limiti (UNI EN 12591)	
Parametro	Normativa	Unità di misura	Classe 50/70	Classe 70/100
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	0,1 mm	50 ÷ 70	70 ÷ 100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	46 ÷ 54	43 ÷ 51
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ - 8	≤ - 10
Viscosità dinamica a 60°C	UNI EN 12596	Pa·s	≥ 145	≥ 90
Solubilità	UNI EN 12592	%	≥ 99	≥ 99
Valori dopo RTFOT	UNI EN12607-1			
Penetrazione residua	UNI EN 1426	%	50	46
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 9	≤ 9
Variazione della massa	UNI EN 12607-1	%	≤ 0,5	≤ 0,8

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati. Tale certificazione sarà rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per conto terzi.

Aggregati

Gli aggregati lapidei impiegati nel conglomerato bituminoso dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento 305/2011 sui prodotti da costruzione e dovranno essere marcati CE, rispondendo a quanto previsto dall'appendice ZA della norma UNI EN 13043. In ogni caso i materiali dovranno essere conformi ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente. La miscela di aggregati dovrà essere costituita da aggregati grossi, fini e filler, anche eventualmente d'apporto. Possono essere impiegati, in percentuali fino a un massimo di 10%, aggregati artificiali come scorie di alto forno, argilla espansa, sabbie di recupero da inceneritori di RSU, etc. Potrà inoltre essere utilizzato granulato di conglomerato bituminoso.

Aggregato grosso

L'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori/uguali ai 2 mm) potrà avere anche elementi arrotondati e/o parzialmente frantumati e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Aggregato Grosso			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	%	≤ 25 (LA25)
Superfici frantumate	UNI EN 13043	---	C95/1
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤ 1 (F1)
Affinità bitume-aggregato (Spogliamento)	UNI EN 12697-11	%	□□5
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	---	□□20 (SI20)
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	---	≤ 15 (FI15)
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	%	≤ 1 (f1)
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	%	≤ 2 (WA242)

In ogni caso, anche se di natura diversa, l'aggregato grosso dovrà essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, poliedrici, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei o inquinanti.

Aggregato fino



L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2 mm) dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e/o naturali e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Aggregato Fino			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 70 (SE70)
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	%	≥ 10 (f10)

Filler di Additivazione

Il filler proviene dalle frazioni fini degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto o ceneri volanti. Comunque, dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

Filler di Additivazione			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Passante setaccio UNI 2 mm	UNI EN 933-10	%	100
Passante setaccio UNI 0,125 mm	UNI EN 933-10	%	85 ÷ 100
Passante setaccio UNI 0,063 mm	UNI EN 933-10	%	70 ÷ 100
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12		N.P.
Anello e biglia (Stiffening Power)	UNI EN 13179-1	□R&B	8 ÷ 16
Rapporto filler/bitume = 1,5			(□R&B8/16)

Granulato di Conglomerato bituminoso

Il granulato di conglomerato bituminoso proveniente dalla demolizione di pavimentazioni esistenti e/o da scarti di lavorazioni è sottoposto a idoneo processo di lavorazione (frantumazione, selezione e vagliatura) e rispondente alla norma UNI EN 13108-8 "Miscele bituminose: Specifiche del materiale - Granulato di conglomerato bituminoso", o altre normative vigenti.

La percentuale in peso riferita al totale della miscela degli aggregati deve essere al massimo pari al 30%.

Per lo strato di binder può essere riciclato materiale fresato proveniente da strati di binder ed usura. La percentuale da impiegare va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori prima dell'inizio dei lavori.

Art. 5.3 Prodotti di integrazione e di modifica dry

I prodotti di integrazione e modifica Dry possono essere naturali o artificiali e, aggiunti agli aggregati o al bitume, consentono di migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi.

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle seguenti concernenti i prodotti di integrazione è verificato dalla Direzione Lavori sulla base delle schede tecniche, delle schede di sicurezza e dei risultati di prove eseguite obbligatoriamente dal produttore presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii. Tale documentazione dovrà essere fornita alla D.L. a corredo degli studi di prequalifica delle miscele.

Attivanti di adesione



Gli attivanti di adesione hanno la funzione principale di incrementare, o addirittura creare, l'affinità tra bitume ed aggregato. Tale azione dovrà garantire un legame quanto più stabile possibile in qualsiasi condizione di applicazione e dovrà evitare lo spogliamento del legante dagli aggregati.

L'attivante di adesione dovrà essere scelto in funzione della natura chimica dell'aggregato utilizzato per la produzione della miscela bituminosa. Pertanto, il prodotto potrà essere a base amminica, polifosforica o di qualsiasi altra natura, purché permetta di soddisfare il limite di affinità bitume-aggregato sopra previsto per l'aggregato grosso, secondo la norma UNI EN 12697-11.

Il dosaggio di questi prodotti dovrà essere determinato durante la fase di prequalifica e varierà, generalmente, da 0,30% a 0,60% sul peso del bitume, in funzione della natura litologica dell'aggregato lapideo e delle condizioni operative (temperature, tipo di miscela da produrre, etc). Eventuali variazioni di tali quantità devono essere opportunamente dimostrate e giustificate da prove di laboratorio alla D.L..

L'aggiunta degli attivanti di adesione nel legante bituminoso deve essere realizzata con attrezzature idonee, per garantire l'esatta dose e la perfetta dispersione nel bitume.

Attivanti Chimici Funzionali

Gli attivanti chimici funzionali (ACF) sono impiegati per rigenerare le caratteristiche del bitume invecchiato contenuto nel granulato di conglomerato bituminoso derivante dalla demolizione di pavimentazioni a fine vita utile. Gli ACF devono essere liquidi polifunzionali a elevato potere rigenerante, esenti dalla presenza di oli aromatici.

Il rigenerante deve avere le caratteristiche chimico-fisiche riportate nella seguente tabella:

Attivanti Chimici Funzionali			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Aspetto	---	---	Liquido
Densità apparente a 20°C	---	g/cm ³	0,8 ± 0,1
Viscosità 25°C	EN 20028	cP	60 ± 10
Punto di infiammabilità	EN 2592	°C	≥ 150
Pour Point	EN 20065	°C	≥ -5

Il dosaggio di questi prodotti dovrà essere determinato durante la fase di prequalifica e dovrà essere pari allo 0,1 ÷ 0,3% sul peso del granulato di conglomerato bituminoso. Eventuali variazioni di tali quantità devono essere opportunamente dimostrate e giustificate da prove di laboratorio alla D.L..

L'immissione degli ACF nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee nelle cisterne di stoccaggio o in linea durante il ciclo produttivo. Tali dosatori devono garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.

Supermodificante polimerico a base di grafene per la modifica dry

La modifica del conglomerato bituminoso con supermodificante polimerico a base di grafene col metodo dry comporta l'aumento della resistenza meccanica e del modulo complesso, la diminuzione dell'accumulo delle deformazioni alla ripetizione dei carichi, determinando un miglioramento del comportamento a fatica, della



tradizionale miscela prodotta con bitume tal quale.

Il compound è composto da polimeri selezionati a medio punto di fusione in granuli semi-morbidi e flessibili con l'aggiunta di nanotecnologie al grafene e additivi prestazionali.

Supermodificante polimerico a base di grafene per la Modifica Dry delle Miscele Bituminose			
Parametro	Norma	Unità di Misura	Limite
Composizione			Compound plastomerico
Aspetto			Granuli di forma e colore omogenei
Odore			Appena percettibile
Dimensioni		mm	2 ÷ 5
Densità	ISO 1133	g/cm ³	0,7 ÷ 0,9
Ceneri a 500°C	UNI ISO 3451-1	%	< 4
Umidità con termobilancia/stufa a 105°C per 20 min		%	< 1
Indice di fluidità, MFR 190°C / 5 Kg	ISO 1133 - 1	g/10'	4÷ 10

Il dosaggio del prodotto deve variare in funzione della modifica da effettuare e delle prestazioni meccaniche da raggiungere (4% ÷ 10 % sul peso del bitume totale).

La percentuale ottimale deve essere determinata durante la fase di prequalifica della miscela bituminosa.

Il compound polimerico dovrà essere aggiunto direttamente nel mescolatore dell'impianto di produzione mediante l'uso di un impianto dosatore, garantendo così l'omogeneità del prodotto finito.

L'immissione del prodotto all'interno del mescolatore deve avvenire dopo lo scarico degli aggregati e prima del bitume.

In funzione dell'impianto di produzione, può risultare necessario aumentare i tempi di mescolazione per garantirne l'omogeneità e la dispersione.

Art. 5.4 Miscele

La miscela degli aggregati lapidei di primo impiego e del granulato di conglomerato bituminoso dovrà avere una composizione granulometrica determinata in conformità alle norme UNI EN 13108-1 e UNI EN 12697-2, utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, e dovrà essere compresa nei limiti del fuso riportato di seguito:



Fuso Granulometrico			Contenuto di bitume su miscela [%] (UNI EN 13108-1)
Serie setacci UNI EN	Passante minimo [%]	Passante massimo [%]	
20	100	100	≥ 4,20
16	90	100	
14	75	95	
12,5	65	88	
10	58	78	
8	52	70	
6,3	45	65	
4	35	55	
2	25	40	
1	18	30	
0,5	10	22	
0,25	6	15	
0,125	4	12	
0,063	4	10	

La percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel granulato di conglomerato bituminoso), riferita al peso della miscela deve rispettare il limite indicato nella tabella precedente.

La quantità ottima di bitume totale deve essere determinata dall'Impresa a proprie spese e cura mediante metodo Marshall attraverso lo studio di quattro miscele a diverso contenuto di bitume. Con ognuna di queste miscele si dovranno realizzare almeno quattro campioni per le stabilità e due per il contenuto di vuoti, costipandoli con 75 colpi di maglio per lato (UNI EN 12697-30). La percentuale di bitume ottimale corrisponderà al valore massimo di stabilità della curva Marshall e, contestualmente, il contenuto di vuoti dovrà essere compreso nel limite $3 \div 6\%$.

A tale percentuale ottimale, si dovranno rispettare i seguenti requisiti determinati con metodo volumetrico:

Condizioni di prova (UNI EN 12697-31/13108-20)	Unità di misura	Limiti (UNI EN 13108-1)
Angolo di rotazione	°	$1,25 \pm 0,02$
Velocità di rotazione	Giri/min	30
Pressione verticale	kPa	600 ± 3
Diametro del provino	mm	100
Rotazioni N1	---	10
Rotazioni N2	---	120
Rotazioni N3	---	200

La miscela ottimale dovrà avere le seguenti caratteristiche dopo compattazione a N2:



Risultati richiesti	Unità di misura	Limiti (UNI EN 13108-1)		
		Tipo di Additivazione		
		Moderata additivazione (4% – 5,9%)	Elevata additivazione (6% – 8%)	Alto Modulo (8,1% – 10%)
Affinità bitume-aggregato – Spogliamento (UNI EN 12697-11)	%	□□5		
Vuoti a N1 (UNI EN 12697-8)	%	≤ 15 (Vmax15)		
Vuoti a N2 (UNI EN 12697-8)	%	3 ÷ 6 (Vmin3-Vmax6)		
Vuoti a N3 (UNI EN 12697-8)	%	≥ 2 (Vmin2)		
Resistenza a Trazione Indiretta a 25°C (UNI EN 12697-23)	N/mm2	1,00 ÷ 2,00	1,20 ÷ 2,20	1,40 ÷ 2,40
Coefficiente di Trazione Indiretta a 25°C	N/mm2	75 ÷ 250	75 ÷ 250	75 ÷ 250
Perdita di Resistenza a Trazione Indiretta a 25°C (UNI EN 12697-12)	%	≥ 85 (ITSR85)	≥ 85 (ITSR85)	≥ 85 (ITSR85)
Rigidezza (UNI EN 12697-26 – Annesso C - IT-CY)				
T=5°C	N/mm2	11.000 ÷ 24.000	13.000 ÷ 26.000	15.000 ÷ 28.000
T=20°C	N/mm2	5.000 ÷ 11.000	7.000 ÷ 13.000	9.000 ÷ 15.000
T=40°C	N/mm2	700 ÷ 2.400	900 ÷ 3.100	1100 ÷ 3.800
Resistenza alla fatica (UNI EN 12697-24 Annex E, 20°C (in controllo di tensione)	Verifica del comportamento “tensione-impulsi”			
Resistenza all'ormaiamento (UNI EN 12697-22 e compattazione del campione con rullo UNI EN 12697-33, small size, procedura B, 10.000 cicli, in aria a 60°C)				
RDair (10.000)	mm	≤ 3,5	≤ 3,0	≤ 2,5
PRDair (10.000)	%	≤ 6,0	≤ 5,0	≤ 4,5
WTSair (5.000-10.000)	mm	≤ 0,35	≤ 0,30	≤ 0,25

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, almeno 15 giorni prima della posa in opera e per ciascun impianto di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati comprendente anche gli attestati di conformità CE delle miscele.

La documentazione dello studio di composizione effettuato non dovrà essere più vecchio di un anno.

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio della miscela proposto, l'Impresa deve attenersi rigorosamente.

Art. 5.5 Confezionamento delle miscele

Il conglomerato bituminoso deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri un'idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati. Si deve prediligere l'utilizzo di impianti discontinui, ma possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti della miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

Nel caso di materiale vergine si deve procedere tramite vagliatura e riclassificazione degli aggregati e, invece, se utilizzato granulato di conglomerato bituminoso si potrà procedere per scarico diretto.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta oltre al perfetto dosaggio di tutte le materie prime utilizzate.

La zona destinata allo stoccaggio degli aggregati deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano comprometterne la pulizia. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento dei predosatori deve essere eseguita con la massima cura.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli aggregati con il legante.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 170°C e 180°C e quella del legante tra 160°C e 180°C, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

Art. 5.6 Preparazione delle superfici

Prima della realizzazione di uno strato di conglomerato bituminoso è necessario pulire e preparare la superficie di stesa, anche eliminando eventuale segnaletica orizzontale pregressa, allo scopo di garantire una adeguata adesione tra gli strati sovrapposti.

La preparazione deve essere eseguita mediante l'applicazione di emulsioni bituminose tipo rapida rottura e deve avere le caratteristiche riportate nella seguente tabella:



Mano d'Attacco – Emulsione bituminosa acida modificata cationica 60% modificata – C 60 BP 3				
Indicatore di qualità	Norma	Unità di misura	Valori	Classe
Polarità	UNI EN 1430	---	Positiva	2
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	---	70 ÷ 155	3
Contenuto di legante (per contenuto d'acqua)	UNI EN 1428	%	58 ÷ 62	6
Contenuto olio distillato	UNI EN 1431	%	≤ 2	2
Tempo di efflusso (2 mm, @ 40°C)	UNI EN 12846-1	s	5 ÷ 70	3
Residuo al setaccio (0,5 mm)	UNI EN 1429	%	≤ 0,2	4
Legante recuperato per distillazione				
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	≤ 100	3
Punto di rammolimento	UNI EN 1427	°C	≥ 60	3

Il dosaggio deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a $0,35 \div 0,50 \text{ kg/m}^2$ (corrispondente a $0,60 \div 0,80 \text{ kg/m}^2$ di emulsione bituminosa).

Comunque, deve essere soddisfatto il requisito di adesione tra gli strati determinato sulle carote estratte dalla pavimentazione mediante la prova di taglio diretto eseguita secondo la SN 670461.

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle seguenti concernenti i materiali costituenti è verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE, schede tecniche e schede di sicurezza predisposte dal produttore dell'emulsione bituminosa. In ogni caso, la Direzione Lavori può chiedere la certificazione delle relative prove da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii.

Tale documentazione dovrà essere fornita alla D.L. con congruo anticipo (almeno 15 giorni) rispetto all'inizio delle lavorazioni ed approvata dalla stessa D.L.. La loro presa visione ed approvazione non solleva comunque l'Impresa dalla responsabilità di ottenimento dei risultati prestazionali finali prescritti.

Art. 5.7 Posa in opera delle miscele

La posa in opera dei conglomerati bituminosi sarà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente.

Qualora ciò non fosse possibile il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spruzzato con emulsione bituminosa cationica, dello stesso tipo utilizzato per la mano d'attacco, per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati dovrà essere programmata e realizzata in maniera che



essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato bituminoso dall'impianto di produzione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata ed efficienza comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e la formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice dovrà risultare in ogni momento non inferiore ai 150°C.

Per assicurare il miglior costipamento dell'impasto, la rullatura dovrà essere seguita immediatamente dopo la stesa e comunque ad una temperatura superiore a 145°C.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, potranno pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro, quando il piano di posa si presenti bagnato o la temperatura atmosferica sia inferiore ai 10 °C.

Gli strati compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati bituminosi dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

Per gli strati di Binder dovranno essere utilizzati rulli tutto ferro vibranti, di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati dovrà presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita dovrà aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 3 mm.

La miscela bituminosa dello strato di Binder sarà stesa dopo l'accertamento della Direzione Lavori della rispondenza dello strato sottostante ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

Art. 5.8 Controlli

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio della miscela proposta, l'Impresa deve attenersi rigorosamente.

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera sarà effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ, mediante le prove di laboratorio di seguito riportate.



	Superficie della stesa < 1000 m2			Superficie della stesa ≥ 1000 m2		
Campione	Ubicazione prelievo	Frequenza prove	Requisiti da controllare	Ubicazione prelievo	Frequenza prove	Requisiti da controllare
Aggregato grosso	Presa visione e controllo dei documenti inerenti la Marcatura CE, Schede Tecniche e di Sicurezza. Il Direttore Lavori ha facoltà di verificare i requisiti dichiarati presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii.			Impianto	Giornaliera oppure ogni 2500 m3 di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Aggregato fino				Impianto	Giornaliera oppure ogni 2500 m3 di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Filler				Impianto	Giornaliera oppure ogni 2500 m3 di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Bitume				Cisterna	Giornaliera oppure ogni 2500 m3 di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Prodotti di integrazione	Presa visione e controllo dei documenti inerenti rapporti di prove eseguite obbligatoriamente dal produttore presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii., Schede Tecniche e di Sicurezza. Il Direttore Lavori ha facoltà di verificare i requisiti dichiarati presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii.			Contenitori	Giornaliera oppure ogni 2500 m3 di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Conglomerato bituminoso sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela* e secondo tabella di riferimento precedente	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m2 di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela* e secondo tabella di riferimento precedente
Carote	Pavimentazione	Ogni 500 m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto, contenuto di bitume e vuoti secondo studio di prequalifica (≥ 98%), secondo tabella di riferimento	Pavimentazione	Ogni 1.000 m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto, contenuto di bitume e vuoti secondo studio di prequalifica (≥ 98%), secondo tabella di riferimento



			precedente			precedente
* 1. Curva granulometrica: rispetto la prequalifica sono ammessi i seguenti scostamenti: aggregato grosso = ± 3 punti percentuali; aggregato fino = ± 2 punti percentuali; passante al setaccio UNI 0,063 mm = $\pm 1,5$ punti percentuali. 2. Percentuale di bitume: rispetto la prequalifica è tollerato uno scostamento di $\pm 0,25$ punti percentuali.						

Art. 6 USURA IN CONGLOMERATO BITUMINOSO AD ELEVATE PRESTAZIONI CON BITUME TAL QUALE E COMPOUND POLIMERICO PER LA MODIFICA DRY (PMA)

Art. 6.1 Descrizione

Lo strato di usura in conglomerato bituminoso ad elevate prestazioni con bitume Tal Quale e compound polimerico per la modifica dry (PMA) è costituito da un misto granulare frantumato, composto da una miscela di aggregato grosso, fine e filler (secondo le definizioni riportate nella Norma UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico"), prodotto a caldo con bitume semisolido per uso stradale (con definizione e requisiti di cui alla Norma UNI EN 12591 "Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali"), previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati, combinati e metallici vibranti di idoneo peso.

La miscela può comprendere anche aggregati e bitume derivanti dalla demolizione di pavimentazioni a fine vita utile, purché sottoposti a verifica secondo Normativa vigente e quanto previsto dalla norma UNI EN 13108-8 "Miscele bituminose: Specifiche del materiale - Granulato di conglomerato bituminoso".

Per essere ritenuto idoneo e impiegabile, il conglomerato bituminoso deve essere dotato obbligatoriamente di marcatura CE. I requisiti obbligatori richiesti sono:

Temperatura della miscela alla produzione;

Contenuto minimo di legante;

Composizione granulometrica;

Contenuto dei vuoti.

L'usura ha il compito di assicurare comfort, economicità di marcia e sicurezza. Pertanto, deve garantire elevata aderenza pneumatico-pavimentazione e avere elevata resistenza agli sforzi tangenziali e alle deformazioni verticali permanenti (ormai).

Lo spessore dello strato di usura è determinato nella fase progettuale, salvo diverse indicazioni della Direzione Lavori.

La prequalifica della miscela bituminosa dovrà essere presentata alla Direzione Lavori con congruo anticipo (almeno 15 giorni) rispetto all'inizio delle lavorazioni ed approvata dalla stessa D.L..

In particolare, ogni prequalifica dovrà essere corredata della seguente documentazione:

Mix Design eseguito presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii., come riportato nel paragrafo inerente le "Miscele", concernente:

Il proporzionamento delle materie costituenti e dei prodotti di integrazione;

La determinazione della percentuale ottimale di bitume;

Le prestazioni con metodo volumetrico;

Marcatura CE degli aggregati, del filler e del bitume utilizzati;

Schede Tecniche, schede di sicurezza e Certificati di Laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii. inerenti i prodotti di integrazione utilizzati e relative caratteristiche fisico-meccaniche come riportato nei relativi paragrafi di seguito esposti;

Marcatura CE del conglomerato bituminoso che sarà prodotto.

La presa visione ed approvazione dei documenti elencati non solleverà comunque l'Impresa dalla responsabilità di ottenimento dei risultati prestazionali finali prescritti, anche in opera.

Art. 6.2 Materiali costituenti

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle seguenti concernenti i materiali costituenti è verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore degli aggregati, del filler e del bitume.

Tale documentazione dovrà essere fornita alla D.L. a corredo degli studi di prequalifica delle miscele.

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii.

Legante

I bitumi per uso stradale dovranno essere provvisti di marcatura CE attestante la conformità all'Appendice ZA della Norma UNI EN 12591 "Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali" con riferimento alle informazioni complementari per i bitumi semisolidi 50-70 o 70-100, riportate nel documento UNI/TR 11361 "Bitume e leganti bituminosi – Bitumi per applicazioni stradali di maggior utilizzo in Italia".

Bitume Tal Quale			Limiti (UNI EN 12591)	
Parametro	Normativa	Unità di misura	Classe 50/70	Classe 70/100
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	0,1 mm	50 ÷ 70	70 ÷ 100
Punto di rammollimento	UNI EN1427	°C	46 ÷ 54	43 ÷ 51
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ - 8	≤ - 10
Viscosità dinamica a 60°C	UNI EN 12596	Pa·s	≥ 145	≥ 90
Solubilità	UNI EN 12592	%	≥ 99	≥ 99
Valori dopo RTFOT	UNI EN 12607-1			
Penetrazione residua	UNI EN 1426	%	≥ 50	≥ 46
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN1427	°C	≤ 9	≤ 9
Variazione della massa	UNI EN 12607-1	%	≤ 0,5	≤ 0,8

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati. Tale certificazione sarà rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per conto terzi.

Aggregati

Gli aggregati lapidei impiegati nel conglomerato bituminoso dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento 305/2011 sui prodotti da costruzione e dovranno essere marcati CE, rispondendo a quanto previsto dall'appendice ZA della norma UNI EN 13043. In ogni caso i materiali dovranno essere conformi ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente. La miscela di aggregati dovrà essere costituita da aggregati grossi, fini e filler, anche eventualmente d'apporto. Possono essere impiegati, in percentuali fino a un massimo di 10%, aggregati artificiali come scorie di alto forno, argilla espansa, sabbie di recupero da inceneritori di RSU, etc. Potrà inoltre essere utilizzato granulato di conglomerato bituminoso.

Aggregato grosso

L'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori/uguali ai 2 mm) dovrà avere elementi frantumati e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Aggregato Grosso			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	%	□ 20 (LA20)
Superfici frantumate	UNI EN 933-5	---	C100/0
Resistenza alla levigatezza	UNI EN 1097-8	---	≥ 44 (PSV44)
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	□□1 (F1)
Affinità bitume-aggregato (Spogliamento)	UNI EN 12697-11	%	□
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	---	□□20 (SI20)
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	---	□□15 (FI15)
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	%	□□1 (f1)
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	%	□□1 (WA241)

Aggregato fino

L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2 mm) dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e/o naturali e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Aggregato Fino			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	□□70 (SE70)
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	%	□□10 (f10)

Filler di additivazione



Il filler proviene dalle frazioni fini degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto o ceneri volanti. Comunque, dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

Filler di Additivazione			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Passante setaccio UNI 2 mm	UNI EN 933-10	%	100
Passante setaccio UNI 0,125 mm	UNI EN 933-10	%	85 ÷ 100
Passante setaccio UNI 0,063 mm	UNI EN 933-10	%	70 ÷ 100
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12		N.P.
Anello e biglia (Stiffening Power) Rapporto filler/bitume = 1,5	UNI EN 13179-1	□ R&B	8 ÷ 16 (□ R&B8/16)

Granulato di conglomerato bituminoso

Il granulato di conglomerato bituminoso proveniente dalla demolizione di pavimentazioni esistenti e/o da scarti di lavorazioni è sottoposto a idoneo processo di lavorazione (frantumazione, selezione e vagliatura) e rispondente alla norma UNI EN 13108-8 "Miscele bituminose: Specifiche del materiale - Granulato di conglomerato bituminoso", o altre normative vigenti.

La percentuale in peso riferita al totale della miscela degli aggregati deve essere al massimo pari al 20%.

Per lo strato di usura può essere riciclato materiale fresato proveniente esclusivamente da strati di usura. La percentuale da impiegare va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori prima dell'inizio dei lavori.

Art. 6.3 Prodotti di integrazione e di modifica dry

I prodotti di integrazione e di modifica dry possono essere naturali o artificiali e, aggiunti agli aggregati o al bitume, consentono di migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi.

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle seguenti concernenti i prodotti di integrazione è verificato dalla Direzione Lavori sulla base delle schede tecniche, delle schede di sicurezza e dei risultati di prove eseguite obbligatoriamente dal produttore presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii. Tale documentazione dovrà essere fornita alla D.L. a corredo degli studi di prequalifica delle miscele.

Attivanti di adesione

Gli attivanti di adesione hanno la funzione principale di incrementare, o addirittura creare, l'affinità tra bitume ed aggregato. Tale azione dovrà garantire un legame quanto più stabile possibile in qualsiasi condizione di applicazione e dovrà evitare lo spogliamento del legante dagli aggregati.

L'attivante di adesione dovrà essere scelto in funzione della natura chimica dell'aggregato utilizzato per la produzione della miscela bituminosa. Pertanto, il prodotto potrà essere a base amminica, polifosforica o di qualsiasi altra natura, purché permetta di soddisfare il limite di affinità bitume-aggregato sopra previsto per l'aggregato grosso, secondo la norma UNI EN 12697-11.

Il dosaggio di questi prodotti dovrà essere determinato durante la fase di prequalifica e varierà, generalmente,



da 0,30% a 0,60% sul peso del bitume, in funzione della natura litologica dell'aggregato lapideo e delle condizioni operative (temperature, tipo di miscela da produrre, etc). Eventuali variazioni di tali quantità devono essere opportunamente dimostrate e giustificate da prove di laboratorio alla D.L..

L'aggiunta degli attivanti di adesione nel legante bituminoso deve essere realizzata con attrezzature idonee, per garantire l'esatta dose e la perfetta dispersione nel bitume.

Attivanti Chimici Funzionali

Gli attivanti chimici funzionali (ACF) sono impiegati per rigenerare le caratteristiche del bitume invecchiato contenuto nel granulato di conglomerato bituminoso derivante dalla demolizione di pavimentazioni a fine vita utile. Gli ACF devono essere liquidi polifunzionali a elevato potere rigenerante, esenti dalla presenza di oli aromatici e con un basso impatto odorigeno.

Il rigenerante deve avere le caratteristiche chimico-fisiche riportate nella seguente tabella:

Attivanti Chimici Funzionali			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Aspetto	---	---	Liquido
Densità apparente a 20°C	---	g/cm ³	0,8 ± 0,1
Viscosità 25°C	EN 20028	cP	60 ± 10
Punto di infiammabilità	EN 2592	°C	≥ 150
Pour Point	EN 20065	°C	≥ -5

Compound polimerico per la modifica dry (PMA)

La modifica del conglomerato bituminoso con compound polimerico col metodo dry comporta l'aumento della resistenza meccanica e del modulo complesso, la diminuzione dell'accumulo delle deformazioni alla ripetizione dei carichi, determinando un miglioramento del comportamento a fatica, della tradizionale miscela prodotta con bitume tal quale.

Le maggiori prestazioni del conglomerato bituminoso saranno ottenute tramite la modifica della miscela con un compound composto da selezionati polimeri a basso peso molecolare e medio punto di fusione in granuli semi-morbidi e flessibili.

Compound polimerico per la Modifica Dry delle Miscele Bituminose			
Parametro	Norma	Unità di Misura	Limite
Aspetto			Granuli omogenei
Odore			Appena percettibile
Dimensione granuli		mm	3 ÷ 5
Densità	ISO 1133	g/cm ³	0,7 ÷ 0,9
Ceneri a 500°C	UNI ISO 3451-1	%	≤ 3
Valore di MFR, 2,16 kg a 190 °C	ISO 1133 – 1:2011	g/10'	2,0 ÷ 8,0
Umidità (1 ora a 120°C)	ASTM D5668	%	< 2
Anni di referenze		Min. 10	> 15

L'azienda fornitrice dovrà avere Certificato ISO 9001, ISO 14001 e almeno 10 anni di referenze su tale prodotto.

Il dosaggio del prodotto deve variare in funzione della modifica da effettuare e delle prestazioni meccaniche da



raggiungere (4% ÷ 10% sul peso del bitume totale).

La percentuale ottimale deve essere determinata durante la fase di prequalifica della miscela bituminosa.

Il compound polimerico dovrà essere aggiunto direttamente nel mescolatore dell'impianto di produzione mediante l'uso di un impianto dosatore, garantendo così l'omogeneità del prodotto finito.

L'immissione del prodotto all'interno del mescolatore deve avvenire dopo lo scarico degli aggregati e prima del bitume.

In funzione dell'impianto di produzione, può risultare necessario aumentare i tempi di mescolazione per garantirne l'omogeneità e la dispersione.

Art. 6.4 Miscele

La miscela degli aggregati lapidei di primo impiego e del granulato di conglomerato bituminoso dovrà avere una composizione granulometrica determinata in conformità alle norme UNI EN 13108-1 e UNI EN 12697-2, utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, e dovrà essere compresa nei limiti del fuso riportato di seguito:

Fuso Granulometrico			Contenuto di bitume su miscela [%] (UNI EN 13108-1)
Serie setacci UNI EN	Passante minimo [%]	Passante massimo [%]	
12,5	100	100	≥ 4,80
10	90	100	
8	80	100	
6,3	65	88	
4	44	64	
2	28	42	
1	20	33	
0,5	12	24	
0,25	8	18	
0,063	6	10	

La percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel granulato di conglomerato bituminoso), riferita al peso della miscela deve rispettare il limite indicato nella tabella precedente.

La quantità ottima di bitume totale deve essere determinata dall'Impresa a proprie spese e cura mediante metodo Marshall attraverso lo studio di quattro miscele a diverso contenuto di bitume. Con ognuna di queste miscele si dovranno realizzare almeno quattro campioni per le stabilità e due per il contenuto di vuoti, costipandoli con 75 colpi di maglio per lato. La percentuale di bitume ottimale corrisponderà al valore massimo di stabilità della curva Marshall e, contestualmente, il contenuto di vuoti dovrà essere compreso nel limite 3 ÷ 6%.

A tale percentuale ottimale, si dovranno rispettare i seguenti requisiti determinati con metodo volumetrico:



Condizioni di prova (UNI EN 12697-31/13108-20)	Unità di misura	Limiti (UNI EN 13108-1)
Angolo di rotazione	°	1,25 ± 0,02
Velocità di rotazione	Giri/min	30
Pressione verticale	kPa	600 ± 3
Diametro del provino	mm	100
Rotazioni N1	---	10
Rotazioni N2	---	140
Rotazioni N3	---	240

La miscela ottimale dovrà avere le seguenti caratteristiche dopo compattazione a N2:

Risultati richiesti	Unità di misura	Limiti (UNI EN 13108-1)		
		Tipo di Additivazione		
		Moderata additivazione (4% ÷ 5,9 %)	Elevata additivazione (6% ÷ 8%)	Alto Modulo (8,1% ÷ 10%)
Affinità bitume-aggregato – Spogliamento (UNI EN 12697-11)	%	□		
Vuoti a N1 (UNI EN 12697-8)	%	≤ 15 (Vmax15)		
Vuoti a N2 (UNI EN 12697-8)	%	3 ÷ 6 (Vmin3-Vmax6)		
Vuoti a N3 (UNI EN 12697-8)	%	≥ 2 (Vmin2)		
Resistenza a Trazione Indiretta a 25°C (UNI EN 12697-23)	N/mm2	0,90 ÷ 1,90	1,10 ÷ 2,10	1,30 ÷ 2,340
Coefficiente di Trazione Indiretta a 25°C	N/mm2	75 ÷ 250	75 ÷ 250	75 ÷ 250
Perdita di Resistenza a Trazione Indiretta a 25°C (UNI EN 12697-12)	%	≥ 85 (ITSR85)	≥ 85 (ITSR85)	≥ 85 (ITSR85)
Rigidezza (UNI EN 12697-26 – Annesso C - IT-CY)				
T=5°C	N/mm2	10.000 ÷ 23.000	12.000 ÷ 25.000	14.000 ÷ 27.000
T=20°C	N/mm2	4.000 ÷ 10.000	6.000 ÷ 12.000	8.000 ÷ 14.000
T=40°C	N/mm2	600 ÷ 2.300	800 ÷ 3.000	1000 ÷ 3.700

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, almeno 15 giorni prima della posa in opera e per ciascun impianto di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati comprendente anche gli attestati di conformità CE delle miscele.

La documentazione dello studio di composizione effettuato non dovrà essere più vecchio di un anno.

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio della miscela proposto, l'Impresa deve attenersi rigorosamente.

Art. 6.5 Confezionamento delle miscele

Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche,



mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati. Si deve prediligere l'utilizzo di impianti discontinui, ma possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti della miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

Nel caso di materiale vergine si deve procedere tramite vagliatura e riclassificazione degli aggregati e, invece, se utilizzato granulato di conglomerato bituminoso si potrà procedere per scarico diretto.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio di tutte le materie prime utilizzate.

La zona destinata allo stoccaggio degli aggregati deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano comprometterne la pulizia. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori deve essere eseguita con la massima cura.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli aggregati con il legante.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,20% in peso.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 150°C e 170° C e quella del legante tra 140° C e 180° C, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

Art. 6.6 Preparazione delle superfici

Prima della realizzazione di uno strato di conglomerato bituminoso è necessario pulire e preparare la superficie di stesa, anche eliminando eventuale segnaletica orizzontale pregressa, allo scopo di garantire una adeguata adesione tra gli strati sovrapposti.

La preparazione deve essere eseguita mediante l'applicazione di emulsioni bituminose tipo rapida rottura e deve avere le caratteristiche riportate nella seguente tabella:



Mano d'Attacco – Emulsione bituminosa acida cationica 60% modificata – C 60 BP 3				
Indicatore di qualità	Norma	Unità di misura	Valori	Classe
Polarità	UNI EN 1430	---	Positiva	2
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	---	70 ÷ 155	3
Contenuto di legante (per contenuto d'acqua)	UNI EN 1428	%	58 ÷ 62	6
Contenuto olio distillato	UNI EN 1431	%	≤ 2	2
Tempo di efflusso (2 mm, @ 40°C)	UNI EN 12846-1	s	5 ÷ 70	3
Residuo al setaccio (0,5 mm)	UNI EN 1429	%	≤ 0,2	4
Legante recuperato per distillazione				
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	≤ 100	3
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 60	3

Il dosaggio deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a $0,35 \div 0,50 \text{ kg/m}^2$ (corrispondente a $0,60 \div 0,80 \text{ kg/m}^2$ di emulsione bituminosa).

Comunque, deve essere soddisfatto il requisito di adesione tra gli strati determinato sulle carote estratte dalla pavimentazione mediante la prova di taglio diretto eseguita secondo la SN 670461.

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle seguenti concernenti i materiali costituenti è verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE, schede tecniche e schede di sicurezza predisposte dal produttore dell'emulsione bituminosa. In ogni caso, la Direzione Lavori può chiedere la certificazione delle relative prove da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii.

Tale documentazione dovrà essere fornita alla D.L. con congruo anticipo (almeno 15 giorni) rispetto all'inizio delle lavorazioni ed approvata dalla stessa D.L.. La loro presa visione ed approvazione non solleva comunque l'Impresa dalla responsabilità di ottenimento dei risultati prestazionali finali prescritti.

Art. 6.7 Posa in opera delle miscele

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di auto-livellamento.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente. Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica dello stesso tipo utilizzata per la mano d'attacco per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia



di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di produzione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata ed efficienza comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e la formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la vibrofinitrice deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

Per assicurare il migliore costipamento dell'impasto, la rullatura dovrà essere eseguita immediatamente dopo la stesa e comunque ad una temperatura superiore a 135° C.

La stesa dell'impasto non dovrà essere eseguita quando le condizioni meteorologiche, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, potranno pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro, quando il piano di posa si presenti bagnato o la temperatura atmosferica sia inferiore ai 10 °C. Gli strati compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali potranno pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa. La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

Per gli strati di usura dovranno essere utilizzati rulli tutto ferro vibranti, di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati dovrà presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita dovrà aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 3 mm.

La miscela bituminosa dello strato di usura verrà stesa dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza dello strato sottostante ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

Art. 6.8 Controlli

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio della miscela proposto, l'Impresa deve attenersi rigorosamente.

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi e della loro posa in opera deve essere effettuato, a discrezione della Direzione Lavori, mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela e sulle carote estratte dalla pavimentazione.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella tabella successiva. Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli presso un Laboratorio indicato dalla Direzione Lavori, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.



Campione	Ubicazione prelievo	Frequenza prove	Requisiti da controllare
Aggregato grosso	Presa visione e controllo dei documenti inerenti la Marcatura CE, Schede Tecniche e di Sicurezza. Il Direttore Lavori ha facoltà di verificare i requisiti dichiarati presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii.		
Aggregato fino			
Filler			
Bitume			
Prodotti di integrazione	Presa visione e controllo dei documenti inerenti rapporti di prove eseguite obbligatoriamente dal produttore presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii., Schede Tecniche e di Sicurezza. Il Direttore Lavori ha facoltà di verificare i requisiti dichiarati presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm ed ii.		
Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m2 di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela* e secondo tabella di riferimento precedente
Carote	Pavimentazione	Ogni 2.000 m2 di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto, contenuto di bitume e vuoti secondo studio di prequalifica (≥ 98%), adesione tra i diversi strati, secondo Leutner e secondo tabella di riferimento precedente
Aderenza	Pavimentazione	Aderenza trasversale puntuale (Pendulum Test Value) ogni 100 m di stesa	PTV** ≥ 60
<p>* 1. Curva granulometrica: rispetto la prequalifica sono ammessi i seguenti scostamenti: aggregato grosso = ± 3 punti percentuali; aggregato fino = ± 2 punti percentuali; passante al setaccio UNI 0,063 mm = ± 1,5 punti percentuali.</p> <p>2. Percentuale di bitume: rispetto la prequalifica è tollerato uno scostamento di ± 0,25 punti percentuali.</p>			
<p>** La verifica dell'aderenza trasversale deve essere effettuata in un periodo temporale compreso tra il 15° e 180° giorno dall'apertura al traffico.</p>			

Art. 7 USURA IN CONGLOMERATO BITUMINOSO AD ELEVATE PRESTAZIONI CON BITUME TAL QUALE E SUPERMODIFICANTE POLIMERICO A BASE DI GRAFENE PER LA MODIFICA DRY (PMA)

Art. 7.1 Descrizione

Lo strato di usura in conglomerato bituminoso con bitume tal quale e supermodificante polimerico a base di grafene per la modifica dry (PMA) è costituito da un misto granulare frantumato composto da una miscela di aggregato grosso, fine e filler (secondo le definizioni riportate nella Norma UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico"), prodotto a caldo con bitume semisolido per uso stradale (con definizione e requisiti di cui alla Norma UNI EN 12591 "Bitume e leganti bituminosi – Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali") previo preriscaldamento degli aggregati.



L'aggiunta dei polimeri per la modifica dry avviene direttamente nel mescolatore durante la produzione. Il prodotto è steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli vibranti metallici.

La miscela può comprendere anche aggregati e bitume derivanti dalla demolizione di pavimentazioni a fine vita utile, purché sottoposti a verifica secondo Normativa vigente e quanto previsto dalla norma UNI EN 13108-8 "Miscele bituminose: Specifiche del materiale – Granulato di conglomerato bituminoso".

Per essere ritenuto idoneo e impiegabile, il conglomerato bituminoso deve essere dotato obbligatoriamente di marcatura CE. I requisiti obbligatori richiesti sono:

Temperatura della miscela alla produzione;

Contenuto minimo di legante;

Composizione granulometrica;

Contenuto dei vuoti.

L'usura ha il compito di assicurare comfort, economicità di marcia e sicurezza. Pertanto, deve garantire elevata aderenza pneumatico-pavimentazione e avere elevata resistenza agli sforzi tangenziali e alle deformazioni verticali permanenti (ormai).

Lo spessore dello strato di usura è determinato nella fase progettuale, salvo diverse indicazioni della Direzione Lavori.

La prequalifica della miscela bituminosa dovrà essere presentata alla Direzione Lavori con congruo anticipo (almeno 15 giorni) rispetto all'inizio delle lavorazioni ed approvata dalla stessa D.L..

In particolare, ogni prequalifica dovrà essere corredata della seguente documentazione:

Mix Design eseguito presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii., come riportato nel paragrafo inerente le "Miscele", concernente:

Il proporzionamento delle materie costituenti e dei prodotti di integrazione;

La determinazione della percentuale ottimale di bitume;

Le prestazioni con metodo volumetrico;

Marcatura CE degli aggregati, del filler e del bitume utilizzati;

Schede Tecniche, schede di sicurezza e Certificati di Laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii. Inerenti i prodotti di integrazione utilizzati e relative caratteristiche fisico-meccaniche come riportato nei relativi paragrafi di seguito esposti;

Marcatura CE del conglomerato bituminoso che sarà prodotto.

La presa visione ed approvazione dei documenti elencati non solleva comunque l'Impresa dalla responsabilità di ottenimento dei risultati prestazionali finali prescritti, anche in opera.

Art. 7.2 Materiali costituenti

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle seguenti concernenti i materiali costituenti è verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore degli aggregati, del filler e del bitume.

Tale documentazione dovrà essere fornita alla D.L. a corredo degli studi di prequalifica delle miscele.



Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii.

Legante

I bitumi per uso stradale dovranno essere provvisti di marcatura CE attestante la conformità all'Appendice ZA della Norma UNI EN 12591 "Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali" con riferimento alle informazioni complementari per i bitumi semisolidi 50-70 o 70-100, riportate nel documento UNI/TR 11361 "Bitume e leganti bituminosi – Bitumi per applicazioni stradali di maggior utilizzo in Italia".

Bitume Tal Quale			Limiti (UNI EN 12591)	
Parametro	Normativa	Unità di misura	Classe 50/70	Classe 70/100
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	0,1 mm	50 ÷ 70	70 ÷ 100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	46 ÷ 54	43 ÷ 51
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ - 8	≤ - 10
Viscosità dinamica a 60°C	UNI EN 12596	Pa·s	≥ 145	≥ 90
Solubilità	UNI EN 12592	%	≥ 99	≥ 99
Valori dopo RTFOT	UNI EN12607-1			
Penetrazione residua	UNI EN 1426	%	50	46
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 9	≤ 9
Variazione della massa	UNI EN 12607-1	%	≤ 0,5	≤ 0,8

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati. Tale certificazione sarà rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per conto terzi.

Aggregati

Gli aggregati lapidei impiegati nel conglomerato bituminoso dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento 305/2011 sui prodotti da costruzione e dovranno essere marcati CE, rispondendo a quanto previsto dall'appendice ZA della norma UNI EN 13043. In ogni caso i materiali dovranno essere conformi ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente. La miscela di aggregati dovrà essere costituita da aggregati grossi, fini e filler, anche eventualmente d'apporto. Possono essere impiegati, in percentuali fino a un massimo di 10%, aggregati artificiali come scorie di alto forno, argilla espansa, sabbie di recupero da inceneritori di RSU, etc. Potrà inoltre essere utilizzato granulato di conglomerato bituminoso.

Aggregato grosso

L'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori/uguali ai 2 mm) potrà avere anche elementi arrotondati e/o parzialmente frantumati e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:



Aggregato Grosso			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	%	≤ 20 (LA20)
Superfici frantumate	UNI EN 13043	---	C100/0
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤ 1 (F1)
Affinità bitume-aggregato (Spogliamento)	UNI EN 12697-11	%	□□5
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	---	□□20 (SI20)
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	---	≤ 15 (FI15)
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	%	≤ 1 (f1)
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	%	≤ 2 (WA242)

In ogni caso, anche se di natura diversa, l'aggregato grosso dovrà essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, poliedrici, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei o inquinanti.

Aggregato fino

L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2 mm) dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e/o naturali e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Aggregato Fino			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 70 (SE70)
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	%	≥ 10 (f10)

Filler di Additivazione

Il filler proviene dalle frazioni fini degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto o ceneri volanti. Comunque, dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

Filler di Additivazione			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Passante setaccio UNI 0,125 mm	UNI EN 933-10	%	85 ÷ 100
Passante setaccio UNI 0,063 mm	UNI EN 933-10	%	70 ÷ 100
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12		N.P.
Anello e biglia (Stiffening Power) Rapporto filler/bitume = 1,5	UNI EN 13179-1	□R&B	8 ÷ 16 (□R&B8/16)

Granulato di Conglomerato Bituminoso

Il granulato di conglomerato bituminoso proveniente dalla demolizione di pavimentazioni esistenti e/o da scarti di lavorazioni è sottoposto a idoneo processo di lavorazione (frantumazione, selezione e vagliatura) e rispondente alla norma UNI EN 13108-8 "Miscele bituminose: Specifiche del materiale - Granulato di conglomerato bituminoso", o altre normative vigenti.

La percentuale in peso riferita al totale della miscela degli aggregati deve essere al massimo pari al 20%.



Per lo strato di usura può essere riciclato materiale fresato proveniente esclusivamente da strati di usura. La percentuale da impiegare va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori prima dell'inizio dei lavori.

Art. 7.3 Prodotti di integrazione e di modifica dry

I prodotti di integrazione e modifica Dry possono essere naturali o artificiali e, aggiunti agli aggregati o al bitume, consentono di migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi.

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle seguenti concernenti i prodotti di integrazione è verificato dalla Direzione Lavori sulla base delle schede tecniche, delle schede di sicurezza e dei risultati di prove eseguite obbligatoriamente dal produttore presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii. Tale documentazione dovrà essere fornita alla D.L. a corredo degli studi di prequalifica delle miscele.

Attivanti di adesione

Gli attivanti di adesione hanno la funzione principale di incrementare, o addirittura creare, l'affinità tra bitume ed aggregato. Tale azione dovrà garantire un legame quanto più stabile possibile in qualsiasi condizione di applicazione e dovrà evitare lo spogliamento del legante dagli aggregati.

L'attivante di adesione dovrà essere scelto in funzione della natura chimica dell'aggregato utilizzato per la produzione della miscela bituminosa. Pertanto, il prodotto potrà essere a base amminica, polifosforica o di qualsiasi altra natura, purché permetta di soddisfare il limite di affinità bitume-aggregato sopra previsto per l'aggregato grosso, secondo la norma UNI EN 12697-11.

Il dosaggio di questi prodotti dovrà essere determinato durante la fase di prequalifica e varierà, generalmente, da 0,30% a 0,60% sul peso del bitume, in funzione della natura litologica dell'aggregato lapideo e delle condizioni operative (temperature, tipo di miscela da produrre, etc). Eventuali variazioni di tali quantità devono essere opportunamente dimostrate e giustificate da prove di laboratorio alla D.L..

L'aggiunta degli attivanti di adesione nel legante bituminoso deve essere realizzata con attrezzature idonee, per garantire l'esatta dose e la perfetta dispersione nel bitume.

Attivanti Chimici Funzionali

Gli attivanti chimici funzionali (ACF) sono impiegati per rigenerare le caratteristiche del bitume invecchiato contenuto nel granulato di conglomerato bituminoso derivante dalla demolizione di pavimentazioni a fine vita utile. Gli ACF devono essere liquidi polifunzionali a elevato potere rigenerante, esenti dalla presenza di oli aromatici.

Il rigenerante deve avere le caratteristiche chimico-fisiche riportate nella seguente tabella:



Attivanti Chimici Funzionali			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Aspetto	---	---	Liquido
Densità apparente a 20°C	---	g/cm ³	0,8 ± 0,1
Viscosità 25°C	EN 20028	cP	60 ± 10
Punto di infiammabilità	EN 2592	°C	≥ 150
Pour Point	EN 20065	°C	≥ -5

Il dosaggio di questi prodotti dovrà essere determinato durante la fase di prequalifica e dovrà essere pari allo 0,1 ÷ 0,3% sul peso del granulato di conglomerato bituminoso. Eventuali variazioni di tali quantità devono essere opportunamente dimostrate e giustificate da prove di laboratorio alla D.L..

L'immissione degli ACF nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee nelle cisterne di stoccaggio o in linea durante il ciclo produttivo. Tali dosatori devono garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.

Supermodificante polimerico a base di grafene per la modifica dry

La modifica del conglomerato bituminoso con supermodificante polimerico a base di grafene col metodo dry comporta l'aumento della resistenza meccanica e del modulo complesso, la diminuzione dell'accumulo delle deformazioni alla ripetizione dei carichi, determinando un miglioramento del comportamento a fatica, della tradizionale miscela prodotta con bitume tal quale.

Il compound è composto da polimeri selezionati a medio punto di fusione in granuli semi-morbidi e flessibili con l'aggiunta di nanotecnologie al grafene e additivi prestazionali.

Supermodificante polimerico a base di grafene per la Modifica Dry delle Miscele Bituminose			
Parametro	Norma	Unità di Misura	Limite
Composizione			Compound plastomerico
Aspetto			Granuli di forma e colore omogenei
Odore			Appena percettibile
Dimensioni		mm	2 ÷ 5
Densità	ISO 1133	g/cm ³	0,7 ÷ 0,9
Ceneri a 500°C	UNI ISO 3451-1	%	< 4
Umidità con termobilancia/stufa a 105°C per 20 min		%	< 1
Indice di fluidità, MFR 190°C / 5 Kg	ISO 1133 - 1	g/10'	4 ÷ 10

Il dosaggio del prodotto deve variare in funzione della modifica da effettuare e delle prestazioni meccaniche da raggiungere (4% ÷ 10 % sul peso del bitume totale).

La percentuale ottimale deve essere determinata durante la fase di prequalifica della miscela bituminosa.

Il compound polimerico dovrà essere aggiunto direttamente nel mescolatore dell'impianto di produzione mediante l'uso di un impianto dosatore, garantendo così l'omogeneità del prodotto finito.



L'immissione del prodotto all'interno del mescolatore deve avvenire dopo lo scarico degli aggregati e prima del bitume.

In funzione dell'impianto di produzione, può risultare necessario aumentare i tempi di mescolazione per garantirne l'omogeneità e la dispersione.

Art. 7.4 Miscele

La miscela degli aggregati lapidei di primo impiego e del granulato di conglomerato bituminoso dovrà avere una composizione granulometrica determinata in conformità alle norme UNI EN 13108-1 e UNI EN 12697-2, utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, e dovrà essere compresa nei limiti del fuso riportato di seguito:

Fuso Granulometrico			Contenuto di bitume su miscela [%] (UNI EN 13108-1)
Serie setacci UNI EN	Passante minimo [%]	Passante massimo [%]	
20	100	100	≥ 4,80
16	100	100	
14	95	100	
12,5	90	100	
10	80	95	
8	70	88	
6,3	60	78	
4	40	58	
2	25	38	
1	16	28	
0,5	10	20	
0,25	8	16	
0,125	7	13	
0,063	6	10	

La percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel granulato di conglomerato bituminoso), riferita al peso della miscela deve rispettare il limite indicato nella tabella precedente.

La quantità ottima di bitume totale deve essere determinata dall'Impresa a proprie spese e cura mediante metodo Marshall attraverso lo studio di quattro miscele a diverso contenuto di bitume. Con ognuna di queste miscele si dovranno realizzare almeno quattro campioni per le stabilità e due per il contenuto di vuoti, costipandoli con 75 colpi di maglio per lato (UNI EN 12697-30). La percentuale di bitume ottimale corrisponderà al valore massimo di stabilità della curva Marshall e, contestualmente, il contenuto di vuoti dovrà essere compreso nel limite $3 \div 6\%$.

A tale percentuale ottimale, si dovranno rispettare i seguenti requisiti determinati con metodo volumetrico:



Condizioni di prova (UNI EN 12697-31/13108-20)	Unità di misura	Limiti (UNI EN 13108-1)
Angolo di rotazione	°	1,25 ± 0,02
Velocità di rotazione	Giri/min	30
Pressione verticale	kPa	600 ± 3
Diametro del provino	mm	100
Rotazioni N1	---	10
Rotazioni N2	---	140
Rotazioni N3	---	240

La miscela ottimale dovrà avere le seguenti caratteristiche dopo compattazione a N2:

Risultati richiesti	Unità di misura	Limiti (UNI EN 13108-1)		
		Tipo di Additivazione		
		Moderata additivazione (4% – 5,9%)	Elevata additivazione (6% – 8%)	Alto Modulo (8,1% – 10%)
Affinità bitume-aggregato – Spogliamento (UNI EN 12697-11)	%	□□5		
Vuoti a N1 (UNI EN 12697-8)	%	≤ 15 (Vmax15)		
Vuoti a N2 (UNI EN 12697-8)	%	3 ÷ 6 (Vmin3-Vmax6)		
Vuoti a N3 (UNI EN 12697-8)	%	≥ 2 (Vmin2)		
Resistenza a Trazione Indiretta a 25°C (UNI EN 12697-23)	N/mm2	1,00 ÷ 2,00	1,20 ÷ 2,20	1,40 ÷ 2,40
Coefficiente di Trazione Indiretta a 25°C	N/mm2	75 ÷ 250	75 ÷ 250	75 ÷ 250
Perdita di Resistenza a Trazione Indiretta a 25°C (UNI EN 12697-12)	%	≥ 85 (ITSR85)	≥ 85 (ITSR85)	≥ 85 (ITSR85)
Rigidezza (UNI EN 12697-26 – Annesso C - IT-CY)				
T=5°C	N/mm2	11.000 ÷ 24.000	13.000 ÷ 26.000	15.000 ÷ 28.000
T=20°C	N/mm2	5.000 ÷ 11.000	7.000 ÷ 13.000	9.000 ÷ 15.000
T=40°C	N/mm2	700 ÷ 2.400	900 ÷ 3.100	1100 ÷ 3.800
Resistenza alla fatica (UNI EN 12697-24 Annex E, 20°C (in controllo di tensione)	Verifica del comportamento “tensione-impulsi”			
Resistenza all'ormaiamento (UNI EN 12697-22 e compattazione del campione con rullo UNI EN 12697-33, small size, procedura B, 10.000 cicli, in aria a 60°C)				
RDair (10.000)	mm	≤ 2,5	≤ 2,0	≤ 1,5
PRDair (10.000)	%	≤ 6,5	≤ 5,0	≤ 4,0
WTSair (5.000-10.000)	mm	≤ 0,30	≤ 0,20	≤ 0,10

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, almeno 15 giorni prima della posa in opera e per ciascun impianto di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ciascuna composizione proposta



deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati comprendente anche gli attestati di conformità CE delle miscele.

La documentazione dello studio di composizione effettuato non dovrà essere più vecchio di un anno.

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio della miscela proposto, l'Impresa deve attenersi rigorosamente.

Art. 7.5 Confezionamento delle miscele

Il conglomerato bituminoso deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri un'ideale riclassificazione delle singole classi degli aggregati. Si deve prediligere l'utilizzo di impianti discontinui, ma possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti della miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

Nel caso di materiale vergine si deve procedere tramite vagliatura e riclassificazione degli aggregati e, invece, se utilizzato granulato di conglomerato bituminoso si potrà procedere per scarico diretto.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta oltre al perfetto dosaggio di tutte le materie prime utilizzate.

La zona destinata allo stoccaggio degli aggregati deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano comprometterne la pulizia. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento dei predosatori deve essere eseguita con la massima cura.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli aggregati con il legante.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 170°C e 180°C e quella del legante tra 160°C e 180°C, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

Art. 7.6 Preparazione delle superfici

Prima della realizzazione di uno strato di conglomerato bituminoso è necessario pulire e preparare la superficie di stesa, anche eliminando eventuale segnaletica orizzontale pregressa, allo scopo di garantire una adeguata



adesione tra gli strati sovrapposti.

La preparazione deve essere eseguita mediante l'applicazione di emulsioni bituminose tipo rapida rottura e deve avere le caratteristiche riportate nella seguente tabella:

Mano d'Attacco – Emulsione bituminosa acida cationica 60% modificata – C 60 BP 3				
Indicatore di qualità	Norma	Unità di misura	Valori	Classe
Polarità	UNI EN 1430	---	Positiva	2
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	---	70 ÷ 155	3
Contenuto di legante (per contenuto d'acqua)	UNI EN 1428	%	58 ÷ 62	6
Contenuto olio distillato	UNI EN 1431	%	≤ 2	2
Tempo di efflusso (2 mm, @ 40°C)	UNI EN 12846-1	s	5 ÷ 70	3
Residuo al setaccio (0,5 mm)	UNI EN 1429	%	≤ 0,2	4
Legante recuperato per distillazione				
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	≤ 100	3
Punto di rammolimento	UNI EN 1427	°C	≥ 60	3

Il dosaggio deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a $0,35 \div 0,50 \text{ kg/m}^2$ (corrispondente a $0,60 \div 0,80 \text{ kg/m}^2$ di emulsione bituminosa).

Comunque, deve essere soddisfatto il requisito di adesione tra gli strati determinato sulle carote estratte dalla pavimentazione mediante la prova di taglio diretto eseguita secondo la SN 670461.

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle seguenti concernenti i materiali costituenti è verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE, schede tecniche e schede di sicurezza predisposte dal produttore dell'emulsione bituminosa. In ogni caso, la Direzione Lavori può chiedere la certificazione delle relative prove da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii.

Tale documentazione dovrà essere fornita alla D.L. con congruo anticipo (almeno 15 giorni) rispetto all'inizio delle lavorazioni ed approvata dalla stessa D.L.. La loro presa visione ed approvazione non solleva comunque l'Impresa dalla responsabilità di ottenimento dei risultati prestazionali finali prescritti.

Art. 7.7 Posa in opera delle miscele

La posa in opera dei conglomerati bituminosi sarà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente.

Qualora ciò non fosse possibile il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spruzzato con emulsione bituminosa cationica, dello stesso tipo utilizzato per la mano d'attacco, per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.



I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati dovrà essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato bituminoso dall'impianto di produzione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata ed efficienza comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e la formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice dovrà risultare in ogni momento non inferiore ai 150°C.

Per assicurare il miglior costipamento dell'impasto, la rullatura dovrà essere seguita immediatamente dopo la stesa e comunque ad una temperatura superiore a 145°C.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, potranno pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro, quando il piano di posa si presenti bagnato o la temperatura atmosferica sia inferiore ai 10 °C.

Gli strati compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati bituminosi dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

Per gli strati di usura dovranno essere utilizzati rulli tutto ferro vibranti, di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati dovrà presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita dovrà aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 3 mm.

La miscela bituminosa dello strato di usura sarà stesa dopo l'accertamento della Direzione Lavori della rispondenza dello strato sottostante ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

Art. 7.8 Controlli

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio della miscela proposta, l'Impresa deve attenersi rigorosamente.

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera sarà effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ, mediante le prove di laboratorio di seguito riportate.



	Superficie della stesa < 4000 m2			Superficie della stesa ≥ 4000 m2		
Campione	Ubicazione prelievo	Frequenza prove	Requisiti da controllare	Ubicazione prelievo	Frequenza prove	Requisiti da controllare
Aggregato grosso	Presa visione e controllo dei documenti inerenti la Marcatura CE, Schede Tecniche e di Sicurezza. Il Direttore Lavori ha facoltà di verificare i requisiti dichiarati presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii.			Impianto	Giornaliera oppure ogni 2500 m3 di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Aggregato fino				Impianto	Giornaliera oppure ogni 2500 m3 di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Filler				Impianto	Giornaliera oppure ogni 2500 m3 di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Bitume				Cisterna	Giornaliera oppure ogni 2500 m3 di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Prodotti di integrazione	Presa visione e controllo dei documenti inerenti rapporti di prove eseguite obbligatoriamente dal produttore presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii., Schede Tecniche e di Sicurezza. Il Direttore Lavori ha facoltà di verificare i requisiti dichiarati presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii.			Contenitori	Giornaliera oppure ogni 2500 m3 di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Conglomerato bituminoso sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela* e secondo tabella di riferimento precedente	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m2 di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela* e secondo tabella di riferimento precedente
Carote	Pavimentazione	Ogni 500 m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto, contenuto di bitume e vuoti secondo studio di prequalifica (≥ 98%), secondo tabella di riferimento precedente	Pavimentazione	Ogni 1.000 m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto, contenuto di bitume e vuoti secondo studio di prequalifica (≥ 98%), secondo tabella di riferimento precedente
Macrorugosità	Pavimentazione	Altezza in sabbia*** ogni 100 m di stesa	HS** ≥ 0,45	Pavimentazione	Altezza in sabbia*** ogni 100 m di stesa	HS** ≥ 0,45
Aderenza	Pavimentazione	Aderenza trasversale***	CAT20 ≥ 0,55	Pavimentazione	Aderenza trasversale***	CAT20 ≥ 0,55



		in continuo (CAT) per ogni stesa oppure puntuale (BPN) ogni 100 m di stesa	BPN \geq 62		in continuo (CAT) per ogni stesa oppure puntuale (BPN) ogni 100 m di stesa	BPN \geq 62
<p>* 1. Curva granulometrica: rispetto la prequalifica sono ammessi i seguenti scostamenti: aggregato grosso = \pm 3 punti percentuali; aggregato fino = \pm 2 punti percentuali; passante al setaccio UNI 0,063 mm = \pm 1,5 punti percentuali.</p> <p>2. Percentuale di bitume: rispetto la prequalifica è tollerato uno scostamento di \pm 0,25 punti percentuali.</p> <p>** Se determinata con SCRIM, SUMMS o ERMES, il valore sarà così determinato: HS = 0,2 + 0,8 MPD</p> <p>*** La verifica dell'altezza in sabbia e dell'aderenza trasversale devono essere effettuate in un periodo temporale compreso tra il 15° e 180° giorno dall'apertura al traffico. Inoltre, il CAT, deve essere riportato alla temperatura di riferimento a 20°C secondo la seguente formula $CAT_{20} = (CAT_t / (0,548 + (44,69 / (t + 80))))$</p>						



Art. 8 USURA IN CONGLOMERATO BITUMINOSO AD ELEVATE PRESTAZIONI A TESSITURA OTTIMIZZATA CON BITUME TAL QUALE E COMPOUND FIBRE-POLIMERI PER LA MODIFICA DRY (PMA)

Art. 8.1 Descrizione

Lo strato di usura in conglomerato bituminoso ad elevate prestazioni a tessitura ottimizzata con bitume Tal Quale e compound fibre-polimeri per la modifica dry (PMA) è costituito da un misto granulare frantumato, composto da una miscela di aggregato grosso, fine e filler (secondo le definizioni riportate nella Norma UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico"), prodotto a caldo con bitume semisolido per uso stradale (con definizione e requisiti di cui alla Norma UNI EN 12591 "Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali"), previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati, combinati e metallici vibranti di idoneo peso.

La miscela può comprendere anche aggregati e bitume derivanti dalla demolizione di pavimentazioni a fine vita utile, purché sottoposti a verifica secondo Normativa vigente e quanto previsto dalla norma UNI EN 13108-8 "Miscele bituminose: Specifiche del materiale - Granulato di conglomerato bituminoso".

Per essere ritenuto idoneo e impiegabile, il conglomerato bituminoso deve essere dotato obbligatoriamente di marcatura CE. I requisiti obbligatori richiesti sono:

Temperatura della miscela alla produzione;

Contenuto minimo di legante;

Composizione granulometrica;

Contenuto dei vuoti.

L'usura ha il compito di assicurare comfort, economicità di marcia e sicurezza. Pertanto, deve garantire elevata aderenza pneumatico-pavimentazione e avere elevata resistenza agli sforzi tangenziali e alle deformazioni verticali permanenti (ormae).

Lo spessore dello strato di usura è determinato nella fase progettuale, salvo diverse indicazioni della Direzione Lavori.

La prequalifica della miscela bituminosa dovrà essere presentata alla Direzione Lavori con congruo anticipo (almeno 15 giorni) rispetto all'inizio delle lavorazioni ed approvata dalla stessa D.L..

In particolare, ogni prequalifica dovrà essere corredata della seguente documentazione:

Mix Design eseguito presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii., come riportato nel paragrafo inerente le "Miscele", concernente:

Il proporzionamento delle materie costituenti e dei prodotti di integrazione;

La determinazione della percentuale ottimale di bitume;

Le prestazioni con metodo volumetrico;

Marcatura CE degli aggregati, del filler e del bitume utilizzati;

Schede Tecniche, schede di sicurezza e Certificati di Laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii. inerenti i prodotti di integrazione utilizzati e relative caratteristiche fisico-meccaniche come riportato nei

relativi paragrafi di seguito esposti;

Marcatura CE del conglomerato bituminoso che sarà prodotto.

La presa visione ed approvazione dei documenti elencati non solleverà comunque l'Impresa dalla responsabilità di ottenimento dei risultati prestazionali finali prescritti, anche in opera.

Art. 8.2 Materiali costituenti

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle seguenti concernenti i materiali costituenti è verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore degli aggregati, del filler e del bitume.

Tale documentazione dovrà essere fornita alla D.L. a corredo degli studi di prequalifica delle miscele.

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii.

Legante

I bitumi per uso stradale dovranno essere provvisti di marcatura CE attestante la conformità all'Appendice ZA della Norma UNI EN 12591 "Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali" con riferimento alle informazioni complementari per i bitumi semisolidi 50-70 o 70-100, riportate nel documento UNI/TR 11361 "Bitume e leganti bituminosi – Bitumi per applicazioni stradali di maggior utilizzo in Italia".

Bitume Tal Quale			Limiti (UNI EN 12591)	
Parametro	Normativa	Unità di misura	Classe 50/70	Classe 70/100
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	0,1 mm	50 ÷ 70	70 ÷ 100
Punto di rammollimento	UNI EN1427	°C	46 ÷ 54	43 ÷ 51
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ - 8	≤ - 10
Viscosità dinamica a 60°C	UNI EN 12596	Pa·s	≥ 145	≥ 90
Solubilità	UNI EN 12592	%	≥ 99	≥ 99
Valori dopo RTFOT	UNI EN 12607-1			
Penetrazione residua	UNI EN 1426	%	≥ 50	≥ 46
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN1427	°C	≤ 9	≤ 9
Variazione della massa	UNI EN 12607-1	%	≤ 0,5	≤ 0,8

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati. Tale certificazione sarà rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per conto terzi.

Aggregati

Gli aggregati lapidei impiegati nel conglomerato bituminoso dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento 305/2011 sui prodotti da costruzione e dovranno essere marcati CE, rispondendo a quanto previsto dall'appendice ZA della norma UNI EN 13043. In ogni caso i materiali dovranno essere conformi ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente. La miscela di aggregati dovrà essere costituita da aggregati grossi, fini e filler, anche eventualmente d'apporto. Possono essere impiegati, in percentuali fino a un



massimo di 10%, aggregati artificiali come scorie di alto forno, argilla espansa, sabbie di recupero da inceneritori di RSU, etc. Potrà inoltre essere utilizzato granulato di conglomerato bituminoso.

Aggregato grosso

L'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori/uguali ai 2 mm) dovrà avere elementi frantumati e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Aggregato Grosso			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	%	□□20 (LA20)
Superfici frantumate	UNI EN 933-5	---	C100/0
Resistenza alla levigatezza	UNI EN 1097-8	---	≥ 44 (PSV44)
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	□□1 (F1)
Affinità bitume-aggregato (Spogliamento)	UNI EN 12697-11	%	□
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	---	□□20 (SI20)
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	---	□□15 (FI15)
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	%	□□1 (f1)
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	%	□□1 (WA241)

Aggregato fino

L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2 mm) dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e/o naturali e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Aggregato Fino			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	□□70 (SE70)
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	%	□□10 (f10)

Filler di additivazione

Il filler proviene dalle frazioni fini degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto o ceneri volanti. Comunque, dovrà soddisfare i seguenti requisiti:



Filler di Additivazione			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Passante setaccio UNI 2 mm	UNI EN 933-10	%	100
Passante setaccio UNI 0,125 mm	UNI EN 933-10	%	85 ÷ 100
Passante setaccio UNI 0,063 mm	UNI EN 933-10	%	70 ÷ 100
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12		N.P.
Anello e biglia (Stiffening Power) Rapporto filler/bitume = 1,5	UNI EN 13179-1	<input type="checkbox"/> R&B	8 ÷ 16 (<input type="checkbox"/> R&B8/16)

Granulato di conglomerato bituminoso

Il granulato di conglomerato bituminoso proveniente dalla demolizione di pavimentazioni esistenti e/o da scarti di lavorazioni è sottoposto a idoneo processo di lavorazione (frantumazione, selezione e vagliatura) e rispondente alla norma UNI EN 13108-8 "Miscele bituminose: Specifiche del materiale - Granulato di conglomerato bituminoso", o altre normative vigenti.

La percentuale in peso riferita al totale della miscela degli aggregati deve essere al massimo pari al 20%.

Per lo strato di usura può essere riciclato materiale fresato proveniente esclusivamente da strati di usura. La percentuale da impiegare va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori prima dell'inizio dei lavori.

Art. 8.3 Prodotti di integrazione e di modifica dry

I prodotti di integrazione e di modifica dry possono essere naturali o artificiali e, aggiunti agli aggregati o al bitume, consentono di migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi.

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle seguenti concernenti i prodotti di integrazione è verificato dalla Direzione Lavori sulla base delle schede tecniche, delle schede di sicurezza e dei risultati di prove eseguite obbligatoriamente dal produttore presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii. Tale documentazione dovrà essere fornita alla D.L. a corredo degli studi di prequalifica delle miscele.

Attivanti di adesione

Gli attivanti di adesione hanno la funzione principale di incrementare, o addirittura creare, l'affinità tra bitume ed aggregato. Tale azione dovrà garantire un legame quanto più stabile possibile in qualsiasi condizione di applicazione e dovrà evitare lo spogliamento del legante dagli aggregati.

L'attivante di adesione dovrà essere scelto in funzione della natura chimica dell'aggregato utilizzato per la produzione della miscela bituminosa. Pertanto, il prodotto potrà essere a base amminica, polifosforica o di qualsiasi altra natura, purché permetta di soddisfare il limite di affinità bitume-aggregato sopra previsto per l'aggregato grosso, secondo la norma UNI EN 12697-11.

Il dosaggio di questi prodotti dovrà essere determinato durante la fase di prequalifica e varierà, generalmente, da 0,30% a 0,60% sul peso del bitume, in funzione della natura litologica dell'aggregato lapideo e delle



condizioni operative (temperature, tipo di miscela da produrre, etc). Eventuali variazioni di tali quantità devono essere opportunamente dimostrate e giustificate da prove di laboratorio alla D.L..

L'aggiunta degli attivanti di adesione nel legante bituminoso deve essere realizzata con attrezzature idonee, per garantire l'esatta dose e la perfetta dispersione nel bitume.

Attivanti Chimici Funzionali

Gli attivanti chimici funzionali (ACF) sono impiegati per rigenerare le caratteristiche del bitume invecchiato contenuto nel granulato di conglomerato bituminoso derivante dalla demolizione di pavimentazioni a fine vita utile. Gli ACF devono essere liquidi polifunzionali a elevato potere rigenerante, esenti dalla presenza di oli aromatici e con un basso impatto odorigeno.

Il rigenerante deve avere le caratteristiche chimico-fisiche riportate nella seguente tabella:

Attivanti Chimici Funzionali			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Aspetto	---	---	Liquido
Densità apparente a 20°C	---	g/cm ³	0,8 ± 0,1
Viscosità 25°C	EN 20028	cP	60 ± 10
Punto di infiammabilità	EN 2592	°C	≥ 150
Pour Point	EN 20065	°C	≥ -5

Compound fibre-polimeri per la modifica dry (PMA)

Il compound fibre-polimeri per la modifica dry deve consentire di aumentare il modulo di rigidezza, di migliorare la resistenza a fatica, di incrementare le resistenze meccaniche e la vita utile del conglomerato bituminoso.

Nello specifico, è un compound di polimeri plastomerici e fibre di varia natura (naturali, minerali e sintetiche).

La componente plastomerica è costituita da polimeri termoplastici flessibili aventi caratteristiche e punti di fusione compatibili con quelli del bitume. Tali polimeri comportano il miglioramento del modulo di rigidezza, con conseguente incremento delle resistenze meccaniche e della resilienza; riducono altresì le deformazioni dovute alla ripetizione dei carichi, migliorando il comportamento a fatica.

La componente fibrosa contribuisce invece a migliorare ulteriormente il comportamento reologico e tixotropico del mastice bituminoso: in pratica si ha una migliore distribuzione del legante e un aumento dello spessore del film sugli aggregati, con conseguente incremento della stabilità e delle caratteristiche meccaniche del conglomerato bituminoso finale. Ciò è dovuto sia alle caratteristiche dell'additivo, sia a una sua maggiore compatibilità col bitume, rispetto ai tradizionali filler.

Le proprietà fisiche dei pellets sono riportate nella tabella sotto riportata:



Compound fibre-polimeri		
Parametro	Unità di misura	Limite
Diametro medio	mm	4 ÷ 6
Colore		Da grigio a marrone scuro
Densità Apparente	g/cm ³	0,30 ÷ 0,60
Ceneri a 500°C (UNI ISO 3451-1)	%	20 ÷ 30
Assorbimento in gasolio*	g	≤ 4,0
Umidità residua	%	≤ 10

* quantità di fibra per assorbire 5g di gasolio

Il dosaggio del prodotto deve variare in funzione della modifica da effettuare e delle prestazioni meccaniche da raggiungere (0,4 ÷ 0,7% sul peso degli aggregati).

La percentuale ottimale deve essere determinata durante la fase di prequalifica della miscela bituminosa.

Il compound fibre-polimeri dovrà essere aggiunto direttamente nel mescolatore dell'impianto di produzione mediante l'uso di un impianto dosatore, garantendo così l'omogeneità del prodotto finito.

L'immissione del prodotto all'interno del mescolatore deve avvenire dopo lo scarico degli aggregati e prima del bitume, il quale deve essere introdotto con un ritardo di circa 10 sec, per garantire così l'omogeneità e la dispersione.

Art. 8.4 Miscele

La miscela degli aggregati lapidei di primo impiego e del granulato di conglomerato bituminoso dovrà avere una composizione granulometrica determinata in conformità alle norme UNI EN 13108-5 e UNI EN 12697-2, utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, e dovrà essere compresa nei limiti del fuso riportato di seguito:

Fuso Granulometrico			Contenuto di bitume su miscela [%] (UNI EN 13108-5)
Serie setacci UNI EN	Passante minimo [%]	Passante massimo [%]	
12,5	100	100	≥ 5,60
10	90	100	
8	60	85	
6,3	50	75	
4	30	52	
2	22	34	
1	16	26	
0,5	11	21	
0,25	10	18	
0,063	8	14	

La percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel granulato di conglomerato bituminoso), riferita al peso della miscela deve rispettare il limite indicato nella tabella precedente.

La quantità ottima di bitume totale deve essere determinata dall'Impresa a proprie spese e cura mediante metodo Marshall attraverso lo studio di quattro miscele a diverso contenuto di bitume. Con ognuna di queste



miscele si dovranno realizzare almeno quattro campioni per le stabilità e due per il contenuto di vuoti, costipandoli con 75 colpi di maglio per lato. La percentuale di bitume ottimale corrisponderà al valore massimo di stabilità della curva Marshall e, contestualmente, il contenuto di vuoti dovrà essere compreso nel limite $3 \div 6\%$.

A tale percentuale ottimale, si dovranno rispettare i seguenti requisiti determinati con metodo volumetrico:

Condizioni di prova (UNI EN 12697-31/13108-20)	Unità di misura	Limiti (UNI EN 13108-1)
Angolo di rotazione	°	$1,25 \pm 0,02$
Velocità di rotazione	Giri/min	30
Pressione verticale	kPa	600 ± 3
Diametro del provino	mm	100
Rotazioni N1	---	10
Rotazioni N2	---	120
Rotazioni N3	---	200

La miscela ottimale dovrà avere le seguenti caratteristiche dopo compattazione a N2:

Risultati richiesti	Unità di misura	Limiti (UNI EN 13108-1)
Affinità bitume-aggregato – Spogliamento (UNI EN 12697-11)	%	□
Vuoti a N1 (UNI EN 12697-8)	%	≤ 14 (V_{max14})
Vuoti a N2 (UNI EN 12697-8)	%	$3 \div 6$ ($V_{min3}-V_{max6}$)
Vuoti a N3 (UNI EN 12697-8)	%	≥ 2 (V_{min2})
Resistenza a Trazione Indiretta a 25°C (UNI EN 12697-23)	N/mm ²	$1,30 \div 2,40$
Coefficiente di Trazione Indiretta a 25°C	N/mm ²	$60 \div 250$
Perdita di Resistenza a Trazione Indiretta a 25°C (UNI EN 12697-12)	%	≥ 90 (ITSR90)
Rigidezza (UNI EN 12697-26)		
T=5°C, Def.=5µm, Freq.=2Hz, Coeff.P.=0,35	N/mm ²	$12.000 \div 27.000$
T=20°C, Def.=5µm, Freq.=2Hz, Coeff.P.=0,35	N/mm ²	$6.000 \div 14.000$
T=40°C, Def.=5µm, Freq.=2Hz, Coeff.P.=0,35	N/mm ²	$700 \div 3.300$

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, almeno 15 giorni prima della posa in opera e per ciascun impianto di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati comprendente anche gli attestati di conformità CE delle miscele.

La documentazione dello studio di composizione effettuato non dovrà essere più vecchio di un anno.

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio della miscela proposto, l'Impresa deve attenersi rigorosamente.



Art. 8.5 Confezionamento delle miscele

Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati. Si deve prediligere l'utilizzo di impianti discontinui, ma possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti della miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

Nel caso di materiale vergine si deve procedere tramite vagliatura e riclassificazione degli aggregati e, invece, se utilizzato granulato di conglomerato bituminoso si potrà procedere per scarico diretto.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio di tutte le materie prime utilizzate.

La zona destinata allo stoccaggio degli aggregati deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano comprometterne la pulizia. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori deve essere eseguita con la massima cura.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli aggregati con il legante.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,20% in peso.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 170°C e 180° C e quella del legante tra 140° C e 180° C, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

Art. 8.6 Preparazione delle superfici

Prima della realizzazione di uno strato di conglomerato bituminoso è necessario pulire e preparare la superficie di stesa, anche eliminando eventuale segnaletica orizzontale pregressa, allo scopo di garantire una adeguata adesione tra gli strati sovrapposti.

La preparazione deve essere eseguita mediante l'applicazione di emulsioni bituminose tipo rapida rottura e deve avere le caratteristiche riportate nella seguente tabella:



Mano d'Attacco – Emulsione bituminosa acida cationica 60% modificata – C 60 BP 3				
Indicatore di qualità	Norma	Unità di misura	Valori	Classe
Polarità	UNI EN 1430	---	Positiva	2
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	---	70 ÷ 155	3
Contenuto di legante (per contenuto d'acqua)	UNI EN 1428	%	58 ÷ 62	6
Contenuto olio distillato	UNI EN 1431	%	≤ 2	2
Tempo di efflusso (2 mm, @ 40°C)	UNI EN 12846-1	s	5 ÷ 70	3
Residuo al setaccio (0,5 mm)	UNI EN 1429	%	≤ 0,2	4
Legante recuperato per distillazione				
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	≤ 100	3
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 60	3

Il dosaggio deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a $0,35 \div 0,50 \text{ kg/m}^2$ (corrispondente a $0,60 \div 0,80 \text{ kg/m}^2$ di emulsione bituminosa).

Comunque, deve essere soddisfatto il requisito di adesione tra gli strati determinato sulle carote estratte dalla pavimentazione mediante la prova di taglio diretto eseguita secondo la SN 670461.

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle seguenti concernenti i materiali costituenti è verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE, schede tecniche e schede di sicurezza predisposte dal produttore dell'emulsione bituminosa. In ogni caso, la Direzione Lavori può chiedere la certificazione delle relative prove da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii.

Tale documentazione dovrà essere fornita alla D.L. con congruo anticipo (almeno 15 giorni) rispetto all'inizio delle lavorazioni ed approvata dalla stessa D.L.. La loro presa visione ed approvazione non solleva comunque l'Impresa dalla responsabilità di ottenimento dei risultati prestazionali finali prescritti.

Art. 8.7 Posa in opera delle miscele

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di auto-livellamento.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente. Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica dello stesso tipo utilizzata per la mano d'attacco per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia



di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di produzione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata ed efficienza comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e la formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la vibrofinitrice deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

Per assicurare il migliore costipamento dell'impasto, la rullatura dovrà essere eseguita immediatamente dopo la stesa e comunque ad una temperatura superiore a 135° C.

La stesa dell'impasto non dovrà essere eseguita quando le condizioni meteorologiche, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, potranno pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro, quando il piano di posa si presenti bagnato o la temperatura atmosferica sia inferiore ai 10 °C. Gli strati compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali potranno pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa. La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

Per gli strati di usura dovranno essere utilizzati rulli tutto ferro vibranti, di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati dovrà presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4m posta in qualunque direzione sulla superficie finita dovrà aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 3 mm.

La miscela bituminosa dello strato di usura verrà stesa dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza dello strato sottostante ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

Art. 8.8 Controlli

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio della miscela proposto, l'Impresa deve attenersi rigorosamente.

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi e della loro posa in opera deve essere effettuato, a discrezione della Direzione Lavori, mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela e sulle carote estratte dalla pavimentazione.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella tabella successiva. Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli presso un Laboratorio indicato dalla Direzione Lavori, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.



Campione	Ubicazione prelievo	Frequenza prove	Requisiti da controllare
Aggregato grosso	Presa visione e controllo dei documenti inerenti la Marcatura CE, Schede Tecniche e di Sicurezza. Il Direttore Lavori ha facoltà di verificare i requisiti dichiarati presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii.		
Aggregato fino			
Filler			
Bitume			
Prodotti di integrazione	Presa visione e controllo dei documenti inerenti rapporti di prove eseguite obbligatoriamente dal produttore presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii., Schede Tecniche e di Sicurezza. Il Direttore Lavori ha facoltà di verificare i requisiti dichiarati presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm ed ii.		
Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m2 di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela* e secondo tabella di riferimento precedente
Carote	Pavimentazione	Ogni 2.000 m2 di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto, contenuto di bitume e vuoti secondo studio di prequalifica (≥ 98%), adesione tra i diversi strati, secondo Leutner e secondo tabella di riferimento precedente
Aderenza	Pavimentazione	Aderenza trasversale puntuale (Pendulum Test Value) ogni 100 m di stesa	PTV** ≥ 62
<p>* 1. Curva granulometrica: rispetto la prequalifica sono ammessi i seguenti scostamenti: aggregato grosso = ± 3 punti percentuali; aggregato fino = ± 2 punti percentuali; passante al setaccio UNI 0,063 mm = ± 1,5 punti percentuali.</p> <p>2. Percentuale di bitume: rispetto la prequalifica è tollerato uno scostamento di ± 0,25 punti percentuali.</p>			
<p>** La verifica dell'aderenza trasversale deve essere effettuata in un periodo temporale compreso tra il 15° e 180° giorno dall'apertura al traffico.</p>			

Art. 9 USURA IN CONGLOMERATO BITUMINOSO COLORATO

Art. 9.1 Descrizione

Lo strato di usura in conglomerato bituminoso colorato è costituito da un misto granulare frantumato composto da una miscela di aggregato grosso, fine e filler (secondo le definizioni riportate nella Norma UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico"), prodotto a caldo con bitume semisolido per uso stradale (con definizione e requisiti di cui alla Norma UNI EN 12591 "Bitume e leganti bituminosi – Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali") previo preriscaldamento degli aggregati. Il prodotto è steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli vibranti metallici.

Per essere ritenuto idoneo e impiegabile, il conglomerato bituminoso deve essere dotato obbligatoriamente di marcatura CE. I requisiti obbligatori richiesti sono:

Temperatura della miscela alla produzione;

Contenuto minimo di legante;
Composizione granulometrica;
Contenuto dei vuoti.

Il conglomerato bituminoso per tappeto di usura colorato è destinato alla realizzazione di pavimentazioni altamente prestazionali e pregiate dal punto di vista architettonico (zone pedonali, marciapiedi, strade private, piste ciclabili, parcheggi, campi sportivi, ecc.), di tratti ad elevata sicurezza per le diverse tipologie di traffico (aree di sosta, incroci, corsie di emergenza, ecc.) e di superfici a maggiore visibilità (gallerie, ecc.).

Lo spessore dello strato è determinato in fase progettuale, salvo diverse indicazioni della Direzione Lavori.

La prequalifica della miscela bituminosa dovrà essere presentata alla Direzione Lavori con congruo anticipo (almeno 15 giorni) rispetto all'inizio delle lavorazioni ed approvata dalla stessa D.L..

In particolare, ogni prequalifica dovrà essere corredata della seguente documentazione:

Mix Design eseguito presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii., come riportato nel paragrafo inerente le "Miscele", concernente:

il proporzionamento delle materie costituenti e dei prodotti di integrazione;

la determinazione della percentuale ottimale di bitume;

le prestazioni con metodo volumetrico;

Marcatura CE degli aggregati, del filler e del bitume utilizzati;

Schede Tecniche, schede di sicurezza e Certificati di Laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii. Inerenti i prodotti di integrazione utilizzati e relative caratteristiche fisico-meccaniche come riportato nei relativi paragrafi di seguito esposti;

Marcatura CE del conglomerato bituminoso che sarà prodotto.

La presa visione ed approvazione dei documenti elencati non solleverà comunque l'Impresa dalla responsabilità di ottenimento dei risultati prestazionali finali prescritti, anche in opera.

Art. 9.2 Materiali costituenti

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle seguenti concernenti i materiali costituenti è verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore degli aggregati, del filler e del bitume.

Tale documentazione dovrà essere fornita alla D.L. a corredo degli studi di prequalifica delle miscele.

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii.

Legante

I bitumi per uso stradale dovranno essere provvisti di marcatura CE attestante la conformità all'Appendice ZA della Norma UNI EN 12591 "Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali" con riferimento alle informazioni complementari per i bitumi semisolidi 50-70 o 70-100, riportate nel documento UNI/TR 11361 "Bitume e leganti bituminosi – Bitumi per applicazioni stradali di maggior utilizzo in Italia".



Bitume Tal Quale			Limiti (UNI EN 12591)	
Parametro	Normativa	Unità di misura	Classe 50/70	Classe 70/100
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	0,1 mm	50 ÷ 70	70 ÷ 100
Punto di ramollimento	UNI EN1427	°C	46 ÷ 54	43 ÷ 51
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ - 8	≤ - 10
Viscosità dinamica a 60°C	UNI EN 12596	Pa·s	≥ 145	≥ 90
Valori dopo RTFOT	UNI EN12607-1			
Penetrazione residua	UNI EN 1426	%	≥ 50	≥ 46
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN1427	°C	≤ 9	≤ 9
Variazione della massa	UNI EN 12607-1	%	≤ 0,5	≤ 0,8

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati. Tale certificazione sarà rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per conto terzi.

Aggregati

Gli aggregati lapidei impiegati nel conglomerato bituminoso dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento 305/2011 sui prodotti da costruzione e dovranno essere marcati CE, rispondendo a quanto previsto dall'appendice ZA della norma UNI EN 13043. In ogni caso i materiali dovranno essere conformi ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente. La miscela di aggregati dovrà essere costituita da aggregati grossi, fini e filler, anche eventualmente d'apporto. Potrà inoltre essere utilizzato conglomerato bituminoso di recupero.

Aggregato grosso

L'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori/uguali ai 2 mm) dovrà essere costituito da elementi totalmente frantumati e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Aggregato Grosso			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	%	□ 20 (LA20)
Superfici frantumate	UNI EN 933-5	---	C100/0
Resistenza alla levigatezza	UNI EN 1097-8	---	≥ 44 (PSV44)
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	□□1 (F1)
Affinità bitume-aggregato (Spogliamento)	UNI EN 12697-11	%	□
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	---	□□20 (SI20)
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	---	□□15 (FI15)
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	%	□□1 (f1)
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	%	□□1 (WA241)



Per poter meglio rispondere alle richieste architettoniche, potranno essere richiesti materiali di idoneo colore come ad esempio porfidi, porfiriti o altre rocce quarzifere di colore rosso o rosato.

Aggregato fino

L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2 mm) dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e/o naturali e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Aggregato Fino			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	□□70 (SE70)
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	%	□□10 (f10)

Filler di additivazione

Il filler proviene dalle frazioni fini degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto o ceneri volanti. Comunque, dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

Filler di Additivazione			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Passante setaccio UNI 2 mm	UNI EN 933-10	%	100
Passante setaccio UNI 0,125 mm	UNI EN 933-10	%	85 ÷ 100
Passante setaccio UNI 0,063 mm	UNI EN 933-10	%	70 ÷ 100
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12		N.P.
Anello e biglia (Stiffening Power) Rapporto filler/bitume = 1,5	UNI EN 13179-1	□R&B	8 ÷ 16 (□R&B8/16)

Art. 9.3 Prodotti di integrazione

I prodotti di integrazione possono essere naturali o artificiali e, aggiunti agli aggregati o al bitume, consentono di migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi.

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle seguenti concernenti i prodotti di integrazione è verificato dalla Direzione Lavori sulla base delle schede tecniche, delle schede di sicurezza e dei risultati di prove eseguite obbligatoriamente dal produttore presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii. Tale documentazione dovrà essere fornita alla D.L. a corredo degli studi di prequalifica delle miscele.

Attivanti di adesione

Gli attivanti di adesione hanno la funzione principale di incrementare, o addirittura creare, l'affinità tra bitume ed aggregato. Tale azione dovrà garantire un legame quanto più stabile possibile in qualsiasi condizione di applicazione e dovrà evitare lo spogliamento del legante dagli aggregati.

L'attivante di adesione dovrà essere scelto in funzione della natura chimica dell'aggregato utilizzato per la



produzione della miscela bituminosa. Pertanto, il prodotto dovrà essere di natura silanica, esente da oli aromatici molto pericolosi per la salute dell'uomo e non deve essere soggetto a restrizioni ADR per il trasporto. Esso garantisce elevatissimi livelli standard prestazionali e un legame bitume-aggregato perfettamente stabile in qualsiasi condizione di applicazione; inoltre, il prodotto migliora la lavorabilità del conglomerato bituminoso. Il dosaggio dell'attivante di adesione dovrà essere determinato durante la fase di prequalifica e varierà, generalmente, da 0,05% a 0,15% sul peso del bitume, in funzione della natura litologica dell'aggregato lapideo e delle condizioni operative (temperature, tipo di miscela da produrre, etc). Eventuali variazioni di tali quantità devono essere opportunamente dimostrate e giustificate da prove di laboratorio alla D.L..

L'aggiunta degli attivanti di adesione nel legante bituminoso deve essere realizzata con attrezzature idonee, per garantire l'esatta dose e la perfetta dispersione nel bitume e deve avere le caratteristiche chimico-fisiche riportate nella seguente tabella:

Attivanti di adesione		
Parametro	Unità di misura	Valore
Aspetto	---	Liquido
Densità apparente a 20°C	g/cm ³	1,07 ± 0,02
Punto di infiammabilità	°C	≥ 120
Pour Point	°C	≤ -5

Pigmento colorato

Per la colorazione dovrà essere utilizzato uno speciale pigmento a base di ossido. Il prodotto dovrà avere le seguenti proprietà fisiche:

Additivi per la Colorazione delle Miscele Bituminose	
Aspetto	Granuli cilindrici
Colore	Rosso, Giallo, Verde, Bianco
Densità apparente	1,0 ÷ 1,50 g/cm ³
Temperatura di fusione	82 ÷ 110°C

Il dosaggio del pigmento è del 2,0 ÷ 5,0% sul peso degli aggregati. Vanno eseguiti studi di prequalifica per individuare la tonalità di colore preferita.

Art. 9.4 Miscele

Le miscele degli aggregati lapidei di primo impiego dovranno avere una composizione granulometrica determinata in conformità alle norme UNI EN 13108-1 e UNI EN 12697-2, utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, e dovranno essere comprese nei limiti dei fusi riportati di seguito:



Fuso Granulometrico – Usura “A”			Contenuto di bitume su miscela [%] (UNI EN 13108-1)
Serie setacci UNI EN	Passante minimo [%]	Passante massimo [%]	
20	100	100	≥ 4,8
12,5	90	100	
10	80	95	
8	70	90	
6,3	60	78	
4	40	55	
2	25	38	
1	19	30	
0,5	12	21	
0,25	9	16	
0,063	6	9	

Fuso Granulometrico – Usura “B”			Contenuto di bitume su miscela [%] (UNI EN 13108-1)
Serie setacci UNI EN	Passante minimo [%]	Passante massimo [%]	
12,5	100	100	≥ 4,8
10	90	100	
8	80	100	
6,3	65	88	
4	44	64	
2	28	42	
1	20	33	
0,5	12	24	
0,25	8	18	
0,063	6	10	

Fuso Granulometrico – Usura “C”			Contenuto di bitume su miscela [%] (UNI EN 13108-1)
Serie setacci UNI EN	Passante minimo [%]	Passante massimo [%]	
10	100	100	≥ 4,8
8	90	100	
6,3	70	82	
4	35	48	
2	25	35	
1	19	28	
0,5	13	21	
0,25	10	17	
0,063	8	12	

La percentuale di legante totale, riferita al peso della miscela, deve rispettare i limiti indicati nelle tabelle precedenti.

La quantità ottima di bitume totale deve essere determinata dall'Impresa a proprie spese e cura mediante metodo Marshall attraverso lo studio di quattro miscele a diverso contenuto di bitume. Con ognuna di queste miscele si dovranno realizzare almeno quattro campioni per le stabilità e due per il contenuto di vuoti, costipandoli con 75 colpi di maglio per lato. La percentuale di bitume ottimale corrisponderà al valore massimo di stabilità della curva Marshall e, contestualmente, il contenuto di vuoti dovrà essere compreso nel limite 3 ÷



6%.

A tale percentuale ottimale, si dovranno rispettare i seguenti requisiti determinati con metodo volumetrico:

Condizioni di prova (UNI EN 12697-31/13108-20)	Unità di misura	Limiti (UNI EN 13108-1)
Angolo di rotazione	°	1,25 ± 0,02
Velocità di rotazione	Giri/min	30
Pressione verticale	kPa	600 ± 3
Diametro del provino	mm	100
Rotazioni N1	---	10
Rotazioni N2	---	120
Rotazioni N3	---	200

La miscela ottimale dovrà avere le seguenti caratteristiche dopo compattazione a N2:

Risultati richiesti	Unità di misura	Limiti (UNI EN 13108-1)- Usura A, B	Limiti (UNI EN 13108-1)- Usura C
Affinità bitume-aggregato – Spogliamento (UNI EN 12697-11)	%	□□5	□□5
Vuoti a N1 (UNI EN 12697-8)	%	≤ 14 (Vmax14)	≤ 14 (Vmax14)
Vuoti a N2 (UNI EN 12697-8)	%	3 ÷ 6 (Vmin3- Vmax6)	4 ÷ 8 (Vmin3- Vmax6)
Vuoti a N3 (UNI EN 12697-8)	%	≥ 2 (Vmin2)	≥ 2 (Vmin2)
Resistenza a Trazione Indiretta a 25°C (UNI EN 12697-23)	N/mm2	0,70 ÷ 1,40	0,70 ÷ 1,20
Coefficiente di Trazione Indiretta a 25°C	N/mm2	60 ÷ 250	60 ÷ 250
Perdita di Resistenza a Trazione Indiretta a 25°C (UNI EN 12697-12)	%	≥ 90 (ITSR90)	≥ 90 (ITSR90)
Modulo di Rigidezza IT-CY a 20 °C (UNI EN 12697-26)	N/mm2	>3.000	>2.800

Art. 9.5 Confezionamento delle miscele

Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati. È consigliato l'utilizzo di impianti discontinui, ma possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti della miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio di tutte le materie prime utilizzate.

La zona destinata allo stoccaggio degli aggregati deve essere preventivamente e convenientemente sistemata



per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano comprometterne la pulizia. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori deve essere eseguita con la massima cura.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli aggregati con il legante.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,20% in peso.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 170°C e 180° C e quella del legante tra 150° C e 180° C, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

Art. 9.6 Preparazione delle superfici di stesa

Prima della realizzazione di uno strato di conglomerato bituminoso è necessario pulire e preparare la superficie di stesa, anche eliminando eventuale segnaletica orizzontale pregressa, allo scopo di garantire una adeguata adesione tra gli strati sovrapposti.

La preparazione deve essere eseguita mediante l'applicazione di emulsione bituminosa tipo rapida rottura e deve avere le caratteristiche riportate nella seguente tabella:

Mano d'attacco – Emulsione bituminosa cationica al 55% - C 55 B 3				
Requisito	Norma	Unità di Misura	Valore	Classe
Polarità delle particelle	UNI EN 1430	--	+	2
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	--	70 ÷ 155	3
Contenuto di legante (per contenuto di acqua)	UNI EN 1428	%	58 ÷ 62	6
Contenuto di legante (per distillazione)	UNI EN 1431	%	≥ 58	6
Contenuto olio distillato	UNI EN 1431	%	≤ 2	2
Tempo di efflusso (2 mm @ 40°C)	UNI EN 12846	s	15 ÷ 70	3
Residuo al setaccio (0,5 mm)	UNI EN 1429	%	≤ 0,2	3
Tendenza alla sedimentazione (dopo 7 gg.)	UNI EN 12847	%	≤ 10	3
Adesività	UNI EN 13614	%	≥ 75	2
Legante recuperato per distillazione				
Penetrazione @ 25°C, dmm	UNI EN 1426	0,1mm	≤ 100	3
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 43	6

Il dosaggio deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,60 ÷ 0,80 kg/m² (corrispondente a 1,00 ÷ 1,30 kg/m² di emulsione bituminosa) nel caso di nuove costruzioni e ricariche, di 0,70 ÷ 0,90 kg/m² (corrispondente a 1,20 ÷ 1,50 kg/m² di emulsione bituminosa) nel caso di stesa su pavimentazione precedentemente fresata. Comunque, deve essere soddisfatto il requisito di adesione tra gli strati determinato sulle carote estratte dalla pavimentazione mediante la prova di taglio diretto eseguita secondo la SN 670461.

Il possesso dei requisiti elencati nella tabella precedente concernenti i materiali costituenti è verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE, scheda tecnica e scheda



di sicurezza predisposte dal produttore dell'emulsione bituminosa. In ogni caso, la Direzione Lavori può chiedere la certificazione delle relative prove da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii.

Tale documentazione dovrà essere fornita alla D.L. con congruo anticipo (almeno 15 giorni) rispetto all'inizio delle lavorazioni ed approvata dalla stessa D.L. La loro presa visione ed approvazione non solleva comunque l'Impresa dalla responsabilità di ottenimento dei risultati prestazionali finali prescritti.

Art. 9.7 Posa in opera delle miscele

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente. Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica dello stesso tipo utilizzata per la mano d'attacco per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di produzione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata ed efficienza comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e la formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la vibrofinitrice deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

Per assicurare il migliore costipamento dell'impasto, la rullatura dovrà essere eseguita immediatamente dopo la stesa e comunque ad una temperatura superiore a 135° C.

La stesa dell'impasto non dovrà essere eseguita quando le condizioni meteorologiche, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, potranno pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro, quando il piano di posa si presenti bagnato o la temperatura atmosferica sia inferiore ai 10 °C.

Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa. La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

Per gli strati di usura dovranno essere utilizzati rulli tutto ferro vibranti, di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.



Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati dovrà presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita dovrà aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 3 mm.

La miscela bituminosa dello strato di usura verrà stesa dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza dello strato sottostante ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

Art. 9.8 Controlli

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio della miscela proposto, l'Impresa deve attenersi rigorosamente. Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela e sulle carote estratte dalla pavimentazione. L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella tabella successiva. Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli presso un Laboratorio indicato dalla Direzione Lavori, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Campione	Ubicazione prelievo	Frequenza prove	Requisiti da controllare
Aggregato grosso	Presa visione e controllo dei documenti inerenti la Marcatura CE, Schede Tecniche e di Sicurezza. Il Direttore Lavori ha facoltà di verificare i requisiti dichiarati presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii.		
Aggregato fino			
Filler			
Bitume			
Prodotti di integrazione	Presa visione e controllo dei documenti inerenti rapporti di prove eseguite obbligatoriamente dal produttore presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii., Schede Tecniche e di Sicurezza. Il Direttore Lavori ha facoltà di verificare i requisiti dichiarati presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm ed ii.		
Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m2 di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela* e secondo tabella di riferimento precedente
Carote	Pavimentazione	Ogni 2.000 m2 di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto, contenuto di bitume e vuoti secondo studio di prequalifica (≥ 98%), adesione tra i diversi strati, secondo Leutner e secondo tabella di riferimento precedente
Aderenza	Pavimentazione	Aderenza trasversale puntuale (Pendulum Test Value) ogni 100 m di stesa	PTV** ≥ 60
<p>* 1. Curva granulometrica: rispetto la prequalifica sono ammessi i seguenti scostamenti: aggregato grosso = ± 3 punti percentuali; aggregato fino = ± 2 punti percentuali; passante al setaccio UNI 0,063 mm = ± 1,5 punti percentuali.</p> <p>2. Percentuale di bitume: rispetto la prequalifica è tollerato uno scostamento di ± 0,25 punti percentuali.</p> <p>** La verifica dell'aderenza trasversale deve essere effettuata in un periodo temporale compreso tra il 15° e 180° giorno dall'apertura al traffico.</p>			



Art. 10 TRATTAMENTO SUPERFICIALE DI COLORAZIONE

Art. 10.1 Descrizione

Manto colorato realizzato con malta premiscelata a base di resine versatili polivalenti, coloranti inorganici, polveri di quarzo selezionate, applicata su superfici in conglomerato bituminoso chiuso, spessore medio 2 mm. Il trattamento è indicato per pavimentazioni non carrabili in conglomerato bituminoso, quali marciapiedi, piste ciclopedonali, vialetti, manti sportivi e arredo urbano. L'applicazione può essere effettuata in diverse colorazioni.

Art. 11.2 Materiali costituenti

Composizione

Il prodotto è composto da resine versatili polivalenti, coloranti inorganici, polveri di quarzo.

Proprietà	
Aspetto	Liquido viscoso
Colore	vari
Densità a 25°C	1,65 – 1,75 g/cm ³

Dosaggio e applicazione

Il dosaggio varia da 2 - 5 kg/m² per uno spessore medio di 1 - 2 mm*, in funzione della porosità del piano di posa. La superficie dovrà essere piana, senza buche e con granulometria perfettamente chiusa; inoltre non dovrà presentare tracce di polvere, olio, grasso, fango, etc. Per le colorazioni chiare possono essere necessarie tre o più mani di stesa per ottenere la totale copertura del manto. In caso di pioggia imminente (entro 6/7 ore dalla stesa) non procedere all'applicazione del prodotto.

Art. 11 TRATTAMENTO SUPERFICIALE PROTETTIVO ANTIKEROSENE

Art. 11.1 Descrizione

Trattamento protettivo a base d'acqua per le pavimentazioni in conglomerato bituminoso, che resiste all'azione disgregante causata da carburanti, lubrificanti e kerosene. È impiegato nelle pavimentazioni di parcheggi industriali, aree di servizio, distributori di carburante, depositi di raffinerie, e piazzali aeroportuali.

L'applicazione può essere effettuata in diverse colorazioni.

Art. 11.2 Materiali costituenti

Composizione

Il prodotto è composto da resine versatili polivalenti, coloranti inorganici, polveri di quarzo.

Proprietà	
Aspetto	Liquido viscoso
Colore	vari
Densità a 25°C	1,25 – 1,35 g/cm ³

Dosaggio e applicazione

Il dosaggio varia da 2 - 5 kg/m² per uno spessore medio di 1 - 2 mm*, in funzione della porosità del piano di posa. La superficie dovrà essere piana, senza buche e con granulometria perfettamente chiusa; inoltre non dovrà presentare tracce di polvere, olio, grasso, fango, etc. Per le colorazioni chiare possono essere necessarie tre o più mani di stesa per ottenere la totale copertura del manto. In caso di pioggia imminente (entro 6/7 ore dalla stesa) non procedere all'applicazione del prodotto.

Art. 12 CONGLOMERATO BITUMINOSO PRODOTTO A FREDDO CON 100% DI GRANULATO DI CONGLOMERATO BITUMINOSO, PER LA REALIZZAZIONE DI PISTE CICLOPEDONALI, STRADE A BASSO TRAFFICO ED INTERVENTI DI MANUTENZIONE.

Art. 12.1 Descrizione

Il conglomerato bituminoso a freddo prevede l'impiego di 100% di granulato di conglomerato bituminoso proveniente dalla demolizione di pavimentazioni bituminose. La miscela è idonea sia per l'esecuzione di piste ciclopedonali e strade a basso traffico sia per riempimento di buche di piccole, medie e grandi dimensioni fino a qualche decina di metri quadrati (fino a 50 m²). Il conglomerato bituminoso a freddo potrà essere realizzato mescolando le materie prime in impianti mobili direttamente "in-situ" o in impianto fisso.

L'additivo-legante è costituito da diversi componenti chimici, ognuno dei quali esercita una funzione ben precisa nei confronti del bitume ossidato presente nel conglomerato bituminoso di recupero: antiossidante, plastificante, rigenerante, bagnante, diluente e disperdente. L'utilizzo della miscela deve avvenire entro le 48 ore dalla produzione.

Tutti gli studi riguardanti le miscele che saranno utilizzate dalle imprese esecutrici, dovranno essere presentati alla Direzione lavori con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni ed approvati dalla stessa D.L.. La loro presa visione non solleva comunque l'Impresa dalla responsabilità di ottenimento dei risultati prestazionali finali prescritti.

Art. 12.2 Materiali costituenti

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle seguenti concernenti i materiali costituenti è verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore. Tale documentazione dovrà essere fornita alla D.L. a corredo degli studi di prequalifica delle miscele.

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

Granulato di conglomerato bituminoso

Lo scheletro litico è costituito dal granulato di conglomerato bituminoso che è ricavato dalla fresatura, dalla scarifica degli strati di conglomerato bituminoso che costituiscono la pavimentazione stradale o da scarti di



produzione. Le caratteristiche fisico-meccaniche del granulato di conglomerato bituminoso sono largamente correlate alle proprietà dei materiali che lo costituiscono ed al tipo di conglomerato bituminoso utilizzato nella vecchia pavimentazione. Il granulato di conglomerato bituminoso proveniente dalla demolizione di pavimentazioni esistenti è sottoposto ad idoneo processo di lavorazione (frantumazione, selezione e vagliatura) e rispondente alla norma UNI EN 13108-8 "Miscela bituminosa: Specifiche del materiale – Conglomerato bituminoso di recupero", o altra normativa vigente. Deve avere un'appropriata curva granulometrica (p.e. 0/10 mm oppure 0/20 mm), in funzione dello spessore dello strato e destinazione d'uso.

Additivo rigenerante

Con lo scopo di rigenerare e disperdere il bitume invecchiato contenuto nel conglomerato bituminoso di recupero, sarà utilizzato il prodotto liquido rigenerante a elevata viscosità che dovrà essere esente da sostanze aromatiche. La quantità di rigenerante da utilizzare deve essere dosato all' 2,0 - 2,5% sul peso del conglomerato bituminoso di recupero. In caso di granulato di conglomerato bituminoso umido, si può aggiungere circa 1% - 2% di cemento sul peso del granulato.

Le relative caratteristiche sono riportate nella seguente tabella:

Additivo			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Aspetto	---	---	Liquido
Densità apparente a 25°C	---	g/cm ³	0,85 – 0,95
Viscosità 25°C	EN 20028	cP	400 ÷ 500
Punto di infiammabilità	EN 2592	°C	≥ 150
Punto di scorrimento	EN 20065	°C	≥ 0°C

Pigmento colorato

Per la realizzazione di pavimentazioni di piste ciclopedonali colorate si può utilizzare pigmento in polvere a base di ossido. Il prodotto dovrà avere le seguenti proprietà fisiche:

Additivi per la Colorazione delle Miscele Bituminose	
Aspetto	polvere
Colore	Rosso, Blu, Giallo, Verde, Bianco
Densità apparente*	0,35 ÷ 0,95 g/cm ³

* In funzione della composizione specifica del pigmento.

Il dosaggio del pigmento è del 2,0 ÷ 6,0% sul peso degli aggregati. Vanno eseguiti studi di prequalifica per individuare la tonalità di colore preferita.

Art. 12.3 Miscele

La miscela bituminosa ad elevata plasticità dovrà essere sottoposta a prequalifica di laboratorio e dovrà avere le seguenti prestazioni:



Condizioni di prova			
Condizioni di prova	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti
Costipamento	UNI EN 12697-34	Colpi per faccia	50
Stabilità Marshall dopo 7gg all'aria a 25°C	UNI EN 12697-34	kN	> 4
Resistenza a trazione indiretta dopo 7gg all'aria a 25°C	(UNI EN 12697-23)	kPa	> 50
Costipamento	UNI EN 12697-34	Colpi per faccia	50
Perdita in peso Cantabro dopo 28 gg all'aria a 25°C	-	%	< 10

Un ulteriore requisito riguardante le prestazioni meccaniche delle miscele è richiesto sulla base dei risultati della prova Cantabro. La procedura di prova consiste nell'inserire un provino cilindrico, confezionato con 50 colpi per faccia secondo la metodologia Marshall (UNI EN 12967-34), all'interno dell'apparecchiatura Los Angeles eseguendo 300 giri alla velocità di 30 giri/min. La prova permetterà di determinare la percentuale della perdita in peso media dei provini rispetto al peso iniziale. Nel caso di miscele bituminose a freddo è prevista una stagionatura all'aria dei provini per 28 giorni a 25 °C.

Art. 12.4 Confezionamento delle miscele

Le miscele bituminose possono essere confezionate a temperatura ambiente in benne miscelatrici, impianti mobili per misti cementati e impianti fissi automatizzati di idonee caratteristiche, mantenuti sempre in perfette condizioni. In tutti i casi, la macchina deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele.

Art. 12.5 Posa in opera delle miscele

Per la realizzazione delle strade a basso traffico e piste ciclopedonali la posa in opera dei conglomerati bituminosi a freddo verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una striscia alla precedente. Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica dello stesso tipo utilizzata per la mano d'attacco per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm.



La stesa dell'impasto non dovrà essere eseguita quando le condizioni meteorologiche, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, potranno pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro, quando il piano di posa si presenti bagnato o la temperatura atmosferica sia inferiore a 5 °C.

Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa. La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

Per la compattazione dovranno essere utilizzati rulli tutto ferro vibranti, di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

La superficie degli strati dovrà presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita dovrà aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 3 mm.

La miscela bituminosa verrà stesa dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza dello strato sottostante ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

Per gli interventi di manutenzione e riempimento di buche superficiali, si deve prevedere:

accurata pulizia della zona da riempire e della zona perimetrale esterna ammalorata;

asportazione di detriti, acqua e materiali limosi;

spruzzatura uniforme di emulsione bituminosa acida modificata al 55% di bitume;

posa in opera su tutta la superficie trattata del conglomerato bituminoso freddo, avendo cura di effettuare una congrua colmatura in grado di compensare il calo sotto compattazione;

compattazione con attrezzature idonee.

Nel caso in cui la superficie trattata sia molto ampia la compattazione da effettuare è quella sopra descritta.



Art. 13 STRATO SOTTILE MULTIFUNZIONALE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO AD ELEVATE PRESTAZIONI CON BITUME TAL QUALE E SUPERMODIFICANTE POLIMERICO A BASE DI GRAFENE PER LA MODIFICA DRY (PMA)

Art. 13.1 Descrizione

Il conglomerato bituminoso in strato sottile con bitume tal quale e supermodificante polimerico a base di grafene per la modifica dry (PMA) è impiegato per tutte le tipologie di lavorazione quali Manutenzione Ordinaria (MO), Manutenzione Straordinaria (MS) e Nuove Costruzioni (NC) per:

Ripristino della portanza di strati già realizzati che presentano problemi legati a prestazioni fisico-meccaniche (vuoti, rigidità, resistenza alla trazione, etc.);

Miglioramento della distribuzione dei carichi agli strati sottostanti;

Impermeabilizzazione di strati in conglomerato bituminoso, strati stabilizzati a calce e/o cemento, impalcati di ponti, etc.;

Lo strato sottile in conglomerato bituminoso con bitume tal quale e supermodificante polimerico a base di grafene per la modifica dry (PMA) è costituito da un misto granulare frantumato composto da una miscela di aggregato grosso, fine e filler (secondo le definizioni riportate nella Norma UNI EN 13043 “Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico”), prodotto a caldo con bitume semisolido per uso stradale (con definizione e requisiti di cui alla Norma UNI EN 12591 “Bitume e leganti bituminosi – Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali”) previo preriscaldamento degli aggregati. L'aggiunta dei polimeri per la modifica dry avviene direttamente nel mescolatore durante la produzione. Il prodotto è steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli vibranti metallici.

La miscela può comprendere anche aggregati e bitume derivanti dalla demolizione di pavimentazioni a fine vita utile, purché sottoposti a verifica secondo Normativa vigente e quanto previsto dalla norma UNI EN 13108-8 “Miscele bituminose: Specifiche del materiale – Granulato di conglomerato bituminoso”.

Per essere ritenuto idoneo e impiegabile, il conglomerato bituminoso deve essere dotato obbligatoriamente di marcatura CE. I requisiti obbligatori richiesti sono:

Temperatura della miscela alla produzione;

Contenuto minimo di legante;

Composizione granulometrica;

Contenuto dei vuoti.

Lo spessore dello strato sottile multifunzionale, è compreso tra 1cm - 3cm, ed è determinato nella fase progettuale, salvo diverse indicazioni della Direzione Lavori.

La prequalifica della miscela bituminosa dovrà essere presentata alla Direzione Lavori con congruo anticipo (almeno 15 giorni) rispetto all'inizio delle lavorazioni ed approvata dalla stessa D.L..

In particolare, ogni prequalifica dovrà essere corredata della seguente documentazione:

Mix Design eseguito presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii., come riportato nel paragrafo inerente le “Miscele”, concernente:

Il proporzionamento delle materie costituenti e dei prodotti di integrazione;

La determinazione della percentuale ottimale di bitume;

Le prestazioni con metodo volumetrico;

Marcatura CE degli aggregati, del filler e del bitume utilizzati;

Schede Tecniche, schede di sicurezza e Certificati di Laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii. Inerenti i prodotti di integrazione utilizzati e relative caratteristiche fisico-meccaniche come riportato nei relativi paragrafi di seguito esposti;

Marcatura CE del conglomerato bituminoso che sarà prodotto.

La presa visione ed approvazione dei documenti elencati non solleva comunque l'Impresa dalla responsabilità di ottenimento dei risultati prestazionali finali prescritti, anche in opera.

Art. 13.2 Materiali costituenti

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle seguenti concernenti i materiali costituenti è verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore degli aggregati, del filler e del bitume.

Tale documentazione dovrà essere fornita alla D.L. a corredo degli studi di prequalifica delle miscele.

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii.

Legante

I bitumi per uso stradale dovranno essere provvisti di marcatura CE attestante la conformità all'Appendice ZA della Norma UNI EN 12591 "Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali" con riferimento alle informazioni complementari per i bitumi semisolidi 50-70 o 70-100, riportate nel documento UNI/TR 11361 "Bitume e leganti bituminosi – Bitumi per applicazioni stradali di maggior utilizzo in Italia".

Bitume Tal Quale			Limiti (UNI EN 12591)	
Parametro	Normativa	Unità di misura	Classe 50/70	Classe 70/100
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	0,1 mm	50 ÷ 70	70 ÷ 100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	46 ÷ 54	43 ÷ 51
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ - 8	≤ - 10
Viscosità dinamica a 60°C	UNI EN 12596	Pa·s	≥ 145	≥ 90
Solubilità	UNI EN 12592	%	≥ 99	≥ 99
Valori dopo RTFOT	UNI EN 12607-1			
Penetrazione residua	UNI EN 1426	%	50	46
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 9	≤ 9
Variazione della massa	UNI EN 12607-1	%	≤ 0,5	≤ 0,8

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati. Tale certificazione sarà rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per conto terzi.

Aggregati

Gli aggregati lapidei impiegati nel conglomerato bituminoso dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento 305/2011 sui prodotti da costruzione e dovranno essere marcati CE, rispondendo a quanto previsto dall'appendice ZA della norma UNI EN 13043. In ogni caso i materiali dovranno essere conformi ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente. La miscela di aggregati dovrà essere costituita da aggregati grossi, fini e filler, anche eventualmente d'apporto. Potrà inoltre essere utilizzato granulato di conglomerato bituminoso.

Aggregato grosso

L'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori/uguali ai 2 mm) potrà avere anche elementi arrotondati e/o parzialmente frantumati e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Aggregato Grosso			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	%	≤ 20 (LA20)
Superfici frantumate	UNI EN 13043	---	C100/0
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤ 1 (F1)
Affinità bitume-aggregato (Spogliamento)	UNI EN 12697-11	%	□□5
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	---	□□20 (SI20)
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	---	≤ 15 (FI15)
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	%	≤ 1 (f1)
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	%	≤ 2 (WA242)

In ogni caso, anche se di natura diversa, l'aggregato grosso dovrà essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, poliedrici, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei o inquinanti.

Aggregato fino

L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2 mm) dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e/o naturali e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Aggregato Fino			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 70 (SE70)
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	%	≥ 10 (f10)

Filler di Additivazione

Il filler proviene dalle frazioni fini degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto o ceneri volanti. Comunque, dovrà soddisfare i seguenti requisiti:



Filler di Additivazione			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Passante setaccio UNI 0,125 mm	UNI EN 933-10	%	85 ÷ 100
Passante setaccio UNI 0,063 mm	UNI EN 933-10	%	70 ÷ 100
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12		N.P.
Anello e biglia (Stiffening Power) Rapporto filler/bitume = 1,5	UNI EN 13179-1	□R&B	8 ÷ 16 (□R&B8/16)

Granulato di Conglomerato Bituminoso

Il granulato di conglomerato bituminoso proveniente dalla demolizione di pavimentazioni esistenti e/o da scarti di lavorazioni è sottoposto a idoneo processo di lavorazione (frantumazione, selezione e vagliatura) e rispondente alla norma UNI EN 13108-8 "Miscele bituminose: Specifiche del materiale - Granulato di conglomerato bituminoso", o altre normative vigenti.

La percentuale in peso riferita al totale della miscela degli aggregati deve essere al massimo pari al 20%.

Per lo strato di usura può essere riciclato materiale fresato proveniente esclusivamente da strati di usura.

La percentuale da impiegare va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori prima dell'inizio dei lavori.

Art. 13.3 Prodotti di integrazione e di modifica dry

I prodotti di integrazione e modifica Dry possono essere naturali o artificiali e, aggiunti agli aggregati o al bitume, consentono di migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi.

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle seguenti concernenti i prodotti di integrazione è verificato dalla Direzione Lavori sulla base delle schede tecniche, delle schede di sicurezza e dei risultati di prove eseguite obbligatoriamente dal produttore presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii. Tale documentazione dovrà essere fornita alla D.L. a corredo degli studi di prequalifica delle miscele.

Attivanti di adesione

Gli attivanti di adesione hanno la funzione principale di incrementare, o addirittura creare, l'affinità tra bitume ed aggregato. Tale azione dovrà garantire un legame quanto più stabile possibile in qualsiasi condizione di applicazione e dovrà evitare lo spogliamento del legante dagli aggregati.

L'attivante di adesione dovrà essere scelto in funzione della natura chimica dell'aggregato utilizzato per la produzione della miscela bituminosa. Pertanto, il prodotto potrà essere a base amminica, polifosforica o di qualsiasi altra natura, purché permetta di soddisfare il limite di affinità bitume-aggregato sopra previsto per l'aggregato grosso, secondo la norma UNI EN 12697-11.

Il dosaggio di questi prodotti dovrà essere determinato durante la fase di prequalifica e varierà, generalmente, da 0,30% a 0,60% sul peso del bitume, in funzione della natura litologica dell'aggregato lapideo e delle condizioni operative (temperature, tipo di miscela da produrre, etc). Eventuali variazioni di tali quantità devono essere opportunamente dimostrate e giustificate da prove di laboratorio alla D.L..

L'aggiunta degli attivanti di adesione nel legante bituminoso deve essere realizzata con attrezzature idonee, per garantire l'esatta dose e la perfetta dispersione nel bitume.

Attivanti Chimici Funzionali



Gli attivanti chimici funzionali (ACF) sono impiegati per rigenerare le caratteristiche del bitume invecchiato contenuto nel granulato di conglomerato bituminoso derivante dalla demolizione di pavimentazioni a fine vita utile. Gli ACF devono essere liquidi polifunzionali a elevato potere rigenerante, esenti dalla presenza di oli aromatici.

Il rigenerante deve avere le caratteristiche chimico-fisiche riportate nella seguente tabella:

Attivanti Chimici Funzionali			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Aspetto	---	---	Liquido
Densità apparente a 20°C	---	g/cm ³	0,8 ± 0,1
Viscosità 25°C	EN 20028	cP	60 ± 10
Punto di infiammabilità	EN 2592	°C	≥ 150
Pour Point	EN 20065	°C	≥ -5

Il dosaggio di questi prodotti dovrà essere determinato durante la fase di prequalifica e dovrà essere pari allo 0,1 ÷ 0,3% sul peso del granulato di conglomerato bituminoso. Eventuali variazioni di tali quantità devono essere opportunamente dimostrate e giustificate da prove di laboratorio alla D.L..

L'immissione degli ACF nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee nelle cisterne di stoccaggio o in linea durante il ciclo produttivo. Tali dosatori devono garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.

Supermodificante polimerico a base di grafene per la modifica dry

La modifica del conglomerato bituminoso con supermodificante polimerico a base di grafene col metodo dry comporta l'aumento della resistenza meccanica e del modulo complesso, la diminuzione dell'accumulo delle deformazioni alla ripetizione dei carichi, determinando un miglioramento del comportamento a fatica, della tradizionale miscela prodotta con bitume tal quale.

Il compound è composto da polimeri selezionati a medio punto di fusione in granuli semi-morbidi e flessibili con l'aggiunta di nanotecnologie al grafene e additivi prestazionali.

Supermodificante polimerico a base di grafene per la Modifica Dry delle Miscele Bituminose			
Parametro	Norma	Unità di Misura	Limite
Composizione			Compound plastomerico
Aspetto			Granuli di forma e colore omogenei
Odore			Appena percettibile
Dimensioni		mm	2 ÷ 5
Densità	ISO 1133	g/cm ³	0,7 ÷ 0,9
Ceneri a 500°C	UNI ISO 3451-1	%	< 4
Umidità con termobilancia/stufa a 105°C per 20 min		%	< 1
Indice di fluidità, MFR 190°C / 5 Kg	ISO 1133 - 1	g/10'	4 ÷ 10



Il dosaggio del prodotto deve variare in funzione della modifica da effettuare e delle prestazioni meccaniche da raggiungere (7% ÷ 10 % sul peso del bitume totale).

La percentuale ottimale deve essere determinata durante la fase di prequalifica della miscela bituminosa.

Il compound polimerico dovrà essere aggiunto direttamente nel mescolatore dell'impianto di produzione mediante l'uso di un impianto dosatore, garantendo così l'omogeneità del prodotto finito.

L'immissione del prodotto all'interno del mescolatore deve avvenire dopo lo scarico degli aggregati e prima del bitume.

In funzione dell'impianto di produzione, può risultare necessario aumentare i tempi di mescolazione per garantirne l'omogeneità e la dispersione.

Art. 13.4 Miscele

La miscela degli aggregati lapidei di primo impiego e del granulato di conglomerato bituminoso dovrà avere una composizione granulometrica determinata in conformità alle norme UNI EN 13108-1 e UNI EN 12697-2, utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, e dovrà essere compresa nei limiti del fuso riportato di seguito:

Fuso Granulometrico			Contenuto di bitume su miscela [%] (UNI EN 13108-1)
Serie setacci UNI EN	Passante minimo [%]	Passante massimo [%]	
12,5	100	100	≥ 6,5
10	95	100	
8	90	100	
6,3	85	97	
4	72	90	
2	50	78	
0,5	17	34	
0,25	10	18	
0,063	6	12	

La percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel granulato di conglomerato bituminoso), riferita al peso della miscela deve rispettare il limite indicato nella tabella precedente.

La quantità ottima di bitume totale deve essere determinata dall'Impresa a proprie spese e cura mediante metodo Marshall attraverso lo studio di quattro miscele a diverso contenuto di bitume. Con ognuna di queste miscele si dovranno realizzare almeno quattro campioni per le stabilità e due per il contenuto di vuoti, costipandoli con 75 colpi di maglio per lato (UNI EN 12697-30). La percentuale di bitume ottimale corrisponderà al valore massimo di stabilità della curva Marshall e, contestualmente, il contenuto di vuoti dovrà essere compreso nel limite 3 ÷ 6%.

A tale percentuale ottimale, si dovranno rispettare i seguenti requisiti determinati con metodo volumetrico:



Condizioni di prova (UNI EN 12697-31/13108-20)	Unità di misura	Limiti (UNI EN 13108-1)
Angolo di rotazione	°	1,25 ± 0,02
Velocità di rotazione	Giri/min	30
Pressione verticale	kPa	600 ± 3
Diametro del provino	mm	100
Rotazioni N1	---	10
Rotazioni N2	---	120
Rotazioni N3	---	230

La miscela ottimale dovrà avere le seguenti caratteristiche dopo compattazione a N2:

Miscele Bituminose con supermodificante polimerico a base di grafene		
Risultati richiesti	Unità di misura	Limiti (UNI EN 13108-1)
Dosaggio	%	7 – 10
Affinità bitume-aggregato – Spogliamento (UNI EN 12697-11)	%	□□5
Vuoti a N1 (UNI EN 12697-8)	%	≤ 16 (Vmax15)
Vuoti a N2 (UNI EN 12697-8)	%	3 ÷ 6 (Vmin3-Vmax6)
Vuoti a N3 (UNI EN 12697-8)	%	≥ 2 (Vmin2)
Resistenza a Trazione Indiretta a 25°C (UNI EN 12697-23)	N/mm2	1,10 ÷ 2,50
Coefficiente di Trazione Indiretta a 25°C	N/mm2	70 ÷ 250
Perdita di Resistenza a Trazione Indiretta a 25°C (UNI EN 12697-12)	%	≥ 85 (ITSR85)
Rigidezza (UNI EN 12697-26 – Annesso C - IT-CY)		
T=5°C	N/mm2	10.000 ÷ 23.000
T=20°C	N/mm2	4.000 ÷ 10.000
T=40°C	N/mm2	700 ÷ 3.000
Resistenza alla fatica (UNI EN 12697-24 Annex E, 20°C (in controllo di tensione)		Verifica del comportamento “tensione-impulsi”

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, almeno 15 giorni prima della posa in opera e per ciascun impianto di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati comprendente anche gli attestati di conformità CE delle miscele.

La documentazione dello studio di composizione effettuato non dovrà essere più vecchio di un anno.

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio della miscela proposto, l'Impresa deve attenersi rigorosamente.

Art. 13.5 Confezionamento delle miscele

Il conglomerato bituminoso deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee



caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri un'ideale riclassificazione delle singole classi degli aggregati. Si deve prediligere l'utilizzo di impianti discontinui, ma possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti della miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

Nel caso di materiale vergine si deve procedere tramite vagliatura e riclassificazione degli aggregati e, invece, se utilizzato granulato di conglomerato bituminoso si potrà procedere per scarico diretto.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta oltre al perfetto dosaggio di tutte le materie prime utilizzate.

La zona destinata allo stoccaggio degli aggregati deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano comprometterne la pulizia. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento dei predosatori deve essere eseguita con la massima cura.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli aggregati con il legante.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 170°C e 180°C e quella del legante tra 160°C e 180°C, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

Art. 13.6 Preparazione delle superfici

Prima della realizzazione di uno strato di conglomerato bituminoso è necessario pulire e preparare la superficie di stesa, anche eliminando eventuale segnaletica orizzontale pregressa, allo scopo di garantire una adeguata adesione tra gli strati sovrapposti.

La preparazione può essere eseguita mediante l'applicazione di emulsioni bituminose tipo rapida rottura e deve avere le caratteristiche riportate nella seguente tabella:



Mano d'Attacco – Emulsione bituminosa acida cationica 60% modificata – C 60 BP 3				
Indicatore di qualità	Norma	Unità di misura	Valori	Classe
Polarità	UNI EN 1430	---	Positiva	2
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	---	70 ÷ 155	3
Contenuto di legante (per contenuto d'acqua)	UNI EN 1428	%	58 ÷ 62	6
Contenuto olio distillato	UNI EN 1431	%	≤ 2	2
Tempo di efflusso (2 mm, @ 40°C)	UNI EN 12846-1	s	5 ÷ 70	3
Residuo al setaccio (0,5 mm)	UNI EN 1429	%	≤ 0,2	4
Legante recuperato per distillazione				
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	≤ 100	3
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 60	3

Il dosaggio deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a $0,35 \div 0,50 \text{ kg/m}^2$ (corrispondente a $0,60 \div 0,80 \text{ kg/m}^2$ di emulsione bituminosa).

Comunque, deve essere soddisfatto il requisito di adesione tra gli strati determinato sulle carote estratte dalla pavimentazione mediante la prova di taglio diretto eseguita secondo la SN 670461.

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle seguenti concernenti i materiali costituenti è verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE, schede tecniche e schede di sicurezza predisposte dal produttore dell'emulsione bituminosa. In ogni caso, la Direzione Lavori può chiedere la certificazione delle relative prove da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii.

Tale documentazione dovrà essere fornita alla D.L. con congruo anticipo (almeno 15 giorni) rispetto all'inizio delle lavorazioni ed approvata dalla stessa D.L.. La loro presa visione ed approvazione non solleva comunque l'Impresa dalla responsabilità di ottenimento dei risultati prestazionali finali prescritti.

Art. 13.7 Posa in opera delle miscele

La posa in opera dei conglomerati bituminosi sarà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una striscia alla precedente.

Qualora ciò non fosse possibile il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spruzzato con emulsione bituminosa cationica, dello stesso tipo utilizzato per la mano d'attacco, per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati dovrà essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia



di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato bituminoso dall'impianto di produzione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata ed efficienza comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e la formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice dovrà risultare in ogni momento non inferiore ai 150°C.

Per assicurare il miglior costipamento dell'impasto, la rullatura dovrà essere seguita immediatamente dopo la stesa e comunque ad una temperatura superiore a 145°C.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, potranno pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro, quando il piano di posa si presenti bagnato o la temperatura atmosferica sia inferiore ai 10 °C.

Gli strati compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati bituminosi dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

Per lo strato sottile dovranno essere utilizzati rulli tutto ferro vibranti, di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati dovrà presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita dovrà aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 3 mm.

La miscela bituminosa dello strato sottile sarà stesa dopo l'accertamento della Direzione Lavori della rispondenza dello strato sottostante ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

Art. 13.8 Controlli

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio della miscela proposta, l'Impresa deve attenersi rigorosamente.

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera sarà effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ, mediante le prove di laboratorio di seguito riportate.



	Superficie della stesa < 4000 m2			Superficie della stesa ≥ 4000 m2		
Campione	Ubicazione prelievo	Frequenza prove	Requisiti da controllare	Ubicazione prelievo	Frequenza prove	Requisiti da controllare
Aggregato grosso	Presa visione e controllo dei documenti inerenti la Marcatura CE, Schede Tecniche e di Sicurezza. Il Direttore Lavori ha facoltà di verificare i requisiti dichiarati presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii.			Impianto	Giornaliera oppure ogni 2500 m3 di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Aggregato fino				Impianto	Giornaliera oppure ogni 2500 m3 di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Filler				Impianto	Giornaliera oppure ogni 2500 m3 di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Bitume				Cisterna	Giornaliera oppure ogni 2500 m3 di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Prodotti di integrazione	Presa visione e controllo dei documenti inerenti rapporti di prove eseguite obbligatoriamente dal produttore presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii., Schede Tecniche e di Sicurezza. Il Direttore Lavori ha facoltà di verificare i requisiti dichiarati presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii.			Contenitori	Giornaliera oppure ogni 2500 m3 di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Conglomerato bituminoso sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera	Caratteristich e risultanti dallo studio della miscela* e secondo tabella di riferimento precedente	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m2 di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela* e secondo tabella di riferimento precedente
Carote	Pavimentazio ne	Ogni 500 m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto, contenuto di bitume e vuoti secondo studio di prequalifica (≥ 98%), secondo tabella di riferimento precedente	Pavimentazio ne	Ogni 1.000 m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto, contenuto di bitume e vuoti secondo studio di prequalifica (≥ 98%), secondo tabella di riferimento precedente
Macrorugosità	Pavimentazio ne	Altezza in sabbia*** ogni 100 m di	HS** ≥ 0,45	Pavimentazio ne	Altezza in sabbia*** ogni 100 m	HS** ≥ 0,45



		stesa			di stesa	
Aderenza	Pavimentazio ne	Aderenza trasversale*** in continuo (CAT) per ogni stesa oppure puntuale (BPN) ogni 100 m di stesa	CAT20 \geq 0,55 BPN \geq 62	Pavimentazio ne	Aderenza trasversale* ** in continuo (CAT) per ogni stesa oppure puntuale (BPN) ogni 100 m di stesa	CAT20 \geq 0,55 BPN \geq 62
Pavimentazio ne	Superficie	In continuo ad alto rendimento	IRI \leq 2,0 (mm/m)	Superficie	Ante intervento ogni 50 m	IRI \leq 2,0 (mm/m)
Portanza	Superficie	FWD – Ante intervento ogni 20 m; FWD – Post intervento ogni 20 m.		Superficie	Ante intervento ogni 50 m; Post intervento ogni 50 m.	100 X IS300p / IS300A \leq 92%****

* 1. Curva granulometrica: rispetto la prequalifica sono ammessi i seguenti scostamenti:
 aggregato grosso = \pm 3 punti percentuali;
 aggregato fino = \pm 2 punti percentuali;
 passante al setaccio UNI 0,063 mm = \pm 1,5 punti percentuali.

2. Percentuale di bitume: rispetto la prequalifica è tollerato uno scostamento di \pm 0,25 punti percentuali.

** Se determinata con SCRIM, SUMMS o ERMES, il valore sarà così determinato: HS = 0,2 + 0,8 MPD

*** La verifica dell'altezza in sabbia e dell'aderenza trasversale devono essere effettuate in un periodo temporale compreso tra il 15° e 180° giorno dall'apertura al traffico. Inoltre, il CAT, deve essere riportato alla temperatura di riferimento a 20°C secondo la seguente formula $CAT_{20} = (CAT_t / (0,548 + (44,69 / (t + 80))))$



10.2 AMMENDANTE COMPOSTATO

INQUADRAMENTO NORMATIVO

Il Compost è un prodotto fertilizzante categorizzato come ammendante compostato dalla disciplina nazionale sui fertilizzanti (D.Lgs. n. 75/2010 e s.m.i.), il cui impiego è subordinato al rispetto dei limiti fissati in quanto a:

- Caratteristiche agronomiche, come pH, umidità, contenuto di carbonio organico;
- Parametri ambientali, come il contenuto di metalli pesanti e impurità fisiche;
- Parametri di rilevanza sanitaria, rappresentati dagli indicatori microbiologici (salmonella, e. coli).

Il compost è definito come il prodotto ottenuto dal compostaggio o da processi integrati di digestione anaerobica e compostaggio dei rifiuti organici raccolti separatamente, di altri materiali organici non qualificati come rifiuti, di sottoprodotti e altri rifiuti a matrice organica che rispettino i requisiti e le caratteristiche stabilite dalla vigente normativa in tema di fertilizzanti e di compostaggio sul luogo di produzione.”.

Nell'allegato della citata normativa, sono riportati le caratteristiche, il modo di preparazione e le componenti essenziali dei diversi tipi di compost consentiti sul mercato.

Nella edizione del prezzario 2022, sono proposte due voci di ammendanti compostati provenienti dagli impianti siti nel territorio regionale e prodotti da rifiuti organici di origine controllata

- Ammendante compostato misto biologico;
- Ammendante compostato misto.

Il compost è un ammendante organico il cui apporto ai suoli determina effetti agroambientali positivi, aiutando a prevenire la desertificazione, l'erosione e favorendo, inoltre, la fissazione temporanea di carbonio nel terreno. Il compost si qualifica principalmente per il suo contenuto di sostanza organica complessa, con i relativi benefici ad essa associati.

L'utilizzo di compost di qualità nella fertilizzazione del suolo consente di aumentare il contenuto di sostanza organica e di elementi nutritivi e migliora le caratteristiche fisiche dei terreni (maggiore porosità, maggiore contenuto di acqua disponibile, aumento della velocità di infiltrazione dell'acqua, riduzione dei fenomeni erosivi).

10.3 CALCESTRUZZI

Nella edizione del prezzario 2022, è stato effettuato un aggiornamento normativo delle voci relative ai calcestruzzi.

INQUADRAMENTO NORMATIVO

Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2008 - Norme tecniche per le costruzioni;

UNI EN 206 Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità.

La norma europea UNI EN 206 si occupa di specificazione, prestazione, produzione e conformità del calcestruzzo. La norma si applica al calcestruzzo per strutture gettate in sito, strutture prefabbricate e



componenti strutturali prefabbricati per edifici e strutture di ingegneria civile. Il calcestruzzo può essere miscelato in cantiere, preconfezionato o prodotto in un impianto per componenti di calcestruzzo prefabbricato.

La norma specifica i requisiti per:

- i materiali componenti del calcestruzzo;
- le proprietà del calcestruzzo fresco ed indurito e la loro verifica;
- le limitazioni per la composizione del calcestruzzo;
- la specifica del calcestruzzo;
- la consegna del calcestruzzo fresco;
- le procedure per il controllo di produzione;
- i criteri di conformità e la valutazione della conformità.

UNI 11104:2016 Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206

La norma contiene le specificazioni complementari per l'applicazione in Italia della EN 206.

La norma contiene tutte le disposizioni necessarie per la specificazione e la produzione del calcestruzzo. Costituisce parte integrante della norma EN 206 e trova la sua applicazione in Italia per il calcestruzzo strutturale.

Linee Guida Consiglio Sup. LLPP

CALCESTRUZZO PRECONFEZIONATO

Le norme UNI EN 206 e UNI 11104 introducono 6 classi di esposizione per il calcestruzzo strutturale (dove oltre al massimo rapporto a/c e al minimo contenuti di cemento viene indicata anche la minima classe di resistenza tutto per garantire la durabilità del materiale), tali classi sono state riportate anche nelle Linee Guida sul Calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP.

I parametri che identificano il calcestruzzo secondo le norme sopra riportate sono:

- la classe di resistenza (C): le unità di misura sono in Mpa;
- la classe di consistenza (S): S3, S4, S5;
- la classe di esposizione e la combinazione di queste (X), solo per i calcestruzzi strutturali;
- diametro massimo dell'aggregato (mm);
- classe di contenuto dei cloruri.

CALCESTRUZZI A PRESTAZIONE GARANTITA NON STRUTTURALI:

C8/10

C12/15

CALCESTRUZZI A PRESTAZIONE GARANTITA STRUTTURALI:

C16/20

C20/25

CORROSIONE INDOTTA DA CARBONATAZIONE:



Classe di esposizione XC1 - ambiente asciutto o permanentemente bagnato (rapporto $a/c_{max} < 0,6$)

C25/30

C28/35

C30/37

C32/40

C35/45

Classe di esposizione XC2 - ambiente bagnato, raramente asciutto (rapporto $a/c_{max} < 0,6$)

C25/30

C28/35

C30/37

C32/40

C35/45

Classe di esposizione XC3 - ambiente con umidità moderata (rapporto $a/c_{max} < 0,55$)

C30/37

C32/40

C35/45

Classe di esposizione XC4 - ambiente ciclicamente bagnato e asciutto (rapporto $a/c_{max} < 0,5$)

C32/40

C35/45

CORROSIONE INDOTTA DAI CLORURI DALL'ACQUA DI MARE:

Classe di esposizione XS1 - (rapporto $a/c_{max} < 0,50$)

C32/40

C35/45

Classe di esposizione XS2 - (rapporto $a/c_{max} < 0,45$)

C35/45

Classe di esposizione XS3 - (rapporto $a/c_{max} < 0,45$)

C35/45

CORROSIONE INDOTTA DAI CLORURI ESCLUSI QUELLI PROVENIENTI DALL'ACQUA DI MARE:

Classe di esposizione XD1 - ambiente con umidità moderata (rapporto $a/c_{max} < 0,55$)



C30/37

C32/40

C35/45

Classe di esposizione XD2 - ambiente bagnato, raramente asciutto (rapporto $a/c_{max} < 0,50$)

C32/40

C35/45

Classe di esposizione XD3 - ambiente ciclicamente asciutto e bagnato (rapporto $a/c_{max} < 0,45$)

C35/45

ATTACCO CHIMICO:

Classe di esposizione XA1 - ambiente con aggressività debole (rapporto $a/c_{max} < 0,55$)

C30/37

C32/40

C35/45

Classe di esposizione XA2 - ambiente con aggressività moderata (rapporto $a/c_{max} < 0,50$)

C32/40

C35/45

Classe di esposizione XA3 - ambiente con aggressività forte (rapporto $a/c_{max} < 0,45$)

C35/45

CORROSIONE INDOTTA DA CICLI GELO/DISGELO:

Classe di esposizione XF1 - ambiente con moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante (rapporto $a/c_{max} < 0,50$)

C32/40

C35/45

Classe di esposizione XF2 - ambiente con moderata saturazione d'acqua in presenza di agente disgelante (rapporto

$a/c_{max} < 0,50$)

C25/30

C28/35

C30/37



C32/40

C35/45

Classe di esposizione XF3 - ambiente con elevata saturazione d'acqua in assenza di agente disgelante (rapporto

$a/c_{max} < 0,50$)

C25/30

C28/35

C30/37

C32/40

C35/45

Classe di esposizione XF4 - ambiente con elevata saturazione d'acqua con presenza di agente antigelo oppure acqua

di mare (rapporto $a/c_{max} < 0,45$)

C30/37

C32/40

C35/45

10.4 AGGREGATI RICICLATI E SFRIDI DI GRANITO E CALCARE DA CAVA

Nella edizione 2022 del prezzario regionale è proposto l'inserimento delle voci di inerti di granito e calcare prodotti da sfridi provenienti dalle cave dismesse o in fase di ripristino localizzate nel territorio regionale comprensive dei costi degli interventi di ricomposizione ambientale del sito previsti dalla norma.

La soluzione di impiego di tali prodotti risponde a quanto previsto dall'art. 41, comma 4, della L.R. n. 8/2018 che prevede "Allo scopo di garantire la minimizzazione degli impatti ambientali e l'ottimizzazione dell'utilizzo di risorse non rinnovabili, nei capitolati speciali per le opere stradali i materiali da costruzione sono individuati, con preferenza, tra i materiali di scarto provenienti da cave ornamentali di granito e marmo, autorizzate o in regime di prosecuzione ai sensi della legge regionale 7 giugno 1989, n. 30 (Disciplina delle attività di cava), che hanno già ottenuto la regolare chiusura dei procedimenti di Valutazione di impatto ambientale (VIA) o di verifica, avviati ai sensi dell'articolo 8, comma 2, della legge regionale 9 agosto 2002, n. 15 (Integrazioni e modifiche alla legge regionale 22 aprile 2002, n. 7 (legge finanziaria 2002), alla legge regionale 22 aprile 2002, n. 8 (legge di bilancio) e alla legge regionale 24 aprile 2001, n. 6 (legge finanziaria 2001), con esito positivo di compatibilità ambientale o di non assoggettamento a VIA."

Infine, tale previsione di impiego ed immissione nel ciclo produttivo di mercato contribuisce a dare attuazione al piano per gli acquisti pubblici ecologici (GPP) favorendo ed incentivando l'utilizzo dei prodotti ottenuti dagli sfridi in diversi ambiti delle costruzioni civili e stradali (linee guida per l'applicazione degli acquisti pubblici



ecologici negli appalti di lavori: utilizzo degli sfridi delle cave di marmo e granito nel settore delle costruzioni stradali).

In particolare, la Regione Sardegna ha provveduto a disciplinare le attività di cava attraverso la Legge 7 giugno 1989, n. 30, e s.m.i.. In detta legge vengono distinti, sulla base della destinazione d'uso, i seguenti gruppi di materiali:

- rocce ornamentali (marmi, graniti, alabastri, ardesie, calcari, travertini, trachiti, basalti, porfidi, ecc.) destinate alla produzione di blocchi, lastre e affini;
- materiali per usi industriali (marne, calcari, dolomie, farine fossili, sabbie silicee, terre coloranti, argille, torbe, ecc.);
- materiali per costruzioni ed opere civili (sabbie, ghiaie, granulati, pezzami, conci, ecc.).

Su tali basi le cave vengono definite “ornamentali”, “industriali” e “civili”, con riferimento alla destinazione prevalente o, talvolta, originaria. Lo stesso litotipo, in funzione di caratteristiche differenti, può quindi dare luogo a diverse tipologie di cava, così come sullo stesso giacimento possono essere rilasciate autorizzazioni di cava per diverse destinazioni (in analogia col fatto che una stessa cava può destinare il proprio unico prodotto, ovvero più prodotti, ad usi diversi).

L'autorizzazione all'attività di coltivazione è normata dal Titolo IV, art.19, della Legge regionale n. 30/1989. L'istanza di autorizzazione deve essere corredata dal progetto di coltivazione contenente, tra l'altro, la descrizione delle caratteristiche geologiche e giacimentologiche dei suoli interessati, la descrizione delle fasi di preparazione, di eventuale estrazione, di ripristino, nonché delle aree di discarica dei materiali di rifiuto (oggi regolamentate dal D.Lgs. 117/2008), la relazione illustrativa degli elementi essenziali di operatività (durata presunta dell'attività, produzione annua, presunte rese, occupazione, eventuale verticalizzazione).

Il piano di utilizzazione degli sfridi di cava (scarti dall'impianto di frantumazione e classificazione o di lavorazione blocchi) deve individuare in via preventiva i quantitativi e le tipologie di materiali estratti che saranno oggetto della produzione ed i quantitativi di materiale di scarto (costituente il “rifiuto di estrazione” ai sensi del D.Lgs. 117/2008). Ai fini del rilascio dell'autorizzazione, devono inoltre essere preventivamente acquisiti i nulla osta o, qualora necessarie, le autorizzazioni paesaggistiche, forestali e della sovrintendenza archeologica nonché espletate le procedure di verifica o VIA.

I poli estrattivi delle cave di calcare e granito sono i seguenti

i Poli estrattivi delle cave di granito:

il polo di “Buddusò-Alà dei Sardi”;

il polo di “Arzachena-Luogosanto”;

il polo di “Tempio Pausania-Calangianus”;

il polo di “Ovodda”;

2. il Polo estrattivo del calcare di “Orosei”.

Il D.Lgs. 117/08, all'art. 3 comma 1, definisce “rifiuti di estrazione” i rifiuti (ossia i materiali di cui il detentore si



disfi o abbia l'intenzione o abbia l'obbligo di disfarsi) derivanti dalle attività di prospezione o di ricerca, di estrazione, di trattamento e di ammasso di risorse minerali e dallo sfruttamento delle cave. Sono quindi da escludersi dalla definizione di rifiuto di estrazione oltre, evidentemente, i prodotti principali dell'attività di cava:

- i prodotti secondari o sfridi per i quali già in fase autorizzativa sia stata prevista la commercializzazione;
- i prodotti secondari per i quali si sia ottenuta successiva autorizzazione alla commercializzazione;
- i materiali provvisoriamente stoccati nei piazzali di deposito dei prodotti in attesa dell'autorizzazione, di cui al punto precedente, alla commercializzazione (è palese infatti la mancata volontà di disfarsi del materiale) e per i quali non vi sia, a qualsiasi titolo, obbligo di disfarsi;
- i materiali stoccati che, pur derivanti da attività di coltivazione e lavorazione della pietra, non rientrano nell'ambito di applicazione del D.Lgs. 117/2008, in quanto esterni alle aree perimetrate nell'atto autorizzativo e a strutture di deposito. Si precisa che l'atto autorizzativo deve essere efficace, risultando quindi escluse dall'applicazione del Decreto le cave dichiarate cessate e le cave dismesse storiche.

Sono, invece, rifiuti di estrazione i materiali stoccati nelle strutture di deposito come definite all'art. 3, comma 1, lett. r, del D.Lgs. 117/2008, compresi quindi i cumuli di rifiuti estrattivi non inerti non pericolosi, dopo un periodo di accumulo o di deposito superiore a un anno, ed i cumuli di terra non inquinata nonché i rifiuti estrattivi inerti, dopo un periodo di accumulo o di deposito superiore a tre anni. Il riutilizzo dei rifiuti di estrazione, da incentivarsi ai sensi del D.Lgs. 117/2008, deve essere autorizzato ai sensi dello stesso Decreto con la presentazione, al Servizio attività estrattive e recupero ambientale dell'Assessorato regionale dell'Industria, di apposito Piano di gestione (o di modifica del Piano già approvato). Tale Piano dovrà specificare, oltre i quantitativi di materiale oggetto di interesse, la destinazione degli stessi e le specifiche tecniche di idoneità all'uso.

Per quanto riguarda i riciclati, l'edizione 2022 del prezzario regionale dei lavori pubblici è stata integrata con ulteriori inserimenti di granulati da C&D con dimensioni granulometriche differenti.

10.5 ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO, INFISSI, FACCIATE TERMOVENTILATE, IMPIANTI

L'edizione 2022 del prezzario regionale dei lavori pubblici ricomprende i primi recepimenti di cui all'articolo 34 del D.Lgs. n.50/2016, riguardanti l'applicazione dei Criteri Ambientali Minimi (C.A.M.) di cui ai decreti del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (M.A.T.T.M.) nella documentazione progettuale e di gara.

In particolare con il DM 11 ottobre 2017 si prevede di:

- Promuovere una progettazione migliore dell'edificio che calibri l'uso delle risorse rispetto alle esigenze e alla funzionalità dell'edificio stesso e che tenga conto degli scenari di demolizione selettiva;
- Pianificare meglio le attività di cantiere per garantire un maggior uso di risorse e prodotto efficiente sotto il profilo energetico e delle risorse, riciclando/riutilizzando i materiali e i prodotti in modo da smaltire in discarica meno rifiuti;
- Promuovere la fabbricazione di prodotti da costruzione più efficienti sotto il profilo di consumo delle



risorse, ricorrendo a materiali riciclati e al riutilizzo di componenti esistenti.

Nell'aggiornamento del prezzario, sono stati inseriti i prodotti CAM corredati di opportuna dichiarazione/certificazione ambientale, come previsto dal D.M. 11 ottobre 2017. Il prodotto Cam, oltre ad avere specifiche e precise caratteristiche tecniche, individuate nei decreti del Ministero dell'Ambiente, si caratterizza per il fatto di essere obbligatoriamente comprovato solo da quelle certificazioni esplicitamente previste nel decreto stesso quali una dichiarazione ambientale di Prodotto di Tipo III (EPD), conforme a specifiche norme UNI EN; una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato attraverso l'esplicitazione del bilancio di massa.

10.5.1 ISOLAMENTO TERMICO A CAPPOTTO

Nella edizione del prezzario 2022 sono presenti i prodotti e le relative analisi per la fornitura e posa in opera degli isolamenti termici a cappotto, riferiti ai materiali riportati nella tabella seguente.

PR.0039.0008.	Pannello in EPS PER ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO
PR.0039.0008.0001	Pannello in EPS ... Spessore mm. 80
PR.0039.0008.0002.	Pannello in EPS ... Spessore mm. 100.
PR.0039.0008.0003.	Pannello in EPS ... Spessore mm. 120.
PR.0039.0008.0004.	Pannello in EPS ... Spessore mm. 140.
PR.0039.0008.0005.	Pannello in EPS ... Spessore mm. 160.
PR.0039.0008.0006.	Pannello in EPS ... Spessore mm. 180.
PR.0039.0008.0007.	Pannello in EPS ... Spessore mm. 200.
PR.0039.0009.	PANNELLO IN EPS GRAFITATO PER ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO
PR.0039.0009.0001.	Pannello in EPS additivato con grafite ... Spessore mm. 80.
PR.0039.0009.0002.	Pannello in EPS additivato con grafite ... Spessore mm. 100.
PR.0039.0009.0003.	Pannello in EPS additivato con grafite ... Spessore mm. 120.
PR.0039.0009.0004.	Pannello in EPS additivato con grafite ... Spessore mm. 140.
PR.0039.0009.0005.	Pannello in EPS additivato con grafite ... Spessore mm. 160.
PR.0039.0009.0006.	Pannello in EPS additivato con grafite ... Spessore mm. 180.
PR.0039.0009.0007.	Pannello in EPS additivato con grafite ... Spessore mm. 200.
PR.0039.0010.	PANNELLO IN LANA DI ROCCIA PER ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO
PR.0039.0010.0001.	Pannello in lana di roccia monodensità ... spessore mm. 60.
PR.0039.0010.0002.	Pannello in lana di roccia monodensità ... Spessore mm. 80.
PR.0039.0010.0003.	Pannello in lana di roccia monodensità ... Spessore mm. 100.
PR.0039.0010.0004.	Pannello in lana di roccia monodensità ... Spessore mm. 120.
PR.0039.0010.0005.	Pannello in lana di roccia monodensità ... Spessore mm. 140.
PR.0039.0010.0006.	Pannello in lana di roccia monodensità ... Spessore mm. 160.
PR.0039.0010.0007.	Pannello in lana di roccia monodensità ... Spessore mm. 180.
PR.0039.0010.0008.	Pannello in lana di roccia monodensità ... Spessore mm. 200.



PR.0039.0010.0011.	Pannello in lana di roccia a doppia densità (110/75 kg/mc) ... Spessore mm. 60.
PR.0039.0010.0012.	Pannello in lana di roccia a doppia densità (110/75 kg/mc) ... Spessore mm. 80.
PR.0039.0010.0013.	Pannello in lana di roccia a doppia densità (110/75 kg/mc) ... Spessore mm. 100.
PR.0039.0010.0014.	Pannello in lana di roccia a doppia densità (110/75 kg/mc) ... Spessore mm. 120.
PR.0039.0010.0015.	Pannello in lana di roccia a doppia densità (110/75 kg/mc) ... Spessore mm. 140.
PR.0039.0010.0016.	Pannello in lana di roccia a doppia densità (110/75 kg/mc) ... Spessore mm. 160.
PR.0039.0010.0017.	Pannello in lana di roccia a doppia densità (110/75 kg/mc) ... Spessore mm. 180.
PR.0039.0010.0018.	Pannello in lana di roccia a doppia densità (110/75 kg/mc) ... Spessore mm. 200.
PR.0039.0010.0021.	Pannello in lana di roccia a doppia densità (120/70 kg/mc) ... Spessore mm. 60.
PR.0039.0010.0022.	Pannello in lana di roccia a doppia densità (120/70 kg/mc) ... Spessore mm. 80.
PR.0039.0010.0023.	Pannello in lana di roccia a doppia densità (120/70 kg/mc) ... Spessore mm. 100.
PR.0039.0010.0024.	Pannello in lana di roccia a doppia densità (120/70 kg/mc) ... Spessore mm. 120.
PR.0039.0010.0025.	Pannello in lana di roccia a doppia densità (120/70 kg/mc) ... Spessore mm. 140.
PR.0039.0010.0026.	Pannello in lana di roccia a doppia densità (120/70 kg/mc) ... Spessore mm. 160.
PR.0039.0010.0027.	Pannello in lana di roccia a doppia densità (120/70 kg/mc) ... Spessore mm. 180.
PR.0039.0010.0028.	Pannello in lana di roccia a doppia densità (120/70 kg/mc) ... Spessore mm. 200.
PR.0039.0011.	PANNELLO IN SUGHERO BIONDO PER ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO
PR.0039.0011.0001.	Pannelli in sughero biondo naturale ... Spessore mm 60
PR.0039.0011.0002.	Pannelli in sughero biondo naturale ... Spessore mm 80
PR.0039.0011.0003.	Pannelli in sughero biondo naturale ... Spessore mm 100
PR.0039.0011.0004.	Pannelli in sughero biondo naturale ... Spessore mm 120
PR.0039.0011.0005.	Pannelli in sughero biondo naturale ... Spessore mm 140
PR.0039.0011.0006.	Pannelli in sughero biondo naturale ... Spessore mm 160
PR.0039.0011.0007.	Pannelli in sughero biondo naturale ... Spessore mm 180
PR.0039.0011.0008.	Pannelli in sughero biondo naturale ... Spessore mm 200
PR.0039.0012.	COMPONENTI, ACCESSORI E FERRAMENTA PER SISTEMI A CAPPOTTO
PR.0039.0012.0001.	Tassello a percussione,... per spessore 60 mm.
PR.0039.0012.0002.	Tassello a percussione, ... per spessore 80 mm.
PR.0039.0012.0003.	Tassello a percussione, ... per spessore 100 mm.



PR.0039.0012.0004.	Tassello a percussione, ... per spessore 120 mm
PR.0039.0012.0005.	Tassello a percussione, ... per spessore 140 mm.
PR.0039.0012.0006.	Tassello a percussione, ... per spessore 160 mm.
PR.0039.0012.0007.	Tassello a percussione, ... per spessore 180 mm.
PR.0039.0012.0008.	Tassello a percussione, ... per spessore 200 mm.
PR.0039.0012.0011.	Malta cementizia monocomponente per ... per sistemi di isolamento a cappotto ...
PR.0039.0012.0012.	Rete in fibra di vetro alcaliresistente ...
PR.0039.0012.0013.	Fondo/primer a base silossanica all'acqua, ...
PR.0039.0012.0014.	Fondo/primer a base acrilica all'acqua, ...
PR.0039.0012.0015.	Intonachino a base di resine silossaniche all'acqua, ... Colori vari
PR.0039.0012.0016.	Intonachino a base di resine acriliche all'acqua, ... Colori vari
PR.0039.0012.0017.	Intonachino a base di resine silossaniche all'acqua, ... Colore bianco
PR.0039.0012.0018.	Intonachino a base di resine acriliche all'acqua, ... Colore bianco
PR.0039.0012.0019.	Accessori, profili di partenza e per spigoli. Incidenza media

Il sistema a cappotto deve essere accompagnato da una specifica certificazione in base ai requisiti prestazionali (specifiche tecniche e prove di laboratorio) previste, per i sistemi ETICS, dalla Linea Guida Tecnica Europea ETAG 004. Certificazione dimostrata con ETA (Benestare Tecnico Europeo) o con certificazione del produttore del sistema su base ETAG 004.

Specifiche dei pannelli per sistema a cappotto

Pannello in polistirene espanso sinterizzato a cellule chiuse (EPS) in pannelli, conforme alla norma UNI EN 13163:2017 posti in opera per isolamento termico a cappotto. rispondente ai CAM (Criteri Ambientali Minimi), paragrafo 2.4.2.9 di cui al decreto M.A.T.T.M. 11-10-2017 (Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici), conforme ai requisiti della norma UNI 13501:2009 in materia di reazione al fuoco (così come esplicitata nel D.M. 15/03/2005), esente da CFC, HCF e HCFC, conducibilità termica λ compresa tra 0,035 e 0,037 W/mK, resistenza a trazione ≥ 100 KPa, resistenza a trazione ≥ 100 KPa, resistenza a compressione ≥ 100 kPa euroclasse di reazione al fuoco.

Pannello in polistirene espanso sinterizzato a cellule chiuse EPS additivato con grafite in pannelli, conforme alla norma UNI EN 13163:2017, posti in opera per isolamento termico a cappotto. rispondente ai CAM (Criteri Ambientali Minimi), paragrafo 2.4.2.9 di cui al decreto M.A.T.T.M. 11-10-2017 (Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici), conforme ai requisiti della norma UNI 13501:2009 in materia di reazione al fuoco (così come esplicitata nel D.M. 15/03/2005), avente valore di conducibilità termica λ_D compreso tra 0,030 e 0,031 W/mK, resistenza a trazione ≥ 100 kPa, euroclasse di reazione al fuoco.



Pannello in Lana di roccia monodensità in pannelli secondo UNI EN 13172:2012 posti in opera per isolamento termico a cappotto di pareti esterne, provvisto di ETA, rispondente ai CAM (Criteri Ambientali Minimi), paragrafo 2.4.2.9 di cui al decreto M.A.T.T.M. 11-10-2017 (Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici), conforme ai requisiti della norma UNI 13501:2009 in materia di reazione al fuoco (così come esplicitata nel D.M. 15/03/2005), conducibilità termica $\lambda \leq 0,036$ W/mK, Euroclasse di reazione al fuoco A1 resistenza a compressione (carico distribuito) >20 kPa, resistenza a trazione = 7,5 kPa Spessore mm. 60.

Pannello in Lana di roccia a doppia densità (110/75 kg/mc) in pannelli, secondo UNI EN 12667 e UNI EN 12939 posti in opera per isolamento termico a cappotto di pareti esterne con il lato di densità superiore a vista, provvisto di ETA, rispondente ai CAM (Criteri Ambientali Minimi), paragrafo 2.4.2.9 di cui al decreto M.A.T.T.M. 11-10-2017 (Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici), conforme ai requisiti della norma UNI 13501:2009 in materia di reazione al fuoco (così come esplicitata nel D.M. 15/03/2005), conducibilità termica $\lambda \leq 0,035$ W/mK, Euroclasse di reazione al fuoco A1 resistenza a compressione (carico distribuito) ≥ 10 kPa, resistenza a trazione $\geq 7,5$ kPa. Spessore mm. 100.

Pannelli in agglomerato di sughero biondo naturale, supercompatto e ad alta densità (ICB) posti in opera per isolamento termico a cappotto di pareti esterne, conforme alla norma UNI EN 13170:2015, rispondente ai CAM (Criteri Ambientali Minimi), paragrafo 2.4.2.9 di cui al decreto M.A.T.T.M. 11-10-2017 (Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici), conforme ai requisiti della norma UNI 13501:2009 in materia di reazione al fuoco, conduttività termica 0,040 W/mK, classe E di reazione al fuoco.

Posa in opera

La lavorazione dovrà essere conforme al D.M. 11/10/2017 "Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici" (CAM), soprattutto per gli aspetti legati alle specifiche tecniche dei materiali impiegati, come l'assenza di sostanze pericolose di cui al p.2.4.1.3 del D.M. 11/10/2017 ed eseguita secondo gli standard del sistema ETICS – External Thermal Insulation Composite System, denominato ETA004 secondo il riferimento normativo europeo, rispondente ai requisiti CAM paragrafo 2.4.2.9 di cui al decreto M.A.T.T.M. 11-10-2017 (Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici).

La posa in opera viene effettuata sulla superficie esterna già preparata in modo da garantire un fondo di posa planare, asciutto pulito e consistente, nonché già equipaggiata con profilo metallico di partenza. La procedura di posa si avvia con la sistemazione del profilo metallico di partenza, dopodiché, sul lato posteriore del pannello di materiale isolante viene steso uno strato di malta collante idonea per la posa ad alta resistenza ed elevata



deformabilità, dotato di marchio di qualità ITC CNR secondo ETAG 004 e di marchio CE. Il pannello viene poi posizionato sulla parete, avendo cura di procedere dal basso verso l'alto e di garantire lo sfalsamento dei giunti tra i vari pannelli, tali fughe sono poi prontamente sigillate utilizzando del materiale isolante; si verificherà quindi la planarità dei pannelli. La colla dovrà essere lasciata ad asciugare per il tempo stabilito dal produttore. Terminata l'asciugatura si procede alla fissatura meccanica dei pannelli con appositi tasselli, applicati secondo gli schemi del produttore e comunque in ragione di almeno 6 tasselli al metro quadro, montati almeno in prossimità degli angoli ed al centro del pannello. I tasselli devono rispettare le prescrizioni della norma ETAG 014 ed essere idonei al supporto con caratteristiche: - Rigidità del piattello 0.3 kN/mm - Portata del piattello ≥ 1.0 kN – Coefficiente di conducibilità termica puntuale (χ_p) ≤ 0.002 W/K.

Si realizza poi un primo strato di rasatura ad alta resistenza ed elevata deformabilità con rasante idoneo, dotato di marchio di qualità ITC CNR secondo ETAG 004 steso con spatola d'acciaio. In questo strato, appena applicato si inserisce la rete in fibra di vetro (massa areica: non inferiore a 140 gr/mq – dimensioni della maglia: 3/4x4/5 mm) dall'alto verso il basso, in verticale (consigliato) o in orizzontale, con una sovrapposizione di almeno 10 cm tra reti adiacenti ed evitando la formazione di pieghe, una volta applicata la rete si procede all'applicazione di uno strato ulteriore di rasatura per ricoprire adeguatamente la rete e garantire il definitivo livellamento della superficie. Completata l'essiccazione del sistema si applicherà una mano di fondo per stabilizzare il supporto prima dell'applicazione degli strati di rivestimento di finitura in pasta di tipo silossanico (intonachino), stesi con spatola. Sono compresi inoltre gli accessori ed i profili per spigoli e riquadratura di infissi.

10.5.2 FACCIATE VENTILATE

Una facciata ventilata è un sistema di rivestimento dell'edificio tecnologicamente complesso, installato a secco e caratterizzato dalla presenza di un'intercapedine ventilata. È un sistema adatto sia agli edifici di nuova costruzione che a quelli in fase di riqualificazione poiché è in grado di offrire alte prestazioni energetiche e una grande flessibilità tecnologica e architettonica.

Nella edizione del prezzo 2022 sono presenti i prodotti e le relative analisi per la fornitura e posa in opera del sistema della struttura della facciata ventilata, riferiti ai materiali riportati nella tabella seguente.

STRUTTURA PER FACCIATA VENTILATA comprendente: pannello isolante sandwich in parete, certificato EPD, marcato CE secondo UNI EN 14509, larghezza utile 1000 mm, lunghezza e spessore nominale variabile, con sistema di incastro maschio-femmina e fissaggio a vista. Il pannello è costituito dai seguenti elementi: Rivestimento esterno costituito da supporto con profilo grecato (altezza greca 40 mm e passo 250 mm) di spessore 6/10 mm, in acciaio zincato a caldo (processo Sendzimir) qualità S250GD secondo EN 10346 e spessore nominale in accordo a EN10143 preverniciato sul lato a vista. Supporto interno microgrecato a doghe in acciaio zincato di spessore 5/10mm in acciaio zincato a caldo (processo Sendzimir) qualità S250GD secondo



EN 10346 e spessore nominale in accordo a EN10143 preverniciato sul lato a vista. Anima isolante in schiuma in poliuretano (PUR/PIR) espanso rigido a celle chiuse per almeno il 95% iniettato ad alta pressione in continuo con alta densità pari a 40 kg/mc, espanso senza CFC, HCFC, densità nominale 40 Kg/m3, conducibilità termica λ 0,022 W/mK, Trasmittanza termica rispondente alla norma UNI EN 14509 A.10. Oppure Anima isolante: in lana di roccia, densità nominale 100 Kg/m3, conducibilità termica λ 0,041 W/mk, incombustibile (classe di Reazione al fuoco A1 secondo EN 13501-1) a fibre orientate; di origine basaltica e calcarea, inorganica, imputrescibile, biosolubile, priva di amianto di silice cristallina di CFC e HCFC e conforme alla nota Q secondo direttiva europea. Trasmittanza termica rispondente alla norma UNI EN 14509 A.10. Fissaggio del pannello eseguito mediante viti di lunghezza idonea e disco di tenuta imperdibile premontato e cappellotto per il fissaggio al corrente superiore della lamiera profilata grecata. Il fissaggio è dotato di filettatura di sostegno e sottosquadro sotto la testa delle viti. Il fissaggio deve garantire efficacemente l'ancoraggio dell'elemento pannello alla struttura portante, il numero e la posizione deve essere tale da garantire la resistenza alle sollecitazioni. La Staffa in acciaio del tipo INOX AISI 304 presenta uno spessore di 2 mm e una lunghezza di 140 mm. La staffa è presagomata in modo tale da potersi accoppiarsi con la greca del pannello da copertura, anche grazie alla guarnizione in EPDM presente sul lato inferiore, per prevenire la formazione di correnti galvaniche. La staffa presenta una flangia preforata e preasolata per il fissaggio della sottostruttura in profili in alluminio. La staffa è dotata di flangia posizionata in direzione tale da consentire il fissaggio dei profili della sottostruttura in direzione longitudinale a quella del pannello sandwich e in direzione ortogonale a quella del pannello sandwich. Il fissaggio della staffa al pannello sandwich avviene mediante viti autoforanti con guarnizione (ETA-10/0200) nei 4 fori predisposti nella parte inferiore della staffa. Sottostruttura verticale in alluminio naturale composta da profili a T o L: profilo L in alluminio estruso 6060 T6 55x40x1,8 mm verniciato nero in barre l=6500 mm e profilo T in alluminio estruso 6060 T6 100x55x1,8 mm verniciato nero in barre l=6500 mm. Il fissaggio dei profili in alluminio di supporto della facciata avviene alla flangia della staffa mediante viti autoforanti. Spessore pannello isolante 150 mm.

PR.0 085.	RIVESTIMENTESTERNO
PR.0 085.0 001.0 001.	Fornitura di struttura per facciata ventilata con pannello di rivestimento esterno in gres porcellanato, spessore 8 mm, con fissaggio a rivetti. Il pannello è in classe di reazione al fuoco A2s1d0 (UNI-EN 13501) ed ha resistenza alla flessione maggiore di 45 N/mm2.
PR.0 085.0 001.0 002.	Fornitura di struttura per facciata ventilata con pannello di rivestimento esterno costituito da fibra di roccia basaltica compressa e rafforzata in modo uniforme da uno strato intermedio sintetico termoindurente. La superficie esterna è rifinita con l'applicazione in più strati di primer acrilico. In classe di reazione al fuoco A2s1d0 (UNI-EN 13501). Resistenza a flessione minima di 25 N/mm2. La superficie è conforme alla norma EN 20105-A02. Le lastre sono fornite con quanto occorre per il fissaggio alla struttura sottostante, fissaggio a rivetti. Spessore del pannello 8 mm.
PR.0 085.0 001.0 003.	Fornitura di struttura per facciata ventilata con pannello di rivestimento esterno costituito da fibra di roccia basaltica compressa e rafforzata in modo uniforme da uno strato intermedio sintetico termoindurente. La superficie esterna è rifinita con l'applicazione in più strati di primer acrilico. In classe di reazione al fuoco A2s1d0 (UNI-EN 13501). Resistenza a flessione minima di 25 N/mm2. La superficie è conforme alla norma EN 20105-A02. Le lastre sono fornite con quanto occorre per il fissaggio alla struttura sottostante, fissaggio a scomparsa. Spessore del pannello 9 mm.
PR.0 085.0	Fornitura di struttura per facciata ventilata con pannello di rivestimento esterno in fibrocemento, ottenuto additivando al cemento Portland minerali e fibre organiche di rinforzo. La colorazione è in massa. In classe di



001.0 004.	reazione al fuoco A2s1d0 (UNI-EN 13501). Le lastre sono inoltre conformi alla norma UNI-EN 12467. La finitura sulla faccia esterna è di tipo sabbiato con spessore di 8 mm. Le lastre sono fornite con quanto occorre per il fissaggio alla struttura sottostante.
PR.0 085.0 001.0 005.	Fornitura di struttura per facciata ventilata con pannello di rivestimento esterno in fibrocemento, ottenuto additivando al cemento Portland minerali e fibre organiche di rinforzo. La colorazione è in massa. In classe di reazione al fuoco A2s1d0 (UNI-EN 13501). Le lastre sono inoltre conformi alla norma UNI-EN 12467. La finitura sulla faccia esterna è di tipo sabbiato con spessore di 12 mm. Le lastre sono fornite con quanto occorre per il fissaggio alla struttura sottostante.
PR.0 085.0 001.0 006.	Fornitura di struttura per facciata ventilata con pannello di rivestimento esterno composto da una miscela di resine termoindurenti, rinforzate con fibre di cellulosa pressate in condizioni di elevata pressione e temperatura. La superficie esterna è trattata con resine poliuretaniche pigmentate in modo da risultare non porosa e facilmente pulibile. Il pannello è in classe di reazione al fuoco B-s2,d0 (UNI-EN 13501). La resistenza minima a flessione è pari ad almeno 70 MPa. La superficie è resistente ad agenti meccanici, chimici ed atmosferici con garanzia di stabilità del colore nel tempo in conformità alla norma EN 20105-A02. Spessore del pannello 10 mm. Le lastre sono fornite con quanto occorre per il fissaggio alla struttura sottostante. Fissaggio a scomparsa, spessore pannello 10 mm.
PR.0 085.0 001.0 007.	Fornitura di struttura per facciata ventilata con pannello di rivestimento esterno composto da una miscela di resine termoindurenti, rinforzate con fibre di cellulosa pressate in condizioni di elevata pressione e temperatura. La superficie esterna è trattata con resine poliuretaniche pigmentate in modo da risultare non porosa e facilmente pulibile. Il pannello è in classe di reazione al fuoco B-s2,d0 (UNI-EN 13501). La resistenza minima a flessione è pari ad almeno 70 MPa. La superficie è conforme alla norma EN 20105-A02. Le lastre sono fornite con quanto occorre per il fissaggio alla struttura sottostante. Fissaggio a rivetti, spessore del pannello 6 mm.
PR.0 085.0 001.0 009.	SOVRAPPREZZO/RIDUZIONE della fornitura di struttura per facciata ventilata misurati per cm di incremento/riduzione dello spessore del pannello isolante di 150mm.

ELEMENTI TECNICI

La facciata ventilata è un sistema di facciata multistrato ospitante uno strato di ventilazione con una stratigrafia caratterizzata dai seguenti elementi:

- il rivestimento esterno. Il rivestimento è proposto con quattro diverse soluzioni di materiali
- l'intercapedine ventilata. L'intercapedine divide lo strato di finitura esterno dalla sottostruttura con pannello sandwich. Lo spessore dell'intercapedine ha solitamente una profondità di 95 mm (con restringimenti a 55 mm in prossimità della grecatura del pannello). Il dimensionamento dell'intercapedine può variare in base alle esigenze del progetto.

L'impiego di lamiere metalliche, che offrono una bassa resistenza allo scorrimento del flusso d'aria, favorisce l'effetto camino e quindi il flusso di mitigazione della temperatura dell'aria presente nell'intercapedine.

- la sottostruttura della facciata abbinata allo strato isolante (modulabile e escludibile).

L'elemento è composto da un pannello sandwich con struttura in acciaio e anima in materiale isolante a spessore variabile. Gli isolanti utilizzabili sono: - poliuretano (PUR) con una conduttività termica pari a 0.022 W/mK, - lana di roccia (MW) con una conduttività termica pari a 0.041 W/mK. Le prestazioni termiche del pannello sono certificate in accordo con la norma tecnica UNI EN 14509 "Pannelli isolanti autoportanti a doppio rivestimento con paramenti metallici - Prodotti industriali, specifiche". Lo spessore del pannello è variabile: - da 40 a 150 mm nel caso di poliuretano, - da 50 a 200 mm nel caso di lana di roccia.



- il sistema di ancoraggio, ovvero il collegamento fisico tra la struttura primaria e i pannelli di rivestimento esterni, a rivetti o a scomparsa.

Il fissaggio alla struttura primaria avviene tramite un sistema a secco di montanti e traversi. Lo spazio necessario alla realizzazione del sistema di ancoraggio di fatto crea le condizioni per un'intercapedine d'aria non ventilata dello spessore medio di 40 mm. Questo spazio può essere lasciato vuoto oppure essere eventualmente utilizzato per alloggiare un ulteriore strato isolante.

- la struttura primaria, ovvero l'elemento verticale perimetrale dell'edificio su cui è posizionata la facciata ventilata. Nel caso di edifici esistenti la struttura primaria rappresenta l'elemento originario di confine tra le zone termiche dell'edificio e l'ambiente esterno.

10.5.3 INFISSI PVC, IN LEGNO E LEGNO-ALLUMINIO

Nella edizione del prezzario 2022 sono presenti i prodotti e le relative analisi per la fornitura e posa in opera degli infissi in pvc, in legno e in legno alluminio riportati nella tabella seguente:

PR.0 086.	INFISSI IN LEGNO
PR.0 086.0 001.	INFISSI ESTERNI IN LEGNO
PR.0 086.0 001.0 001.	INFISSO DI FINESTRA/PORTAFINESTRA A UNA O PIU' ANTE (ANTA-RIBALTA) IN LEGNO LAMELLARE IN ESSENZA DI PINO DI SVEZIA O ABETE, con trasmittanza termica $U_w \leq 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$, prestazione acustica $R_w > 36 \text{ dB}$. Con telaio 68-78*70-80 e battenti 68-78*78-88, coprifili in legno della stessa essenza della finestra. Verniciatura con prodotto monocomponente idrosolubile all'acqua, previo trattamento con impregnante trasparente o colorato, antitarne, antimuffa, mano intermedia e di finitura. Esclusa la vetratura a singola o doppia camera ma comprensivo di montaggio e sigillatura della stessa tramite guarnizioni in gomma o con uso di sigillanti fluidi idonei, profili fermavetro ad incastro, gocciolatoio, doppia guarnizione di tenuta, serratura, ferramenta di attacco e sostegno, maniglie in alluminio, dispositivi di sicurezza contro le false manovre. Escluso il controtelaio. Valutato a mq sulla luce architettonica del vano dell'infisso.
PR.0 086.0 001.0 002.	INFISSO ESTERNO A PERSIANA ALLA ROMANA A MURARE PER PORTA/FINESTRA 1/2 ANTE IN LEGNO PINO DI SVEZIA, realizzato con un telaio perimetrale della sezione di m 45x64 circa. Palmette della sezione di mm 43x12 circa. Ferramenta di sostegno con squadri neri con cardine a murare in numero di 2 squadri ed 1 mezzo squadro. Chiusura con ferrolea in ferro verniciato nero con 3 punti di chiusura. Verniciatura con una mano di impregnante trasparente o colorata, antitarne ed antimuffa, data ad immersione e finitura con vernice sintetica, previa carteggiatura dell'impregnante. Valutato a mq.
PR.0 086.0 001.0 004.	INFISSO DI FINESTRA/PORTAFINESTRA MONOBLOCCO AD UNA O PIU' ANTE (ANTA-RIBALTA), TIPO MONOBLOCCO, IN LEGNO LAMELLARE IN ESSENZA DI PINO DI SVEZIA O ABETE, con trasmittanza termica $U_w \leq 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$, prestazione acustica $R_w > 36 \text{ dB}$. Con telaio 68-78*70-80 e battenti 68-78*78-88, coprifili in legno della stessa essenza della finestra. Verniciatura con prodotto monocomponente idrosolubile all'acqua, previo trattamento con impregnante trasparente o colorato, antitarne, antimuffa, mano intermedia e di finitura. Esclusa la fornitura della vetratura a singola o doppia camera ma comprensivo di montaggio e sigillatura della stessa tramite guarnizioni in gomma o con uso di sigillanti fluidi idonei, profili fermavetro ad incastro, gocciolatoio, doppia guarnizione di tenuta, serratura, ferramenta di attacco e sostegno, maniglie in alluminio, dispositivi di sicurezza contro le false manovre, avvolgibile in pvc con densità minima di 4 kg/mq, accessori per l'avvolgibile (rullo, guide, cinghie di manovra e avvolgitore) e cassetto in legno coibentato. Escluso il controtelaio. Valutato a mq sulla luce architettonica del vano dell'infisso.



PR.0 086.0 001.0 005	MAGGIOR COSTO DELL'INFISSO DI FINESTRA O PORTAFINESTRA per realizzazioni IN LEGNO, LEGNO-ALLUMINIO, PVC CON ALMENO UN PROFILO CURVO rispetto all'infisso realizzato con profilo standard lineare. Valutato nella misura di un incremento percentuale del 50% rispetto al costo dell'infisso con profilo standard.
PR.0 087.	INFISSI LEGNO-ALLUMINIO
PR.0 087.0 001.	INFISSI ESTERNI IN LEGNO-ALLUMINIO
PR.0 087.0 001.0 001.	INFISSO ESTERNO DI FINESTRA/PORTAFINESTRA A UNA O PIU' ANTE IN LEGNO-ALLUMINIO, ESSENZA DI LARICE O ROVERE, con trasmittanza termica $U_w \leq 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$, prestazione acustica $R_w > 36 \text{ dB}$. Spessore complessivo del telaio incluso il rivestimento in alluminio mm 82, spessore complessivo dell'anta incluso il rivestimento in alluminio di copertura mm 89. Telaio realizzato in legno lamellare in essenza di larice o rovere e rivestimento in alluminio, verniciato all. ral, di copertura per 3 lati perimetrali con doppia guarnizione acustica termoplastica all'acqua inserita ad incastro, soglia in alluminio anodizzato, coprifilo su 3 lati di larghezza variabile, con anta finestra/porta finestra a triplice battuta con sezione 68*82-86, prodotti in conformità alle norme UNI-DIN e con marchio di qualità rilasciato da istituti ufficiali. Struttura in legno verniciata con prodotti all'acqua in tre cicli: impregnante trasparente o colorato, intermedio trasparente, finitura larice a spruzzo, essiccazione in forno con sistema I.R. ad onde lunghe. Telaio in alluminio elettrosaldato con giunti a 45° non visibili per i rivestimenti verniciati e giunti a 45° visibili per i rivestimenti ossidati e decorati in legno, fissati sulla struttura in legno con clips a scatto in alluminio ad alta tenuta. Esclusa la vetratura a singola o doppia camera, ma comprensivo di montaggio e sigillatura del vetro tramite guarnizioni in gomma o con uso di sigillanti fluidi idonei, profili fermavetro ad incastro, gocciolatoio, serratura, ferramenta di attacco e sostegno, maniglie in alluminio, dispositivi di sicurezza contro le false manovre. Escluso il controtelaio. Valutato a mq. sulla luce architettonica del vano dell'infisso.
PR.0 087.0 001.0 002.	INFISSO ESTERNO DI FINESTRA/PORTAFINESTRA A UNA O PIU' ANTE IN LEGNO-ALLUMINIO, ESSENZA DI PINO DI SVEZIA O ABETE, con trasmittanza termica $U_w \leq 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$, prestazione acustica $R_w > 36 \text{ dB}$. Spessore complessivo del telaio incluso il rivestimento in alluminio mm 82, spessore complessivo dell'anta incluso il rivestimento in alluminio di copertura mm 89. Telaio realizzato in legno lamellare in essenza di Pino di Svezia o abete e rivestimento in alluminio, verniciato all. ral, di copertura per 3 lati perimetrali con doppia guarnizione acustica termoplastica all'acqua inserita ad incastro, soglia in alluminio anodizzato, coprifilo su 3 lati di larghezza variabile, con anta finestra/porta finestra a triplice battuta con sezione 68*82-86, prodotti in conformità alle norme UNI-DIN e con marchio di qualità rilasciato da istituti ufficiali. Struttura in legno verniciata con prodotti all'acqua in tre cicli: impregnante trasparente o colorato, intermedio trasparente, finitura a spruzzo, essiccazione in forno con sistema I.R. ad onde lunghe. Telaio in alluminio elettrosaldato con giunti a 45° non visibili per i rivestimenti verniciati e giunti a 45° visibili per i rivestimenti ossidati e decorati in legno, fissati sulla struttura in legno con clips a scatto in alluminio ad alta tenuta. Esclusa la vetratura a singola o doppia camera, ma comprensivo di montaggio e sigillatura del vetro tramite guarnizioni in gomma o con uso di sigillanti fluidi idonei, profili fermavetro ad incastro, gocciolatoio, serratura, ferramenta di attacco e sostegno, maniglie in alluminio, dispositivi di sicurezza contro le false manovre. Escluso il controtelaio. Valutato a mq. sulla luce architettonica del vano dell'infisso.

PR.0084.000 1.	INFISSI ESTERNI IN PVC
PR.0084.000 1.0001.	Infisso di finestra, ad 1 anta (anta-ribalta), in PVC, BIANCO $R_w > 36 \text{ dB}$, $U_f < 1,4 \text{ w/(mqK)}$ Misurato a mq.
PR.0084.000 1.0002.	Infisso di finestra, ad 1 anta (anta-ribalta), in PVC, FINITURA EFFETTO LEGNO $R_w > 36 \text{ dB}$, $U_f < 1,4 \text{ w/(mqK)}$ r..... Misurato a mq.
PR.0084.000 1.0003.	Infisso di finestra, a 2 ante (anta-ribalta), in PVC, BIANCO $R_w > 36 \text{ dB}$, $U_f < 1,4 \text{ w/(mqK)}$ Misurato a mq.
PR.0084.000 1.0004.	Infisso di finestra, a 2 ante (anta-ribalta), in PVC, FINITURA EFFETTO LEGNO $R_w > 36 \text{ dB}$, $U_f < 1,4 \text{ w/(mqK)}$ Misurato a mq.
PR.0084.000 1.0005.	Infisso di portafinestra, ad 1 anta (anta-ribalta), in PVC, BIANCO $R_w > 36 \text{ dB}$, $U_f < 1,4 \text{ w/(mqK)}$ Misurato a mq.
PR.0084.000 1.0006.	Infisso di portafinestra, ad 1 anta (anta-ribalta), in PVC, FINITURA EFFETTO LEGNO $R_w > 36 \text{ dB}$, $U_f < 1,4 \text{ w/(mqK)}$ Misurato a mq.
PR.0084.000 1.0007.	Infisso di portafinestra, a 2 ante (anta-ribalta) in PVC, BIANCO $R_w > 36 \text{ dB}$, $U_f < 1,4 \text{ w/(mqK)}$ Misurato a mq.



PR.0084.000 1.0008.	Infisso di portafinestra, a 2 ante (anta-ribalta) in PVC, FINITURA EFFETTO LEGNO $R_w > 36$ dB, $U_f < 1,4$ w/(mqK) Misurato a mq.
PR.0084.000 1.0009.	Infisso monoblocco di finestra, ad 1 anta (anta-ribalta), in PVC, BIANCO $R_w > 36$ dB, $U_f < 1,4$ w/(mqK) Misurato a mq.
PR.0084.000 1.0010.	Infisso monoblocco di finestra, ad 1 anta (anta-ribalta), in PVC, CON FINITURA EFFETTO LEGNO $R_w > 36$ dB, $U_f < 1,4$ w/(mqK) Misurato a mq.
PR.0084.000 1.0011.	Infisso monoblocco di finestra, a 2 ante (anta-ribalta), in PVC, BIANCO $R_w > 36$ dB, $U_f < 1,4$ w/(mqK) Misurato a mq.
PR.0084.000 1.0012.	Infisso monoblocco di finestra, a 2 ante (anta-ribalta), in PVC, CON FINITURA EFFETTO LEGNO $R_w > 36$ dB, $U_f < 1,4$ w/(mqK) Misurato a mq.
PR.0084.000 1.0013.	Infisso monoblocco di portafinestra, ad 1 anta (anta-ribalta), in PVC, BIANCO $R_w > 36$ dB, $U_f < 1,4$ w/(mqK) Misurato a mq.
PR.0084.000 1.0014.	Infisso monoblocco di portafinestra, ad 1 anta (anta-ribalta), in PVC, CON FINITURA EFFETTO LEGNO $R_w > 36$ dB, $U_f < 1,4$ w/(mqK) Misurato a mq.
PR.0084.000 1.0015.	Infisso monoblocco di portafinestra, a 2 ante (anta-ribalta), in PVC, BIANCO $R_w > 36$ dB, $U_f < 1,4$ w/(mqK) Misurato a mq.
PR.0084.000 1.0016.	Infisso monoblocco di portafinestra, a 2 ante (anta-ribalta), in PVC, CON FINITURA EFFETTO LEGNO $R_w > 36$ dB, $U_f < 1,4$ w/(mqK) Misurato a mq.

POSA IN OPERA

L'analisi della lavorazione comprende la installazione dell'infisso, esclusa la vetrocamera, ma comprensiva di montaggio e sigillatura del vetro tramite guarnizioni in gomma, senza uso di silicone, profili fermavetro ad incastro, gocciolatoio, serratura, ferramenta di attacco e sostegno, maniglie in alluminio, dispositivi di sicurezza contro le false manovre.

Son esclusi il tiro in alto con qualsiasi mezzo meccanico ed eventuali assistenze murarie.

La lavorazione è valutata a mq. sulla luce architettonica del vano dell'infisso.

10.5.4 IMPIANTI

Nella edizione del prezzario 2022 sono presenti i prodotti e le relative analisi per la fornitura e posa in opera degli impianti riportati di seguito:

- Caldaie a condensazione metano/gpl

Sono state inserite n. 20 nuove voci:

n.3 murali con produzione di acs 25kw-15l/min, 30kw-18l/min, 35kw-20l/min;

n.9 murali installabili in serie 35kw, 50kw, 60kw, 70kw, 90kw, 110kw, 115kw, 130kw, 150kw;

n.8 a basamento, installabili in serie 50kw, 70kw, 90kw, 110kw, 130kw, 150kw, 200kw, 250kw.

- Impianti fotovoltaici

Nel prezzario RAS_2019 esistono differenti voci suddivise per elementi quali pannelli, inverter, quadri di stringa ecc. Le voci risultano ormai obsolete per tecnologia e prezzo.

Petanto, si è optato per inserire delle nuove voci elementari comprensive di tutti gli elementi occorrenti per l'installazione di un impianto fotovoltaico completo (pannelli, struttura di supporto, quadri, cavi di cablaggio,



inverter ecc.), definendo poi la voce del prezzo finito aggiungendo alla voce elementare la manodopera necessaria all'installazione.

Sono state inserite n. 4 nuove voci:

Impianto fotovoltaico da 1kw a 6kw, da 7kw a 20kw, da 21kw a 50kw, da 50kw in su, individuando il prezzo a kw installato.

- **Accumulo per impianti fotovoltaici**

Nel prezzario RAS_2019 attualmente abbiamo dei sistemi di accumulo obsoleti con batterie al piombo.

Sono state inserite n. 6 nuove voci:

Sistema di accumulo per fotovoltaico costituito da batterie al litio ferro fosfato preassemblato in box contenitore avente *capacità nominale da 4kwh, 8kwh, 12kwh, 16kwh, 20kwh e 24kwh*.

- **Stazione di ricarica per autoveicoli elettrici**

Risulta essere una voce completamente nuova, non presente nel prezzario RAS_2019, DEI e nella maggior parte dei prezzari regionali

Sono state inserite n. 4 nuove voci:

Presa tipo 2 a parete da 3.7 kw per ricarica monofase

Presa tipo 2 a parete da 7.4 kw per ricarica monofase

Presa tipo 2 a parete da 11 kW per ricarica trifase

Presa tipo 2 a parete da 22 kW per ricarica trifase

- **Pompa di calore per produzione di acqua calda sanitaria (acs) con accumulo integrato**

Risulta essere una voce completamente nuova, non presente nel prezzario RAS_2019, DEI e nella maggior parte dei prezzari regionali, troviamo alcune voci nel prezzario di Bolzano

Sono state inserite n. 2 nuove voci:

Pompa di calore per produzione di acs con accumulo integrato capacità 160-200 litri;

Pompa di calore per produzione di acs con accumulo integrato capacità 250-300 litri;

- **Pompa di calore idronica Aria-Acqua**

Risulta essere una voce completamente nuova, non presente nel prezzario RAS_2019, troviamo alcune voci nel prezzario DEI, Bolzano 2022 e veneto 2021

Sono state inserite n. 13 nuove voci:

PdC monoblocco, inverter efficienza energetica A++, gas R32, 230 o 400V, 4-6kw;

PdC monoblocco, inverter efficienza energetica A++, gas R32, 230 o 400V, 6-8kw;

PdC monoblocco, inverter efficienza energetica A++, gas R32, 230 o 400V, 9kw;



PdC monoblocco, inverter efficienza energetica A++, gas R32, 230 o 400V, 11kw;
PdC monoblocco, inverter efficienza energetica A++, gas R32, 230 o 400V, 14kw;
PdC monoblocco, inverter efficienza energetica A++, gas R32, 230 o 400V, 16kw;
Chiller, inverter, compressore scroll, installabile in serie, 400V 21kw;
Chiller, inverter, compressore scroll, installabile in serie, 400V 25kw;
Chiller, inverter, compressore scroll, installabile in serie, 400V 32kw;
Chiller, inverter, compressore scroll, installabile in serie, 400V 40kw;
Chiller, inverter, compressore scroll, installabile in serie, 400V 50kw;
Chiller, inverter, compressore scroll, installabile in serie, 400V 64kw;
Chiller, inverter, compressore scroll, installabile in serie, 400V 90kw;

- Pompa di calore Aria-Aria monosplit / Unità interna-esterna
--

Risulta essere una voce completamente nuova, non presente nel prezzario RAS_2019, nel prezzario DEI e negli altri prezzari in genere.

Sono state inserite n. 5 nuove voci:

PdC inverter Aria-Aria monosplit, COP>4.5, SEER>6.5, gas R32, UI a parete, 2.5kw;
PdC inverter Aria-Aria monosplit, COP>4.5, SEER>6.5, gas R32, UI a parete, 3.5kw;
PdC inverter Aria-Aria monosplit, COP>4.5, SEER>6.5, gas R32, UI a parete, 5.0kw;
PdC inverter Aria-Aria monosplit, COP>4.5, SEER>6.5, gas R32, UI a parete, 6.0kw;
PdC inverter Aria-Aria monosplit, COP>4.5, SEER>6.5, gas R32, UI soffitto/pavimento, 10.0kw;

- Pannello solare termico per produzione di ACS con accumulo

Risulta essere una voce completamente nuova, non presente nel prezzario RAS_2019. Troviamo alcune voci nel prezzario DEI e nel prezzario della Lombardia (senza bollitore e connessioni idrauliche)

Sono state inserite n. 7 nuove voci:

Sistema solare a circolazione naturale con collettore piano e bollitore. 150-200 litri, circa 2mq;
Sistema solare a circolazione naturale con collettore piano e bollitore. 250-300 litri, circa 4mq;
Sistema solare a circolazione naturale con collettore piano e accumulo integrato, capacità 100-130 litri, circa 1.28 mq;
Sistema solare a circolazione naturale con collettore piano e accumulo integrato, capacità 135-150 litri, circa 1.68 mq;
Sistema solare a circolazione naturale con collettore piano e accumulo integrato, capacità 155-180 litri, circa 2.08 mq;
Sistema solare a circolazione naturale con collettore piano e accumulo integrato, capacità 185-220 litri, circa 2.48 mq;
Sistema solare a circolazione naturale con collettore piano e accumulo integrato, capacità 225-260 litri, circa



2.88 mq;

Generalità

Le componenti di impianti di riscaldamento e impianti di produzione di acqua calda vanno coordinate tra di loro in modo che vengano fornite le prestazioni richieste, che sia garantita la sicurezza di esercizio, che sia attuabile un esercizio a costi moderati e congrui e che siano limitati il più possibile i fenomeni di corrosione. Ciò vale in particolare per i generatori di calore, le apparecchiature di riscaldamento, gli impianti di scarico gas nonché per i combustibili, i tipi di energia e per le caratteristiche del fluido termico previsti. Vanno altresì considerate le azioni della temperatura, della pressione, dei gas di scarico e simili.

Pompe di circolazione, attrezzature e tubazioni vanno coordinate tra loro mediante calcoli di verifica in modo tale che, anche nelle varie condizioni di esercizio prevedibili, sia garantita una adeguata distribuzione delle portate d'acqua e non vengano superati i livelli massimi di rumore ammissibili. Se ad es. in regime di basso carico é prevedibile una differenza di pressione eccessiva, vanno adottate idonee contromisure, come l'installazione di apparecchi di regolazione della differenza di pressione.

Nel caso di valvole di regolazione, come valvole termostatiche di radiatori in impianti di riscaldamento a doppia tubazione, per l'equilibrio idraulico deve essere verificata la condizione che le valvole abbiano una resistenza sufficiente commisurata alla possibile differenza di pressione massima sulla pompa di circolazione ovvero sull'apparecchiatura di limitazione della differenza di pressione a monte del tratto di impianto.

L'appaltatore deve fornire al committente prima dell'inizio dei lavori di montaggio tutti i dati necessari per un montaggio senza impedimenti e per il regolare esercizio degli impianti. L'appaltatore sulla base della documentazione di progetto e dei calcoli forniti dal committente deve elaborare tutta la documentazione esecutiva occorrente per il montaggio e la predisposizione in officina, in accordo, qualora necessario, con il committente.

Ciò tale documentazione comprende in particolare:

- disegni di montaggio,
- disegni costruttivi di officina,
- schemi elettrici,
- disegni delle fondazioni.

L'appaltatore deve fornire in tempo utile al committente i dati relativi a

- masse delle componenti,
- assorbimento di corrente elettrica ed eventualmente corrente di spunto delle componenti elettriche dell'impianto,
- altre esigenze inerenti al montaggio.

La documentazione per l'esecuzione necessaria, che il committente deve fornire comprende ad esempio:



- disegni esecutivi con piante, schemi di flusso e sezioni con dati dimensionali,
- concezione generale dell'impianto e schemi di regolazione,
- disegni delle tracce e degli attraversamenti,
- calcoli relativi al fabbisogno termico ed al carico frigorifero con relativi dimensionamenti della rete delle tubazioni e delle pompe, dichiarazione del fabbisogno energetico e principali dati energetici, su cui si basa la categoria di consumo dell'impianto,
- dati relativi alla potenza termica dei generatori di calore e degli organi di trasmissione di calore,
- dati relativi all'isolamento termico e acustico nonché alla protezione antincendio.

Nel corso della verifica della documentazione di progetto, dei calcoli e simili forniti dal committente, l'appaltatore deve tenere in considerazione soprattutto i seguenti fattori, sotto il profilo della disposizione e del funzionamento degli impianti:

- carico termico normalizzato,
- potenza termica dei generatori di calore e delle superfici di riscaldamento,
- sezioni ed esecuzioni delle tubazioni di scarico dei gas,
- dispositivi di sicurezza,
- sezioni dei tubi, dimensionamento delle pompe (idraulica di rete),
- apparecchiature di misura, comando e regolazione,
- isolamento acustico,
- protezione antincendio,
- tenuta all'aria delle superfici esterne dell'edificio.

Nel corso delle proprie verifiche l'Appaltatore dovrà formulare le proprie obiezioni, in particolare nei seguenti casi:

- carenze nella documentazione e nei calcoli forniti dal committente
- esecuzione evidentemente carente o ultimazione non conforme alle scadenze prescritte ovvero mancanza di fondazioni, tracce o fori,
- insufficienti misure di isolamento acustico, termico e di protezione antincendio,
- carenti caratteristiche costruttive degli impianti di scarico gas e inadeguata sezione delle tubazioni di scarico dei gas nonché dei pozzi di mandata e di scarico dell'aria,
- allacciamenti con insufficiente potenza per le fonti di energia,
- insufficiente spazio per le componenti dell'impianto,
- insufficienti possibilità per l'assorbimento delle reazioni agli appoggi,
- mancanza di quote di riferimento in ogni piano,
- informazioni acquisite su modifiche dei presupposti su cui era basata in origine la progettazione.

In presenza di condizioni climatiche avverse, per esempio temperature sotto 5°C durante la posa di tubazioni di materiali compositi in rotoli, devono essere adottate misure particolari concordate con il Committente. Le



misure da adottare costituiscono prestazioni particolari.

Se l'appaltatore è libero di scegliere il percorso delle condotte, egli deve predisporre in tempo utile un progetto esecutivo che dovrà concordare con il committente in modo da poter di conseguenza elaborare i necessari disegni delle fondazioni, delle tracce, dei fori e di montaggio.

In caso di modifiche che possono compromettere le esistenti protezioni elettriche sugli impianti esistenti (ad es. montaggio di giunti dielettrici), l'appaltatore deve avvisare il committente della necessità di far verificare da un elettrotecnico abilitato la possibilità che gli interventi previsti comportino i presunti danni.

Eventuali lavori di scalpellatura, fresatura e foratura sulla costruzione possono essere eseguiti solo in accordo con il committente.

Non è ammesso l'impiego di materiali che possano avere effetti dannosi su parti degli impianti, ad es. gesso o leganti rapidi e base di cloruri in diretto contatto con parti metalliche.

Le reazioni agli appoggi di compensatori di movimento o ammortizzatori di oscillazioni devono essere assorbite tramite punti fissi della tubazione; a seconda del tipo di tubo il percorso della condotta tra i punti fissi si dovrà essere perfettamente rettilineo.

Se le forze di reazione riscontrate devono essere assorbite dalla costruzione, esse devono essere calcolate dall'appaltatore e comunicate al committente prima dell'esecuzione dei lavori.

Quadro normativo

Decreto Legislativo del 19. agosto 2005 N. 192

Decreto esecutivo della direttiva 2002/91 riguardante l'efficienza energetica totale degli edifici

Legge N. 10 del 9 gennaio 1991 Regole per il calcolo del fabbisogno termico degli edifici.

Decreto del Presidente della Provincia 29 settembre 2004, n. 34 Regolamento di esecuzione della legge urbanistica in materia di risparmio energetico

UNI EN ISO 13790 Prestazione energetica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento

UNI/TS 11300-1 Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale

UNI EN 12831 Impianti di riscaldamento negli edifici - Metodo di calcolo del carico termico di progetto

UNI EN 12975-1 Impianti termici solari e loro componenti - Collettori solari - Requisiti generali

UNI EN 12976-1 Impianti solari termici e loro componenti - Impianti prefabbricati - Parte 1: Requisiti generali

UNI EN 12976-2 Impianti solari termici e loro componenti - Impianti prefabbricati - Parte 2: Metodi di prova



UNI V ENV 12977-1 Impianti solari termici e loro componenti - Impianti assemblati su specifica - Requisiti generali

UNI V ENV 12977-2 Impianti solari termici e loro componenti - Impianti assemblati su specifica - Metodi di prova

UNI V ENV 12977-3 Impianti solari termici e loro componenti - Impianti assemblati su specifica - Caratterizzazione delle prestazioni dei serbatoi di stoccaggio per impianti di riscaldamento solare

VDI 2035 foglio 1 Prevenzione di danni in impianti di riscaldamento ad acqua calda — Formazione di incrostazioni calcaree in impianti di produzione di acqua calda e in impianti di riscaldamento ad acqua calda

D.M. 12.04.1996 Regola tecnica di prevenzione incendi per impianti termici alimentati da combustibili gassosi

D.M. 28.04.2005 Regola tecnica di prevenzione incendi per impianti termici alimentati da combustibili liquidi

D.P.R. 16.04.2013 n. 74

Regolamento recante esercizio, conduzione, controllo, manutenzione e ispezione degli impianti termici

D.M. 30.09.2015 Approvazione delle norme tecniche per apparecchi ed installazioni degli impianti alimentati con gas combustibile

Decreto ministeriale 11 ottobre 2017, punto 2.4.2.13

Gli impianti di riscaldamento ad acqua devono essere conformi ai criteri ecologici e prestazionali previsti dalla Decisione 2014/314/UE e s.m.i. relativa all'assegnazione del marchio comunitario di qualità ecologica. Se è previsto il servizio di climatizzazione e fornitura di energia per l'intero edificio, dovranno essere usati i criteri previsti dal Decreto ministeriale 7 marzo 2012 (G.U. n. 74 del 28 marzo 2012) relativo ai CAM per "Affidamento di servizi energetici per gli edifici – servizio di illuminazione e forza motrice – servizio di riscaldamento/raffrescamento". L'installazione degli impianti tecnologici deve avvenire in locali e spazi adeguati, ai fini di una corretta manutenzione igienica degli stessi in fase d'uso, tenendo conto di quanto previsto dall'Accordo Stato-Regioni del 5 ottobre 2006 e 7 febbraio 2013. Per tutti gli impianti aerulici deve essere prevista una ispezione tecnica iniziale da effettuarsi in previsione del primo avviamento dell'impianto.

Nell'esecuzione di impianti bi- e trivalenti bisogna fare particolare attenzione alla reciproca corrispondenza delle apparecchiature di riscaldamento e regolazione.

Generatori di calore

La potenza di generatori di calore, come caldaie, apparecchi di trasmissione del calore e pompe di calore, non rientranti nelle disposizioni della legge sul risparmio energetico del 9 Gennaio 1991 n. 10, deve essere adeguata al carico termico calcolato ed alle condizioni di esercizio previste, tra cui sono compresi anche i fattori di contemporaneità.

UNI 10683 Generatori di calore alimentati a legna o altri biocombustibili solidi – Verifica, installazione, controllo e manutenzione

Produttori di acqua calda

UNI EN 378 Impianti di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza ed



Parti 1 a 4 ambientali

UNI EN 14511 Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore

Parti 1 a 4 elettrico per il riscaldamento e il raffreddamento

DIN 8947 Pompe di calore — Generatori di acqua calda a pompa di calore pronti per l'allacciamento con compressori azionati elettricamente — Definizioni, requisiti, prove

DIN 4753-1 Generatori di acqua calda e impianti di produzione di acqua calda per usi potabili e non potabili — Requisiti, identificazione, dotazione e prove

UNI 10412-2 Impianti di riscaldamento ad acqua calda – Prescrizioni di sicurezza – Parte 2: Requisiti specifici per impianti con apparecchi per il riscaldamento di tipo domestico alimentati a combustibile solido con caldaia incorporata, con potenza del focolare complessiva non maggiore di 35 kW

Apparecchiature di sicurezza

UNI EN 26948 Scaricatori di condensa automatici per impianti a vapore. Prove di produzione e delle caratteristiche prestazionali

UNI EN 12828 Impianti di riscaldamento negli edifici - Progettazione dei sistemi di riscaldamento ad acqua

UNI 10412 Impianti di riscaldamento ad acqua calda. Requisiti di sicurezza

ISPESL Individuazione dei criteri di sicurezza e dei relativi metodi di rilevazione ai fini dell'omologazione di macchine, componenti di impianti, apparecchi, strumenti e mezzi personali di protezione, nonché ai fini delle specifiche tecniche applicative.

RACCOLTA M Impiego dei materiali nella costruzione degli apparecchi a pressione

RACCOLTA R Impianti ad acqua calda: Norme di sicurezza

RACCOLTA H Impianti ad acqua surriscaldata: Norme di sicurezza

Impianti di riscaldamento, compresa alimentazione del combustibile e teleriscaldamento

Condizioni tecniche di allacciamento delle aziende locali di fornitura di gas

Condizioni tecniche di allacciamento delle aziende locali di fornitura di energia elettrica

Condizioni tecniche di allacciamento delle aziende locali di fornitura di calore di teleriscaldamento

DIN 4747-1 Impianti di teleriscaldamento - Parte 1: Esecuzione delle apparecchiature di sicurezza di cabine di allacciamento a reti di teleriscaldamento ad acqua calda

Impianti di scarico gas

UNI EN 1443 Camini - Requisiti generali:

UNI EN 13384-1 Camini - Metodi di calcolo termico e fluido dinamico - Parte 1: Camini asserviti ad un solo apparecchio

UNI EN 13384-2 Camini - Metodi di calcolo termico e fluido dinamico - Parte 2: Camini asserviti a più apparecchi di riscaldamento

UNI EN 13384-3 Camini - Metodi di calcolo termico e fluido dinamico - Parte 3: Metodi per l'elaborazione di



diagrammi e tabelle per camini asserviti ad un solo apparecchio di riscaldamento

UNI 10640 Canne fumarie collettive ramificate per apparecchi di tipo B a tiraggio naturale. Progettazione e verifica

UNI 10641 Canne fumarie collettive e camini a tiraggio naturale per apparecchi a gas di tipo C con ventilatore nel circuito di combustione. Progettazione e verifica.

UNI EN 1856-1 Camini – requisiti per camini metallici – parte 1: prodotti per sistemi camino

UNI EN 1856-2 Camini – requisiti per camini metallici – parte 2: condotti interni e canali da fumo

UNI EN 1859 Camini – camini metallici – metodi di prova

UNI EN 14471 Camini – sistemi di camini con condotti interni di plastica – requisiti e metodi di prova

UNI 11278 Sistemi metallici di evacuazione dei prodotti della combustione asserviti ad apparecchi e generatori a combustibile liquido o solido – Criteri di scelta in funzione del tipo di applicazione e relativa designazione del prodotto

UNI 11528 Impianti a gas oltre 35 kW – progettazione, installazione, messa in servizio e manutenzione

Tubazioni

I tubi vanno posati in modo tale si possano dilatare senza arrecare danni. Tubi affiancati o sovrapposti che si incrociano non dovranno entrare in contatto anche in caso di dilatazione.

Inoltre i tubi vanno posati in modo tale che le porte di servizio, i portelli di controllo e simili siano liberamente accessibili e manovrabili.

Le guarnizioni devono essere idonee e compatibili con il fluido previsto. I collegamenti smontabili, la cui tenuta non possa essere garantita nel tempo, devono essere accessibili.

In caso di passaggio di tubazioni attraverso solai e pareti si deve tenere conto delle esigenze di isolamento termico, acustico e antincendio nonché di tenuta all'aria. Le misure da adottare sono considerate prestazioni speciali (vedi punto 4.2.7).

Le tubazioni interrate vanno posate in conformità alla norma UNI EN 1610 "Posa e controllo di tubazioni e canali fognari;

Apparecchiature e pompe

Apparecchiature con funzioni uguali devono essere dello stesso tipo.

In caso di impianti di riscaldamento ad acqua calda, su ogni superficie di riscaldamento dei locali dovrà essere possibile limitare la portata per l'equilibratura idraulica dell'intero impianto.

Per evitare danni da cavitazione e dall'aspirazione di aria esterna, le pompe di circolazione degli impianti di riscaldamento devono essere installate in modo che durante il funzionamento non si formi in nessun punto dell'impianto una depressione critica.

Apparecchiature di misura, comando e regolazione; automazione degli edifici

Gli organi di comando dei circuiti di regolazione di impianti di riscaldamento destinati ad essere installati



nell'ambito di opere estranee all'appalto, vanno dimensionati e forniti dall'appaltatore. Gli organi dei circuiti di regolazione dovranno essere dimensionati dall'appaltatore in coerenza con gli impianti collegati.

I trasmettitori di misure vanno installati in posizioni idonee, tali da permettere il corretto rilevamento della misura. Gli apparecchi di lettura devono essere ben visibili; gli apparecchi che richiedono un azionamento manuale devono essere facilmente accessibili e manovrabili.

Per le operazioni di controllo e di messa in esercizio dei cablaggi elettrici nonché degli impianti di comando e regolazione da lui realizzati, l'appaltatore deve mettere a disposizione un proprio tecnico esperto di impianti di questo tipo.

Se il cablaggio elettrico o gli impianti di comando e regolazione non fanno parte delle opere in appalto, la messa a disposizione del tecnico esperto durante le operazioni di controllo e di messa in esercizio costituisce una prestazione particolare.

Superfici di riscaldamento

La potenza termica delle superfici di riscaldamento dei locali va dimensionata sulla base del fabbisogno termico calcolato in conformità alla Legge n. 10 del 9 gennaio 1991.

Se sono previsti coperture o rivestimenti (ad esempio con contenuto di metallo) dei radiatori che possano ridurre la potenza, il committente deve comunicare in tempo utile tale riduzione di potenza termica in modo che l'appaltatore ne possa tenere conto. Lo stesso vale in caso di riscaldamenti a sviluppo bidimensionale.

I radiatori vanno collegati alle tubazioni in modo tale da poter essere facilmente staccati, svuotati e rimossi. I radiatori e le relative valvole devono essere facilmente accessibili.

Riscaldamento a pavimento

UNI EN 1264-1 Riscaldamento a pavimento - Impianti e componenti - Definizioni e simboli

Sistemi di fissaggio

EN 1264-2 Sistemi radianti alimentati ad acqua per il riscaldamento e il raffrescamento integrati nelle strutture - Parte 2: Riscaldamento a pavimento: metodi per la determinazione della potenza termica mediante metodi di calcolo e prove

UNI EN 1264-3 Sistemi radianti alimentati ad acqua per il riscaldamento e il raffrescamento integrati nelle strutture - Parte 3: Dimensionamento

UNI EN 1264-4 Sistemi radianti alimentati ad acqua per il riscaldamento e il raffrescamento integrati nelle strutture - Parte 4: Installazione

UNI EN 1264-5 Sistemi radianti alimentati ad acqua per il riscaldamento e il raffrescamento integrati nelle strutture - Parte 5: Superfici per il riscaldamento e il raffrescamento integrate nei pavimenti, nei soffitti e nelle pareti - Determinazione della potenza termica

Isolamento acustico



UNI EN 12354 Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a Parti da 1 a 5 partire dalle prestazioni di prodotti

UNI EN ISO 140-4 Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea tra ambienti.

DIN 4109 Isolamento acustico nell'edilizia — Requisiti e certificazioni

DIN 4109/A1 Isolamento acustico nell'edilizia — Requisiti e certificazioni; modifiche A1

DIN 4109 Allegato 1 Isolamento acustico nell'edilizia — Esempi esecutivi e metodi di calcolo

Isolamento termico

Le componenti degli impianti di riscaldamento e di produzione di acqua calda destinati ad essere rivestite mediante un isolamento termico vanno montati in modo che il rivestimento possa essere applicato a regola d'arte.

Decreto del Presidente della Provincia del 2 novembre 2009 n. 51 “Regolamento sui sistemi di fissaggio”

Denunce, permessi, autorizzazioni e controlli

I disegni, i certificati e altri documenti necessari per le denunce o le richieste prescritte dalla legge vanno messi a disposizione dall'appaltatore al committente in numero conforme alle prescrizioni inerenti a denunce, permessi o autorizzazioni. Questa disposizione non si applica qualora secondo le prescrizioni di legge per le componenti di impianti la certificazione può venire sostituita con una identificazione permanente applicata sulla componente.

Prova di tenuta

Dopo il montaggio e prima della chiusura delle tracce nei muri e negli attraversamenti di muri e solai nonché eventualmente prima della posa dei massetti o di altre coperture l'appaltatore deve sottoporre l'impianto ad una prova di tenuta.

Gli impianti di riscaldamento e di produzione di acqua calda devono essere verificati con una pressione corrispondente alla pressione di taratura della valvola di sicurezza.

Gli impianti a vapore devono essere verificati con una pressione corrispondente alla pressione di taratura della valvola di sicurezza.

Per le prove di tenuta vanno redatto regolare verbale, con le seguenti indicazioni:

- data della prova,
- dati relativi all'impianto, quali luogo di installazione, pressione di esercizio massima ammissibile nel punto più basso dell'impianto,
- pressione di prova riferita alla pressione di taratura della valvola di sicurezza,
- durata di applicazione della pressione di prova,
- conferma della tenuta dell'impianto e dell'assenza di deformazioni permanenti in tutte le componenti.



Registrazione dell'impianto

L'appaltatore deve registrare le componenti dell'impianto in modo tale che siano garantite la funzionalità e le prestazioni previste e rispettate le norme di legge vigenti.

L'equilibratura idraulica va eseguita con i parametri di regolazione calcolati in modo tale che, in condizioni di esercizio conformi alle prescrizioni, quindi anche ad es. a seguito di un abbassamento della temperatura dell'ambiente o di interruzioni di funzionamento dell'impianto di riscaldamento, tutte le utenze termiche siano alimentate con acqua calda secondo il loro fabbisogno.

La regolazione dell'impianto va effettuata per il collaudo. La registrazione definitiva dei parametri specifici (temperatura di mandata, curva di riscaldamento) va effettuata alla fine del primo periodo di riscaldamento dopo l'ultimazione delle opere.

Il personale di esercizio e di manutenzione degli impianti deve essere addestrato almeno una volta dall'appaltatore.

Verifica di collaudo

Deve essere eseguita una verifica di collaudo, mentre le misure funzionali vanno effettuate solo in base a espresso accordo.

Verifica di completezza

La verifica di completezza consiste nei seguenti controlli:

- confronto della fornitura con la descrizione di capitolato sia per quanto riguarda l'entità che i materiali ed eventualmente le caratteristiche e i pezzi di ricambio,
- verifica del rispetto delle prescrizioni tecniche ed amministrative vigenti,
- verifica dell'esistenza di tutta la documentazione necessaria per la gestione dell'impianto.

Prova di funzionalità

La prova di funzionalità dell'intero impianto va effettuata nell'ambito di un esercizio di prova e comprende la verifica di:

- dispositivi di sicurezza,
- generatori di calore e superfici di riscaldamento,
- apparecchiature di regolazione e di comando.

Dopo l'esercizio di prova tutti i dispositivi di ritegno di impurità ed i filtri vanno ripuliti.

Documentazione da fornire

L'appaltatore deve predisporre la seguente documentazione e consegnarla al committente al più tardi in occasione del collaudo:

- schemi di impianto,
- schemi elettrici generali e disegni di allacciamento in conformità alla norma CEI EN 61082-1 "Preparazione



di documenti utilizzati in elettrotecnica - Parte 1: Regole”

- prospetto dei dati tecnici principali,
- copie dei prescritti certificati di prova e di produzione,
- istruzioni per l’uso e la manutenzione secondo le norme UNI EN 12170 “Impianti di riscaldamento degli edifici - Procedure per la predisposizione della documentazione per la conduzione, la manutenzione e l’esercizio - Impianti di riscaldamento che richiedono personale qualificato per la conduzione” e UNI EN 12171 “Impianti di riscaldamento degli edifici - Procedure per la predisposizione della documentazione per la conduzione, la manutenzione e l’esercizio - Impianti di riscaldamento che non richiedono personale qualificato per la conduzione”
- verbali relativi alla prova di tenuta,
- protocollo relativo alla formazione del personale di gestione e manutenzione,
- verbale relativo alla misura dei gas di scarico.

I documenti devono essere forniti al committente in triplice copia bianco e nero; a scelta del committente i disegni potranno essere eventualmente forniti anche in una unica copia riproducibile.

Prestazioni accessorie, prestazioni particolari

Prestazioni accessorie, integrative rispetto a quelle indicate nelle “Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia”, sono in particolare:

Segnatura delle tracce e degli attraversamenti, anche questi devono essere eseguiti da un’altra impresa.

Verifica della documentazione del committente e delle prestazioni.

Montaggio e smontaggio nonché messa a disposizione dei ponteggi i cui piani di lavoro si trovino ad una quota non superiore a 2 m sopra il piano di campagna o sopra il pavimento.

Predisposizione degli attraversamenti di pareti e solai senza particolari requisiti, ad eccezione delle prestazioni.

Protezione di elementi delle strutture e degli impianti contro l’insudiciamento ed il danneggiamento che possono verificarsi durante i lavori sugli impianti di riscaldamento e di riscaldamento centrale dell’acqua mediante coperture o avvolgimenti rimovibili.

Prestazioni particolari, sono per esempio:

Elaborazione dei progetti di massima, esecutivo e definitivo nonché di quello tracce e fori.

Misure particolari contro la trasmissione dei rumori e di smorzamento delle vibrazioni tra le parti dell’impianto e l’edificio.

Predisposizione di locali di soggiorno e di deposito, qualora il committente non metta a disposizione locali che possano essere chiusi facilmente.

Montaggio e smontaggio nonché messa a disposizione dei ponteggi i cui piani di lavoro si trovino ad una quota maggiore di 2 m sopra il piano campagna o il pavimento.

Lavori di scalpellatura, fresatura e foratura per il fissaggio di mensole e supporti nonché esecuzione di tracce e fori.



Adattamento di parti di impianto alle opere di altre imprese non eseguite secondo le misure prestabilite.

Attraversamenti di pareti e solai con particolari requisiti, ad es. a tenuta all'aria o al gas.

Montaggio di rosette su attraversamenti di pareti e solai.

Fornitura e montaggio di particolari strutture di fissaggio, ad es. appoggi o basamenti, punti fissi di tubazioni, appoggi di tubi con elementi scorrevoli o a rulli, gusci o selle di supporto, mensole, intelaiature di supporto.

Fornitura e montaggio di targhette di funzionalità, di identificazione e di avviso.

Verifica del cablaggio elettrico e dell'impianto di comando e regolazione nonché messa a disposizione di un tecnico per la messa in esercizio dell'impianto di comando e regolazione, qualora i lavori non siano stati eseguiti dall'appaltatore stesso.

Fornitura dei materiali di consumo e dei fluidi necessari per la prova di tenuta, per la messa in esercizio e per la prova di funzionalità.

Misure provvisorie per l'utilizzo dell'impianto o di sue parti prima del collaudo, richieste del dal committente, ad esempio riscaldamento dei massetti per la posa della pavimentazione.

Gestione dell'impianto o di sue parti.

Ulteriori prove di tenuta nonché ulteriori riempimenti — anche con fluidi antigelo — e scarico della tubazione per motivi imputabili al committente.

Verifiche speciali richieste dal committente, ad es. controllo delle saldature o della tenuta all'aria delle superfici esterne dell'edificio.

Indagini sulle acque e perizie.

Presa in carico degli oneri per le prove di collaudo prescritte per legge.

Ripetuta formazione del personale addetto all'esercizio ed alla manutenzione (vedi punto 3.5.3).

Misure funzionali ai sensi del punto 3.6.

Predisposizione dei disegni di rilievo dello stato di consistenza.

Documentazione dell'equilibratura idraulica mediante strumenti di misura e confronto con le impostazioni determinate mediante calcolo in conformità al punto 3.5.1.

Spurgo delle tubazioni di riscaldamento o di parti di impianto non rientranti nell'appalto, compresa messa a disposizione delle apparecchiature e dei materiali necessari.

Fornitura di dati e parametri relativi ai sistemi di misura, comando e regolazione di impianti e loro parti non compresi nell'appalto.

Misure particolari antincendio per lavori di saldatura e stagnatura, ad es. predisposizione di un servizio di guardia antincendio.

Provvedimenti particolari per la protezione di elementi costruttivi e parti di impianti nonché degli arredi, per es. mediante mascheratura con nastri adesivi di serramenti, pavimenti, rivestimenti, scale, opere in legno, coperture ed elementi finiti, coperture a tenuta di polvere fissate con nastri adesivi di apparecchiature delicate e strumenti tecnici, diaframmi a tenuta di polvere, posa di pannelli in fibra di legno ad alta densità o di teli protettivi per cantieri.

Misure di protezione contro le condizioni climatiche sfavorevoli.



Provvedimenti per la protezione contro il fuoco, per l'isolamento acustico e termico, per la protezione contro l'umidità e contro le radiazioni, qualora le prestazioni eccedano quelle dovute ai sensi del punto 3.

Pulizia del sottofondo da sporcizia grossolana, come residui di gesso, malta, pitture, olio, qualora essa non sia imputabile all'Appaltatore.

Realizzazione di raccordi a tenuta d'aria con elementi costruttivi adiacenti.

Contabilizzazione

La determinazione della prestazione, indipendentemente se svolta secondo il disegno o per misurazione, avviene in base alle dimensioni delle parti di impianto finite. Possono essere prese come riferimento le distinte dei pezzi.

Per opere da contabilizzare a superficie (m²)

La superficie verrà determinata con metodi geometrici rigorosi per il suo effettivo sviluppo; vengono considerate:

- su superfici con elementi costruttivi delimitanti, le dimensioni misurate fino agli elementi delimitanti intonacati e non rivestiti
- su superfici senza elementi costruttivi delimitanti, le loro dimensioni effettive.

Per opere da contabilizzare a lunghezza (m):

Le condotte vanno misurate lungo l'asse comprendendo le curve, i pezzi speciali e le attrezzature, salvo esplicita indicazione contraria nell'elenco delle prestazioni. Le curve e gli innesti a T vanno misurati fino al punto d'intersezione degli assi. Non saranno operate detrazioni in corrispondenza di attrezzature e pezzi speciali, anche se essi sono compensati a parte in base al numero (pz).

Per opere da contabilizzare a massa (kg, t)

La massa va calcolata secondo i seguenti criteri:

Verranno considerate le seguenti masse:

- per lamiere e bandella in acciaio 7,85 kg/m² per ogni mm di spessore; non verranno detratti ritagli o fori;
- per profili normalizzati, la massa secondo le norme, aumentata del 2% per compensare le tolleranze di trafilatura,
- per altri profili, la massa riportata nelle schede tecniche del produttore.

Per strutture in acciaio imbullonate, saldate o rivettate la massa calcolata secondo il precedente punto 5.3.1 va aumentata del 2%, a compenso della minuteria di fissaggio e di saldatura.