

ALLEGATO B)

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO – PARTE TECNICA

Indice

INTRODUZIONE	5
OPERE CIVILI – SCAVI.....	6
A. Generalità	7
B. Scavo in minitrincea	8
C. Scavo tradizionale	9
D. Scavo no-dig	11
OPERE CIVILI – NUOVE INFRASTRUTTURE	12
A. Tubazioni	13
B. Pozzetti.....	14
C. Infrastrutture per il transito su ponti, sottopassi e viadotti.....	18
OPERE CIVILI – SOTTOEQUIPAGGIAMENTI	19
A. Minitubi.....	20
B. Posa dei minitubi.....	21
C. Norme tecniche di occupazione	25
OPERE CIVILI – INFRASTRUTTURE ESISTENTI	28
A. Media e bassa tensione	29
CAVI IN FIBRA OTTICA.....	30
A. Fibre ottiche	31
B. Struttura del cavo	32
C. Caratteristiche meccaniche dei cavi	33
D. Colorazione delle fibre e dei tubetti.....	34
E. Posa dei cavi.....	35
E.1 Piano di posa	35
E.2 Tecnica della fibra soffiata	35
E.3 Scorte di cavo	35
GIUNZIONE DEI CAVI A FIBRE OTTICHE.....	37
A. Generalità	38
B. Tipologie di giunto.....	39
B.1 Giunto di linea o di derivazione.....	39

B.2	Giunto di estrazione o spillamento	39
C.	Giunzione delle fibre	40
D.	Muffola	41
D.1	Caratteristiche dei materiali	42
D.2	Siglature	42
D.3	Etichettature	43
D.4	Kit di bloccaggio e identificazione dei cavi	43
D.5	Sistema di ancoraggio	43
	TERMINAZIONE DEI CAVI A FIBRE OTTICHE.....	44
A.	Generalità	45
B.	Telai in tecnica N3	46
B.1	Caratteristiche generali	46
C.	Caratteristiche costruttive funzionali degli elementi modulari e dei componenti	47
C.1	Sistema di sfiocamento dei cavi	49
C.2	Sistema di guida delle fibre ottiche	49
C.3	Sistema di bloccaggio dei cavi	49
C.4	Siglatura	49
D.	Sub-telai di giunzione/terminazione in tecnica N3	50
D.1	Caratteristiche funzionali generali	50
E.	Caratteristiche costruttive e funzionali dei vassoi di giunzione/terminazione	51
F.	Box di utente	52
F.1	Caratteristiche costruttive e funzionali	52
G.	Attività di infilaggio della fibra ottica all'interno delle cassette contatori elettrici	54
G.1	Rimozione temporanea del contatore e tavoletta porta contatore e successiva reinstallazione	54
G.2	Comunicazione ai clienti	54
G.3	Sigillatura	54
G.4	Responsabilità verso il cliente per eventuali danni arrecati	54
G.5	Controllo corretto funzionamento	54
	COLLAUDO DELLA RETE	55
A.	Generalità	56
B.	Strumentazione e accessori per le misure ottiche	57
C.	Fasi di collaudo ottico	58
C.1	FASE 1: collaudo delle bobine di cavo ottico	58
C.2	FASE 2: analisi delle misure e certificazioni	58
C.3	FASE 3: verifiche ottiche in fase di collaudo finale	62
D.	Schemi di misura per la certificazione	64
	RIEMPIMENTO DEGLI SCAVI DA SOTTOSERVIZI.....	65
A.	Introduzione: qualità e provenienza dei materiali	66
B.	Conglomerato bituminoso a caldo tipo usura con 40% di aggregati non carbonatici	67
B.1	Aggregati	67

**POSA FIBRA OTTICA PER RETE A
 BANDA LARGA FTTH LOTTI IV° E VI°**
 (Del. n. 310 del 25/11/2020)
CAPITOLATO SPECIALE – PARTE TECNICA

B.2	Additivi.....	69
B.3	Bitume	70
B.4	Miscela di progetto	70
B.5	Emulsione bituminosa per mano d'attacco	73
B.6	Produzione della miscela.....	74
B.7	Preparazione della superficie di stesa	74
B.8	Posa in opera della miscela	74
B.9	Controlli	75
B.10	Penali.....	76
B.11	In ogni caso	79
C.	Geocomposito con rete in fibra di vetro	80
D.	Sabbia	82
E.	Ghiaia (pietrisco).....	83
F.	Inerte naturale stabilizzato	84
G.	Misto cementato prodotto in impianto con aggregati vergini.....	85
G.1	Aggregati	85
G.2	Cemento	86
G.3	Acqua	86
G.4	Miscela di progetto	86
G.5	Produzione della miscela.....	88
G.6	Preparazione della superficie di stesa	88
G.7	Posa in opera della miscela	89
G.8	Controlli	89
G.9	Penali.....	91
H.	Misto cementato prodotto in impianto con aggregati di recupero	93
H.1	Aggregati vergini	93
H.2	Aggregati di recupero.....	94
H.3	Cemento	95
H.4	Acqua	95
H.5	Miscela di progetto	95
H.6	Produzione della miscela.....	97
H.7	Preparazione della superficie di stesa	97
H.8	Posa in opera della miscela	98
H.9	Controlli	98
H.10	Penali.....	100
I.	Modalità generali di ripristino della pavimentazione stradale a seguito di lavori per posa reti tecnologiche	102
I.1	Procedura prima fase, per estensioni superiori a 100m	102
I.2	Procedura generale fase unica, per estensioni inferiori a 100m	102
J.	Misto granulare stabilizzato	104
J.1	Caratteristiche tecniche	104
J.2	Raccomandazioni e avvertenze.....	104
K.	Ghiaia con pezzatura 40/70	105
L.	Cubetti di porfido	106



**POSA FIBRA OTTICA PER RETE A
BANDA LARGA FTTH LOTTI IV° E VI°**
(Del. n. 310 del 25/11/2020)
CAPITOLATO SPECIALE - PARTE TECNICA



M. Conglomerati cementizi per opere edili..... 107

Introduzione

Nel presente documento (facente parte del **capitolato speciale d'appalto** del progetto esecutivo per la realizzazione della rete "Rete a Banda UltraLarga (FTTH) – Repubblica di San Marino") si forniranno nel dettaglio le specifiche tecniche (a cui la ditta aggiudicataria dovrà attenersi) per quanto concerne le forniture e le lavorazioni da eseguire.

Più precisamente, il documento è strutturato nei seguenti capitoli:

1. modalità di esecuzione delle opere civili di scavo e posa di tubazioni e pozzetti;
2. infrastrutture esistenti e sottoequipaggiamenti;
3. caratteristiche tecniche dei cavi a fibre ottiche e modalità di posa;
4. caratteristiche tecniche dei componenti per la giunzione;
5. caratteristiche tecniche dei componenti per la terminazione;
6. collaudo dell'impianto;
7. disposizioni per il riempimento degli scavi da sottoservizi.

Per quanto concerne le prescrizioni costruttive e la qualità dei materiali, vale in generale quanto segue:

- **le opere da eseguire con i relativi materiali dovranno rispondere perfettamente alle prescrizioni della presente specifica e alle caratteristiche riportate nelle seguenti descrizioni;**
- **tutti i materiali e componenti da utilizzare dovranno essere previsti con le tecnologie più avanzate ed i sistemi costruttivi più aggiornati;**
- **tutti i materiali dovranno essere provvisti di marchio CE e protetti da idoneo imballo sia durante il trasporto sia per il periodo di immagazzinamento;**
- **gli imballi e/o le protezioni dovranno dare una garanzia assoluta contro gli agenti atmosferici ed in special modo contro le azioni meccaniche che li possono danneggiare.**



**POSA FIBRA OTTICA PER RETE A
BANDA LARGA FTTH LOTTI IV° E VI°**
(Del. n. 310 del 25/11/2020)
CAPITOLATO SPECIALE - PARTE TECNICA



Opere civili – scavi

A. Generalità

Lungo il tracciato degli scavi deve essere accertata la presenza di sottoservizi esistenti e la natura del terreno, effettuando preventivamente verifiche presso gli Enti, i proprietari dei luoghi, indagini e saggi del sottosuolo con tecniche di analisi non invasive.

L'Impresa Appaltatrice, durante l'esecuzione dei lavori, deve cautelarsi affinché l'apertura degli scavi non danneggi fabbricati limitrofi o alberature; ogni eventuale danno rimarrà a totale carico e responsabilità dell'Impresa stessa.

L'Impresa Appaltatrice dovrà immediatamente informare la Direzione Lavori (di seguito D.L.) e l'Ente proprietario/gestore dei guasti provocati o riscontrati agli impianti esistenti.

I mezzi utilizzati per le lavorazioni devono essere tali da non danneggiare, né durante il trasporto né durante l'esecuzione delle opere, tutto il corpo stradale.

I materiali di risulta degli scavi che non siano destinati ad essere reimpiegati per rinterri devono essere immediatamente allontanati dal cantiere e trasportati a rifiuto in apposite discariche autorizzate e indicate dagli Enti Locali competenti AASLP. Deve essere assicurata invece la massima riutilizzabilità degli elementi derivanti dal disfacimento della pavimentazione; in particolare i materiali recuperabili e reimpiegabili come basoli, selci, cubetti di porfido o simili, devono essere accatastati a parte in modo da poter essere reimpiegati in fase di ripristino.

Indipendentemente dalla tecnica utilizzata, dovrà essere assicurato sempre il transito pedonale e veicolare e l'accesso alle proprietà private.

Le variazioni di tracciato di posa delle infrastrutture rispetto alla progettazione esecutiva, che in casi eccezionali e preventivamente concordati con la D.L. dovesse essere necessario introdurre per cause di forza maggiore, devono essere riportate nella documentazione di as-built; in particolare, ogni deroga alle profondità di scavo e posa delle infrastrutture deve essere preventivamente autorizzata dalla D.L. e dall'Ente territorialmente (AASLP) competente per iscritto. L'autorizzazione dovrà essere successivamente allegata alla documentazione di consegna su quanto realizzato (as-built), in qualità di liberatoria.

Tutti i documenti contenenti le richieste di autorizzazione verso gli Enti competenti e/o soggetti privati dovranno riportare espressamente la liberatoria con la quale il proprietario dell'infrastruttura si impegna a rilasciare il diritto d'uso della tubazione e/o manufatto e di residenza dei cavi di proprietà della Committenza.

B. Scavo in minitrincea

La tecnica della minitrincea viene utilizzata soprattutto nelle strade pubbliche, lungo piste ciclabili o marciapiedi; tale tecnica permette l'eliminazione dei tempi di attesa tra scavo, posa dei tubi e riempimento della trincea (tecnica tradizionale), fornendo inoltre una ridotta invasività dello scavo nella struttura del sottofondo stradale esistente che viene intaccata in misura minima senza comunque minarne le caratteristiche di durata e resistenza.

I vantaggi rispetto all'utilizzo di tecniche di scavo tradizionale sono la rapidità di esecuzione, il minor costo dell'opera, la significativa riduzione dell'impatto ambientale producendo quantità estremamente ridotte di materiale di risulta da trasportare a discarica ed il limitato intralcio al traffico veicolare.

Per minitrincea si intende uno scavo di larghezza compresa tra 5 e 15 cm circa e profondità compresa tra i 30 e i 45 cm, da realizzare con opportune macchine fresatrici composite che permettano la contemporanea realizzazione dello scavo, la pulitura del solco, la posa dei tubi previsti ed il successivo riempimento della trincea.

La fase di scavo deve essere preceduta da opportune indagini georadar al fine di minimizzare il rischio di interferenza con altri sottoservizi e valutare la stratigrafia del terreno.

Il riempimento deve essere realizzato con impasto di malta cementizia (additivata con ossido di ferro) e aerante fino a circa 7 cm dall'estradosso; tale impasto assume un elevato grado di liquidità consentendo di riempire agevolmente tutti gli spazi esistenti nella realizzazione della tubazione così da effettuare un unico blocco che contiene il cavidotto realizzato senza anfratti e bolle d'aria.

La malta cementizia, inoltre, dovrà avere una composizione tale da permettere il ripristino provvisorio del manto stradale il giorno successivo alla realizzazione del cavidotto, lasso di tempo ottimale per poter applicare la soluzione di catrame a base acida (tappetino di conglomerato bituminoso a granulometria fine, analogo al manto di usura esistente) e avere nell'arco di 24 ore una coesione ottimale.

Il ripristino definitivo è eseguito, previa scarifica, per una larghezza che verrà definita dagli Enti competenti AASLP e si rimanda comunque al regolamento della Repubblica vigente in materia.

La determinazione della corretta sede di posa deve essere valutata in base alla presenza di sottoservizi, alla loro posizione (definita dalle documentazioni cartografiche disponibili presso gli Enti proprietari della strada) e da indagini georadar.

Non sono consentiti bruschi cambi di direzione dei percorsi; ove questi siano richiesti dovranno essere effettuati tramite tagli angolati, tali da consentire il rispetto del minimo raggio di curvatura della tubazione.

Lungo il percorso degli scavi l'impresa può ricorrere, ove necessario, a saggi del terreno per accertare il tipo di sottofondo esistente o per verificare ulteriormente la presenza di eventuali ostacoli.

Nei casi in cui la minitrincea venga realizzata sul lato di una carreggiata priva di marciapiede o cordolo, lo scavo deve essere effettuato normalmente alla distanza minima di 1 m circa dal bordo strada (possibilmente lungo la linea bianca) e, solamente in casi particolari, a filo asfalto.

C. Scavo tradizionale

Gli scavi da realizzare in tecnica tradizionale (in sintesi, trincea) devono essere eseguiti mediante appositi mezzi meccanici, salvo casi in cui l'imposizione da parte degli Enti interessati o particolari situazioni ne impongano l'esecuzione manuale. In relazione alle caratteristiche ambientali, alla stratigrafia del terreno e ai servizi presenti nel sottosuolo, l'Appaltatore può eseguire gli scavi con i mezzi che ritiene più idonei.

Di norma, la larghezza dello scavo deve essere di 40 cm circa, mentre la profondità varia da 100 cm per l'attraversamento delle strade, 80 cm longitudinalmente agli assi stradali e 60 cm lungo marciapiedi, piste ciclabili e aree pedonali. Negli scavi su terreno sterrato la profondità sarà definita caso per caso e comunque previa prescrizione degli Enti competenti. In tutti i casi la profondità dello scavo deve mantenersi il più possibile costante in modo da evitare bruschi cambi di pendenza.

L'insieme dei tubi deve essere annegato in uno spessore di sabbia di frantoio che non superi l'estradosso delle tubazioni per più di 10 cm.

A 30 cm dalla superficie deve essere posato un nastro di segnalazione, di colore convenzionale a discrezione della D.L, che certifichi l'esistenza di cavi elettrici/fibre ottiche sopra la sezione di scavo destinata all'infrastruttura di telecomunicazione; ciò allo scopo di prevenire danni in opere di scavo successive da parte di altri utilizzatori del sottosuolo.

I rinterrati devono essere eseguiti con idoneo materiale opportunamente costipato e bagnato a strati. Il riempimento degli scavi deve essere eseguito con le caratteristiche tecniche e nelle quantità indicate dai Proprietari/Gestori delle strade. Per le modalità di ripristino occorre fare riferimento alle prescrizioni del Proprietario/Gestore (unico) delle strade, che devono comunque essere preventivamente accettate dalla Committenza.

I ripristini delle pavimentazioni stradali (manti superficiali) devono essere eseguiti ricostruendo le caratteristiche tecniche preesistenti (spessore, qualità e quantità dei materiali, etc.), nel rispetto dei disciplinari e/o delle prescrizioni degli Enti competenti AASLP.

Qualora la sede di posa sia costituita da pavimentazione di pregio, il sottofondo stradale deve essere eseguito in conglomerato cementizio e lisciato a cazzuola per la preparazione del piano di posa dei blocchetti. La ricostituzione di una pavimentazione in porfido prevede la disposizione dei cubetti, posti in opera su letto di sabbia grossa di spessore variabile a seconda delle dimensioni stesse dei cubetti, secondo il disegno geometrico preesistente. Normalmente i cubetti devono essere disposti ad archi contrastanti; le fughe tra cubetto e cubetto devono essere strette e parallele e comunque non superiori a 1 cm e quelle di un arco successivo non devono mai corrispondere a quelle dell'arco precedente. Deve essere quindi disposto uno strato di sabbia sufficiente a colmare le fughe, dopodiché si deve procedere alla bagnatura e alla contemporanea battitura con adeguato vibratore meccanico. La superficie pavimentata deve essere sigillata con boiaccia cementizia od emulsione bituminosa, quindi lavata con getto d'acqua a pioggia e ripulita mediante segatura.

Nelle figure che seguono si mostrano varie tipologie di canalizzazione, a seconda della profondità di posa e del numero di corrugati previsti.

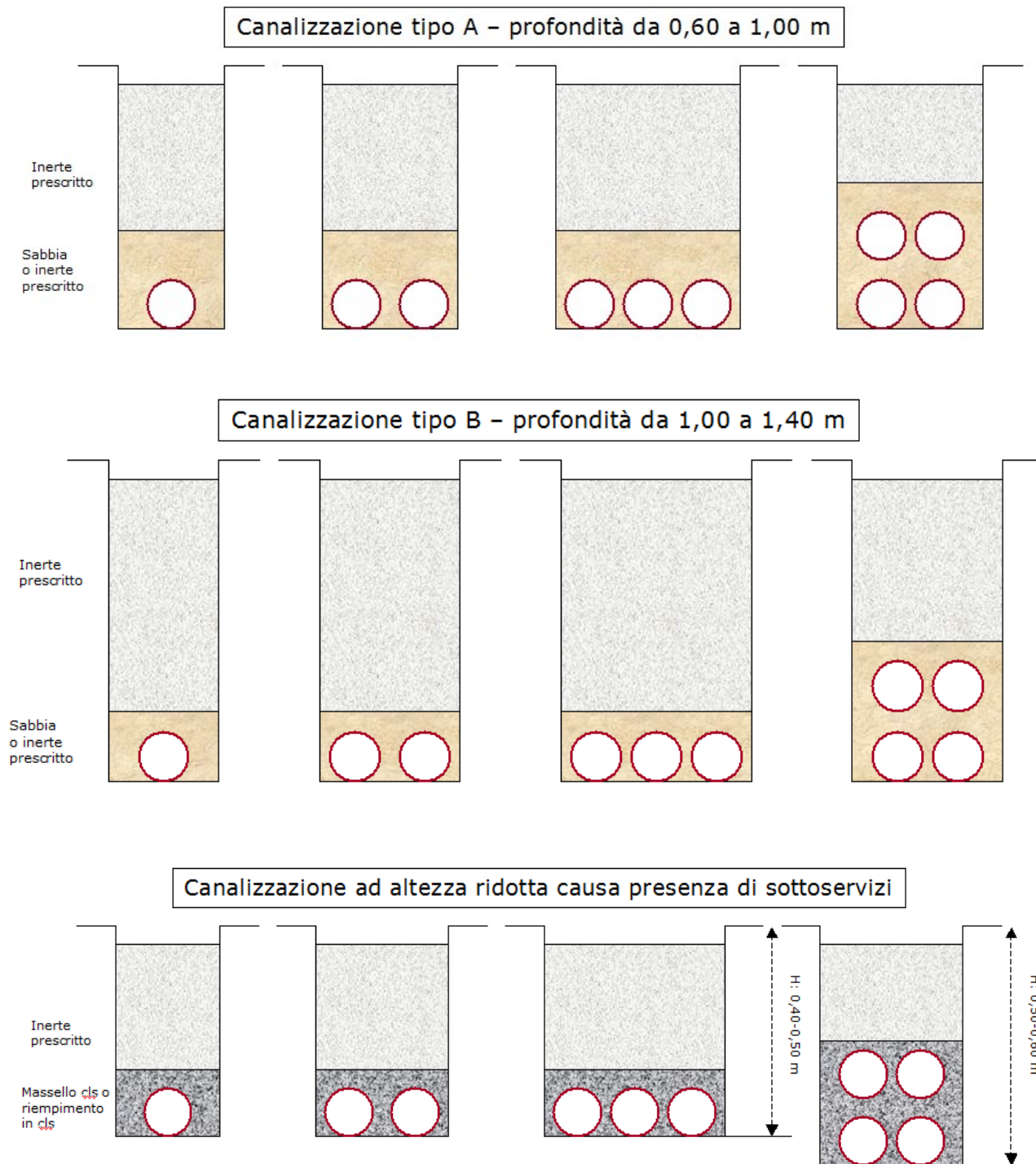


Figura 1 - tipologie di canalizzazioni

D. Scavo no-dig

Per tecnica no-dig si intende una perforazione orizzontale teleguidata a cielo chiuso che prevede, mediante l'impiego di apposito macchinario, la spinta di aste cave e successivamente il tiro, nella direzione contraria, del tubo previsto nella posa.



Figura 2 – Fasi di lavorazione di un no-dig

Il no-dig potrà essere usato per tratte discontinue per l'esecuzione di attraversamenti stradali, attraversamenti ferroviari, attraversamento di fiumi o dove espressamente richiesto dalla Stazione Appaltante o prescritto dagli Enti competenti, in alternativa ai normali scavi a cielo aperto.

Il no-dig introduce significativi vantaggi operativi rispetto all'utilizzo di tecniche di scavo/posa tradizionali, legati in particolare ad un minore impatto ambientale: si ha infatti una riduzione sostanziale dei rifiuti generati (materiali di risulta), riduzione di emissione di gas inquinanti e dell'inquinamento acustico grazie alla maggiore rapidità di esecuzione delle opere ed al limitato intralcio al traffico veicolare.

L'esecuzione di perforazioni teleguidate con la tecnica del no-dig deve essere preceduta da una attività di indagine dello stato del sottosuolo (mediante georadar) per individuare l'eventuale presenza di sotto-servizi longitudinali e trasversali esistenti.

Le conseguenti analisi che certificano l'idoneità all'uso della tecnica del no-dig devono essere allegate alle richieste dei permessi all'Ente competente unitamente alla documentazione di consegna su quanto costruito. Tutti gli oneri conseguenti, compreso quello relativo al trasporto del macchinario in loco, è da intendersi compreso nell'offerta della Stazione appaltante per qualsivoglia lunghezza di sezione da realizzare.

Opere civili – nuove infrastrutture

A. Tubazioni

Le tubazioni hanno lo scopo di proteggere i cavi sia al momento della posa che durante l'esercizio della rete. I tubi possono essere dotati sulla superficie interna di rigature longitudinali equidistanti, aventi lo scopo di agevolare la posa del cavo o di eventuali sotto tubazioni, riducendo la superficie di contatto e quindi l'attrito tra cavo e tubazione.

L'infrastruttura per la posa dei cavi può essere costituita da tubi singoli lisci (monotubi) o da monotubi corrugati; di seguito con la dicitura "tubo" si intenderà indifferentemente il tipo liscio o corrugato.

I tubi da fornire devono essere conformi agli standard vigenti:

- CEI EN-50086-2-1 per i tubi rigidi;
- CEI EN-50086-2-4/A1 per i tubi corrugati.

Tra le prove a cui devono essere sottoposti, si sottolineano la resistenza alla compressione, la resistenza all'urto, la temperatura minima e la temperatura massima di applicazione permanente e di installazione. Si rimanda a tali norme per tutti i dettagli del caso.

I tubi devono essere forniti in bobine di lunghezza standard, opportunamente identificati, in modo da rendere più agevoli le operazioni di trasporto, di posa e le eventuali verifiche. Le estremità delle bobine di monotubo devono essere chiuse con tappi o con altro sistema idoneo ad evitare l'ingresso di acqua o corpi estranei nei periodi di stoccaggio.

I tubi devono essere forniti privi di difetti quali bolle, bruciature, cavità, lacerazioni, deformazioni, ammanchi di materiale, inclusioni d'aria, grinze, screpolature, lesioni e di quanto altro possa compromettere l'efficienza del materiale.

I monotubi corrugati devono essere realizzati per estrusione con materiale plastico e devono essere costituiti da una guaina esterna corrugata e da una guaina interna liscia: la guaina esterna corrugata deve essere realizzata in HDPE; la guaina interna liscia deve essere realizzata in polietilene a bassa densità (LDPE) oppure in HDPE.

Salvo casi eccezionali, i tubi previsti per la realizzazione della rete in oggetto sono di due tipi:

- 110 mm di diametro nei tratti stradali;
- 63 mm di diametro nei raccordi di edificio.

B. Pozzetti

I pozzetti possono essere previsti per diverse esigenze:

- pozzetto su impianto esistente [60 x 60 cm]: in corrispondenza di raccordi da effettuare per il collegamento di edifici a partire da dorsali esistenti.
- pozzetto rompitratta [90 x 70 cm]: in corrispondenza di tratte particolarmente lunghe, o di cambi di direzione, per facilitare la successiva posa del cavo ottico o per consentire un successivo alloggiamento di scorte di cavo ottico (in previsione di future giunzioni e/o spillamenti).
- pozzetto per muffola di linea/derivazione/spillamento [90 x 70 cm oppure 125 x 80 cm]: in prossimità delle sedi da collegare (o comunque in posizione baricentrica rispetto ad un certo numero di sedi vicine da collegare) e in corrispondenza dei giunti di linea/derivazione.

I pozzetti devono essere realizzati con manufatti in calcestruzzo e devono essere equipaggiati con un coperchio in ghisa, provvisto di chiusure con chiavi di sicurezza.

In particolare, il pozzetto 125x80 deve essere costituito da:

- elemento base a pianta rettangolare (dim. esterne 145x100, dim. interne 125x80, altezza 53 cm) con incorporata soletta di fondazione, avente nelle superfici laterali dei setti di frattura (due per ciascun lato lungo e due per ciascun lato corto) per l'alloggiamento dei tubi, con bordo superiore sagomato ad incastro (di opportuno spessore) per consentire l'inserimento degli altri elementi.
- elementi di sopralzo di forma anulare a sezione identica al pozzetto sopra indicato, di dimensioni tali da riportare il manufatto a quota stradale (moduli da 10, 20 o 40 cm di altezza), con bordi inferiore e superiore sagomati ad incastro (di opportuno spessore) per consentire la sovrapposizione dei diversi elementi.
- anello porta chiusino, avente nella parte inferiore un'opportuna sagomatura per l'incastro con l'elemento sottostante, e dimensioni tali da poter ospitare il chiusino. L'ultimo anello è di materiali metallico (solitamente ghisa o acciaio).

Durante l'esecuzione dei lavori e di comune accordo con la Direzione Lavori (DL) si deciderà, di volta in volta, che tipologia di pozzetto installare a seconda del contesto in cui si va ad operare.

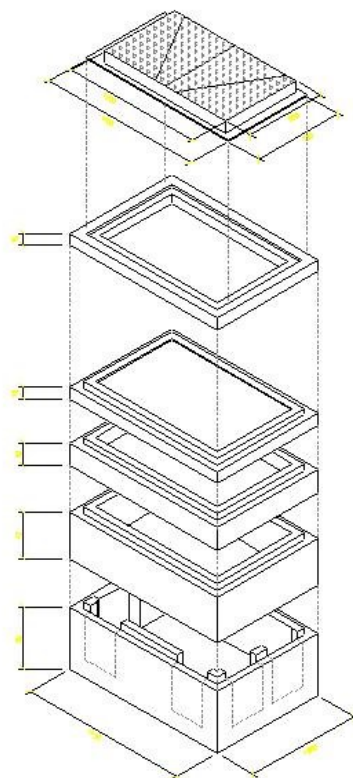


Figura 3 – Pozzetto 125x80: manufatti

Il pozzetto 90x70 deve essere costituito da:

- elemento base a pianta rettangolare (dim. esterne 108x88, dim. interne 90x70, altezza 37,5 cm) con incorporata soletta di fondazione, avente nelle superfici laterali dei setti di frattura (due per ciascun lato lungo e uno per ciascun lato corto) per l'alloggiamento dei tubi, con bordo superiore sagomato ad incastro (di opportuno spessore) per consentire l'inserimento degli altri elementi
- elementi di sopralzo di forma anulare, di dimensioni tali da riportare il manufatto a quota stradale (moduli da 10 o 20 cm di altezza), con bordi inferiore e superiore sagomati ad incastro (di opportuno spessore) per consentire la sovrapposizione dei diversi elementi
- anello porta chiusino, avente nella parte inferiore un'opportuna sagomatura per l'incastro con l'elemento sottostante, e dimensioni tali da poter ospitare il chiusino.

I chiusini dei pozzetti 125x80 e 90x70 devono essere costruiti nel rispetto della norma UNI EN 124.

Tale norma (a cui la Ditta Appaltatrice deve scrupolosamente attenersi) raccomanda di classificare la posizione di posa del chiusino in funzione dell'utilizzo, del tipo di traffico, della zona di ubicazione e del carico in KN che deve sopportare; nella seguente tabella si definiscono i gruppi di aree e le caratteristiche di appartenenza.

Gruppo	Zona	Classe	Carico
1	Pedoni e ciclisti	A 15	15 kN
2	Marciapiedi, zone pedonali e parcheggi	B 125	125 kN
3	Banchine stradali, cunette laterali e marciapiedi	C 250	250 kN
4	Vie di circolazione	D 400	400 kN
5	Vie di circolazione sottoposte a carichi elevati	E 600	600 kN
6	Zone speciali	F 900	900 kN

Tabella 1 – Norma UNI EN 124: carichi in funzione delle aree

I chiusini devono essere realizzati in ghisa sferoidale (norma ISO 1083) e devono essere così costruiti:

- semicoperti di forma triangolare in grado di garantire l'appoggio al telaio in solo tre punti, incernierati con apertura minima a 100° e che già a circa 90° assumono la posizione di sicurezza (bloccaggio automatico)
- possibilità di rimozione completa di ogni semicoperto senza operazioni di smontaggio delle cerniere
- sforzo equivalente dell'operatore all'apertura non superiore a 30 kg (in ottemperanza alla legge n. 626 e successive modifiche, inerente alla movimentazione dei carichi).

La superficie superiore del coperchio del chiusino deve avere una conformazione tale da consentire il completo deflusso delle acque di scorrimento.

I chiusini per pozzetti 125x80 devono essere costituiti da 4 semicoperchi, mentre i chiusini per pozzetti 90x70 devono essere costituiti da 2 o 3 semicoperchi. La massa dei chiusini per unità di superficie non deve essere superiore a 375 kg/m².

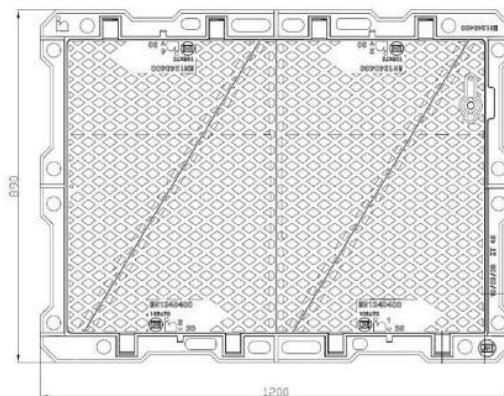


Figura 4 – Pozzetto 125x80: chiusini

Salvo esigenze di ordine tecnico o disposizioni degli Enti proprietari delle strade, i pozzetti devono essere affioranti, tali cioè che il chiusino dopo il ripristino deve risultare a livello con la pavimentazione stradale. Dove l'installazione di pozzetti affioranti non è possibile possono essere utilizzati pozzetti interrati. Per consentire l'individuazione devono essere utilizzate delle bobine rivelatrici a risonanza (Marker), installate esternamente al lato corto del pozzetto, ad una profondità non maggiore di 80 cm dal piano stradale. Per il reinterro e il ripristino si dovrà fare riferimento alle prescrizioni descritte nei relativi paragrafi.

I pozzetti devono essere posizionati sull'asse rettilineo dello scavo in modo da consentire un'ottimale accesso dei tubi in entrata e in uscita: il pacco tubi deve entrare e uscire dalle pareti più corte, solo in caso di cambio di direzione della dorsale il pacco tubi potrà uscire dal lato lungo del pozzetto.

**POSA FIBRA OTTICA PER RETE A
BANDA LARGA FTTH LOTTI IV° E VI°**
(Del. n. 310 del 25/11/2020)
CAPITOLATO SPECIALE – PARTE TECNICA

La posizione del pozzetto deve essere tale da consentirne l'accesso ottimale, ovvero limitando al massimo sospensioni e/o intralci alla circolazione stradale; in ogni caso devono essere posizionati in modo da escludere interferenze con i sottoservizi esistenti.

Gli elementi che costituiscono il generico pozzetto devono essere dotati di ganci, di boccole o di fori per consentire le operazioni di sollevamento e di movimentazione dei singoli manufatti. Tali ganci o boccole possono essere di tipo normalizzato esistente in commercio e regolarmente certificati; la relativa certificazione deve essere allegata alla documentazione in possesso dell'azienda fornitrice.

Nel centro storico (presenza di pavimentazione di pregio) l'attività di posa di un pozzetto deve essere preceduta dalla manomissione della pavimentazione stessa: quando possibile, gli elementi rimossi devono essere riutilizzati per la costruzione del chiusino. Si procederà poi alla realizzazione dello scavo di dimensioni adeguate ad ospitare gli elementi del pozzetto previsto: sono incluse le attività di corredo per dare il lavoro finito a regola d'arte, ovvero la sistemazione del fondo dello scavo, la realizzazione dei rinfianchi con materiale compattato, l'inserimento dei cavidotti e la sigillatura dello stesso.

Il chiusino deve essere costituito da telaio in lamiera di acciaio INOX AISI 316, dello spessore minimo di 4 mm, riempito (se possibile) con le lastre pre-esistenti opportunamente rifinite e tagliate così da ricostruire la geometria e i corsi del selciato, completo di n. 2 fazzoletti angolari con foro per il sollevamento e griglia o fondo di armamento per ancoraggio del materiale di riempimento e contro-telaio ad accoppiamento conico, pure in lamiera di acciaio INOX. AISI 316, spessore minimo di 4mm.

C. Infrastrutture per il transito su ponti, sottopassi e viadotti

In caso di transito su ponti e viadotti, il cavo a fibre ottiche deve essere collocato all'interno di canale in vetroresina (VTR) di opportuna dimensione oppure in canale in ferro zincato di opportuna dimensione da sottoequipaggiare con un tritubo o monotubo di opportune dimensioni.

La soluzione impiantistica deve essere concordata con l'Ente competente. In ogni caso, le canale devono essere ancorate, mediante tasselli ad espansione, lateralmente alla struttura del viadotto/ponte utilizzando appositi accessori costituiti da mensole e staffe in ferro zincato per canale, con un interasse di fissaggio ogni metro.

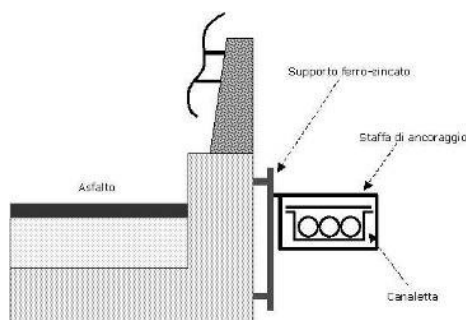


Figura 5 – Infrastrutture per attraversamento di ponti/viadotti

Laddove presenti, è possibile sottoequipaggiare cunicoli calpestabili ritenuti idonei con un monotubo.

Nel transito in sottopassi pedonali o lungo la parete di edifici da collegare, potrebbe essere richiesta la posa a parete di un tubo di acciaio zincato (TAZ) da ancorare ad una altezza di sicurezza dell'ordine di 2 m dal piano calpestabile.



**POSA FIBRA OTTICA PER RETE A
BANDA LARGA FTTH LOTTI IV° E VI°
(Del. n. 310 del 25/11/2020)
CAPITOLATO SPECIALE - PARTE TECNICA**



Opere civili – sottoequipaggiamenti

A. Minitubi

L'infrastruttura da installare per la successiva posa dei portanti fisici è costituita da un minitubo o da un fascio di minitubi in polietilene ad alta densità (HDPE).



Figura 6 – Esempio di sottoequipaggiamento di un fodero

Nella realizzazione della rete in oggetto non è prevista la posa direttamente in trincea dei minitubi ma sempre e solo il sottoequipaggiamento all'interno di tubazioni esistenti (monotubi della rete elettrica di media o bassa tensione) o di nuova posa. Pertanto, devono essere utilizzati sempre minitubi del tipo:

- 10/12 (diametro interno pari a 10 mm; diametro esterno pari a 12 mm): tali minitubi ospiteranno i cavi di dorsale a 192 fibre ottiche – cavi fino a 7,5 mm di diametro;
- 8/10 (diametro interno pari a 8 mm; diametro esterno pari a 10 mm): tali minitubi ospiteranno i cavi di rilegamento (4/12/24/48 fibre ottiche) – cavi fino a 6 mm di diametro.

I minitubi devono essere forniti in bobine di lunghezza standard, opportunamente identificati, in modo da rendere più agevoli le operazioni di trasporto, di posa e le eventuali verifiche. Le estremità delle bobine devono essere chiuse con tappi o con altro sistema idoneo ad evitare l'ingresso di acqua o corpi estranei nei periodi di stoccaggio.

I minitubi devono essere forniti privi di difetti quali bolle, bruciature, cavità, lacerazioni, deformazioni, ammanchi di materiale, inclusioni d'aria, grinze, screpolature, lesioni e di quanto altro possa compromettere l'efficienza del materiale. Inoltre i minitubi dovranno risultare rigati all'interno così da facilitare la successiva posa dei microcavi.

I minitubi devono avere caratteristiche costruttive tali da soddisfare le norme di riferimento ASDM che di seguito si riportano per comodità:

Proprietà	Norma di riferimento	Valore tipico/Unità	
Prova di trazione a snervamento	ASTM D 638	30 MPa 4350 psi	30 MPa 4350 psi
Prova di trazione a rottura	ASTM D 638	16 MPa > 2300	16 MPa > 2300
Allungamento a rottura	ASTM D 638	> 450 %	
1% Secant Modulus	ASTM D 638	1050 MPa	152500 psi
Impatto IZOD	ASTM D 256	12 kJ/m ²	5.7 ft-lb/in ²
Shore Hardness	ASTM D 2240	64	
Resistenza alle rotture per stress ambientale	ASTM D 1693	17 ore	

Tabella 2 - Norma di riferimento dei minitubi

B. Posa dei minitubi

Per il sottoequipaggiamento delle infrastrutture esistenti dovranno essere utilizzati i seguenti strumenti:

- sonda pilota idonea;
- dispositivo per tiro dei minitubi;
- corde di tiro;
- argano (per tratte brevi può non essere utilizzato).

Il dispositivo di tiro per i minitubi singoli e multipli, di cui un esempio è riportato in figura, deve permettere di distribuire la forza determinata dal tiro in maniera uniforme su tutti i minitubi interessati alla posa, garantendo contestualmente la chiusura dei minitubi stessi nelle fasi di installazione.



Figura 7 - Esempio di dispositivo di tiro dei minitubi

Prima di sottoequipaggiare le infrastrutture esistenti, occorre eseguire le seguenti operazioni:

- svuotamento dei manufatti dalla presenza di acqua;
- ove necessario, effettuare la pulizia del tubo esistente;
- ove non presente, predisposizione di un cordino di tiro da posare mediante l'ausilio di sonde.

La posa dei minitubi in tubi esistenti può essere eseguita mediante tiro manuale, per tratte brevi, oppure mediante l'ausilio di argano a motore purché sia sempre rispettato il carico di trazione massimo raccomandato dal costruttore dei minitubi.

Nei limiti del possibile, occorre evitare, in particolare nei mesi estivi, una giacenza prolungata delle bobine di minitubi all'aperto prima dell'infilaggio nelle tubazioni; ciò per limitare al massimo fenomeni di estensione durante la posa e successiva contrazione a posa avvenuta a causa del coefficiente di dilatazione termica lineare del materiale PE. Ad ogni modo, per creare la continuità fisica dell'infrastruttura **i minitubi devono essere fissati nei punti di discontinuità con gli appositi giunti non prima di 24 h dopo l'avvenuta posa**, proprio per attendere eventuali "assestamenti" del minitubo. In ragione di ciò, durante la posa devono essere lasciate le opportune scorte nei pozzetti di transito al fine di garantire le operazioni di manovra del caso prima del fissaggio tramite giunti.

Nel caso in cui le infrastrutture esistenti risultino interrotte o deformate in modo tale da non consentire il transito dei minitubi, occorre procedere al ripristino dell'infrastruttura garantendone la continuità, laddove necessario anche predisponendo un pozzetto.

Posa pei minitubi all'interno dei manufatti di nuova realizzazione

L'accesso al manufatto deve essere realizzato predisponendo spezzoni di monotubo di sezione e lunghezza opportuna, all'interno del quale inserire i minitubi.

Il monotubo all'interno del manufatto deve essere di lunghezza adeguata, al fine di facilitare l'applicazione degli elementi di tenuta fra tubi e minitubi e la gestione dei minitubi all'interno del pozzetto stesso.

I minitubi devono accedere al pozzetto dalle pareti più corte, utilizzando le posizioni sui setti a frattura più vicini al fondo del pozzetto stesso, in modo da non determinare successive criticità/vincoli nella gestione degli spazi interni.

Solo nei cambi di direzione della dorsale i tubi devono uscire dal lato lungo del pozzetto e dal setto più lontano rispetto al punto di ingresso, come mostrato in Figura 8.

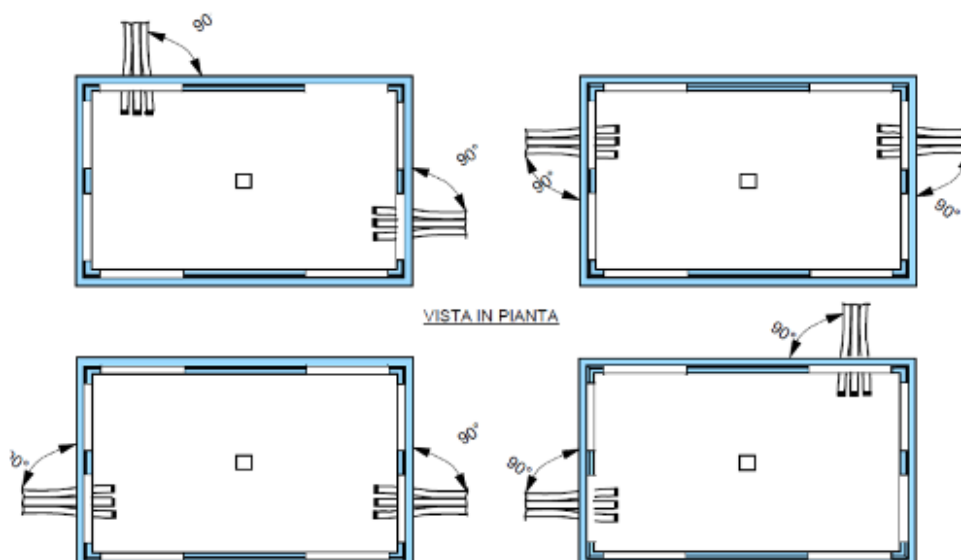


Figura 8 - Esempi di ingresso tubi nei pozzetti

Al termine delle operazioni, i minitubi all'ingresso del manufatto devono essere puliti con cura per permettere l'inserimento di eventuali elementi di tenuta tra tubi e minitubi.

I minitubi devono essere sistemati, per quanto possibile, sul fondo del pozzetto verso la parete avendo cura di rispettare i raggi di curvatura e, inoltre, devono consentire l'ubicazione e la manovrabilità nel manufatto di eventuali muffole o scorte cavo.

I minitubi di transito, all'interno dei manufatti, devono essere lasciati continui avendo cura di seguire i percorsi interni come mostrato in Figura 9.

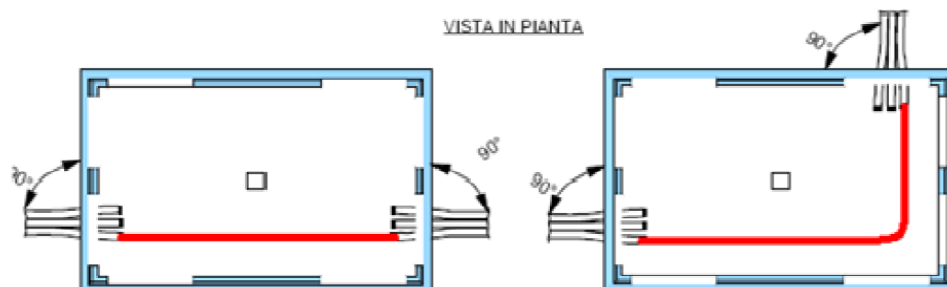


Figura 9. Esempio di sistemazione dei minitubi in pozzetto

Nel caso di manufatti nei quali l'uscita dei minitubi è realizzata su una parete perpendicolare in prossimità di quella di ingresso, occorre prevederne la sistemazione realizzando un giro all'interno dell'infrastruttura stessa, come mostrato in Figura 10.

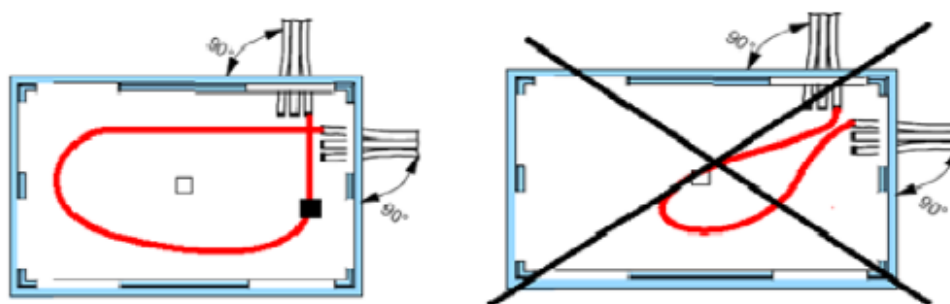


Figura 10 - Esempio di sistemazione dei minitubi in pozzetto (ingressi perpendicolari)

Elemento di chiusura dei minitubi

Gli elementi di chiusura (o tappi) devono essere utilizzati:

- durante il trasporto e lo stoccaggio dei minitubi;
- all'interno dei pozzetti di telecomunicazioni (nei punti terminali) per garantire la chiusura e tenuta stagna dei minitubi in modo da evitare l'ingresso di acqua e sporcizia all'interno di essi.

Devono avere dimensioni compatibili con il diametro esterno del generico minitubo su cui viene applicato.

Elemento di giunzione dei minitubi

Costituito da un manicotto a doppio innesto, con ghiera in acciaio per presa su minitubo, rinforzi laterali per eventuali sollecitazioni meccaniche da trazione longitudinali e trasversali, l'elemento di giunzione dei minitubi serve per creare la continuità del minitubo nella realizzazione di un generico collegamento garantendo sia la tenuta a trazione che a pressione (quest'ultima idonea alla posa dei microcavi con la tecnica a soffiaggio).



Figura 11 - Elemento di giunzione dei minitubi

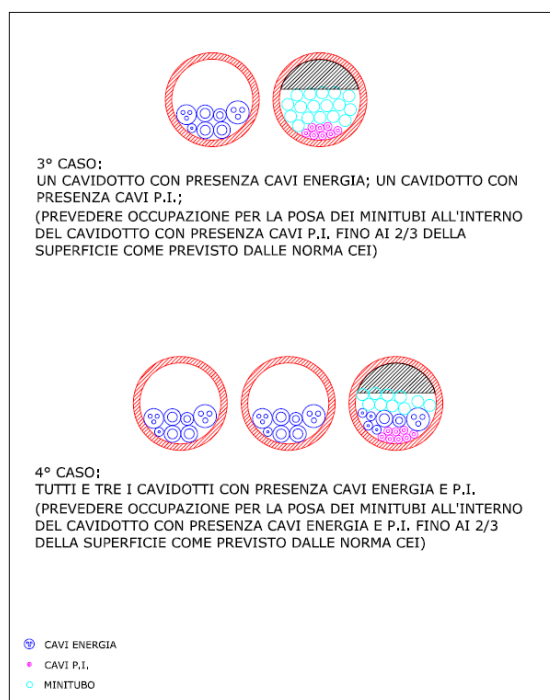
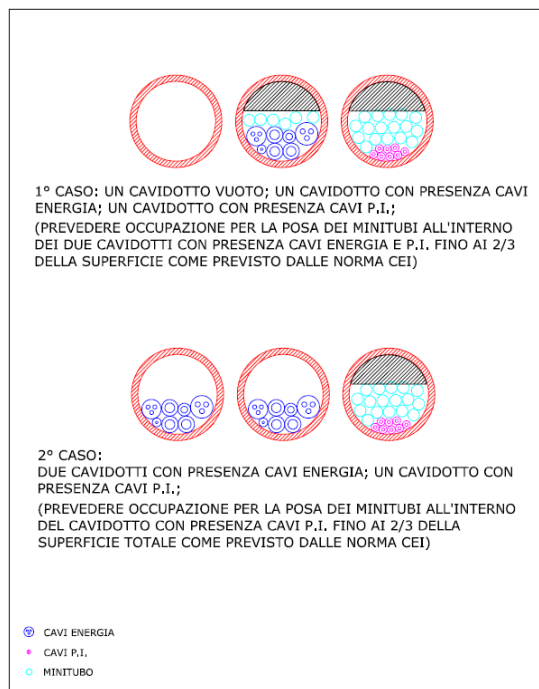
Per garantire la tenuta pneumatica, il taglio del singolo minitubo deve essere realizzato con l'apposito strumento in modo da risultare perfettamente perpendicolare all'asse del minitubo stesso.

Per la realizzazione della rete in oggetto, l'elemento di giunzione dei minitubi può essere utilizzato solo all'interno di manufatti.

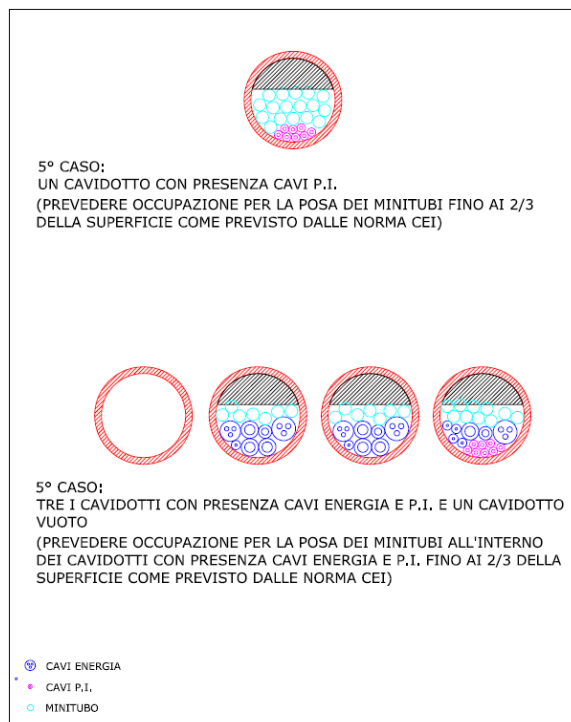
C. Norme tecniche di occupazione

La posa dei minitubi all'interno dei cavidotti esistenti dovrà essere realizzata nel rispetto delle norme tecniche riportate nelle seguenti schede:

**POSA FIBRA OTTICA PER RETE A
BANDA LARGA FTTH LOTTI IV° E VI°**
(Del. n. 310 del 25/11/2020)
CAPITOLATO SPECIALE – PARTE TECNICA



**POSA FIBRA OTTICA PER RETE A
 BANDA LARGA FTTH LOTTI IV° E VI°**
 (Del. n. 310 del 25/11/2020)
CAPITOLATO SPECIALE - PARTE TECNICA





**POSA FIBRA OTTICA PER RETE A
BANDA LARGA FTTH LOTTI IV° E VI°**
(Del. n. 310 del 25/11/2020)
CAPITOLATO SPECIALE - PARTE TECNICA



Opere civili – infrastrutture esistenti

A. Media e bassa tensione

L'utilizzabilità delle canalizzazioni esistenti della media e bassa tensione per la posa di cavi ottici deve essere preceduta da una attività di bonifica, ovvero di ispezione e pulizia delle tubazioni e dei pozzetti da eventuale terriccio o altro materiale accumulatosi nel tempo.

La fase successiva è la ricerca e messa in quota dei pozzetti interrati. Ciò comporta la rimozione dei detriti e materiali terrosi presenti, il rialzamento dei pozzetti eseguito con laterizi e malta cementizia, compreso lo scavo, il riempimento e il ripristino delle superfici, la fornitura e posa in opera di telaio, controtelaio e chiusino in ghisa di tipo carrabile.

Laddove la tubazione della rete ospitante presenta un'interruzione o un'ostruzione, si deve realizzare uno scavo mirato e installare, nel tratto interessato, un monotubo corrugato a doppia parete dello stesso diametro di quello preesistente per garantire la continuità fisica dello stesso. Il successivo ripristino dello scavo deve essere realizzato con stabilizzato cementizio o frantoio assestato con getti d'acqua, fino alla quota che consente il ripristino della pavimentazione preesistente. Il successivo rifacimento della pavimentazione deve essere eseguito secondo le modalità preesistenti.

Qualora, durante le opere di adattamento delle canalizzazioni esistenti, dovessero verificarsi dei danni all'impianto ospitante (sia per quanto riguarda la parte infrastrutturale che le linee elettriche di alimentazione) occorre ripristinare le condizioni preesistenti e garantire la corretta funzionalità dell'impianto; questi interventi saranno a carico della Ditta Appaltatrice.



**POSA FIBRA OTTICA PER RETE A
BANDA LARGA FTTH LOTTI IV° E VI°
(Del. n. 310 del 25/11/2020)
CAPITOLATO SPECIALE - PARTE TECNICA**



Cavi in fibra ottica

A. Fibre ottiche

Nella realizzazione della rete in oggetto si utilizzeranno microcavi equipaggiati con fibre ottiche SM di tipo ITU-T G.652D (SM-R).

I cavi saranno equipaggiati con il seguente numero di fibre:

- nei segmenti di dorsale: 192 f.o.
- nei segmenti di rilegamento fino a 3 utenze: 4 f.o.
- nei segmenti di rilegamento fino a 10 utenze: 12 f.o.
- nei segmenti di rilegamento fino a 20 utenze: 24 f.o.
- nei segmenti di rilegamento fino a 40 utenze: 48 f.o.
- nei segmenti di rilegamento fino a 80 utenze: 96 f.o.

Sono ammessi unicamente microcavi con fibra di produzione: Corning, Prysmian, OFS. Tale caratteristica deve necessariamente essere dichiarata sulla relativa documentazione tecnica.

Come si può osservare, nei tratti di rilegamento si è tenuto conto di un margine di sicurezza per eventuali futuri allacci non previsti o non prevedibili ad oggi.

Nei rilegamenti con più di 40 utenze, si prevede la posa di più cavi della tipologia su riportata, procedendo, a discrezione della D.L., all'individuazione della combinazione di cavi a 4, 12, 24 f.o. che fornisca quantomeno lo stesso grado di ridondanza.

B. Struttura del cavo

Il microcavo è composto da un elemento centrale dielettrico attorno al quale vengono sistemati i tubetti (cordati ad elica) che a loro volta contengono le fibre ottiche.

Il microcavo da utilizzare per la realizzazione dei tratti di dorsale rete in oggetto (192 fibre ottiche) avrà una conformazione costituita da n. 8 tubetti ciascuno con 24 fibre ottiche SM (vedi foto).

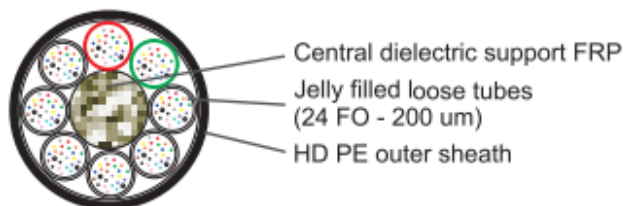


Figura 12 - Sezione tipo di un microcavo a 192 fibre ottiche

Il microcavo dovrà essere caratterizzato da una guaina esterna a basso coefficiente di attrito per favorire lo scivolamento durante la posa e permettere di raggiungere elevate distanze mediante la tecnica del soffiaggio.

C. Caratteristiche meccaniche dei cavi

Di seguito si riportano le norme di riferimento che determinano le caratteristiche meccaniche dei microcavi e che devono essere soddisfatte nella fornitura oggetto del presente appalto.

TEST	Norma rif.
Raggio Minimo di curvatura	Circa 20 volte il diametro del microcavo
Trazione	EN 187000 METODO 501 IEC 60794-1-2 - E1
Percussione	EN 187000 METODO 505 IEC 60794-1-2 - E4
Schiacciamento	EN 187000 METODO 504 IEC 60794-1-2 - E3
Ciclo termico	EN 187000 METODO 601 IEC 60794-1-2 - F1
Penetrazione acqua	EN 187000 METODO 605B IEC 60794-1-2 - F5B

Tabella 3. Caratteristiche meccaniche dei microcavi

D. Colorazione delle fibre e dei tubetti

Il codice colori (associazione "numero fibra - colore") da utilizzare per l'identificazione delle fibre verrà fornito alla Ditta Aggiudicatrice in fase di esecuzione dei lavori.

Per quanto concerne i tubetti, solamente 2 (due) di questi devono essere colorati; i restanti devono essere bianchi.

Più precisamente, i tubetti colorati devono essere:

- ROSSO – tubetto PILOTA;
- VERDE – tubetto DIREZIONALE.

E. Posa dei cavi

E.1 Piano di posa

La fase di posa sarà preceduta dalla stesura di un piano di allocazione delle bobine che dovrà tener conto delle scorte previste lungo la linea e di quelle per l'esecuzione delle giunzioni, oltre a determinate esigenze localizzate che la Stazione Appaltante potrà richiedere al momento della definizione del piano di posa.

Nel piano di allocazione delle bobine, deve essere prevista come scorta almeno 20 m per lato nei pozzetti sede dei giunti di linea e derivazione e almeno 30 m nei pozzetti di linea intermedi tra giunto e giunto.

E.2 Tecnica della fibra soffiata

Il microcavo deve essere posato solo all'interno di un minitubo e può essere applicata una forza di spinta alla testa del microcavo non superiore al carico massimo di trazione previsto nella specifica del costruttore del microcavo.

La posa dei microcavi è generalmente realizzata mediante l'ausilio di macchine per la posa con aria compressa (**blowing system**) che agiscono sul microcavo creando sia una fase di spinta meccanica (mediante un dispositivo spingicavo) che un effetto di sollevamento dovuto alla circolazione d'aria ad alta velocità all'interno del mini-tubo (mediante un compressore per la produzione e il convogliamento dell'aria nel minitubo) e ciò consente il raggiungimento di tratte di posa notevoli.

Per il corretto utilizzo della tecnica di posa con aria è indispensabile che il compressore sia equipaggiato con un idoneo gruppo refrigerante e un deumidificatore dell'aria che viene convogliata all'interno del minitubo.

In tratte brevi la posa del microcavo può anche essere realizzata a mano, ma deve essere eseguita procedendo con una spinta uniforme e costante; ciò comporta l'impegno di personale qualificato in corrispondenza di ogni pozzetto interessato che operi con il massimo sincronismo durante le fasi di tiro.

E.3 Scorte di cavo

La predisposizione delle scorte di cavo, secondo quanto previsto dal progetto, deve essere eseguita in ogni pozzetto di nuova installazione, operando come di seguito indicato:

- eseguire la posa completa del microcavo; durante questa fase nel pozzetto sede di scorta, giuntare un lato del corrugato, che ospiterà la scorta, al minitubo come mostrato in Figura 13

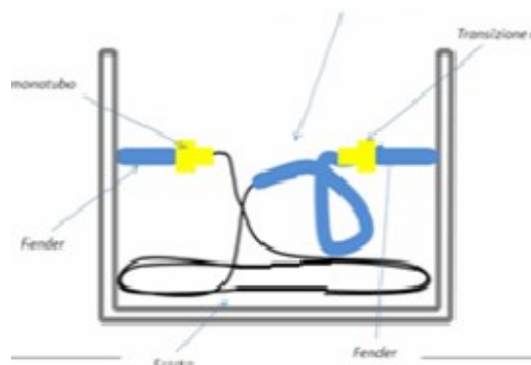


Figura 13 - Situazione iniziale nel pozzetto sede di scorta

- una volta terminata la posa verso il pozzetto successivo, sistemare la ricchezza all'interno dello spezzone di corrugato, che dovrà essere opportunamente allocato nel fondo del pozzetto, come

mostrato nell'esempio; la tamponatura del corrugato utilizzato per le scorte di cavo con i corrugati all'imbocco dei pozzetti deve essere realizzato utilizzando del poliuretano espanso.

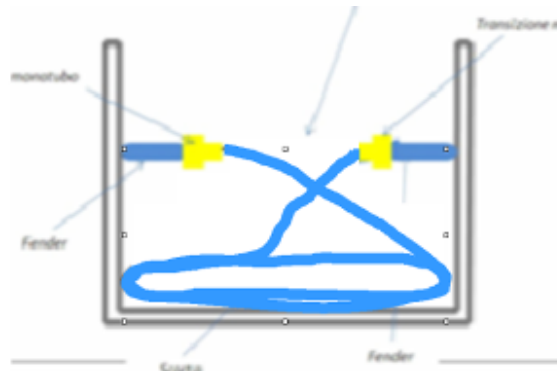


Figura 14 - Situazione finale nel pozzetto sede di scorta

Giunzione dei cavi a fibre ottiche

A. Generalità

Nel presente capitolo vengono descritti i diversi contesti impiantistici in cui è necessario effettuare una giunzione tra cavi e la metodologia realizzativa da adottare per la giunzione delle singole fibre.

S'intendono comprese nell'offerta dell'Appaltatore tutte le opere di giunzione e la fornitura dei materiali, sia per la rete di nuova realizzazione che per quanto riguarda le giunzioni con la rete esistente in corrispondenza dei punti previsti nel progetto definitivo.

B. Tipologie di giunto

B.1 Giunto di linea o di derivazione

Il giunto di linea consente la giunzione di due pezzature di cavo contigue al fine di realizzare una tratta continua. Il giunto di derivazione consente invece oltre alla giunzione tra due pezzature di cavo anche l'attestazione e giunzione di una terza pezzatura.

B.2 Giunto di estrazione o spillamento

Il giunto di estrazione consente di estrarre alcune fibre in un tratto intermedio di una pezzatura di cavo, senza interrompere le restanti fibre.

C. Giunzione delle fibre

Le giunzioni dovranno essere tutte eseguite con giuntatrici automatiche usando la tecnica della giunzione a fusione con allineamento automatico dei nuclei delle fibre, prefusione e fusione tramite arco voltaico.

La zona di giunzione deve essere protetta con un tubetto capillare contenente resina da polimerizzare mediante l'applicazione di raggi U.V. emessi da un'apposita lampada. Le fibre sono individuabili mediante i relativi codici colori.

L'uso di giunzioni meccaniche non è consentito.

Di seguito si elencano le principali fasi della giunzione delle fibre:

- individuazione delle fibre da giuntare
- rimozione del rivestimento primario mediante stripper a caldo e pulizia delle fibre
- taglio e pulizia delle fibre per la giunzione
- inserimento delle fibre da giuntare nei carrelli della giuntatrice
- giunzione delle fibre tramite giuntatrice (allineamento e fusione delle fibre ottiche)
- estrazione della fibra ottica giuntata dai carrelli della giuntatrice
- posizionamento del capillare singolo/multiplo sul punto di giunzione ed iniezione di acrilato allo stato liquido
- esposizione del punto di giunzione alla luce u.v. della lampada polimerizzante
- posizionamento delle fibre nel proprio modulo di giunzione, rispettando i raggi minimi di curvatura e comunque evitando qualsiasi stress alle fibre
- etichettatura / numerazione delle singole fibre ottiche (ove richiesto).

D. Muffola

Di seguito sono definite le caratteristiche tecniche, costruttive e funzionali della muffola per cavi a fibra ottica.

Il giunto deve essere protetto all'interno di un contenitore di materiale plastico (muffola), a tenuta stagna, con grado di protezione IP68 secondo IEC 60 529 (EN 60 529), composto da una base predisposta con imbrocchi per la sigillatura dei minitubi entranti e/o uscenti, un coperchio di chiusura e un sistema, predisposto per l'eventuale impiego di lucchetti o sigilli di sicurezza, in grado di chiudere ermeticamente e riaprire base e coperchio senza l'uso di attrezzature specifiche, a garanzia di semplice ed immediata riaccessibilità.

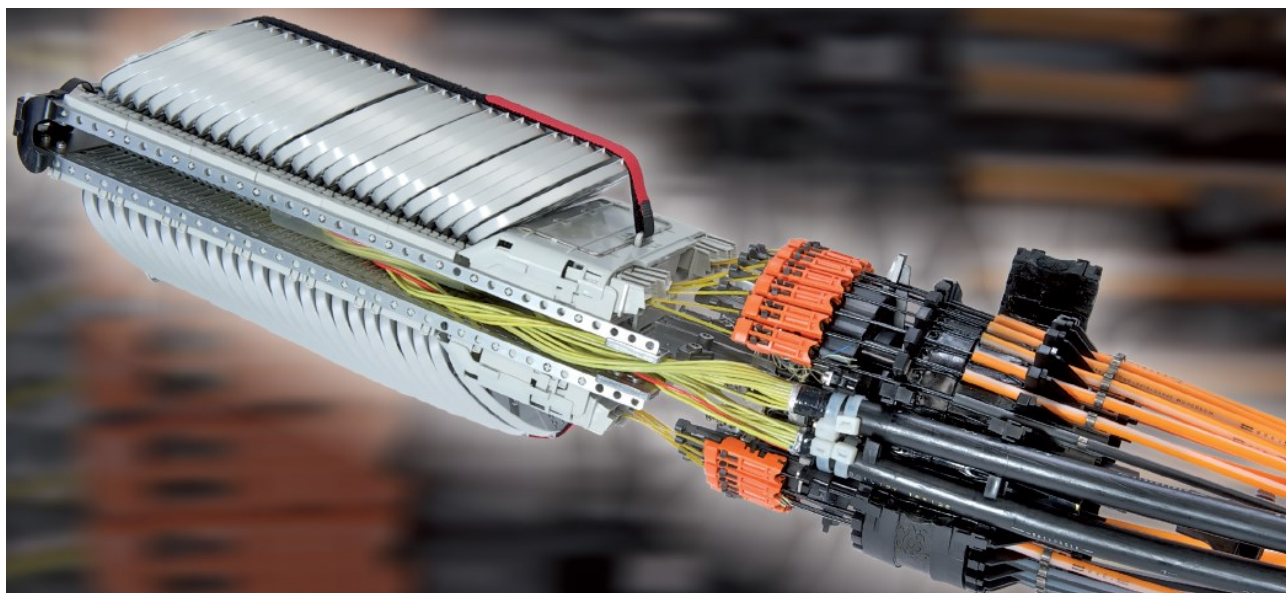


Figura 15 – Muffola per minitubi e microcavi (FIST-GCOG2)

Questo contenitore deve poter essere installato all'interno di manufatti in cemento (cameretta o pozzetto), all'interno di centrali e su palificazione.

La base della muffola deve incorporare una serie di imbrocchi per consentire l'inserimento di 2 minitubi 10/12 per i cavi di dorsale e fino a 24 minitubi 8/10 per i cavi di rilegamento.

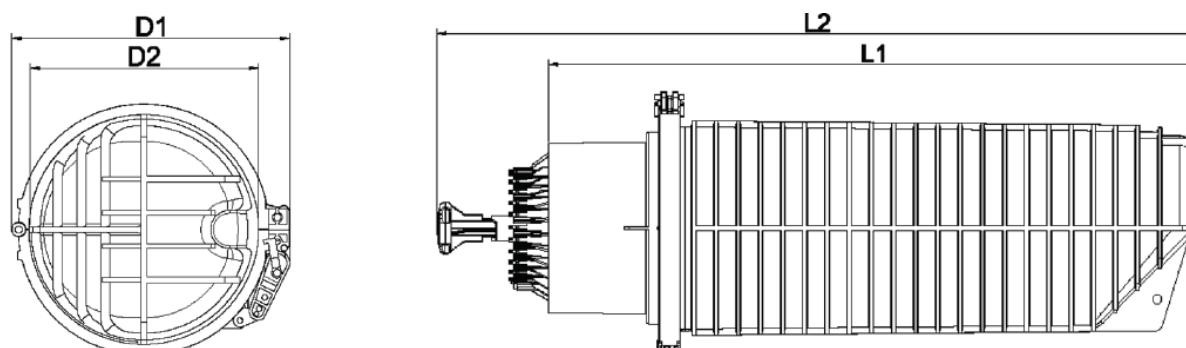


Figura 16 – Sezione e dimensioni

La chiusura ermetica fra base e coperchio deve essere garantita mediante l'impiego di una opportuna guarnizione in materiale indeformabile che deve essere rimovibile al fine di prevenire durante le fasi di installazione e riaccesso alla muffola ogni contaminazione con grasso, gel, polvere o altri materiali che potrebbero pregiudicare la corretta chiusura stagna.

L'asportazione del coperchio deve consentire l'immediato accesso ai cablaggi ottici, ai moduli per la gestione delle giunzioni, agli eventuali dispositivi di diramazione dei cablaggi ed a quant'altro debba essere facilmente raggiungibile durante i normali interventi di manutenzione e riconfigurazione della rete.

La base della muffola, nel lato interno, deve essere corredata con un telaio, realizzato in modo tale da poter contenere e proteggere la ricchezza di fibra continua, che consenta di assemblare in modo modulare e flessibile i moduli di giunzione necessari alle diverse configurazioni.

La struttura del telaio deve consentire la gestione della singola fibra senza interferire sui circuiti già in esercizio; pertanto, l'accesso alle giunzioni allocate nei moduli, deve avvenire senza la necessità di manipolare o rimuovere i cablaggi.

Ogni modulo deve contenere la giunzione delle fibre facenti parte del singolo circuito o del singolo elemento (tubetto) e deve essere strutturato al suo interno in modo che la singola fibra sia protetta e guidata, al fine di garantire un costante rispetto del minimo raggio di curvatura, anche durante la manipolazione del modulo stesso. Il modulo deve inoltre potere accettare i più comuni sistemi di protezione delle giunzioni.

Il modulo di giunzione deve essere pertanto realizzato in modo da consentire e proteggere:

- le giunzioni fra fibre ottiche
- la ricchezza delle fibre ottiche
- le fibre continue

Devono essere previsti opportuni accessori in grado di consentire la separazione (sfioccamento) delle fibre appartenenti al singolo tubetto al fine di garantire il corretto instradamento delle fibre stesse, il rispetto del raggio di curvatura minimo consentito ed una semplice installazione.

L'elemento centrale in VTR dei cavi deve essere vincolato meccanicamente all'interno della muffola ed in grado di sopportare eventuali forze scaturite dal cavo stesso.

Le muffole devono poter essere installate a temperature comprese fra -5°C e + 45°C.

D.1 Caratteristiche dei materiali

La base ed il coperchio della muffola devono essere realizzati in soli due pezzi entrambi realizzati mediante stampaggio di opportuno materiale plastico. Lo stampo della base deve incorporare anche gli imbrocchi cavi. Tali imbrocchi devono essere realizzati chiusi da stampo e devono poter essere apribili, mediante taglio, in fase di installazione.

Deve essere possibile usare, per il sistema di sigillatura stagna e bloccaggio dei cavi, una guaina termorestringente.

Devono essere dichiarati dal Fornitore tutti i materiali impiegati e il tipo di processo produttivo adottato per la realizzazione del prodotto descritto nella presente Specifica Tecnica.

L'utilizzo delle parti metalliche deve essere limitato al minimo indispensabile. Eventuali parti metalliche devono essere comunque non ossidabili e devono assicurare, per tutto il ciclo di vita del prodotto, la rispondenza alle caratteristiche meccaniche, fisiche ed elettriche idonee a soddisfare le richieste dettate dalla presente Specifica tecnica.

D.2 Siglature

La siglatura deve consentire l'identificazione del lotto di produzione di ogni singolo componente della muffola.

All'interno della muffola e all'esterno del coperchio devono essere riportate le seguenti indicazioni:

- sigla del fornitore
- numero di lotto o analogo sistema di identificazione della serie di produzione.

E' ammesso l'uso di etichette, purché inasportabili e stampate con inchiostro non dilavabile o plastificate.

D.3 Etichettature

Le etichette devono essere realizzate da una striscia di materiale autoadesivo idoneo all'incollaggio permanente su superfici plastiche. Le dimensioni delle targhette devono essere generalmente 20x80 mm: dimensioni e materiali diversi devono essere autorizzate dal Direttore Lavori.

L'etichetta deve contenere:

- logotipo dell'Azienda di Servizi (AASS)
- identificativo del nodo di rete
- identificativo del giunto

D.4 Kit di bloccaggio e identificazione dei cavi

Sono inclusi nella presente fornitura tutti i materiali e gli accessori indispensabili per la realizzazione dei giunti a regola d'arte, tra cui i kit necessari per il bloccaggio e l'attestazione dei cavi agli imbocchi (ovale e circolari) della muffola.

D.5 Sistema di ancoraggio

La muffola deve essere corredata di un adeguato sistema di supporto che ne consenta il fissaggio nei luoghi dove è prevista l'installazione.

Tale sistema deve poter supportare, oltre il peso della muffola, un eventuale sovrappeso accidentale di 1000 N. Inoltre, per agevolare le operazioni di installazione ed eventuali manutenzioni in esercizio, il sistema di supporto deve presentare un'agevole possibilità di sgancio della muffola per consentire il cablaggio della stessa all'interno di automezzi attrezzati.

Terminazione dei cavi a fibre ottiche

A. Generalità

Il sistema di terminazione permette la realizzazione delle attestazioni dei cavi in fibra ottica e la gestione delle bretelle di collegamento agli apparati o di transito fra cavi diversi.

Tutti i materiali (telai, subtelai, componenti accessori, connettori) devono rispondere ai contenuti della presente Specifica Tecnica.

Le terminazioni sono previste solamente lato POP su telaio di tipo N3 e relativi cassette (subtelai).

Presso le sedi d'utente deve essere installato un box di giunzione (e non terminazione) all'interno dei quadri contatori della rete elettrica; le fibre dei cavi di rilegamento dovranno essere sistemate all'interno delle schede porta-giunti in previsione della giunzione con le fibre dei cavi che verranno posati in un secondo momento fin dentro gli edifici (segmento verticale). L'attività di posa dei cavi dei segmenti verticali e le relative giunzioni NON fanno parte del presente appalto.

B. Telai in tecnica N3

B.1 Caratteristiche generali

Il telaio in tecnica N3 deve essere conforme agli standard normalmente utilizzati e compatibile con i criteri previsti dallo standard ETSI ETS 300-119.

La struttura modulare portante a forma di parallelepipedo, oltre ad offrire la possibilità di un montaggio "stand alone" di un singolo telaio di giunzione/terminazione oppure di interconnessione, deve consentire anche gli eventuali accoppiamenti di più telai (nel caso, anche comunicanti fra loro) nelle configurazioni di installazione

- "back-to-back"
- "side-to-side"

Allo scopo devono essere previsti tutti i kit con i materiali di fissaggio che ne consentano una idonea e sicura installazione in tutte le diverse situazioni di impianto, quali:

- materiali per il fissaggio della parte superiore del telaio alla struttura di fila
- materiali per il fissaggio posteriore a parete e materiali per il fissaggio a pavimento del telaio

La struttura deve permettere un facile assemblaggio e smontaggio di tutto il telaio al fine di facilitarne il trasporto e l'eventuale riutilizzo. Concetto base di questa tipologia di prodotti è quello della completa modularità, non solo applicata alla struttura principale, ma anche a tutti i sottoinsiemi. Pertanto, il telaio deve essere concepito come un sistema costituito da una serie di elementi modulari, quali:

- una struttura modulare portante da equipaggiare e completare con appositi elementi modulari (descritti nel seguito) per allestire la configurazione definitiva di impiego
- i sub-telai di giunzione ed i sub-telai di terminazione per la gestione delle giunzioni, delle terminazioni e delle interconnessioni fra i cavi in ingresso al sito

Il telaio di giunzione/terminazione deve poter essere utilizzato con tutte le diverse tipologie di cavi usati per la realizzazione delle reti di Telecomunicazioni (sia di lunga distanza che di accesso).

I cavi devono poter accedere al telaio modulare indifferentemente dalla parte inferiore e/o superiore e devono poter essere attestati sullo stesso mediante un apposito sistema di sfiocamento con le caratteristiche funzionali e costruttive descritte di seguito.

Le bretelle ed i cavi break-out di permutazione o di collegamento agli apparati devono poter accedere o uscire indifferentemente dalla parte inferiore e/o superiore del telaio modulare.

L'Appaltatore deve essere in grado di fornire non solo il telaio ed i sub-telai in forma separata ma eventualmente, in un'ottica di ottimizzazione dei costi e delle prestazioni, anche i sub-telai pre-assemblati in fabbrica nella configurazione richiesta dall'implementazione iniziale del sito di destinazione.

C. Caratteristiche costruttive funzionali degli elementi modulari e dei componenti

La struttura modulare portante del telaio di giunzione/terminazione deve essere costituita da una serie di elementi componibili fra loro, e precisamente:

- un elemento laterale aggiuntivo sinistro (cavedio sx) con larghezza 150 mm per l'ingresso dei cavi a fibre ottiche, completo di supporti e guide per il fissaggio dei cavi ottici
- un elemento centrale principale con larghezza 600 mm dove alloggiare i sub-telai;
- un elemento laterale aggiuntivo destro (cavedio dx) con larghezza totale 300 mm per la gestione delle bretelle/cavi break-out verso i telai di interconnessione, corredato di moduli di dispersione, supporti e guide per la corretta gestione dell'extra lunghezza delle bretelle monofibra di collegamento ai telai di interconnessione e per l'instradamento delle bretelle monofibra nel rispetto dei raggi minimi di curvatura consentiti (30 mm)
- materiali per il fissaggio posteriore a parete, materiali per il fissaggio a pavimento del telaio, materiali per il fissaggio della parte superiore del telaio alla struttura di fila h=2.200 mm
- sub-telai di giunzione/terminazione e relativi vassoi, completi di sistema di fissaggio sui montanti della struttura centrale del telaio e serratura
- sistema di sfiocamento per i cavi entranti; il fornitore deve prevedere un adeguato sistema di bloccaggio meccanico e di sfiocamento dei cavi e di protezione dei tubetti e/o fibre ottiche fino ai sub-telai di giunzione
- accessori complementari per il vincolo efficace e la gestione ordinata delle fibre ottiche, delle bretelle, e/o cavi break-out in uscita dalla parte superiore del cavedio destro nel rispetto dei minimi raggi di curvatura consentiti (30 mm)

Nella massima capacità, deve essere possibile allestire il telaio con 14 sub-telai di giunzione/terminazione rispettando tutti i vincoli previsti dal presente allegato tecnico.

Di seguito si illustra, a titolo puramente indicativo, un esempio di telaio realizzato in tecnica N3.

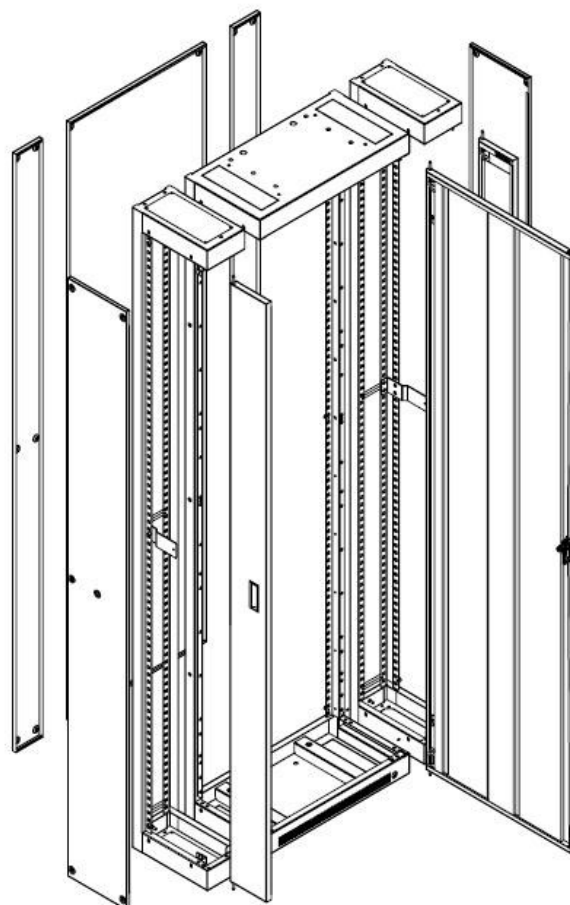


Figura 17 – esempio telaio in tecnica N3

Tutti gli elementi primari (sia l'elemento centrale principale che gli eventuali elementi laterali aggiuntivi) da utilizzare per la composizione delle varie configurazioni della struttura principale, devono essere costituiti da:

- una struttura portante propria (base, copertura superiore, struttura posteriore d'unione); la struttura principale centrale deve essere provvista di montanti ETSI per l'installazione dei sub-telai sulla parte posteriore
- pannelli laterali e pannelli posteriori (detti pannelli devono poter essere asportati per poter allestire le configurazioni composte dei telai o per mettere in comunicazione i telai installati in posizione adiacente o back-to-back); si ribadisce che tale condizione di funzionalità e di versatilità deve essere applicata sia alla struttura centrale principale che a tutte le strutture aggiuntive laterali
- una porta frontale asportabile

La predisposizione per il fissaggio dei sub-telai deve essere prevista nella parte posteriore del telaio e deve rispondere a quanto previsto dallo standard ETSI ETS 300-119.

Le porte frontali, sia dell'elemento centrale principale che degli eventuali elementi laterali aggiuntivi, devono essere dotate di opportuna serratura di sicurezza.

Tutti gli elementi componenti il telaio (strutture portanti proprie, pannelli laterali, pannelli posteriori, porte frontali) devono essere muniti di apposito collegamento di equipotenzialità.

Il telaio deve essere dotato di un idoneo sistema per il collegamento di terra rispondente alle normative vigenti in materia.

C.1 Sistema di sfiocamento dei cavi

Per realizzare lo sfiocamento delle teste dei cavi, deve essere proposto un opportuno sistema di bloccaggio meccanico dei nuclei scanalati o degli elementi centrali dei cavi, in grado di sopportare eventuali forze o sollecitazioni scaturite dai cavi, e di instradamento dei tubetti contenenti le fibre dei cavi verso i sub-telai di giunzione/terminazione.

Deve essere inoltre prevista una adeguata protezione delle fibre dei cavi dal punto di sfiocamento fino all'ingresso di ciascun sub-telaio di giunzione.

C.2 Sistema di guida delle fibre ottiche

Per consentire una corretta e razionale realizzazione dei cablaggi all'interno dei telai, dovranno essere previsti opportuni dispositivi guida-fibre da posizionare lateralmente ai sub-telai per consentire il corretto posizionamento delle semibretelle (pigtail), delle bretelle e dei cavi break-out all'interno del telaio.

C.3 Sistema di bloccaggio dei cavi

Deve essere proposto un adeguato sistema di ancoraggio dei cavi break-out in ingresso/uscita dal telaio che ne garantisca il bloccaggio meccanico e la loro gestione razionale anche in tempi successivi alla prima installazione, per far fronte ad esigenze di riconfigurazione o di espansione della rete fino al raggiungimento della sua massima potenzialità.

C.4 Siglatura

Su ogni telaio devono essere riportate le seguenti indicazioni:

- il logo dell'Azienda di Servizi AA.SS (all'esterno sulla parte frontale dell'elemento centrale)
- la sigla del fornitore (sul lato opposto rispetto al logotipo precedente)
- il codice identificativo per la rintracciabilità del mese, dell'anno e del lotto di produzione (il numero deve riferirsi all'insieme di tutti i componenti del prodotto finito)

D. Sub-telai di giunzione/terminazione in tecnica N3

D.1 Caratteristiche funzionali generali

Il sub-telaio di giunzione/terminazione deve essere conforme agli standard normalmente utilizzati e compatibile con criteri previsti dallo standard ETSI ETS 300-119.

Il sub-telaio di giunzione/terminazione deve essere corredato dei materiali (viti, dadi, rosette e dadi in gabbia per i montanti dei telai) necessari al suo fissaggio su telaio di tipo N3. Il montaggio del sub-telaio di giunzione/terminazione all'interno del telaio principale dovrà poter essere effettuato sugli appositi montanti predisposti nella parte posteriore del telaio, utilizzando le staffe apposite.

Il sub-telaio di giunzione/terminazione deve essere equipaggiato al suo interno con tutti gli accessori per una ordinata ed efficace gestione indifferentemente di tutte le semi-bretelle previste e relative extralunghezze, garantendo il controllo costante dei raggi di curvatura minimi richiesti (30 mm).

Le caratteristiche minime che dovrà avere il pannello ottico sono quelle riscontrabili nel sub-telaio "FACT". In particolare:

- il pannello ottico deve essere a scorrimento con doppio vassoio configurabile per giunzione e terminazione (splice/patch), terminazione e terminazione (patch/patch) o di sola giunzione;
- il sistema di guida deve essere tale per cui non si crei alcun movimento delle terminazioni ottiche all'interno dei vassoi e delle fibre di accesso laterale ad ogni azione di apertura e chiusura del pannello;
- il cassetto è costituito da 4 vassoi per il contenimento di 24 terminazioni con connettori di tipo SC/APC ciascuno, per un totale di 96 fibre ottiche terminabili in 3 unità rack

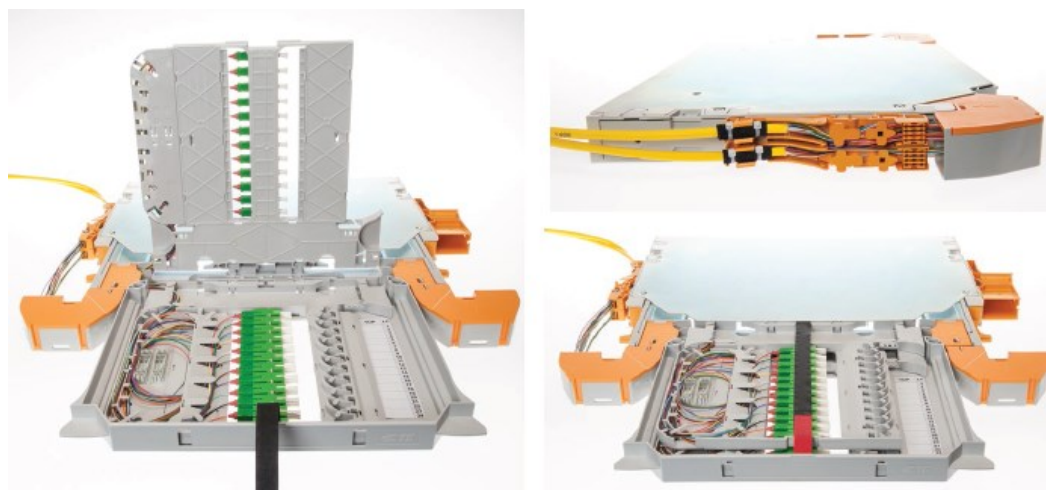


Figura 18 – esempio di sub-telaio di terminazione

E. Caratteristiche costruttive e funzionali dei vassoi di giunzione/terminazione

Ogni singolo vassoio di giunzione/terminazione deve essere costituito da un elemento piano opportunamente sagomato e suddiviso in zone differenziate che svolgono le seguenti funzioni:

- una zona di guida e di instradamento delle bretelle e semibretelle ai manicotti
- una zona per l'ancoraggio delle protezioni delle singole giunzioni ottiche (protezione con tubetto termorestringente di diametro esterno massimo 2.5mm) e di guida e di protezione delle fibre e semibretelle
- una zona lineare centrale, posta tra le due precedenti, di bloccaggio e organizzazione ordinata delle terminazioni ottiche mediante opportuni manicotti

Ogni singolo vassoio deve consentire la giunzione e la terminazione di 24 connessioni ottiche SC o di 48 connessioni ottiche LC.

Al fine di ottimizzare gli ingombri verticali e facilitare il loro assemblaggio all'interno del subtelaio, i vassoi sono sagomati in modo da sovrapporsi a coppie, con le rispettive linee di ritenzione dei connettori opportunamente sfalsate.

La connessione deve essere interna e non frontale ed i manicotti devono poter essere facilmente sganciati dal vassoio per consentire un più agevole inserimento/disinserimento dei connettori ottici.

Il sistema di organizzazione e di gestione dei cablaggi all'interno del modulo di giunzione dovrà adottare tutti gli opportuni accorgimenti per garantire:

- il pieno rispetto del raggio minimo di curvatura delle fibre (30mm)
- il convogliamento protetto e guidato delle fibre

L'accesso alle singole giunzioni allocate nel vassoio di giunzione/terminazione deve avvenire senza la necessità di manipolare o rimuovere i cablaggi mentre l'instradamento delle fibre deve risultare protetto e non influenzabile dalle manipolazioni dell'operatore durante l'accesso al sub-telaio di giunzione.

Il sistema di organizzazione e gestione delle giunzioni/terminazioni costituito dal vassoio deve adottare opportuni accorgimenti al fine di evitare, durante gli interventi di manutenzione e/o di riconfigurazione/espansione della rete sulle fibre alloggiato nel vassoio stesso, ogni interferenza o influenza sulla trasmissione delle altre fibre già in funzione allocate nei vassoi adiacenti.

I vassoi di giunzione/terminazione devono essere idonei per poter contenere indifferentemente le giunzioni ottiche con le relative ricchezze di fibra o le fibre inutilizzate.

Ogni vassoio deve poter contenere almeno 1,5 metri di ricchezza di ogni singola fibra.

I vassoi devono essere incernierati in modo sicuro ed efficace ad un supporto posto all'interno del subtelaio stesso. Le cerniere devono permettere di ruotare i vassoi in senso verticale in modo da consentire un facile accesso alle terminazioni ottiche contenute nel vassoio.

F. Box di utente

Il box di utente (o punto di consegna e di distribuzione della fibra ottica lato utente) è un accessorio che permette la giunzione con le fibre dei cavi che verranno posati in un secondo momento per entrare dentro le unità abitative o comunque presso le sedi da cablare.

Salvo casi eccezionali, tale box andrà installata presso il quadro contatori della rete di energia.

Sono previsti varie tipologie di box, a seconda degli utenti da collegare:

- box con scheda in grado di ospitare fino a 4 giunzioni;
- box con scheda in grado di ospitare fino a 12 giunzioni;
- box con scheda in grado di ospitare fino a 24 giunzioni;
- box con scheda in grado di ospitare fino a 48 giunzioni.

La realizzazione di un punto di consegna ex-novo potrebbe richiedere la posa di una pallina di resina sintetica e relativo contenitori da esterno secondo le caratteristiche riportate nello schema grafico che segue.

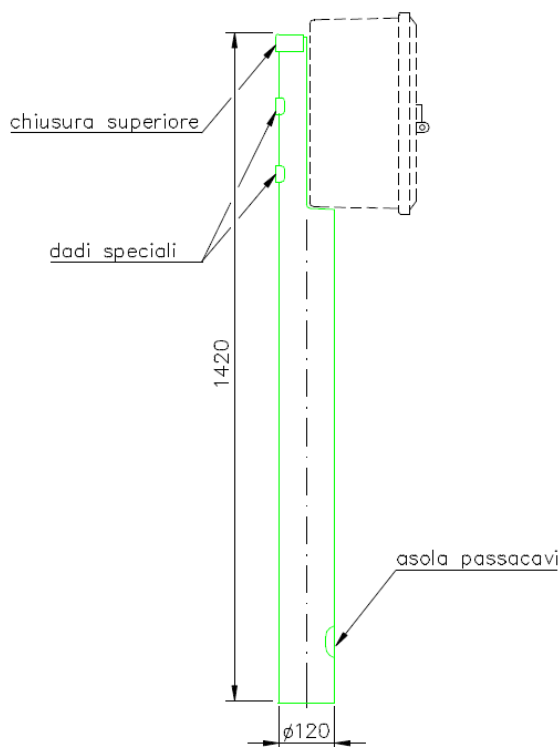


Figura 19 – Realizzazione di punto di consegna ex-novo della fibra ottica lato utente

F.1 Caratteristiche costruttive e funzionali

Il box di utente deve essere concepito come un sistema modulare, costituito da un contenitore di varie forme e dimensioni, configurabile utilizzando una componentistica opportuna, in fabbrica o direttamente in campo, in base al numero di fibre che la borchia può ospitare.



Figura 20 – esempio di box di utente a 4 giunzioni



Figura 21 – esempio di box di utente a 12 giunzioni

G. Attività di infilaggio della fibra ottica all'interno delle cassette contatori elettrici

G.1 Rimozione temporanea del contatore e tavoletta porta contatore e successiva reinstallazione

Questa attività dovrà essere eseguita con impianto in tensione pertanto l'Appaltatore assicura che il personale destinato a tali attività sarà in possesso di una certificazione di abilitazione per l'esecuzione di lavori in tensione, così come previsto dalla norma CEI EN 50110. (PES).

G.2 Comunicazione ai clienti

Dato che tale attività pregiudica l'interruzione della fornitura di energia elettrica al cliente, l'Appaltatore dovrà dare preavviso con almeno due giorni di anticipo, accordandosi con il cliente sul periodo migliore.

G.3 Sigillatura

L'Appaltatore è autorizzato dall'AASS a rimuovere i sigilli. A fine lavori dovrà riapporre i sigilli.

L'AASS consegnerà ad una sola persona, indicata dall'Appaltatore, il corredo per la sigillatura del gruppo misura: pinza da sigillo, sigilli e cordina in acciaio. La quale firmerà apposito verbale di consegna. Tale persona è direttamente responsabile della correttezza delle operazioni svolte.

G.4 Responsabilità verso il cliente per eventuali danni arrecati

Dato che tale attività prevede lo scollegamento dal contatore e successivo ricollegamento dell'impianto del cliente, l'Appaltatore dovrà rispondere di eventuali reclami e/o richiesta danni che il cliente rilevi a seguito di tale attività.

G.5 Controllo corretto funzionamento

A fine lavori l'Appaltatore dovrà controllare il corretto funzionamento del contatore e del complesso di misura in genere, in particolare occorre controllare:

- corretta tensione in uscita ai morsetti del contatore
- buon serraggio dei morsetti
- corretto funzionamento del contatore.

In caso di malfunzionamento del contatore, l'Appaltatore dovrà dare immediato avviso al personale AASS del Servizio Elettricità. Quest'ultimo provvederà a fare le opportune verifiche, e se è il caso provvederà alla sostituzione del contatore. Tale intervento verrà addebitato all'Appaltatore.



**POSA FIBRA OTTICA PER RETE A
BANDA LARGA FTTH LOTTI IV° E VI°**
(Del. n. 310 del 25/11/2020)
CAPITOLATO SPECIALE - PARTE TECNICA



Collaudo della rete

A. Generalità

Ferma restando la facoltà della Direzione dei Lavori di poter controllare in ogni momento la corretta esecuzione dei lavori, la Stazione Appaltante nominerà un Collaudatore, ruolo che potrà essere svolto al fine di provvedere alla verifica delle forniture e delle opere realizzate.

L'Appaltatore dovrà mettere a disposizione il personale, i mezzi, gli strumenti che si rendessero necessari per lo svolgimento del collaudo senza richiedere ulteriori costi aggiuntivi per effettuare le prove di collaudo.

Il collaudo prevede la verifica, anche attraverso visite ed ispezioni:

- della completezza dell'impianto e della rispondenza delle realizzazioni alla documentazione finale;
- dell'utilizzo dei materiali prescritti nel Capitolato;
- dell'osservanza delle prescrizioni imposte dagli enti gestori delle strade in sede di autorizzazione;
- del corretto ripristino del manto stradale e della segnaletica;
- della presenza delle scorte, ove previste;
- della dislocazione e delle dimensioni dei pozzetti;
- della presenza delle siglature ed etichettature.

Oltre tali controlli, saranno effettuate le misure e le verifiche necessarie a garantire la certificazione ottica della rete. Si riportano di seguito le fasi del collaudo ottico e le specifiche tecniche per le relative misure.

B. Strumentazione e accessori per le misure ottiche

Ai fini delle misure richieste sia in fase di precollaudo che di collaudo, l'Appaltatore dovrà disporre della seguente strumentazione di massima:

- OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) con modulo monomodale alla lunghezza d'onda di 1550 nm;
- Power meter con TX monomodale alla lunghezza d'onda di 1550 nm;
- bobina di lancio con lunghezza ≥ 300 m;
- kit di pulizia per connettori;
- bombola di gas elio, rilevatore di gas elio con sensibilità minima di 50 ppm.

C. Fasi di collaudo ottico

Di seguito si forniscono le prescrizioni inerenti le misure di collaudo mirate alla verifica della perfetta esecuzione dei lavori per la realizzazione di una rete a fibre ottiche.

I collaudi saranno articolati in 3 fasi principali:

1. collaudo delle bobine di cavo ottico prima della posa;
2. analisi delle misure sui cavi ottici e relative certificazioni fornite dall'Appaltatore a fine lavori;
3. collaudo finale.

C.1 FASE 1: collaudo delle bobine di cavo ottico

L'Appaltatore, una volta in possesso delle bobine di microcavo ottico, deve tempestivamente comunicare la disponibilità del materiale alla D.L.

La D.L. si riserva di procedere ad un collaudo a campione nella sede dell'Appaltatore entro qualche giorno (da concordare) dalla data di ricezione della comunicazione.

Dopo questo collaudo con esito positivo e comunque superato tale periodo, l'Appaltatore potrà procedere all'installazione dei microcavi ottici.

Il collaudo sarà effettuato analizzando le certificazioni fornite dal costruttore e il diagramma della potenza retrodiffusa ottenuto mediante l'utilizzo di uno strumento OTDR con sorgente LD (Laser Diode) operante in seconda e terza finestra ottica, che l'Appaltatore deve mettere a disposizione.

Nel diagramma della potenza retrodiffusa la D.L. verificherà la conformità alle specifiche dei seguenti parametri:

- attenuazione specifica;
- uniformità dell'attenuazione della fibra su tutta la sua

Le misure verranno eseguite, per ogni bobina, su alcune fibre ottiche la cui scelta è a discrezione della D.L.

In caso di esito positivo, le misure effettuate verranno acquisite dalla D.L. e dall'Appaltatore e si potrà procedere alla posa dei cavi ottici.

In caso di esito negativo, ad esempio su una bobina, la D.L. procederà alla verifica di conformità su tutte le altre bobine restanti.

Al termine del collaudo l'Appaltatore dovrà provvedere alla immediata sostituzione del materiale non conforme alle specifiche. Eventuali ritardi sulla consegna dei lavori dovuti a questa causa non saranno ritenuti giustificati.

Le misure devono essere effettuate nella terza finestra ottica.

Lo stesso tipo di collaudo può essere richiesto all'appaltatore anche nel caso che il materiale sia fornito da AASS.

C.2 FASE 2: analisi delle misure e certificazioni

Al termine della posa, dell'attestazione e terminazione di ogni segmento di rete, l'Appaltatore deve provvedere alla certificazione del 100% delle fibre ottiche di ogni microcavo.

La certificazione consiste nell'effettuare, per ogni fibra del cavo, le seguenti misure:

1. diagramma della potenza retrodiffusa
2. lunghezza ottica del collegamento
3. attenuazione dei giunti di linea
4. attenuazione specifica

5. attenuazione totale di sezione (solo per le fibre ottiche terminate)
6. tenuta pneumatica delle muffole

Tutte le misure devono essere effettuate in terza finestra ottica (lunghezza d'onda di 1550 nm) e IOR pari a 1,46750.

Deve inoltre essere certificata la tenuta pneumatica delle muffole.

1. Diagramma della potenza retrodiffusa

Il diagramma della potenza retrodiffusa deve essere ottenuto mediante l'utilizzo di uno strumento OTDR con sorgente LD operante in seconda e terza finestra ottica.

L'uscita dello strumento di misura (OTDR) deve essere collegata alla bussola del patch-panel di permutazione relativa alla fibra da misurare tramite una bobina di lancio, di lunghezza non inferiore a 300 metri, e connettorizzata lato patch-panel con un connettore SC.

La fibra ottica della bobina di lancio deve avere le stesse specifiche trasmissive delle fibre che equipaggiano i segmenti di cavo ottico.

Il diagramma della tratta sotto misura, una volta visualizzato per l'intero percorso (compresa la bobina di lancio) deve essere utilizzato per verificare che l'attenuazione della fibra sia uniformemente distribuita, a meno dei punti interessati dai giunti di linea e/o spillamento.

I diagrammi dovranno essere riportati su appositi modelli che costituiranno parte integrante della certificazione di collaudo.

2. Lunghezza ottica del collegamento

La lunghezza ottica del collegamento deve essere rilevata sul diagramma di retrodiffusione posizionando il primo marker (M1) di misura immediatamente prima del picco di Fresnel creato dal connettore di inizio segmento e il secondo marker (M2) di misura immediatamente prima del picco di Fresnel relativo al connettore di fine tratta o del giunto a fusione (questo nei casi in cui le fibre non terminate di un segmento vengono tra loro giuntate per creare un loop ottico).

Per ogni tratta, sarà sufficiente caratterizzare gli elementi di una sola fibra ottica la quale sarà opportunamente scelta per ogni rilievo.

I diagrammi dovranno essere riportati su appositi modelli che costituiranno parte integrante della certificazione.

**POSA FIBRA OTTICA PER RETE A
BANDA LARGA FTTH LOTTI IV° E VI°**
 (Del. n. 310 del 25/11/2020)
CAPITOLATO SPECIALE - PARTE TECNICA

ANELLO B16 muffola 001 ANTIORARIO										
N° DROP	LUNGHEZZA DROP	TIPO ROE	UBICAZIONE	Fibra ottica N°	Attenuazione max	DIREZIONE MISURA POP - U.I.		DIREZIONE MISURA U.I - POP		MEDIA G.1
						ATT. RILEVATA	ATT. G.1	ATT. RILEVATA	ATT. G.1	
1	46	8	RECINZIONE	1	1,260	0,563	0,08	0,295	0,00	0,04
				2		0,657	0,13	0,431	0,00	0,07
				3		0,576	0,05	0,342	0,00	0,03
				4		0,600	0,00	0,432	0,00	0,00
				5		0,407	0,07	0,138	0,00	0,04
2	60	8	MURO ESTERNO	6	1,260	0,428	0,12	0,310	0,00	0,06
				7		0,651	0,00	0,551	0,10	0,05
				8		0,422	0,00	0,272	0,00	0,00
				9		0,636	0,06	0,504	0,10	0,08
3	96	16	RECINZIONE	10	1,260	0,969	0,16	0,698	0,22	0,19
				11		0,557	0,13	0,298	0,00	0,07
				12		0,506	0,00	0,241	0,07	0,04
				13		0,529	0,09	0,256	0,00	0,05
				14		0,736	0,06	0,457	0,12	0,09
				15		0,626	0,00	0,350	0,00	0,00
				16		0,494	0,05	0,226	0,06	0,06
				17		0,359	0,10	0,104	-0,06	0,02
4	90	8	RECINZIONE	18	1,260	0,535	0,06	0,401	0,00	0,03
				19		0,925	0,08	0,788	0,00	0,04
				20		0,641	0,08	0,512	0,00	0,04
				21		0,457	0,05	0,335	0,00	0,03

MUFFOLA 1	MUFFOLA 2	MUFFOLA 4	MUFFOLA 5	MUFFOLA 6	MUFFOLA 7	MUFFOLA 8	ANELLO		
0,03	0,05	0,03	0,08	0,00	0,06	0,16	0,09	0,00	0,06
0,02	0,01	0,06	0,05	0,00	0,05	0,22	0,04	0,02	0,04
0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,06
0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,04	0,21	0,06
0,01	0,01	0,00	0,06	0,12	0,00	0,12	0,03	0,06	0,05
0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,04	0,06	0,03	0,00	0,04
0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,04	0,10	0,05	0,06	0,10
0,04	0,07	0,00	0,03	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02
0,01	0,10	0,04	0,04	0,00	0,00	0,01	0,03	0,00	0,03
0,02	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00	0,02	0,04	0,00	
0,18	0,00	0,03	0,03	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	
0,05	0,06	0,07	0,03	0,00	0,00	0,01	0,00	0,09	
0,05	0,03	0,04	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	0,08	
0,04	0,00	0,03	0,00	0,00	0,04	0,00	0,03		
0,02	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00		
0,01	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27	0,03		
0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,01	0,08	0,01		
0,02	0,03	0,00	0,03	0,00	0,00	0,03	0,00		
0,03	0,00	0,06	0,04	0,05	0,16	0,06	0,21		
0,00	0,05	0,00	0,09	0,00	0,07	0,03	0,01		
0,10	0,11	0,03	0,04	0,00	0,01		0,05		
0,02	0,02	0,02	0,12	0,00	0,00		0,00		
0,01	0,24	0,00	0,06	0,00	0,02		0,02		
0,01	0,00	0,03	0,15	0,10	0,06		0,00		
0,00	0,04	0,00	0,05	0,03	0,00		0,09		
0,05	0,03	0,03	0,05	0,00	0,04		0,00		
0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,03		0,04		
0,01	0,08	0,03	0,02	0,11	0,05		0,08		
0,03	0,12	0,00	0,05	0,05	0,02		0,00		
0,00	0,00	0,08	0,03	0,00	0,00		0,06		
0,01	0,03	0,00	0,06	0,00	0,05		0,00		
0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03		0,03		
0,06	0,07	0,00	0,02	0,00	0,02		0,11		
0,02	0,04	0,09	0,10	0,00	0,00		0,00		
0,02	0,04	0,00	0,09	0,00	0,00		0,03		
0,00	0,07	0,00	0,11	0,00	0,00		0,07		
0,05	0,09	0,05	0,00	0,00	0,05		0,03		
0,01	0,04	0,00	0,07	0,00	0,00		0,00		

Campionamenti Totali	478
Numero con media 0,07	428
Numero con media 0,15	42
Numero con media 0,30	8
Totale Misurazioni Soma	478
	Percentuale Misurazioni
calcolo Percentuale Misurazione <0,07%	89,53974895
calcolo Percentuale Misurazione >0,15%	8,786610879
calcolo Percentuale Misurazione >0,30%	1,673640167
Totale Percentuale	100

Figura 22 – Esempi di certificazione di misura

3. Attenuazione di eventuali giunti di linea e/o spillamento

Qualora, nel segmento interessato, sia presente un giunto ottico a fusione, deve essere effettuata la misura bidirezionale di attenuazione dello stesso, sul diagramma di retrodiffusione, posizionando M1 immediatamente prima della variazione di linearità della curva (provocata dal giunto) e M2 immediatamente dopo.

La misura deve essere effettuata nelle due direzioni utilizzando come seconda bretella di lancio la fibra immediatamente adiacente.

Le misure devono essere effettuate sia per le fibre terminate che per le fibre in pig-tail.

Le due misure ottenute, per ogni fibra e relativo giunto, dovranno essere riportate su appositi modelli che costituiranno parte integrante della certificazione.

4. Attenuazione specifica

La misura deve essere effettuata sul diagramma di retrodiffusione posizionando M1 immediatamente dopo il picco di Fresnel di inizio tratta e il M2 immediatamente prima del picco di Fresnel di fine tratta, se non sono presenti giunti di linea.

Nel caso in cui siano presenti giunti di linea, la misura dovrà essere effettuata per ogni segmento escludendo le sezioni di giunzione.

La misura deve essere memorizzata su supporto digitale.

5. Tenuta pneumatica delle muffole

L'Appaltatore dovrà garantire che tutte le muffole presenti nell'impianto siano a tenuta stagna.

A tal fine si dovrà immettere, nella muffola di linea, gas elio alla sovrappressione di 500 hPa e verificare dopo circa 15 minuti che non vi siano delle perdite con l'ausilio di un rilevatore d'elio.

Una volta terminate le misure, l'Appaltatore consegnerà alla D.L., in doppia copia debitamente sottoscritta in ogni pagina, la documentazione completa delle certifiche di collaudo prodotte, sia su supporto cartaceo che elettronico, con allegato eventuale programma di visualizzazione di curve in formato SOR.

In particolare, tale documentazione conterrà i diagrammi di retrodiffusione – report OTDR.

La D.L., in questa fase, analizzerà la documentazione consegnata dall'Appaltatore per effettuare le opportune valutazioni sull'esecuzione a regola d'arte delle opere di posa, di giunzione e di terminazione dei cavi ottici.

La valutazione della D.L. verrà fatta su tutte le misure effettuate con le seguenti modalità:

Si precisa che, qualora vengano riscontrati dalla D.L. condizioni fuori specifica di collaudo, qualunque ne sia la causa, l'Appaltatore dovrà sostituire l'intera pezzatura di cavo e/o rigiuntarla e terminarla senza pretendere nessun compenso di qualsiasi natura.

1. Diagramma della potenza retrodiffusa

Verrà verificato che l'attenuazione della fibra sia uniformemente distribuita su tutta la sua lunghezza, a meno della presenza di giunti intermedi (giunti di linea). La mancanza di eventuali attenuazioni concentrate, non giustificabili da terminazioni o giunti di linea, confermerà la esecuzione della posa a regola d'arte e la qualità della fibra.

2. Lunghezza ottica del collegamento

Viene utilizzata per il calcolo delle lunghezze dei segmenti di cavo ottico e quindi per definire le massime attenuazioni di sezione consentite.

3. Attenuazione degli eventuali giunti in linea

La maschera d'accettazione delle misure di attenuazione di ogni giunto prevede:

- il 70% delle misure bidirezionali delle giunzioni deve avere attenuazione minore o uguale a 0,07 dB [$Ag \text{ (dB)} \leq 0,07 \text{ dB}$];
- il 20% delle misure bidirezionali delle giunzioni deve avere attenuazione compresa tra a 0,07 dB e 0,15 dB [$0,07 \text{ dB} < Ag \text{ (dB)} \leq 0,15 \text{ dB}$];
- il 10% delle misure bidirezionali delle giunzioni deve avere attenuazione compresa tra a 0,15 dB e 0,30 dB [$0,15 \text{ dB} < Ag \text{ (dB)} \leq 0,30 \text{ dB}$].

Le percentuali di cui sopra sono riferite considerando come 100% la totalità delle fibre ottiche prese in esame per singola tratta in misura.

4. Misura dell'attenuazione specifica

Le misure ottenute dovranno essere inferiori a 0,22 dB/km (nella terza finestra ottica).

C.3 FASE 3: verifiche ottiche in fase di collaudo finale

Il collaudo funzionale definitivo verrà effettuato dal Collaudatore nominato dalla Stazione Appaltante, alla presenza della D.L. e dell'Appaltatore.

Le fasi previste per il collaudo sono:

1. attestazione delle fibre all'interno delle muffole;
2. rilievo a campione del diagramma di retrodiffusione;
3. misure a campione dell'attenuazione dei giunti di linea;

4. rilievi a campione della tenuta pneumatica delle muffole.

Di seguito se ne riportano le modalità.

1. Ispezioni visive

Successivamente all'analisi delle misure, saranno effettuati dei sopralluoghi all'esterno, dove sono posizionate le muffole di giunzione/spillamento dei microcavi ottici; i sopralluoghi saranno effettuati a campione e comunque a discrezione del Collaudatore.

Durante i vari sopralluoghi, sarà verificata l'avvenuta realizzazione a regola d'arte di quanto segue:

- la ricchezza dei microcavi ottici e loro fissaggio all'interno degli armadi e dei giunti;
- la sguainatura e attestazione dei microcavi ottici;
- l'allocazione delle ricchezze delle fibre ottiche entro i cassette ottici e all'interno dei moduli di giunzione;
- la protezione del giunto tra ogni fibra e la relativa semibretella.

Sarà verificato infine che i microcavi ottici in ingresso e/o uscita dai giunti siano identificati con idonee etichette poste sulla parte visibile del singolo componente.

Al termine del collaudo sarà redatto congiuntamente un apposito verbale che attesti la conformità dell'impianto alle prescrizioni oggetto del Capitolato.

In caso di collaudo con esito negativo, l'Appaltatore sarà tenuto a regolarizzare le anomalie riscontrate e ad eseguire le misure che attestino la rimozione delle non conformità, nei tempi e modi concordati con il Collaudatore.

2. Rilievo a campione del diagramma di retrodiffusione

Il Collaudatore richiederà all'Appaltatore di eseguire a campione rilievi del diagramma di retrodiffusione in ogni segmento di cavo ottico interessato, con OTDR di proprietà dell'Appaltatore.

I rilievi potranno essere richiesti sia per le fibre terminate che per le fibre in pig-tail.

Il numero di campioni rilevati sarà compreso tra il 10% e il 20% delle fibre ottiche di ogni segmento di cavo e sarà a discrezione del Collaudatore.

Anche le fibre ottiche da sottoporre a misura saranno scelte incondizionatamente dal Collaudatore.

3. Misure a campione dell'attenuazione dei giunti di linea

Il Collaudatore richiederà all'Appaltatore di eseguire a campione misure bidirezionali dei giunti di linea con la tecnica della retrodiffusione con OTDR di proprietà dello stesso Appaltatore.

Le misure potranno essere richieste sia per le fibre terminate che per le fibre in pig-tail.

Il numero di misure da effettuare sarà compreso tra il 10% e il 20% delle fibre ottiche di ogni segmento di cavo contenente il giunto e sarà a discrezione del Collaudatore.

Anche le fibre ottiche da sottoporre a misura saranno scelte incondizionatamente dal Collaudatore.

4. Rilievi a campione della tenuta pneumatica delle muffole

Verrà considerata non regolare la rilevazione di una perdita di almeno 100 ppm misurata con un rivelatore d'elio con sensibilità pari a 50 ppm.

D. Schemi di misura per la certificazione

Di seguito si rappresenta lo schema da adottare per l'esecuzione delle misure di cui sopra, con evidenza dei marker da utilizzare.

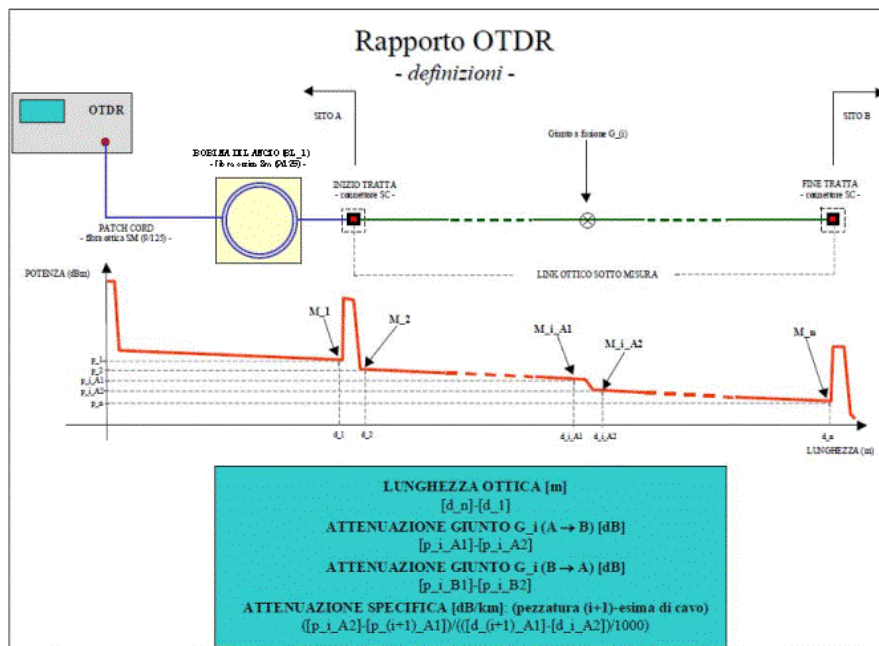


Figura 19 - definizioni utili per le misure

Riempimento degli scavi da sottoservizi

A. Introduzione: qualità e provenienza dei materiali

I materiali occorrenti per l'esecuzione delle opere, qualunque sia la loro provenienza, saranno della migliore qualità nelle rispettive specie e si intenderanno accettati solamente quando, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, saranno riconosciuti corrispondenti a quelli designati, per natura, idoneità e durabilità d'applicazione, così come di seguito prescritto.

Il Capitolato Speciale d'Appalto per il riempimento degli scavi da sottoservizi riporta i riferimenti operativi e prestazionali dei materiali da costruzione analogamente a quanto prescritto le pavimentazioni stradali della rete viaria della Repubblica di San Marino.

La presente versione del 18-02-2019 disciplina l'uso dei conglomerati bituminosi per strato di usura, del misto granulare stabilizzato e del misto cementato per strati di base o fondazione e del geocomposito per giunti o pavimentazioni rinforzate.

Parallelamente ai materiali tradizionali, sono stati introdotti:

- materiali ad alte prestazioni come i geocompositi da impiegare sopra gli scavi dei sottoservizi;
- materiali ecosostenibili come il misto cementato con aggregati di recupero che offre notevoli vantaggi sia per la tutela delle risorse naturali che della gestione degli stoccaggi in discarica.

Ogni articolo descrive il prodotto a partire dai materiali costituenti (natura e prestazioni) e dalla miscela di progetto (composizione e prestazioni), per poi passare alle fasi operative di produzione, preparazione della superficie di stesa, posa in opera ed infine concludere con i controlli e le penali in caso di non conformità.

Il presente documento si basa sui seguenti criteri generali:

- ogni materiale (materiale costituente o prodotto) deve essere qualificato in conformità al regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione e accompagnato da marcatura CE nel rispetto della relativa norma europea armonizzata;
- nel caso in cui le rispettive marcature CE non riportino tutti i parametri richiesti da Capitolato, la documentazione dovrà essere integrata da certificati di prova attestanti i requisiti prescritti;
- l'Impresa aggiudicataria dell'appalto, prima della firma del contratto, è tenuta a presentare la documentazione attestante la conformità di ogni materiale che intende impiegare rispetto ai requisiti di Capitolato;
- nel caso in cui non sia comprovata l'esperienza del produttore per i materiali definiti come alternativi ed ecosostenibili, la Direzione Lavori si riserva la possibilità di richiedere e coordinare una verifica in campo prova esterno al cantiere di progetto a spese dell'Impresa aggiudicataria dell'appalto. Il campo prova dovrà avere una estensione minima di 100 m con ampiezza relativa al progetto specifico per permettere la simulazione del cantiere in avanzamento e la stabilità di produzione dell'impianto. Per lo spessore dello strato si farà riferimento al progetto.
- tale documentazione sarà valutata dalla Direzione Lavori che si riserva, entro 5 giorni lavorativi, di accettare i materiali o, nel caso di non conformità ai requisiti di Capitolato, di richiedere eventuali modifiche;
- eventuali lievi non conformità dei materiali costituenti o dei processi produttivi possono essere comunque accettati, a discrezione della Direzione Lavori, a patto che sia sempre e inequivocabilmente garantita la prestazione del prodotto e della pavimentazione;
- una volta accettati i materiali da parte della Direzione Lavori, l'Impresa aggiudicataria dell'appalto, è vincolata al loro rigoroso utilizzo nel rispetto delle tolleranze riportate nel paragrafo "penali";
- la fase di controllo qualità è sistematica e operata dalla Direzione Lavori in piena autonomia. Le prove di controllo sono rivolte a materiali costituenti, miscela di progetto, prelievi estratti dalla pavimentazione e strato finito per verificarne le caratteristiche di accettabilità;
- la non conformità ai requisiti di Capitolato prevede dall'applicazione di penali fino alla rimozione e ricostruzione a spese dell'impresa aggiudicataria dell'appalto;
- le detrazioni sono applicate in punti percentuali sul prezzo di aggiudicazione lavori del prodotto (preparazione, materiale e stesa) e, salvo casi particolari che andranno giudicati dalla Direzione Lavori, le penali sono cumulabili.

B. Conglomerato bituminoso a caldo tipo usura con 40% di aggregati non carbonatici

Il conglomerato bituminoso a caldo tipo usura con 40% di aggregati non carbonatici (percentuale espressa in volume sulla miscela di inerti) è costituito da una miscela di inerti vergini (pietrischi, graniglie, sabbie e filler), eventuali additivi, impastata con bitume a caldo in impianti di tipo fisso automatizzati. Il conglomerato bituminoso a caldo tipo usura con 40% di aggregati non carbonatici è posto in opera e subito costipato. La miscela impiegata dovrà essere qualificata in conformità al regolamento Ue 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dal documento di trasporto e dalla etichetta CE, attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1, da consegnare al momento della consegna in cantiere.

Particolare attenzione dovrà essere posta nelle finiture a mano lungo i giunti, allontanando la graniglia di pezzatura più grossa e in seguito impermeabilizzando il giunto con emulsione bituminosa.

B.1 Aggregati

Gli aggregati lapidei costituiscono la matrice litica del conglomerato bituminoso a caldo di tipo usura con 40% di aggregati non carbonatici (percentuale espressa in volume sulla miscela di inerti) e sono composti da aggregati grossi, fini e filler proveniente dalla frazione fina (filler di recupero) o di additivazione.

Gli aggregati grossi e fini sono costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali (rocce, aggregati naturali tondeggianti, aggregati naturali a spigoli vivi).

L'aggregato grosso ($D \leq 45$ mm; $d \geq 2$ mm) potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per almeno il 40% in volume sulla miscela totale degli aggregati, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 1.

La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni dei setacci appartenenti al gruppo di base, più gruppo 2 della UNI EN 13043.

Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	[%]	≤ 20	LA ₂₀
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	[%]	100	C _{100/0}
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	[%]	≤ 2	f ₂
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	[%]	≤ 1	F ₁
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	[%]	≤ 15	FI ₁₅
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	[%]	≤ 15	SI ₁₅
Resistenza alla levigabilità	UNI EN 1097-8	[-]	≥ 50	PSV ₅₀
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	[%]	≤ 2	WA ₂₄₂

Tabella 1: Caratteristiche dell'aggregato grosso non carbonatica per conglomerato bituminoso a caldo tipo usura

Nel caso in cui, per la produzione del conglomerato sia necessario un ulteriore apporto di aggregato grosso, esso potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 2.

La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni dei setacci appartenenti al gruppo di base, più gruppo 2 della UNI EN 13043.

L'aggregato fine ($D \leq 2$ mm; $d = 0$ mm) deve essere costituito esclusivamente da sabbie di frantumazione e potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 3. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima $D = 4$ mm.

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata mediante le dimensioni dei setacci appartenenti al gruppo di base, più gruppo 2 della UNI EN 13043.

Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	[%]	≤ 25	LA ₂₅
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	[%]	100	C _{100/0}
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	[%]	≤ 2	f ₂
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	[%]	≤ 1	F ₁
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	[%]	≤ 25	FI ₂₅
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	[%]	≤ 25	SI ₂₅
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	[%]	≤ 2	WA ₂₄₂

Tabella 2: Caratteristiche dell'aggregato grosso addizionale (calcareo) per conglomerato bituminoso a caldo tipo usura

Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	[%]	≥ 70	SE ₇₀
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	-	Non plastico	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	[%]	≤ 5	f ₅

Tabella 3: Caratteristiche dell'aggregato fine per conglomerato bituminoso a caldo tipo usura

Il filler, frazione per la maggior parte passante allo staccio 0,063 mm, può essere costituito da polvere di roccia preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. Il filler deve inoltre soddisfare i requisiti indicati in Tabella 4. La granulometria del filler deve essere conforme a quella prevista della norma UNI EN 13043.

Il possesso dei requisiti elencati in Tabella 1, Tabella 2, Tabella 3 e Tabella 4 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati.

Nel caso in cui le rispettive marcature CE non riportino tutti i parametri richiesti, la documentazione dovrà essere integrata da certificati di prova attestanti i requisiti prescritti rilasciati da un laboratorio conto terzi

o dal produttore. Una volta accettate le singole pezzature di aggregati da parte della Direzione Lavori, l'impresa aggiudicataria dell'appalto, sarà vincolata al loro rigoroso utilizzo nel rispetto delle tolleranze riportate nella sezione B.10 Penali.

Resta salva la facoltà della Direzione Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore. L'impresa aggiudicataria dell'appalto, prima della firma del contratto, è tenuta a presentare la documentazione attestante la conformità degli aggregati che intende impiegare rispetto ai requisiti di Capitolato. Tale documentazione sarà valutata dalla Direzione Lavori che si riserva, entro 5 giorni lavorativi, di accettare i materiali o, nel caso di non conformità ai requisiti di Capitolato, di richiedere eventuali modifiche.

Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	-	Non plastico	-
Porosità del filler secco compattato (Rigden)	UNI EN 1097-4	[%]	≥ 38	V _{38/45}
Passante al setaccio 0,063 mm	-	[%]	≥ 70	-
Stiffening Power	UNI EN 13179- 1	[°C]	8 ÷ 25	Δ _{R&B} 8/25

Tabella 4: Caratteristiche del filler per conglomerato bituminoso a caldo tipo usura

B.2 Additivi

Per migliorare la durabilità all'acqua del conglomerato bituminoso a caldo tipo usura con 40% di aggregati non carbonatici potranno essere impiegati additivi come attivanti d'adesione costituiti da sostanze tensioattive o calce che favoriscono l'adesione bitume-aggregato.

La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua richieste per la miscela.

L'impresa aggiudicataria dell'appalto è tenuta a presentare alla Direzione Lavori la scheda tecnica e di sicurezza dell'additivo per l'identificazione delle proprie caratteristiche e le modalità di impiego. Inoltre si dovrà riportare, in apposito certificato rilasciato da un laboratorio conto terzi o dal produttore, lo spettro infrarosso dell'additivo acquisito in trasmissione tramite Spettrometro Infrarosso (Fourier Transform Infrared Spectroscopy, FT-IR) nell'intervallo delle frequenze tra 4000 e 400 cm⁻¹, indicando le bande caratteristiche individuabili nella miscela bitume-additivo. L'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180°C).

Nel caso dell'utilizzo di calce l'impresa aggiudicataria dell'appalto è tenuta a presentare alla Direzione Lavori la marcatura CE della calce secondo la UNI EN 459-1. Il dosaggio dell'additivo dovrà essere specificato obbligatoriamente tra le caratteristiche del conglomerato bituminoso tipo usura con 40% di aggregati non carbonatici.

L'impresa aggiudicataria dell'appalto, prima della firma del contratto, è tenuta a presentare la documentazione attestante l'identificazione che intende impiegare. Una volta accettato il conglomerato bituminoso tipo usura con 40% di aggregati non carbonatici da parte della Direzione Lavori, l'impresa aggiudicataria dell'appalto, sarà vincolata al rigoroso utilizzo di tutti le sue componente nel rispetto delle tolleranze riportate nella sezione B.10 Penali.

B.3 Bitume

Saranno utilizzati, a seconda della zona e del periodo di impiego, bitumi appartenenti alle classi di penetrazione 50/70 oppure 70/100, definite dalla UNI EN 12591. La preferenza di impiego, specificata dalla Direzione Lavori in fase di progetto, sarà per la classe 50/70 per le stagioni più calde, mentre la classe 70/100 sarà raccomandata nelle stagioni più fredde.

Le proprietà dei bitumi ed i relativi metodi di prova sono indicate nella Tabella 5.

Classe del bitume UNI EN 12591			50/70	70/100
Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Valori richiesti
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	[x 0.1 mm]	50 ÷ 70	70 ÷ 100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	[°C]	46 ÷ 54	43 ÷ 51
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	[°C]	≤ - 8	≤ -10
Viscosità dinamica 160°C	UNI EN 13302	[mPa · s]	50 ÷ 200	50 ÷ 200
Solubilità	UNI EN 12592	[%]	≥ 99	≥ 99
Resistenza all'invecchiamento RTFOT	UNI EN 12607-1			
Variazione di massa	UNI EN 12607-1	[%]	≤ 0,5	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	[%]	≥ 50	≥ 46
Variazione della temperatura di rammollimento	UNI EN 1427	[°C]	≤ 11	≤ 11

Tabella 5: Caratteristiche del bitume tradizionale

Il possesso dei requisiti elencati nella Tabella 5 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE del bitume. Nel caso in cui le rispettive marcature CE non riportino tutti i parametri richiesti, la documentazione dovrà essere integrata da certificati di prova attestanti i requisiti prescritti rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore. Una volta accettato il tipo di bitume da parte della Direzione Lavori, l'impresa sarà vincolata al suo rigoroso utilizzo nel rispetto delle tolleranze riportate nella sezione B.10 Penali.

Resta salva la facoltà della Direzione Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

L'Impresa aggiudicataria dell'appalto, prima della firma del contratto, è tenuta a presentare la documentazione attestante la conformità del bitume che intende impiegare rispetto ai requisiti di Capitolato. Tale documentazione sarà valutata dalla Direzione Lavori che si riserva, entro 5 giorni lavorativi, di accettare i materiali o, nel caso di non conformità ai requisiti di Capitolato, di richiedere eventuali modifiche.

B.4 Miscela di progetto

La miscela degli aggregati da adottarsi per la produzione del conglomerato bituminoso a caldo di tipo usura con 40% di aggregati non carbonatici, deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in Tabella 6. La percentuale di bitume deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa tabella. Per uno spessore dello strato compreso tra 4 e 6 cm si farà riferimento al fuso AC12, mentre per uno spessore dello strato di 3 cm si farà riferimento al fuso AC8.

Fuso granulometrico		
Classe di conglomerato bituminoso	AC12	AC8
Apertura setacci UNI [mm]	Passante totale in peso [%]	
20	100	-
12,5	90 ÷ 100	100
8	72 ÷ 84	90 ÷ 100
6,3	-	75 ÷ 88
4	44 ÷ 55	53 ÷ 66
2	26 ÷ 36	30 ÷ 43
0,5	14 ÷ 20	17 ÷ 25
0,25	10 ÷ 15	11 ÷ 17
0,063	6,0 ÷ 10	6,0 ÷ 10
Contenuto di bitume		
Contenuto di bitume riferito alla miscela [%]	4,7 ÷ 5,8	4,9 ÷ 6,0
Contenuto di bitume riferito agli aggregati [%]	4,9 ÷ 6,2	5,2 ÷ 6,4
I valori del contenuto di bitume devono essere adeguati agli aggregati utilizzati moltiplicandoli per il fattore: $a = 2,650/\rho_a$, dove ρ_a è la massa volumica apparente degli aggregati, in Mg/m ³ determinata secondo la UNI EN 1097-6.		

Tabella 6: Fuso di progetto e intervallo del contenuto di bitume per conglomerato bituminoso a caldo tipo usura

Le caratteristiche del conglomerato bituminoso a caldo di tipo usura con 40% di aggregati non carbonatici dovranno essere determinate tramite il metodo volumetrico (UNI EN 12697-31, UNI EN 12697-23) e ricavate dalla media di almeno tre campioni considerando un coefficiente di variazione $\leq 0,15$ (deviazione standard/media).

Secondo il metodo volumetrico (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**), i provini devono essere compattati mediante compattatore giratorio ad un numero di giri totali N_3 . La densità di ogni provino compattato a N_3 giri dovrà essere misurata secondo quanto stabilito dalla UNI EN 12697-6 procedura C (massa volumica apparente, provino sigillato \square_{bseal}) e procedura D (massa volumica apparente con metodo geometrico \square_{bdim}). Il rapporto tra densità del provino sigillato \square_{bseal} a N_3 giri e densità geometrica del provino \square_{bdim} a N_3 giri sarà usato come fattore correttivo ($f = \square_{bseal} / \square_{bdim}$) di tutte le densità geometriche registrate durante il processo di compattazione ($densità\ corretta = densità\ geometrica \times f$). La densità corretta e la densità massima teorica \square_{\square_m} (UNI EN 12697-5) saranno usate per il calcolo dei vuoti V_m del provino durante il processo di compattazione. La verifica della percentuale dei vuoti V_m calcolati secondo la UNI EN 12697-8 dovrà essere eseguita a tre livelli di compattazione: N_1 (iniziale, post-stesa), N_2 (intermedio, post-rullatura), N_3 (finale, previsionale post-traffico).

I vuoti nell'aggregato minerale VMA e i vuoti riempiti di bitume VFB dovranno essere calcolati secondo la UNI EN 12697-8 in riferimento al livello di compattazione N_2 . La miscela di progetto dovrà verificare i requisiti volumetrici e meccanici riportati in Tabella 7. Quando prodotto in laboratorio, il conglomerato bituminoso a caldo tipo usura tradizionale con basalto dovrà essere confezionato in accordo alla UNI EN 12697-35.

Il possesso dei requisiti elencati in Tabella 6 e Tabella 7 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE del conglomerato bituminoso a caldo tipo usura con 40% di aggregati non carbonatici. Ad integrazione della marcatura CE, laddove non precisato, l'impresa

aggiudicataria dell'appalto dovrà dichiarare con opportuna documentazione l'intervallo di temperatura di stesa del prodotto affinché siano garantite le prestazioni richieste.

Condizioni di compattazione			
Parametro	Unità di misura	Normativa di riferimento	Valori richiesti
Angolo di rotazione esterno	[°]	UNI EN 12697-31	1,25 ± 0,02
Velocità di rotazione	[rotazioni/min]	UNI EN 12697-31	30
Pressione verticale	[kPa]	UNI EN 12697-31	600
Diametro della fustella	[mm]	UNI EN 12697-31	100
Temperatura di compattazione (conglomerato bituminoso con bitume 50/70 o 70/100)	[°C]	UNI EN 12697-35	temperatura operativa ± 10
Proprietà volumetriche e meccaniche			
Parametro	Unità di misura	Normativa di riferimento	Valori richiesti
V_m a 10 rotazioni (N_1)	[%]	UNI EN 12697-8	11 ÷ 15
V_m a 100 rotazioni (N_2)	[%]	UNI EN 12697-8	3 ÷ 6
VMA a 100 rotazioni (N_2)	[%]	UNI EN 12697-8	> 12
VFB a 100 rotazioni (N_2)	[%]	UNI EN 12697-8	65 ÷ 80
V_m a 180 rotazioni (N_3)	[%]	UNI EN 12697-8	> 2
Resistenza a trazione indiretta a 25°C a N_2 (ITS)	[N/mm ²]	UNI EN 12697-23	0,75 ÷ 1,50
Coef. di trazione indiretta ¹ a 25°C a N_2 (CTI)	-	-	≥ 70
Sensibilità all'acqua ($ITSR$)	[%]	UNI EN 12697-12	≥ 80
¹ $CTI = \frac{\pi \cdot D \cdot ITS}{2 \cdot d_v}$ dove D è il diametro del provino e d_v è lo schiacciamento verticale registrato in corrispondenza del carico massimo			

Tabella 7: Caratteristiche della miscela di progetto per conglomerato bituminoso a caldo tipo usura

Nel caso in cui le rispettive marcature CE non riportino tutti i parametri prescritti, la documentazione dovrà essere integrata da certificati di prova attestanti i requisiti stabiliti rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore.

Il produttore dovrà inoltre dichiarare il dosaggio e il tipo di additivo eventualmente impiegato come stabilito nella sezione B.2 Additivi.

Una volta accettato il tipo di conglomerato bituminoso da parte della Direzione Lavori, l'impresa sarà vincolata al suo rigoroso utilizzo nel rispetto delle tolleranze riportate nella sezione B.10 Penali. Per progetti con produzione superiore a 4.000 tonnellate, l'Impresa aggiudicataria dell'appalto dovrà consegnare settimanalmente alla Direzione Lavori i rapporti di prova di granulometria e contenuto di bitume eseguiti ogni 1.000 tonnellate di produzione che potranno essere rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal fornitore. Resta salva la facoltà della Direzione Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

L'Impresa aggiudicataria dell'appalto, prima della firma del contratto, è tenuta a presentare la documentazione attestante la conformità del conglomerato bituminoso tipo usura con 40% di aggregati non carbonatici che intende impiegare rispetto ai requisiti di Capitolato. Tale documentazione sarà valutata dalla Direzione Lavori che si riserva, entro 5 giorni lavorativi, di accettare i materiali o, nel caso di non conformità ai requisiti di Capitolato, di richiedere eventuali modifiche.

B.5 Emulsione bituminosa per mano d'attacco

L'emulsione bituminosa impiegata per mano d'attacco dovranno avere caratteristiche specifiche (UNI EN 13808, UNI/TR 11362). Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dal documento di trasporto e dalla etichetta CE, attestante la conformità norma europea armonizzata UNI EN 13808, da consegnare al momento della consegna in cantiere.

Il materiale da impiegare per mano d'attacco è una emulsione bituminosa cationica a rottura rapida rispondente alle specifiche indicate nella Tabella 8. È ammesso anche l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche diversamente diluite a condizione che non varino gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) ed il dosaggio del bitume residuo prescritto. Nel caso non si utilizzino flussanti, potrà essere impiegato un bitume di base più soffice.

Emulsione bituminosa per mano d'attacco				
Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Classe UNI EN 13808
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	2
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	[%]	67 ± 2	8
Sedimentazione a 7 giorni	UNI EN 12847	[%]	≤ 10	3
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	-	70 ÷ 155	3
Bitume residuo				
Penetrazione a 25°C	UNI EN1426	[0,1 × mm]	≤ 100	3
Punto di rammollimento	UNI EN1427	[°C]	≥ 43	6

Tabella 8: Caratteristiche dell'emulsione bituminosa per mano d'attacco

Il possesso dei requisiti elencati in Tabella 8 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE delle emulsioni bituminose. Nel caso in cui le rispettive marcature CE non riportino tutti i parametri prescritti, la documentazione dovrà essere integrata da certificati di prova attestanti i requisiti stabiliti rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore.

Una volta accettato il tipo di conglomerato bituminoso da parte della Direzione Lavori, l'impresa sarà vincolata al suo rigoroso utilizzo nel rispetto delle tolleranze riportate nella sezione B.10 Penali. Resta salva la facoltà della Direzione Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

L'Impresa aggiudicataria dell'appalto, prima della firma del contratto, è tenuta a presentare la documentazione attestante la conformità dell'emulsione che intende impiegare rispetto ai requisiti di Capitolato. Tale documentazione sarà valutata dalla Direzione Lavori che si riserva, entro 5 giorni lavorativi, di accettare i materiali o, nel caso di non conformità ai requisiti di Capitolato, di richiedere eventuali modifiche.

B.6 Produzione della miscela

Il conglomerato bituminoso a caldo tipo usura con 40% di aggregati non carbonatici sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati.

L'impianto dovrà garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare una miscela rispondente alle caratteristiche dichiarate di progetto. Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura opportuna a mantenere una viscosità uniforme fino al momento della miscelazione, nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che di eventuali additivi.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti sarà preventivamente e convenientemente scelta per evitare la contaminazione da sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre, i cumuli delle diverse classi dovranno essere separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate. Il tempo di miscelazione sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

La temperatura degli aggregati e del bitume all'atto della miscelazione dovrà garantire il raggiungimento delle prestazioni richieste della miscela a seguito della stesa. Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati. L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà superare lo 0,5% in peso.

B.7 Preparazione della superficie di stesa

Si potrà procedere alla stesa del conglomerato bituminoso a caldo di tipo usura con 40% di aggregati non carbonatici solo dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza del piano di posa ai requisiti di quota e sagoma indicati in progetto. Il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo di ogni residuo di qualsiasi natura.

Prima della realizzazione dello strato di usura è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione di una impregnazione con emulsione bituminosa aventi caratteristiche specifiche (UNI EN 13808, UNI/TR 11362).

Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica a rottura rapida rispondente alle specifiche indicate nella Tabella 8. Prima della stesa della mano di attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti tramite spazzolatura meccanica e/o aspirazione.

Il dosaggio deve essere di 1,00 kg/m² di bitume residuo. L'emulsione bituminosa dovrà essere saturata tramite la stesa con mezzi idonei di filler o sabbia fine.

B.8 Posa in opera della miscela

A discrezione della Direzione Lavori e in funzione della dimensione dello scavo da ripristinare, la posa in opera del conglomerato bituminoso verrà effettuata con attrezzature manuali o a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di poter far variare la tecnologia ritenuta non opportuna.

Le vibrofinitrici non dovranno mai operare a velocità di stesa superiori a 5 m/min e dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni, esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Durante la stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali e trasversali. Se il bordo dello scavo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale (rettifica) con idonea attrezzatura e ad una successiva spruzzatura di emulsione bituminosa cationica a rapida rottura per assicurare la saldatura delle due strisciate (Tabella 8). Nel caso in cui il nuovo strato vada in adiacenza ad uno strato esistente, prima della stesa si dovrà provvedere alla rettifica del bordo dello strato esistente e alla spruzzatura con emulsione bituminosa cationica a rapida rottura (Tabella 8) per assicurare la saldatura della nuova striscia all'esistente.

Il giunto trasversale, di inizio o fine produzione giornaliera o inizio o fine sezione, dovrà essere realizzato tramite taglio verticale (rettifica) con idonea attrezzatura e ad una successiva spruzzatura di emulsione bituminosa cationica a rapida rottura (Tabella 8).

Tutti i giunti dovranno essere sigillati dopo la compattazione tramite percolazione di emulsione bituminosa cationica a rapida rottura (Tabella 8) ed eventuale saturazione superficiale con sabbia o filler. La sigillatura con emulsione bituminosa dovrà essere eseguita anche sulle sponde della striscia di margine laterale.

Il trasporto del conglomerato bituminoso dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare un eccessivo raffreddamento del prodotto e la formazione di croste. La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa dovrà rispettare l'intervallo di temperatura dichiarato per lo specifico prodotto.

La stesa del conglomerato bituminoso deve avvenire in maniera continua e senza interruzioni fino a completo esaurimento del materiale trasportato, evitando problemi causati dal possibile raffreddamento superficiale del materiale. La stesa del conglomerato bituminoso dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro. Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'impresa.

La compattazione del conglomerato bituminoso dovrà iniziare appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento dovrà essere realizzato con un rullo vibrante tandem di massimo 10 tonnellate.

I rulli in fase di compattazione non dovranno mai procedere con velocità superiori a 5 km/h. Si avrà inoltre cura che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

Eventuali principi di sgranature o aree con affioramento superficiale di aggregati grossi indice di segregazione della miscela, specialmente nei pressi delle zone di partenza o fermata della vibrofinitrice o attigue a pozzetti o aree soggette a lavorazioni a mano, dovranno essere rese saldamente coese con sigillatura, anche manuale, con emulsione bituminosa e filler o sabbia.

B.9 Controlli

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso a caldo tipo usura con 40% di aggregati non carbonatici deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e sulla superficie dello strato per verificarne le caratteristiche di accettabilità.

La Tabella 9 mostra il tipo di campione, l'ubicazione, la frequenza dei prelievi e le prove che si devono eseguire per controllare tutto il processo di costruzione.

La temperatura di stesa del conglomerato bituminoso a caldo tipo usura con 40% di aggregati non carbonatici dovrà essere controllata all'atto della stesa e dovrà rispettare l'intervallo di temperatura dichiarato per lo specifico prodotto. Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni:

- uno utilizzato per i controlli presso un laboratorio conto terzi selezionato dalla Direzione Lavori;
- uno a disposizione dell'impresa aggiudicataria dell'appalto.

Per ogni campione di conglomerato bituminoso sfuso vengono determinate: la percentuale di bitume (UNI EN 12697-1), la granulometria degli aggregati estratti (UNI EN 12697-2) e la densità massima teorica (UNI

EN 12697-5). Con lo stesso materiale dovranno essere compattati tre provini con compattatore giratorio a N3 giri per le verifiche volumetriche (Tabella 7) e tre provini a N2 giri per la verifica dei valori ITS e CTI (Tabella 7).

Il primo carotaggio sarà eseguito il giorno seguente l'inizio dei lavori e saranno richieste le verifiche in riferimento alla Tabella 9 (spessore e contenuto di vuoti). La percentuale di vuoti verrà determinata sulla base della densità massima teorica (calcolata o misurata) sul più vicino campionamento di conglomerato bituminoso sfuso. Lo spessore dello strato viene determinato facendo la media delle quattro altezze relative a due diametri ortogonali della circonferenza delle carote estratte. Carote aggiuntive potranno essere prelevate a discrezione della Direzione Lavori per eventuali prove meccaniche (ITS e CTI).

La macrotestitura e la resistenza allo slittamento/derapaggio sulla superficie stradale dovranno essere verificate rispettivamente con la tecnica volumetrica ad impronta (UNI EN 13036-1) e il metodo del pendolo (UNI EN 13036-4) tra il trentesimo e il sessantesimo giorno dall'apertura al traffico. Le eventuali irregolarità superficiali dovranno essere misurate in direzione longitudinale e trasversale tramite un regolo di 3 m (UNI EN 13036-7).

Per progetti con produzione superiore a 4.000 tonnellate, l'impresa aggiudicataria dell'appalto dovrà consegnare settimanalmente alla Direzione Lavori i rapporti di prova di granulometria e contenuto di bitume eseguiti ogni 1.000 tonnellate di produzione che potranno essere rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal fornitore. Maggiori tolleranze potranno essere previste a discrezione della Direzione Lavori per produzioni giornaliere inferiori a 30 tonnellate.

B.10 Penali

Le detrazioni di seguito descritte saranno applicate in punti percentuali sul prezzo di aggiudicazione lavori del conglomerato bituminoso a caldo tipo usura con 40% di aggregati non carbonatici (preparazione, materiale e stesa). Il non rispetto dell'intervallo di temperatura di stesa dichiarato per lo specifico prodotto comporterà il rifiuto del materiale. Per i materiali costituenti, le caratteristiche compositive, volumetriche e meccaniche della miscela e delle carote estratte, la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato e le eventuali penali da applicare. Il non rispetto delle emulsioni accettate per lo specifico uso, comporterà il rifiuto del materiale. Per il dosaggio di bitume residuo per mano d'attacco determinato a seguito della spruzzatura è tollerato uno scostamento di $\pm 10\%$ rispetto al valore richiesto (per esempio, se richiesto 0,30 kg/m² l'intervallo di accettabilità sarebbe 0,33 e 0,27 kg/m²). Al fuori di tale limite l'Impresa aggiudicataria dell'appalto è tenuta ad una immediata correzione della modalità di applicazione. Il non rispetto del tipo e del dosaggio di additivo, la Direzione Lavori si riserva di stabilire l'accettabilità del conglomerato e le eventuali penali da applicare.

Controllo dei materiali e verifiche prestazionali			
Tipo di campione	Ubicazione del controllo	Frequenza del controllo	Requisiti
Aggregato grosso	Impianto	Inizio cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Errore. L'origine r iferimento non è stata trovata. e Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.
Aggregato fine	Impianto	Inizio cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Errore. L'origine r iferimento non è stata trovata.
Filler	Impianto	Inizio cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Errore. L'origine r iferimento non è stata trovata.

Bitume	Cisterna	Inizio cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Errore. L'origine r iferimento non è stata trovata.
Emulsione bituminosa	Cisterna	Inizio cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Errore. L'origine r iferimento non è stata trovata.
Emulsione bituminosa	Cantiere	Giornaliera o ogni 5000 m ² di stesa cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Dosaggio di bitume residuo (paragrafo Errore. L'origine r iferimento non è stata trovata.)
Conglomerato bituminoso sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera o ogni 5000 m ² di stesa cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Temperatura di stesa, contenuto di bitume, granulometria, caratteristiche volumetriche e meccaniche (paragrafo Errore. L'origine r iferimento non è stata trovata.), additivi (paragrafo Errore. L'origine r iferimento non è stata trovata.)
Carote	Pavimentazione	Ogni 250 m di stesa cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Spessore, contenuto di vuoti V_m
Superficie della pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 250 m di stesa cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	≥ 55 Pendulum Test Value (PTV)
Superficie della pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 250 m di stesa cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	$\geq 0,4$ Macrotecture depth (MTD)
Superficie della pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 250 m di stesa cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Scostamento ≤ 5 mm

Tabella 9: Controlli da eseguire per il conglomerato bituminoso di tipo usura con 40% di aggregati non carbonatici

Nell'ambito di progetti con produzione superiore a 4.000 tonnellate, la non consegna settimanale da parte dell'impresa aggiudicataria dell'appalto dei rapporti di prova di granulometria e contenuto di bitume settimanale eseguiti ogni 1.000 tonnellate di produzione rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore comporterà il rifiuto del materiale.

La curva granulometrica riscontrata dopo l'estrazione del conglomerato bituminoso sciolto, in riferimento alla curva granulometrica di progetto (prodotto accettato dalla Direzione Lavori), dovrà rispettare le seguenti tolleranze:

- per dimensione superiore o uguale a 4 mm si applica una tolleranza del ± 5 %;
- per dimensioni comprese tra 4 e 0,063 mm si applica una tolleranza del ± 3 %;

- al passante al setaccio 0,063 mm si applica una tolleranza del $\pm 1,5$ %.

Nel caso di non conformità la Direzione Lavori valuterà l'accettabilità del conglomerato bituminoso e l'eventuale rimozione e ripristino a spese dell'Impresa aggiudicataria dell'appalto.

Per un contenuto di aggregati non carbonatici inferiore al 30% in volume, si farà riferimento al prezzo del conglomerato di usura con soli aggregati calcarei.

Per carenze nella percentuale di bitume del conglomerato bituminoso a caldo tipo usura con 40% di aggregati non carbonatici, determinata da campioni relativi ai prelievi di conglomerato bituminoso sfuso, è tollerato uno scostamento di $\pm 0,25$ % rispetto al valore dichiarato per la miscela di progetto. Per carenze nel contenuto di bitume riscontrato verrà applicata una detrazione pari a:

$$25 \cdot b^2;$$

dove b è il valore dello scostamento della percentuale di bitume (arrotondata allo 0,1 %) dal valore previsto per la miscela di progetto, oltre la tolleranza dello 0,25 %. Per esempio, se il contenuto di bitume riscontrato da estrazione è del 4,5 % e quello dichiarato da studio di progetto è del 5,0 %, la detrazione sarà pari a $25 \cdot (|4,5 - 5,0| - 0,25)^2$ ovvero 1,6 %. La superficie a cui applicare la detrazione sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dal prelievo (materiale sciolto) precedente e la metà della distanza dal prelievo (materiale sciolto) successivo moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

Per lo spessore dello strato, determinato da misurazioni sulle carote estratte dalla pavimentazione è tollerata una carenza massima del 10 % rispetto allo spessore di progetto. Per carenze superiori al 10 %, verrà applicata una detrazione pari a:

$$3 \cdot (c - 10) \cdot 100;$$

dove c rappresenta la carenza di spessore rispetto al valore di progetto espressa in percentuale. Per esempio, se la differenza è del 13 % rispetto al valore di progetto, la penale sarà del $(13 - 10) \cdot 3 \cdot 100 = 9$ %. Se la differenza supererà il 25 % (in diminuzione), la direzione lavori potrà richiedere il rifacimento dello strato a completa cura e spese dell'impresa aggiudicataria dell'appalto (per esempio, se lo spessore di progetto è pari a 4 cm, al di sotto 3 cm sarà richiesto il rifacimento). In alternativa alla rimozione e ricostruzione, la Direzione Lavori potrà autorizzare la stesa di uno strato di conguaglio (previa spruzzatura della mano di attacco) di spessore tale da consentire il raggiungimento lo spessore totale atteso. Per la ricarica potrà essere impiegato lo stesso conglomerato bituminoso che non potrà comunque essere di spessore inferiore a cm 3 (spessore minimo in funzione della dimensione massima come indicato in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**). Nel rispetto delle quote finali di progetto, sarà valutata dalla Direzione Lavori la possibilità di una fresatura parziale per aver modo di stendere lo strato di conguaglio nel rispetto del suo spessore minimo. La superficie a cui applicare la detrazione sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dalla carota precedente e la metà della distanza dalla carota successiva moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

Per valori dei vuoti determinati sulle carote superiori al 8 % verrà applicata una detrazione pari a:

$$2 \cdot s + s^2;$$

dove s è lo scostamento (eccedenza) dei valori ottenuti dalle carote rispetto al valore limite del 8 %. Per esempio se la percentuale dei vuoti rilevati dalla carota estratta è del 11 %, la detrazione da applicare sarà pari a $2 \cdot (11 - 8) + (11 - 8)^2$ ovvero del 15 %.

Per valori dei vuoti superiori al 12 % la Direzione Lavori potrà richiedere il rifacimento dello strato a completa cura e spese dell'Impresa aggiudicataria dell'appalto. La superficie a cui applicare la detrazione sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dalla carota precedente e la metà della distanza dalla carota successiva moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

Nel caso in cui siano presenti pendenze longitudinali superiori al 8 %, il valore limite della percentuali di vuoti per l'applicazione delle detrazioni sarà il 10 % mentre per la rimozione il 15 %.

Per valori PTV inferiori a 55 verrà applicata una detrazione dell'1% per ogni unità in meno. Valori PTV inferiori a 50 comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione o l'applicazione di un trattamento superficiale di irruvidimento, concordato con la Direzione Lavori, a spese dell'Impresa aggiudicataria dell'appalto. La superficie a cui applicare la detrazione sarà calcolata considerando la

lunghezza compresa tra la metà della distanza dalla misurazione precedente e la metà della distanza dalla misurazione successiva moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

Per valori MTD inferiori a 0,40 una detrazione dell'1% per ogni decimo in meno. Valori MTD inferiori a 0,25 comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione o l'applicazione di un trattamento superficiale di irruvidimento, concordato con la Direzione Lavori, a spese dell'Impresa aggiudicataria dell'appalto. La superficie a cui applicare la detrazione sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dalla misurazione precedente e la metà della distanza dalla misurazione successiva moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

La superficie dello strato dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Sarà tollerato uno scostamento massimo di 5 mm al di sopra del quale la Direzione Lavori potrà richiedere il rifacimento dello strato o opere di ripristino a completa cura e spese dell'Impresa aggiudicataria dell'appalto. La superficie di riferimento sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dalla misurazione precedente e la metà della distanza dalla misurazione successiva moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

Salvo casi particolari che andranno giudicati dalla Direzione Lavori, le penali precedentemente indicate sono cumulabili.

B.11 In ogni caso

Il ripristino definitivo della pavimentazione - al fine di ottenere un perfetto assestamento dello scavo - potrà avvenire solo trascorso un periodo di almeno 8 mesi dal primo ripristino.

Il ripristino definitivo dovrà avvenire con riporto alla quota della nuova pavimentazione di tutti i chiusini, caditoie stradali interessati dai lavori, avendo particolare cura nel rifacimento delle pendenze per lo smaltimento delle acque meteoriche.

C. Geocomposito con rete in fibra di vetro

I geocompositi prevedono un accoppiamento di un tessuto e una geogriglia e offrono i benefici di entrambe questi prodotti. Il tessuto, assorbendo e trattenendo il bitume, permette una adeguata impermeabilizzazione e adesione del composito alla superficie stradale, mentre la geogriglia conferisce alta resistenza e rigidità ritardando e impedendo il progredire dello stato fessurativo.

La combinazione delle funzioni svolte da questi materiali li rendono particolarmente indicati per lavori di manutenzione stradale, quando viene fresata sola una parte del vecchio pacchetto bituminoso o quando occorre rinforzare i giunti di ancoraggio o sezioni di scavo o tra vecchia pavimentazione e strato di ricopertura.

Il geocomposito per il rinforzo, l'impermeabilizzazione ed il ripristino di pavimentazioni stradali deve essere costituito da un pacchetto bituminoso, accoppiato ad un velo di vetro di supporto, nel quale è integrata una griglia a base di fibra di vetro.

Il pacchetto bituminoso deve essere costituito da una miscela di bitume distillato modificato con elastomeri termoplastici SBS, resine idrocarboniche, compatibilizzanti sintetici e filler inerti stabilizzanti. La griglia a base di fibra di vetro deve formare una armatura imputrescibile a maglie quadrate di dimensioni 12,5 mm x 12,5 mm.

Il geocomposito nel suo complesso deve essere un sistema solidale, autoadesivo, impermeabile, termicamente stabile, dotato di una ottima resistenza meccanica, elasticità e flessibilità anche alle basse temperature.

Il geocomposito deve essere fornito in rotoli (lunghezza 10 m, larghezza 1 m, a discrezione della direzione lavori potranno essere accettate o meno altre dimensioni) e consentire un'agevole e veloce posa in opera, facilmente maneggevole e con proprietà autoadesive. La parte autoadesiva inferiore deve essere protetta da un film siliconato da asportare durante la posa, mentre la faccia superiore deve essere trattata con inerte antiaderente o con un leggero tessuto non tessuto sintetico o con un film polimerico per consentire il transito dei mezzi da cantiere.

Questi elementi poi devono essere assorbiti dal pacchetto bituminoso con il calore di posa del conglomerato bituminoso dello strato di ricopertura.

Il geocomposito deve essere facilmente fresabile, riciclabile e non costituire un rifiuto pericoloso.

Per la perfetta adesione di due strisciate affiancate deve essere prevista una fascia di sormonto adesiva protetta con film siliconato da asportare.

Il geocomposito deve essere steso su uno strato di conglomerato bituminoso (nuovo, vecchio o fresato). Per conglomerato bituminoso nuovo si intende uno strato di base, binder o di risagomatura. Prima dell'applicazione del geocomposito è raccomandata la mano d'attacco con emulsione bituminosa solo nel caso in cui il piano di posa sia una superficie fresata o un vecchio conglomerato bituminoso molto abraso con dosaggio variabile tra 0,3 e 0.45 kg/m² di bitume residuo a seconda delle asperità del piano di posa.

Dopo l'applicazione del geocomposito verrà steso il nuovo conglomerato bituminoso, uno o più strati, con spessore minimo di 5 cm in zone soggette a forti sforzi di taglio e negli altri casi spessore minimo di 4 cm. Il geocomposito deve presentare le caratteristiche tecniche riportate nella Tabella 10.

Caratteristiche tecniche	Norma riferimento	di	Unità misura	di	Valori nominali
Difetti visibili	UNI EN 1850-1		-		supera
Spessore	UNI EN 1849-1		mm		2,5
Impermeabilità all'acqua (metodo B)	UNI EN 1928		kPa		60 - supera
Resistenza a trazione longitudinale / trasversale (carico massimo)	UNI EN 12311-1		kN/m		40 / 40
Allungamento a rottura longitudinale / trasversale	UNI EN 12311-1		%		4 / 4
Resistenza al punzonamento statico - B	UNI EN 12730		kg		-

**POSA FIBRA OTTICA PER RETE A
 BANDA LARGA FTTH LOTTI IV° E VI°**
 (Del. n. 310 del 25/11/2020)
CAPITOLATO SPECIALE - PARTE TECNICA

Flessibilità a freddo	UNI EN 1109	°C	- 25
Flessibilità a freddo dopo invecchiamento	UNI EN 1296 / UNI EN 1109	°C	- 15
Stabilità di forma a caldo	UNI EN 1110	°C	80
Stabilità di forma a caldo dopo invecchiamento termico	UNI EN 1296 / UNI EN 1110	°C	70

Tabella 10: Caratteristiche del geocomposito con rete in fibra di vetro

D. Sabbia

La sabbia granulare lavata dovrà appartenere innanzitutto ai gruppi A2-4 o A3 della Normativa UNI 11531-12014, compreso che abbia I.P = N.D (materiale non plastico) proveniente da frantoio, dovrà avere alta resistenza alla compressione, alta resistività elettrica, essere di granulometria compresa fra 0.075/3 mm tale da non contenere sostanze eterogenee quali argilla, ciottoli, limi ecc.

E. Ghiaia (pietrisco)

Dovrà provenire da cave fluviali ed essere costituita da un miscuglio di sabbia e ghiaia derivanti da rocce non gelive, di natura compatta e resistente, con l'esclusione di qualsiasi materiale eterogeneo e comunque dannoso per l'impiego a cui è destinato. La pezzatura dovrà essere compresa tra 40 ÷ 80 mm (tipo Marecchia, Furlo, ecc.)

F. Inerte naturale stabilizzato

Dovrà pervenire sia da cave fluviali che da frantumazione di rocce, da correggere con l'eventuale aggiunta di inerti e di additivi, in modo da ottenere un miscuglio "stabilizzato granulometricamente".

Gli inerti componenti il miscuglio dovranno derivare da rocce non gelive, di natura compatta e resistente con l'esclusione di qualsiasi materiale eterogeneo o comunque dannoso.

G. Misto cementato prodotto in impianto con aggregati vergini

Il misto cementato prodotto in impianto con aggregati vergini è costituito da aggregati vergini impastati con cemento e acqua in impianti centralizzati dotati di opportuni dosatori. Il misto cementato prodotto in impianto con aggregati vergini è posto in opera e subito costipato. Esso può essere impiegato per strati di fondazione, base o binder in funzione delle disposizioni di progetto secondo le norme UNI EN 14227-1.

A protezione dello strato deve essere sempre prevista una mano di impregnazione. Quando utilizzato per strato di fondazione in scavi a sezione ristretta deve essere compattato con idonee attrezzature (compattatore verticale, piastra vibrante o specifici equipaggiamenti) per strati di spessore mai superiore a 25 cm.

G.1 Aggregati

Gli aggregati lapidei costituiscono la matrice litica del misto cementato e sono composti da aggregati grossi, aggregati in frazione unica e aggregati fini. Gli aggregati grossi, aggregati in frazione unica e aggregati fini possono provenire dalla lavorazione di materiali naturali (rocce, aggregati naturali tondeggianti, aggregati naturali a spigoli vivi) o da depositi alluvionali.

L'aggregato grosso ($D > 2$ mm; $d \geq 1$ mm) potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 11. La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni dei setacci appartenenti al gruppo di base, più gruppo 2 della UNI EN 13242.

Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	[%]	≤ 30	LA ₃₀
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	[%]	≤ 30	FI ₃₀
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	[%]	≤ 30	SI ₃₀
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	[%]	≤ 2	WA ₂₄₂

Tabella 11: Caratteristiche dell'aggregato grosso per il misto cementato prodotto in impianto

L'aggregato fine ($D \leq 6,3$ mm; $d = 0$ mm) potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 12.

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata mediante le dimensioni dei setacci appartenenti al gruppo di base, più gruppo 2 della UNI EN 13242.

Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	[%]	≥ 30	SE ₃₀
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	-	Non plastico	-

Tabella 12: Caratteristiche dell'aggregato fine per misto cementato prodotto in impianto

L'aggregato in frazione unica ($D > 6,3$ mm; $d = 0$) dovrà possedere requisiti conformi alle Tabella 11 e Tabella 12. Il possesso dei requisiti elencati in Tabella 11 e Tabella 12 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati.

Nel caso in cui le rispettive marcature CE non riportino tutti i parametri richiesti, la documentazione dovrà essere integrata da certificati di prova attestanti i requisiti prescritti rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore. Una volta accettate le singole pezzature di aggregati da parte della Direzione Lavori, l'impresa aggiudicataria dell'appalto, sarà vincolata al loro rigoroso utilizzo nel rispetto delle tolleranze riportate nella sezione G.9 Penali.

Resta salva la facoltà della Direzione Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore. L'Impresa aggiudicataria dell'appalto, prima della firma del contratto, è tenuta a presentare la documentazione attestante la conformità degli aggregati che intende impiegare rispetto ai requisiti di Capitolato.

Tale documentazione sarà valutata dalla Direzione Lavori che si riserva, entro 5 giorni lavorativi, di accettare i materiali o, nel caso di non conformità ai requisiti di Capitolato, di richiedere eventuali modifiche.

G.2 Cemento

Il cemento impiegato dovrà far parte delle seguenti tipologie:

- CEM I cemento Portland
- CEM II cemento Portland composito
- CEM III cemento d'altoforno;
- CEM IV cemento pozzolanico.

L'Impresa aggiudicataria dell'appalto, prima della firma del contratto, è tenuta a presentare la documentazione attestante la conformità del cemento che intende impiegare secondo la UNI EN 197-1. È raccomandato l'uso di cemento a presa rapida 32,5 R o 42,5 R. Le caratteristiche del cemento dovranno includere la granulometria.

G.3 Acqua

L'acqua impiegata deve essere esente da impurità dannose, conforme alla norma UNI EN 1008.

G.4 Miscela di progetto

Per la miscela granulare si raccomanda una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** o di seguire la distribuzione di Fuller $P_i = 100 \cdot \left(\frac{d_i}{D}\right)^{0,45}$ d ove P_i è il passante al setaccio i -esimo, d_i è il setaccio i -esimo e D è la dimensione massima.

La miscela granulare, escluso il cemento, dovrà avere indice CBR in condizione satura superiore a 50 (UNI EN 13286-47) e un rigonfiamento nullo. Tali valori dovranno essere dichiarati tra le caratteristiche della miscela. La granulometria di progetto incluso il cemento dovrà essere dichiarata tra le caratteristiche della miscela. Le percentuali ottimali di acqua e cemento sono stabilite mediante uno specifico studio in laboratorio o dovranno comunque verificare i requisiti richiesti in Tabella 14.

Le caratteristiche del misto cementato prodotto in impianto dovranno essere determinate dalla media di almeno tre campioni considerando un coefficiente di variazione $\leq 0,15$ (deviazione standard/media). Prima di definire la giusta combinazione di leganti, deve essere determinato il contenuto ottimale di acqua sulla miscela granulare con il 4% in peso di cemento, secondo le indicazioni della Tabella 14. La miscela granulare (escluso il cemento) dovrà essere inumidita con un contenuto di acqua pari all'assorbimento degli stessi aggregati e sigillata per circa 12 ore. I provini con diverso contenuto di acqua e il 4% di cemento devono essere compattati con compattatore Proctor modificato (UNI EN 13286-2, UNI EN 13286-50) secondo i parametri di Tabella 14.

Fuso granulometrico	
Dimensione massima [mm]	Passante totale in peso [%]

Apertura setacci UNI [mm]	D _{max} = 20 mm	D _{max} = 30 mm
40	-	100
31,5	100	85 ÷ 100
20	95 ÷ 100	65 ÷ 94
16	-	-
10	55 ÷ 87	44 ÷ 78
4	32 ÷ 66	-
2	23 ÷ 54	18 ÷ 50
0,5	11 ÷ 31	8 ÷ 30
0,25	8 ÷ 23	6 ÷ 22
0,063	3,5 ÷ 11,0	3,0 ÷ 11,0

Tabella 13: Fuso granulometrico in funzione della dimensione massima per il misto cementato prodotto in impianto

Il contenuto ottimo di acqua sarà quello che permette di raggiungere il valore più elevato di massa volumica della miscela (massa volumica secca $\rho_d = \frac{\rho_w}{1-w}$).

Con il contenuto di acqua ottimo, devono essere confezionati provini con differenti quantità (percentuali riferite al peso degli inerti) di cemento, come indicato nella Tabella 14. I provini così confezionati devono subire una maturazione a 25 °C per 7 giorni e successivamente devono essere sottoposti a prova di resistenza a trazione indiretta (R_{it}, UNI EN 13286-42, gradiente di carico: 0.05 N/mm²/s) e a compressione (R_c, UNI EN 13286-41, gradiente di carico: 1 N/mm²/s). Tali provini devono fornire:

- resistenza a trazione indiretta R_{it} ≥ 0,25 N/mm² (provini su fustella Proctor)
- resistenza a compressione R_c = 2,5 ÷ 5,0 N/mm² (provini su fustella CBR senza disco spaziatore).

Sulla miscela ottima si deve determinare la massa volumica secca che costituirà il riferimento per il controllo della densità in sito.

Il possesso dei requisiti elencati in Tabella 14 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati su certificati di prova attestanti i requisiti stabiliti rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore. Il produttore dovrà inoltre dichiarare la granulometria della miscela ottima (includendo ed escludendo il cemento) e il contenuto di acqua ottimo. Una volta accettato il tipo di misto cementato prodotto in impianto da parte della Direzione Lavori, l'Impresa aggiudicataria dell'appalto sarà vincolata al suo rigoroso utilizzo nel rispetto delle tolleranze riportate nella sezione G.9 Penali. Resta salva la facoltà della Direzione Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore. Per progetti con produzione superiore a 4.000 tonnellate, l'Impresa aggiudicataria dell'appalto dovrà consegnare settimanalmente alla Direzione Lavori i rapporti di prova, riferiti al prodotto finale, di granulometria e contenuto di acqua eseguiti ogni 1.000 tonnellate di produzione che potranno essere rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore.

Condizioni di compattazione			
Parametro	Unità di misura	Normativa di riferimento	Valori richiesti
Energia Proctor	[MJ/m ³]	UNI EN 13286-2	2,7 (modificata)
Diametro della fustella	[mm]	UNI EN 13286-2	150 (ben lubrificata)
Strati	[n]	UNI EN 13286-2	5

Altezza	[mm]	UNI EN 13286-2	120 (ottimo di acqua e R_{it}) 180 fustella CBR (R_c)
Colpi per strato	[n]	UNI EN 13286-2	56 (ottimo di acqua e R_{it}) 85 (R_c)
Studio del contenuto ottimo di acqua			
Contenuto di cemento	[% su peso inerti]	4	Densità secca massima \square_{dmax}
Contenuto di acqua	[% su peso inerti]	4, 5, 6 e 7*	
Studio del contenuto ottimo di cemento			
Contenuto di acqua	[% su peso inerti]	ottimo	$R_{it} \geq 0,25 \text{ N/mm}^2$; $R_c = 2,5 \div 5,0 \text{ N/mm}^2$
Contenuto di cemento	[% su peso inerti]	3, 4, 5	
*se necessario l'intervallo potrà essere variato al fine di determinare il contenuto ottimo di acqua in corrispondenza del valore massimo di densità secca dal grafico \square_{d-w} a "campana"			

Tabella 14: Caratteristiche della miscela di progetto per il misto cementato prodotto in impianto

G.5 Produzione della miscela

Il misto cementato sarà confezionato mediante impianti fissi o mobili (installabili anche in cantiere) automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte. La produzione dell'impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire l'omogeneità della miscela.

L'impianto dovrà garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare una miscela rispondente alle caratteristiche dichiarate di progetto. La zona destinata allo stoccaggio degli inerti sarà preventivamente e convenientemente scelta per evitare la contaminazione da sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati.

Inoltre, i cumuli delle diverse classi dovranno essere separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura. Non è consentito il mescolamento di cementi diversi per tipo, classe di resistenza o provenienza. Il cemento e le aggiunte dovranno essere adeguatamente protetti dall'umidità atmosferica e dalle impurità.

G.6 Preparazione della superficie di stesa

Si potrà procedere alla stesa del misto cementato solo dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza del piano di posa ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto. Il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo di ogni residuo di qualsiasi natura.

Ogni depressione o avvallamento presente sul piano di posa deve essere corretta prima della stesa. Prima della stesa è inoltre necessario verificare che il piano di posa sia sufficientemente umido e, se necessario, provvedere alla umidificazione della superficie.

L'impregnazione dovrà essere realizzata con una emulsione bituminosa cationica a rottura lenta o media rispondente alle specifiche indicate nella Tabella 8, applicata con un dosaggio di bitume residuo pari a 1,0 kg/m². È ammesso anche l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche diversamente diluite a condizione che non varino gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) ed il dosaggio del bitume residuo prescritto.

L'emulsione bituminosa dovrà essere saturata tramite la stesa con mezzi idonei di graniglia o filler o sabbia fine a discrezione della Direzione Lavori.

G.7 Posa in opera della miscela

Il trasporto del misto cementato dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare una eccessiva essiccazione del prodotto.

La stesa del misto cementato deve avvenire entro un'ora dalla produzione, o in funzione della presa dello specifico cemento usato, in maniera continua e senza interruzioni fino a completo esaurimento del materiale trasportato, evitando problemi causati dalla possibile essiccazione del materiale o presa del cemento. La stesa del misto cementato dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro. Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'impresa.

La compattazione del misto cementato dovrà iniziare appena steso e condotta a termine senza interruzioni. L'addensamento dovrà essere realizzato con idonee attrezzature (compattatore verticale o compattatore vibrante o a ruota).

Si avrà inoltre cura che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata ad ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso. Nel caso di doppi strati, la sovrapposizione dovrà avvenire nel minor tempo possibile, comunque nell'arco delle 24 ore successive.

Ultimato il costipamento, lo strato deve essere immediatamente protetto con una mano di attacco di emulsione bituminosa rapida (Tabella 8) in ragione di 1,0 kg/m² e successivo spargimento di sabbia o filler. Le operazioni devono essere sospese con temperatura dell'aria inferiore ai 15°C e comunque quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Eventuali principi di sgranature o aree con affioramento superficiale di aggregati grossi indice di segregazione della miscela, specialmente nei pressi delle zone di partenza o fermata della vibrofinitrice o attigue a pozzetti o aree soggette a lavorazioni a mano, dovranno essere rese saldamente coese con sigillatura, anche manuale, con emulsione bituminosa e filler o sabbia.

G.8 Controlli

Il controllo della qualità del misto cementato prodotto in impianto con aggregati vergini deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela e sulla superficie dello strato per verificarne le caratteristiche di accettabilità. La Tabella 15 mostra il tipo di campione, l'ubicazione e la frequenza del controllo e i requisiti da rispettare durante tutto il processo.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni:

- uno utilizzato per i controlli presso un laboratorio conto terzi selezionato dalla Direzione Lavori;
- uno a disposizione dell'impresa aggiudicataria dell'appalto.

Per ogni campione di misto cementato sfuso vengono determinate: il contenuto di acqua, la granulometria della miscela (compreso il cemento). Con lo stesso materiale dovranno essere compattati tre provini (entro due ore dalla produzione o in funzione della presa dello specifico cemento usato) con compattatore Proctor modificato per la verifica dei valori di densità secca, Rit e Rc (Tabella 14).

Controllo dei materiali e verifiche prestazionali			
Tipo di campione	Ubicazione del controllo	Frequenza del controllo	Requisiti

Aggregato grosso	Impianto	Inizio cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.
Aggregato fine	Impianto	Inizio cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.
Emulsione bituminosa	Cisterna	Inizio cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.
Emulsione bituminosa	Cantiere	Giornaliera o ogni 5000 m ² di stesa o a discrezione della Direzione Lavori	Dosaggio di bitume residuo (paragrafo Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.)
Misto cementato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera o ogni 5000 m ² di stesa o a discrezione della Direzione Lavori	Contenuto di acqua, granulometria, densità secca e proprietà meccaniche (paragrafo Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.)
Superficie della pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 250 m di stesa cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Densità secca, spessore
Superficie della pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 250 m di stesa cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	$M_d \geq 120 \text{ N/mm}^2$ tra 12 e 24 ore $E_{vd} \geq 80 \text{ MPa}$ dopo compattazione $E_{vd} \geq 180 \text{ MPa}$ tra 12 e 24 ore Scostamento $\leq 5 \text{ mm}$

Tabella 15: Controlli da eseguire per il misto cementato prodotto in impianto

Lo spessore dello strato viene determinato per differenza tra quota di posa e di superficie.

A discrezione della Direzione Lavori, in alternativa, per la verifica della densità secca, potranno essere eseguite verifiche di densità con il metodo del volumometro a sabbia (CNR 22: 1992) subito dopo la stesa.

La portanza dello strato potrà essere verificata a discrezione della Direzione Lavori con prove di piastra statica (CNR 146/1992) o piastra dinamica (ASTM E2583 - 07).

Le eventuali irregolarità superficiali dovranno essere misurate in direzione longitudinale e trasversale tramite un regolo di 3 m (UN EN 13036-7). I controlli riferiti alla pavimentazione (spessore, densità e regolarità) non saranno effettuati nel caso in cui il misto cementato sia steso su una superficie non regolarizzata.

Per progetti con produzione superiore a 4.000 tonnellate, l'Impresa aggiudicataria dell'appalto dovrà consegnare settimanalmente alla Direzione Lavori i rapporti di prova, riferiti al prodotto finale, di granulometria, contenuto di acqua e granulometria della miscela (incluso il cemento) eseguiti ogni 1.000 tonnellate di produzione che potranno essere rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore.

Maggiori tolleranze potranno essere previste a discrezione della Direzione Lavori per produzioni giornaliere inferiori a 30 tonnellate.

G.9 Penali

Le detrazioni di seguito descritte saranno applicate in punti percentuali sul prezzo di aggiudicazione lavori del misto cementato (preparazione, materiale e stesa).

Per i materiali costituenti, le caratteristiche compositive, volumetriche e meccaniche della miscela, la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del misto cementato e le eventuali penali da applicare.

Il non rispetto delle emulsioni accettate per lo specifico uso, comporterà il rifiuto del materiale.

A discrezione della Direzione Lavori, il non rispetto delle resistenze meccaniche e della portanza comporterà la rimozione dello strato (Tabella 14) o una penale pari alla carenza percentuale della prestazione misurata a confronto di quella accettata $(100 * (Racc - Rmis) / Racc)$.

Per il primo strato di misto cementato sopra il letto di sabbia dovrà essere considerata una tolleranza per il valore di modulo dinamico pari al rapporto tra spessore dello strato e profondità di influenza. Nell'ambito di progetti con produzione superiore a 4.000 tonnellate, la non consegna settimanale da parte dell'Impresa aggiudicataria dell'appalto dei rapporti di prova settimanali, riferiti al prodotto finito, di granulometria della miscela e del contenuto di acqua, eseguiti ogni 1.000 tonnellate di produzione rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore comporterà il rifiuto del materiale.

Per lo spessore dello strato, determinato da differenza di quota o carotaggio, è tollerata una carenza massima del 10% rispetto allo spessore di progetto. Per carenze superiori al 10%, verrà applicata una detrazione pari a:

- $3 \cdot (c - 100) \cdot 100$;

dove c rappresenta la carenza di spessore rispetto al valore di progetto espressa in percentuale.

Per esempio, se la differenza è del 13% rispetto al valore di progetto, la penale sarà del $(13 - 10) \cdot 3 \cdot 100 = 9\%$. Se la differenza supererà il 25% (in diminuzione), la Direzione Lavori potrà richiedere il rifacimento dello strato a completa cura e spese dell'Impresa aggiudicataria dell'appalto (per esempio, se lo spessore di progetto è pari a 10 cm, al di sotto 7,5 cm sarà richiesto il rifacimento).

In alternativa alla rimozione e ricostruzione, la Direzione Lavori potrà autorizzare la stesa di uno strato di conguaglio (previa fresatura di attacco) di spessore tale da consentire il raggiungimento lo spessore totale atteso.

Nel rispetto delle quote finali di progetto, sarà valutata dalla Direzione Lavori la possibilità di una fresatura parziale per aver modo di stendere lo strato di conguaglio nel rispetto del suo spessore minimo. Quando possibile, il conguaglio potrà essere realizzato incrementando lo spessore del sovrastante strato di binder o usura purché questo non determini difficoltà di stesa e compattazione a causa di spessore eccessivo (mai superiore rispettivamente a 12 o 5 cm). La superficie a cui applicare la detrazione sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dalla carota precedente e la metà della distanza dalla carota successiva moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

A compattazione ultimata la densità secca in sito, nel 95% dei punti controllati (con volumometro in sabbia), non deve essere inferiore al 98% del valore di riferimento Pd,max misurato in laboratorio sulla miscela di progetto costipata con compattatore Proctor modificato e dichiarato prima dell'inizio dei lavori.

A discrezione della Direzione Lavori, il non rispetto della densità comporterà la rimozione dello strato o una penale pari alla carenza percentuale della densità misurata Pd,mis a confronto con quella accettata Pd,max, ossia $(100 * (Pd,max - Pd,mis) / Pd,max)$.

La superficie dello strato dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Sarà tollerato uno scostamento massimo di 5 mm al di sopra del quale la Direzione Lavori potrà richiedere il rifacimento dello strato o opere di ripristino a completa cura e spese dell'impresa aggiudicataria dell'appalto.

La superficie di riferimento sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dalla misurazione precedente e la metà della distanza dalla misurazione successiva moltiplicato per la larghezza dell'intervento.



**POSA FIBRA OTTICA PER RETE A
BANDA LARGA FTTH LOTTI IV° E VI°**
(Del. n. 310 del 25/11/2020)
CAPITOLATO SPECIALE - PARTE TECNICA



Salvo casi particolari che andranno giudicati dalla Direzione Lavori, le penali precedentemente indicate sono cumulabili.

H. Misto cementato prodotto in impianto con aggregati di recupero

Il misto cementato prodotto in impianto con aggregati di recupero è costituito da aggregati vergini e di recupero impastati con cemento e acqua in impianti centralizzati dotati di opportuni dosatori. Può essere previsto anche l'impiego di conglomerato bituminoso di recupero. Il misto cementato prodotto in impianto con aggregati vergini e di recupero è posto in opera e subito costipato tramite rulli.

Esso può essere impiegato per strati di fondazione, base o binder in funzione delle disposizioni di progetto secondo le norme UNI EN 14227-1. A protezione dello strato deve essere sempre prevista una mano di impregnazione. Quando utilizzato per strato di fondazione in scavi a sezione ristretta deve essere compattato con idonee attrezzature (compattatore verticale o specifici equipaggiamenti) per strati di spessore mai superiore a 25 cm.

H.1 Aggregati vergini

Gli aggregati lapidei costituiscono la matrice litica del misto cementato e sono composti da aggregati grossi, aggregati in frazione unica e aggregati fini. Gli aggregati grossi, aggregati in frazione unica e aggregati fini possono provenire dalla lavorazione di materiali naturali (rocce, aggregati naturali tondeggianti, aggregati naturali a spigoli vivi) o da depositi alluvionali.

L'aggregato grosso ($D > 2$ mm; $d \geq 1$ mm) potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 16. La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni dei setacci appartenenti al gruppo di base, più gruppo 2 della UNI EN 13242.

Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	[%]	≤ 30	LA ₃₀
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	[%]	≤ 30	FI ₃₀
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	[%]	≤ 30	SI ₃₀
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	[%]	≤ 2	WA ₂₄₂

Tabella 16: Caratteristiche dell'aggregato grosso per il misto cementato prodotto in impianto

L'aggregato fine ($D \leq 6,3$ mm; $d = 0$ mm) potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 17.

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata mediante le dimensioni dei setacci appartenenti al gruppo di base, più gruppo 2 della UNI EN 13242.

Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	[%]	≥ 30	SE ₃₀
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	-	Non plastico	-

Tabella 17: Caratteristiche dell'aggregato fine per misto cementato prodotto in impianto

L'aggregato in frazione unica ($D > 6,3$ mm; $d = 0$) dovrà rispettare in requisiti di Tabella 16 e Tabella 17. Il possesso dei requisiti elencati in Tabella 16 e Tabella 17 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati.

Nel caso in cui le rispettive marcature CE non riportino tutti i parametri richiesti, la documentazione dovrà essere integrata da certificati di prova attestanti i requisiti prescritti rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore.

Una volta accettate le singole pezzature di aggregati da parte della Direzione Lavori, l'impresa aggiudicataria dell'appalto, sarà vincolata al loro rigoroso utilizzo nel rispetto delle tolleranze riportate nella sezione H.10 Penali.

Resta salva la facoltà della Direzione Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

L'Impresa aggiudicataria dell'appalto, prima della firma del contratto, è tenuta a presentare la documentazione attestante la conformità degli aggregati che intende impiegare rispetto ai requisiti di Capitolato. Tale documentazione sarà valutata dalla Direzione Lavori che si riserva, entro 5 giorni lavorativi, di accettare i materiali o, nel caso di non conformità ai requisiti di Capitolato, di richiedere eventuali modifiche.

H.2 Aggregati di recupero

Gli aggregati di recupero devono provenire dalla frantumazione di materiale inorganico precedentemente usato nelle costruzioni (UNI EN 13242). Al fine di omogeneizzare le caratteristiche degli aggregati di recupero, è raccomandato seguire un processo di frantumazione, vagliatura e divisione dello stesso in almeno due frazioni. Ogni frazione degli aggregati di recupero deve essere qualificata in termini di granulometria e indice di plasticità.

In particolare, l'Impresa aggiudicataria dell'appalto è tenuta a presentare alla Direzione Lavori un apposito certificato rilasciato da un laboratorio conto terzi o dal produttore, nel quale riportare il valore medio e la deviazione standard (come parametro di omogeneità) della dimensione massima, coefficiente di forma e appiattimento e della granulometria eseguita per via umida. Per la deviazione standard della granulometria si considererà il passante riferito ad ogni singolo setaccio.

Se il quantitativo di aggregati di recupero da utilizzare nell'intero progetto è inferiore a 2.500 t, i valori medi e le rispettive deviazioni standard dovranno essere calcolati sulla base di 5 campioni prelevati nel mucchio di origine degli aggregati di recupero (ogni singola frazione) che si intende usare. Se invece il quantitativo di aggregati di recupero da utilizzare nell'intero progetto è superiore a 2.500 t, il numero dei campioni da analizzare sarà pari al quantitativo totale degli aggregati di recupero da impiegare nel progetto, espresso in tonnellate, diviso 500.

Per lo strato di misto cementato con aggregati di recupero prodotto in impianto è possibile impiegare come materiale costituente gli aggregati di recupero, a patto che la dimensione massima del materiale tal quale non sia superiore alla dimensione massima di riferimento per la miscela di misto cementato da produrre. È raccomandabile vagliare il materiale per eliminare eventuali elementi di dimensioni superiori alla dimensione massima prevista per la miscela (setaccio più piccolo tra quelli che permettono il 100% di materiale passante).

Il coefficiente di forma e appiattimento dovranno essere entrambe $< 30\%$ e il materiale dovrà avere indice di plasticità pari a 0 (per valori superiori a 0 e inferiori a 6 è possibile prevedere una miscela binaria). In combinazione con gli aggregati di recupero può essere impiegato anche il conglomerato bituminoso di recupero nel rispetto delle prescrizioni precedentemente definite.

La percentuale di aggregati di recupero va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela di progetto che l'impresa aggiudicataria dell'appalto è tenuta a presentare alla Direzione Lavori. Resta salva la facoltà della Direzione Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

L'Impresa aggiudicataria dell'appalto, prima della firma del contratto, è tenuta a presentare la documentazione attestante la conformità del fresato che intende impiegare rispetto ai requisiti di Capitolato. Tale documentazione sarà valutata dalla Direzione Lavori che si riserva, entro 5 giorni lavorativi,

di accettare i materiali o, nel caso di non conformità ai requisiti di Capitolato, di richiedere eventuali modifiche.

H.3 Cemento

Il cemento impiegato dovrà far parte delle seguenti tipologie:

- CEM I cemento Portland
- CEM II cemento Portland composito
- CEM III cemento d'altoforno;
- CEM IV cemento pozzolanico.

L'Impresa aggiudicataria dell'appalto, prima della firma del contratto, è tenuta a presentare la documentazione attestante la conformità del cemento che intende impiegare secondo la UNI EN 197-1. È raccomandato l'uso di cemento a presa rapida 32,5 R o 42,5 R. Le caratteristiche del cemento dovranno includere la granulometria.

H.4 Acqua

L'acqua impiegata deve essere esente da impurità dannose, conforme alla norma UNI EN 1008.

H.5 Miscela di progetto

Per la miscela granulare si raccomanda una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in Tabella 18 o di seguire la distribuzione di Fuller $P_i = 100 \cdot d_i^{0,45}$

dove P_i è il passante al setaccio i -esimo, d_i è il setaccio i -esimo e D è la dimensione massima.

La miscela granulare, escluso il cemento, dovrà avere indice CBR in condizione satura superiore a 50 (UNI EN 13286-47) e un rigonfiamento nullo. Tali valori dovranno essere dichiarati tra le caratteristiche della miscela. La granulometria di progetto incluso il cemento dovrà essere dichiarata tra le caratteristiche della miscela. Le percentuali ottimali di acqua e cemento sono stabilite mediante uno specifico studio in laboratorio o dovranno comunque verificare i requisiti richiesti in Tabella 19.

Le caratteristiche del misto cementato prodotto in impianto dovranno essere determinate dalla media di almeno tre campioni considerando un coefficiente di variazione $\leq 0,15$ (deviazione standard/media). Prima di definire la giusta combinazione di leganti, deve essere determinato il contenuto ottimale di acqua (wopt) sulla miscela granulare con il 4% in peso di cemento, secondo le indicazioni della Tabella 19. La miscela granulare (escluso il cemento) dovrà essere inumidita con un contenuto di acqua pari all'assorbimento degli stessi aggregati e sigillata per circa 12 ore. I provini con diverso contenuto di acqua e il 4% di cemento devono essere compattati con compattatore Proctor modificato (UNI EN 13286-2, UNI EN 13286-50) secondo i parametri di Tabella 19.

Fuso granulometrico		
Dimensione massima [mm]	Passante totale in peso [%]	
Apertura setacci UNI [mm]	$D_{max} = 20 \text{ mm}$	$D_{max} = 30 \text{ mm}$
40	-	100
31,5	100	85 ÷ 100
20	95 ÷ 100	65 ÷ 94
16	-	-
10	55 ÷ 87	44 ÷ 78
4	32 ÷ 66	-

2	23 ÷ 54	18 ÷ 50
0,5	11 ÷ 31	8 ÷ 30
0,25	8 ÷ 23	6 ÷ 22
0,063	3,5 ÷ 11,0	3,0 ÷ 11,0

Tabella 18: Fuso granulometrico in funzione della dimensione massima per il misto cementato prodotto in impianto

Il contenuto ottimo di acqua sarà quello che permette di raggiungere il valore più elevato di massa volumica della miscela (massa volumica secca). Con il contenuto di acqua ottimo, devono essere confezionati provini con differenti quantità (percentuali riferite al peso degli inerti) di cemento, come indicato nella Tabella 19. I provini così confezionati devono subire una maturazione in ambiente saturo a 25 °C per 7 giorni e successivamente devono essere sottoposti a prova di resistenza a trazione indiretta (Rit, UNI EN 13286-42, gradiente di carico:

0.05 N/mm²/s) e a compressione (Rc, UNI EN 13286-41, gradiente di carico: 1 N/mm²/s).

Tali provini devono fornire:

- resistenza a trazione indiretta Rit \geq 0,25 N/mm² (provini su fustella Proctor)
- resistenza a compressione Rc = 2,5 ÷ 5,0 N/mm² (provini su fustella CBR senza disco spaziatore).

Sulla miscela ottima si deve determinare la massa volumica secca d che costituirà il riferimento per il controllo della densità in sito.

Il possesso dei requisiti elencati in Tabella 19 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati su certificati di prova attestanti i requisiti stabiliti rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore.

Il produttore dovrà inoltre dichiarare in apposito certificato rilasciato da un laboratorio conto terzi o dal produttore la granulometria della miscela ottima (sia includendo che escludendo il cemento), il contenuto di cemento e il contenuto di acqua ottimo. Una volta accettato il prodotto da parte della Direzione Lavori, l'Impresa aggiudicataria dell'appalto sarà vincolata al monitoraggio della granulometria tale quale (prelievo su nastro pre-impasto) e del contenuto d'acqua naturale (UNI CEN ISO/TS 17892-1:2005) durante la produzione secondo le frequenze riportate nella sezione H.9 Controlli e ad aggiustare opportunamente la produzione in caso di variazioni significative.

Nel caso in cui non sia possibile effettuare un prelievo della miscela granulare pre-impasto, dovrà essere dichiarata, in apposito certificato rilasciato da un laboratorio conto terzi o dal produttore, la granulometria del prodotto (inclusi i leganti idraulici). In questo caso l'Impresa aggiudicataria dell'appalto sarà vincolata al monitoraggio della granulometria del prodotto e del contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1:2005) durante la produzione secondo le frequenze riportate nella sezione H.9 Controlli e ad aggiustare opportunamente la produzione in caso di variazioni significative.

Condizioni di compattazione			
Parametro	Unità di misura	Normativa di riferimento	Valori richiesti
Energia Proctor	[MJ/m ³]	UNI EN 13286-2	2,7 (modificata)
Diametro della fustella	[mm]	UNI EN 13286-2	150 (ben lubrificata)
Strati	[n]	UNI EN 13286-2	5
Altezza	[mm]	UNI EN 13286-2	120 (ottimo di acqua e R _{it}) 180 fustella CBR (R _c)
Colpi per strato	[n]	UNI EN 13286-2	56 (ottimo di acqua e R _{it})

			85 (R _c)
Studio del contenuto ottimo di acqua			
Contenuto di cemento	[% su peso inerti]	4	Densità secca massima $\square_{d,max}$
Contenuto di acqua	[% su peso inerti]	4, 5, 6 e 7*	
Studio del contenuto ottimo di cemento			
Contenuto di acqua	[% su peso inerti]	ottimo	R _{it} ≥ 0,25 N/mm ² ; R _c = 2,5 ÷ 5,0 N/mm ²
Contenuto di cemento	[% su peso inerti]	3, 4, 5	
*se necessario l'intervallo potrà essere variato al fine di determinare il contenuto ottimo di acqua in corrispondenza del valore massimo di densità secca dal grafico \square_{d-w} a "campana"			

Tabella 19: Caratteristiche della miscela di progetto per il misto cementato prodotto in impianto

I rapporti di prova della granulometria della miscela granulare o del prodotto e del contenuto d'acqua, rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore, dovranno essere consegnati settimanalmente alla Direzione Lavori. Nel caso in cui non sia comprovata l'esperienza del produttore per tale miscela, la Direzione Lavori si riserva la possibilità di richiedere una verifica in campo prova esterno al cantiere di progetto. Una volta accettato il tipo di misto cementato prodotto in impianto da parte della Direzione Lavori, l'impresa sarà vincolata al suo rigoroso utilizzo nel rispetto delle tolleranze riportate nella sezione H.10 Penali.

Resta salva la facoltà della Direzione Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore. Per progetti con produzione superiore a 4.000 tonnellate, l'impresa aggiudicataria dell'appalto dovrà consegnare settimanalmente alla Direzione Lavori i rapporti di prova, riferiti al prodotto finale, di granulometria e contenuto di acqua eseguiti ogni 1.000 tonnellate di produzione che potranno essere rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore.

H.6 Produzione della miscela

Il misto cementato sarà confezionato mediante impianti fissi o mobili (installabili anche in cantiere) automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione dell'impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire l'omogeneità della miscela. L'impianto dovrà garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare una miscela rispondente alle caratteristiche dichiarate di progetto.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti sarà preventivamente e convenientemente scelta per evitare la contaminazione da sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre, i cumuli delle diverse classi dovranno essere separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura. Non è consentito il mescolamento di cementi diversi per tipo, classe di resistenza o provenienza. Il cemento e le aggiunte dovranno essere adeguatamente protetti dall'umidità atmosferica e dalle impurità.

H.7 Preparazione della superficie di stesa

Si potrà procedere alla stesa del misto cementato solo dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza del piano di posa ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto. Il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo di ogni residuo di qualsiasi natura.

Ogni depressione o avvallamento presente sul piano di posa deve essere corretta prima della stesa. Prima della stesa è inoltre necessario verificare che il piano di posa sia sufficientemente umido e, se necessario, provvedere alla umidificazione della superficie.

L'impregnazione dovrà essere realizzata con una emulsione bituminosa cationica a rottura lenta o media rispondente alle specifiche indicate nella Tabella 8, applicata con un dosaggio di bitume residuo pari a 1,0 kg/m². È ammesso anche l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche diversamente diluite a condizione che non varino gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) ed il dosaggio del bitume residuo prescritto.

L'emulsione bituminosa dovrà essere saturata tramite la stesa con mezzi idonei di graniglia o filler o sabbia fine a discrezione della Direzione Lavori.

H.8 Posa in opera della miscela

Il trasporto del misto cementato dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare una eccessiva essiccazione del prodotto.

La stesa del misto cementato deve avvenire entro un'ora dalla produzione, o in funzione della presa dello specifico cemento usato, in maniera continua e senza interruzioni fino a completo esaurimento del materiale trasportato, evitando problemi causati dalla possibile essiccazione del materiale o presa del cemento. La stesa del misto cementato dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro. Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'impresa.

La compattazione del misto cementato dovrà iniziare appena steso e condotta a termine senza interruzioni.

Si avrà inoltre cura che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso. Nel caso di doppi strati, la sovrapposizione dovrà avvenire nel minor tempo possibile, comunque nell'arco delle 24 ore successive. Ultimato il costipamento, lo strato deve essere immediatamente protetto con una mano di attacco di emulsione bituminosa rapida (Tabella 8) in ragione di 1,0 kg/m² e successivo spargimento di sabbia o filler.

Le operazioni devono essere sospese con temperatura dell'aria inferiore ai 15°C e comunque quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Eventuali principi di sgranature o aree con affioramento superficiale di aggregati grossi indice di segregazione della miscela, specialmente nei pressi delle zone di partenza o fermata della vibrofinitrice o attigue a pozzetti o aree soggette a lavorazioni a mano, dovranno essere rese saldamente coese con sigillatura, anche manuale, con emulsione bituminosa e filler o sabbia.

H.9 Controlli

Il controllo della qualità del misto cementato prodotto in impianto con aggregati vergini deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela e sulla superficie dello strato per verificarne le caratteristiche di accettabilità. La Tabella 20 mostra il tipo di campione, l'ubicazione e la frequenza del controllo e i requisiti da rispettare durante tutto il processo.

Controllo dei materiali e verifiche prestazionali			
Tipo di campione	Ubicazione del controllo	Frequenza del controllo	Requisiti
Aggregato grosso	Impianto	Inizio cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.

Aggregato fine	Impianto	Inizio cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Errore. L'origine r iferimento non è stata trovata.
Miscela granulare	Impianto	Giornaliera o ogni 5000 m ² di stesa o a discrezione della Direzione Lavori	Granulometria e contenuto di acqua naturale (paragrafo Errore. L'origine r iferimento non è stata trovata.)
Emulsione bituminosa	Cisterna	Inizio cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Errore. L'origine r iferimento non è stata trovata.
Emulsione bituminosa	Cantiere	Giornaliera o ogni 5000 m ² di stesa o a discrezione della Direzione Lavori	Dosaggio di bitume residuo (paragrafo Errore. L'origine r iferimento non è stata trovata.)
Misto cementato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera o ogni 5000 m ² di stesa o a discrezione della Direzione Lavori	Contenuto di acqua, granulometria, densità secca e proprietà meccaniche (paragrafo Errore. L'origine r iferimento non è stata trovata.)
Superficie della pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 250 m di stesa cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Densità secca, spessore
Superficie della pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 250 m di stesa cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	$M_d \geq 120 \text{ N/mm}^2$ tra 12 e 24 ore $E_{vd} \geq 80 \text{ MPa}$ dopo compattazione $E_{vd} \geq 180 \text{ MPa}$ tra 12 e 24 ore Scostamento $\leq 5 \text{ mm}$

Tabella 20: Controlli da eseguire per il misto cementato in impianto

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni:

- uno utilizzato per i controlli presso un laboratorio conto terzi selezionato dalla Direzione Lavori;
- uno a disposizione dell'Impresa aggiudicataria dell'appalto.

Per ogni campione di misto cementato sfuso vengono determinate: il contenuto di acqua, la granulometria della miscela (compreso il cemento). Con lo stesso materiale dovranno essere compattati tre provini (entro due ore dalla produzione o in funzione della presa dello specifico cemento usato) con compattatore Proctor modificato per la verifica dei valori di densità secca, Rit e Rc (Tabella 19).

Lo spessore dello strato viene determinato per differenza tra quota di posa e di superficie.

A discrezione della Direzione Lavori, in alternativa, per la verifica della densità secca, potranno essere eseguite verifiche di densità con il metodo del volumetro a sabbia (CNR 22: 1992) subito dopo la stesa.

La portanza dello strato potrà essere verificata a discrezione della Direzione Lavori con prove di piastra statica (CNR 146/1992) o piastra dinamica (ASTM E2583 – 07). L'Impresa aggiudicataria dell'appalto dovrà consegnare settimanalmente alla Direzione Lavori i rapporti di prova della granulometria della miscela granulare (o del prodotto) e del contenuto d'acqua naturale che potranno essere rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore.

Le eventuali irregolarità superficiali dovranno essere misurate in direzione longitudinale e trasversale tramite un regolo di 3 m (UN EN 13036-7).

Per progetti con produzione superiore a 4.000 tonnellate, l'impresa aggiudicataria dell'appalto dovrà consegnare settimanalmente alla Direzione Lavori i rapporti di prova, riferiti al prodotto finale, di granulometria, contenuto di acqua e granulometria della miscela (incluso il cemento) eseguiti ogni 1.000 tonnellate di produzione che potranno essere rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore.

I controlli riferiti alla pavimentazione (spessore, densità e regolarità) non saranno effettuati nel caso in cui il misto cementato sia steso su una superficie non regolarizzata. Maggiori tolleranze potranno essere previste a discrezione della Direzione Lavori per produzioni giornaliere inferiori a 30 tonnellate.

H.10 Penali

Le detrazioni di seguito descritte saranno applicate in punti percentuali sul prezzo di aggiudicazione lavori del misto cementato (preparazione, materiale e stesa). La non consegna settimanale dei rapporti di prova per il monitoraggio della miscela granulare o del prodotto e del contenuto di acqua comporterà il rifiuto del materiale.

Per i materiali costituenti, le caratteristiche compositive, volumetriche e meccaniche della miscela, la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del misto cementato e le eventuali penali da applicare fino alla rimozione e ripristino a spese dell'impresa aggiudicatrice dell'appalto.

Il non rispetto delle emulsioni accettate per lo specifico uso, comporterà il rifiuto del materiale.

A discrezione della Direzione Lavori, il non rispetto delle resistenze meccaniche e della portanza comporterà la rimozione dello strato (Tabella 19) o una penale pari alla carenza percentuale della prestazione misurata a confronto di quella accettata ($100 * (\text{Racc} - \text{Rmis}) / \text{Racc}$).

Per il primo strato di misto cementato sopra il letto di sabbia dovrà essere considerata una tolleranza per il valore di modulo dinamico pari al rapporto tra spessore dello strato e profondità di influenza.

Nell'ambito di progetti con produzione superiore a 4.000 tonnellate, la non consegna settimanale da parte dell'Impresa aggiudicataria dell'appalto dei rapporti di prova settimanali, riferiti al prodotto finito o alla miscela granulare e del contenuto di acqua, eseguiti ogni 1.000 tonnellate di produzione rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore comporterà il rifiuto del materiale.

Per lo spessore dello strato, determinato da differenza di quota o carotaggio, è tollerata una carenza massima del 10% rispetto allo spessore di progetto. Per carenze superiori al 10%, verrà applicata una detrazione pari a:

- $3 \cdot (c - 100) \cdot 100;$

dove c rappresenta la carenza di spessore rispetto al valore di progetto espressa in percentuale.

Per esempio, se la differenza è del 13% rispetto al valore di progetto, la penale sarà del $(13 - 10) \cdot 3 \cdot 100 = 9\%$. Se la differenza supererà il 25% (in diminuzione), la Direzione Lavori potrà richiedere il rifacimento dello strato a completa cura e spese dell'Impresa aggiudicataria dell'appalto (per esempio, se lo spessore di progetto è pari a 10 cm, al di sotto 7,5 cm sarà richiesto il rifacimento).

In alternativa alla rimozione e ricostruzione, la Direzione Lavori potrà autorizzare la stesa di uno strato di conguaglio (previa fresatura di attacco) di spessore tale da consentire il raggiungimento lo spessore totale atteso. Nel rispetto delle quote finali di progetto, sarà valutata dalla Direzione Lavori la possibilità di una fresatura parziale per aver modo di stendere lo strato di conguaglio nel rispetto del suo spessore minimo. Quando possibile, il conguaglio potrà essere realizzato incrementando lo spessore del sovrastante strato di binder o usura purché questo non determini difficoltà di stesa e compattazione a causa di spessore eccessivo (mai superiore rispettivamente a 12 o 5 cm).

**POSA FIBRA OTTICA PER RETE A
BANDA LARGA FTTH LOTTI IV° E VI°**
(Del. n. 310 del 25/11/2020)
CAPITOLATO SPECIALE - PARTE TECNICA

La superficie a cui applicare la detrazione sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dalla carota precedente e la metà della distanza dalla carota successiva moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

A compattazione ultimata la densità secca in sito, nel 95% dei punti controllati (con volumometro), non deve essere inferiore al 98% del valore di riferimento Pd,max misurato in laboratorio sulla miscela di progetto costipata con compattatore Proctor modificato e dichiarato prima dell'inizio dei lavori.

A discrezione della Direzione Lavori, il non rispetto della densità comporterà la rimozione dello strato o una penale pari alla carenza percentuale della densità misurata Pd,mis a confronto di quella accettata Pd,max, ossia $(100 * (Pd,max - Pd,mis) / Pd,max)$.

La superficie dello strato dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Sarà tollerato uno scostamento massimo di 5 mm al di sopra del quale la Direzione Lavori potrà richiedere il rifacimento dello strato o opere di ripristino a completa cura e spese dell'impresa aggiudicataria dell'appalto.

La superficie di riferimento sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dalla misurazione precedente e la metà della distanza dalla misurazione successiva moltiplicato per la larghezza dell'intervento. Salvo casi particolari che andranno giudicati dalla Direzione Lavori, le penali precedentemente indicate.

I. Modalità generali di ripristino della pavimentazione stradale a seguito di lavori per posa reti tecnologiche

I.1 Procedura prima fase, per estensioni superiori a 100m

1. Tagliare i bordi della pavimentazione con l'impiego di una sega circolare o di una fresa meccanica per una larghezza maggiorata di almeno 20 cm da ambo le parti rispetto a quella della sezione obbligata strettamente necessaria e una profondità di 6 cm;
2. scavare nel rispetto dell'ampiezza e profondità della trincea con trasporto a rifiuto di tutto il materiale di risulta possibilmente differenziandolo per natura se non diversamente reimpiegabile per altri interventi o come aggregato di miscele legate;
3. applicare eventuale armatura delle pareti laterali degli scavi anche necessaria per evitare cedimenti e rilassamenti in presenza di materiali sciolti;
4. stendere, compattare e livellare sul fondo dello scavo uno strato in sabbia dello spessore medio di cm 10 ma da valutarsi in funzione della tipologia delle tubazioni e del loro diametro;
5. dopo la posa della tubazione, rinfiancare le tubazioni facendo attenzione a non lasciare cavità favorendo il riempimento e l'addensamento della sabbia, sino a ricoprire la generatrice di sommità della condotta per uno spessore massimo di cm 25. La sabbia leggermente umida deve essere compattata e livellata senza lascia cavità tra le tubazioni o qualsiasi altra irregolarità;
6. posare in opera di misto cementato (con aggregati vergini o di recupero secondo le indicazioni di progetto) con spessore di almeno 44 cm per strati non superiori a 25 cm e compattare con compattatore verticale, piastra vibrante o ruota o rullo compattatore vibrante di peso superiore a 14 t su richiesta della Direzione Lavori in funzione dell'accessibilità allo scavo fino a quota di -6 cm dalla quota della pavimentazione finita;
7. pulire i bordi laterali della sezione in conglomerato bituminoso e spruzzare emulsione bituminosa sulle pareti verticali dell'intaglio;
8. impregnare il misto cementato e l'allargamento della trincea con 1 kg/m² di bitume residuo da emulsione bituminosa e saturare con filler;
9. posare in opera e compattare con rullo da 8 t di conglomerato bituminoso a caldo tipo usura 0/12 per uno spessore di 6 cm sino a raccordarsi con la pavimentazione circostante verificando la regolarità superficiale. Avere cura di allontanare manualmente la graniglia dal giunto per favorire una migliore aderenza tra sezione nuova e pavimentazione esistente;
10. sigillare i giunti per percolazione con emulsione bituminosa e saturazione con sabbia basaltica;
11. rifacimento della segnaletica orizzontale;

La fase di controllo qualità prevede la verifica del contenuto di acqua, della densità, della resistenza a rottura, del modulo di rigidità e dello spessore per il misto cementato, mentre per lo strato di usura si prevede la verifica della composizione, addensamento, resistenza meccanica, spessore e regolarità come previsto da Capitolato.

I.2 Procedura generale fase unica, per estensioni inferiori a 100m

Per estensioni inferiori a 100 m o attraversamenti, dove non sempre è possibile operare con equipaggiamenti ingombranti per la ricostruzione degli strati di una strada, si prevede un intervento in fase unica semplificato. A seguito della chiusura dello scavo, occorre interporre un geocomposito, atto a contenere eventuali cedimenti differenziali, sopra lo scavo in maniera tale da ricoprire la traccia ancorandosi lateralmente alla pavimentazione esistente per poi stendere lo strato di usura.

1. Tagliare i bordi della pavimentazione con l'impiego di una sega circolare o di una fresa meccanica per una larghezza maggiorata di almeno 20 cm da ambo le parti rispetto a quella della sezione obbligata strettamente necessaria e una profondità di 6 cm;
2. scavare nel rispetto dell'ampiezza e profondità della trincea con trasporto a rifiuto di tutto il materiale di risulta possibilmente differenziandolo per natura se non diversamente reimpiegabile per altri interventi o come aggregato di miscele legate;
3. applicare eventuale armatura delle pareti laterali degli scavi anche necessaria per evitare cedimenti e rilassamenti in presenza di materiali sciolti;

**POSA FIBRA OTTICA PER RETE A
 BANDA LARGA FTTH LOTTI IV° E VI°**
 (Del. n. 310 del 25/11/2020)
CAPITOLATO SPECIALE – PARTE TECNICA

4. stendere, compattare e livellare sul fondo dello scavo uno strato in sabbia dello spessore medio di cm 10 ma da valutarsi in funzione della tipologia delle tubazioni e del loro diametro;
5. dopo la posa della tubazione, rinfiancare le tubazioni facendo attenzione a non lasciare cavità favorendo il riempimento e l'addensamento della sabbia, sino a ricoprire la generatrice di sommità della condotta per uno spessore massimo di cm 25. La sabbia leggermente umida deve essere compattata e livellata senza lascia cavità tra le tubazioni o qualsiasi altra irregolarità;
6. posare in opera di misto cementato (con aggregati vergini o di recupero secondo le indicazioni di progetto) con spessore di almeno 44 cm per strati non superiori a 25 cm e compattare con compattatore verticale, piastra vibrante o ruota o rullo compattatore vibrante di peso superiore a 14 t su richiesta della Direzione Lavori in funzione dell'accessibilità allo scavo fino a quota di -8 cm dalla quota della pavimentazione finita;
7. pulire i bordi laterali della sezione in conglomerato bituminoso e spruzzare emulsione bituminosa sulle pareti verticali dell'intaglio;
8. impregnare il misto cementato e l'allargamento della trincea con 1 kg/m² di bitume residuo da emulsione bituminosa e saturare con filler;
9. posare in opera (dentro lo scavo a sezione ristretta) e compattare con rullo da 8 t di conglomerato bituminoso a caldo tipo usura 0/12 per uno spessore di 2 cm per creare il piano di posa per il geocomposito;
10. posare il geocomposito in corrispondenza dello scavo con almeno 20 cm di ancoraggio per lato. Applicare la mano d'attacco con emulsione bituminosa solo sui 20 cm di ancoraggio laterali (niente mano d'attacco sopra i precedentemente stesi 2 cm di strato di usura);
11. posare in opera e compattare con rullo da 8 t di conglomerato bituminoso a caldo tipo
 1. usura 0/12 per uno spessore di 6 cm sino a raccordarsi con la pavimentazione circostante verificando la regolarità superficiale. Avere cura di allontanare manualmente la graniglia dal giunto per favorire una migliore aderenza tra sezione nuova e pavimentazione esistente;
 12. sigillare i giunti per percolazione con emulsione bituminosa e saturazione con sabbia basaltica;
 13. rifacimento della segnaletica orizzontale.

La fase di controllo qualità prevede la verifica del contenuto di acqua, della densità, della resistenza a rottura, del modulo di rigidità e dello spessore per il misto cementato, mentre per lo strato di usura si prevede la verifica della composizione, addensamento, resistenza meccanica, spessore e regolarità come previsto da Capitolato.

J. Misto granulare stabilizzato

Il misto granulare stabilizzato è ottenuto dalla selezione di ghiaie alluvionali di natura mineralogica prevalentemente calcarea, con aggiunta eventuale di pietrisco.

Trova applicazione in tutte le condizioni in cui si vuole costruire una struttura di per gli ultimi strati dei rilevati sottostante le pavimentazioni, sia rigide con l'applicazione in strati costipati di spessore non inferiore a 10 cm e non superiori a 30 cm.

J.1 Caratteristiche tecniche

Le principali caratteristiche tecniche sono così riassumibili:

- elementi in prevalenza arrotondanti, non allungati e non lenticolari;
- perdita in peso Los Angeles (LA) < 30%;
- dimensione massima degli elementi non superiore a 40 mm;
- percentuale di elementi di frantumazione (pietrisco) variabile da 0 a 40%;
- frazione fine (passante al setaccio 0.42 mm) non plastica o poco plastica (limite di plasticità non determinabile od indice di plasticità inferiore a 6).

J.2 Raccomandazioni e avvertenze

Data l'origine alluvionale del materiale selezionato le caratteristiche granulometriche possono differire, pertanto è necessario costipare il materiale impiegando idonei rulli e mantenendo l'umidità prossima al valore ottimale; elevati contenuti d'acqua possono temporaneamente abbassare le capacità portanti del misto granulare, anche quando è ben costipato.

K. Ghiaia con pezzatura 40/70

La ghiaia con pezzatura 40/70 dovrà provenire dalla naturale frantumazione di roccia compatta, non friabile, non idrosolubile (ad esempio il gesso), non polverulenta, con buona resistenza al gelo ed alla compressione. Tale materiale potrà essere impiegati, per opere di riempimento, o per la preparazione come sottofondo per la realizzazione delle pavimentazioni stradali. A seconda della dimensione dei granuli, la ghiaia si distingue in piccola, media o grossa: in questo caso la ghiaia grossa o grossolana i frammenti hanno dimensioni di 40 - 70 mm, rispondenti per caratteristiche e composizione alle norme UNI EN 13242:2008.

L. Cubetti di porfido

Per pavimentazione stradale o di marciapiede dovranno normalmente provenire dalle cave dell'Alto Adige e del Trentino e dovranno corrispondere alle norme vigenti. I cubetti Dovranno presentare le facce opposte piane e regolari con le seguenti misure - cm 8x8x6 oppure da 5x4x4 a seconda dei casi.

M. Conglomerati cementizi per opere edili

Dovranno indifferentemente essere confezionati in cantiere con idonee attrezzature o provenire da centrali di betonaggio e trasportati in loco da apposite betoniere.

- Dosaggi: kg 250/mc (Solette e sottofondi vari).
- Dosaggi: kg 200/mc (Riparazioni fogne, ecc. . .).

Elenco visti a procedere firma elettronica

Visto a procedere 1 di 1 del 11/12/2020 10:31:41

Soggetto: raoul chiaruzzi (PA\rchiaruzzi)

Email: raoul.chiaruzzi@aass.sm
