



MINISTERO  
DELLE  
INFRASTRUTTURE



MINISTERO  
DEI  
TRASPORTI

E.N.A.C.

ENTE NAZIONALE per L'AVIAZIONE CIVILE

Committente Principale



Opera

PROGETTO DEFINITIVO

NUOVA PISTA DI VOLO 12-30, TAXIWAYS E APRONS

Titolo tavola

DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DI PROGETTO

CODICE COMMESSA	FASE	REV.	DATA 1^ EMISSIONE	SCALA	N° RELAZIONE
000 00 00	PD	0.0	Agosto 2015	----	1.08

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

COMMITTENTE PRINCIPALE:



ACCOUNTABLE MANAGER  
Dott. Vittorio Fanti

POST HOLDER PROGETTAZIONE  
Ing. Veronica Ingrid D'Arienzo

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  
Ing. Vincenzo Capalbo

GRUPPO DI PROGETTAZIONE:



DIRETTORE TECNICO  
Ing. Roberto Naldi

PROJECT MANAGER  
Ing. Vincenzo Capalbo



Arch. Gerardo Pucciarello  
Ing. Gustavo Favaron

PROGETTAZIONE SPECIALISTICA:

## INDICE

<b>INDICE</b> .....	<b>I</b>
<b>INDICE DELLE TABELLE</b> .....	<b>IV</b>
<b>1. PREMESSA</b> .....	<b>1</b>
<b>2 PAVIMENTAZIONI AEROPORTUALI</b> .....	<b>2</b>
2.1 STRATO DI USURA ANTISKID (SMA) CON BITUME HARD E FIBRORINFORZATO .....	2
2.1.1 <i>Materiali</i> .....	2
2.1.1.1 Legante bituminoso.....	2
2.1.1.2 Aggregati .....	3
2.1.2 <i>Miscela</i> .....	5
2.1.3 <i>Requisiti prestazionali</i> .....	7
2.1.3.1 Studio di Fattibilità con Pressa Giratoria.....	7
2.1.3.2 Studio di Fattibilità con Metodo Marshall .....	8
2.1.4 <i>Produzione e posa in opera</i> .....	8
2.1.4.1 Accettazione delle miscele .....	9
2.1.4.2 Predisposizioni.....	9
2.1.4.3 Produzione.....	10
2.1.4.4 Posa in opera delle miscele.....	10
2.1.5 <i>Specifiche di controllo</i> .....	11
2.2 BINDER IN CB CON BITUME HARD .....	12
2.2.1 <i>Aggregati</i> .....	13
2.2.2 <i>Legante bituminoso</i> .....	15
2.2.3 <i>Requisiti prestazionali</i> .....	17
2.2.3.1 Studio di Fattibilità con Pressa Giratoria.....	17
2.2.3.2 Studio di Fattibilità con Metodo Marshall .....	18
2.2.4 <i>Produzione e posa in opera</i> .....	19
2.2.4.1 Accettazione delle miscele .....	19
2.2.4.2 Predisposizioni.....	20
2.2.4.3 Produzione.....	21
2.2.4.4 Posa in opera delle miscele.....	21
2.2.5 <i>Specifiche di controllo</i> .....	22
2.3 BASE IN CB CON BITUME HARD.....	23
2.3.1 <i>Aggregati</i> .....	23
2.3.2 <i>Legante bituminoso</i> .....	26
2.3.3 <i>Requisiti prestazionali</i> .....	28
2.3.3.1 Studio di Fattibilità con Pressa Giratoria.....	28
2.3.3.2 Studio di Fattibilità con Metodo Marshall .....	29
2.3.4 <i>Produzione e posa in opera</i> .....	30
2.3.4.1 Accettazione delle miscele .....	30

2.3.4.2	Predisposizioni.....	30
2.3.4.3	Produzione.....	31
2.3.4.4	Posa in opera delle miscele.....	32
2.3.5	<i>Specifiche di controllo</i> .....	33
2.4	MISTO CEMENTATO.....	34
2.4.1	<i>Aggregati</i> .....	34
2.4.2	<i>Cemento</i> .....	36
2.4.3	<i>Acqua</i> .....	37
2.4.4	<i>Accettazione delle miscele</i> .....	37
2.4.5	<i>Posa in opera</i> .....	37
2.4.6	<i>Caratteristiche volumetriche e meccaniche</i> .....	38
2.4.7	<i>Specifiche di controllo</i> .....	39
2.4.7.1	Prove di laboratorio.....	39
2.4.7.2	Prove in sito.....	40
<b>3.</b>	<b>AIUTI VISIVI LUMINOSI</b> .....	<b>41</b>
3.1	IMPIANTO AVL.....	41
3.1.1	<i>Premessa</i> .....	41
3.1.2	<i>Segnali unidirezionali a semilivello di soglia</i> .....	42
3.1.4	<i>Twin Light</i> .....	44
3.1.5	<i>Segnali omnidirezionali a sopraelevati di bordo via di circolazione a luce blu</i> .....	45
3.1.6	<i>Segnali unidirezionali a semilivello di avvicinamento</i> .....	46
3.1.7	<i>Segnali unidirezionali sopraelevati di avvicinamento</i> .....	47
3.1.8	<i>Segnali unidirezionali sopraelevati di fine pista</i> .....	47
3.1.9	<i>Segnali unidirezionali a semilivello di fine pista</i> .....	48
3.1.10	<i>Segnali bidirezionali a semilivello per asse vie di circolazione</i> .....	49
3.1.11	<i>Segnali unidirezionali a semilivello per stop-bar</i> .....	50
3.1.12	<i>Segnali bidirezionali a semilivello di asse pista di volo</i> .....	51
3.1.13	<i>Segnali TDZ</i> .....	51
3.1.14	<i>Segnali lampeggianti a flash</i> .....	53
3.1.15	<i>Cassetta di alimentazione per segnali lampeggianti</i> .....	53
3.1.16	<i>Luci segnalazione ingresso di pista - guard light</i> .....	55
3.1.17	<i>Unità regolatrice a corrente costante</i> .....	56
3.1.18	<i>Sistema computerizzato di telecomando, telecontrollo e monitoraggio A.V.L.</i> .....	56
3.1.19	<i>Avviamento dell'impianto di telecomando</i> .....	58
3.1.20	<i>Tabelle luminose</i> .....	59
3.1.21	<i>Cavo tipo RG7H1R/3,6-6 KV</i> .....	60
3.1.22	<i>Kit connettori primari</i> .....	61
3.1.23	<i>Cavo unipolare isolato in gomma sintetica e rivestito in policloroprene</i> .....	62
3.1.24	<i>Cavo bipolare isolato in gomma sintetica e rivestito in policloroprene</i> .....	63
3.1.25	<i>Kit di connettori secondari BT</i> .....	64
3.1.26	<i>Trasformatori di isolamento per circuiti serie</i> .....	64
3.1.27	<i>Supporti in acciaio inox</i> .....	65

3.1.28	<i>Base in lega di alluminio per segnali a semilivello.....</i>	<i>66</i>
3.1.29	<i>Carpenteria.....</i>	<i>66</i>
3.1.30	<i>Esecuzione di carotature.....</i>	<i>67</i>
3.1.31	<i>Pozzetti in PVC.....</i>	<i>67</i>
3.1.32	<i>Raccordo in tubo corrugato .....</i>	<i>68</i>
3.1.33	<i>Impianto di messa a terra dei segnali .....</i>	<i>68</i>
3.1.34	<i>Tubazioni in PVC per cavidotti .....</i>	<i>69</i>
3.1.35	<i>Condizioni tecniche per la manutenzione dell'impianto voli notturni e per la formazione del personale preposto alla gestione e manutenzione degli stessi .....</i>	<i>70</i>
3.1.35.1.	<i>Condizioni Tecniche Generali.....</i>	<i>70</i>
<b>4</b>	<b>IMPIANTO IDRAULICO PER IL DEFLUSSO DELLE ACQUE.....</b>	<b>74</b>
<b>5</b>	<b>SEGNALETICA ORIZZONTALE AEROPORTUALE PER AREA DI MOVIMENTO.....</b>	<b>75</b>

## **INDICE DELLE TABELLE**

---

Tabella 1 Requisiti prescrittivi del bitume modificato Hard.....	3
Tabella 2 Requisiti prescrittivi del bitume ordinario.....	3
Tabella 3 Prescrizioni per aggregato grosso dello strato di usura tipo SMA antiskid.....	4
Tabella 4 Prescrizioni per aggregato fino dello strato di usura tipo SMA a tessitura ottimizzata.....	4
Tabella 5. proprietà fisiche del filler.....	5
Tabella 6. fuso granulometrico miscela tipo SMA antiskid per strato di usura.....	6
Tabella 7 Tipo e frequenza delle prove di laboratorio ed in situ.....	12
Tabella 8 Caratteristiche dell'aggregato grosso nello strato di binder additivato con polimeri.....	13
Tabella 9 Caratteristiche dell'aggregato fino nello strato di binder additivato con polimeri.....	14
Tabella 10 Caratteristiche del filler nello strato di binder additivato con polimeri.....	14
Tabella 11 Granulometria dello strato di binder additivato con polimeri.....	15
Tabella 12 principali caratteristiche del bitume Hard dello strato di binder.....	16
Tabella 13 Principali caratteristiche del bitume ordinario dello strato di binder.....	16
Tabella 14 Tipo e frequenza delle prove di laboratorio ed in situ.....	23
Tabella 15 Caratteristiche dell'aggregato grosso nello strato di base ad elevate prestazioni.....	24
Tabella 16 Caratteristiche dell'aggregato fino nello strato di base ad elevate prestazioni.....	25
Tabella 17 Caratteristiche del filler nello strato di base ad elevate prestazioni.....	25
Tabella 18 Granulometria dello strato di base ad elevate prestazioni.....	26
Tabella 19 Principali caratteristiche del bitume hard dello strato di base.....	27

Tabella 20 Principali caratteristiche del bitume ordinario dello strato di base.....	27
Tabella 21 Tipo e frequenza delle prove di laboratorio ed in situ .....	34
Tabella 22 Caratteristiche dell'aggregato grosso nel misto cementato .....	35
Tabella 23 Caratteristiche dell'aggregato fino nel misto cementato.....	35
Tabella 24 Limiti di accettabilità della granulometria degli aggregati anidri nel misto cementato.....	36
Tabella 25 Requisiti minimi delle caratteristiche meccaniche del misto cementato .	39
Tabella 26 Prove di laboratorio per lo strato in misto cementato.....	40
Tabella 27 Prove in sito per lo strato in misto cementato .....	40

## **1. PREMESSA**

---

La presente relazione definisce le linee guida che determinano il disciplinare descrittivo e prestazionale dei macro elementi in cui è possibile suddividere il progetto della “Nuova pista di volo 12-30, taxiways e aprons” dell’Aeroporto Internazionale “Amerigo Vespucci” di Firenze.

Il presente disciplinare descrittivo e prestazionale di progetto è stato redatto ai sensi del D.P.R. n.207 del 5 ottobre 2010 “Regolamento di attuazione del Codice dei contratti pubblici”, ed illustra, in dettaglio, gli aspetti presentati nella Relazione Tecnica, allo scopo di approfondire i seguenti aspetti:

- caratterizzazione tecnologica delle pavimentazioni aeroportuali;
- caratterizzazione tecnologica degli impianti di Aiuti Luminosi Visivi;
- caratterizzazione dell’impianto idraulico per il deflusso delle acque insistenti sulle superfici pavimentate e non pavimentate;
- caratteristiche prestazionali delle vernici per la segnaletica orizzontale nell’area di movimento.

Il progetto di realizzazione della “Nuova pista di volo 12-30, taxiways e aprons” comporta lavorazioni che insisteranno su un’area di circa 370 ettari che si aggiungerà all’attuale area del sedime aeroportuale.

La nuova infrastruttura sarà realizzata in pavimentazione flessibile ed avrà le seguenti caratteristiche dimensionali e distanze dichiarate:

- Lunghezza pista      2.400 metri
- TORA                      2.400 metri
- TODA                     2.460 metri
- ASDA                    2.400 metri
- LDA                        2.400 metri

## 2 PAVIMENTAZIONI AEROPORTUALI

### 2.1 Strato di usura antiskid (SMA) con bitume hard e fibrorinforzato

Il conglomerato bituminoso tipo SMA antiskid è costituito da una miscela continua di aggregati lapidei di primo impiego, bitume additivato con polimeri e fibre. La struttura litica specifica, combinata ad un compound polimerico e additivato con fibre consente l'ottenimento di una pavimentazione chiusa, ma caratterizzata da un'elevata macrorugosità superficiale, ottimi valori di attrito radente e ridotti spazi di frenata. La percentuale di polimeri e fibre da aggiungere sarà da valutare in fase di studio di prequalifica della miscela.

Di seguito sono riportate le indicazioni prescrittive riguardanti il mix design della miscela e le caratteristiche prestazionali attese. Le seconde dovranno essere considerate prevalenti rispetto alle prime nel senso che le indicazioni prescrittive andranno, se del caso, opportunamente migliorate dall'Impresa affinché si raggiungano le prestazioni richieste, in coerenza con il progetto. Sono ovviamente ammesse prestazioni anche superiori a quelle indicate.

#### 2.1.1 Materiali

##### 2.1.1.1 Legante bituminoso

Il legante che verrà impiegato nella miscela sarà del tipo modificato hard e potrà essere modificato direttamente in raffineria oppure potranno essere additivati polimeri ad un bitume ordinario. In questo caso i polimeri non vengono aggiunti al legante, bensì al conglomerato bituminoso durante la fase di confezionamento nell'impianto di produzione.

I requisiti prescrittivi del bitume modificato hard sono riportati nella tabella seguente:

Caratteristiche	Normativa	U.M	Hard
Penetrazione a 25° C	UNI EN 1426	dmm	50-70
Punto di rammollimento di	UNI EN 1427	° C	75-85
Punto di rottura Fraass	UNI EN 12593	° C	≤ -12

Viscosità dinamica a 160 °C $\gamma = 10s^{-1}$	UNI EN 13702-1	Pa*s	>0,40
<b>Valori dopo RTFOT</b>			
Penetrazione residua a 25 °C	UNI EN 1426	%	≥ 60
Incremento del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	± 5

**Tabella 1 Requisiti prescrittivi del bitume modificato Hard**

Nel caso si impieghi un bitume ordinario da additivare in impianto, i relativi requisiti richiesti qui di seguito riportati.

Requisito	Normativa	Unità di misura	Prescrizioni
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	dmm	50/70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	> 55
Punto di rottura Fraass	UNI EN 12593	°C	≤ - 8
Viscosità dinamica a 160 °C, $\gamma = 10s^{-1}$	UNI EN 13702-1	Pa*s	0,03 ÷ 0,10
<b>Valori dopo RTFOT</b>			
Penetrazione residua a 25 °C	UNI EN 1426	%	≥ 50
Incremento del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 9

**Tabella 2 Requisiti prescrittivi del bitume ordinario**

### 2.1.1.2 Aggregati

Gli aggregati lapidei utilizzati per la produzione di strati di usura dovranno soddisfare i requisiti di accettazione di seguito riportati, indipendentemente dalla provenienza e dalla natura petrografica.

I metodi di campionamento degli aggregati destinati alle prove di controllo, dovranno essere conformi alla norma UNI EN 932-1. Il rispetto dei requisiti degli inerti impiegati dovrà essere verificato sulla base delle prescrizioni UNI EN 13043.

#### 2.1.1.2.1 Aggregato grosso

La frazione lapidea dell'aggregato grosso, trattenuto al setaccio UNI 4 mm, dovrà essere costituita da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici,

con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei.

Requisito	Normativa	Unità di misura	Prescrizioni
Dimensione massima	UNI EN 933-1	mm	14
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	%	< 18
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	%	< 10
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	100
Passante al setaccio UNI 0,063 mm	UNI EN 933-10	%	≤ 1
Sensibilità al gelo	UNI EN 1367-1	%	< 1
Spogliamento	UNI EN 12697-11	%	< 5
Indice dei vuoti delle singole pezzature	UNI EN 1097	%	< 0,85
CLA	BU CNR 140/92	%	≥ 0,45

**Tabella 3 Prescrizioni per aggregato grosso dello strato di usura tipo SMA antiskid**

### 2.1.1.2.2 Aggregato fino

La frazione lapidea dell'aggregato fino, passante al setaccio UNI 4 mm, dovrà essere costituita esclusivamente da sabbie di frantumazione provenienti da rocce magmatiche.

Requisito	Normativa	Unità di misura	Prescrizioni
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	100
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	> 80
Passante al setaccio UNI 0,063 mm	UNI EN 933-10	%	≤ 2
Contenuto in rocce tenere	UNI EN 932-3	%	< 1

**Tabella 4 Prescrizioni per aggregato fino dello strato di usura tipo SMA a tessitura ottimizzata**

### 2.1.1.2.3 Filler

La frazione minerale, passante al setaccio UNI 0,063 mm e proveniente dalla frazione fine degli aggregati, dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituita da cemento, calce idraulica o polveri d'asfalto, dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

Requisito	Normativa	Unità di misura	Prescrizioni
Spogliamento	UNI EN 12697-11	%	≤ 5
Passante al setaccio UNI 2 mm	UNI EN 933-10	%	100
Passante al setaccio UNI 0,18 mm	UNI EN 933-10	%	100
Passante al setaccio UNI 0,063 mm	UNI EN 933-10	%	> 80
Vuoti Ridgen	UNI EN 1097-4	%	28 ÷ 45
Stiffening Power filler/bitume = 1,5      Rapporto	UNI EN 13179-1	%	> 5

**Tabella 5. proprietà fisiche del filler**

### 2.1.2 Miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi per la produzione di un conglomerato bituminoso tipo SMA anti-skid, dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso riportato in tabella, secondo la Serie Setacci UNI EN 933-2 (ISO 3310-1, ISO 3310-2). La percentuale di bitume indicativa è riportata nella medesima tabella.

Apertura maglia [mm]	Passante [%]
20	100
12,5	90 ÷ 100
10	65 ÷ 95
6	40 ÷ 60
4	30 ÷ 50

2	20 ÷ 30
0,5	12 ÷ 22
0,18	9 ÷ 19
0,063	8 ÷ 13
Percentuale di bitume (%)	5,5 ÷ 7,0

**Tabella 6. fuso granulometrico miscela tipo SMA antiskid per strato di usura**

La quantità di bitume di effettivo impiego dovrà essere calcolata sul peso degli inerti ed essere determinata, nell'intervallo sopra indicato, mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico. In alternativa, in via transitoria, si potrà utilizzare l'ottimizzazione Marshall. Dovrà essere comunque tale da soddisfare i requisiti prestazionali della miscela finale.

Per quanto concerne il contenuto di bitume, è ammessa una variazione pari a  $\pm 0,10\%$  rispetto a quella di progetto.

Si precisa che lo studio di fattibilità della miscela sia con pressa giratoria sia con metodo Marshall dovrà rappresentare il punto di partenza per la determinazione degli ITT - Prova di Tipo (UNI EN 13108-20: Miscele bituminose; Specifiche del materiale - Parte 20: Prova di Tipo) per la marcatura CE del prodotto (UNI EN 13108: Miscele bituminose; Specifiche del materiale).

I Documenti di Trasporto (D.D.T.) della miscela bituminosa dovranno essere corredati di relativo Marchio CE.

L'Impresa appaltatrice è tenuta a comunicare alla Direzione Lavori con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni:

- la composizione dei conglomerati bituminosi che si intende utilizzare;
- documentazione inerente la qualifica del legante bituminoso secondo marcatura CE (UNI EN 14023);
- documentazione inerente la qualifica degli aggregati secondo marcatura CE (UNI EN 13043);
- documentazione inerente la qualifica degli additivi secondo marcatura CE (UNI EN 13108);
- documentazione inerente la qualifica secondo marcatura CE, in particolare Dichiarazione di Conformità e Marchio CE (UNI EN 13108).

Ai fini della marcatura CE, la conformità è riferita all'Allegato ZA della norma armonizzata.

Una volta accettato lo studio di fattibilità da parte della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà rigorosamente attenersi ad esso.

## 2.1.3 Requisiti prestazionali

### 2.1.3.1 Studio di Fattibilità con Pressa Giratoria

Le condizioni per il costipamento dei provini e l'esecuzione delle prove dovranno essere le seguenti (UNI EN 12697-31: Miscela bituminosa; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 31: Preparazione del provino con pressa giratoria):

- temperatura:  $150 \pm 10^\circ\text{C}$ ;
- angolo di rotazione:  $1,25^\circ \pm 0,02^\circ$ ;
- velocità di rotazione: 30 rot/min;
- pressione verticale: 600 kPa;
- diametro del provino: 150 mm.

I requisiti da verificare dovranno essere i seguenti:

- vuoti a 10 rotazioni:  $11 \div 15 \%$ ;
- vuoti a 100 rotazioni:  $4 \div 6 \%$ ;
- vuoti a 180 rotazioni:  $> 2 \%$ .

I vuoti dovranno essere determinati secondo la norma UNI EN 13108-20 (Miscela Bituminosa - Specifiche del materiale - Parte 20: Prove di tipo) e la UNI EN 12697-8 (Miscela bituminosa - Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 8: Determinazione delle caratteristiche dei vuoti di provini bituminosi).

I provini derivanti dalla compattazione della miscela bituminosa con percentuale ottimale di bitume sottoposti a rottura diametrale a  $25^\circ\text{C}$  secondo la norma UNI EN 12697-23 (Miscela bituminosa - Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 23: determinazione della resistenza a trazione indiretta di provini bituminosi) dovranno avere:

Resistenza a Trazione Indiretta  $R_{ti} \geq 1,00 \text{ N/mm}^2$ .

### 2.1.3.2 Studio di Fattibilità con Metodo Marshall

I provini dovranno essere preparati secondo norma UNI EN 12697-30 (Miscele bituminose; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 30: Preparazione del provino mediante compattatore a impatto). Su provini costipati con 75 colpi di maglio per lato, il conglomerato bituminoso con percentuale ottimale di bitume dovrà avere i seguenti requisiti:

- a  $T = 60^{\circ}\text{C}$ , stabilità Marshall non inferiore a 14,5 kN e rigidità Marshall non inferiore a 4,5 kN/mm;
- percentuale di vuoti  $3 \leq V \leq 6$  [%].

I vuoti dovranno essere determinati secondo la norma UNI EN 13108-20 (Miscele Bituminose - Specifiche del materiale - Parte 20: Prove di tipo) e la UNI EN 12697-8 (Miscele bituminose - Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 8: Determinazione delle caratteristiche dei vuoti di provini bituminosi).

I provini derivanti dalla compattazione della miscela bituminosa con percentuale ottimale di bitume sottoposti a rottura diametrale a  $25^{\circ}\text{C}$  secondo la norma UNI EN 12697-23 (Miscele bituminose - Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 23: determinazione della resistenza a trazione indiretta di provini bituminosi) dovranno avere:

- Resistenza a Trazione Indiretta  $R_{ti} \geq 1,00 \text{ N/mm}^2$

Si precisa che lo Studio di Fattibilità della miscela sia con pressa giratoria, sia con Marshall, dovrà rappresentare il punto di partenza per la determinazione degli ITT - Prova di Tipo (UNI EN 13108-20: Miscele bituminose; Specifiche del materiale - Parte 20: Prova di Tipo) per la marcatura CE del prodotto (UNI EN 13108: Miscele bituminose; Specifiche del materiale).

I Documenti di Trasporto (D.D.T.) della miscela bituminosa dovranno essere corredati di relativo Marchio CE.

Il conglomerato bituminoso additivato con fibre cellulosa-sintetiche da recupero deve rispondere alle specifiche tecniche indicate nello studio di fattibilità presentato dall'Impresa per quanto attiene a campioni compattati in laboratorio provenienti da prelievi in corso d'opera di materiale sciolto (bocca finitrice o impianto di produzione).

### 2.1.4 Produzione e posa in opera

#### **2.1.4.1 Accettazione delle miscele**

Prima dell'inizio dei lavori e con adeguato anticipo, l'Impresa appaltatrice dovrà consegnare alla Direzione Lavori:

- composizione della miscela che si intende utilizzare;
- documentazione inerente la qualifica degli aggregati secondo Marcatura CE;
- schede tecniche dei bitumi e rispondenza alle prescrizioni del presente Capitolato;
- documentazione inerente la qualifica secondo Marcatura CE della miscela bituminosa, in particolare Dichiarazione di Conformità e Marchio CE.

Se accettata dalla Direzione Lavori, l'Impresa dovrà rigorosamente produrre tale miscela.

#### **2.1.4.2 Predisposizioni**

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore dovrà sottoporre alla Direzione Lavori l'elenco e la descrizione dettagliata dell'attrezzatura che intende impiegare. L'attrezzatura dovrà essere di potenzialità proporzionata all'entità ed alla durata del lavoro e dovrà assicurare la continuità del ciclo lavorativo dall'inizio (produzione) alla fine (costipamento). Dovrà essere costituita da macchine in perfette condizioni di efficienza lavorativa.

Gli aggregati dovranno essere stoccati in modo che ogni singola pezzatura rimanga nettamente separata dalle altre e che non possa essere compromessa la pulizia (contaminazione da argilla, polveri, ecc...) e il ristagno d'acqua, perché pregiudicherebbero le caratteristiche finali del prodotto.

I cumuli, che non devono appoggiare direttamente sul terreno, dovranno essere gestiti in modo da evitare la segregazione del materiale. Nel caso che si verificasse una segregazione dannosa, la Direzione Lavori potrà richiedere un preventivo rimescolamento prima della introduzione nei predosatori dell'impianto.

L'impianto di confezione del conglomerato dovrà essere munito di predosatori a volume capaci di assicurare il deposito separato di non meno di quattro pezzature di aggregati, più il filler.

Il ciclone di depolverizzazione dovrà risultare efficiente e dovrà possedere dispositivi per la raccolta dei fumi onde evitare, nella misura possibile, l'inquinamento atmosferico.

Dovrà essere previsto un silos per il filler che potrà provenire anche dal recupero del fumo dei cicloni (filler di recupero).

Il conglomerato confezionato potrà essere posizionato direttamente nei cassoni degli autocarri utilizzati per il trasporto o essere temporaneamente stoccato in apposita tramoggia coibentata.

### **2.1.4.3 Produzione**

L'impasto dovrà essere miscelato presso impianti fissi di preconfezionamento. La produzione oraria dovrà essere inferiore, o uguale, alla potenzialità massima dell'impianto per garantire il perfetto essiccamento e l'uniforme riscaldamento della miscela bituminosa. Inoltre, per assicurare una perfetta curva granulometrica, si dovrà eseguire la vagliatura degli inerti; è esclusa la produzione a scarico diretto.

Il dosaggio degli aggregati, del bitume e del filler dovrà essere eseguito mediante pesatura. Le bilance dovranno essere opportunamente controllate e tarate con frequenza semestrale.

Il tempo di mescolazione effettivo dipenderà dalle caratteristiche dell'impianto e dovrà essere tale per cui la miscela risulterà completamente ed uniformemente ricoperta dal legante. Il tempo minimo dovrà corrispondere a 20 secondi.

L'impianto dovrà permettere il controllo delle temperature degli inerti, del bitume e della miscela prodotta, attraverso l'utilizzo di appositi termometri fissi posti nell'essiccatore, nella caldaia e nelle tramogge. I termometri devono essere opportunamente e costantemente controllati e tarati con frequenza semestrale.

### **2.1.4.4 Posa in opera delle miscele**

La posa in opera del conglomerato bituminoso dovrà essere effettuata con macchine vibrofinitrici dotate di automatismo e di autolivellamento, che dovranno essere perfettamente mantenute e opportunamente efficienti. Le vibrofinitrici dovranno comunque permettere la posa di uno strato con superficie correttamente sagomata, liscia ed esente da fessure, sgranamenti, buche e segregazioni.

L'utilizzo di ogni macchina dovrà essere preventivamente approvato dalla Direzione Lavori.

La formazione dei giunti dovrà essere eseguita con particolare cura. Nel caso in cui la stesa sia fatta in tempi successivi, il bordo laterale del giunto dovrà essere cosparso di emulsione bituminosa al fine di favorire l'adesione con la stesa successiva.

La sovrapposizione verticale dei giunti longitudinali dovrà essere programmata in modo da risultare sfalsati rispetto a quelli sottostanti di almeno 20 cm e da non ricadere nelle strisce interessate dal normale passaggio dei pneumatici (zone d'ormaiamento).

Il conglomerato bituminoso prodotto dovrà essere trasportato in cantiere con autocarri di idonea portata con telone di copertura che eviti il veloce raffreddamento del materiale e la conseguente formazione di croste superficiali. I mezzi dovranno essere opportunamente mantenuti ed efficienti per consentire un trasporto rapido e continuativo.

La posa in opera della miscela bituminosa dovrà essere eseguita con condizioni atmosferiche idonee; dovrà essere interrotta quando le condizioni pregiudicherebbero le caratteristiche funzionali e strutturali dello strato.

La compattazione dello strato dovrà essere realizzata a mezzo di idonei rulli con tamburi in ferro, o combinati, di peso non inferiore a 10 t. La rullatura dovrà essere eseguita immediatamente dopo il passaggio della vibrofinitrice, in modo continuo ed uniforme, esente da fessure, scorrimenti, irregolarità ed ondulazioni.

### **2.1.5 Specifiche di controllo**

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi sarà eseguito in laboratorio sulle materie prime, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione ed in situ direttamente sulla pavimentazione.

Ogni prelievo sarà costituito da due campioni: uno consegnato ad un Laboratorio Ufficiale per l'esecuzione delle prove, l'altro archiviato per eventuali accertamenti successivi.

La frequenza dei prelievi è quella riportata nella tabella seguente.

Per quanto concerne il contenuto di bitume, è ammessa una variazione pari a  $\pm 0.10$  punti percentuali rispetto a quella di progetto (tenuto conto della percentuale di bitume dovuta all'ancoraggio se l'analisi è eseguita su campioni prelevati in sito tramite carotaggio).

<b>TIPO DI CAMPIONE</b>	<b>UBICAZIONE PRELIEVO</b>	<b>FREQUENZA PROVE</b>	<b>REQUISITI RICHIESTI</b>
Bitume	Cisterna	Settimanale o ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Rif. Tabella 1 e Tabella 2
Aggregati e Filler	Impianto	Settimanale o ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Rif. Tabella 5
Conglomerato sfuso	Stesa	Giornaliera o ogni 5000 m <sup>2</sup>	Come da Studio Fattibilità
Carote: spessori	Pavimentazione	Ogni 250 m di fascia stesa	Come da stratigrafie di progetto
Carote: vuoti residui	Pavimentazione	Ogni 250 m di fascia stesa	4% < v% ≤ 6,5%
HS	Pavimentazione	Ogni 5000 m <sup>2</sup> di stesa	Hs ≥ 0,8
Skid test CAT	Pavimentazione	Ogni 5000 m <sup>2</sup> di stesa	≥ 60 ≥ 0,55
Indice di regolarità IRI	Pavimentazione	Su intera pavimentazione	≤ 2 mm/m

**Tabella 7 Tipo e frequenza delle prove di laboratorio ed in situ**

## 2.2 Binder in CB con bitume hard

Il conglomerato bituminoso per lo strato di binder è costituito da una miscela continua di aggregati lapidei, bitume additivato con polimeri. La scelta è motivata dalle elevate prestazioni ottenibili con il bitume additivato con polimeri che ne migliorano ulteriormente le prestazioni, in particolare la resistenza a trazione e durata a fatica.

Qui di seguito sono riportate le indicazioni prescrittive riguardanti il mix design della miscela e le caratteristiche prestazionali attese. Le seconde devono essere considerate prevalenti rispetto alle prime nel senso che le indicazioni prescrittive andranno, se del caso, opportunamente migliorate dall'Impresa affinché si raggiungano le prestazioni richieste, in coerenza con il progetto. Sono ovviamente ammesse prestazioni anche superiori a quelle indicate.

## 2.2.1 Aggregati

Gli aggregati lapidei dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, di forma poliedrica, puliti, esenti da polvere e da materiali estranei e soddisfare le prescrizioni emanate dalla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043. Gli elementi litoidi non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare. La miscela degli aggregati è costituita dall'insieme degli aggregati grossi, dagli aggregati fini ed eventuali additivi (filler) secondo la definizione della Norma UNI EN 13108-1. Ai fini dell'impiego, prima dell'inizio dei lavori, è obbligatoria l'attestazione di conformità (CE) da parte del produttore relativamente ai requisiti richiesti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio ufficiale riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e Trasporti. Sarà valutabile la possibilità di aggiungere materiale fresato, in quantità da determinarsi in relazione al tipo, alla qualità, alla omogeneità dello stesso ed alle prestazioni raggiungibili. In ogni caso non potrà superare il 20% in peso sul totale della miscela.

L'aggregato grosso deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti frantumati, da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati in tabella 8.

<b>AGGREGATO GROSSO (Trattenuto al setaccio UNI 4 mm)</b>			
<i>Indicatore</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Binder</i>
Los Angeles	UNI EN 1097-2	[%]	< 24
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	[%]	100
Dimensione max.	UNI EN 13043	[mm]	20
Sensibilità al gelo	UNI EN 1367-1	[%]	≤1
Spogliamento	UNI EN 12697-11	[%]	≤5
Passante allo 0.063	UNI EN 933-10	[%]	≤1
Indice appiattimento	UNI EN 933-3	[%]	≤15
Porosità	UNI EN 1097	[%]	≤1.5

**Tabella 8 Caratteristiche dell'aggregato grosso nello strato di binder additivato con polimeri**

L'aggregato fino deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione e possedere le caratteristiche riassunte in tabella 9.

<b>AGGREGATO FINO (Passante al setaccio UNI 4 mm)</b>			
<i>Indicatore</i>	<b>Normativa</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Binder</b>
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	[%]	Es $\geq$ 60
Indice Plasticità	UNI CEN ISO 17892-12	[%]	-
Limite liquido	UNI CEN ISO 17892-12	[%]	-
Passante allo 0,063	UNI EN 933-10	[%]	$\leq$ 2
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	[%]	$\geq$ 80

**Tabella 9** Caratteristiche dell'aggregato fino nello strato di binder additivato con polimeri

Il filler, frazione passante al setaccio 0,063 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, ceneri volanti. In ogni caso il filler per conglomerati bituminosi a caldo confezionati con bitume ordinario deve soddisfare i requisiti indicati nella seguente tabella.

<b>Filler</b>			
<b>Indicatore</b>	<b>Normativa</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Binder</b>
Spogliamento	UNI EN 12697-11	[%]	$\leq$ 5
Passante allo 0.18	UNI EN 933-10	[%]	90 - 100
Passante allo 0.063	UNI EN 933-10	[%]	$\geq$ 80
Indice Plasticità	UNI CEN ISO 17892-12		N.P.
Vuoti Rigden	UNI EN 1097-4	[%]	30-45
Stiffening Power Rapporto filler/bitume = 1,5	UNI EN 13179-1	$\boxtimes$ PA	$\geq$ 5

**Tabella 10** Caratteristiche del filler nello strato di binder additivato con polimeri

Si prescrive il proporzionamento di tali materiali con l'obiettivo di ottenere una granulometria della miscela finale in grado di essere sufficientemente continua e ben distribuita. La miscela deve avere una composizione granulometrica determinata in conformità con la UNI EN 13108-1 e UNI EN 12697-2. Si riporta qui di seguito la granulometria proposta per lo strato di binder. Le indicazioni prescrittive andranno, se del caso, opportunamente migliorate dall'Impresa affinché si raggiungano le prestazioni richieste.

	Apertura	Limiti granulometrici di accettabilità	
		Minimo	Massimo
	[mm]	Passante [%]	Passante [%]
<b>Setacci Serie UNI EN 933-2 ISO 3310-1 e ISO 3310-2</b>	20	100	100
	16	90	100
	12,5	66	86
	8	52	72
	4	34	54
	2	25	40
	0,5	10	22
	0,25	6	16
	0,063	4	8
	<b>Percentuale di bitume</b>		<b>4,8 ÷ 5,5</b>

**Tabella 11 Granulometria dello strato di binder additivato con polimeri**

## 2.2.2 Legante bituminoso

Il legante che verrà impiegato nella miscela sarà del tipo modificato hard e potrà essere modificato direttamente in raffineria oppure potrà essere adottato un bitume ordinario additivato con polimeri. Nel secondo caso, i polimeri non vengono aggiunti al legante, bensì al conglomerato bituminoso durante la fase di confezionamento nell'impianto di produzione.

La quantità di bitume di effettivo impiego, orientativamente compresa tra il 4,8 - 5,5 % sul peso degli inerti in relazione alla granulometria adottata, alla natura degli

aggregati lapidei e dell'additivo minerale, deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico. In alternativa, in via transitoria, si potrà utilizzare l'ottimizzazione Marshall. Dovrà essere comunque tale da soddisfare i requisiti prestazionali della miscela finale.

I requisiti prescrittivi relativi ai leganti bituminosi delle due tipologie sono riportati nelle tabelle seguenti:

<b>Caratteristiche</b>	<b>Normativa</b>	<b>U.M</b>	<b>Hard</b>
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	50-70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	70-90
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ -12
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma$ =10s-1	UNI EN 13702-1	Pa*s	0,15-0,40

<b>Valori dopo RTFOT</b>			
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥ 40
Incremento del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 5

**Tabella 12 principali caratteristiche del bitume Hard dello strato di binder**

<b>Requisito</b>	<b>Normativa</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Prescrizioni</b>
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	50/70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	> 55
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ - 8
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma$ =10s-1	UNI EN 13702-1	Pa*s	0,03 ÷ 0,10
<b>Valori dopo RTFOT</b>			
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥ 50
Incremento del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 9

**Tabella 13 Principali caratteristiche del bitume ordinario dello strato di binder**

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 ufficiale riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e Trasporti.

L'Impresa dovrà inoltre verificare la rispondenza del bitume utilizzato al Performance Grade indicato nel protocollo Superpave (*Asphalt Institute: Superpave Mix Design. Superpave Series No.2 (SP-02); AASHTO MPI: Performance Graded Asphalt Binder Specifications; AASHTO PP6: Practice for Grading or Verifying the Performance Grade of an Asphalt Binder*); dovrà pertanto risultare rispondente alle indicazioni di riferimento per la classe PG 58 - 16. Eventuali aggiustamenti alla predetta classe (*Design Pavement Temperature Adjustments*), dovuti a traffico lento o statico, dovranno essere tenuti in considerazione dall'Impresa secondo quanto indicato nel predetto protocollo.

Infine, è compito dell'Impresa effettuare tutte le verifiche sul tipo di bitume affinché siano raggiunte le prestazioni richieste dal presente Capitolato..

## 2.2.3 Requisiti prestazionali

### 2.2.3.1 Studio di Fattibilità con Pressa Giratoria

Le condizioni per il costipamento dei provini e l'esecuzione delle prove dovranno essere le seguenti (UNI EN 12697-31: Miscele bituminose; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 31: Preparazione del provino con pressa giratoria):

- temperatura:  $150 \pm 10$  °C;
- angolo di rotazione:  $1,25^\circ \pm 0,02^\circ$ ;
- velocità di rotazione: 30 rot/min;
- pressione verticale: 600 kPa;
- diametro del provino: 150 mm.

I requisiti da verificare dovranno essere i seguenti:

- vuoti a 10 rotazioni: 11 ÷ 15 %;
- vuoti a 100 rotazioni: 3 ÷ 6 %;
- vuoti a 180 rotazioni: > 2 %.

I vuoti dovranno essere determinati secondo la norma UNI EN 13108-20 (Miscele Bituminose - Specifiche del materiale - Parte 20: Prove di tipo) e la UNI EN 12697-8

(Miscele bituminose – Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 8: Determinazione delle caratteristiche dei vuoti di provini bituminosi).

I provini derivanti dalla compattazione della miscela bituminosa con percentuale ottimale di bitume sottoposti a rottura diametrale a 25°C secondo la norma UNI EN 12697-23 (Miscele bituminose – Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Parte 23: determinazione della resistenza a trazione indiretta di provini bituminosi) dovranno avere:

- Resistenza a Trazione Indiretta  $R_{ti} \geq 1,10 \text{ N/mm}^2$

Si prescrivono altresì le seguenti caratteristiche:

- Autoaddensamento  $C1 \geq 75 \%$ ;
- Lavorabilità  $K \geq 6$ .

### **2.2.3.2 Studio di Fattibilità con Metodo Marshall**

I provini dovranno essere preparati secondo norma UNI EN 12697-30 (Miscele bituminose; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 30: Preparazione del provino mediante compattatore a impatto). Su provini costipati con 75 colpi di maglio per lato, il conglomerato bituminoso con percentuale ottimale di bitume dovrà avere i seguenti requisiti:

- a  $T = 60 \text{ °C}$ , stabilità Marshall non inferiore a 9 kN e rigidezza Marshall non inferiore a 3.0 kN/mm e non superiore a 4,5 kN/mm;
- percentuale di vuoti  $4 \leq V \leq 6 \text{ [%]}$ .

I vuoti dovranno essere determinati secondo la norma UNI EN 13108-20 (Miscele Bituminose - Specifiche del materiale - Parte 20: Prove di tipo) e la UNI EN 12697-8 (Miscele bituminose - Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 8: Determinazione delle caratteristiche dei vuoti di provini bituminosi).

I provini derivanti dalla compattazione della miscela bituminosa con percentuale ottimale di bitume sottoposti a rottura diametrale a 25 °C secondo la norma UNI EN 12697-23 (Miscele bituminose – Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Parte 23: determinazione della resistenza a trazione indiretta di provini bituminosi) dovranno avere:

- Resistenza a Trazione Indiretta  $R_{ti} \geq 1,00 \text{ N/mm}^2$

Si precisa che lo Studio di Fattibilità della miscela sia con pressa giratoria, sia con Marshall, dovrà rappresentare il punto di partenza per la determinazione degli ITT – Prova di Tipo (UNI EN 13108-20: Miscele bituminose; Specifiche del materiale – Parte 20: Prova di Tipo) per la marcatura CE del prodotto (UNI EN 13108: Miscele bituminose; Specifiche del materiale).

I Documenti di Trasporto (D.D.T.) della miscela bituminosa dovranno essere corredati di relativo Marchio CE.

Il conglomerato bituminoso additivato con polimeri e fibre deve rispondere alle specifiche tecniche indicate nello studio di fattibilità presentato dall'Impresa per quanto attiene a campioni compattati in laboratorio provenienti da prelievi in corso d'opera di materiale sciolto (bocca finitrice o impianto di produzione). Il valore dei moduli elastici dello strato di binder additivato con polimeri e fibre, ricavato da provini sottoposti a prove di modulo in configurazione di trazione indiretta secondo quanto prescritto dalla Norma EN UNI 12697-23, con carico di tipo impulsivo (tempo di picco pari a 124 millisecondi), in condizioni di deformazione imposta (5 micron), saranno pari a:

- $E \geq 8000$  MPa [ $@5^{\circ}\text{C}$ ]; \*
- $E \geq 5300$  MPa [ $@20^{\circ}\text{C}$ ]; \*
- $E \geq 1000$  MPa [ $@40^{\circ}\text{C}$ ]. \*

*\*con tolleranza di  $\pm 15\%$ .*

Non è ammesso nella miscela l'utilizzo di materiale da riciclo proveniente da conglomerati bituminosi (RAP).

## **2.2.4 Produzione e posa in opera**

### **2.2.4.1 Accettazione delle miscele**

Prima dell'inizio dei lavori e con adeguato anticipo, l'Impresa appaltatrice dovrà consegnare alla Direzione Lavori:

composizione della miscela che si intende utilizzare;

documentazione inerente la qualifica degli aggregati secondo Marcatura CE;

schede tecniche dei bitumi e rispondenza alle prescrizioni del presente Capitolato;

documentazione inerente la qualifica secondo Marcatura CE della miscela bituminosa, in particolare Dichiarazione di Conformità e Marchio CE.

Se accettata dalla Direzione Lavori, l'Impresa dovrà rigorosamente produrre tale miscela.

#### **2.2.4.2 Predisposizioni**

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore dovrà sottoporre alla Direzione Lavori l'elenco e la descrizione dettagliata dell'attrezzatura che intende impiegare. L'attrezzatura dovrà essere di potenzialità proporzionata all'entità ed alla durata del lavoro e dovrà assicurare la continuità del ciclo lavorativo dall'inizio (produzione) alla fine (costipamento). Dovrà essere costituita da macchine in perfette condizioni di efficienza lavorativa.

Gli aggregati dovranno essere stoccati in modo che ogni singola pezzatura rimanga nettamente separata dalle altre e che non possa essere compromessa la pulizia (contaminazione da argilla, polveri, ...) e il ristagno d'acqua, perché pregiudicherebbero le caratteristiche finali del prodotto.

I cumuli, che non devono appoggiare direttamente sul terreno, dovranno essere gestiti in modo da evitare la segregazione del materiale. Nel caso che si verificasse una segregazione dannosa, la Direzione Lavori potrà richiedere un preventivo rimescolamento prima della introduzione nei predosatori dell'impianto.

L'impianto di confezione del conglomerato dovrà essere munito di predosatori a volume capaci di assicurare il deposito separato di non meno di quattro pezzature di aggregati, più il filler.

Il ciclone di depolverizzazione dovrà risultare efficiente e dovrà possedere dispositivi per la raccolta dei fumi onde evitare, nella misura possibile, l'inquinamento atmosferico.

Dovrà essere previsto un silos per il filler che potrà provenire anche dal recupero del fumo dei cicloni (filler di recupero).

Il conglomerato confezionato potrà essere posizionato direttamente nei cassoni degli autocarri utilizzati per il trasporto o essere temporaneamente stoccato in apposita tramoggia coibentata.

### **2.2.4.3 Produzione**

L'impasto dovrà essere miscelato presso impianti fissi di preconfezionamento. La produzione oraria dovrà essere inferiore, o uguale, alla potenzialità massima dell'impianto per garantire il perfetto essiccamento e l'uniforme riscaldamento della miscela bituminosa. Inoltre, per assicurare una perfetta curva granulometrica, si dovrà eseguire la vagliatura degli inerti; è esclusa la produzione a scarico diretto.

Il dosaggio degli aggregati, del bitume e del filler dovrà essere eseguito mediante pesatura. Le bilance dovranno essere opportunamente controllate e tarate con frequenza semestrale.

Il tempo di mescolazione effettivo dipenderà dalle caratteristiche dell'impianto e dovrà essere tale per cui la miscela risulterà completamente ed uniformemente ricoperta dal legante. Il tempo minimo dovrà corrispondere a 20 secondi.

L'impianto dovrà permettere il controllo delle temperature degli inerti, del bitume e della miscela prodotta, attraverso l'utilizzo di appositi termometri fissi posti nell'essiccatore, nella caldaia e nelle tramogge. I termometri devono essere opportunamente e costantemente controllati e tarati con frequenza semestrale.

### **2.2.4.4 Posa in opera delle miscele**

Per garantire un adeguato ancoraggio al piano di appoggio, prima della stesa del conglomerato bituminoso, si dovrà provvedere alla posa in opera di una mano d'attacco in emulsione bituminosa:

Per consentire il transito dei mezzi di stesa, sull'emulsione bituminosa potrà essere cosparso: pietrischetto fino a 4 mm di diametro, sabbia o calce idrata.

La posa in opera del conglomerato bituminoso dovrà essere effettuata con macchine vibrofinitrici dotate di automatismo e di autolivellamento, che dovranno essere perfettamente mantenute e opportunamente efficienti. Le vibrofinitrici dovranno comunque permettere la posa di uno strato con superficie correttamente sagomata, liscia ed esente da fessure, sgranamenti, buche e segregazioni.

L'utilizzo di ogni macchina dovrà essere preventivamente approvato dalla Direzione Lavori.

La formazione dei giunti dovrà essere eseguita con particolare cura. Nel caso in cui la stesa sia fatta in tempi successivi, il bordo laterale del giunto dovrà essere

cosparso di emulsione bituminosa al fine di favorire l'adesione con la stesa successiva.

La sovrapposizione verticale dei giunti longitudinali dovrà essere programmata in modo da risultare sfalsati rispetto a quelli sottostanti di almeno 20 cm e da non ricadere nelle strisce interessate dal normale passaggio dei pneumatici (zone d'ormaiamento).

Il conglomerato bituminoso prodotto dovrà essere trasportato in cantiere con autocarri di idonea portata con telone di copertura che eviti il veloce raffreddamento del materiale e la conseguente formazione di croste superficiali. I mezzi dovranno essere opportunamente mantenuti ed efficienti per consentire un trasporto rapido e continuativo.

La posa in opera della miscela bituminosa dovrà essere eseguita con condizioni atmosferiche idonee; dovrà essere interrotta quando le condizioni pregiudicherebbero le caratteristiche funzionali e strutturali dello strato.

La compattazione dello strato dovrà essere realizzata a mezzo di idonei rulli con tamburi in ferro, o combinati, di peso non inferiore a 10 t. La rullatura dovrà essere eseguita immediatamente dopo il passaggio della vibrofinitrice, in modo continuo ed uniforme, esente da fessure, scorrimenti, irregolarità ed ondulazioni.

## **2.2.5 Specifiche di controllo**

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi sarà eseguito in laboratorio sulle materie prime, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione ed in situ direttamente sulla pavimentazione.

Ogni prelievo sarà costituito da due campioni: uno consegnato ad un Laboratorio Ufficiale per l'esecuzione delle prove, l'altro archiviato per eventuali accertamenti successivi.

La frequenza dei prelievi è quella riportata nella tabella seguente.

Per quanto concerne il contenuto di bitume, è ammessa una variazione pari a  $\pm 0.10$  punti percentuali rispetto a quella di progetto (tenuto conto della percentuale di bitume dovuta all'ancoraggio se l'analisi è eseguita su campioni prelevati in sito tramite carotaggio).

La verifica della planarità sarà eseguita con asta rettilinea lunga 3,00 m, posizionata in qualunque direzione sulla superficie stradale. Gli scostamenti tra

stadi e pavimentazione dovranno essere al massimo pari a 3 mm. In base alla tipologia ed entità di irregolarità, la Direzione Lavori potrà valutare i necessari interventi di ripristino, fino al completo rifacimento dello strato.

<b>TIPO DI CAMPIONE</b>	<b>UBICAZIONE PRELIEVO</b>	<b>FREQUENZA PROVE</b>	<b>REQUISITI RICHIESTI</b>
<i>Bitume</i>	<i>Cisterna</i>	Settimanale o ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	<i>Tabb. 12 e 13</i>
<i>Aggregati e Filler</i>	<i>Impianto</i>	Settimanale o ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	<i>Tabb. 8, 9 e 10.</i>
<i>Conglomerato sfuso</i>	<i>Stesa</i>	Giornaliera o ogni 5000 m <sup>2</sup>	<i>Come da Studio Fattibilità</i>
<i>Carote: spessori</i>	<i>Pavimentazione</i>	<i>Ogni 250 m di fascia stesa</i>	<i>Come da progetto</i>
<i>Carote: densità in sito</i>	<i>Pavimentazione</i>	<i>Ogni 1000 m di fascia stesa</i>	<i>4% &lt; v% &lt; 6,5%</i>

**Tabella 14 Tipo e frequenza delle prove di laboratorio ed in situ**

## 2.3 Base in CB con bitume hard

Il conglomerato bituminoso per lo strato di base è costituito da una miscela continua di aggregati lapidei, bitume additivato con polimeri. La scelta è motivata dalle elevate prestazioni ottenibili con l'aggiunta di polimeri che ne migliorano ulteriormente le prestazioni, in particolare la resistenza a trazione e durata a fatica.

Qui di seguito sono riportate le indicazioni prescrittive riguardanti il mix design della miscela e le caratteristiche prestazionali attese. Le seconde devono essere considerate prevalenti rispetto alle prime nel senso che le indicazioni prescrittive andranno, se del caso, opportunamente migliorate dall'Impresa affinché si raggiungano le prestazioni richieste, in coerenza con il progetto. Sono ovviamente ammesse prestazioni anche superiori a quelle indicate.

### 2.3.1 Aggregati

Gli aggregati lapidei dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, di forma poliedrica, puliti, esenti da polvere e da materiali estranei e soddisfare le prescrizioni emanate dalla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043. Gli

elementi litoidi non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare. La miscela degli aggregati è costituita dall'insieme degli aggregati grossi, dagli aggregati fini ed eventuali additivi (filler) secondo la definizione della Norma UNI EN 13108-1. Ai fini dell'impiego, prima dell'inizio dei lavori, è obbligatoria l'attestazione di conformità (CE) da parte del produttore relativamente ai requisiti richiesti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio ufficiale riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e Trasporti. Sarà valutabile la possibilità di aggiungere materiale fresato, in quantità da determinarsi in relazione al tipo, alla qualità, alla omogeneità dello stesso ed alle prestazioni raggiungibili. In ogni caso non potrà superare il 25% in peso sul totale della miscela.

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischi, pietrischetti e graniglie, da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti frantumati, da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati in tabella 15.

<b>AGGREGATO GROSSO (Trattenuto al setaccio UNI 4 mm)</b>			
<i>Indicatore</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Base</i>
Resistenza alla frantumazione	UNI EN 1097-2	[%]	≤24
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	[%]	≥90
Dimensione max.	UNI EN 13043	[mm]	30
Sensibilità al gelo	UNI EN 1367-1	[%]	≤1
Spogliamento	UNI EN 12697-11	[%]	≤5
Passante allo 0,063	UNI EN 933-10	[%]	≤1
Indice appiattimento	UNI EN 933-3	[%]	≤20
Porosità	UNI EN 1097	[%]	-

**Tabella 15** Caratteristiche dell'aggregato grosso nello strato di base ad elevate prestazioni

L'aggregato fino deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione e possedere le caratteristiche riassunte nella tabella seguente.

<b>AGGREGATO FINO (Passante al setaccio UNI 4 mm)</b>			
<i>Indicatore</i>	Normativa	Unità di misura	Base
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	[%]	Es ≥60
Indice Plasticità	UNI CEN ISO 17892-12	[%]	-
Limite liquido	UNI CEN ISO 17892-12	[%]	≤20
Passante allo 0,063	UNI EN 933-10	[%]	≤3

**Tabella 16 Caratteristiche dell'aggregato fino nello strato di base ad elevate prestazioni**

Il filler, frazione passante al setaccio 0,063 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, ceneri volanti. In ogni caso il filler per conglomerati bituminosi a caldo confezionati con bitume ordinario deve soddisfare i requisiti indicati in tabella 17.

<b>Filler</b>			
Indicatore	Normativa	Unità di misura	Base
Spogliamento	UNI EN 12697-11	[%]	≤5
Passante allo 0,18	UNI EN 933-10	[%]	85 - 100
Passante allo 0,063	UNI EN 933-10	[%]	≥80
Indice Plasticità	UNI CEN ISO 17892-12		N.P.
Vuoti Rigden	UNI EN 1097-4	[%]	30-45
Stiffening Power Rapporto filler/bitume = 1,5	UNI EN 13179-1	⊠PA	≥5

**Tabella 17 Caratteristiche del filler nello strato di base ad elevate prestazioni**

Si prescrive il proporzionamento di tali materiali con l'obiettivo di ottenere una granulometria della miscela finale in grado di essere sufficientemente continua e ben distribuita. La miscela deve avere una composizione granulometrica determinata in conformità con la UNI EN 13108-1 e UNI EN 12697-2. Si riporta qui di seguito la granulometria proposta per lo strato di base additivato con polimeri. Le

indicazioni prescrittive andranno, se del caso, opportunamente migliorate dall'Impresa affinché si raggiungano le prestazioni richieste.

	Apertura	Limiti granulometrici di accettabilità	
		Minimo	Massimo
	[mm]	Passante [%]	Passante [%]
<b>Setacci Serie UNI EN 933-2 ISO 3310-1 e ISO 3310-2</b>	31,5	100	100
	20	68	88
	16	55	78
	12,5	-	-
	8	36	60
	4	25	48
	2	18	38
	0,5	8	21
	0,25	5	16
	0,063	4	8
	<b>Percentuale di bitume</b>		<b>4,0 ÷ 5,0</b>

**Tabella 18 Granulometria dello strato di base ad elevate prestazioni**

### 2.3.2 Legante bituminoso

Il legante bituminoso per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di base sarà del tipo modificato hard. Esso potrà essere modificato direttamente in raffineria oppure potrà essere adottato un bitume ordinario additivato con polimeri. Nel secondo caso, i polimeri non vengono aggiunti al legante, bensì al conglomerato bituminoso durante la fase di confezionamento nell'impianto di produzione.

La quantità di bitume di effettivo impiego, orientativamente compresa tra il 4,0 - 5,0 % sul peso degli inerti in relazione alla granulometria adottata, alla natura degli aggregati lapidei e dell'additivo minerale, deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico. In alternativa, in via transitoria, si potrà utilizzare l'ottimizzazione Marshall. Dovrà essere comunque tale da soddisfare i requisiti prestazionali della miscela finale.

I requisiti prescrittivi relativi ai leganti bituminosi delle due tipologie sono riportati nelle tabelle seguenti:

Caratteristiche	Normativa	U.M	Hard
penetrazione a 25° C	UNI EN 1426	dmm	50-70
punto di rammollimento	UNI EN 1427	° C	70-90
punto di rottura Fraass	UNI EN 12593	° C	≤ -12
viscosità dinamica a 160° C	UNI EN 13702-1	Pa*s	0,15-0,40
Valori dopo RTFOT			
Penetrazione residua a 25° C	UNI EN 1426	%	≥ 40
Incremento del punto di rammollimento	UNI EN 1427	° C	≤ 5

**Tabella 19 Principali caratteristiche del bitume hard dello strato di base**

Requisito	Normativa	Unità di misura	Prescrizioni
Penetrazione a 25° C	UNI EN 1426	dmm	50/70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	° C	> 55
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	° C	≤ - 8
Viscosità dinamica a 160° C, $\gamma = 10s^{-1}$	UNI EN 13702-1	Pa*s	0,03 ÷ 0,10
Valori dopo RTFOT			
Penetrazione residua a 25° C	UNI EN 1426	%	≥ 50
Incremento del punto di rammollimento	UNI EN 1427	° C	≤ 9

**Tabella 20 Principali caratteristiche del bitume ordinario dello strato di base**

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 ufficiale riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e Trasporti.

L'Impresa dovrà inoltre verificare la rispondenza del bitume utilizzato al Performance Grade indicato nel protocollo Superpave (*Asphalt Institute: Superpave Mix Design. Superpave Series No.2 (SP-02); AASHTO MPI: Performance Graded Asphalt Binder Specifications; AASHTO PP6: Practice for Grading or Verifying the Performance Grade of an Asphalt Binder*); dovrà pertanto risultare rispondente alle indicazioni di riferimento per la classe PG 58 - 16. Eventuali aggiustamenti alla predetta classe (*Design Pavement Temperature Adjustments*),

dovuti a traffico lento o statico, dovranno essere tenuti in considerazione dall'Impresa secondo quanto indicato nel predetto protocollo.

Infine, è compito dell'Impresa effettuare tutte le verifiche sul tipo di bitume affinché siano raggiunte le prestazioni richieste dal presente Capitolato.

### **2.3.3 Requisiti prestazionali**

#### **2.3.3.1 Studio di Fattibilità con Pressa Giratoria**

Le condizioni per il costipamento dei provini e l'esecuzione delle prove dovranno essere le seguenti (UNI EN 12697-31: Miscela bituminosa; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 31: Preparazione del provino con pressa giratoria):

- temperatura:  $150 \pm 10$  °C;
- angolo di rotazione:  $1,25^\circ \pm 0,02^\circ$  ;
- velocità di rotazione: 30 rot/min;
- pressione verticale: 600 kPa;
- diametro del provino: 150 mm.

I requisiti da verificare dovranno essere i seguenti:

- vuoti a 10 rotazioni:  $11 \div 15$  %;
- vuoti a 100 rotazioni:  $3 \div 6$  %;
- vuoti a 180 rotazioni:  $> 2$  %.

I vuoti dovranno essere determinati secondo la norma UNI EN 13108-20 (Miscela Bituminosa - Specifiche del materiale - Parte 20: Prove di tipo) e la UNI EN 12697-8 (Miscela bituminosa - Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 8: Determinazione delle caratteristiche dei vuoti di provini bituminosi).

I provini derivanti dalla compattazione della miscela bituminosa con percentuale ottimale di bitume sottoposti a rottura diametrale a 25°C secondo la norma UNI EN 12697-23 (Miscela bituminosa - Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 23: determinazione della resistenza a trazione indiretta di provini bituminosi) dovranno avere:

- Resistenza a Trazione Indiretta  $R_{ti} \geq 1,00$  N/mm<sup>2</sup>

Si prescrivono altresì le seguenti caratteristiche:

- Autoaddensamento  $C1 \geq 75$  %;
- Lavorabilità  $K \geq 6$ .

### 2.3.3.2 Studio di Fattibilità con Metodo Marshall

I provini dovranno essere preparati secondo norma UNI EN 12697-30 (Miscele bituminose; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 30: Preparazione del provino mediante compattatore a impatto). Su provini costipati con 75 colpi di maglio per lato, il conglomerato bituminoso con percentuale ottimale di bitume dovrà avere i seguenti requisiti:

- a  $T = 60^{\circ}\text{C}$ , stabilità Marshall non inferiore a 7 kN e rigidità Marshall non inferiore a 2,5 kN/mm;
- percentuale di vuoti  $4 \leq V \leq 6,5$  [%].

I vuoti dovranno essere determinati secondo la norma UNI EN 13108-20 (Miscele Bituminose - Specifiche del materiale - Parte 20: Prove di tipo) e la UNI EN 12697-8 (Miscele bituminose - Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 8: Determinazione delle caratteristiche dei vuoti di provini bituminosi).

I provini derivanti dalla compattazione della miscela bituminosa con percentuale ottimale di bitume sottoposti a rottura diametrica a  $25^{\circ}\text{C}$  secondo la norma UNI EN 12697-23 (Miscele bituminose - Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 23: determinazione della resistenza a trazione indiretta di provini bituminosi) dovranno avere:

- Resistenza a Trazione Indiretta  $R_t \geq 0,9 \text{ N/mm}^2$

Si precisa che lo Studio di Fattibilità della miscela sia con pressa giratoria, sia con Marshall, dovrà rappresentare il punto di partenza per la determinazione degli ITT - Prova di Tipo (UNI EN 13108-20: Miscele bituminose; Specifiche del materiale - Parte 20: Prova di Tipo) per la marcatura CE del prodotto (UNI EN 13108: Miscele bituminose; Specifiche del materiale).

I Documenti di Trasporto (D.D.T.) della miscela bituminosa dovranno essere corredati di relativo Marchio CE.

Il conglomerato bituminoso additivato con fibre cellulosa-sintetiche da recupero deve rispondere alle specifiche tecniche indicate nello studio di fattibilità

presentato dall'Impresa per quanto attiene a campioni compattati in laboratorio provenienti da prelievi in corso d'opera di materiale sciolto (bocca finitrice o impianto di produzione). Il valore dei moduli elastici dello strato di base fibrorinforzato, ricavato da provini sottoposti a prove di modulo in configurazione di trazione indiretta secondo quanto prescritto dalla Norma EN UNI 12697-23, con carico di tipo impulsivo (tempo di picco pari a 124 millisecondi), in condizioni di deformazione imposta (5 micron), saranno pari a:

- $E \geq 5700$  MPa [ $@5^{\circ}\text{C}$ ]; \*
- $E \geq 3000$  MPa [ $@20^{\circ}\text{C}$ ]; \*
- $E \geq 850$  MPa [ $@40^{\circ}\text{C}$ ]. \*

*\* con tolleranza di  $\pm 15\%$ .*

Non è ammesso nella miscela l'utilizzo di materiale da riciclo proveniente da conglomerati bituminosi (RAP).

## **2.3.4 Produzione e posa in opera**

### **2.3.4.1 Accettazione delle miscele**

Prima dell'inizio dei lavori e con adeguato anticipo, l'Impresa appaltatrice dovrà consegnare alla Direzione Lavori:

composizione della miscela che si intende utilizzare;

documentazione inerente la qualifica degli aggregati secondo Marcatura CE;

schede tecniche dei bitumi e rispondenza alle prescrizioni del presente Capitolato;

documentazione inerente la qualifica secondo Marcatura CE della miscela bituminosa, in particolare Dichiarazione di Conformità e Marchio CE.

Se accettata dalla Direzione Lavori, l'Impresa dovrà rigorosamente produrre tale miscela.

### **2.3.4.2 Predisposizioni**

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore dovrà sottoporre alla Direzione Lavori l'elenco e la descrizione dettagliata dell'attrezzatura che intende impiegare. L'attrezzatura dovrà essere di potenzialità proporzionata all'entità ed alla durata

del lavoro e dovrà assicurare la continuità del ciclo lavorativo dall'inizio (produzione) alla fine (costipamento). Dovrà essere costituita da macchine in perfette condizioni di efficienza lavorativa.

Gli aggregati dovranno essere stoccati in modo che ogni singola pezzatura rimanga nettamente separata dalle altre e che non possa essere compromessa la pulizia (contaminazione da argilla, polveri, etc.) oltre ad eliminare il ristagno d'acqua, perché pregiudicherebbero le caratteristiche finali del prodotto.

I cumuli, che non devono appoggiare direttamente sul terreno, dovranno essere gestiti in modo da evitare la segregazione del materiale. Nel caso che si verificasse una segregazione dannosa, la Direzione Lavori potrà richiedere un preventivo rimescolamento prima della introduzione nei predosatori dell'impianto.

L'impianto di confezione del conglomerato dovrà essere munito di predosatori a volume capaci di assicurare il deposito separato di non meno di quattro pezzature di aggregati, più il filler.

Il ciclone di depolverizzazione dovrà risultare efficiente e dovrà possedere dispositivi per la raccolta dei fumi onde evitare, nella misura possibile, l'inquinamento atmosferico.

Dovrà essere previsto un silos per il filler che potrà provenire anche dal recupero del fumo dei cicloni (filler di recupero).

Il conglomerato confezionato potrà essere posizionato direttamente nei cassoni degli autocarri utilizzati per il trasporto o essere temporaneamente stoccato in apposita tramoggia coibentata.

### **2.3.4.3 Produzione**

L'impasto dovrà essere miscelato presso impianti fissi di confezionamento. La produzione oraria dovrà essere inferiore, o uguale, alla potenzialità massima dell'impianto per garantire il perfetto essiccamento e l'uniforme riscaldamento della miscela bituminosa. Inoltre, per assicurare una perfetta curva granulometrica, si dovrà eseguire la vagliatura degli inerti; è esclusa la produzione a scarico diretto.

Il dosaggio degli aggregati, del bitume e del filler dovrà essere eseguito mediante pesatura. Le bilance dovranno essere opportunamente controllate e tarate con frequenza semestrale.

Il tempo di mescolazione effettivo dipenderà dalle caratteristiche dell'impianto e dovrà essere tale per cui la miscela risulterà completamente ed uniformemente ricoperta dal legante. Il tempo minimo dovrà corrispondere a 20 secondi.

L'impianto dovrà permettere il controllo delle temperature degli inerti, del bitume e della miscela prodotta, attraverso l'utilizzo di appositi termometri fissi posti nell'essiccatore, nella caldaia e nelle tramogge. I termometri devono essere opportunamente e costantemente controllati e tarati con frequenza semestrale.

#### **2.3.4.4 Posa in opera delle miscele**

Per garantire un adeguato ancoraggio al piano di appoggio, prima della stesa del conglomerato bituminoso, si dovrà provvedere alla posa in opera di una mano d'attacco in emulsione bituminosa.

Per consentire il transito dei mezzi di stesa, sull'emulsione bituminosa potrà essere cosparso: pietrischetto fino a 4 mm di diametro, sabbia o calce idrata.

La posa in opera del conglomerato bituminoso dovrà essere effettuata con macchine vibrofinitrici dotate di automatismo e di autolivellamento, che dovranno essere perfettamente mantenute e opportunamente efficienti. Le vibrofinitrici dovranno comunque permettere la posa di uno strato con superficie correttamente sagomata, liscia ed esente da fessure, sgranamenti, buche e segregazioni.

L'utilizzo di ogni macchina dovrà essere preventivamente approvato dalla Direzione Lavori.

La formazione dei giunti dovrà essere eseguita con particolare cura. Nel caso in cui la stesa sia fatta in tempi successivi, il bordo laterale del giunto dovrà essere trattato con emulsione bituminosa per garantire una idonea adesione con la stesa successiva.

La sovrapposizione verticale dei giunti longitudinali dovrà essere programmata in modo da risultare sfalsati rispetto a quelli sottostanti di almeno 20 cm e da non ricadere nelle strisce di pavimentazione interessate dal normale passaggio dei pneumatici (zone d'ormaiamento).

Il conglomerato bituminoso prodotto dovrà essere trasportato in cantiere con autocarri di idonea portata con telone di copertura che eviti il veloce raffreddamento del materiale e la conseguente formazione di croste superficiali. I

mezzi dovranno essere opportunamente mantenuti ed efficienti per consentire un trasporto rapido e continuativo.

La posa in opera della miscela bituminosa dovrà essere eseguita con condizioni atmosferiche idonee; dovrà essere interrotta quando le condizioni pregiudicherebbero le caratteristiche funzionali e strutturali dello strato.

La compattazione dello strato dovrà essere realizzata a mezzo di idonei rulli con tamburi in ferro, o combinati, di peso non inferiore a 14 t per lo strato di base. La rullatura dovrà essere eseguita immediatamente dopo il passaggio della vibrofinitrice, in modo continuo ed uniforme, esente da fessure, scorrimenti, irregolarità ed ondulazioni.

### 2.3.5 Specifiche di controllo

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi sarà eseguito in laboratorio sulle materie prime, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione ed in situ direttamente sulla pavimentazione.

Ogni prelievo sarà costituito da due campioni: uno consegnato ad un Laboratorio Ufficiale per l'esecuzione delle prove, l'altro archiviato per eventuali accertamenti successivi.

La frequenza dei prelievi è quella riportata nella tabella 21.

Per quanto concerne il contenuto di bitume, è ammessa una variazione pari a  $\pm 0,10$  punti percentuali rispetto a quella di progetto (tenuto conto della percentuale di bitume dovuta all'ancoraggio se l'analisi è eseguita su campioni prelevati in sito tramite carotaggio).

La verifica della planarità sarà eseguita con asta rettilinea lunga 3 m, posizionata in qualunque direzione sulla superficie stradale. Gli scostamenti tra stadia e pavimentazione dovranno essere al massimo pari a 3 mm. In base alla tipologia ed entità di irregolarità, la Direzione Lavori potrà valutare i necessari interventi di ripristino, fino al completo rifacimento dello strato

<b>TIPO DI CAMPIONE</b>	<b>UBICAZIONE PRELIEVO</b>	<b>FREQUENZA PROVE</b>	<b>REQUISITI RICHIESTI</b>
<i>Bitume</i>	<i>Cisterna</i>	Settimanale o ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	<i>Tabb. 18 e 19</i>

<i>Aggregati e Filler</i>	<i>Impianto</i>	Settimanale o ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	<i>Tabb. 15, 16 e 17</i>
<i>Conglomerato sfuso</i>	<i>Stesa</i>	Giornaliera o ogni 5000 m <sup>2</sup>	<i>Come da Studio Fattibilità</i>
<i>Carote: spessori</i>	<i>Pavimentazione</i>	Ogni 250 m di fascia stesa	<i>Come da progetto</i>
<i>Carote: densità in sito</i>	<i>Pavimentazione</i>	Ogni 1000 m di fascia stesa	4% < v % < 6,5%

**Tabella 21 Tipo e frequenza delle prove di laboratorio ed in situ**

## 2.4 Misto cementato

Tale materiale è costituito da una miscela di aggregati, acqua e cemento. Il legante idraulico permette di ottenere un materiale con caratteristiche meccaniche maggiori rispetto ad un materiale granulare non legato. Inoltre risulta avere minore suscettibilità all'acqua ed al gelo.

### 2.4.1 Aggregati

Gli elementi lapidei costituenti la struttura litica del misto cementato risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi (trattenuti al setaccio UNI 4 mm) e degli aggregati fini.

L'aggregato grosso deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati, da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella tabella 22.

<b>AGGREGATO GROSSO (trattenuto al setaccio UNI 4 mm)</b>			
<i>Indicatore</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Valori richiesti</i>
<i>Los Angeles</i>	<i>UNI EN 1097-2</i>	%	≤ 29
<i>Quantità di frantumato</i>	<i>UNI EN 933-5</i>	%	≥ 75
<i>Dimensione max.</i>	<i>UNI EN 13043</i>	mm	40
<i>Sensibilità al gelo</i>	<i>UNI EN 1367-1</i>	%	≤ 30

<i>Passante al setaccio 0,063</i>	<i>UNI EN 933-10</i>	<i>%</i>	<i>≤ 1</i>
-----------------------------------	----------------------	----------	------------

**Tabella 22 Caratteristiche dell'aggregato grosso nel misto cementato**

L'aggregato fino deve essere costituito da elementi naturali o di frantumazione che possiedano le caratteristiche riassunte nella tabella 23.

<b>AGGREGATO FINO (passante al setaccio UNI 4 mm)</b>			
<i>Indicatore</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Valori richiesti</i>
<i>Equivalente in sabbia</i>	<i>UNI EN 933-8</i>	<i>%</i>	<i>≥ 50</i>
<i>Indice Plasticità</i>	<i>UNI CEN ISO 17892-12</i>	<i>%</i>	<i>N.P.</i>
<i>Limite liquido</i>	<i>UNI CEN ISO 17892-12</i>	<i>%</i>	<i>≤ 25</i>

**Tabella 23 Caratteristiche dell'aggregato fino nel misto cementato**

La miscela di materiali lapidei che costituiscono lo scheletro litico del misto cementato può comprendere al suo interno anche materiale derivante da un processo di frantumazione, pulizia e vagliatura di lastre in calcestruzzo. Le percentuali massime in cui tali materiali possono essere aggiunti derivano dal rispetto sia delle norme di legge cogenti ai fini della compatibilità ambientale sia dei requisiti tecnico prestazionali della miscela finale.

Non è ammesso nella miscela l'utilizzo di materiale da riciclo proveniente da conglomerati bituminosi (RAP).

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio ufficiale riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e Trasporti.

Per quanto riguarda gli aggregati da impiegarsi nella realizzazione del misto cementato, la distribuzione granulometrica dovrà essere conforme ai limiti indicati nella successiva tabella 24.

	<b>Apertura</b>	<b>Limiti di accettabilità della granulometria degli aggregati anidri</b>	
		<i>Minimo</i>	<i>Massimo</i>
		<i>Passante [%]</i>	<i>Passante [%]</i>
<b>Setacci Serie UNI EN 933-2 ISO 3310-1 e ISO 3310-2</b>	63	100	100
	31,5	89	99
	16	65	75
	8	46	56
	4	33	43
	2	24	34
	1	19	23
	0,5	13	17
	0,4	11	15
	0,25	8	12
	0,125	4	8
	0,063	2	6

**Tabella 24 Limiti di accettabilità della granulometria degli aggregati anidri nel misto cementato**

## 2.4.2 Cemento

Potranno essere impiegati i seguenti tipi di cemento elencati nella norma UNI ENV 197-1:

- tipo I (Portland);
- tipo II (Portland composito);
- tipo III (d'altoforno);
- tipo IV (pozzolanico);
- tipo V (composito).

I cementi utilizzati dovranno rispondere ai requisiti della L. 595/65. Ai fini dell'accettazione prima dell'inizio dei lavori, i cementi utilizzati dovranno essere controllati e certificati come previsto dal DPR 13/09/93 n. 246 e dal DM 12/07/93 n. 314. Tale certificazione sarà rilasciata dall'Istituto Centrale per la Industrializzazione e la Tecnologia Edilizia (I.C.I.T.E.), o da altri organismi autorizzati ai sensi del D.M. 12/07/93 n. 314.

### **2.4.3 Acqua**

L'acqua d'impasto utilizzata deve essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica, frazioni limo-argillose e qualsiasi altra sostanza nociva in conformità a quanto prescritto nella norma UNI EN 1008.

### **2.4.4 Accettazione delle miscele**

L'Impresa appaltatrice è tenuta a comunicare, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, alla Direzione Lavori:

la composizione della miscela che si intende adottare e relativo studio di fattibilità;

documentazione inerente la qualifica degli aggregati secondo Marcatura CE;

scheda tecnica del cemento che si intende utilizzare;

documentazione inerente la qualifica secondo Marcatura CE della miscela, in particolare Dichiarazione di Conformità e Marchio CE.

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio delle miscele, l'Impresa deve rigorosamente attenersi ad esso.

### **2.4.5 Posa in opera**

La stesa verrà eseguita impiegando macchine finitrici. Il tempo massimo tra l'introduzione dell'acqua nella miscela del misto cementato e l'inizio della compattazione non dovrà superare i 60 minuti. Le operazioni di compattazione dello strato devono essere realizzate con apparecchiature e sequenze adatte a produrre il grado di addensamento e le prestazioni richieste. Allo scopo si prescrive che i valori di densità misurati in sito dovranno essere superiori o al più uguali al 98% della massima densità ottenuta in laboratorio mediante procedura AASHO modificata.

La stesa della miscela non deve di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 5°C e mai sotto la pioggia. Nel caso in cui le condizioni climatiche (temperatura, soleggiamento, ventilazione) comportino una elevata velocità di evaporazione, è necessario provvedere ad una adeguata protezione delle miscele sia durante il trasporto che durante la stesa.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non deve superare di norma le due ore per garantire la continuità della struttura.

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e finitura dello strato, deve essere applicato un velo protettivo di emulsione bituminosa (in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto) e successivo spargimento di sabbia.

Il tempo di maturazione protetta non dovrà essere inferiore a 72 ore, durante le quali il misto cementato dovrà essere protetto dal gelo. Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati. Aperture anticipate sono consentite solo se previste nella determinazione della resistenza raggiunta dallo strato e comunque concordate con la Direzione Lavori.

Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause devono essere rimossi e sostituiti a cura dell'Impresa.

#### **2.4.6 Caratteristiche volumetriche e meccaniche**

L'ottimizzazione volumetrica e meccanica del misto cementato con fibre concerne il contenuto ottimo sia di acqua, sia di cemento da aggiungere alla miscela di aggregati lapidei anidri.

In ogni caso la percentuale di legante cementizio dovrà essere compresa tra il 3,0 e il 4% rispetto al peso dell'aggregato anidro, tale dosaggio permette una ottima prestazione in termini di lavorabilità associata a resistenze meccaniche adeguate alle richieste delle verifiche strutturali.

Le caratteristiche volumetriche e meccaniche del materiale secondo quanto previsto dalla CNR BU 29/72 e la valutazione delle caratteristiche volumetriche con Pressa a Taglio Giratorio, su campioni stagionati per 7 giorni in ambiente umido, devono essere valutate mediante prove di Resistenza a Compressione su campioni Proctor e Resistenza a Trazione Indiretta su campioni compattati con metodo giratorio. Per quanto concerne la portanza del misto cementato si dovrà verificare in sito mediante prova di carico su piastra nell'intervallo tra 0,15 e 0,25 MPa come definito nella CNR BU 146/92. I valori minimi delle grandezze sopra elencate dovranno essere almeno uguali a quelli definiti in tabella 25.

I valori di densità misurati in sito dovranno essere non inferiori al 98% della massima densità ottenuta in laboratorio mediante procedura AASHO modificata.

<b>Campioni Proctor</b>	<i>Resistenza a compressione [MPa]</i>	$\geq 3,0$
<b>Campioni Giratoria</b>	<i>Lavorabilità K [-]</i>	8,2
	<i>Autoaddensamento C1 [%]</i>	78,4
	<i>Resistenza a trazione indiretta [MPa]</i>	$\geq 0,30$
<b>Strato finite in situ</b>	<i>Portanza dopo 48-172 ore dalla stesa [MPa]</i>	150

**Tabella 25 Requisiti minimi delle caratteristiche meccaniche del misto cementato**

## 2.4.7 Specifiche di controllo

L'Impresa sarà obbligata ad ottemperare le seguenti disposizioni in termini di requisiti prescrittivi e prestazionali.

In caso contrario l'Impresa, a sua cura e spese, dovrà adottare tutti i provvedimenti atti al raggiungimento dei valori minimi previsti, non esclusa la rimozione ed il rifacimento dello strato.

### 2.4.7.1 Prove di laboratorio

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, inviando dei campioni a un Laboratorio Ufficiale. I campioni saranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nel competente ufficio Compartimentale previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione. I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche. Le caratteristiche dei materiali, posti in opera, saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio indicate in Tabella 26.

<b>Tipo di campione</b>	<b>Ubicazione prelievo</b>	<b>Frequenza prove</b>	<b>Prescrizioni</b>
Granulometria	In sito	Giornaliera oppure ogni 2500 m <sup>2</sup> di stesa	Tab. 24

Resistenza a compressione a 7 gg (CNR B.U. n.29/72)	In sito	Giornaliera oppure ogni 2500 m <sup>2</sup> di stesa	Tab. 25
Resistenza a trazione indiretta a 7 gg (prova Brasiliana) (CNR B.U. n.97/84)	In sito	Giornaliera oppure ogni 2500 m <sup>2</sup> di stesa	Tab. 25

**Tabella 26 Prove di laboratorio per lo strato in misto cementato**

A discrezione della Direzione Lavori possono essere ammesse le seguenti tolleranze sui risultati delle prove di controllo. Negli altri casi si può accettare che su n. 5 risultati di una stessa prova di controllo n. 1 possa non rispettare i valori minimi richiesti, purché lo scostamento da tali valori non ecceda:

- il 3%, per la misura del grado di addensamento;
- il 5%, per le misure del modulo Md;

Qualora le tolleranze di cui sopra siano superate, la lavorazione dovrà essere sospesa e l'Impresa dovrà adottare a sua cura e spese quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.

#### **2.4.7.2 Prove in sito**

Dovranno essere soddisfatti ulteriori requisiti prestazionali, indicati nella seguente tabella

<b>Requisito</b>	<b>Normativa</b>	<b>Frequenze prove</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Prestazione</b>
Densità in sito	CNR 22/72	Giornaliera oppure ogni 1000 m <sup>2</sup> di stesa	%	≥ 98 rispetto a densità massima fornita da prova AASHTO modificata (UNI EN 13286-2)
Portanza: Md (intervallo 0,15 ÷ 0,25 MPa)	CNR 146/92	Giornaliera oppure ogni 1000 m <sup>2</sup> di stesa	MPa	≥ 150 (dopo 48-172 ore di stagionatura)

**Tabella 27 Prove in sito per lo strato in misto cementato**

## **3. AIUTI VISIVI LUMINOSI**

---

### **3.1 Impianto AVL**

#### **3.1.1 Premessa**

I segnali sopraelevati saranno i più leggeri possibili, evitando l'uso di ferro od altri materiali corrodibili.

Si preferiranno leghe leggere e materiali plastici sintetici, non si dovrà far uso di filtri esterni colorati separati dall'apparecchiatura.

L'alluminio usato per i riflettori ottici dovrà avere un livello di purezza superiore al 99,9%. Tutti i segnali sopraelevati dovranno essere facilmente frangibili in caso di urto.

I segnali a semilivello saranno specificatamente progettati per un'emissione luminosa ad alta intensità.

Le lenti saranno sostituibili con guarnizione di tenuta.

Non sarà permessa l'applicazione dei prismi mediante composto sigillante ed adesivo.

Il sistema ottico sarà composto da una lampada alogena prefocalizzata a specchio, da una lente e da un eventuale filtro colorato o da un sistema luminoso a led che emetterà la luminosità richiesta in funzione della tipologia di utilizzo del segnale.

Per tutti i segnali l'emissione luminosa dovrà essere conforme alle specifiche dell'I.C.A.O. Annesso 14 Volume 1 Appendice 2.

In particolare nell'arco del fascio principale di emissione luminosa, il valore massimo dell'intensità luminosa non potrà superare tre volte il valore minimo della stessa, come richiesto dall'I.C.A.O. (annesso 14 par. 5.3.1.11. e par. 5.3.1.12).

Tutte le parti che trasmetteranno la radiazione luminosa per trasparenza, come le lenti, i filtri colorati, i vetri, ecc. dovranno essere fabbricati usando vetri ottici della migliore qualità ed in grado di resistere agli sbalzi termici che si verificheranno durante il funzionamento.

Onde limitare il numero dei pezzi di ricambio da tenere a magazzino e semplificare la manutenzione si darà la preferenza ad apparecchiature che

abbinano quanto più possibile parti manutentive comuni (esempio: lampade, gruppo ottico, filtri, contenitore interno, guarnizioni in genere, ecc.).

Si preferiranno apparecchiature che consentano un risparmio energetico con l'impiego di lampade a basso assorbimento d'energia.

Questi elementi verranno presi in esame in modo specifico e costituiranno elemento di preferenza.

In caso di contrasto fra i disegni dell'offerta e questa specifica prevarrà il contenuto di quest'ultima.

### **3.1.2 Segnali unidirezionali a semilivello di soglia**

I segnali sono costituiti da una calotta forgiata in lega di alluminio da 12" ad alta resistenza meccanica e resistente alla corrosione e da un contenitore in alluminio fissato alla calotta.

La calotta porta montate due lenti sostituibili con guarnizioni di tenuta, che il personale di manutenzione potrà sostituire nella propria officina usando gli abituali attrezzi.

La sporgenza dell'apparecchiatura al di sopra della pavimentazione dovrà essere il più basso possibile. Il diametro esterno della calotta è di 305 mm circa.

Il sistema luminoso dovrà essere a LED con emissione luminosa a luce verde con una durata di vita non inferiore alle 60000 ore ed idoneo al monitoraggio.

L'elettronica di alimentazione dei segnali dovrà essere dotata di dispositivo di protezione contro le sovratensioni.

I sistemi ottici dovranno essere a prova di urto e vibrazione.

La componentistica del segnale è alloggiata nel contenitore interno, fissato alla calotta con una guarnizione "O" ring che assicurerà la tenuta stagna anche quando il segnale non sarà montato sulla base.

La calotta viene fissata alla sua base mediante due viti con rondelle in acciaio inossidabile e due perni antirotazione.

Le forze dovute al carico non sono trasmesse alla pavimentazione attraverso le guarnizioni, ma attraverso il contatto metallo con metallo.

La distribuzione luminosa dei segnali dovrà essere conforme alle richieste fotometriche delle Norme ICAO - Annesso 14 - Volume I .

I segnali saranno dotati di cavetto di alimentazione con spina bipolare a Norme FAA L-823 e cavetto di messa a terra collegato alla base.

### B.1.3 Segnali bidirezionali a semilivello di bordo pista di volo

I segnali sono costituiti da una calotta forgiata in lega di alluminio da 12" ad alta resistenza meccanica e resistente alla corrosione e da un contenitore in alluminio fissato alla calotta.

La calotta porta montate due lenti sostituibili con guarnizioni di tenuta, che il personale di manutenzione potrà sostituire nella propria officina usando gli abituali attrezzi.

La sporgenza dell'apparecchiatura al di sopra della pavimentazione non dovrà essere maggiore di 1/2". Il diametro esterno della calotta è di 305 mm circa.

Ciascuno dei due sistemi ottici è composto da una lampada e da una lente. Fra lente e sorgente luminosa è montato su alcuni segnali un filtro ad assorbimento che potrà essere di colore:

- giallo/chiaro;
- chiaro/chiaro;
- giallo/rosso;
- giallo/schermato.

Le due lampade sono del tipo dicroica prefocalizzata con filamento di tungsteno, a ciclo alogeno da 105 W 6,6A, con una durata di vita all'intensità nominale di almeno 1.500 ore. I sistemi ottici dovranno essere a prova di urto e vibrazione.

La componentistica del segnale è alloggiata nel contenitore interno, fissato alla calotta con una guarnizione "O" ring che assicurerà la tenuta stagna anche quando il segnale non sarà montato sulla base.

La calotta viene fissata alla sua base mediante due viti con rondelle in acciaio inossidabile e due perni antirotazione.

Le forze dovute al carico non sono trasmesse alla pavimentazione attraverso le guarnizioni, ma attraverso il contatto metallo con metallo.

La distribuzione luminosa dei segnali dovrà essere conforme alle richieste fotometriche delle Norme ICAO - Annesso 14 - Volume I.

I segnali saranno dotati di cavetto di alimentazione con spina bipolare a Norme FAA L-823.

### **3.1.4 Twin Light**

Il segnale tipo “Twin Light” consta di una coppia costituita da un segnale sopraelevato di bordo pista affiancato da uno sopraelevato di via di circolazione entrambi installati su supporto a “T” di adeguate dimensioni dotato di giunto a frattura prestabilita.

I predetti segnali utilizzano sistemi luminosi a tecnologia a LED con emissione luminosa a luce bianca/bianca, bianca/gialla e rossa/gialla per il segnale di bordo pista, mentre a luce blu per il segnale di bordo via di circolazione. Il sistema luminoso del segnale sopraelevato di bordo pista di volo, dovrà essere idoneo al monitoraggio. Il predetto segnale non utilizza schermi colorati in quanto l'emissione colorata è data del LED stesso.

L'elettronica di alimentazione dei due segnali dovrà essere dotata di dispositivo di protezione contro le sovratensioni.

L'alimentazione del predetto segnale avverrà attraverso due distinti trasformatori serie 6,6/6,6A attestati a due distinti circuiti serie.

Dovrà essere garantita la tenuta stagna del segnale senza l'uso di guarnizioni.

Il segnale twin light nel suo complesso avrà un'altezza fuori terra non superiore ai 400 mm, dovrà essere fornito di minuteria in acciaio inossidabile e dovrà consentire l'orientamento del segnale dall'esterno senza bisogno di attrezzi speciali.

I componenti in alluminio dovranno essere protetti da verniciatura con polvere di poliestere di colore “giallo aviazione”, applicata con processo elettrostatico.

Il segnale sarà dotato di cavetto di alimentazione con spina tetrapolare a Norme FAA L - 823.

La distribuzione luminosa dei segnali dovrà esser conforme alle norme ICAO, Annesso 14, Volume I.

I segnali saranno installati mediante avvitatura sul manicotto metallico della curva a gomito, ed inghisata entro plinto in calcestruzzo, predisposta per ciascun segnale.

L'avvitatura dovrà avvenire previo impiego di grasso grafitato.

Il predetto manicotto dovrà essere collegato all'impianto di terra mediante l'impiego di corda flessibile in rame sezione 6 mm<sup>2</sup> isolata in P.V.C. giallo/verde ed infilata nello stesso cavidotto utilizzato per la prolunga di alimentazione del segnale che risulterà di conseguenza collegato a terra.

### **3.1.5 Segnali omnidirezionali a sopraelevati di bordo via di circolazione a luce blu**

I segnali sono costituiti da un corpo superiore in pressofusione di alluminio sul quale poggiano le componenti ottiche ed elettriche e da un corpo inferiore a forma di canotto, realizzato anch'esso in pressofusione di alluminio, con solco di rottura e filettatura 2" per l'installazione.

Il corpo superiore è fissato al canotto mediante una serie di viti che permettono il corretto livellamento del segnale.

Il sistema luminoso sarà realizzato a LED con un LED a luce blu associato alla relativa elettronica di alimentazione dotata di dispositivo di protezione contro le sovratensioni..

Il sistema luminoso a LED sarà equipaggiato con un LED a luce blu associato alla relativa elettronica di alimentazione dotata di dispositivo di protezione contro le sovra tensioni.

Il complesso ottico è costituito da una lente a forma di campana, con superficie liscia all'esterno, di colore blu e fissata al corpo superiore con un sistema atto a consentire la sua rapida rimozione necessaria per l'eventuale sostituzione del LED o della lente stessa, senza alterare il livellamento del segnale.

Il segnale potrà essere installato direttamente su curva tecnica predisposta, inglobata su basamento in cls, oppure su piatto metallico di base, ambedue dotati di filettatura 2" Gas, mediante avvitatura che dovrà avvenire previo impiego di grasso grafitato o prodotto equivalente.

Tutta la viteria ed i materiali complementari saranno di acciaio inossidabile.

Ogni segnale è equipaggiato con una coppia di cavetti unipolari flessibili sezione 2,5 mm<sup>2</sup> di lunghezza appropriata e con incorporata una spina bipolare a Norme FAA L-823 nonché di morsetto di terra per il suo collegamento, con corda flessibile in rame isolata in PVC giallo/verde sezione 1 x 4 mm<sup>2</sup> al collettore di terra esistente nel pozzetto dei trasformatori.

I segnali dovranno essere realizzati nel rispetto delle Norme FAA vigenti e delle Norme ICAO - Annesso 14 - Volume I in particolare per quanto riguarda le richieste fotometriche sulla distribuzione luminosa.

### **3.1.6 Segnali unidirezionali a semilivello di avvicinamento**

I segnali sono costituiti da una calotta forgiata in lega di alluminio da 12" ad alta resistenza meccanica e resistente alla corrosione e da un contenitore in alluminio fissato alla calotta.

La calotta porta montate tre lenti sostituibili con guarnizioni di tenuta, che il personale di manutenzione potrà sostituire nella propria officina usando gli abituali attrezzi.

La sporgenza dell'apparecchiatura al di sopra della pavimentazione dovrà essere il più basso possibile. Il diametro esterno della calotta è di 305mm.

Ciascuno dei tre sistemi ottici è composto da una lampada e da una lente.

Le lampade sono del tipo dicroica prefocalizzata con filamento di tungsteno, a ciclo alogeno da 105 W 6,6A, con una durata di vita all'intensità nominale di almeno 1.500 ore. I sistemi ottici sono a prova di urto e vibrazione.

La componentistica del segnale è alloggiata nel contenitore interno, fissato alla calotta con una guarnizione "O" ring che assicurerà la tenuta stagna anche quando il segnale non sarà montato sulla base.

La calotta viene fissata alla sua base mediante due viti con rondelle in acciaio inossidabile e due perni antirotazione.

Le forze dovute al carico non sono trasmesse alla pavimentazione attraverso le guarnizioni, ma attraverso il contatto metallo con metallo.

La distribuzione luminosa dei segnali dovrà essere conforme alle richieste fotometriche delle Norme ICAO - Annesso 14 - Volume I.

I segnali saranno dotati di cavetto di alimentazione, ognuno con spina bipolare a Norme FAA L-823 e di cavetto di terra collegato alla base di fissaggio.

### **3.1.7 Segnali unidirezionali sopraelevati di avvicinamento**

I segnali sono costituiti da un corpo in fusione di alluminio con montato un riflettore parabolico completo di vetro frontale prismatico chiaro con guarnizione al silicone.

Il riflettore sarà dotato di una molla per il bloccaggio nel riflettore della lampada. La sostituzione della lampada verrà effettuata attraverso uno sportello posteriore senza alcun attrezzo.

La regolazione in elevazione del segnale sarà effettuata tramite due viti di regolazione opposte.

Il segnale potrà essere installato tramite un paletto di sostegno 2" gas (lunghezza max 2,0m), dotato di giunto a frattura prestabilita in fusione di alluminio, o direttamente sul giunto stesso, oppure direttamente su traliccio con dispositivo ribaltabile.

Ciascun segnale sarà equipaggiato con cavetto di alimentazione, di lunghezza adeguata, completo di spina bipolare a Norme FAA L-823 e con lampada al quarzo-iodio 150 W 6,6 A attacco PK-30/d.

La distribuzione luminosa di ciascun segnale dovrà essere unidirezionale e conforme alle caratteristiche fotometriche stabilite dalle norme ICAO annesso 14 - Volume I.

I segnali, il cui giunto a frattura prestabilita verrà avvitato sul tubo a gomito precedentemente posizionato, dovranno essere messi a terra collegando con corda di rame isolata, sez. 6 mm<sup>2</sup> la vite di terra del segnale al collettore di terra esistente nel pozzetto dei trasformatori come pure i segnali posizionati sui tralicci.

### **3.1.8 Segnali unidirezionali sopraelevati di fine pista**

I segnali sono costituiti da un corpo in fusione di alluminio con montato un riflettore parabolico completo di vetro frontale prismatico rosso con guarnizione al silicone.

Il riflettore sarà dotato di una molla per il bloccaggio nel riflettore della lampada. La sostituzione della lampada verrà effettuata attraverso uno sportello posteriore senza alcun attrezzo.

La regolazione in elevazione del segnale sarà effettuata tramite due viti di regolazione opposte.

Ciascun segnale sarà equipaggiato con cavetto di alimentazione completo di spina bipolare a Norme FAA L-823 e con lampada al quarzo-iodio da 100W o 65 W 6,6 A attacco PK-30/d.

La distribuzione luminosa di ciascun segnale dovrà essere unidirezionale e conforme alle richieste fotometriche delle Norme ICAO Annesso 14 Vol. I.

I segnali dovranno essere collegati a terra mediante corda in rame isolato giallo/verde da 6 mm<sup>2</sup>.

### **3.1.9 Segnali unidirezionali a semilivello di fine pista**

I segnali sono costituiti da una calotta forgiata in lega di alluminio ad alta resistenza meccanica e resistente alla corrosione e da un contenitore in alluminio fissato alla calotta a mezzo viti e guarnizione di tenuta.

La calotta porta montata, con guarnizione di tenuta, una lente in vetro ottico che il personale di manutenzione potrà sostituire nella propria officina usando gli abituali attrezzi.

La sporgenza dell'apparecchiatura al di sopra della pavimentazione dovrà essere la più bassa possibile e comunque non superiore a ½", ed il diametro esterno della calotta dovrà essere di 203 mm (circa 8") oppure di 305 mm (circa 12").

Il sistema luminoso sarà a LED ed equipaggiato da una serie di LED a luce rossa completi di riflettore. L'elettronica di alimentazione, dotata di dispositivo di protezione contro le sovratensioni, sarà integrata nel segnale stesso e dovrà essere adeguata per l'utilizzo con impianto di monitoraggio.

Tutti i sistemi ottici dovranno essere a prova di urto e vibrazione.

La componentistica ottica ed elettrica del segnale è alloggiata nel contenitore interno fissato alla calotta con una guarnizione "O" ring che assicurerà la tenuta stagna anche quando il segnale non sarà montato sulla base.

I segnali saranno inoltre dotati di una coppia di cavetti unipolari attestati ad una spina bipolare a Norme FAA L-823 nonché di cavetto di terra per il collegamento alla rete di terra esistente attestata sulla relativa base.

La calotta viene fissata alla sua base mediante due viti con rondelle in acciaio inossidabile e due perni antirotazione.

Le forze dovute al carico non vengono trasmesse alla pavimentazione attraverso le guarnizioni, ma attraverso il contatto metallo con metallo.

I segnali dovranno essere realizzati nel rispetto delle Norme FAA vigenti e delle Norme ICAO - Annesso 14 - Volume I in particolare per quanto riguarda le richieste fotometriche sulla distribuzione luminosa.

### **3.1.10 Segnali bidirezionali a semilivello per asse vie di circolazione**

I segnali bidirezionali a semilivello per asse vie circolazione dovranno essere ad alta intensità da 8" e costituito da una calotta forgiata in lega di alluminio ad alta resistenza meccanica e resistente alla corrosione e da un contenitore in alluminio fissato alla calotta.

La calotta porta montate due lenti sostituibili con guarnizione di tenuta, che il personale di manutenzione potrà sostituirle nella propria officina usando gli abituali attrezzi.

La sporgenza dell'apparecchiatura al di sopra della pavimentazione non dovrà essere maggiore di ½". Il diametro esterno della calotta sarà di 240 mm circa.

Il sistema luminoso sarà a LED ed equipaggiato da due serie indipendenti di LED a luce verde una per ogni direzione complete di riflettore. Le due elettroniche di alimentazione, ognuna dotata di dispositivo di protezione contro le sovratensioni, sarà integrata nel segnale stesso e dovranno essere adeguata per l'utilizzo con impianto di monitoraggio.

La componentistica del segnale sarà alloggiata nel contenitore interno, fissato alla calotta con una guarnizione "O" ring che assicurerà la tenuta stagna anche quando il segnale non sarà montato sulla base.

La calotta viene fissata alla sua base mediante due viti con rondelle in acciaio inossidabile e due perni antirotazione.

Le forze dovute al carico non sono trasmesse alla pavimentazione attraverso le guarnizioni, ma attraverso il contatto metallo con metallo.

La distribuzione luminosa dei segnali dovrà essere conforme alle richieste fotometriche delle Norme ICAO - Annesso 14 - Volume I.

I segnali saranno inoltre dotati di due coppie di cavetti unipolari attestati ognuna ad una spina bipolare a Norme FAA L-823 nonché di cavetto di terra per il collegamento alla rete di terra esistente attestata sulla relativa base.

### 3.1.11 Segnali unidirezionali a semilivello per stop-bar

I segnali unidirezionali a semilivello per stop-bar dovranno essere ad alta intensità da 8" e costituiti da una calotta forgiata in lega di alluminio ad alta resistenza meccanica e resistente alla corrosione e da un contenitore in alluminio fissato alla calotta.

La calotta porta montata una lente sostituibile con guarnizione di tenuta, che il personale di manutenzione potrà sostituirla nella propria officina usando gli abituali attrezzi.

La sporgenza dell'apparecchiatura al di sopra della pavimentazione non dovrà essere maggiore di ½". Il diametro esterno della calotta sarà di 240 mm circa.

Il sistema luminoso sarà a LED ed equipaggiato da una serie di LED a luce rossa completi di riflettore. L'elettronica di alimentazione, dotata di dispositivo di protezione contro le sovratensioni, sarà integrata nel segnale stesso e dovrà essere adeguata per l'utilizzo con impianto di monitoraggio.

La componentistica del segnale sarà alloggiata nel contenitore interno, fissato alla calotta con una guarnizione "O" ring che assicurerà la tenuta stagna quando il segnale non sarà montato sulla base.

La calotta viene fissata alla sua base mediante due viti con rondelle in acciaio inossidabile e due perni antirotazione.

Le forze dovute al carico non sono trasmesse alla pavimentazione attraverso le guarnizioni, ma attraverso il contatto metallo con metallo.

La distribuzione luminosa dei segnali dovrà essere conforme alle richieste fotometriche delle Norme ICAO - Annesso 14 - Volume I.

I segnali saranno inoltre dotati di una coppia di cavetti unipolari attestati ad una spina bipolare a Norme FAA L-823 nonché di cavetto di terra per il collegamento alla rete di terra esistente attestata sulla relativa base.

### **3.1.12 Segnali bidirezionali a semilivello di asse pista di volo**

I segnali bidirezionali a semilivello per asse pista di volo dovranno essere ad alta intensità da 8" e costituiti da una calotta forgiata in lega di alluminio ad alta resistenza meccanica e resistente alla corrosione e da un contenitore in alluminio fissato alla calotta.

La calotta porta montate due lenti sostituibili con guarnizioni di tenuta, che il personale di manutenzione potrà sostituirle nella propria officina usando gli abituali attrezzi.

La sporgenza dell'apparecchiatura al di sopra della pavimentazione non dovrà essere maggiore di 1/2". Il diametro esterno della calotta sarà di 240mm circa.

Il sistema luminoso sarà a LED ed equipaggiato da due serie indipendenti di LED a luce chiara/chiaro o chiara/rossa, una per ogni direzione complete di riflettore. Le due elettroniche di alimentazione, ognuna dotata di dispositivo di protezione contro le sovratensioni, sarà integrata nel segnale stesso e dovranno essere adeguata per l'utilizzo con impianto di monitoraggio.

La componentistica ottico elettrica del segnale sarà alloggiata nel contenitore interno, fissato alla calotta con una guarnizione "O" ring che assicurerà la tenuta stagna anche quando il segnale non sarà montato sulla base.

La calotta viene fissata alla sua base mediante viti con rondelle in acciaio inossidabile e due perni antirotazione.

Le forze dovute al carico non sono trasmesse alla pavimentazione attraverso le guarnizioni, ma attraverso il contatto metallo con metallo.

La distribuzione luminosa dei segnali dovrà essere conforme alle richieste fotometriche delle Norme ICAO - Annesso 14 - Volume I.

I segnali saranno inoltre dotati di due coppie di cavetti unipolari attestati ognuna ad una spina bipolare a Norme FAA L-823 nonché di cavetto di terra per il collegamento alla rete di terra esistente attestata sulla relativa base.

### **3.1.13 Segnali TDZ**

I segnali sono costituiti da una calotta forgiata in lega di alluminio ad alta resistenza meccanica e resistente alla corrosione e da un contenitore in alluminio fissato alla calotta a mezzo viti e guarnizione di tenuta.

La calotta porta montata, con guarnizione di tenuta, una lente in vetro ottico che il personale di manutenzione potrà sostituire nella propria officina usando gli abituali attrezzi.

La sporgenza dell'apparecchiatura al di sopra della pavimentazione dovrà essere la più bassa possibile e comunque non superiore a ½", ed il diametro esterno della calotta dovrà essere di 203mm circa 8".

Il sistema luminoso sarà a LED ed equipaggiato da una serie di LED a luce chiara completi di riflettore. L'elettronica di alimentazione, dotata di dispositivo di protezione contro le sovratensioni, sarà integrata nel segnale stesso e dovrà essere adeguata per l'utilizzo con impianto di monitoraggio.

L'orientamento del fascio luminoso emesso dal segnale sia sul piano orizzontale che sul piano verticale deve essere predisposto dal costruttore in fase di realizzazione del segnale in quanto non è possibile regolarlo o modificarlo in campo.

Il sistema ottico dovrà essere a prova di urto e vibrazione.

La componentistica ottica ed elettrica del segnale è alloggiata nel contenitore interno fissato alla calotta con una guarnizione "O" ring che assicurerà la tenuta stagna anche quando il segnale non sarà montato sulla base.

I segnali saranno inoltre dotati di una coppia di cavetti unipolari attestati ad una spina bipolare a Norme FAA L-823 nonché di cavetto di terra per il collegamento alla rete di terra esistente attestata sulla relativa base.

La calotta viene fissata alla sua base mediante due viti con rondelle in acciaio inossidabile due perni antirotazione.

Le forze dovute al carico non vengono trasmesse alla pavimentazione attraverso le guarnizioni, ma attraverso il contatto metallo con metallo.

I segnali dovranno essere realizzati nel rispetto delle Norme FAA vigenti e delle Norme ICAO - Annesso 14 - Volume I in particolare per quanto riguarda le richieste fotometriche sulla distribuzione luminosa.

### **3.1.14 Segnali lampeggianti a flash**

I segnali sono costituiti da un corpo in fusione di alluminio sul cui fronte viene montata, con la interposizione di guarnizione al silicone e bloccata a mezzo di una serie di levette in acciaio inossidabile, la lampada flash tipo PAR 56.

La predetta lampada agisce su un micro interruttore di sicurezza, fissato al corpo del segnale, che interrompe l'alimentazione alla lampada nel caso che la medesima non si trovi nella sua sede.

Il corpo del segnale è incernierato ad un supporto graduato che ne consente, mediante due viti, la regolazione in elevazione ed il successivo bloccaggio. Per tale regolazione e per l'orientamento dovrà essere utilizzato lo strumento specifico previsto.

Ogni segnale è dotato inoltre di una cassetta entro la quale sono sistemate le apparecchiature elettriche per l'alimentazione della lampada del segnale stesso.

I cavi di collegamento fra il segnale e la cassetta sono protetti da una guaina flessibile in resina rinforzata fissata ai componenti a mezzo di adeguati bocchettoni che ne garantiscono la tenuta stagna.

Il segnale e la relativa cassetta di alimentazione potranno essere installati direttamente tramite giunto di rottura sullo stesso paletto da 2" in acciaio zincato altezza massima 0.50m oppure separatamente con il segnale su paletto fino a 2.00m di altezza poi su tralicci frangibili per altezze superiori mentre la cassetta di alimentazione potrà essere installata alla base del segnale o ad una distanza massima dal segnale di 50m.

Qualora l'installazione dei segnali sia effettuata tramite avvitatura, questa dovrà avvenire previo impiego di grasso grafitato o prodotto equivalente.

Tutta la viteria ed i materiali complementari saranno di acciaio inossidabile.

La lampada sarà tipo flash allo xenon QPAR 56, terminali a vite, vetro frontale trasparente e liscio, vita media 1000 ore a due lampeggi al secondo.

I segnali dovranno essere realizzati nel rispetto delle Norme FAA vigenti e delle Norme ICAO - Annesso 14 - Volume I in particolare per quanto riguarda le richieste fotometriche sulla distribuzione luminosa.

### **3.1.15 Cassetta di alimentazione per segnali lampeggianti**

Ogni segnale è dotato per il suo funzionamento di una cassetta entro la quale sono sistemate le relative apparecchiature elettriche ed elettroniche di alimentazione, telecomando, telecontrollo e sincronismo.

La cassetta è costituita da una custodia in poliestere rinforzato o in lamiera di acciaio inox con portina incernierata sul fronte, dotata di serratura e di guarnizione di tenuta, e con apertura sulla parete laterale per la ventilazione, dotata di dispositivo che impedisce l'ingresso all'acqua, agli insetti ed alla polvere.

Sulla parete di fondo la cassetta, attraverso bocchettoni e pressacavi di dimensione adeguate, consente l'ingresso e l'uscita dei cavi di alimentazione, di telecomando, di telecontrollo e di sincronismo nonché l'ingresso dei cavi di alimentazione del segnale e della corda isolata G/V per il collegamento a terra delle apparecchiature.

Sulla parete posteriore la cassetta porterà due staffe e due collari in acciaio zincato a caldo per il suo fissaggio al paletto di sostegno del relativo segnale o eventualmente al traliccio. .

All'interno di ogni cassetta sono montate, su apposito telaio metallico, le apparecchiature necessarie al funzionamento del segnale lampeggiante che dovrà emettere due flash al secondo in sincronismo temporale con altri segnali, operare a tre livelli di brillantezza in funzione della luminosità e visibilità ambiente e segnalare l'eventuale avaria dell'unità stessa.

In particolare tali apparecchiature consistono essenziale in :

- morsettiera costituita da almeno 5 doppi morsetti sezione massima 25mm<sup>2</sup> per il collegamento del cavo elettrico di alimentazione ( 3F+N+T ) entra ed esci;
- morsettiera costituita da almeno 8 morsetti sezione 1,5 ÷ 4mm<sup>2</sup> per il collegamento entra/esci dei cavi di telecomando, telecontrollo e sincronismo;
- morsettiera per il collegamento dei cavi di alimentazione del segnale;
- sezionatore generale di linea;
- interruttore di sicurezza che interrompe l'alimentazione all'apertura della portina;
- schede elettroniche alcune fisse altre estraibili , ognuna con funzioni specifiche;
- varie serie di "micro switches" per la commutazione dell'unità da Slave a Master o viceversa, per la sincronizzazione del lampeggio, per la frequenza

- di lampeggio del segnale, per la commutazione del funzionamento dell'unità da remoto a locale ai tre livelli di brillantezza;
- dispositivo per la segnalazione remota cumulativa che segnala anomalia di funzionamento del sistema anche nel caso che una sola unità risulti non funzionante.

Di norma le unità saranno alimentate con derivazione in parallelo alla tensione di 220V 50Hz , ma previo predisposizione, dovranno poter funzionare alimentate da circuito serie con inserimento di trasformatori di isolamento speciali 6,6/6,6A.

Qualora due unità vengono utilizzate per funzione di RTIL in caso di guasto di una qualsiasi delle due anche l'altra dovrà automaticamente spegnersi.

I segnali dovranno essere realizzati nel rispetto delle Norme FAA vigenti e delle Norme ICAO – Annesso 14 – Volume I.

### **3.1.16 Luci segnalazione ingresso di pista – guard light**

In corrispondenza dei punti attesa, come indicato negli elaborati grafici di progetto, dovranno essere installate due unità "guard light" composte ognuna da due luci gialle lampeggianti alternativamente.

Il segnale è costituito da due corpi luminosi a led con emissione di luce colorata gialla emessa direttamente dal Led e lampeggianti con una frequenza di lampeggio alternata di 45-50 Flash per minuto.

La alimentazione dei predetti segnali avverrà attraverso un circuito serie loro dedicato attraverso trasformatori di isolamento 6,6/6,6A le lampade ed il circuito elettrico di comando devono essere in grado di poter funzionare regolarmente a più livelli di luminosità da selezionare in funzione della visibilità (notturna/diurna) come previsto dalla normativa vigente in materia.

Il fissaggio avverrà su apposito basamento mediante piatto di base in fusione di alluminio. Il segnale dovrà essere omologato a Norme ICAO annesso 14 Vol.1 e FAAL 804.

### **3.1.17 Unità regolatrice a corrente costante**

Le unità regolatrici a corrente secondaria costante dovranno essere conformi alle norme FAA L 828, L 829.

In particolare si dovrà provvedere alla fornitura di unità regolatrici a corrente secondaria costante del tipo a transistor e controllo PWM, della potenza come indicato nel computo, tensione di alimentazione trifase + neutro 380/220V 50Hz con regolazione della corrente secondaria da 2.8 a 6.6A completa di accessori per il loro funzionamento ed idonee per dialogare con un sistema di telecomando e telecontrollo computerizzato.

All'interno le unità dovranno essere corredate di coppie scaricatori inseriti sia all'ingresso dell'alimentazione che all'uscita verso i circuiti serie e all'esterno di cut-out per il circuito serie.

Le unità regolatrici saranno installate entro la cabina elettrica voli notturni, in apposito locale condizionato, e utilizzate per l'alimentazione dei circuiti serie.

L'installazione comprende l'esecuzione degli allacciamenti elettrici, con le linee di alimentazione con le linee dei circuiti serie, con le linee ausiliarie, telecomando, telecontrollo e monitoraggio. compresa la fornitura dei cavi e di tutti gli accessori necessari per dare le macchine perfettamente funzionanti.

### **3.1.18 Sistema computerizzato di telecomando, telecontrollo e monitoraggio A.V.L.**

Sistema computerizzato di telecomando e telecontrollo e monitoraggio degli impianti aiuti visivi aeroportuali completo e funzionante nel rispetto delle normative vigenti, costituito da cinque postazioni poste una in torre di controllo, una per ogni cabina elettrica (111, 152) dove sono installate le unità regolatrici a corrente costante di alimentazione dei segnali luminosi, una nel centro manutenzioni ed una nel centro controllo e sicurezza.

1) Essenzialmente ogni postazione sarà costituita da:

1.a) Tastiera dedicata per il comando delle unità regolatrici e delle utenze in derivazione con grado di protezione IP67, nella quale alcune funzioni saranno adattate alle esigenze dell'aeroporto in fase di avviamento operativo operando sul software.

Le principali funzioni saranno le seguenti:

- inserzione /disinserzione singola di ogni regolatore;
- inserzione/disinserzione di gruppi regolatori (avvicinamento - bordo pista - soglia - P.A.P.I. - ecc.) preselezionati ad un certo livello di corrente;
- inserzione di tutti i regolatori in sequenza ordinata;
- selezione senso di decollo/atterraggio;
- regolazione della brillantezza dei sistemi luminosi.

Per ciò che riguarda la regolazione della brillantezza la stessa potrà essere variata a gradini secondo lo standard 2,8 - 3,4 - 4,1 - 5,2 - 6,6 A o altri valori definiti in fase di avviamento operativo.

Il sistema dovrà essere predisposto per inserire il collegamento con uno o più rilevatori della visibilità atmosferica (RVR) in modo che i regolatori alla inserzione siano automaticamente regolati a valori di brillantezza predefiniti in relazione alla visibilità.

2.a) Mouse ad alta affidabilità

3.a) Monitor LCD a colori da 19" uno installato con schematizzata la mappa aeroportuale con l'impianto aiuti visivi luminosi dell'aeroporto ed avente le seguenti caratteristiche:

- risoluzione 1600 x 1700 pixel;
- infiniti colori visualizzabili;
- piedistallo inclinabile ed orientabile;
- alimentazione 220 V, c.a.;

4.a) Calcolatore tipo industriale rispondente alle seguenti caratteristiche minime qui di seguito elencate o equivalenti o superiori:

- CPU 80586 a 100MHZ o superiore con 64 Mb di RAM espandibile;
- HD da 850 Mbyte o superiore;
- scheda grafica VGA;
- porta seriale RS 232 C;
- scheda di connessione alla rete CN;
- limiti di temperatura 0-70° C.

5.a) Sistema di continuità assoluta, uno per ogni postazione, costituito da un gruppo statico a tempo di intervento zero a onda sinusoidale stabilizzata avente le seguenti caratteristiche:

- alimentazione 220 V;
- potenza 1000 VA.;
- uscita 220 V 50 Hz;
- distorsione  $\leq$  3%;
- batterie ermetiche;
- autonomia 15 minuti.

Le postazioni così costituite saranno collegate fra loro attraverso una rete di collegamento "CN" costituita da un cavo a 4 fibre monomodali.

Sulle unità regolatrici saranno inserite appropriate interfacce per consentire il dialogo fra le postazioni e le singole unità luminose in campo in corrispondenza delle quali su ognuna sarà applicata un unità di comando e controllo dello stato di funzionamento dell'unità luminosa. L'impianto di cui sopra dovrà essere in grado di gestire l'accensione e lo spegnimento delle stop bar e delle associate tratte di Taxiline (Lead-in) secondo le indicazioni fornite dalla normativa vigente.

2) Software di gestione dei processi in tempo reale.

Protocollo compatibile con standard internazionali di comunicazione con previsione di metodi di riconoscimento e recupero degli errori, nonché dei comandi applicativi e di gestione di rete.

Il software dovrà consentire l'archiviazione automatica dei cambiamenti di stato del sistema con un programma che consenta di richiamare la data e l'ora a richiesta dell'operatore, e mostrare gli eventi verificati.

Una Stampante, da installare nella cabina elettrica 152, dovrà consentire la stampa automaticamente o su richiesta, dei vari cambiamenti di stato.

E' così possibile ottenere un libro giornale degli eventi che si verificano nell'impianto, stampando alcuni o tutti gli eventi.

Il sistema dovrà essere dotato di fail safe che consenta in casi di avaria di impostare automaticamente i regolatori su uno standard prefissato.

### **3.1.19 Avviamento dell'impianto di telecomando**

Avviamento operativo del sistema comprendente l'implementazione dei programmi, la programmazione, le verifiche e le prove di funzionamento nonché tutti gli interventi necessari ad adattare il sistema alle esigenze operative degli addetti al fine di rendere il sistema perfettamente funzionale, nonché la redazione

del manuale operativo e l'addestramento degli operatori preposti all'uso dell'impianto.

### **3.1.20 Tabelle luminose**

Le tabelle potranno essere sia monofacciali che bifacciali con illuminazione interna il cui sistema luminoso dovrà essere a LED alimentato tramite trasformatori di isolamento rapporto 6,6/6,6 A inserirti su un circuito serie dedicato esclusivamente alle tabelle.

Peraltro il circuito di alimentazione del corpo luminoso dovrà essere realizzato in modo da poter far funzionare regolarmente l'insegna anche qualora la stessa venisse inserita sul circuito serie di un qualsiasi sistema luminoso AVL esistente che potrà subire, per ragioni operative, variazioni della brillantezza e quindi del valore della corrente di circolazione.

La struttura delle tabelle sarà realizzata mediante l'impiego di lamiera e profilati di alluminio assemblati con bulloneria di acciaio inox in modo da formare un corpo robusto e contemporaneamente leggero protetto da verniciatura a base di polvere di poliesteri termoindurenti.

Il pannello frontale della tabella sarà di policarbonato infrangibile ottenuto per estrusione, autoestinguento, resistente alle abrasioni, alle alte temperature, ai raggi ultravioletti e dovrà essere fissato alla relativa struttura in maniera solida, ma essere contemporaneamente facilmente intercambiabile.

La colorazione dei pannelli e le iscrizioni saranno ottenute mediante l'applicazione di pellicole adesive traslucide e resistenti allo scolorimento; Il tipo di iscrizioni, il loro colore e le loro dimensioni saranno conformi a quanto prescritto dalle Norme ICAO Annesso 14 Volume I ultima edizione.

Le tabelle saranno complete di una serie di gambe di sostegno e relativi giunti a frattura prestabilita che tramite flange e viti ad espansione in acciaio inox verranno fissate al basamento in cls di sostegno al quale dovranno inoltre essere ancorate, per sicurezza, con un cavetto in acciaio inox.

Ogni tabella sarà dotata di proprio cavetto di alimentazione bipolare sezione 2x2,5 mmq isolato in gomma e rivestito in policloroprene tipo H07RN-F lunghezza m.1,00 circa con vulcanizzata una spina bipolare a Norme FAA L-823 e protetto da una guaina flessibile in acciaio inossidabile rivestita in PVC per il tratto esterno alla tabella e fino all'ingresso al pozzetto, nonché collegata al collettore della rete di

terra di dispersione, presente entro il pozzetto dei trasformatori, con corda in rame isolata PVC giallo/verde sezione minima 10 mm<sup>2</sup> fissata alla tabella stessa attraverso bullone dedicato e capicorda a compressione.

Su un lato della tabella dovrà essere applicato un interruttore stagno bipolare manovrabile dall'esterno con attuatore a chiave estraibile allo scopo di disalimentare la tabella durante eventuali interventi di manutenzione.

Le tabelle dovranno essere realizzate nel rispetto delle Norme FAA vigenti, completamente chiuse, a tenuta di pioggia, di polvere, di insetti, ecc. ma facilmente apribili per consentire il controllo delle apparecchiature elettriche interne.

Per quanto riguarda le prestazioni fotometriche, dovrà essere rispettato quanto previsto dalle Norme ICAO - Annesso 14-Volume I in particolare per quanto riguarda i valori minimi di illuminamento sulla superficie dei pannelli alle varie colorazioni.

L'implementazione e l'adeguamento della segnaletica verticale luminosa consiste nella fornitura di una serie di nuove tabelle luminose mono e bifacciali e nel riposizionamento di tabelle esistenti.

In virtù della possibilità di operare su entrambe le piste, utilizzabili sia come RWY che come TWY, è stato previsto per alcune tabelle (in accordo con gli elaborati grafici di Progetto) la possibilità di oscurare l'informazione fornita (vedi elaborati grafici di progetto).

Per le nuove tabelle è stato previsto che queste debbano essere fornite già dotate di sistema di oscuramento costituito da una cornice in alluminio all'interno della quale far scorrere un pannello in alluminio opportunamente colorato.

Per le tabelle esistenti, invece, il sistema di oscuramento dovrà essere concordato secondo le specifiche del produttore della singola tabella.

### **3.1.21 Cavo tipo RG7H1R/3,6-6 KV**

Cavo unipolare, con conduttore in rame rigido, isolato in gomma etilenpropilenica, schermo in nastro di rame, guaina di P.V.C. rosso, tipo RG7H1R/3,6-6 kV.

Il cavo dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- conduttore a corda rigida;
- anima isolata con mescola in gomma etilenpropilenica tipo G7;
- guaina di rivestimento protettivo in P.V.C. colore rosso
- schermo in doppio nastro di rame
- nastro semiconduttore sull'isolante
- tensione di esercizio  $E_0/E = 3,6/6$  KV;
- spessore dell'isolante 3,0 mm;
- spessore della guaina min 1,5 mm.

Il cavo dovrà rispondere a quanto prescritto dalle Norme CEI 20-13, 20.11

Durante la posa il cavo non dovrà essere sottoposto ad uno sforzo di trazione superiore a 30kg.

Il cavo sarà posato entro cavidotti predisposti per l'alimentazione dei segnali.

Eventuali giunti dovranno essere fatti solo in corrispondenza dei pozzetti della rete dei cavidotti esistenti.

### **3.1.22 Kit connettori primari**

I kit connettori primari costituiti da spina e presa dovranno essere realizzati in conformità alle Norme FAA L-823 ed ICAO Annesso 14.

Essi vengono applicati sul cavo unipolare schermato dei circuiti serie sia per realizzare sezionamenti funzionali sia per l'inserimento dei trasformatori di isolamento dei vari segnali luminosi consentendo inoltre il corretto collegamento dello schermo del cavo al collettore di terra.

L'accoppiamento fra cavo e connettore dovrà essere realizzato rispettando le specifiche prescrizioni indicate dal costruttore del connettore stesso.

A kit montato lo schermo del cavo, in corrispondenza sia della spina che della presa, dovrà essere collegato separatamente con corda flessibile in rame isolata in PVC colore giallo verde di sezione uguale a quella del cavo ( 1x6 mm<sup>2</sup> o 1x10 mm<sup>2</sup> ) al collettore di terra esistente entro il pozzetto

In corrispondenza sia del connettore spina che del connettore presa la corda flessibile dovrà essere ancorata rigidamente al cavo elettrico onde evitare che

eventuali sollecitazioni al cavo od al connettore provochino il danneggiamento del collegamento dello schermo a terra.

Il collegamento della corda di terra al collettore dovrà essere effettuato mediante l'utilizzo di capicorda a compressione in rame stagnato e bulloneria in acciaio inox.

Per garantire un maggiore tenuta fra cavo e connettore (sia spina che presa) dovrà essere applicata, nel punto di unione fra i due, un adeguato tratto di guaina termorestringente, nonché nel punto di giunzione fra spina e presa si dovrà applicare una nastratura di protezione realizzata con nastro isolante adesivo in PVC.

Tutti i connettori presenti nel pozzetto dei trasformatori dovranno essere appoggiati sul supporto dei trasformatori stessi ed identificati, sia la spina che la presa, con targhette infrangibili ed indelebili, su cui è riportato il nominativo del relativo circuito, fissate ad esse con adeguate fascette reggicavo.

### **3.1.23 Cavo unipolare isolato in gomma sintetica e rivestito in policloroprene**

Cavo unipolare, con conduttore flessibile in rame rosso, isolato in gomma sintetica e ricoperto con guaina in policloroprene.

Le caratteristiche principali del cavo dovranno rispondere a quanto sotto indicato:

- conduttore a corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto
- isolamento del conduttore in gomma sintetica colore nero
- guaina di rivestimento in policloroprene colore nero
- tensione di esercizio E<sub>0</sub>/E 450/750 V
- sezione nominale del conduttore 1x2,5 mm<sup>2</sup> o 1x4 mm<sup>2</sup>
- spessore medio dell'isolante 0,9 mm o 1,00 mm
- diametro esterno massimo 8 mm o 9 mm
- resistenza elettrica a 20°C 7,98 ohm/km o 4,95 ohm/km
- peso indicativo del cavo 65 kg/km o 90 kg/km

Il cavo dovrà rispondere a quanto prescritto dalle Norme CEI 20-19, dovrà essere fornito in pezzature non inferiori a 1000 m circa e dovrà riportare per l'intera lunghezza la stampigliatura indelebile di riconoscimento.

Il predetto cavo, la cui sezione ed il relativo percorso sono indicati negli elaborati grafici progettuali, viene impiegato esclusivamente per l'alimentazione in bassa tensione (circuito secondario) dei vari segnali a semilivello.

La sua posa avverrà entro cavidotti predisposti e realizzati mediante l'impiego di tubazioni in PVC rigide e lisce all'interno inglobate in massetto di cls.

Sui circuiti secondari di alimentazione dei segnali a semilivello, realizzati con il predetto cavo, non è consentita l'effettuazione di eventuali giunti.

Particolare cura ed attenzione dovrà essere posta durante e dopo la posa dei cavi alle relative teste, onde evitare che le stesse vengano a contatto dell'acqua o di eventuale sudiciume.

Poiché entro lo stesso cavidotto potranno essere posati cavi relativi a circuiti diversi, questi dovranno essere accoppiati fra loro, a seconda dell'utenza servita, nel punto di uscita dal cavidotto utilizzato, seguendo le indicazioni della direzione lavori.

### **3.1.24 Cavo bipolare isolato in gomma sintetica e rivestito in policloroprene**

Cavo bipolare, con conduttori flessibili in rame rosso, isolati in gomma sintetica e ricoperti con guaina in policloroprene.

Le caratteristiche principali del cavo dovranno rispondere a quanto sotto indicato:

- conduttori a corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto;
- isolamento dei due conduttori in gomma sintetica colore marrone - blu chiaro;
- guaina di rivestimento in policloroprene colore nero;
- tensione di esercizio  $E_0/E$  450/750 V;
- sezione nominale 2x2,5 mm<sup>2</sup> o 2x4 mm<sup>2</sup>;
- spessore medio dell'isolante 0,9 mm o 1,00 mm;
- diametro esterno massimo 13,5 mm o 15,0 mm;
- resistenza elettrica a 20°C 7,98 ohm/km o 4,95 ohm/km;
- peso indicativo del cavo 170 kg/km o 230 kg/km.

Il cavo dovrà rispondere a quanto prescritto dalle Norme CEI 20-19 e, dovrà essere fornito in pezzature non inferiori a 1000m circa e dovrà riportare per l'intera lunghezza la stampigliatura indelebile di riconoscimento.

Il predetto cavo, la cui sezione ed il relativo percorso sono indicati negli elaborati grafici progettuali, viene impiegato per l'alimentazione in bassa tensione (circuito secondario) dei segnali sopraelevati e di alcuni a semilivello.

La sua posa avverrà entro cavidotti predisposti e realizzati mediante l'impiego di tubazioni in PVC rigide e lisce all'interno inglobate in massetto di cls.

Sui circuiti secondari di alimentazione dei segnali sia a semilivello che sopraelevati, realizzati con il predetto cavo, non è consentita l'effettuazione di eventuali giunti.

Particolare cura ed attenzione dovrà essere posta, durante e dopo la posa del cavo, alle relative teste onde evitare che le stesse vengano a contatto dell'acqua o di eventuale sudiciume.

### **3.1.25 Kit di connettori secondari BT**

I kit connettori secondari costituiti da spina e presa bipolare dovranno essere realizzati in conformità alle Norme FAA L-823 ed ICAO Annesso 14.

Detti connettori, costruiti logicamente in due diversi tipi, vengono applicati o su due cavi unipolari o su un cavo bipolare ambedue tipo HO7RN-F di sezione pari a 2,5mm<sup>2</sup> o 4mm<sup>2</sup> per consentire la realizzazione del collegamento elettrico fra la spina del segnale e la presa del relativo trasformatore.

L'accoppiamento fra cavo o cavi ed i connettori dovrà essere realizzato rispettando le specifiche prescrizioni indicate dal costruttore dei connettori stessi.

Particolare attenzione dovrà essere posta, nell'effettuare la prolunga di alimentazione di cui sopra, al rispetto delle polarità di spina e presa.

Per aumentare la garanzia di maggiore tenuta fra cavo o cavi e connettore (sia spina che presa) dovrà essere applicata, nel punto di unione, uno o due adeguati tratti di guaina termorestringente.

Anche tutti i connettori secondari B.T. presenti nel pozzetto del trasformatore dovranno essere appoggiati sul supporto dei trasformatori ed identificati con targhette infrangibili ed indelebili, su cui è riportato il nominativo del relativo segnale, fissate agli stessi con adeguate fascette reggicavo.

### **3.1.26 Trasformatori di isolamento per circuiti serie**

I trasformatori di isolamento per i segnali da inserire sui circuiti serie avranno un rapporto di trasformazione di 6,6/6,6A e potenze unificate di 30/45W, 65W, 100W, 200W, 300W e dovranno essere conformi a quanto indicato nelle specifiche FAA AC 150/5345-47 e nelle Norme ICAO Annesso 14.

Dovranno essere totalmente annegati entro uno spesso manto di materiale sintetico isolante che offre una elevata resistenza agli idrocarburi, agli agenti atmosferici, alle radiazioni ultraviolette, all'ozono e che non presenta un pur minimo assorbimento d'acqua.

Ogni trasformatore sarà dotato di due tratti di cavo primario unipolare M.T. della lunghezza minima di 0,6m e della sezione minima di 6mm<sup>2</sup> con vulcanizzate alle estremità una presa ed una spina unipolari e di un tratto di cavo bipolare B.T. della lunghezza minima di 1,2m e della sezione minima di 2x 2,5mm<sup>2</sup> con vulcanizzata all'estremità una presa bipolare; le prese e le spine dovranno essere conformi alle Norme FAA L - 823.

I trasformatori, indipendentemente dalla loro potenza, dovranno essere dotati di dispositivo di messa a terra di un polo del circuito secondario che in fase installativa verrà collegato, a mezzo di corda flessibile isolata giallo/verde tipo NO7VK sezione minima 1x6mm<sup>2</sup> e bulloni in acciaio inox, al collettore di terra presente entro il pozzetto di contenimento dei trasformatori.

A collegamento ultimato i trasformatori ed i relativi connettori sia MT che BT dovranno essere appoggiati in modo corretto ed ordinato sui supporti in acciaio inox predisposti entro i relativi pozzetti.

### **3.1.27 Supporti in acciaio inox**

Supporti in acciaio inossidabile dovranno essere fissati, a mezzo di tasselli ad espansione inox, alle pareti dei pozzetti predisposti per il contenimento dei trasformatori di alimentazione dei segnali.

Detti supporti di opportune dimensioni e caratteristiche verranno utilizzati per l'appoggio dei trasformatori dei vari segnali, di tutti i connettori M.T. dei circuiti serie e di tutti quelli B.T. di alimentazione segnali.

Qualora entro il pozzetto fossero presenti delle unità di comando e monitoraggio, queste richiedono, per il loro appoggio, un supporto identico a quello dei trasformatori, ma da esso indipendente.

Tutti i supporti, presenti in ogni pozzetto, dovranno essere collegati quindi con corda in rame flessibile isolata in PVC colore G/V sezione 10mm<sup>2</sup> e bulloneria inox al collettore di terra esistente.

### **3.1.28 Base in lega di alluminio per segnali a semilivello**

Le basi in lega di alluminio per segnali a semilivello da 12" e 8" avranno un diametro esterno rispettivamente di circa 320mm e circa 220mm, provvista di un foro sul fondo del diametro di 100mm per il collegamento a mezzo tubo in PVC con il cavidotto sottostante il segnale, previsto per la posa della linea secondaria B.T. di alimentazione del segnale.

Nella base resterà comunque uno spazio disponibile per il contenimento delle spine e prese FAA L-823 per il collegamento del segnale alla linea di alimentazione secondaria realizzata con conduttori in rame flessibile sezione minima 1 x 2,5 mm<sup>2</sup> tipo H07RN-F 450/750 V.

La base di ciascun segnale dovrà essere montata nella pavimentazione della pista e del piazzale entro apposite carotature mediante l'utilizzo di particolari attrezzature che ne garantiscono il corretto posizionamento.

Il fissaggio alla pavimentazione avverrà mediante l'impiego di resina epossidica bicomponente previa accurata pulizia e successivo trattamento delle superfici della carota con idoneo primer; durante tali operazioni dovrà essere adottata particolare cura nel versamento della resina onde evitare che la stessa penetri all'interno dei cavidotti e fuoriesca dalla fresatura invadendo la pavimentazione.

La base inoltre dovrà essere collegata alla rete di terra mediante corda flessibile di rame isolata in P.V.C. giallo/verde sezione 6 mm<sup>2</sup> posata entro il cavidotto utilizzato per l'alimentazione B.T. del segnale stesso.

### **3.1.29 Carpenteria**

Carpenteria metallica per la sistemazione degli autoregolatori a corrente secondaria costante.

Si dovrà provvedere alla realizzazione e posa in opera delle guide di sostegno e bloccaggio degli autoregolatori, nonché alla realizzazione delle guide di sostegno e protezione del cavo di alimentazione, del cavo di telecomando, delle fibre ottiche, dei cavi del circuito serie e del conduttore di terra.

Le predette guide dovranno essere realizzate in acciaio, finemente verniciate e fissate alla pavimentazione ed al cunicolo entro la cabina elettrica nel punto indicato dalla Direzione Lavori.

### **3.1.30 Esecuzione di carotature**

Esecuzione delle carotature, da eseguirsi secondo quanto indicato e rappresentato negli elaborati progettuali.

Nell'esecuzione di tali carotature dovrà essere adottata particolare cura onde evitare che il materiale di risulta delle fresature entri nel pozzetto e nei relativi cavidotti e che l'estrazione della carota provochi sbrecciature al bordo della pavimentazione interessata.

Le carotature dovranno essere realizzate perfettamente concentriche per cui si dovranno adottare particolari accorgimenti prima dell'inizio e durante la lavorazione.

### **3.1.31 Pozzetti in PVC**

Pozzetto in PVC serie pesante completo di coperchio da utilizzare, a mezzo di cavidotto ad un tubo, per la derivazione della alimentazione in B.T. ad ogni segnale a semilivello

In particolare si dovrà provvedere all'inserimento sul previsto cavidotto in P.V.C. ad un tubo, in corrispondenza di ogni segnale a semilivello, come indicato negli elaborati progettuali, di un pozzetto in P.V.C. serie pesante dimensioni 20 x 20 x 20 cm. completo di coperchio ad esso fissato mediante sigillante idoneo e due viti autofilettanti in acciaio inossidabile.

Anche le tubazioni del cavidotto nell'ingresso al pozzetto dovranno essere sigillate opportunamente onde garantire la tenuta idraulica.

Il pozzetto dovrà essere posato su un sottofondo di calcestruzzo dello spessore di almeno 15 cm e rinfiato tutto attorno sempre in calcestruzzo per uno spessore di almeno 15 cm fino a ricoprirlo per 1 cm circa.

Oltre alla fornitura e posa del pozzetto è compreso anche l'onere per il posizionamento e successiva ricerca topografica del centro del predetto pozzetto

a pavimentazione ultimata, in quanto il pozzetto deve trovarsi sotto alla pavimentazione nello strato di fondazione.

Individuato il centro del pozzetto, il medesimo dovrà essere segnalato sulla pavimentazione mediante la infissione di un chiodo o sistema similare che verrà utilizzato per l'esecuzione delle previste carotature.

### **3.1.32 Raccordo in tubo corrugato**

Su ogni pozzetto di cui alla Voce precedente dovrà essere previsto un tratto di tubo corrugato di collegamento.

In particolare si dovrà provvedere alla posa entro la carotatura predisposta di un tubo in PVC corrugato per il collegamento fra il coperchio del pozzetto di cui sopra e la base del relativo segnale a semilivello.

Sul predetto tubo dovrà essere inserito un anello "O" ring, a 2 cm circa dalla testa del medesimo lato pozzetto, per impedire al tubo stesso di penetrare nel pozzetto oltre il consentito e contemporaneamente creare una guarnizione che impedisca l'ingresso della resina di fissaggio.

Il tubo, una volta predisposto entro la carotatura, sarà fissato alla pavimentazione mediante l'impiego di resina epossidica a due componenti.

### **3.1.33 Impianto di messa a terra dei segnali**

Il dispersore di terra sarà costituito da una corda di rame rigida nuda della sezione minima di 25 mm<sup>2</sup> posata a contatto intimo del terreno naturale ad una profondità di circa un metro durante la realizzazione dei cavidotti elettrici e comunque prima che le tubazioni dei cavidotti vengano inglobate nel massetto di cls.

Nella fase di reinterro della corda dovrà essere fatta molta attenzione affinché la stessa non venga ricoperta da ghiaia o detriti, ma solo da terreno vegetale ben costipato.

Detta corda dovrà transitare attraverso tutti i pozzetti dei cavidotti entro i quali dovrà essere lasciata disponibile una spira della lunghezza approssimativa di un metro per consentire, senza che possa essere interrotta la sua continuità, il collegamento al collettore di terra predisposto nel pozzetto.

Il collegamento dovrà essere effettuato esclusivamente mediante l'impiego di bulloni in acciaio inox, nonché di capicorda e di gunti a compressione in rame stagnato

Il collettore di terra sarà realizzato, come indicato negli elaborati progettuali, in piatto da 25x3x320mm. circa di acciaio inossidabile preventivamente forato; esso sarà fissato alla parete dei pozzetti, in posizione adeguata, a mezzo di tasselli ad espansione in acciaio inox.

Il dispersore così realizzato dovrà essere inoltre integrato da una serie di dispersori a picchetto posti ad una interdistanza fra loro di circa trecento metri.

Detti dispersori dovranno essere realizzati mediante l'impiego di tubo in acciaio inossidabile di diametro minimo di 25 mm, di grosso spessore, della lunghezza di circa 3,00 m e provvisti di bandiera saldata sulla testa, opportunamente forata, per la realizzazione dei collegamenti necessari.

Ogni dispersore a picchetto sarà dotato di pozzetto di ispezione in cls con chiusino in ghisa sferoidale carrabile di adeguata portanza e relativo cartello indicatore.

I predetti pozzetti dovranno essere inoltre dotati di scivoli di sicurezza come indicato negli elaborati grafici di progetto, qualora gli stessi ricadono in particolari aree di sicurezza della pista e delle vie di circolazione.

### **3.1.34 Tubazioni in PVC per cavidotti**

Le tubazioni saranno in materiale plastico, conformi alla norma UNI EN 1329, di appropriato spessore, lisce all'interno.

Le tubazioni di cui sopra dovranno essere in barre della lunghezza minima di tre metri, preferibilmente sei, con giunzione a manicotto.

In corrispondenza di ogni giunzione dovrà essere applicato in modo corretto il collante adatto al materiale cui è costruito il tubo o le specifiche guarnizioni in gomma.

I cambiamenti di direzione saranno eseguiti esclusivamente con l'impiego di pozzetti in prefabbricati in c.l.s. serie pesante con dimensioni minime di 80 x 80 x

80 cm, o 100 x 100 x 80cm dotati di chiusino in ghisa sferoidale di adeguata portanza (vedi elaborati progettuali).

Le tubazioni dovranno essere posate in piano o meglio con una leggera schiena d'asino in modo da consentire il deflusso di eventuale acqua in esse presenti. Il deflusso dell'acqua avverrà entro i pozzetti, cui le predette tubazioni sono collegate, dotate di dispositivo sul fondo per il drenaggio. L'acqua di drenaggio sarà confluita attraverso un tubo alle condutture di drenaggio del sedime aeroportuale. Le tubazioni verranno posate ad una profondità minima da -80cm a -65cm conglobati in massetto di calcestruzzo come indicato negli elaborati progettuali.

Per i pozzetti vedere successivo paragrafo B.3.2 e Norme Tecniche Opere Civili.

### **3.1.35 Condizioni tecniche per la manutenzione dell'impianto voli notturni e per la formazione del personale preposto alla gestione e manutenzione degli stessi**

#### **3.1.35.1 Condizioni Tecniche Generali**

##### **3.1.35.1.1 Oggetto**

La presente sezione del capitolato ha come oggetto la manutenzione dell'Impianto Voli Notturni di CAT II/III dell'Aeroporto di Pisa e la formazione:

- del personale della base preposto alla conduzione e manutenzione dell'impianto voli notturni (da eseguire entro i primi trenta giorni di esercizio dello stesso);
- dei controllori di volo (trenta giorni prima dell'entrata in esercizio dell'intero impianto).

L'Appaltatore sarà tenuto, al termine dei lavori, ad effettuare un periodo di assistenza tecnica in campo e manutenzione per gli aspetti impiantistici inerenti gli IVN/AVL. La durata di tali attività sarà di 24 mesi a decorrere dalla data di ultimazione dei lavori relativi alla fase n° 4; Tale attività verrà svolta da una squadra di personale specializzato che dovrà essere permanentemente in cantiere o comunque all'occorrenza reperibile e di pronto impiego entro 2 ore dalla chiamata.

### 3.1.35.1.2 Ubicazione degli interventi

Gli interventi di manutenzione da svolgere sono localizzati nelle n. 2 (due) cabine elettriche voli notturni (111,152), nella Torre di controllo, sulla pista di volo, sul nuovo raccordo AA, sui raccordi pista (A, B, C, D), e sui sentieri di avvicinamento luminosi lato 04 e 22.

Saranno oggetto del presente capitolato, in linea generale ma non in senso limitato, "tutti gli impianti" connessi con l'impianto Voli Nottturni di CAT II/III oggetto del presente appalto:

1. Impianto luminoso di Avvicinamento di CAT II/III RWY04R;
2. Impianto luminoso Barrette rosse Avvicinamento RWY04R;
3. Impianto luminoso di Avvicinamento di CAT I RWY22L;
4. Impianto luminoso Flash Light RWY04R;
5. Impianto luminoso Soglia Pista RWY 04R e RWY 22L;
6. Impianto luminoso Fine Pista e RWY 04R, RWY 22L;
7. Impianto luminoso Asse Pista (RWY's 04R/22L);
8. Impianto luminoso Zona di Contatto RWY04R;
9. Impianto luminoso di Bordo Pista (RWY's 04R/22L) – Twin light;
10. Impianto luminoso Nuovo Raccordo AA;
11. Impianto luminoso Stop Bars e relativo Asse bretelle ingresso/uscita pista;
12. Sensori controllo attraversamento Stop-Bars.

Relativamente ai seguenti componenti:

- Circuiti (cavi, spinotti, connessioni...);
- Segnali e relativi trasformatori;
- Unità regolatrici;
- Interfaccia e comunicazione telecontrollo.

Saranno oggetto di manutenzione inoltre i seguenti impianti:

- Impianto di Telecomando e Telecontrollo
  - Circuiti (cavi, spinotti, connessioni...);
  - Alimentazioni
  - Hardware e Software;
- Impianto di rilevazione lampade bruciate

- Unità di rilevamento sui segnali;
- Schede elettroniche;
- Circuito di comunicazione;
- Cabina Voli Notturni 152 e cabina 111
  - Quadri elettrici M.T.;
  - Quadri elettrici B.T.;
  - Unità regolatrici;
  - Apparecchiature Elettromeccaniche/Elettroniche connesse con l'impianto V.N..

### 3.1.35.1.3 Descrizione delle opere

Le opere consistono in:

- Interventi di manutenzione ordinaria;
- Interventi di manutenzione straordinaria;
- Corso di 64 ore per la formazione del personale della base addetto alla conduzione e manutenzione del sistema I.V.N..

#### Interventi di manutenzione ordinaria

Tali interventi comprendono tutti gli oneri occorrenti per assicurare il funzionamento ed una buona manutenzione dell'intero impianto Voli Notturni di CAT II/III dell'Aeroporto di Pisa.

Il personale che dovrà essere impiegato a cura e spese della Ditta esecutrice del servizio dovrà prevedere n.1 squadra composta da n.2 tecnici specializzati.

La manutenzione ordinaria dell'impianto sarà di massima effettuata nei normali orari lavorativi (dalle ore 08.00 - alle ore 16.30), e sarà eseguita da n.2 tecnici specializzati, che opereranno ognuno per 8 (otto) ore per ciascuna giornata lavorativa.

Il servizio di manutenzione sarà suddiviso in:

- Manutenzione ordinaria:

Si intendono tutte quelle attività da eseguire in loco, per il mantenimento in efficienza degli impianti, senza la necessità di attingere a risorse e/o attrezzature specifiche complesse.

Per lo svolgimento di tali attività si intende compresa anche la fornitura di materiali minuti di consumo quali ad esempio, lampade spia, fusibili B.T., gemme, bulloni, grasso, l'impiego di materiali di scorta già di proprietà dell'Amministrazione, ecc...

Tutto quanto esula dalle specificazioni di cui sopra è da intendersi come straordinario e pertanto contabilizzato secondo quanto previsto dalla voce di elenco prezzi relativa ad interventi di manutenzione straordinaria non programmata e parti di ricambio.

- **Interventi d'urgenza**

In caso di interruzione di servizi essenziali, a seguito di opportuna segnalazione del committente, la Ditta è tenuta ad intervenire per riattivarli anche se si trattasse di un intervento straordinario.

**Interventi di manutenzione straordinaria**

Per interventi straordinari si intendono gli interventi eseguiti previo benestare del committente per apportare migliorie, incremento della capacità produttiva, ed ampliamento degli impianti non compresi nella gestione degli stessi.

Le spese relative agli interventi d'urgenza, e gli interventi straordinari saranno compensati.

**Corso di formazione del personale**

Il corso di formazione del personale si intende rivolto al personale preposto alla conduzione e manutenzione degli impianti voli notte di CAT II/III realizzati sulla base di Pisa. Il corso si compone di complessivi quattro moduli da 16 ore ciascuno come di seguito specificato:

- modulo per i controllori di volo;
- modulo per i manutentori delle unità regolatrici ed apparecchiature di cabina;
- modulo per la manutenzione dei segnali installati.

## **4 IMPIANTO IDRAULICO PER IL DEFLUSSO DELLE ACQUE**

---

Il presente capitolo fornisce i principali riferimenti con lo scopo di regolamentare le modalità di fornitura dei materiali previsti nel progetto.

In particolare per le varie tipologie di condotte, e relativi accessori, indicati si farà riferimento alle seguenti norme:

- UNI EN 1401-1:** Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione. Polivinilcloruro non plastificato (PVC-U)
- UNI EN 1916:** Tubi e accessori di calcestruzzo non armato, rinforzato con fibre e con armature tradizionali
- UNI EN 1917:** Pozzetti e camere di ispezione di calcestruzzo non armato, rinforzato con fibre e con armature tradizionali
- UNI EN 681-2:** Elementi di tenuta in elastomero – Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell’acqua – Elastomeri termoplastici
- DIN 10961:** Tubi di drenaggio in PE duro (PEAD) di costruzione cellulare
- UNI EN 13244:** Sistemi di tubazioni di materia plastica in pressione interrati e non per il trasporto di acqua per usi generali, per fognature e scarichi – Polietilene (PE)
- UNI EN 10244:** Tubi di acciaio per condotte
- UNI-ISO 5256/87** Rivestimento esterno bituminoso per condotte interrate

## **5 SEGNALETICA ORIZZONTALE AEROPORTUALE PER AREA DI MOVIMENTO**

---

La normativa internazionale che individua le linee guida per la realizzazione, il monitoraggio e la manutenzione della segnaletica orizzontale è riferita a:

- ICAO: Airport Service Manual – Part. 9 – Airport Maintenance Practices;
- FAA: AC 150/5340 – 26 – Maintenance of Airport Visual Aid Facilities;
- ENAC: Manuale dei criteri di accettabilità per gli aiuti visivi aeroportuali - Edizione 1 del 27/07/2005, Allegato alla Circolare ATP 13-A - Paragrafo 1.3 – Colori per la segnaletica orizzontale verticale e per i pannelli segnalatori.

Il manuale ENAC fornisce chiare indicazioni sulla cromaticità e sui fattori di retroriflettente che devono essere posseduti dalla segnaletica orizzontale. Esse sono riprese dalla normativa CIE (Recommandations for Surface Colours for Visual Signalling). Tali indicazioni sono riferite alle vernici appena stese.

La segnaletica orizzontale, nei colori bianco, giallo e rosso secondo quanto dettagliato nei disegni esecutivi, verrà eseguita con vernici della migliore qualità esistenti in commercio e dovrà essere a norma della UNI EN 1436.

Le vernici saranno rifrangenti e del tipo con perline di vetro premiscelate e debbono essere costituite da pigmento di biossido di titanio per almeno il 14% per la vernice bianca e da pigmento cromato di piombo per almeno il 13% per le vernici gialla e rossa.

Il liquido portante deve essere del tipo oleoresinoso con parte resinosa sintetica. I solventi e gli essiccanti devono essere derivati da prodotti rettificati della distillazione del petrolio. Le perline di vetro contenute nella vernice debbono essere incolori ed avere un diametro compreso tra 0,006 mm e 0.20 mm e la loro quantità in peso contenuta nella vernice deve essere circa del 20%. Subito dopo la stesa, a vernice ancora fresca, si dovrà procedere ad una post-spruzzatura di perline per un ulteriore 20% circa. Il dosaggio per la pittura con perline premiscelate dovrà essere dell'ordine di 1,2 - 1,5kg/m<sup>2</sup>.

La vernice dovrà essere tale da aderire tenacemente a tutti i tipi di pavimentazione (rigida e flessibile) con buona resistenza all'usura e dovranno conservare alta visibilità fino alla loro completa consumazione.

La stesa delle vernici e la spruzzatura delle perline andrà effettuata con idonei macchinari e su superfici perfettamente pulite e asciutte.

L'impiego di solventi e diluenti dovrà soddisfare le prescrizioni delle norme di cui alla legge 245 del 1963.

I valori di RL (coefficiente di luminanza retroriflessa) e QD (coefficiente di luminanza in condizioni di illuminazione diffusa) costituiscono il dato prestazionale della segnaletica orizzontale.

I valori di RL (mcd/m<sup>2</sup>xlux) dovranno risultare:

RL $\geq$ 150      in condizioni asciutte

RL $\geq$ 50      in condizioni di bagnato o pioggia

I valori di QD (mcd/m<sup>2</sup>xlux) dovranno risultare:

QD $\geq$ 130      in condizioni asciutte

Il fattore di luminanza  $\beta$  dovrà invece risultare  $\beta \geq 0.4$

E' onere dell'Appaltatore presentare in sede di prequalifica le certificazioni delle vernici proposte e far eseguire da un laboratorio specializzato le prove sulla segnaletica orizzontale eseguita prima del rilascio dell'agibilità della pista di volo principale una volta riqualificata al termine dei lavori.