

Linee guida per le predisposizioni dei collegamenti in fibra ottica all'interno degli edifici

Revision number: 02	Approvers: Prof. Fabio Graziosi
Date: 06/09/13	Authors: UNIVAQ - DISIM
Pages: 24	Reviewers: UNIVAQ - DISIM

Revision	Data	Note
01	09/06/13	First version
02	06/09/13	Added Allegato A

Indice

Riferimenti Normativi	3
Glossario	5
Introduzione	7
1 Realizzazione delle infrastrutture per il collegamento tra la rete pubblica e il TOE	9
1.1 Pozzetto di edificio	9
1.2 Cavidotto doppio strato	10
2 Localizzazione e dimensionamento del TOE.....	11
2.1 Definizione TOE	11
2.2 Potenzialità TOE	12
2.3 Dimensioni TOE	13
3 Montante Fibra Ottica Verticale	14
3.1 Dimensionamento cavo in fibra ottica	14
3.2 Modulo di Giunzione al Piano (MGP)	15
4 Presa Ottica di Utente (POU).....	17
5 Documentazione finale	18
5.1 Documentazione di collaudo	18
5.2 As-Built finale dell'impianto	19
Allegato A: Elenco Prezzi Unitari	23

Riferimenti Normativi

International standard ISO/IEC 11801: standard internazionale per i cablaggi strutturati orientati alla tecnologia dell'informazione.

European standard EN 50173 o CEI EN 50173: normativa europea, recepita anche in Italia, per i cablaggi strutturati, che è derivata dallo standard ISO/IEC 11801.

European standard EN 50173-1: prescrizioni generali per cablaggi strutturati orientati alla tecnologia dell'informazione.

European standard EN 50173-2: prescrizioni per i cablaggi strutturati negli uffici.

European standard EN 50173-3: prescrizioni per i cablaggi strutturati negli ambienti industriali.

European standard EN 50173-4: prescrizioni per i cablaggi strutturati nelle abitazioni.

European standard EN 50173-5: prescrizioni per i cablaggi strutturati nei Data Center.

International standard IEC 61754-20: prescrizioni per connettori LC.

International standard ITU-T G657 A1: bending loss insensitive single-mode optical fiber.

International standard ITU-T L.12: Optical fibre splices.

International standard ITU-T L.13: Performance requirements for passive optical nodes.

International standard ITU-T L.31: Optical fibre attenuators.

International standard ITU-T L.36: Single-mode fibre optic connectors.

International standard ITU-T L.45: Minimizing the effect on the environment from the outside plant in telecommunication networks.

International standard ITU-T L.46: Protection of telecommunication cables and plant from biological attack.

National standard CEI EN 60529: Gradi di protezione (IP) degli involucri.

National standard CEI EN 62262: Classificazione degli involucri nei confronti degli impatti meccanici esterni.

UNI EN 124: Classe dei chiusini.

National standard CEI EN 60825-2: Sicurezza degli apparati Laser.

National standard CEI UNEL 36011: Sigle di designazione cavi in fibra ottica.

National standard CEI EN 50086-2-4/A1: Prescrizioni per sistemi di tubi interrati

Norma CEI EN 61386-1 (CEI 23-80) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche. Parte 1: Prescrizioni generali

National standard CEI EN 61386-21 (CEI 23-81) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche. Parte 21: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori

National standard CEI EN 61386-22 (CEI 23-82) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche. Parte 22: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e Accessori

Standard EN 61386-23 (CEI 23-83) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche. Parte 23: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori

Glossario

TOE: Terminazione Ottica di Edificio

PDE: Pozzetto di Edificio

MGP: Modulo di Giunzione al Piano

POU: Presa Ottica di Utente

UI: Unità Immobiliare

SM: Fiber Single Mode

MM: Fiber Multi Mode

ADSL: Asymmetric Digital Subscriber Line

CPE: Customer Premises Network

DPBO: Downstream Power Back Off

DSLAM: DSL Access Multiplexer

ETSI: European Telecommunications Standards Institute

FSAN: Full Service Access Network

FTTB: Fiber To The Building

FTTCab: Fiber To The Cabinet

FTTdP: Fiber To The distribution Point

FTTH: Fiber To The Home

G.fast: Fast Access to Subscriber Terminals

GPON: Gigabit capable Passive Optical Network

ITU-T: International Telecommunications Union – Telecommunications Standardisation Sector

NGAN: Next Generation Access Network

NGPON2: Next Generation – PON 2

ODF: Optical Distribution Frame

ODN: Optical Distribution Network

OLI: Open Lambda Initiative

OLO: Other Licensed Operator

OLT: Optical Line Termination

ONT: Optical Network Termination

ONU: Optical Network Unit

PON: Passive Optical Network

SME: Small Medium Enterprise

SOHO: Small Office Home Office

TDD: Time Division Duplexing

TDM/TDMA: Time Division Multiplexing/Time Division Multiple Access

TR: Technical Report

UPBO: Upstream Power Back Off

VDSL2: Very high speed Digital Subscriber Line

WDM: Wavelength Division Multiplexing

WT: Working Text

XGPON: 10Gigabit-capable PON

Introduzione

La finalità delle presenti linee guida è quella di rendere possibile ed agevole la realizzazione delle infrastrutture con cavi in fibra ottica dei singoli edifici fino a raggiungere le singole unità immobiliari.

A tale riguardo si ritiene utile sottolineare come la rete in fibra ottica, che oggi risulta di fatto supplementare ed integrativa rispetto alla rete telefonica in rame, è destinata a diventare l'unica ed esclusiva rete dedicata alla trasmissione larga banda delle reti NGN (Next Generation Network) dell'immediato futuro, mentre la rete in rame è destinata ad essere progressivamente abbandonata.

La predisposizione per ottenere una agevole accessibilità della rete in fibra ottica è garantita dalla realizzazione di una serie di interventi, quali:

1. la realizzazione delle infrastrutture per il collegamento tra la rete pubblica e l'interno dell'edificio, corrispondente alla tratta orizzontale, che collega il Pozzetto di Edificio (PDE) situato sulla pubblica via e il box di terminazione TOE;
2. l'individuazione di una zona interna all'edificio (spazio tecnico) destinata alla posa del box di giunzione e terminazione cavi f.o. denominato Terminazione Ottica di Edificio (TOE). Di norma si tratta di una zona comune collocata alla base dell'edificio, al piano terra o interrato, possibilmente in corrispondenza dell'area di ubicazione dei contatori elettrici;
3. la realizzazione del collegamento verticale tra la zona individuata di cui al punto precedente e il Modulo di Giunzione al Piano (MGP);
4. la realizzazione del collegamento orizzontale fra il MGP e la Presa Ottica di Utente (POU).

In fig. 1 viene data una rappresentazione schematica dell'infrastruttura da realizzare.

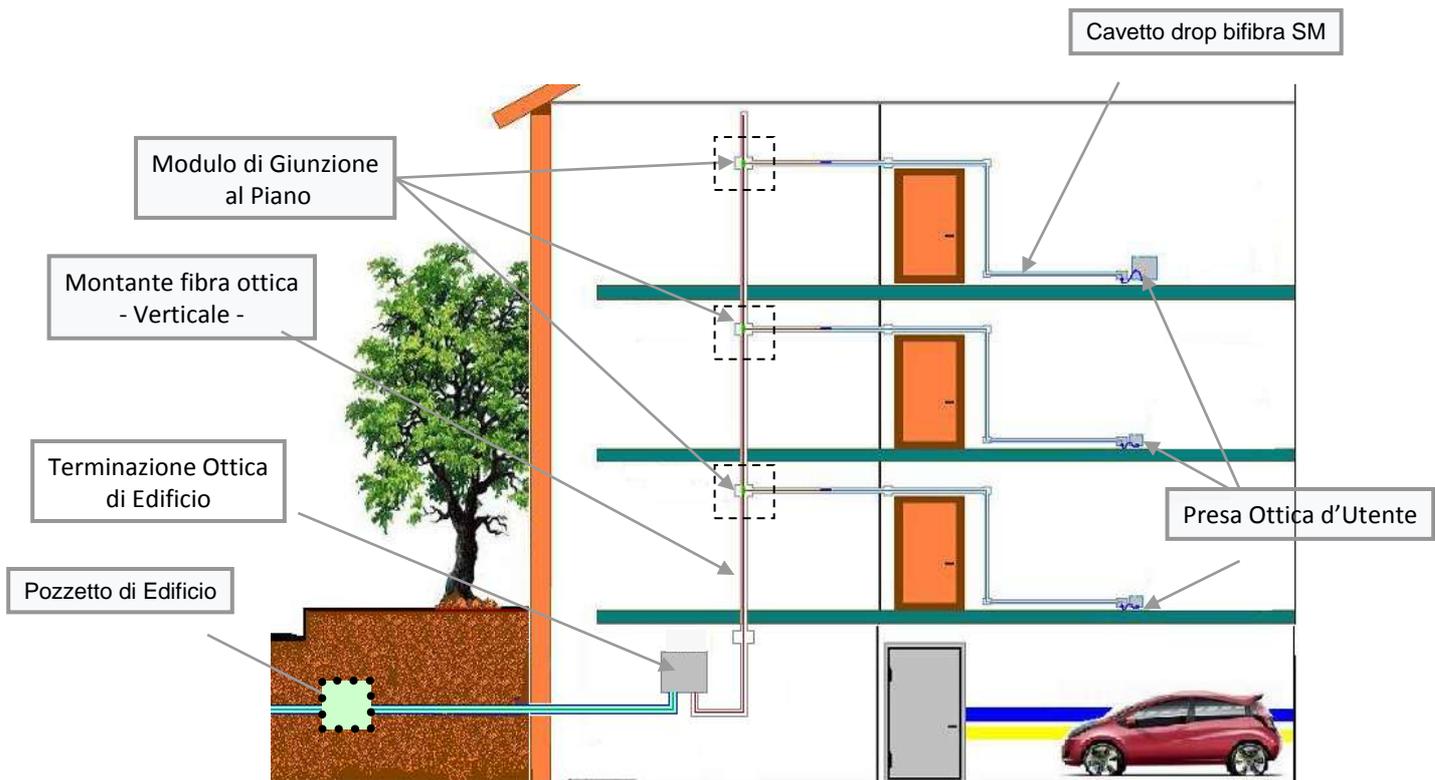


Fig. 1: Schema funzionale

1 Realizzazione delle infrastrutture per il collegamento tra la rete pubblica e il TOE

L'infrastruttura consiste nel tratto di tubazione che a partire dal PDE, generalmente posto sulla pubblica via, raggiunge il punto interno all'edificio destinato ad ospitare il TOE.

In figura 2 è riportata una rappresentazione schematica.

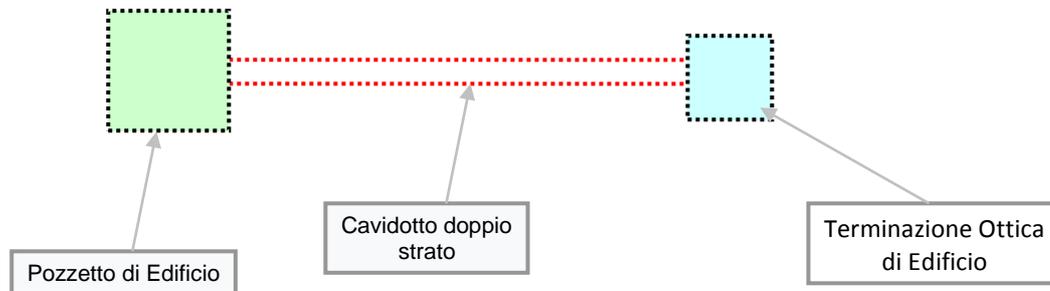


Fig. 2: Infrastruttura orizzontale

Per ogni edificio sarà quindi realizzato:

- almeno un pozzetto di edificio;
- almeno un cavidotto doppio strato.

1.1 Pozzetto di edificio

In tutti i tipi di infrastruttura per la posa di cavi ottici, occorre prevedere dei pozzetti di edificio per la realizzazione di diramazioni dei cavi ottici provenienti dal proprietario della infrastruttura (rete pubblica); questo permette di facilitare la posa dei cavi in caso di cambi di direzione e/o di quota e consente un tempestivo ed agevole intervento di manutenzione.

I pozzetti impiegati devono essere di tipo monolitico in calcestruzzo; devono essere installati in modo tale che il chiusino risulti a livello con la quota stradale.

I pozzetti devono avere dimensioni di almeno 40x40x44 cm con chiusini D400 (secondo la UNI EN 124); prevedere una base in calcestruzzo di almeno 10 cm .

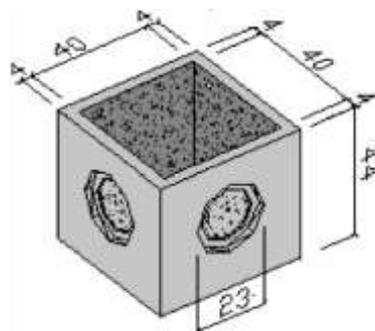


Fig. 3: Pozzetti in calcestruzzo

I chiusini dovranno essere adatti a sopportare carichi stradali di prima categoria; sarà ammesso l'uso di chiusini a riempire nel caso di contesto con pavimentazioni pregiate.

La pavimentazione soprastante la copertura dei chiusini a riempire dovrà essere uguale a quella del suolo pubblico circostante.

Le giunzioni tubo-pozzetto dovranno essere eseguite con calcestruzzo.

Prevedere la messa a terra delle parti metalliche secondo le normative vigenti.

1.2 Cavidotto doppio strato

Per raccordare il PDE con il TOE e permettere la futura posa del cavo in F.O., a cura del proprietario della infrastruttura della rete pubblica, sarà prevista la posa di un cavidotto doppio strato.

Tale cavidotto dovrà essere dotato sulla superficie interna di rigature longitudinali equidistanti, aventi lo scopo di agevolare la posa del cavo F.O. o di eventuali sottotubazioni, in modo da ridurre la superficie di contatto e di conseguenza gli attriti.

All'interno di ciascun cavidotto dovrà essere posizionato un cordino di materiale dielettrico per facilitare l'inserimento di una fune per il tiro del cavo e/o eventuali sottotubazioni.

La sezione dovrà essere non inferiore a 63 mm con raggio di curvatura pari almeno a 15 volte il diametro esterno.

La resistenza allo schiacciamento deve essere maggiore o uguale a 450 N con deformazione diametro esterno pari al 5% secondo la normativa CEI EN 50086-2-4/A1 (CEI 23-46; V1).

Il cavidotto dovrà presentare un andamento il più possibile lineare e collocato ad una profondità idonea tale da garantire i raggi di curvatura minimi; per diminuire le sollecitazioni meccaniche dovrà essere posto uno strato di sabbia silicea sulla quale apporre nastri di segnalazione "*Presenza fibra ottica*".

Il cavidotto dovrà sporgere di circa 5 cm sia all'interno del PDE sia all'interno del TOE.

2 Localizzazione e dimensionamento del TOE

Il TOE, box di giunzione e terminazione delle fibre ottiche, di norma sarà posizionato ai piani inferiori del fabbricato (piano terra o interrato) preferibilmente in corrispondenza dell'area di ubicazione dei contatori elettrici. Tale box, indipendentemente dalle dimensioni, non necessita di alcuna alimentazione elettrica e, non essendo alimentato, non procura né subisce alcun tipo di interferenza elettromagnetica.

Particolare cura e attenzione andrà posta nella progettazione e nella realizzazione del percorso delle tubazioni che dalla montante fibra ottica verticale e dal PDE conducono al TOE, in quanto il cavo in fibra ottica non consente l'effettuazione di cambi di direzione puntuali, necessitando invece di curve ad ampio raggio secondo le normative ITU-T G657 A.

Dal punto di vista esecutivo risulta invece fondamentale che la tubazione afferente al TOE dal PDE sia continua e perfettamente sigillata; tale precauzione al fine di evitare l'ingresso di piccoli roditori che possono compromettere l'integrità dei cavi in fibra ottica.

2.1 Definizione TOE

La Terminazione Ottica di Edificio (TOE) rappresenta il punto in cui vengono terminate le fibre destinate all'utente e le fibre provenienti dal proprietario della infrastruttura della rete pubblica in F.O..

Il TOE sarà costituito da un contenitore, metallico o plastico, da posare direttamente a parete tramite tasselli o incassato a muro; dovrà essere idoneo sia alla posa interna all'edificio che alla posa esterna. Il contenitore dovrà avere un grado di protezione IP 53 per posa interna e IP 56 per posa esterna secondo la Norma CEI EN 60529 ed avrà inoltre un grado IK 10 (protezione contro impatti meccanici) in accordo alla norma CEI EN 62262.

Il TOE presenterà:

- un imbocco circolare di diametro idoneo a contenere il cavidotto doppio strato (proveniente dal PDE);
- un imbocco circolare idoneo a contenere il tubo in PVC (proveniente dalla montante verticale di edificio);
- un imbocco circolare per l'ingresso del cavo di terra.

Prevedere l'utilizzo di raccordi idonei fra cavidotto/corrugato e box nel caso in cui il TOE sia fissato a parete.

Il convogliamento delle fibre nei percorsi interni al TOE dovrà risultare opportunamente guidato e protetto; il raggio minimo di curvatura dovrà risultare come indicato nella normativa ITU-T 657 A.

L'apertura dello sportello del contenitore dovrà permettere facile accesso a tutti i cablaggi ottici durante i normali interventi di installazione, manutenzione e riconfigurazione della rete. Eventuali interventi per ampliamento e/o manutenzione sul pacchetto moduli di giunzione non dovranno compromettere il valore dell'attenuazione delle fibre in esercizio, al fine di scongiurare eventuali disservizi. Lo sportello dovrà essere dotato di una serratura e di una targhetta informativa a fondo giallo di segnalazione presenza laser (secondo la normativa CEI EN 60825-2) come riportato in figura 4.



Fig.4: Targhetta informativa

Il TOE dovrà essere composto da:

- Zona 1: gestione fibra cavo ottico montante verticale.
- Zona 2: gestione fibra cavo ottico proveniente dal proprietario della infrastruttura (rete pubblica).
- Zona 3: connessione delle fibre ottiche.

Nella zona 1 le fibre ottiche saranno alloggiare, vincolate e protette dopo aver eseguito la giunzione con il metodo della fusione ad arco e allineamento sul core fra il cavo della montante verticale ed il pigtail di tipo LC/APC. Prevedere uno o più moduli da utilizzare per le fibre ottiche, denominate di scorta, che proseguiranno verso i MGP.

La zona 2 sarà utilizzata successivamente per la terminazione del cavo ottico proveniente dal proprietario della infrastruttura (rete pubblica) ed il pigtail di tipo LC/APC (non oggetto di tale linea guida).

Nella zona 3 dovranno essere presenti un certo numero di manicotti di connessione per fibra SM di tipo LC duplex di colore verde RAL 6018 .

Al fine di assicurare una protezione ai giunti, questi ultimi dovranno essere protetti tramite:

- un tubetto esterno termorestringente;
- un adesivo che fonde a temperature relativamente basse per incapsulare il giunto;
- un cilindretto di acciaio inossidabile (per fibre singole) per garantire i necessari allineamento e rigidità.

2.2 Potenzialità TOE

Per un corretto dimensionamento del TOE, seguire, per gli edifici adibiti ad uso abitativo, le indicazioni riportate in tabella 1, per gli edifici adibiti ad uso non abitativo, le indicazioni riportate in tabella 2.

Numero Unità Immobiliari (UI)	Potenzialità TOE	
	Pigtail	Manicotto di connessione
Da 1 fino a 4	4	4
Da 5 fino a 8	8	8
Da 9 fino a 12	12	12
Da 13 fino a 24	24	24

Tab. 1: Edificio adibito ad uso abitativo

Tipologia	Potenzialità TOE	
	Pigtail	Manicotto di connessione
Destinazione commerciale	4	4
Destinazione Uffici e studi tecnici	4	4
Destinazione Banche	4	4
Destinazione produttive e artigianali	4	4
Destinazione ricettiva (B&B, Residence, Hotel, ecc.)	4	4
Destinazione Uffici aperti al pubblico di particolare rilievo e dimensione (Tribunale, Questura, INPS, ANAS, ecc)	12	12
Destinazione uffici della Pubblica Amministrazione ed Enti Pubblici	12	12

Tab. 2: Edificio adibito ad uso non abitativo

Per edifici in cui sono presenti sia UI sia attività commerciali o studi tecnici, combinare in maniera opportuna le due tabelle.

Esempio

Un edificio composto da piano terra, piano primo e piano secondo.

Piano terra composto da:

- N. 2 UI, n.2 studio tecnico.

Piano primo composto da:

- N. 3 UI, n.1 studio tecnico.

Secondo piano composto da:

- N.4 UI

Il TOE sarà dimensionato nella seguente maniera:

- Pigtail in un numero pari a 24.
- Manicotto di connessione in un numero pari a 24.

2.3 Dimensioni TOE

Le dimensioni dello spazio da riservarsi per l'installazione del TOE sono definite secondo tabella determinata in funzione del numero delle unità immobiliari riferite ad uno stesso vano scale (o alle montanti) che si diramano dal TOE.

Potenzialità TOE	Dimensioni minime nette dei TOE: Terminazione Ottica di Edificio		
	H (cm)	L (cm)	P(cm)
4	40	40	20
12	40	40	20
24	50	40	20
48	50	40	20

Si suggerisce in ogni caso di riservare uno spazio non inferiore alla dimensione di H= 100cm x L= 70cm x P= 30cm.

3 Montante Fibra Ottica Verticale

L'architettura della rete può assumere connotazioni geometriche diverse sia in funzione della configurazione dell'edificio sia in funzione della tipologia delle diverse utenze.

Dal punto di vista concettuale lo schema di distribuzione della fibra ottica all'interno dell'edificio prevede sempre delle montanti verticali che, partendo dal TOE posto alla base del fabbricato, raggiungono i diversi piani con un collegamento verticale.

Tali montanti ai piani intercettano il Modulo di Giunzione al Piano (MGP) dalle quali si diramano le tubazioni che conducono alla Presa Ottica d'Utente (POU) posta all'interno di ciascuna unità immobiliare.

La montante verticale in fibra ottica dovrà essere composto da:

- Tubo corrugato in PVC autoestinguente (CEI EN 61386-1 (CEI 23-80)) di diametro di almeno 32 mm che dal TOE sale lungo la montante fino all'ultimo piano dell'edificio.
- Fibra ottica tipo ITU-T G657 A1 con guaina esterna di tipo LSZH che collega il TOE con i vari MGP.

Ogni cavo dovrà essere contraddistinto da una sigla di identificazione prevista dalle vigenti norme CEI UNEL 36011.

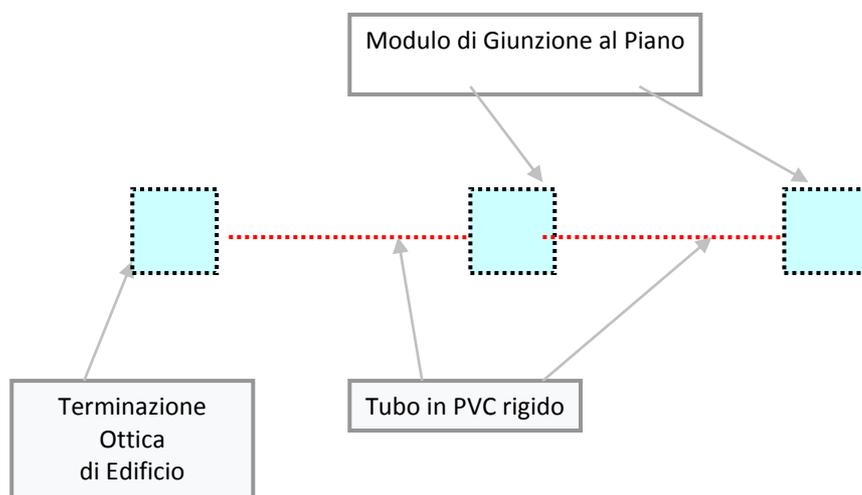


Fig. 5: Collegamento della TOE al MGP

Particolare attenzione va prestata nella posa del tubo PVC: bisogna assicurarsi che i percorsi siano quanto più lineari con raggio di curvatura minimo pari a 15 volte il diametro.

3.1 Dimensionamento cavo in fibra ottica

Per il corretto dimensionamento del cavo in fibra ottica, seguire, per gli edifici adibiti ad uso abitativo, le indicazioni riportate in tabella 3, per gli edifici adibiti ad uso non abitativo, le indicazioni riportate in tabella 4.

Numero Unità Immobiliari (UI)	Potenzialità cavo (numero di fibre ottiche)
Da 1 fino a 4	8
Da 5 fino a 8	16
Da 9 fino a 12	24
Da 13 fino a 24	48

Tab. 3: dimensionamento cavo in F.O. in caso di edificio adibito ad uso abitativo

Tipologia	Potenzialità cavo (numero di fibre ottiche)
Destinazione commerciale	8
Destinazione Uffici e studi tecnici	8
Destinazione Banche	8
Destinazione produttive e artigianali	8
Destinazione ricettiva (B&B, Residence, Hotel, ecc.)	8
Destinazione Uffici aperti al pubblico di particolare rilievo e dimensione (Tribunale, Questura, INPS, ANAS, ecc)	24
Destinazione uffici della Pubblica Amministrazione ed Enti Pubblici	24

Tab. 4: dimensionamento cavo in F.O. in caso di edificio adibito ad uso non abitativo

Esempio

Un edificio composto da piano terra, piano primo e piano secondo.

Piano terra composto da:

- N. 2 U.I. , n.2 studio tecnico.

Piano primo composto da:

- N. 3 U.I., n.1 studio tecnico.

Secondo piano composto da:

- N.4 U.I.

Il cavo in fibra ottica dovrà avere una potenzialità pari a:

- Cavo a 48 fibre ottiche.

3.2 Modulo di Giunzione al Piano (MGP)

Nel cablaggio ottico di un edificio, con unità immobiliare distribuite su più piani, il nodo cruciale è il punto presente ad ogni piano dell'edificio, nel quale le fibre estratte dal cavo multifibra della montante verticale devono essere giuntate con il cavetto drop bifibra SM proveniente dalla POU.

Le singole fibre ottiche dovranno essere alloggiare nei moduli di giunzione posizionati all'interno del MGP in modo tale da garantire il rispetto del raggio minimo di curvatura di 15 mm (secondo quanto previsto nella Raccomandazione ITU G.657A per le fibre a bassa sensibilità alla curvatura) per la gestione di scorte di fibra ottica al piano.

Al fine di assicurare una protezione dei giunti questi ultimi dovranno essere protetti tramite:

- un tubetto esterno termorestringente;

- un adesivo che fonde a temperature relativamente basse per incapsulare il giunto;
- un cilindretto di acciaio inossidabile (per fibre singole) per garantire i necessari allineamento e rigidità.



Fig. 5: Modulo di giunzione

Il MGP dovrà essere composto da:

- Scatola di derivazione da incasso con misure minime (BxHxP) 250x170x70 mm.
- Pacchetto modulo di giunzione tipo Tyco Fist-SA2-8SC-S.
- Piastra di separazione e supporto (in modo da garantire che la base del pacchetto modulo formi un angolo di 45° rispetto alla base superiore della scatola di derivazione).

Il MGP dovrà avere dimensioni interne in modo da garantire la gestione del cavo in fibra ottica.

La piastra di separazione dovrà prevedere un sistema di fissaggio del cavo ottico proveniente dalla montante verticale e del cavetto drop bifibra SM proveniente dalle POU in modo tale da sopportare una forza di trazione di 20N.

Tutte le fibre non utilizzate al piano asservito dal MGP dovranno essere parcheggiate all'interno di un modulo di giunzione rispettando i raggi di curvatura come riportato nella ITU-T G657A.

Tutte le fibre giuntate dovranno essere protette per tutta la lunghezza mediante un tubetto protettivo che dovrà avere un diametro esterno di 5 mm, mentre il diametro interno e la superficie interna dovranno garantire un basso livello di attrito, favorendo l'inserimento del bundle di fibre al suo interno.

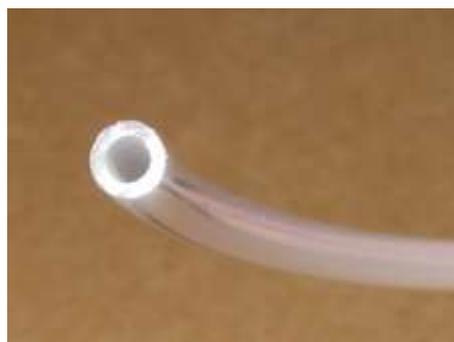


Fig. 6: Tubetto protettivo multifibra

4 Presa Ottica di Utente (POU)

La presa ottica di utente (ubicata all'interno dell'unità immobiliare) verrà installata a parete in una scatola da incasso elettrica (tipo 503).

La localizzazione di tale scatola può risultare piuttosto importante, in quanto costituisce il punto di consegna standard per la fibra ottica e può talvolta arrivare a compromettere l'aspetto estetico o la funzionalità del luogo in cui viene installato (si consiglia l'installazione in prossimità della prese principale della rete in rame).

La presa ottica di utente dovrà garantire:

- connettori ottici di tipo SC/PC;
- spazio necessario per avvolgere la ricchezza di fibra dell'ultima tratta orizzontale, necessaria per agevolare le operazioni di giunzione.

Dovrà avere dimensioni HxWxD pari a 80x80x20 mm e garantire raggio di curvatura di diametro 15 mm (secondo la ITU-T G.657 A).

Per asservire la POU, dal MGP dovranno essere realizzate:

- Tubo corrugato in PVC autoestinguente (CEI EN 61386-1 (CEI 23-80)) di diametro di almeno 32 mm che dal MGP giunge fino alla POU.
- Cavetto drop bifibra SM rispettante le normative ITU-T G657 A1 con guaina esterna di tipo LSZH che collega il MGP con i vari POU.

Ogni cavo sarà contraddistinto da una sigla di identificazione prevista dalle vigenti norme CEI UNEL 36011.

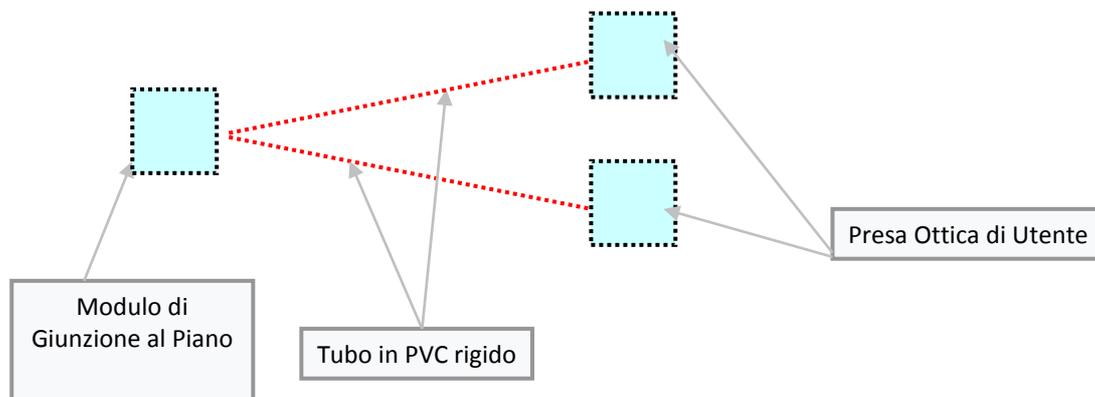


Fig. 7: Collegamento della MGP alla POU

5 Documentazione finale

La Ditta Appaltatrice deve, a fine lavori, consegnare documentazione completa di collaudo e AS-Built finale dell'impianto a corredo di quanto altro necessita per dare il lavoro a perfetta regola d'arte.

5.1 Documentazione di collaudo

Di seguito si forniscono le prescrizioni inerenti le misure di collaudo mirate alla verifica della perfetta esecuzione dei lavori.

Si riporta un elenco con la tipologia dei principali strumenti ed accessori di cui la Ditta Appaltatrice dei lavori dovrà disporre per l'esecuzione delle misure richieste in fase di collaudo.

- OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) con modulo monomodale alle lunghezze d'onda di 1310nm (seconda finestra) e 1550nm (terza finestra).
- Power Meter con TX monomodale alle lunghezze d'onda di 1310nm (seconda finestra) e 1550nm (terza finestra).
- Bobina di lancio con lunghezza $\geq 1.000\text{m}$.
- Kit di pulizia connettori.
- Microscopio da campo 400X.

Al termine della posa, dell'attestazione e terminazione di ogni segmento di cavo ottico, la Ditta Appaltatrice dovrà provvedere alla certificazione del 100% delle fibre ottiche di ogni cavo.

La certificazione consiste nell'effettuare, per ogni fibra del cavo e per ogni finestra di riferimento (II e III), le seguenti misure:

- Diagramma della potenza retrodiffusa.
- Lunghezza Ottica del collegamento.
- Attenuazione dei giunti.
- Attenuazione reale delle fibre misurata con lo strumento Power Meter.

Attenuazione totale della sezione

La misura, eseguita con la tecnica di retrodiffusione, verrà effettuata alle lunghezze d'onda di 1310 nm e di 1550 nm, attraverso l'utilizzo di un OTDR.

La misura della attenuazione verrà condotta tra il connettore del POU e il connettore del TOE. Tra il POE e l'OTDR verrà interposta la bobina di lancio, così come sul connettore del TOE.

In figura 8 viene riportato lo schema funzionale.



Fig. 8: Schema funzionale misura attenuazione con OTDR

La verifica dell'attenuazione sarà eseguita con il metodo dei due punti (TPA).

Mediante tale misura deve essere verificato che l'attenuazione totale non sia maggiore dell'attenuazione calcolata secondo i seguenti limiti previsti:

$$A_{max} [dB] = (A * L) + (N_{gs} * 0,07) + (N_t * 0,50)$$

dove:

A = attenuazione massima per chilometro (dB/km) vale 0.20 dB/km a 1550 nm, 0.35 dB/km a 1310 nm;

L = lunghezza ottica in km;

N_{gs} = numero di giunzioni in successione;

N_t = numero terminazioni (sempre uguale a 2).

Misura di lunghezza ottica della sezione

La misura verrà effettuata con la tecnica riflettometrica monodirezionale mediante l'utilizzo di un riflettometro (OTDR); il risultato della misura, corredato della copia del diagramma riflettometrico, verrà riportato nei modelli di registrazione.

Diagramma della potenza retrodiffusa

La misura verrà effettuata con la tecnica riflettometrica monodirezionale alla lunghezza d'onda di 1310 nm e di 1550 nm mediante l'utilizzo di un riflettometro (OTDR); nei modelli di registrazione verranno riportate copie dei diagrammi riflettometrici relativi.

5.2 As-Built finale dell'impianto

Il presente paragrafo ha l'obiettivo di descrivere la documentazione che la Ditta Appaltatrice deve produrre alla Committente a fine lavori .

- Documentazione As-Built in formato CAD della infrastruttura civile.
- Documentazione As-Built in formato CAD della infrastruttura ottica (cavi) posata.
- Schema dei collegamenti in formato CAD, comprensivo delle lunghezze ottiche.
- Schema di giunzione in formato CAD dell'infrastruttura ottica.
- Corrispondenza univoca tra posizione fibra ottica sul TOE e unità immobiliare.

As Built dell'infrastruttura civile

La documentazione di As-Built dell'infrastruttura civile da produrre consiste in una serie di planimetrie e sezioni, in formato CAD, con evidenziate:

- Il percorso di posa delle tubazioni con particolari e sezioni.
- La tipologia e il numero delle tubazioni installate.
- La tipologia dei pozzetti installati e il loro posizionamento lungo il tracciato di posa.
- Particolari costruttivi delle infrastrutture utilizzate, quali cavidotto doppio strato (rappresentando la sezione dello stesso) e i pozzetti (rappresentando schematicamente gli elementi di base e di soprizzo, l'anello porta chiusino e il chiusino stesso, evidenziando le dimensioni perimetrali dello stesso e il materiale di cui è composto).

As Built dell'infrastruttura ottica

La documentazione di As-Built dell'infrastruttura ottica da produrre consiste in una serie di planimetrie, in formato CAD, con evidenziate:

- Percorso di posa dei cavi, indicando la tipologia, la potenzialità e la lunghezza civile, con particolari relativi al percorso all'interno dell'edificio.
- L'occupazione dei cavi all'interno delle infrastrutture utilizzate.

Schema dei collegamenti

Si dovrà produrre uno schema dei collegamenti, in formato CAD. In particolare lo schema dovrà contenere le seguenti informazioni:

- Capacità dei cavi e relativo impiego.
- Tipologia dei moduli di giunzione.
- Lunghezze ottiche parziali tra due giunti contigui dello schema.

Schema di giunzione

Si dovrà produrre uno schema di giunzione, in formato CAD. Lo schema dovrà essere redatto secondo le seguenti linee guida:

- Rappresentazione unifilare del 100% delle fibre ottiche.
- Rappresentazione distinta tra giunzione e terminazione.
- Numerazione del 100% dei giunti e delle terminazioni esistenti, in maniera progressiva e univoca, coincidente con la numerazione adottata in campo.

Lo schema dovrà avere dimensioni standard adeguate (es A4, A3, A2, A1 o A0) per consentire la leggibilità di tutti i dati contenuti.

Corrispondenza fibra ottica unita immobiliare

Si dovrà produrre un documento tale da identificare in maniera univoca la corrispondenza numero fibra ottica con unità immobiliare.

Per identificare in maniera univoca l'unità immobiliare all'interno dell'edificio, verrà utilizzato il seguente standard:

- XX (numero di edificio: presente se al TOE confluiscono più edifici – due caratteri numerici) YY (numero del piano – due caratteri numerici) ZZ (numero dell'appartamento: partendo dal pianerottolo arrivo scale, il primo appartamento a sinistra sarà il numero 1 proseguendo la numerazione in senso orario – due caratteri numerici) TT (Fibra Working o Fibra Protection – un carattere alfanumerico).

Il posizionamento delle fibre all'interno dei moduli di giunzione deve avvenire in moda tale che la UI con numerazione più bassa corrisponda al primo modulo di giunzione. Il primo modulo di giunzione corrisponde al primo guardando dall'alto.

Esempio: un Edificio composto da 3 piani con 2 unità immobiliari per piano per un totale di 6 appartamenti. Il cavo sarà con potenzialità 16 f.o.; in tabella 5 viene riportata la corrispondenza f.o. unità immobiliare.

Numero di fibra ottica	Unità immobiliare	Corrispondenza f.o. <-> U.I.	Note
1	Piano Terra, U.I. a sx	00-01-W	Fibra Working
2	Piano Terra, U.I. a sx	00-01-P	Fibra Protection
3	Piano Terra, U.I. a dx	00-02-W	Fibra Working
4	Piano Terra, U.I. a dx	00-02-P	Fibra Protection
5	Piano Primo, U.I. a sx	01-01-W	Fibra Working
6	Piano Primo, U.I. a sx	01-01-P	Fibra Protection
7	Piano Primo, U.I. a dx	01-02-W	Fibra Working
8	Piano Primo, U.I. a dx	01-02-P	Fibra Protection
9	Piano Secondo, U.I. a sx	02-01-W	Fibra Working
10	Piano Secondo, U.I. a sx	02-01-P	Fibra Protection
11	Piano Secondo, U.I. a dx	02-02-W	Fibra Working
12	Piano Secondo, U.I. a dx	02-02-P	Fibra Protection
13	-	-	Scorta
14	-	-	Scorta
15	-	-	Scorta
16	-	-	Scorta

Tab. 5: Corrispondenza f.o. UI

In questo caso l'UI 00-01-W sarà giuntata con la fibra n.1 del cavo ottico della montante verticale e posizionata, sia su MGP che su TOE, sul modulo di giunzione posto più in alto.

Per l'identificazione delle fibre del cavo seguire quanto riportato in tabella 6.

Fibra n°	Colore
1	Rosso
2	Verde
3	Giallo
4	Marrone
5	Blu
6	Viola
7	Nero
8	Rosa
9	Arancio
10	Turchese
11	Bianco
12	Grigio

Tab. 6: Corrispondenza colorazione f.o.

Per l'identificazione dei tubetti all'interno del cavo in f.o. seguire quanto riportato in tabella 7.

Tubetto pilota	Tubetto direzionale	Altri tubetti	Riempitivi
Marrone	Blu	Bianco o giallo	Bianco

Tab. 7: Corrispondenza colorazione tubetti cavo ottico

Allegato A: Elenco Prezzi Unitari

Si riporta in allegato l'Elenco Prezzi unitario.



Esempio

Un edificio composto da piano terra, piano primo e piano secondo.

Piano terra composto da:

- N. 2 U.I. , n.2 studio tecnico.

Piano primo composto da:

- N. 3 U.I., n.1 studio tecnico.

Secondo piano composto da:

- N.4 U.I.

Il TOE sarà dimensionato nella seguente maniera:

- Pigtail in un numero pari a 24.
- Manicotto di connessione in un numero pari a 24.

Il cavo in fibra ottica dovrà avere una potenzialità pari a:

- Cavo a 48 fibre ottiche.

Supponendo che il TOE disti dal pozzetto di edificio di 10 metri e che il pozzetto di edificio venga posto a 3 metri dall'edificio, il computo metrico è il seguente.

Nr.	TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	U.M.	Quantità	I M P O R T I	
					Unitario [€]	Totale [€]
1	FOE_1	Scavo sez.0,8x0,4m su strada con ripristino	m.	3,00	30,25	90,75
2	FOE_5	Pozzetto 60x60 con chiusino ghisa	cad.	1,00	228,00	228,00
3	FOE_6	Cavidotto stradale 63 mm	m.	10,00	4,10	41,00
4	FOE_8.d	Terminazione Ottica di Edificio (TOE) - Potenzialità TOE: 24 pigtail	cad.	1,00	996,00	996,00
5	FOE_9	Modulo di Giunzione al Piano (MGP)	cad.	3,00	107,20	321,60
6	FOE_10	Presca Ottica di Utente (POU)	cad.	21,00	125,00	2625,00

7	FOE_11.d	Montante Fibra Ottica - Potenzialità cavo: 48 fo	m.	10,00	7,30	73,30	
8	FOE_12	Cavetto Bifibra	m.	150,00	3,25	487,50	
9	FOE_13.a	Tubo corrugato PVC - diametro: 32mm	m.	150,00	2,15	322,50	
10	FOE_13.b	Tubo corrugato PVC - diametro: 50mm	m.	10,00	2,25	22,50	
11	FOE_14	Giunzione a fusione	cad.	63,00	17,25	1.086,75	
12	FOE_15	Certificazione e collaudo dell'impianto	cad.	21,00	23,20	487,20	
					TOTALE euro [€]		6.781,80

Andando a distribuire i carichi tra le parti comuni e le singole unità immobiliari, si ottiene il seguente prospetto.

	Prezzo [€]	Incidenza su totale
Quota Parti Comuni	1.772,85	26,14 %
Quota n. 12 Unità Immobiliari	5.008,95	73,86 %
Quota Singola Unità Immobiliari	417,41	6,15 %