



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

Allegato alla Delib.G.R. n. 26/13 del 25.7.2023

# PREZZARIO LAVORI PUBBLICI REGIONE SARDEGNA EDIZIONE 2023

## Nota Metodologica



## Sommario

1. PREMESSA.....	4
2. LA STRUTTURA E I CONTENUTI DEL PREZZARIO REGIONALE DEI LAVORI PUBBLICI.	4
3. ORGANIZZAZIONE DEL PROCESSO E ATTIVITÀ DI COORDINAMENTO DEL PREZZARIO REGIONALE DEI LAVORI PUBBLICI.....	6
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 2023 E LA RILEVAZIONE DEI COSTI .....	8
5. L'APPLICATIVO INFORMATICO DEL PREZZARIO REGIONALE DEI LAVORI PUBBLICI...	9
6. PREZZARIO REGIONALE DEI LAVORI PUBBLICI 2023. BONUS EDILIZI, DECRETO MITE .....	9
7. LA DETERMINAZIONE DEL COSTO DELLE LAVORAZIONI.....	10
8.1 LE SPESE GENERALI, AI SENSI DELL'ART. 32, COMMA 4, DEL D.P.R. N. 207/2010.....	11
8.1.1 SPESE PER TRASPORTO .....	12
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 .....	12
8.1.3 SPESE DI INSTALLAZIONE E ESERCIZIO DELLE ATTREZZATURE E MEZZI D'OPERA .....	13
8.2 ONERI AZIENDALI DELLA SICUREZZA SOGGETTI A RIBASSO .....	13
8.3 COSTI DELLA SICUREZZA NON SOGGETTI A RIBASSO.....	14
8.4 COSTO DELLA MANODOPERA .....	15
8.5 NOLEGGIO DELLE ATTREZZATURE E DEI MACCHINARI .....	16
8.5.1 COSTO DEL CARBURANTE .....	16
8.6 COSTO DEI PRODOTTI DA COSTRUZIONE - PR.....	18
9. LE PRINCIPALI NOVITÀ DELL'EDIZIONE 2023 DEL PREZZARIO DEI LAVORI PUBBLICI DELLA SARDEGNA .....	18
10. SPECIFICHE TECNICHE DEI PRODOTTI E DELLE LAVORAZIONI .....	32
10.1 PAVIMENTAZIONI STRADALI ECOSOSTENIBILI.....	32
10.2 AMMENDANTE COMPOSTATO.....	153
10.3 CALCESTRUZZI .....	153



10.4	RICICLATI E SFRIDI DI GRANITO E CALCARE DA CAVA .....	157
10.5	ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO, INFISSI, FACCIATE TERMOVENTILATE, IMPIANTI .....	159
10.5.1	ISOLAMENTO TERMICO A CAPPOTTO.....	160
10.5.2	FACCIATE VENTILATE .....	164
10.5.3	INFISSI PVC, IN LEGNO E LEGNO-ALLUMINIO .....	167
10.5.4	IMPIANTI .....	169
10.5.5	ILLUMINAZIONE.....	183



## 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 2022, con deliberazione della Giunta regionale n. 19/23 del 21.06.2022.

L'edizione 2023 del prezzario regionale dei lavori pubblici contiene i primi recepimenti dei criteri ambientali minimi previsti dal Decreto ministeriale 23.06.2022 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.

## 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 2023 – Articoli;

Prezzario lavori pubblici Regione Sardegna 2023 - Analisi;

Prezzario lavori pubblici Regione Sardegna 2023 – 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:



<b>Famiglia risorse:</b>	<b>RU</b> – Risorse umane <b>AT</b> – Attrezzature <b>PR</b> – Prodotti <b>SL</b> – Semilavorati
<b>Tipologia lavorazioni:</b>	<b>PF.01</b> – Lavori stradali <b>PF.02</b> – Geotecnica geognostica e fondazioni speciali <b>PF.03</b> – Infrastrutture idriche e fognarie <b>PF.04</b> – Calcestruzzi <b>PF.05</b> – Opere marittime <b>PF.06</b> – Ingegneria naturalistica <b>PF.07</b> – Lavori in sotterraneo <b>PF.08</b> – Casseri e acciai strutturali <b>PF.09</b> – Impianti elettrici <b>PF.10</b> – Impianti tecnici edili <b>PF.11</b> – Prefabbricati strutturali <b>PF.12</b> – Restauro <b>PF.13</b> – Edilizia <b>PF.14</b> – Sicurezza <b>PF.15</b> – Bioedilizia <b>PF.16</b> – Prove materiali <b>PF.17</b> – Impianti fotovoltaici <b>PF.18</b> – 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 prezzario, 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 prezzario 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](mailto: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 prezzario 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 Prezzario trova nei decreti stessi le regole del suo ambito di applicazione.

Il prezzario 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 prezzi sono riferiti a lavori che si svolgono regolarmente nell'ambito regionale senza particolare difficoltà di accantieramento.

Le quotazioni delle opere compiute sono rapportate alla completa costruzione di opera di media entità per ciascuna categoria, in condizioni normali d'accesso e di rifornimento del cantiere. Tutte le lavorazioni eseguite in condizioni di particolare disagio di accesso, difficoltà di movimentazione all'interno del cantiere e di rifornimento del cantiere possono essere compensate con una maggiorazione dei prezzi.

Di seguito si riportano alcuni casi specifici in cui è ammissibile, entro dei limiti percentuali, una maggiorazione dei prezzi:

- Zone decentrate con accesso particolarmente disagiato: maggiorazione fino ad un massimo del 20%;
- Isole minori: maggiorazione fino ad un massimo del 30%.
- Centri storici: maggiorazione fino ad un massimo del 20%.
- Per i lavori da eseguirsi in edifici pubblici con attività in corso, i costi dei materiali e delle opere compiute potranno essere maggiorati: fino ad un massimo del 20% in edifici adibiti ad uffici, scuole, edifici adibiti ad uso carcerario e similari. Tali maggiorazioni tengono conto dei particolari condizioni e orari di lavoro in cui si deve operare.

Sarà cura del progettista indicare nella documentazione di progetto (es. nella relazione generale, nel computo metrico, nella documentazione economica) l'accertamento della sussistenza di determinate condizioni e



conseguentemente la maggiorazione applicate, che in ogni caso dovrà essere oggetto di controllo da parte dell'Amministrazione appaltante in fase di verifica e validazione del progetto.

Nel caso di sussistenza contemporanea di più condizioni "particolari/eccezionali", sarà cura del progettista individuare la condizione prevalente, ritenuta più idonea per il progetto specifico, posto che gli incrementi percentuali correlabili a tali condizioni "particolari/eccezionali" non sono fra loro cumulabili.

Il progettista dell'intervento dovrà motivare puntualmente l'incremento dei prezzi applicato, con adeguata documentazione giustificativa, nella quale saranno espressamente indicate le lavorazioni per le quali ricorrono le suddette condizioni e le percentuali di variazione dei prezzi applicate, nei limiti sopra indicati.

Il progettista e la stazione appaltante, nel caso in cui valuti la sussistenza di particolari condizioni nella esecuzione dei lavori, indicate sopra, sono tenuti a trasmettere copia, delle analisi dei prezzi, redatte, secondo lo schema tipologico del prezzario regionale, all'Ufficio dell'Osservatorio regionale dei contratti pubblici pec [llpp.ser@pec.regione.sardegna.it](mailto:llpp.ser@pec.regione.sardegna.it).

### **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 2023 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.

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.

## **5. 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 2023 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 2023.

## **6. PREZZARIO REGIONALE DEI LAVORI PUBBLICI 2023. 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.

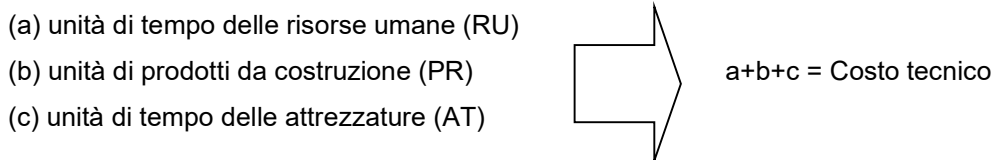
La disposizione di cui all'art. 119 comma 1 lett. a) del Decreto Rilancio, riguardo alla obbligatorietà, ai fini dell'ottenimento degli incentivi, dell'utilizzo di prodotti CAM, contribuirà certamente ad implementare l'aggiornamento delle filiere produttive: "I materiali isolanti utilizzati devono rispettare i criteri ambientali minimi di cui al decreto del Ministro della transizione ecologica 23 giugno 2022.

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 2023 del prezzario regionale della Sardegna prosegue in linea con l'edizione 2022 nell'implementare con nuovi prodotti e materiali ecostenibili (calcestruzzi CAM, impianti illuminazione a energia solare, prodotti in terra cruda, in canapa). 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..

## 7. 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 presposto 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 provvisionali 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'installazione 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 provvisoriale, 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 provvisoriale 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 dlgs 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 dlgs 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 Prezzario 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 (dal 13% al 17%), 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 smi, 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 2023 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.

L'edizione 2023 del prezzario regionale della Sardegna ricomprende nelle analisi delle diverse tipologie il nuovo inserimento del costo della manodopera riferito al Settore metalmeccanico-impiantistico (Decreto direttoriale n.



37 del 23.08.2022).

Il riconoscimento retributivo del lavoratore corrisponde ai minimi tabellari previsti dal CCNL, integrati con le quote derivati dalle contrattazioni di secondo livello (CIR, aziendali, territoriali ecc.) variabili in funzione dell'inquadramento e dalle mansioni svolte: sono stati individuati 5 livelli:

5° livello/Specializzati super: si intendono quegli operai che, in possesso di specifici titoli professionali e delle patenti necessarie, svolgono, con conoscenze tecnico-pratiche e competenza professionale acquisita anche con esperienza aziendale, attività complesse e di rilevante specializzazione;

4° livello/Operai specializzati: si intendono quegli operai che, in possesso o non di titoli rilasciati da scuole professionali, svolgono con conoscenze tecnico-pratiche e capacità, lavori complessi che richiedono esperienza e professionalità;

3° livello/Operai qualificati super: si intendono quegli operai in possesso delle conoscenze e capacità professionali dell'operaio qualificato che, in possesso o non di titoli rilasciati da scuole professionali, siano in grado di svolgere mansioni polivalenti e tali da permettere loro di gestire singoli processi produttivi e/o di lavorazione;

2° livello/Operai qualificati: si intendono quegli operai che, in possesso o non di titoli rilasciati da scuole professionali, svolgono, con un certo grado di conoscenze tecnico-pratiche e di capacità professionali, compiti esecutivi variabili;

1° livello/Operai comuni: si intendono quegli operai che, non in possesso di particolari conoscenze o requisiti tecnico-operativi, svolgono lavori generici e semplici nonché tutte le altre attività che non possono essere ricomprese nei livelli superiori.

## **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 2023 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 05 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;

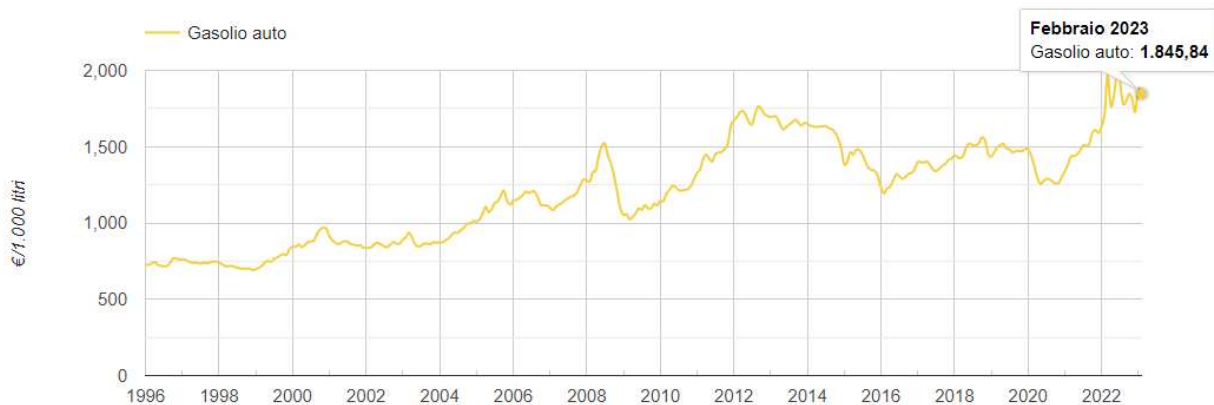
ammontare IVA;

ammontare accisa;

prezzo al netto di IVA e Accisa.

Il costo per litro di gasolio è stato desunto dalle analisi pubblicate dal MITE e MISE, relativo al costo dei carburanti rilevati nel mese di febbraio 2023.

### Andamento del prezzo medio mensile fino alla rilevazione di Febbraio 2023



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%.



<b>Prodotto</b>	<b>Prezzo</b>	<b>Accisa</b>	<b>IVA</b>	<b>Netto</b>
<b>Gasolio</b>	<b>1,84584</b>	<b>0,6174</b>	<b>0,3328</b>	<b>0,89564</b>

Valore del costo unitario per litro di gasolio =  $1,84584 / 1,22 = 1,51298$  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. 598868/RU del 22 dicembre 2022 (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 64,18 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 =  $1,51298 - 0,6418 = 1,4488$  Euro/litro

## 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 2023, 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 2023 DEL PREZZARIO DEI LAVORI PUBBLICI DELLA SARDEGNA

Le principali novità del Prezzario 2023 consistono nell'inserimento dei seguenti nuovi codici di voci di costo Di seguito i nuovi codici di PR, AT, RU e PF inseriti nel prezzario 2023.

<b>N.</b>	<b>NUOVO CODICE</b>	<b>CAPITOLO</b>
1	AT.0003.0001.0004	ATTREZZATURE E MEZZI NAUTICI
2	AT.0003.0001.0005	
3	AT.0003.0001.0006	
4	AT.0003.0001.0007	
5	AT.0003.0001.0008	
6	AT.0003.0001.0009	
7	AT.0003.0001.0010	



N.	NUOVO CODICE	CAPITOLO
8	AT.0003.0001.0011	
9	AT.0003.0001.0012	
10	AT.0003.0006.0001	ATTREZZATURE - STRUMENTAZIONI SCIENTIFICHE
11	AT.0003.0006.0002	
12	AT.0003.0006.0003	
13	AT.0003.0006.0004	
14	AT.0006.0008.0001	NOLO PONTEGGI AUTOSOLLEVANTI
15	AT.0006.0008.0002	
16	AT.0006.0008.0003	
17	AT.0006.0008.0004	
18	AT.0006.0008.0005	
19	AT.0006.0008.0006	NOLO PONTEGGI SOSPESI
20	AT.0006.0009.0001	
21	AT.0006.0009.0002	
22	AT.0006.0009.0003	NOLO PIATTAFORMA DI TRASPORTO
23	AT.0006.0010.0001	
24	AT.0006.0010.0002	
25	AT.0006.0010.0003	
26	AT.0006.0010.0004	
27	AT.0006.0010.0005	
28	AT.0006.0010.0006	MANODOPERA - ALTRO PERSONALE SPECIALIZZATO
29	RU.0002.0001.0003	
30	RU.0002.0001.0004	
31	RU.0002.0001.0005	
32	RU.0002.0001.0006	
33	RU.0002.0001.0007	
34	RU.0002.0001.0008	
35	RU.0002.0001.0009	MALTE E INTONACI CONFORMI AI CAM
36	PR.0004.0005.0001.	
37	PR.0004.0005.0002	
38	PR.0004.0005.0003	
39	PR.0004.0005.0004	MALTA E INTONACI IN TERRA CRUDA
40	PR.0004.0006.0001	
41	PR.0004.0006.0002	
42	PR.0004.0006.0003	MALTA E INTONACI IN LEGNO DI CANAPA
43	PR.0004.0007.0001.	
44	PR.0004.0007.0002	
45	PR.0004.0007.0003	
46	PR.0004.0007.0004	
47	PR.0004.0007.0005	



N.	NUOVO CODICE	CAPITOLO
48	PR.0004.0007.0006	
49	PR.0005.0005.0004	SPECIALE, DRENANTE, ECOSOSTENIBILE CONFORME AI CAM
50	PR.0005.0005.0005	
51	PR.0005.0005.0006	
52	PR.0005.0005.0007	
53	PR.0005.0005.0008	
54	PR.0005.0005.0009	
55	PR.0006.0010.0001	
56	PR.0006.0010.0002	
57	PR.0006.0010.0003	
58	PR.0006.0010.0004	
59	PR.0006.0010.0005	
60	PR.0006.0010.0006	
61	PR.0006.0010.0007	
62	PR.0006.0010.0008	
63	PR.0006.0010.0009	
64	PR.0006.0010.0010	
65	PR.0006.0010.0011	
66	PR.0006.0010.0012	
67	PR.0006.0010.0013	
68	PR.0006.0010.0014	
69	PR.0006.0010.0015	
70	PR.0006.0010.0016	
71	PR.0006.0010.0017	
72	PR.0006.0010.0018	
73	PR.0006.0010.0019	
74	PR.0015.0009.0001	PITTURA A BASE DI CANAPA
75	PR.0020.0003.0001	TUBI PVC-O
76	PR.0020.0003.0002	
77	PR.0020.0003.0003	
78	PR.0020.0003.0004	
79	PR.0020.0003.0005	
80	PR.0020.0003.0006	
81	PR.0020.0003.0007	
82	PR.0020.0003.0008	
83	PR.0020.0003.0009	
84	PR.0020.0003.0010	
85	PR.0020.0003.0011	
86	PR.0020.0003.0012	
87	PR.0020.0003.0013	



<b>N.</b>	<b>NUOVO CODICE</b>	<b>CAPITOLO</b>
88	PR.0020.0003.0014	
89	PR.0020.0003.0015	
90	PR.0020.0003.0016	
91	PR.0020.0003.0017	
92	PR.0020.0003.0018	
93	PR.0020.0003.0019	
94	PR.0020.0003.0020	
95	PR.0020.0003.0021	
96	PR.0020.0003.0022	
97	PR.0020.0003.0023	
98	PR.0020.0003.0024	
99	PR.0020.0003.0025	
100	PR.0020.0003.0026	
101	PR.0020.0003.0027	
102	PR.0020.0003.0028	
103	PR.0020.0003.0029	
104	PR.0020.0003.0030	
105	PR.0020.0003.0031	
106	PR.0020.0003.0032	
107	PR.0020.0003.0033	
108	PR.0020.0003.0034	
109	PR.0020.0003.0035	
110	PR.0020.0003.0036	
111	PR.0020.0003.0037	
112	PR.0020.0003.0038	
113	PR.0020.0003.0039	
114	PR.0020.0003.0040	
115	PR.0020.0003.0041	
116	PR.0020.0003.0042	
117	PR.0020.0003.0043	
118	PR.0020.0003.0044	
119	PR.0020.0003.0045	
120	PR.0020.0003.0046	
121	PR.0020.0003.0047	
122	PR.0020.0003.0048	
123	PR.0020.0003.0049	
124	PR.0020.0003.0050	
125	PR.0020.0003.0051	
126	PR.0020.0003.0052	
127	PR.0020.0003.0053	



N.	NUOVO CODICE	CAPITOLO	
128	PR.0020.0003.0054		
129	PR.0020.0003.0055		
130	PR.0020.0003.0056		
131	PR.0020.0003.0057		
132	PR.0020.0003.0058		
133	PR.0020.0003.0059		
134	PR.0020.0003.0060		
135	PR.0020.0003.0061		
136	PR.0020.0003.0062		
137	PR.0020.0003.0063		
138	PR.0020.0003.0064		
139	PR.0020.0003.0065		
140	PR.0020.0004.0001		RACCORDI IN PVC-O
141	PR.0020.0004.0002		
142	PR.0020.0004.0003		
143	PR.0020.0004.0004		
144	PR.0020.0004.0005		
145	PR.0020.0004.0006		
146	PR.0020.0004.0007		
147	PR.0020.0004.0008		
148	PR.0020.0004.0009		
149	PR.0020.0004.0010		
150	PR.0020.0004.0011		
151	PR.0020.0004.0012		
152	PR.0020.0004.0013		
153	PR.0020.0004.0014		
154	PR.0020.0004.0015		
155	PR.0020.0004.0016		
156	PR.0020.0004.0017		
157	PR.0020.0004.0018		
158	PR.0020.0004.0019		
159	PR.0020.0004.0020		
160	PR.0020.0004.0021		
161	PR.0020.0004.0022		
162	PR.0020.0004.0023		
163	PR.0020.0004.0024		
164	PR.0020.0004.0025		
165	PR.0020.0004.0026		
166	PR.0020.0004.0027		
167	PR.0020.0004.0028		



N.	NUOVO CODICE	CAPITOLO
168	PR.0020.0004.0029	
169	PR.0020.0004.0030	
170	PR.0020.0004.0031	
171	PR.0020.0004.0032	
172	PR.0020.0004.0033	
173	PR.0020.0004.0034	
174	PR.0020.0004.0035	
175	PR.0020.0004.0036	
176	PR.0020.0004.0037	
177	PR.0020.0004.0038	
178	PR.0020.0004.0039	
179	PR.0020.0004.0040	
180	PR.0020.0004.0041	
181	PR.0020.0004.0042	
182	PR.0020.0004.0043	
183	PR.0020.0004.0044	
184	PR.0020.0004.0045	
185	PR.0020.0004.0046	
186	PR.0020.0004.0047	
187	PR.0020.0004.0048	
188	PR.0020.0004.0049	
189	PR.0020.0004.0050	
190	PR.0020.0004.0051	
191	PR.0020.0004.0052	
192	PR.0020.0004.0053	
193	PR.0020.0004.0054	
194	PR.0020.0004.0055	
195	PR.0020.0004.0056	
196	PR.0020.0004.0057	
197	PR.0020.0004.0058	
198	PR.0020.0004.0059	
199	PR.0020.0004.0060	
200	PR.0020.0004.0061	
201	PR.0021.0003.0001	TUBAZIONE SPIRALATE IN POLIETILENE
202	PR.0021.0003.0002	
203	PR.0021.0003.0003	
204	PR.0021.0003.0004	
205	PR.0021.0003.0005	
206	PR.0021.0003.0006	
207	PR.0021.0003.0007	



<b>N.</b>	<b>NUOVO CODICE</b>	<b>CAPITOLO</b>
208	PR.0021.0003.0008	
209	PR.0021.0003.0009	
210	PR.0021.0003.0010	
211	PR.0021.0003.0011	
212	PR.0021.0003.0012	
213	PR.0021.0003.0013	
214	PR.0021.0003.0014	
215	PR.0021.0003.0015	
216	PR.0021.0003.0016	
217	PR.0021.0003.0017	
218	PR.0021.0003.0018	
219	PR.0021.0003.0019	
220	PR.0021.0003.0020	
221	PR.0021.0003.0021	
222	PR.0021.0003.0022	
223	PR.0021.0003.0023	
224	PR.0021.0003.0024	
225	PR.0021.0003.0025	
226	PR.0021.0003.0026	
227	PR.0021.0003.0027	
228	PR.0021.0003.0028	
229	PR.0021.0003.0029	
230	PR.0021.0003.0030	
231	PR.0021.0003.0031	
232	PR.0021.0003.0032	
233	PR.0021.0003.0033	
234	PR.0021.0003.0034	
235	PR.0021.0003.0035	
236	PR.0021.0003.0036	
237	PR.0021.0003.0037	
238	PR.0021.0003.0038	
239	PR.0021.0003.0039	
240	PR.0021.0003.0040	
241	PR.0021.0003.0041	
242	PR.0021.0003.0042	
243	PR.0021.0003.0043	
244	PR.0021.0003.0044	
245	PR.0021.0003.0045	
246	PR.0021.0003.0046	
247	PR.0021.0003.0047	





<b>N.</b>	<b>NUOVO CODICE</b>	<b>CAPITOLO</b>
248	PR.0021.0003.0048	
249	PR.0021.0003.0049	
250	PR.0021.0003.0050	
251	PR.0021.0003.0051	
252	PR.0021.0003.0052	
253	PR.0021.0003.0053	
254	PR.0021.0003.0054	
255	PR.0021.0003.0055	
256	PR.0021.0003.0056	
257	PR.0022.0001.0026	
258	PR.0022.0002.0019	TUBI IN GHISA - TUBO PER FOGNATURA - GIUNTO ANTISFILAMENTO
259	PR.0022.0002.0020	
260	PR.0022.0002.0021	
261	PR.0022.0002.0022	
262	PR.0022.0005.0001	TUBO IN GHISA - TUBO ACQUA - GIUNTO STANDARD
263	PR.0022.0005.0002	
264	PR.0022.0005.0003	
265	PR.0022.0005.0004	
266	PR.0022.0005.0005	
267	PR.0022.0005.0006	
268	PR.0022.0005.0007	
269	PR.0022.0005.0008	
270	PR.0022.0005.0009	
271	PR.0022.0005.0010	
272	PR.0022.0005.0011	
273	PR.0022.0005.0012	
274	PR.0022.0005.0013	
275	PR.0022.0005.0014	
276	PR.0022.0005.0015	
277	PR.0022.0005.0016	
278	PR.0022.0006.0001	TUBO IN GHISA - TUBO PER FOGNATURA - GIUNTO STANDARD
279	PR.0022.0006.0002	
280	PR.0022.0006.0003	
281	PR.0022.0006.0004	
282	PR.0022.0006.0005	
283	PR.0022.0006.0006	
284	PR.0022.0006.0007	
285	PR.0022.0006.0008	
286	PR.0022.0006.0009	
287	PR.0022.0006.0010	



N.	NUOVO CODICE	CAPITOLO
288	PR.0022.0006.0011	
289	PR.0022.0006.0012	
290	PR.0022.0006.0013	
291	PR.0022.0006.0014	
292	PR.0022.0006.0015	
293	PR.0022.0006.0016	
294	PR.0022.0007.0001	TUBO IN GHISA - TUBO ACQUA - RIVESTIMENTO IN RESINA TERMOPLASTICA - GIUNTO STANDARD E ANTISFILAMENTO
295	PR.0022.0007.0002	
296	PR.0022.0007.0003	
297	PR.0022.0007.0004	
298	PR.0022.0007.0005	
299	PR.0022.0007.0006	
300	PR.0022.0007.0007	
301	PR.0022.0007.0008	
302	PR.0022.0007.0009	
303	PR.0022.0007.0010	
304	PR.0022.0007.0011	
305	PR.0022.0007.0012	
306	PR.0023.0001.00015	
307	PR.0023.0001.00016	
308	PR.0023.0001.00017	
309	PR.0023.0001.00018	
310	PR.0023.0001.00019	
311	PR.0023.0001.00020	
312	PR.0023.0001.00021	SEGNALI STRADALI
313	PR.0032.0001.0018	
314	PR.0032.0001.0019	
315	PR.0032.0001.0020	
316	PR.0032.0001.0021	
317	PR.0032.0001.0022	
318	PR.0032.0001.0023	
319	PR.0032.0001.0024	
320	PR.0032.0001.0025	
321	PR.0032.0001.0026	
322	PR.0032.0001.0027	
323	PR.0032.0001.0028	
324	PR.0032.0001.0029	
325	PR.0032.0001.0030	
326	PR.0032.0001.0031	



<b>N.</b>	<b>NUOVO CODICE</b>	<b>CAPITOLO</b>	
327	PR.0032.0001.0032		
328	PR.0032.0001.0033		
329	PR.0032.0001.0034		
330	PR.0032.0001.0035		
331	PR.0032.0001.0036		
332	PR.0032.0001.0037		
333	PR.0032.0001.0038		
334	PR.0032.0001.0039		
335	PR.0032.0001.0040		
336	PR.0032.0001.0041		
337	PR.0032.0001.0042		
338	PR.0032.0001.0043		
339	PR.0032.0001.0044		
340	PR.0032.0001.0045		
341	PR.0032.0001.0046		
342	PR.0032.0001.0047		
343	PR.0032.0001.0048		
344	PR.0032.0001.0049		
345	PR.0032.0001.0050		
346	PR.0032.0001.0051		
347	PR.0032.0001.0052		
348	PR.0032.0001.0053		
349	PR.0032.0001.0054		
350	PR.0032.0001.0055		
351	PR.0037.0001.0020		LATERIZI E BLOCCHI PER MURATURE
352	PR.0037.0001.0021		
353	PR.0037.0001.0022		
354	PR.0037.0001.0023		
355	PR.0037.0001.0024		
356	PR.0037.0001.0025		
357	PR.0037.0004.0012	BLOCCO TERMOLATERIZIO	
358	PR.0037.0006.0001	LATERIZI E BLOCCHI IN TERRA CRUDA	
359	PR.0037.0006.0002		
360	PR.0037.0006.0003		
361	PR.0037.0007.0001	LATERIZI E BLOCCHI IN CANAPA	
362	PR.0037.0007.0002		
363	PR.0037.0007.0003		
364	PR.0037.0007.0004		
365	PR.0037.0007.0005		
366	PR.0038.0007.0001	LASTRE RADIANTI IN TERRA CRUDA	



N.	NUOVO CODICE	CAPITOLO
367	PR.0038.0007.0002	
368	PR.0039.0013.0001	MATERIALI TERMOISOLANTI - SISTEMI A CAPPOTTO - PANNELLI TERMOISOLANTI IN CANAPA CAM - PANNELLI TERMOISOLANTI IN CANAPA CAM
369	PR.0039.0013.0002	
370	PR.0039.0013.0003	
371	PR.0039.0013.0004	
372	PR.0039.0013.0005	
373	PR.0039.0013.0006	
374	PR.0039.0013.0007	
375	PR.0039.0013.0008	
376	PR.0039.0013.0009	
377	PR.0039.0013.0010	
378	PR.0039.0013.0011	
379	PR.0039.0014.0001	MATERIALI TERMOISOLANTI - SISTEMI A CAPPOTTO - PANNELLI E LASTRE TERMOISOLANTI IN TERRA CRUDA
380	PR.0039.0014.0002	
381	PR.0039.0015.0001	MATERIALI TERMOISOLANTI - SISTEMI A CAPPOTTO - PANNELLI E LASTRE TERMOISOLANTI IN CANAPA E JUTA CAM
382	PR.0039.0015.0002	
383	PR.0039.0015.0003	
384	PR.0039.0015.0004	
385	PR.0039.0015.0005	
386	PR.0039.0015.0006	
387	PR.0039.0015.0007	
388	PR.0039.0015.0008	
389	PR.0049.0004.0026	ARMATURA STRADALE CON CORPO IN ALLUMINIO
390	PR.0049.0004.0027	ARMATURA STRADALE CON CORPO IN ALLUMINIO
391	PR.0049.0004.0028	ARMATURA STRADALE CON CORPO IN ALLUMINIO
392	PR.0049.0004.0029	ARMATURA STRADALE CON CORPO IN ALLUMINIO
393	PR.0049.0004.0030	ARMATURA STRADALE CON CORPO IN ALLUMINIO
394	PR.0049.0019.0001	TORRI FARO
395	PR.0049.0019.0002	TORRI FARO
396	PR.0049.0019.0003	TORRI FARO
397	PR.0049.0019.0004	TORRI FARO
398	PR.0049.0019.0005	TORRI FARO
399	PR.0049.0019.0006	TORRI FARO
400	PR.0049.0019.0007	TORRI FARO
401	PR.0049.0019.0008	TORRI FARO
402	PR.0049.0019.0009	TORRI FARO
403	PR.0049.0019.0010	TORRI FARO
404	PR.0049.0019.0011	TORRI FARO
405	PR.0049.0019.0012	TORRI FARO



<b>N.</b>	<b>NUOVO CODICE</b>	<b>CAPITOLO</b>
406	PR.0049.0019.0013	TORRI FARO
407	PR.0049.0019.0014	TORRI FARO
408	PR.0049.0019.0015	TORRI FARO
409	PR.0049.0019.0016	TORRI FARO
410	PR.0049.0019.0017	TORRI FARO
411	PR.0049.0019.0018	TORRI FARO
412	PR.0049.0019.0019	TORRI FARO
413	PR.0049.0019.0020	TORRI FARO
414	PR.0049.0019.0021	TORRI FARO
415	PR.0049.0019.0022	TORRI FARO
416	PR.0049.0019.0023	TORRI FARO
417	PR.0049.0019.0024	TORRI FARO
418	PR.0049.0019.0025	TORRI FARO
419	PR.0049.0019.0026	TORRI FARO
420	PR.0049.0019.0027	TORRI FARO
421	PR.0049.0019.0028	TORRI FARO
422	PR.0049.0019.0029	TORRI FARO
423	PR.0049.0019.0030	TORRI FARO
424	PR.0049.0019.0031	TORRI FARO
425	PR.0049.0019.0032	TORRI FARO
426	PR.0049.0019.0033	TORRI FARO
427	PR.0049.0019.0034	TORRI FARO
428	PR.0049.0019.0035	TORRI FARO
429	PR.0049.0019.0036	TORRI FARO
430	PR.0049.0019.0037	TORRI FARO
431	PR.0049.0019.0038	TORRI FARO
432	PR.0049.0019.0039	TORRI FARO
433	PR.0049.0019.0040	TORRI FARO
434	PR.0049.0019.0041	TORRI FARO
435	PR.0049.0019.0042	TORRI FARO
436	PR.0049.0019.0043	TORRI FARO
437	PR.0049.0019.0044	TORRI FARO
438	PR.0049.0019.0045	TORRI FARO
439	PR.0049.0019.0046	TORRI FARO
440	PR.0049.0019.0047	TORRI FARO
441	PR.0049.0019.0048	TORRI FARO
442	PR.0049.0019.0049	TORRI FARO
443	PR.0049.0019.0050	TORRI FARO
444	PR.0049.0019.0051	TORRI FARO
445	PR.0049.0022.0001	CORPI ILLUMINANTI LED



<b>N.</b>	<b>NUOVO CODICE</b>	<b>CAPITOLO</b>
446	PR.0049.0022.0002	CORPI ILLUMINANTI LED
447	PR.0049.0022.0003	CORPI ILLUMINANTI LED
448	PR.0049.0022.0004	CORPI ILLUMINANTI LED
449	PR.0049.0022.0005	CORPI ILLUMINANTI LED
450	PR.0049.0022.0006	CORPI ILLUMINANTI LED
451	PR.0049.0022.0007	CORPI ILLUMINANTI LED
452	PR.0049.0022.0008	CORPI ILLUMINANTI LED
453	PR.0049.0022.0009	CORPI ILLUMINANTI LED
454	PR.0049.0022.0010	CORPI ILLUMINANTI LED
455	PR.0049.0022.0011	CORPI ILLUMINANTI LED
456	PR.0049.0022.0012	CORPI ILLUMINANTI LED
457	PR.0049.0022.0013	CORPI ILLUMINANTI LED
458	PR.0049.0022.0014	CORPI ILLUMINANTI LED
459	PR.0049.0022.0015	CORPI ILLUMINANTI LED
460	PR.0049.0022.0016	CORPI ILLUMINANTI LED
461	PR.0049.0022.0017	CORPI ILLUMINANTI LED
462	PR.0049.0022.0018	CORPI ILLUMINANTI LED
463	PR.0049.0022.0019	CORPI ILLUMINANTI LED
464	PR.0049.0022.0020	CORPI ILLUMINANTI LED
465	PR.0049.0022.0021	CORPI ILLUMINANTI LED
466	PR.0049.0022.0022	CORPI ILLUMINANTI LED
467	PR.0049.0022.0023	CORPI ILLUMINANTI LED
468	PR.0049.0022.0024	CORPI ILLUMINANTI LED
469	PR.0049.0022.0025	CORPI ILLUMINANTI LED
470	PR.0049.0022.0026	CORPI ILLUMINANTI LED
471	PR.0049.0022.0027	CORPI ILLUMINANTI LED
472	PR.0049.0022.0028	CORPI ILLUMINANTI LED
473	PR.0049.0022.0029	CORPI ILLUMINANTI LED
474	PR.0049.0022.0030	CORPI ILLUMINANTI LED
475	PR.0049.0022.0031	CORPI ILLUMINANTI LED
476	PR.0049.0022.0032	CORPI ILLUMINANTI LED
477	PR.0049.0022.0033	CORPI ILLUMINANTI LED
478	PR.0085.0002.0001	FACCIAE VENTILATE
479	PR.0085.0002.0002	
480	PR.0087.0001.0003	INFISSI LEGNO-ALLUMINIO
481	PF.0020.0001.0001	BONIFICA DA ORDIGNI BELLICI RESIDUALI - SUBACQUEA
482	PF.0020.0001.0002	
483	PF.0020.0001.0003	
484	PF.0020.0001.0004	
485	PF.0020.0002.0001	BONIFICA DA ORDIGNI BELLICI RESIDUALI - TERRESTRE



N.	NUOVO CODICE	CAPITOLO
486	PF.0020.0002.0002	
487	PF.0020.0002.0003	
488	PF.0020.0002.0004	
489	PF.0020.0002.0005	
490	PF.0020.0002.0006	
491	PF.0014.0009.0015	
492	PF.0014.0009.0016	
493	PF.0014.0009.0017	
494	PF.0014.0009.0018	
495	PF.0013.0024.0003	INFISSI IN LEGNO-ALLUMINIO
496	PF.0009.0026.0001	TORRI FARO
497	PF.0009.0026.0002	
498	PF.0009.0026.0003	
499	PF.0009.0026.0004	
500	PF.0009.0026.0005	
501	PF.0009.0026.0006	
502	PF.0009.0026.0007	
503	PF.0009.0026.0008	
504	PF.0009.0026.0009	
505	PF.0009.0026.0010	

Inoltre, nel prezzario 2023 sono state apportate le correzioni di refusi, errori, aggiornamenti normativi nella descrizione dei prodotti elementari e dei prodotti finiti.

Con riferimento ai costi elementari dei prodotti elementari da costruzione, l'edizione 2023 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/producenti 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 dalle analisi statistiche dei dati Istat, riferite all'indicatore "Indice dei prezzi alla produzione dell'industria", in termini



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

di variazione percentuale dei codici Ateco.

## **10. SPECIFICHE TECNICHE DEI PRODOTTI E DELLE LAVORAZIONI**

### **10.1 PAVIMENTAZIONI STRADALI ECOSOSTENIBILI**

NORME TECNICHE

PER PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO





## Sommario

Art. 1.	Ecobase ad elevata duttilità con rigenerazione in sito o in impianto mediante emulsione bituminosa modificata	34
Art. 2.	Base in conglomerato bituminoso ad elevate prestazioni con bitume tal quale e compound polimerico per la modifica dry (PMA)	39
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)	50
Art. 4.	Binder in conglomerato bituminoso ad elevate prestazioni con bitume Tal Quale e compound polimerico per la modifica dry (PMA)	62
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)	73
Art. 6.	Usura in conglomerato bituminoso ad elevate prestazioni con bitume Tal Quale e compound polimerico per la modifica dry (PMA)	84
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)	94
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)	107
Art. 9.	Usura in conglomerato bituminoso colorato	118
Art. 10.	Usura in conglomerato sintetico confezionato con legante neutro ed aggregato lapideo pregiato	128
Art. 11.	Trattamento superficiale di colorazione	135
Art. 12.	Trattamento superficiale protettivo antikerosene	136
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	136
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)	141



## NORME TECNICHE

### 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 ÷ 70 (Classe 3)
Residuo al setaccio (0,5 mm)	UNI EN 1429	%	≤ 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	%	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 25 (LA25)
Particelle frantumate	UNI EN 933 - 5	---	≥ 60 C60/10
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367 - 1	%	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 (F1)
Dimensione Max	UNI EN 933 - 1	mm	40
Passante allo 0,063	UNI EN 933 - 1	%	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 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	%	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 75 (SE75)
Contenuto di fini	UNI EN 933 - 1	%	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 10 (f10)

#### 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
Diametro 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/mm <sup>2</sup>	≥ 0,35
Coefficiente di Trazione Indiretta a 25°C (UNI EN 12697 - 23)	N/mm <sup>2</sup>	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/m<sup>2</sup> (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 situ ( $\gamma$  situ), nel 95% dei punti controllati (con volumometro o prelievo di carote), non deve essere inferiore al 95% del valore di riferimento ( $\gamma$  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/mm<sup>2</sup> ed il Coefficiente di trazione indiretta CTI non deve essere inferiore a 60 N/mm<sup>2</sup>.

Il modulo di rigidezza alla temperatura di 20°C determinato in configurazione di trazione indiretta (UNI EN 12697 - 26) con deformazione imposta di 2  $\mu$ 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/mm<sup>2</sup>.

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/mm<sup>2</sup>.

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

Il modulo dinamico  $E_{vd}$  dopo la compattazione non deve essere inferiore a 70 N/mm<sup>2</sup> 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.

## 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. 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. 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 (LA25)
Superfici frantumate	UNI EN 933-5	---	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)

#### 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 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 <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup>	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 Miscela

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	$600 \pm 3$
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)	%	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 5		
Vuoti a N1 (UNI EN 12697-8)	%	$\leq 15$ (Vmax15)		
Vuoti a N2 (UNI EN 12697-8)	%	$3 \div 6$ (Vmin3-Vmax6)		
Vuoti a N3 (UNI EN 12697-8)	%	$\geq 2$ (Vmin2)		
Resistenza a Trazione Indiretta a 25°C (UNI EN 12697-23)	N/mm <sup>2</sup>	$0,90 \div 1,90$	$1,10 \div 2,10$	$1,30 \div 2,30$
Coefficiente di Trazione Indiretta a 25°C	N/mm <sup>2</sup>	$75 \div 250$	$75 \div 250$	$75 \div 250$
Perdita di Resistenza a Trazione Indiretta a 25°C (UNI EN 12697-12)	%	$\geq 85$ (ITSR85)	$\geq 85$ (ITSR85)	$\geq 85$ (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. 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  $0,35 \div 0,50$  kg/m<sup>2</sup> (corrispondente a  $0,60 \div 0,80$  kg/m<sup>2</sup> 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 solleva 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 ÷ 0,45 kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo (corrispondente a 0,50 ÷ 0,75 kg/m<sup>2</sup> 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 = $\pm 3$ 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.			



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;

Marchatura 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. 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 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. 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 (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 (F15)
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) 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 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 <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup>	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 ÷ 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	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 (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	≤ 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'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. 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 ÷ 0,50 kg/m<sup>2</sup> (corrispondente a 0,60 ÷ 0,80 kg/m<sup>2</sup> 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	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.			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	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.			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
*						
<p>1. Curva granulometrica: rispetto la prequalifica sono ammessi i seguenti scostamenti: aggregato grosso = <math>\pm 3</math> punti percentuali; aggregato fino = <math>\pm 2</math> punti percentuali; passante al setaccio UNI 0,063 mm = <math>\pm 1,5</math> punti percentuali.</p> <p>2. Percentuale di bitume: rispetto la prequalifica è tollerato uno scostamento di <math>\pm 0,25</math> punti percentuali.</p>						



## 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 “Miscela bituminosa: 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	%	<input type="checkbox"/> 25 (LA25)
Superfici frantumate	UNI EN 933-5	---	C95/1
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 (F1)
Affinità bitume-aggregato (Spogliamento)	UNI EN 12697-11	%	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 5
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	---	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 20 (SI20)
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	---	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 15 (FI15)
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	%	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 (f1)
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	%	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 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	%	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 70 (SE70)
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	%	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 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 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 <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup>	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 la 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 (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. 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  $0,35 \div 0,50$  kg/m<sup>2</sup> (corrispondente a  $0,60 \div 0,80$  kg/m<sup>2</sup> 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	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 = $\pm 3$ 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.		





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 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. 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 <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup>	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 Miscela

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'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. 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 rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 60	3

Il dosaggio deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,35 ÷ 0,50 kg/m<sup>2</sup> (corrispondente a 0,60 ÷ 0,80 kg/m<sup>2</sup> 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	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.			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	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.			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



\*

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.

## 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 (ormaie).

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. 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	<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. 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 <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup>	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  $3 \pm 6\%$ .

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	$600 \pm 3$
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)	%	$\leq 15$ (Vmax15)		
Vuoti a N2 (UNI EN 12697-8)	%	$3 \div 6$ (Vmin3-Vmax6)		
Vuoti a N3 (UNI EN 12697-8)	%	$\geq 2$ (Vmin2)		
Resistenza a Trazione Indiretta a 25°C (UNI EN 12697-23)	N/mm <sup>2</sup>	$0,90 \div 1,90$	$1,10 \div 2,10$	$1,30 \div 2,340$
Coefficiente di Trazione Indiretta a 25°C	N/mm <sup>2</sup>	$75 \div 250$	$75 \div 250$	$75 \div 250$
Perdita di Resistenza a Trazione Indiretta a 25°C (UNI EN 12697-12)	%	$\geq 85$ (ITSR85)	$\geq 85$ (ITSR85)	$\geq 85$ (ITSR85)
Rigidezza (UNI EN 12697-26 – Annesso C - IT-CY)				
T=5°C	N/mm <sup>2</sup>	$10.000 \div 23.000$	$12.000 \div 25.000$	$14.000 \div 27.000$
T=20°C	N/mm <sup>2</sup>	$4.000 \div 10.000$	$6.000 \div 12.000$	$8.000 \div 14.000$
T=40°C	N/mm <sup>2</sup>	$600 \div 2.300$	$800 \div 3.000$	$1000 \div 3.700$

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	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
Aderenza	Pavimentazione	Aderenza trasversale puntuale (Pendulum Test Value) ogni 100 m di stesa	PTV** $\geq 60$
<p>* 1. Curva granulometrica: rispetto la prequalifica sono ammessi i seguenti scostamenti: aggregato grosso = <math>\pm 3</math> punti percentuali; aggregato fino = <math>\pm 2</math> punti percentuali; passante al setaccio UNI 0,063 mm = <math>\pm 1,5</math> punti percentuali.</p> <p>2. Percentuale di bitume: rispetto la prequalifica è tollerato uno scostamento di <math>\pm 0,25</math> 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>			

## 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 (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 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&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 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 <sup>3</sup>	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  $0,1 \div 0,3\%$  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	$2 \div 5$
Densità	ISO 1133	g/cm <sup>3</sup>	$0,7 \div 0,9$
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'	$4 \div 10$

Il dosaggio del prodotto deve variare in funzione della modifica da effettuare e delle prestazioni meccaniche da raggiungere ( $4\% \div 10\%$  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 rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 60	3

Il dosaggio deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a  $0,35 \div 0,50$  kg/m<sup>2</sup> (corrispondente a  $0,60 \div 0,80$  kg/m<sup>2</sup> 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	Preso 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
Macrorugosità	Pavimentazione	Altezza in sabbia*** ogni 100 m di stesa	HS** $\geq 0,45$	Pavimentazione	Altezza in sabbia*** ogni 100 m di stesa	HS** $\geq 0,45$
Aderenza	Pavimentazione	Aderenza trasversale*** in continuo (CAT) per ogni stesa oppure puntuale (BPN) ogni 100 m di stesa	CAT20 $\geq 0,55$ BPN $\geq 62$	Pavimentazione	Aderenza trasversale*** in continuo (CAT) per ogni stesa oppure puntuale (BPN) ogni 100 m di stesa	CAT20 $\geq 0,55$ BPN $\geq 62$

\* 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  $CAT_{20} = (CAT_t / (0,548 + (44,69 / (t + 80))))$



## 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 (ormaie).

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. 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	%	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 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	%	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 (F1)
Affinità bitume-aggregato (Spogliamento)	UNI EN 12697-11	%	<input type="checkbox"/>
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	---	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 20 (SI20)
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	---	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 15 (FI15)
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	%	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 (f1)
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	%	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 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	%	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 70 (SE70)
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	%	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 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 <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup>	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 Miscela

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  $3 \pm 6\%$ .

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	$600 \pm 3$
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 (Vmax14)
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/mm <sup>2</sup>	1,30 ÷ 2,40
Coefficiente di Trazione Indiretta a 25°C	N/mm <sup>2</sup>	60 ÷ 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 <sup>2</sup>	12.000 ÷ 27.000
T=20°C, Def.=5µm, Freq.=2Hz, Coeff.P.=0,35	N/mm <sup>2</sup>	6.000 ÷ 14.000
T=40°C, Def.=5µm, Freq.=2Hz, Coeff.P.=0,35	N/mm <sup>2</sup>	700 ÷ 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 ÷ 0,50 kg/m<sup>2</sup> (corrispondente a 0,60 ÷ 0,80 kg/m<sup>2</sup> 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 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 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 ±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. 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	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 m <sup>2</sup> di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela* e secondo tabella di riferimento precedente
Carote	Pavimentazione	Ogni 2.000 m <sup>2</sup> 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



- \* 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.
- \*\* La verifica dell'aderenza trasversale deve essere effettuata in un periodo temporale compreso tra il 15° e 180° giorno dall'apertura al traffico.



## 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 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
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	%	<input type="checkbox"/> 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	%	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 (F1)
Affinità bitume-aggregato (Spogliamento)	UNI EN 12697-11	%	<input type="checkbox"/>
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	---	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 20 (SI20)
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	---	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 15 (FI15)
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	%	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 (f1)
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	%	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 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)
Equivalenti in sabbia	UNI EN 933-8	%	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 70 (SE70)
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	%	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 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)





### 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/cm3	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 <sup>3</sup>
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  $3 \pm 6\%$ .

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	$600 \pm 3$
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)	%	$\square\square 5$	$\square\square 5$
Vuoti a N1 (UNI EN 12697-8)	%	$\leq 14 (V_{max14})$	$\leq 14 (V_{max14})$
Vuoti a N2 (UNI EN 12697-8)	%	$3 \div 6 (V_{min3}-V_{max6})$	$4 \div 8 (V_{min3}-V_{max6})$
Vuoti a N3 (UNI EN 12697-8)	%	$\geq 2 (V_{min2})$	$\geq 2 (V_{min2})$
Resistenza a Trazione Indiretta a 25°C (UNI EN 12697-23)	N/mm <sup>2</sup>	$0,70 \div 1,40$	$0,70 \div 1,20$
Coefficiente di Trazione Indiretta a 25°C	N/mm <sup>2</sup>	$60 \div 250$	$60 \div 250$
Perdita di Resistenza a Trazione Indiretta a 25°C (UNI EN 12697-12)	%	$\geq 90 (ITSR90)$	$\geq 90 (ITSR90)$
Modulo di Rigidezza IT-CY a 20 °C (UNI EN 12697-26)	N/mm <sup>2</sup>	$>3.000$	$>2.800$



#### 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  $0,60 \div 0,80$  kg/m<sup>2</sup> (corrispondente a  $1,00 \div 1,30$  kg/m<sup>2</sup> di emulsione bituminosa) nel caso di nuove costruzioni e ricariche, di  $0,70 \div 0,90$  kg/m<sup>2</sup> (corrispondente a  $1,20 \div 1,50$  kg/m<sup>2</sup> 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	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
Aderenza	Pavimentazione	Aderenza trasversale puntuale (Pendulum Test Value) ogni 100 m di stesa	PTV** $\geq 60$
<p>* 1. Curva granulometrica: rispetto la prequalifica sono ammessi i seguenti scostamenti: aggregato grosso = <math>\pm 3</math> punti percentuali; aggregato fino = <math>\pm 2</math> punti percentuali; passante al setaccio UNI 0,063 mm = <math>\pm 1,5</math> punti percentuali.</p> <p>2. Percentuale di bitume: rispetto la prequalifica è tollerato uno scostamento di <math>\pm 0,25</math> 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>			



## USURA IN CONGLOMERATO SINTETICO CONFEZIONATO CON LEGANTE NEUTRO ED AGGREGATO LAPIDEO PREGIATO

### Art. 10.1 Descrizione

Confezionato con legante neutro, il conglomerato sintetico permette di ottenere una pavimentazione dall'aspetto naturale, di pregio architettonico e dotata di elevato valore ecosostenibile e paesaggistico (indicato per zone pedonali, aree parco, marciapiedi, strade private, piste ciclabili, campi sportivi, ecc.). La maggiore albedo del conglomerato sintetico e la possibilità di una pigmentazione brillante, consentono il miglioramento della sicurezza del traffico in zone a rischio (aree di sosta, incroci, corsie di emergenza, ecc.) e la visibilità della superficie stradale (gallerie, ecc.).

Lo spessore dello strato dell'usura è determinato dalla fase progettuale ed è compreso tra 3 ÷ 6 cm, salvo diverse indicazioni della Direzione dei Lavori.

Tutti gli studi delle miscele riguardanti i lavori riportati nelle Norme Tecniche d'Appalto eseguiti dalle imprese esecutrici, dovranno essere presentati alla Direzione dei 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. 10.2 Materiali costituenti

#### Legante

Il legante è di tipo bi-componente, composto da una frazione solida ed una liquida. Entrambi i prodotti devono essere aggiunti agli aggregati lapidei caldi (150-170°C) durante la fase di miscelazione all'interno del mescolatore dell'impianto ed il tempo di miscelazione non deve essere inferiore a 40 secondi.

La quantità di legante sul peso totale degli aggregati lapidei dovrà essere compresa tra il 6 ÷ 8 %, in funzione della curva granulometrica utilizzata.

Componente solida		
Aspetto		solido in granuli
Colore		giallo - ambrato
Densità apparente 25°C		0,5 – 0,8 g/cm <sup>3</sup>

Componente liquida		
Aspetto		liquido
Colore		giallo-ambrato
Densità a 25°C		0,8 – 0,9 g/cm <sup>3</sup>
Viscosità a 25°C		150 - 250 cP

Resina		
Proprietà	Norma EN	Valore
Penetrazione a 25°C	EN 1426	70-100 dmm
Punto di rammollimento	EN 1427	>70°C
Ritorno elastico a 25°C	EN 13398	>80°C
Punto di rottura Frass	EN 12593	<-5°C
Valori dopo RTFOT	EN 12607-1	
Penetrazione residua	EN 1426	>70%





REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

Incremento del punto di rammollimento	EN 1427	<5°C
---------------------------------------	---------	------



## Aggregati

Gli inerti lapidei impiegati nel conglomerato sintetico 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 inerti dovrà essere costituita da aggregati grossi, fini e filler d'apporto.

### Aggregato grosso

L'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori/uguali ai 2 mm) deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti (ammessi solo per aree pedonali/ciclabili), da elementi naturali tondeggianti frantumati e da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa, purchè, per ogni tipologia, siano soddisfatti i requisiti indicati nella seguente tabella:

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 alla levigabilità	UNI EN 1097-8	---	□□44 (PSV44)
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	□□1 (F1)
Affinità legante-aggregato (Spogliamento)	UNI EN 12697-11	%	□□5
Indice di forma	UNI EN 933-4	---	□□20 (SL20)
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	---	□□15 (FI15)

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. I grani di aggregato non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

### 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 (ES75)
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	%	□□15
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	N.P.
Limite liquido	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	□□25

### Filler di Additivazione

Per ottenere un risultato estetico ottimale, l'additivo minerale (Filler) deve essere costituito solo da Carbonato di Calcio e dovrà avere i seguenti requisiti:



Filler di Additivazione			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Passante setaccio UNI 0,063 mm	UNI EN 933-10	%	100
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12		N.P.
Anello e biglia (Stiffening Power) Rapporto filler/legante = 1,5	UNI EN 13179-1	DR&B	8÷25 (DR&B8/25)

L'analisi granulometrica sull'additivo dovrà essere eseguita secondo la Norma UNI EN 933-10.

#### Art. 10.3 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:

Fuso Granulometrico		
Serie setacci UNI EN	Passante minimo [%]	Passante massimo [%]
20	100	100
16	90	100
12,5	66	86
8	52	72
4	34	54
2	25	40
1	17	40
0,5	10	22
0,25	6	16
0,063	4	8

La quantità di legante sintetico deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo Marshall ed il conglomerato confezionato dovrà garantire i seguenti requisiti:

Requisito	Unità di misura	Valori	Norma di riferimento
Stabilità Marshall	kN	≥ 5	EN 12697-34
Rigidezza Marshall (Stabilità/Scorrimento)	kN/mm	>1,5	EN 12697-34
Percentuale di vuoti	%	3 ÷ 6	EN 13697-8
Perdita di stabilità dopo 15 gg. in acqua	%	< 25	CNR 30/73

#### Art. 10.4 Confezionamento delle miscele

Il conglomerato sintetico deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati e di tipo discontinuo,



di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte con una costante e mirata manutenzione. 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. 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. L'impresa appaltatrice dovrà avere un approvvigionamento costante e monitorato di tutti i materiali necessari.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. 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 garantita e compresa tra 150°C e 170°C. 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.

Dopo che è avvenuto lo scarico degli aggregati nel mescolatore, dovrà essere aggiunto il legante neutro. L'immissione del legante neutro deve avvenire mediante dispositivi meccanici servo assistiti collegati all'impianto di produzione, in modo tale da garantire con precisione la quantità prevista, anche in presenza di variazioni della quantità della miscela prodotta. Qualora non fosse possibile disporre l'impianto di un sistema automatizzato, sarà possibile aggiungere il legante manualmente attraverso lo sportello del mescolatore all'impianto, solo dopo approvazione da parte della Direzione dei Lavori. La produzione del conglomerato sintetico neutro dovrà avvenire rispettando lo schema seguente:

Scarico degli aggregati lapidei nel mescolatore;

Aggiunta della quantità prestabilita di legante neutro solido;

Aggiunta della quantità prestabilita di legante neutro liquido;

Aggiunta dell'additivo minerale (Filler);

Miscelazione per almeno 40 secondi;

Scarico del conglomerato sintetico.

È molto importante, prima di iniziare la produzione del conglomerato sintetico, pulire al meglio il mescolatore e il silos di stoccaggio dalle tracce di bitume nero che potrebbero compromettere il colore neutro finale del conglomerato. Tale pulizia può essere eseguita effettuando alcune mescole utilizzando esclusivamente gli aggregati caldi senza l'aggiunta di nessun tipo di legante, sino a quando gli aggregati in uscita dal mescolatore risultano perfettamente puliti.

#### Art. 10.5 PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI DI STESA



Il piano di posa, soprattutto se costituito da calcestruzzo o da un conglomerato bituminoso invecchiato, deve essere opportunamente ripulito da polvere, terra o materiali sciolti che possono pregiudicare l'adesione del conglomerato sintetico. Il piano di posa sarà trattato con una emulsione speciale sintetica (Tipo ITERGRIP-S). La mano d'attacco dovrà avere caratteristiche riportate nella seguente tabella:

Mano d'Attacco – Emulsione sintetica				
Requisito	Norma	Unità di misura	Valore	Classe
<b>Emulsione</b>				
Polarità delle particelle	UNI EN 1430	---	+	2
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	---	>170	2
Contenuto di legante (per contenuto d'acqua)	UNI EN 1428	%	63 ÷ 67	6
Contenuto olio distillato	UNI EN 1431	%	≤ 2	6
Tempo di efflusso (2 mm @ 40°C)	UNI EN 12846-1	s	15÷70	3
Residuo al setaccio (0,5 mm)	UNI EN 1429	%	≤ 0,5	3
Adesività	UNI EN 13614	%	≥ 90	3
<b>legante sintetico</b>				
Penetrazione @ 25 °C	UNI EN 1426	0,1 mm	≤ 150	4
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 50	4

Il dosaggio deve essere tale che il legante sintetico residuo risulti pari a 0,30-0,60 kg/m<sup>2</sup>.

#### Art. 10.6 POSA IN OPERA DELLE MISCELE

La posa in opera dei conglomerati neutri sarà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento; inoltre, la macchina deve essere adeguatamente ripulita dal bitume di precedenti lavorazioni, onde inficiare il colore neutro dello strato d'usura.

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.

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 sintetico dall'impianto di produzione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci. Comunque, sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e la formazione di crostoni.



Controllata immediatamente dietro la finitrice, la temperatura della miscela all'atto della stesa dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 140°C.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali potranno pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro e di norma non al di fuori dell'intervallo di temperature 10°C ÷ 40°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 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 5 mm.

Il conglomerato neutro sarà steso sul piano sottostante solo dopo che la Direzione dei Lavori avrà accertato con esito favorevole la sua rispondenza nei valori di quota, sagoma e compattezza specificati nel progetto.

#### Art. 10.7 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 del conglomerato neutro sintetico 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.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella tabella successiva.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione sarà utilizzato per i controlli, l'altro resterà a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Campione	Ubicazione prelievo	Frequenza prove	Requisiti da controllare
Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m3 di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m3 di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente



Filler	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m3 di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Legante sintetico	Cisterna	Settimanale oppure ogni 2500 m3 di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
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 500 m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Carote	Pavimentazione	Ogni 1000 m di fascia di stesa	Contenuto di legante sintetico e vuoti secondo studio di prequalifica e secondo tabella di riferimento precedente
Macrorugosità	Pavimentazione	Altezza in sabbia*** ogni 100 m di stesa	HS** $\geq 0,4$
Aderenza	Pavimentazione	Aderenza trasversale*** in continuo (CAT) per ogni stesa oppure puntuale (BPN) ogni 100 m di stesa	CAT20 $\geq 0,55$ BPN $\geq 60$
Regolarità	Pavimentazione	Regolarità in continuo (IRI) oppure puntuale con asta rettilinea lunga 4 m posta sulla pavimentazione in ogni direzione ( $\Delta$ )	IRI $\leq 1,2$ mm/km $\Delta \leq 4$ mm
<p>* 1. Curva granulometrica: rispetto la prequalifica sono ammessi i seguenti scostamenti:          aggregato grosso = <math>\pm 5</math> punti percentuali;          aggregato fino = <math>\pm 2</math> punti percentuali;          passante al setaccio UNI 0,063 mm = <math>\pm 1,5</math> punti percentuali.</p> <p>2. Percentuale di legante sintetico: rispetto la prequalifica è tollerato uno scostamento di <math>\pm 0,25</math> 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 CATt deve essere riportato alla temperatura di riferimento a 20°C secondo la seguente formula  <math display="block">CAT20 = CATt / (0,548 + (44,69 / (t+80)))</math></p>			

## Trattamento superficiale di colorazione

### Art. 11.1 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 <sup>3</sup>

#### Dosaggio e applicazione

Il dosaggio varia da 2 - 5 kg/m<sup>2</sup> 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.

#### Trattamento superficiale protettivo antikerosene

##### Art. 12.1 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. 12.2 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 <sup>3</sup>

#### Dosaggio e applicazione

Il dosaggio varia da 2 - 5 kg/m<sup>2</sup> 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.

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. 13.1 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 m<sup>2</sup>). 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. 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. 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 bituminose: 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 dosata 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 <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup>

\* 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. 13.3 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. 13.4 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. 13.5 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 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.

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 colmataura 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.



## 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. 7.1 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. 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 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)
Equivalenti 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	<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. 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 <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup>	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. 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 [%]	
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  $3 \div 6\%$ .

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	---	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. 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 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 ÷ 0,50 kg/m<sup>2</sup> (corrispondente a 0,60 ÷ 0,80 kg/m<sup>2</sup> 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 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. 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	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.			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				Contenitori	Giornaliera oppure ogni 2500 m3 di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente



	verificare i requisiti dichiarati presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e ss.mm. ed ii.					
Conglomerato bituminoso sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera	Caratteristiche 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	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
Macrorugosità	Pavimentazione	Altezza in sabbia*** ogni 100 m di stesa	$HS^{**} \geq 0,45$	Pavimentazione	Altezza in sabbia*** ogni 100 m di stesa	$HS^{**} \geq 0,45$
Aderenza	Pavimentazione	Aderenza trasversale*** in continuo (CAT) per ogni stesa oppure puntuale (BPN) ogni 100 m di stesa	$CAT20 \geq 0,55$ $BPN \geq 62$	Pavimentazione	Aderenza trasversale** in continuo (CAT) per ogni stesa oppure puntuale (BPN) ogni 100 m di stesa	$CAT20 \geq 0,55$ $BPN \geq 62$
Pavimentazione	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.	$100 \times IS300p / IS300A \leq 92\%^{****}$

\* 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 SCIM, 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 materia 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.

Nel prezzario sono presenti due voci di ammendanti compostati provenienti dagli impianti siti nel territorio regionale e prodotti da rifiuti organici di origine

- 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 2023, è stato effettuato un aggiornamento delle voci relative ai calcestruzzi inserendo i calcestruzzi di tipo drenante e i calcestruzzi conformi ai CAM.

### 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.

#### 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<sub>max</sub><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 RICICLATI E SFRIDI DI GRANITO E CALCARE DA CAVA**

Nel prezzo regionale sono contenute le 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 scarica 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 fantumazione 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 perimetrare 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, nel prezzario regionale dei lavori pubblici sono presenti gli aggregati da granulati da C&D e da C&D di solo calcestruzzo idoneo, ai sensi della norma UNI 12960 all'utilizzo di opere in ingegneria civile con dimensioni granulometriche differenti.

## **10.5 ISOLAMENTI TERMICI A CAPPOTTO, INFISSI, FACCIATE TERMOVENTILATE, IMPIANTI**

Il 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 della transizione ecologica nella documentazione progettuale e di gara.

In particolare con il DM 23 giugno 2022 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. 23 giugno 2022. 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

Nel prezzario 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 di cui al d.m. 23.06.2022 (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  $\lambda$  compresa tra 0,035 e 0,037 W/mK, resistenza a trazione  $\geq 100$  KPa, resistenza a compressione  $\geq 100$  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 D.M. 23 giugno 2022 (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  $\lambda_D$  compreso tra 0,030 e 0,031 W/mK, resistenza a trazione  $\geq 100$  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 d.m. 23 giugno 2022 (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 d.m. 23 giugno 2022 (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)  $\geq 10$  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 d.m. 23 giugno 2022 (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. 23.06.2022 "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 ed eseguita secondo gli standard del sistema ETICS – External Thermal Insulation Composite System, denominato ETA004 secondo il riferimento normativo europeo, rispondente ai requisiti CAM di cui al d.m. 23 giugno 2022 (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  $\geq 1.0$  kN – Coefficiente di conducibilità termica puntuale ( $\chi_p$ )  $\leq 0.002$  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.

Nel prezzo regionale 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/m<sup>3</sup>, conducibilità termica



$\lambda$  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/m<sup>3</sup>, conducibilità termica  $\lambda$  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 cappello 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/mm <sup>2</sup> .
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/mm <sup>2</sup> . 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/mm <sup>2</sup> . 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.0 085.0 001.0 004.	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 sabbato con spessore di 8 mm. Le lastre sono fornite con quanto occorre per il fissaggio alla struttura sottostante.
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



001.0 005.	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.	SOVRAPREZZO/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

Nel prezzario regionale 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 $U_w \leq 1,40$ W/m <sup>2</sup> K, prestazione acustica $R_w > 36$ 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 squadra. 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 $U_w \leq 1,40$ W/m <sup>2</sup> K, prestazione acustica $R_w > 36$ 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 cassonetto in legno coibentato. Escluso il controtelaio. Valutato a mq sulla luce architettonica del vano dell'infisso.
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.0 087.0 001.0 003	INFISSO ESTERNO DI FINESTRA/PORTAFINESTRA A UNA O PIU' ANTE IN LEGNO-ALLUMINIO, ESSENZA DI MERANTI, 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.0084.000 1.	INFISSI ESTERNI IN PVC
PR.0084.000 1.0001.	Infisso di finestra, ad 1 anta (anta-ribalta), in PVC, BIANCO $R_w > 36 \text{ dB}$ , $U_f < 1,4 \text{ w}/(\text{mqK})$ ..... Misurato a mq.
PR.0084.000 1.0002.	Infisso di finestra, ad 1 anta (anta-ribalta), in PVC, FINITURA EFFETTO LEGNO $R_w > 36 \text{ dB}$ , $U_f < 1,4 \text{ w}/(\text{mqK})$ r..... Misurato a mq.
PR.0084.000 1.0003.	Infisso di finestra, a 2 ante (anta-ribalta), in PVC, BIANCO $R_w > 36 \text{ dB}$ , $U_f < 1,4 \text{ w}/(\text{mqK})$ ..... Misurato a mq.
PR.0084.000 1.0004.	Infisso di finestra, a 2 ante (anta-ribalta), in PVC, FINITURA EFFETTO LEGNO $R_w > 36 \text{ dB}$ , $U_f < 1,4 \text{ w}/(\text{mqK})$ ..... Misurato a mq.





PR.0084.000 1.0005.	Infisso 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 1.0006.	Infisso di portafinestra, ad 1 anta (anta-ribalta), in PVC, FINITURA EFFETTO LEGNO $R_w > 36$ dB, $U_f < 1,4$ w/(mqK) ..... Misurato a mq.
PR.0084.000 1.0007.	Infisso 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 1.0008.	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

Nel prezzario regionale 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**

Sono state inserite n. 4 nuove voci:

Presenza tipo 2 a parete da 3.7 kw per ricarica monofase

Presenza tipo 2 a parete da 7.4 kw per ricarica monofase

Presenza tipo 2 a parete da 11 kw per ricarica trifase

Presenza tipo 2 a parete da 22 kw per ricarica trifase

- **Pompa di calore per produzione di acs con accumulo integrato**

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**

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**

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**

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 è 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 23 giugno 2022, punto 2.4.4

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 aeraulici 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, secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 15780.

#### 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 interrato 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 a 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.

Presenza 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 (m<sup>2</sup>)

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/m<sup>2</sup> 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.

## 10.5.5 ILLUMINAZIONE

### TORRI FARO

Le torri faro con piattaforma fissa sono delle strutture di illuminazione pubblica in grado di sostenere proiettori luminosi ed, eventualmente, altri accessori.

Consigliate per le installazioni ove si dispone di personale idoneo ad effettuare la manutenzione in quota dei



riflettori e dei loro accessori, sono dotate di scala a pioli, eventuale guardiacorpo o sistema anticaduta omologato per la salita in quota dell'operatore.

La definizione delle caratteristiche della torre faro necessaria per un determinato impianto di illuminazione prevede:

- altezza fuori terra del punto di installazione dei proiettori, misurata dal piano di illuminazione al punto centrale del proiettore considerato. Nel caso di proiettori installati su due file sovrapposte è opportuno valutare l'altezza media;
- quantità di proiettori e loro dimensioni caratteristiche, necessarie per calcolare la superficie totale dei proiettori esposta al vento e verificare l'idoneità di staffe e accessori per consentirne una corretta installazione;
- disposizione dei proiettori (a 360° per illuminare uniformemente tutta l'area circostante la torre, a 180° per illuminare solo una parte dell'area circostante la torre, o secondo schema specifico per illuminare un settore ben definito). Questo dato influisce sul calcolo della superficie equivalente totale esposta al vento;
- caratteristiche del terreno per il dimensionamento del blocco di cls su cui installare la torre. Il blocco di fondazione può essere realizzato:
  - con foro di adeguato diametro e profondità per l'alloggiamento della parte iniziale dello stelo della torre (infissione diretta);
  - con tirafondi annegati nel cls per il fissaggio della piastra di base della torre;
- condizione di ventosità nella zona di installazione, necessario per definire gli sforzi agenti sulla torre e sui proiettori e, di conseguenza, individuare la prestazione della torre, secondo la norma Eurocodice UNI ENV 1991-2-4 riportata nel DM 16/1/96 "*Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi*" e "*Circolare del Ministero dei lavori pubblici n° 156.AA.GG/STC*";

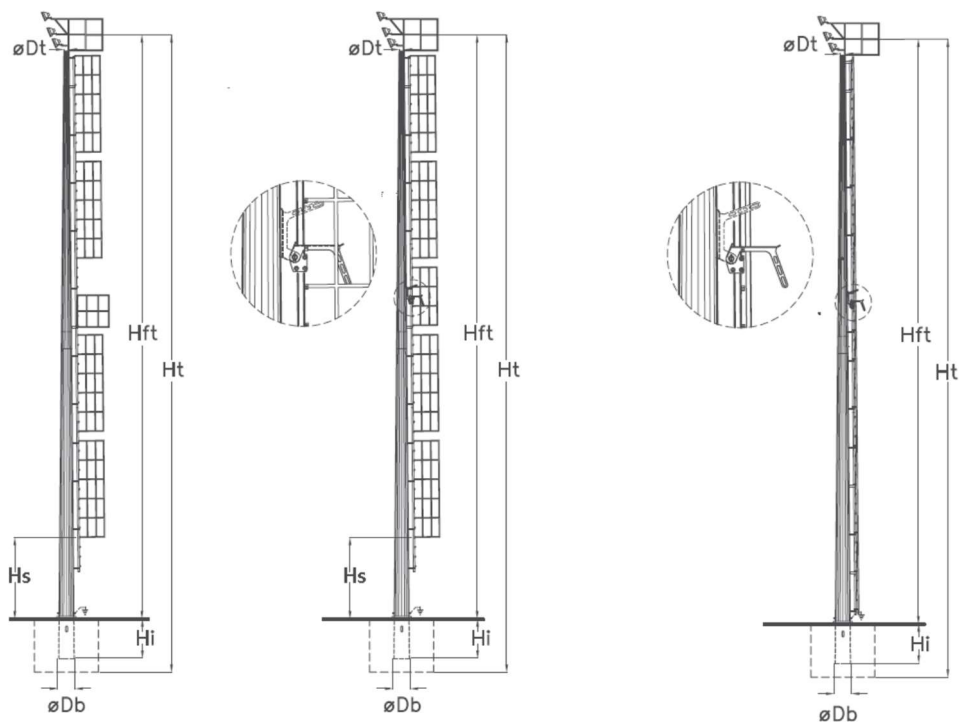
Le torri faro devono essere adatte per le zone geografiche n.5 e 6 di cui al D.M. 16/01/1996.

Variano da un'altezza di 17 metri sino a 30 metri, diametri di base e testa variabili. Sono realizzate con elementi tubolari tronco piramidali in lamiera di acciaio secondo la norma UNI EN 10025 (steli), zincatura a caldo secondo la norma UNI EN 1461.

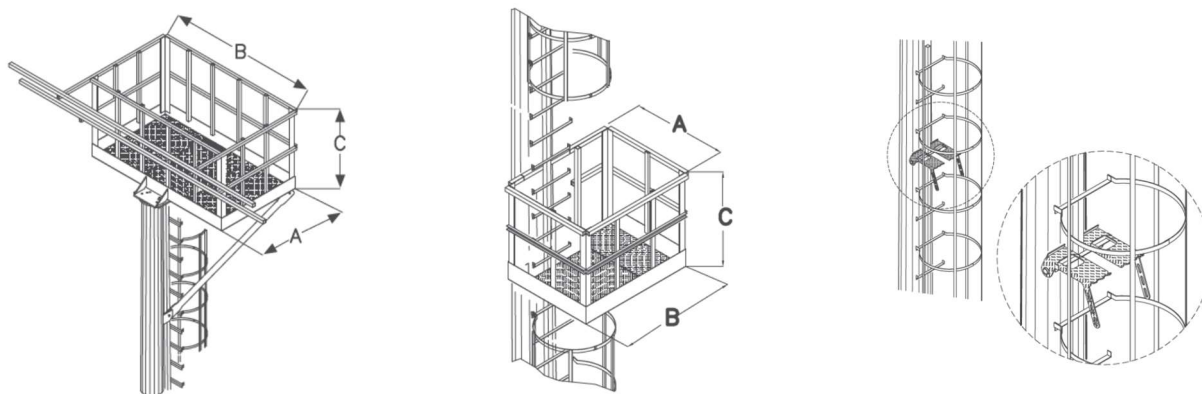
Pressopiegata e saldata longitudinalmente con procedimento di saldatura certificato IIS e montati in opera mediante infissione diretta o con piastra di base e tirafondi.

Sono dotate di protezione antisalita con lucchetto, scala a pioli portatile, provvista di ganci di attacco al primo scalino della scala a pioli, botola di ispezione, n.2 attacchi di messa a terra e n.2 asole di entrata cavi.





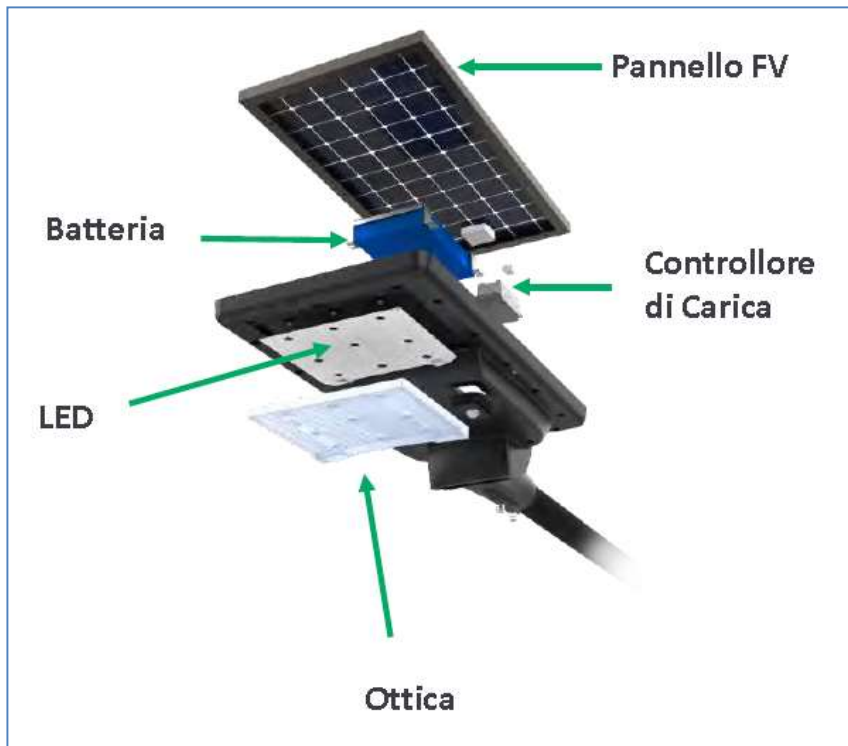
Alle torri faro devono essere installati la piattaforma di lavoro e di sostegno dei proiettori, i terrazzini e le pedane ribaltabili di riposo, la staffa per la piattaforma e le staffe di fissaggio proiettori.

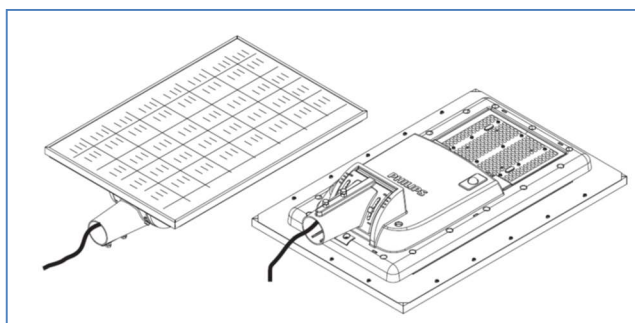




## ARMATURE STRADALI

Gli apparecchi per illuminazione stradale solare integrati sono armature stradali illuminanti LED ad energia solare (installazione autonoma) per illuminazione stradale, dotati di batteria al litioferro-fosfato, pannello solare e controllore di carica integrati in un unico dispositivo, in grado di garantire la massima sostenibilità ambientale e il massimo risparmio energetico. Il corpo in alluminio pressofuso è estremamente resistente e di lunga durata. La staffa di montaggio è progettata appositamente per l'installazione al palo di sostegno sia in modalità testa-palo che laterale, garantendo la massima flessibilità e consentendo diversi angoli di inclinazione.





Ideali per ambienti in cui non ci siano stringenti vincoli normativi come piste ciclabili, aree periferiche delle città, parcheggi e campeggi, ma anche per strade pedonali, zone rurali, parchi, piazze, uffici, scuole, centri commerciali, campus aziendali, industrie.

L'apparecchio, configurabile tramite per dispositivo mobile per mezzo del ricevitore bluetooth, è disponibile anche nella versione hybrid consentendo la combinazione solare-rete elettrica che consentono di andare oltre agli eventuali limiti dell'irraggiamento solare insufficiente nel periodo invernale.

Il flusso luminoso in conformità alla norma UNI 11248 varia tra 3000/4500/6000 lumen con efficienza luminosa sino a 175 lumen/watt, potenza da 17/25 watt e ottica MR per illuminazione stradale.

È dotato di Controller di carica della batteria con tecnologia MPPT, profilo di regolazione del flusso preimpostato con sensore di movimento PIR, Funzione di autodiagnostica con indicatori LED di carica.

### PANNELLI LED INDOOR WIRELESS

I Pannello LED per l'illuminazione indoor con sensore di presenza consentono di raggiungere l'effetto di illuminazione natural un risparmio energetico immediato grazie anche al sensore di presenza, ed una elevata affidabilità.

La tipologia di installazione può essere a plafone, sospensione o incasso.



Di dimensione variabile possono essere realizzati in acciaio zincato o policarbonato, con bordo in alluminio e diffusore in polistirene o policarbonato.

Il sensore wireless integrato nel corpo illuminante consente il controllo da remoto attraverso applicazione dedicata per dispositivo mobile, in grado di gestire fino a n.200 dispositivi wireless per rete, 64 gruppi e zone, 16 scene di luce per gruppo.

Il flusso luminoso raggiunge valori superiori a 5000 lumen, temperatura di colore 3000-4000 kelvin, con potenze variabili anche inferiori a 22 watt.

Il fattore di abbagliamento UGR è pari a 19, CRI non inferiore a 80.

Viene garantita la conformità alle norme EN 12464.

I pannelli sono inoltre abbinabili ad interruttore a muro wireless e a Modem Wireless Gateway. Cablaggio elettronico 230/240V - 50/60Hz.

## PANNELLI LED

I corpi illuminanti LED, adatti agli ambienti interni lavorativi, sono apparecchi per l'illuminazione che garantiscono un collegamento rapido, una distribuzione ottimale della luce nell'ambiente in cui sono installati ed il massimo confort visivo grazie ad un basso valore del fattore UGR.

L'UGR (Unified Glare Rating) è un indice unificato in campo internazionale, sviluppato dalla CIE (Commission International de l'Eclairage), per la valutazione dell'abbagliamento diretto derivante dall'impianto di illuminazione. La norma europea per l'illuminazione dei posti di lavoro in interni UNI-EN 12464-1 richiede un valore UGR specifico per ogni applicazione, compreso tra 10 e 30: più basso è il valore, minore è l'abbagliamento. Il valore esatto di tale indice è da calcolare su progetto in quanto dipende dalla disposizione degli apparecchi illuminanti, dalle caratteristiche dell'ambiente (dimensioni, riflessioni) e dal punto di osservazione.

Il corpo dell'apparecchio può essere realizzato in lamiera d'acciaio stampato con montaggio in appoggio sui traversini o stampato ad iniezione in policarbonato autoestinguente.

Dotati di tecnologia LED di ultima generazione compresa tra 1921 lumen e 4456 lumen, temperatura di colore 4000K, CRI90, potenza apparecchio compresa tra 16 e 37 W, mantenimento del flusso luminoso al 90% sino 80.000 ore, dimensioni variabili.

I prodotti sono realizzati in conformità alle vigenti norme EN60598-1 CEI 34-21, EN 60529 e EN12464.

