

Progetto

C. 1228

Data Scadenza Inchiesta

18-03-2019

Data Pubblicazione

2019-01

Classificazione

306-2

Titolo

Guida al cablaggio per le comunicazioni elettroniche negli edifici residenziali

Title



CEI COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO

AEIT FEDERAZIONE ITALIANA DI ELETTROTECHNICA, ELETTRONICA, AUTOMAZIONE, INFORMATICA E TELECOMUNICAZIONI

CNR CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

SOMMARIO

Introduzione	3
1 Scopo	4
2 Riferimenti normativi e legislativi.....	5
3 Definizioni	11
4 Acronimi.....	12
5 Applicazioni supportate.....	13
5.1 Generalità	13
5.2 Fonia.....	18
5.3 Distribuzione audio/video.....	20
5.4 Trasmissione dati (Internet)	21
5.5 Tecnologie alternative al cablaggio strutturato.....	21
5.6 Sviluppi futuri	23
6 Struttura del cablaggio domestico	23
6.1 Generalità sulle reti di comunicazioni elettroniche	23
6.2 Reti di accesso.....	24
6.3 Cablaggio orizzontale	27
6.4 Reti Wireless	33
6.5 Impianti TV in fibra ottica	39
7 Infrastrutture di edificio	43
7.1 Generalità	43
7.2 Infrastruttura fisica multiservizio passiva ed accessi negli edifici nuovi o in ristrutturazione	43
7.3 Infrastrutture negli edifici esistenti.....	67
8 Impianti di edificio	68
8.1 Generalità	68
8.2 Impianti ottici negli edifici di nuova costruzione	68
8.3 Impianti ottici in edifici esistenti.....	83
8.4 Impianto in rame.....	84
9 Installazione degli impianti.....	87
9.1 Generalità	87
9.2 Quadri e scatole di derivazione	88
9.3 Condutture	88
9.4 Posa dei cavi.....	89
9.5 Prese	90
9.6 Misure di protezione da contatti diretti ed indiretti.....	98
9.7 Misure di protezione contro gli incendi	100
9.8 Misure di protezione contro le radiazioni ottiche	100
9.9 EMC.....	100
9.10 Gruppi di continuità (UPS)	100
10 Verifica dell'impianto	100
10.1 Generalità	100
10.2 Cablaggio in rame: esame a vista	101
10.3 Cablaggio in rame: controllo elettrico statico	101
10.4 Cablaggio in rame: verifica dei parametri di trasmissione.....	102

10.5 Cablaggio in fibra ottica: esame a vista	105
10.6 Cablaggio in fibra ottica: controllo continuità ottica	106
10.7 Cablaggio in fibra ottica: verifica dei parametri di trasmissione	106
Appendice A Requisiti minimi per l'attribuzione dell'etichetta volontaria "edificio predisposto alla banda ultra-larga" secondo art. 135 bis DPR 380/01	113
Appendice B	118
BIBLIOGRAFIA	126

INTRODUZIONE

L'obiettivo della presente Guida è quello di permettere, a chi progetta, costruisce e cabla edifici residenziali, di applicare nel modo più razionale e corretto una molteplicità di norme sul tema del cablaggio per impianti di comunicazione nell'ambito degli edifici residenziali.

Le Guide CEI 64-100 danno le raccomandazioni per la predisposizione delle infrastrutture di supporto in modo da individuare, già in fase di progetto, gli spazi necessari alla posa del cablaggio per le esigenze di connettività attuali ed adattabili per evoluzioni future.

Questa guida si propone quindi di fornire tutte le indicazioni per sviluppare al meglio il progetto del sistema di cablaggio sia in edifici dotati di infrastrutture ottimali sia in edifici esistenti dove è necessario trovare un compromesso tecnico-economico.

La guida si rivolge ai progettisti, agli installatori ed agli utilizzatori finali degli impianti di comunicazione come supporto per le scelte da operare.

L'applicazione della guida favorisce inoltre la penetrazione dei nuovi servizi di comunicazioni, spingendo alla realizzazione di edifici pre-cablati.

La guida si applica ad unità immobiliari (appartamenti, case singole, a schiera) isolate o parte di complessi residenziali.

Gli ambienti destinati ad attività professionali, anche se molto piccoli, hanno la necessità di utilizzare applicazioni più evolute. La tecnica di progetto per questi sistemi può richiedere dei requisiti addizionali riportati nella normativa specifica (ad esempio EN 50173-2). Tuttavia, l'approccio utilizzato dalle Guide CEI 64-100 e CEI 306-2 può essere di supporto anche per questo tipo di impianti.

La guida tratta anche del progetto di sistemi wireless che, nel caso generale, costituiscono una importante integrazione ad un sistema base, nonché una ragionevole alternativa nel caso di carenza infrastrutturale. I sistemi wireless permettono l'uso di terminali mobili, funzionalità molto richiesta dall'utenza.

Vale la pena di sottolineare, infine, che gli impianti di comunicazione rientrano nella definizione di "impianti radiotelevisivi ed elettronici" ai sensi dell'art. 2, comma 1, lettera f) del DM 37/08 in quanto costituiti da "componenti impiantistiche necessarie alla trasmissione ed alla ricezione dei segnali e dei dati"; gli impianti di comunicazione ricadono quindi nel campo di applicazione del DM 37/08 e sono soggetti agli relativi obblighi. Devono essere osservate inoltre le prescrizioni del D.Lgs. 259/2003 (Codice delle comunicazioni elettroniche) che definisce le caratteristiche che questi impianti devono avere affinché possano garantire i "diritti inderogabili di libertà delle persone nell'uso dei mezzi di comunicazione elettronica".

1 Scopo

Lo scopo della presente Guida è quello di fornire le raccomandazioni per la progettazione, la realizzazione e la verifica di impianti di comunicazioni elettroniche (dati, fonia, video) e la relativa infrastruttura fisica multiservizio passiva, a partire dal punto di consegna della fornitura (si veda art.1 comma 1 DM 37/08 (67)) in unità immobiliari ad uso residenziale (si veda definizione al par. 3) in conformità alle norme tecniche applicabili, ed alle disposizioni legislative correnti.

Nell'annesso A è presente una lista di riscontro contenente i requisiti minimi per poter dichiarare l'edificio predisposto per la banda ultra-larga (si veda art. 135 bis DPR 380/01 (64))

Sono esclusi dal presente documento:

- le infrastrutture e gli impianti elettrici, per i quali il riferimento Normativo è costituito dalla Norma CEI 64-8 (10) (Impianti elettrici utilizzatori in bassa tensione) e Guide correlate (ad esempio CEI 64-53(46))
- le infrastrutture e gli impianti per l'Automazione integrata dei servizi di edificio (Domotica), per i quali il riferimento Normativo è costituito dalle Norme della serie CEI EN 50491 e Guida CEI 205-14 (6)
- le infrastrutture fisiche per gli impianti di comunicazione elettronica non pertinenti all'edificio

Al cap. 2 sono riportati gli elenchi delle:

- Norme tecniche (Tab: 1)
 - Leggi e decreti aggiornati al 2018 (Tab.2)
- di riferimento.

2 Riferimenti normativi e legislativi

Tabella 1 – Riferimenti normativi

Rif.	Pubblicazione	Anno	Titolo	Rif. CEI
(1)	CEI 64-100/1	2006	Edilizia residenziale - Guida per la predisposizione delle infrastrutture per gli impianti elettrici, elettronici e per le comunicazioni - Parte 1: Montanti degli edifici	64-100/1
(2)	CEI 64-100/2	2009	Edilizia residenziale – Guida per la predisposizione delle infrastrutture per gli impianti elettrici, elettronici e per le comunicazioni – Parte 2: Unità immobiliari (appartamenti)	64-100/2
(3)	CEI 64-100/3	2011	Edilizia Residenziale – Guida per la predisposizione delle infrastrutture per gli impianti elettrici, elettronici e per le comunicazioni – Parte 3: case unifamiliari, case a schiera ed in complessi immobiliari (residence)	64-100/3
(4)	CEI 306-10	2006	Sistemi di cablaggio strutturato – Guida alla realizzazione e alle Norme tecniche	306-10
(5)	CEI 100-7	2016	Guida per l'applicazione delle norme sugli impianti per segnali televisivi, sonori e servizi interattivi	100-7
(6)	CEI 205-14	2009	Guida alla progettazione, installazione e collaudo degli impianti HBES	205-14
(7)	CEI 46-136 + V1	2004 2017	Guida alle Norme per la scelta e la posa dei cavi per impianti di comunicazione	46-136
(8)	EN 50173-1	2011	Tecnologia dell'informazione - Sistemi di cablaggio strutturato – Parte 1: Requisiti generali	306-6
(9)	EN 50173-4	2007	Tecnologia dell'informazione - Sistemi di cablaggio strutturato – Parte 4: Abitazioni	306-15
(10)	CEI 64-8	Serie	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua	64-8
(11)	CEI 64-8/4	–	Parte 4 Prescrizioni per la sicurezza	64-8/4
(12)	CEI 64-8/5	–	Parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici	64-8/5
(13)	CEI 64-8/6	–	Parte 6: Verifiche	64-8/6
(14)	CEI 64-8/7	–	Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari	64-8/7
(15)	EN 50174-2	2009	Tecnologia dell'informazione - Installazione del cablaggio – Parte 2: Pianificazione e criteri di installazione all'interno degli edifici	306-5

Rif.	Pubblicazione	Anno	Titolo	Rif. CEI
(16)	EN 50288-2-1	2013	Cavi metallici a elementi multipli utilizzati nei sistemi di comunicazione e controllo di tipo analogico e digitale – Parte 2-1: Specifica settoriale per cavi schermati caratterizzati fino a 100 MHz - Cavi per cablaggio di piano e per dorsale di edificio	46-80
(17)	EN 50288-3-1	2013	Cavi metallici a elementi multipli utilizzati nei sistemi di comunicazione e controllo di tipo analogico e digitale – Parte 3-1: Specifica settoriale per cavi non schermati caratterizzati fino a 100 MHz - Cavi per cablaggio di piano e per dorsale di edificio	46-87
(18)	EN 50288-6-1	–	Cavi metallici a elementi multipli utilizzati nei sistemi di comunicazione e controllo di tipo analogico e digitale-Parte 6-1: Specifica settoriale per cavi non schermati caratterizzati fino a 250 MHz - Cavi per cablaggio di piano e per dorsale di edificio	46-133
(19)	EN 50288-5-1	–	Cavi metallici a elementi multipli utilizzati nei sistemi di comunicazione e controllo di tipo analogico e digitale - Parte 5-1: Specifica settoriale per cavi schermati caratterizzati fino a 250 MHz - Cavi per cablaggio di piano e per dorsale di edificio	46-131
(20)	EN 50288-10-1	–	Cavi metallici a elementi multipli utilizzati nei sistemi di comunicazione e controllo di tipo analogico e digitale- Parte 10: Specifica settoriale per cavi schermati caratterizzati fino a 500 MHz - Cavi per cablaggio di piano e per dorsale di edificio	46-184
(21)	EN 50288-11-1	–	Cavi metallici a elementi multipli utilizzati nei sistemi di comunicazione e controllo di tipo analogico e digitale-Parte 11: Specifica settoriale per cavi non schermati, caratterizzati fino a 500 MHz - Cavi per cablaggio di piano e per dorsale di edificio	46-185
(22)	EN 50288-4-1	–	Cavi metallici a elementi multipli utilizzati nei sistemi di comunicazione e controllo di tipo analogico e digitale- Parte 4-1: Specifica settoriale per cavi schermati caratterizzati fino a 600 MHz - Cavi per cablaggio di piano e per dorsale di edificio	46-89
(23)	EN 50288-9-1	–	Cavi metallici a elementi multipli utilizzati nei sistemi di comunicazione e controllo di tipo analogico e digitale- Parte 9-1: Specifica settoriale per cavi schermati caratterizzati fino a 1 000 MHz - Cavi per cablaggio di piano e per dorsale di edificio	46-183
(24)	CEI EN 60793-2	2011	Fibre ottiche - Parte 2: Specifiche di prodotto - Generalità	86-241

Rif.	Pubblicazione	Anno	Titolo	Rif. CEI
(25)	EN 60793-2-50	–	Fibre ottiche - Parte 2-50: Specifiche di prodotto - Specifica settoriale per fibre monomodo di classe B	86-248
(26)	EN 60793-2-10	–	Fibre ottiche – Parte 2-10: Specifiche di prodotto - Specifica settoriale per le fibre multimodali di categoria A1 (Multimodali)	86-247
(27)	IEC 60728-11	2005	Impianti di distribuzione via cavo per segnali televisivi, sonori e servizi interattivi – Parte 11: Sicurezza	100-126
(28)	EN 61935-1	2009	Specifiche delle prove relative al cablaggio bilanciato e coassiale per la tecnologia dell'informazione – Parte 1: Cablaggio bilanciato installato conforme alla serie EN 50173	46-104
(29)	EN 50310	2010	Applicazione della connessione equipotenziale e della messa a terra in edifici contenenti apparecchiature per la tecnologia dell'informazione	306-4
(30)	EN 62305	Serie	Protezione delle strutture contro i fulmini	
(31)	IEC 61169-2	2007	Connettori per radiofrequenza	46-124
(32)	IEC 61169-24	2009	Connettori per radiofrequenza – Parte 24: Specifica settoriale - Connettori coassiali per radiofrequenza con accoppiamento a vite, da utilizzarsi tipicamente nei sistemi via cavo 75 Ohm (Tipo F)	46-125
(33)	CEI-UNEL 36762	2012	Identificazioni e prove da utilizzare per cavi per sistemi di categoria 0 in relazione alla coesistenza in condutture contenenti cavi per sistemi di I categoria	CEI-UNEL 46
(34)	CEI 81-8	2002	Guida d'applicazione all'utilizzo di limitatori di sovratensioni sugli impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione (annulata)	81-8
(35)	EN 60825-2	2004	Sicurezza degli apparecchi laser –Parte 2: Sicurezza dei sistemi di telecomunicazione a fibre ottiche (OFCS)	76-4
(36)	CEI 100-140	–	“Guida per la scelta e l'installazione dei sostegni d'antenna per la ricezione televisiva”.	100-140
(37)	EN 50411-3-4	–	Fibre organisers and closures to be used in optical fibre communication systems - Product specifications - Part 3-4: Fibre management systems, wall box for splice to patchcord connections, for category C and A	
(38)	EN 50411-3-5	–	Specifiche di prodotto di schede di giunzione e muffole da utilizzare nei sistemi di comunicazioni in fibra ottica Parte 3-5: Prese ottiche da muro	86-452

Rif.	Pubblicazione	Anno	Titolo	Rif. CEI
(39)	EN 50411-3-8	–	Specifiche di prodotto di schede di giunzione e muffole da utilizzare nei sistemi di comunicazioni in fibra ottica Parte 3-8: Sistema di gestione fibre, scatola per apparato terminale di tipo 1 per categoria C	86-457
(40)	EN 50377-17-1	–	Connettori e componenti di interconnessione per sistemi di comunicazione in fibra ottica - Specifiche di prodotto Parte 17-1: Connettori simplex tipo FPFT (Factory Polished Field Terminated), terminati in fabbrica su fibre monomodali di categoria B1.3 e montati in campo su fibre monomodali di categoria B1.3, B6a_1 o B6a_2 conformi alla IEC 60793-2-50 , per Categoria C	86-386
(41)	EN 50377-17-2	–	Connettori e componenti di interconnessione per sistemi di comunicazione in fibra ottica - Specifiche di prodotto Parte 17-2: Connettori a una via tipo FPFT pre-assemblati in fabbrica con fibre conformi alla EN 60793-2-50 di categoria B1.3 e montati in campo su cavetti tight rivestiti contenenti fibre monomodo (con MFD ristretto) conformi alla IEC 60793-2-50 di categoria B1.3 o B6a1 o B6a2, per Categoria C	86-442
(42)	ITU-T G.657	–	Characteristics of a bending loss insensitive single mode optical fibre and cable for the access network”)	***
(43)	EN 50377-4-2	–	Connector sets and interconnect components to be used in optical fibre communication systems - Product specifications - Part 4-2: Type SC/APC simplex 8° terminated on IEC 60793-2-50 of types B1.1 and B1.3 singlemode fibre, with full zirconia ferrule category U	–
(44)	EN 60794-3	–	Optical fibre cables - Part 3: Sectional specification - Outdoor cables	–
(45)	61753-031-2	–	Fibre optic interconnecting devices and passive components - Performance standard - Part 031-2: Non-connectorized single-mode 1×N and 2×N non-wavelength-selective branching devices for Category C - Controlled environment	–
(46)	CEI 64-53	–	Edilizia ad uso residenziale e terziario Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici Criteri particolari per edifici ad uso prevalentemente residenziale	64-53
(47)	CEI UNEL 35016	–	Classe di Reazione al fuoco dei cavi in relazione al Regolamento EU “Prodotti da Costruzione” (305/2011)	20

Rif.	Pubblicazione	Anno	Titolo	Rif. CEI
(48)	CEI 64-50	–	Edilizia ad uso residenziale e terziario Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione delle infrastrutture per gli impianti di comunicazioni e impianti elettronici negli edifici Criteri generali	64-50
(49)	IEC 60728-101	–	Cable networks for television signals, sound signals and interactive services - Part 101: System performance of forward paths loaded with digital channels only	–
(50)	EN 50491-6-1	–	Requisiti generali per i sistemi elettronici per la casa e l'edificio (HBES) e sistemi di automazione e controllo di edifici (BACS) Parte 6-1: Impianti HBES - Installazione e Pianificazione	205-27
(51)	EN 50173-99-2	–	Tecnologia dell'informazione - Implementazione delle applicazioni BCT mediante cablaggio realizzato secondo la EN 50173-4	306-19
(52)	EN 50173-6	–	Tecnologia dell'informazione - Sistemi di cablaggio strutturato Parte 6: Servizi distribuiti agli edifici	306-23
(53)	EN 60794-2-20	–	Cavi in fibra ottica Part 2-20: Cavi per interni - Specifica di famiglia per cavi ottici multifibra	86-167
(54)	IEC 62627-01	–	Fibre optic interconnecting devices and passive components - Part 01: Fibre optic connector cleaning methods	–
(55)	ITU-T L.160	–		–
(56)	IEC 62368-1	–	Apparecchiature audio/video, per la tecnologia dell'informazione e delle comunicazioni Parte 1: Requisiti di sicurezza	108-11
(57)	ISO/IEC 14763-3	–	Information technology - Implementation and operation of customer premises cabling - Part 3: Testing of optical fibre cabling	–
(58)	CEI 64-8/3	–	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e a 1 500 V in corrente continua- Parte 3: Caratteristiche generali	–
(59)	IEC 61280-4-2	–	Procedure di prova per sottosistemi di telecomunicazioni in fibra ottica – Parte 4-2: Impianti in cavo installati - Misura di attenuazione e di perdita ottica di ritorno per fibre ottiche monomodali	86-123
(60)	IEC 61300-3-4	–	Dispositivi di interconnessione e componenti passivi per fibre ottiche - Procedure di prova e di misura fondamentali Parte 3-4: Esami e misure - Attenuazione	86-99
(61)	IEC 62316	–	Guidance for the interpretation of OTDR backscattering traces for single-mode fibres	–

Tabella 2 – Riferimenti legislativi

<u>Rif.</u>	<u>Titolo</u>
	Direttiva 2014/61- 15/05/14 “recante misure volte a ridurre i costi dell'installazione di reti di comunicazione elettronica ad alta velocità”
	Legge 164 11 novembre 2014 “Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, recante misure urgenti per l'apertura dei cantieri, la realizzazione delle opere pubbliche, la digitalizzazione del Paese, la semplificazione burocratica, l'emergenza del dissesto idrogeologico e per la ripresa delle attività produttive”
	D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 e succ. mod. ed integr. “Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia”
	Decreto Legislativo 15/02/ 2016 n. 33: “Attuazione della direttiva 2014/61/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 15 maggio 2014, recante misure volte a ridurre i costi dell'installazione di reti di comunicazione elettronica ad alta velocità”
	Disposizioni urgenti per l'Agenda digitale italiana e le start up innovative e ulteriori disposizioni per la crescita e lo sviluppo del Paese
	DM 37/08 Regolamento concernente l'attuazione dell'art. 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n.248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attivita' di installazione degli impianti all'interno degli edifici
	DM 22/01/2013 Regole tecniche relative agli impianti condominiali centralizzati d'antenna riceventi dal servizio di radiodiffusione
	COM (2010)245: « COMUNICAZIONE DELLA COMMISSIONE AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSIGLIO, AL COMITATO ECONOMICO E SOCIALE EUROPEO E AL COMITATO DELLE REGIONI Un'agenda digitale europea»
	Legge 166/2002 «Disposizioni in materia di infrastrutture e trasporti»
	Decreto 259/2003 «codice delle comunicazioni elettroniche»
	Legge 112/2004 «Norme di principio in materia di assetto del sistema radiotelevisivo e della RAI-Radiotelevisione italiana Spa, nonché delega al Governo per l'emanazione del testo unico della radiotelevisione”
	Legge 249/1997: “Istituzione dell'Autorità per le garanzie nelle comunicazioni e norme sui sistemi delle telecomunicazioni e radiotelevisivo”
	AGCOM delibera 33/18/CONS “CONSULTAZIONE PUBBLICA IN MERITO ALLA DEFINIZIONE DELLE CARATTERISTICHE TECNICHE E DELLE CORRISPONDENTI DENOMINAZIONI DELLE DIVERSE TIPOLOGIE DI INFRASTRUTTURA FISICA UTILIZZATE PER L'EROGAZIONE DEI SERVIZI DI TELEFONIA, RETI TELEVISIVE E COMUNICAZIONI ELETTRONICHE, AI SENSI DELL'ART. 19 QUINQUIESDECIES DEL DECRETO LEGGE 16 OTTOBRE”
	D.P.G.R.Toscana 18 dicembre 2013, n. 75/R)

3 Definizioni

Di seguito si riportano le definizioni utilizzate nella presente Guida.

3.1

Access Point (AP)

Dispositivo che permette la connessione di terminali mobili al sistema di cablaggio per mezzo di una rete wireless.

3.2

Area Connection Point (ACP)

Ripartitore di zona, distributore nel quale il cablaggio dell'area di copertura HBES è collegato al cablaggio di alimentazione di zona, definito in EN 50173-4 (9).

3.3

Punto presa TV

Scatola con almeno 1 presa TV (può essere di tipo doppio TV/SAT). Denominata «Broadcast Outlet» (BO) in EN 50173-1 (8).

3.4

Punto presa TL

Scatola con almeno 1 presa RJ45. Denominata «Telecommunication Outlet» (TO) in EN 50173-1 (8).

3.5

Punto presa MM

Scatola con almeno 1 presa TV e 1 RJ45. Denominata «Multiple Access Terminal Outlet» (MATO) in EN 50173-4(9).

3.6

Punto presa predisposto

Scatola vuota per installare un punto presa MM, TL o TV/SAT. Denominato SU in CEI 64-100/2 (2)

3.7

Qualità del servizio (QoS)

parametro (o insieme di parametri) che permette(ono) di valutare il livello di qualità di un servizio distribuito su una rete (per esempio LAN o Internet).

3.8

Qualità dell'esperienza (QoE)

parametro (o insieme di parametri) che permette(ono) di esprimere una valutazione soggettiva della qualità percepita dall'utente finale di un servizio distribuito su una rete (per esempio LAN o Internet).

NOTA La valutazione può comprendere anche aspetti complementari quali: chiarezza delle informazioni, assistenza post vendita ecc....

3.9

Terminazione di rete TLC (BEC)

L'elemento della rete di accesso che realizza la connessione tra le infrastrutture appartenenti all'operatore della rete di accesso e l'impianto di distribuzione nell'unità abitativa. La terminazione di rete può essere passiva o attiva. Corrispondente alla «Building Entrance Facility» definita in EN 50173-1(8). Corrisponde al ROE (Ripartitore Ottico di Edificio)

3.10

xDSL (Digital Subscriber Line)

Famiglia di tecnologie che consente la trasmissione digitale di dati attraverso il cavo telefonico. La banda del canale in ricezione e in trasmissione (downlink e uplink) è compresa fra qualche decina di kbit/s e parecchie decine di Mbit/s. La banda può essere simmetrica o asimmetrica.

3.11

Unità immobiliare (ad uso residenziale)

Ambiente abitativo costituito da uno o più vani e uno o più locali accessori (corridoi, bagni, sgabuzzini). L'unità immobiliare può essere un appartamento, una casa singola, a schiera.

4 Acronimi

ACP:	Area Connection Point EN 50173-1 (8)
AP:	Access Point
BEF:	Building Entrance Facility EN 50173-1 (8) – Terminazione di rete TLC (par.3).
BER:	Bit Error Rate
BR	Blue Ray
BCT (8,9):	Sottosistema di cablaggio per applicazioni “broadcast”, le più comuni DVB-T, S, C (servizio televisivo terrestre, satellitare...)
CSOE	Centro Servizi Ottico di Edificio
DBS:	Direct Broadcasting Satellite
DC-HSPA	Dual Carrier High Speed Packed Access
DECT	Digital Enhanced Cordless Telecommunication
DVB-T	Digital Video Broadcasting-Terrestrial
DVB-S	Digital Video Broadcasting-Satellite
EDGE	Enhanced Data rates for GSM Evolution
EPON	Ethernet Passive Optical Network
EMC	Electromagnetic Compatibility
EVDSL	Enhanced Very high bit rate Digital Subscriber Line
FSS:	Fixed Satellite Service
FTTB	Fiber To The Building
FTTCab,	Fiber To The Cabinet
FTTdP	Fiber To The Distribution Point
FTTH	Fiber To The Home
FXS	Foreign Exchange Station
GPON	Gigabit Passive Optical Network
GPRS	General Packed Radio Service
HBES	Home and Building Automation System
HSPA	High Speed Packed Access
HSDPA	High Speed Downlink Packed Access
HSUPA	High Speed Uplink Packet Access
ICT:	Sottosistema di cablaggio per applicazioni “IT, Information Technologies”, le più comuni Ethernet.
IP	Internet Protocol (standard per trasmissione su reti LAN)
IPTV	TV (distribuita) su (rete) IP
LAN	Local Area Network
LTE	Long Term Evolution

LTE-a	Long Term Evolution Advanced
MM:	Multimediale - riferito a prese e punti presa
MPEG2	Motion Picture Expert Group 2
MPEG4	Motion Picture Expert Group 4
NAS	Network Attached Storage
NGAN	Next Generation Access Network
NG-PON2	Next Generation Passive Optical Network 2
PSTN	Public Switched Telephone Network, rete telefonica generale.
QDSA:	Quadro distributore dei segnali di appartamento
QDSZ:	Quadro distributore dei segnali di zona
QoS	Quality of Service, Qualità del servizio
QoE	Quality of Experience (da parte del cliente).
ROE	Ripartitore Ottico di edificio
SAT	Satellitare (TV)
SMS (radiodiffusione satellitare):	Satellite Multi Service.
STOA	Scatola di Terminazione Ottica di appartamento
STOM	Scatola di Terminazione Ottica di Montante
TL:	Presa Comunicazione (RJ45)
TV:	Televisione – riferito a prese e punti presa
UMTS	Universal Mobile Telecommunication System
UPS	Uninterruptable Power Source (gruppo di continuità)
VoIP	Voice Over IP – servizio di fonia su IP
xDSL:	Digital Subscriber Line
XG-PON	10 Gigabit-capable Passive Optical Network
XGS-PON	10 Gigabit capable Symmetrical Passive Optical Network
VDSL	Very high bit rate Digital Subscriber Line
VDSL2	Very high bit rate Digital Subscriber Line 2
VLAN	Virtual Local Area Network
WAP	Wireless Access Point

5 Applicazioni supportate

5.1 Generalità

La trasmissione elettronica di informazioni, di qualunque natura e di qualunque contenuto essa sia, presuppone che ci siano almeno tre elementi:

- 1) una sorgente di informazione
- 2) un mezzo di trasmissione
- 3) un utilizzatore.

In questa guida viene trattato l'aspetto trasmissivo allo scopo di garantire la connettività dell'unità immobiliare, ossia lo scambio bi-direzionale di informazione tra sorgente e utilizzatore.

Connettività significa garantire il flusso di informazioni necessari all'esercizio di determinati servizi⁽¹⁾ con una determinata copertura e qualità di servizio (QoS). Quest'ultima è valutabile con parametri quali:

- bit rate
- bit error rate (BER)
- latenza (critica per servizi quali VoIP., Gaming...).

La qualità del servizio percepita dall'utilizzatore viene definita "Quality of Experience" (QoE).

Oltre alla catena degli apparati necessari per il funzionamento dei servizi, è importante utilizzare una rete di distribuzione dedicata come mostrato nella Figura 1.

Il concetto di rete domestica per distribuzione dei dati, non è diverso da tutti gli altri sistemi di distribuzione basati su rete.¹

La rete domestica utilizza mezzi trasmissivi di tipo "cablato" (cavi in rame, fibre ottiche), via radio, o misti (cablato e via radio).

L'insieme dei mezzi che permette la comunicazione bi-direzionale fra sorgenti di informazioni e destinatari costituisce il "canale di comunicazione".

La realizzazione di una rete include anche le regole di progettazione, realizzazione, funzionamento e manutenzione.

Le caratteristiche della rete devono essere adeguate al tipo di servizi che devono essere forniti.

Il cablaggio a supporto di questi impianti deve essere il più possibile di uso generale, cioè non specializzato, ma aperto a un numero crescente di applicazioni.

Per definire le sue caratteristiche è necessario tenere presente le principali applicazioni e servizi presenti (o previsti per il prossimo futuro).

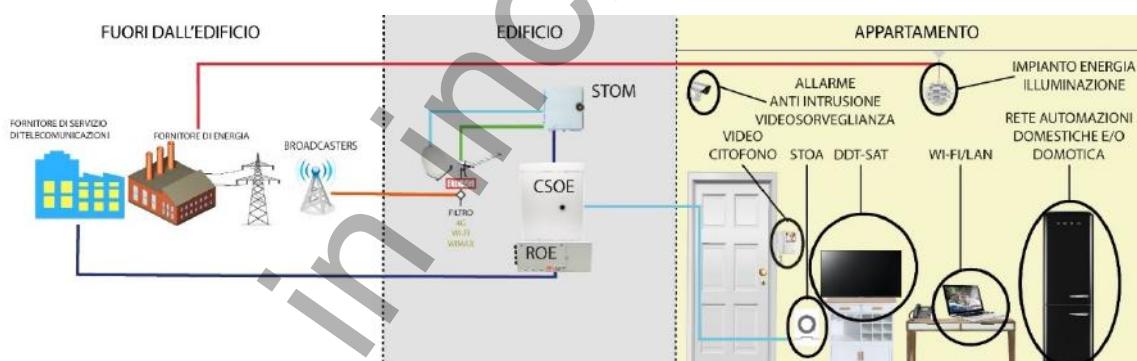


Figura 1 – Applicazioni all'interno dell'appartamento e relative connessioni esterne

La norma EN 50173-1 (8), sui sistemi di cablaggio, classifica queste applicazioni in tre gruppi principali:

- HBES (automazione di edificio, domotica);
- BCT/HEM (multimedia, audio, video...);
- ICT (dati, voce...).

(1) Quando i generatori e/o gli utilizzatori sono più di uno, per vari motivi, non ultimi quelli economici, sarà più conveniente pensare ad un "sistema di distribuzione" della comunicazione piuttosto che ad una trasmissione diretta fra ogni singolo generatore e ogni singolo utilizzatore. Questo semplice concetto di distribuzione è chiamato "rete". È applicabile a tutti i sistemi che mettono a disposizione di uno o più utenti uno o più servizi comuni, come per esempio la rete elettrica, quella idrica o quella telefonica, ma anche i servizi televisivi, ecc.

L'impianto di comunicazioni elettroniche a supporto di queste applicazioni è dunque costituito, nel caso generale, da tre cablaggi complementari dotati di componenti necessari alla trasmissione ed alla ricezione dei segnali TV, telefono e dati.

L'insieme delle applicazioni è elencato di seguito:

Fonia (non solo più tradizionale ma anche VoIP – Voice over Internet Protocol);

Distribuzione audio/video;

Trasmissione dati (internet); in questa categoria possiamo far rientrare anche la distribuzione di contenuti audio/video sia dall'esterno sia all'interno

Applicazioni domotiche ⁽¹⁾: in questo ambito rientrano le applicazioni descritte nella Guida 205-14 (6), qui brevemente richiamate:

- Videocitofonia (possibili connessioni con impianto TV) - con integrazione di comunicazione audio /video, segnalazione, comando su infrastruttura cablata di tipo telefonico;
- Allarme intrusione - L'applicazione "allarme intrusione" è costituita da una serie di sensori che comunicano con continuità con una centrale lo stato dell'area protetta. Sulla base di queste segnalazioni la centrale attiva eventualmente le operazioni di avviso/allarme previste;
- Rilevazione allarmi tecnici (gas, fumo, allagamento...) – Con questa applicazione è possibile monitorare alcune situazioni di potenziale pericolo mediante sensori specifici;
- Avviso di soccorso-teleassistenza – tipicamente basato su linea telefonica (sia fissa sia mobile), prevede l'invio di un allarme al gestore del servizio in caso di necessità tramite telecomando;
- Controllo climatizzazione (riscaldamento/raffrescamento);
- Controllo carichi elettrici;
- Controllo illuminazione;
- Automazione tapparelle, persiane...

Una corretta predisposizione delle infrastrutture consente l'ottimizzazione del cablaggio a supporto delle diverse applicazioni (si veda cap.7) e la loro integrazione.

All'interno dell'appartamento è possibile realizzare delle estensioni della rete cablata che sfruttano la tecnologia wireless mediante l'utilizzo di Access Point per facilitare la connessione di prossimità di dispositivi mobili (Smart phones, tablet, macchine fotografiche, ecc....).

L'estensione radio per le reti basate sui protocolli IEEE802.3 (Ethernet nel linguaggio comune) è la famiglia di standard IEEE802.11 più nota come tecnologia Wi-Fi. L'uso del Wi-Fi in termini di servizi e applicazioni supportate è del tutto paragonabile a quello dell'Ethernet ma con una limitazione della banda e della copertura dipendente dall'ambiente dove l'Access Point è installato. La connessione è influenzata dalla presenza di:

- altri apparati wireless sulla stessa banda,
- arredi,
- persone,
- pareti.

In, Figura 1 sono rappresentate la totalità delle soluzioni applicabili,

(1) In questa Guida ci si occupa solo degli impianti per la distribuzione fonia, audio/video, dati (Internet), mentre si rimanda alla Guida CEI 205-14 (6) per le altre applicazioni.

Le reti di cablaggio domestico di cui sopra, nel caso degli appartamenti, necessitano di una infrastruttura di edificio che consenta di raccordare le reti di servizi di comunicazione esterne con l'appartamento. Nella guida CEI 64-100/1 (1) sono riportate tutte le indicazioni relative ai cavedi per la posa dei montanti, al dimensionamento dei locali tecnici per l'alloggiamento delle apparecchiature di distribuzione (si veda anche par. 7).

Assumendo che tale infrastruttura fisica sia presente nell'edificio, un possibile schema di cablaggio è rappresentato in Figura 2.

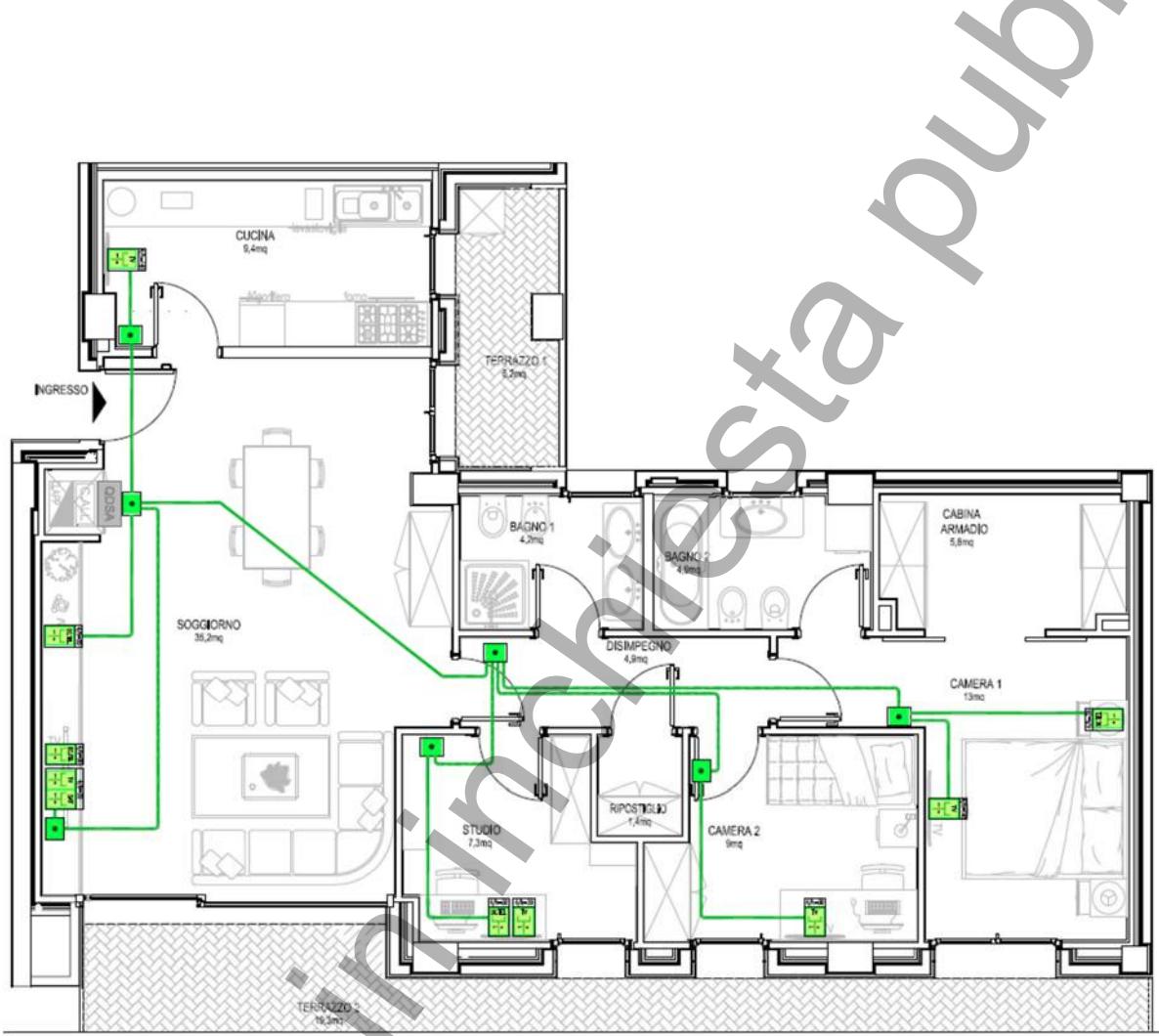
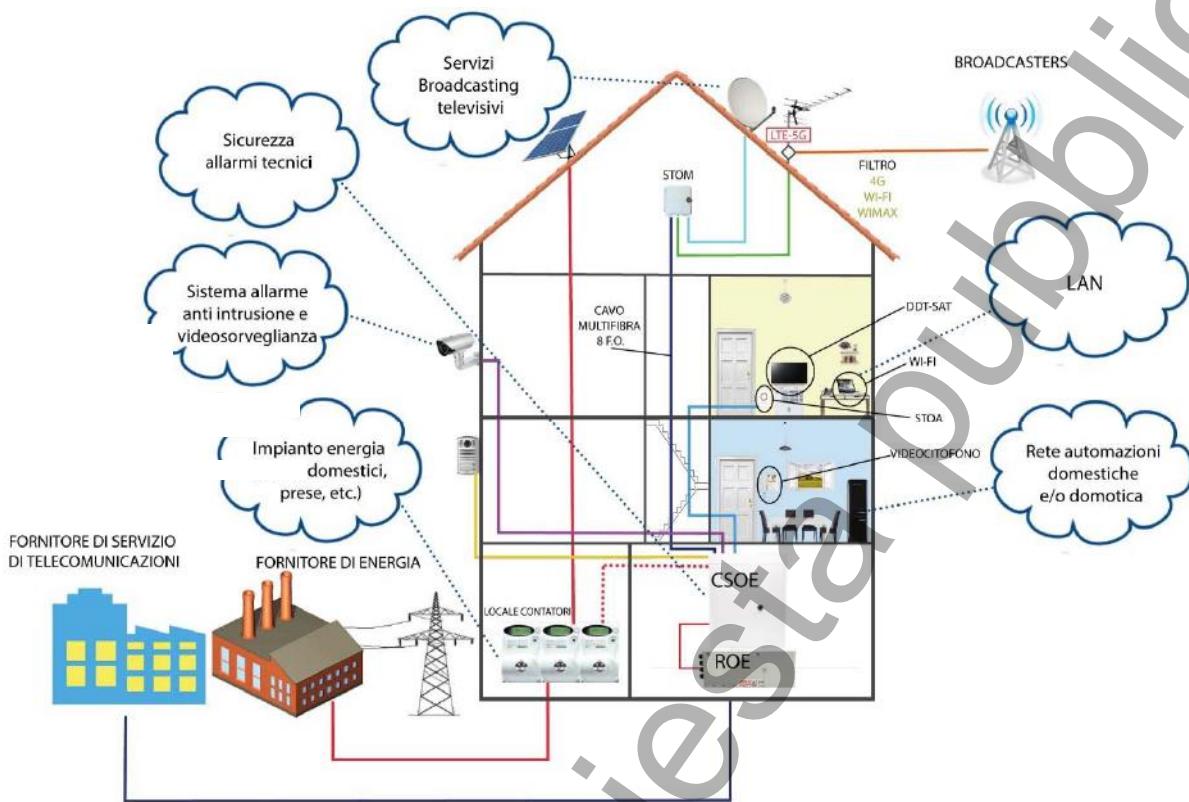


Figura 2 – Esempio 1 : Rete LAN cablata e rete TV

Il cablaggio di edificio comprende un montante dedicato ai servizi provenienti da reti di accesso cablate (fonia, dati, TV via cavo...), "broadcast" (TV terrestre, satellitare...) e wireless (servizi dati, 4G, Wi-Fi, WiMax...). Un locale tecnico alla base dell'edificio è dedicato a ospitare i dispositivi di interfaccia con le reti di accesso cablate; uno spazio sotto tetto alloggia il terminale di testa delle antenne.

I locali tecnici possono avere ubicazioni diverse in funzione della posizione delle antenne e degli ingressi delle reti cablate. In ogni caso devono essere di dimensioni adeguate e facilmente accessibili dalle parti comuni senza creare servitù (si veda CEI 64-100/1 (1)).

In Figura 3 si riporta uno schema di principio dell'impianto all'interno di un edificio residenziale.



Legenda:

LTE-5G: Long Term Evolution (5 generazione)

CSOE: Centro Servizi Ottici di Edificio

ROE: Ripartitore Ottico di Edificio

Nota: Il collegamento tra contatori e CSOE è relativo alla possibilità di scambio di dati tra la rete di comunicazione di edificio e la rete elettrica.

STOA: Scatola Terminale Ottica di Appartamento

DTT/SAT: Digital Terrestrial Television/Satellite

STOM: Scatola Terminale Ottica di Montante

Figura 3 – Impianti di comunicazione di edificio

Si ha inoltre un cablaggio dedicato ai servizi di edificio “locali”, come ad esempio, videocitofonia, videosorveglianza, antintrusione, supervisione ecc.... Questi ultimi si basano su sistemi HBES e sono trattati nella guida CEI 205-14 (6).

Nel caso di edifici pre-esistenti di vecchia costruzione (brownfield) la disponibilità delle infrastrutture di supporto di cui sopra potrebbe essere carente. In particolare, la posa dei cavi bilanciati e/o coassiali potrebbe essere resa difficile dalla mancanza di condutture dedicate e difficoltà nel riutilizzo delle condutture preesistenti caratterizzate da sezioni e percorsi inadeguati alla tipologia di cavo.

In questi casi, se si esclude una ristrutturazione importante dell'immobile, la progettazione dell'impianto di cablaggio dovrà considerare soluzioni alternative, quali:

- Utilizzo di condutture esterne;
- Realizzazione di collegamenti in fibra ottica, che possono agevolmente condividere le condutture dei circuiti di energia;
- Utilizzo di sistemi wireless.

5.2 Fonia

La fonia, ossia la distribuzione del segnale vocale proveniente dalla linea telefonica, è una applicazione del gruppo ICT (si veda par. 5.1) e ne utilizza lo stesso cablaggio.

La linea telefonica su rete commutata pubblica (PSTN) è costituita da una specifica connessione tra utente e centrale telefonica locale che utilizza frequenze comprese tra 300 e 3400 Hz.

Il sistema, basato su indirizzamento numerico, individua la destinazione della chiamata in base alla sequenza dei numeri composti sulla tastiera dell'apparecchio chiamante; un segnale di chiamata (in corrente alternata da 90 V, 20 Hz) viene inviato lungo la linea dalla centrale ed attiva la suoneria dell'apparato ricevente.

La maggior parte dei sistemi PSTN utilizza una connessione analogica tra il singolo telefono e la centrale locale.

A fianco dei tradizionali sistemi PSTN, il trend è sostituire progressivamente questa tecnologia con sistemi Voice over IP (VoIP). In questo caso potrebbe non essere possibile riutilizzare tutti i terminali telefonici⁽¹⁾.

L'impianto di distribuzione del servizio di fonia potrebbe richiedere modifiche per supportare il servizio VoIP.

Nel caso si volesse riutilizzare l'impianto preesistente, sia in caso di rete di accesso in rame FTTx sia in caso di rete di accesso ottica FTTH (si veda par. 5.3), bisogna sezionare galvanicamente l'impianto, utilizzando per esempio una speciale presa, re-iniettando il segnale a valle della prima presa utilizzando una delle porte Foreign Exchange Station (FXS) prima citate come mostrato nella Figura 4.

(1) Non essendo più collegata la linea alla tradizionale centrale telefonica, verrebbe a mancare l'alimentazione ai terminali già presenti a casa dell'utente ma solo dove viene posizionato il modem/router utilizzando le apposite porte FXS.

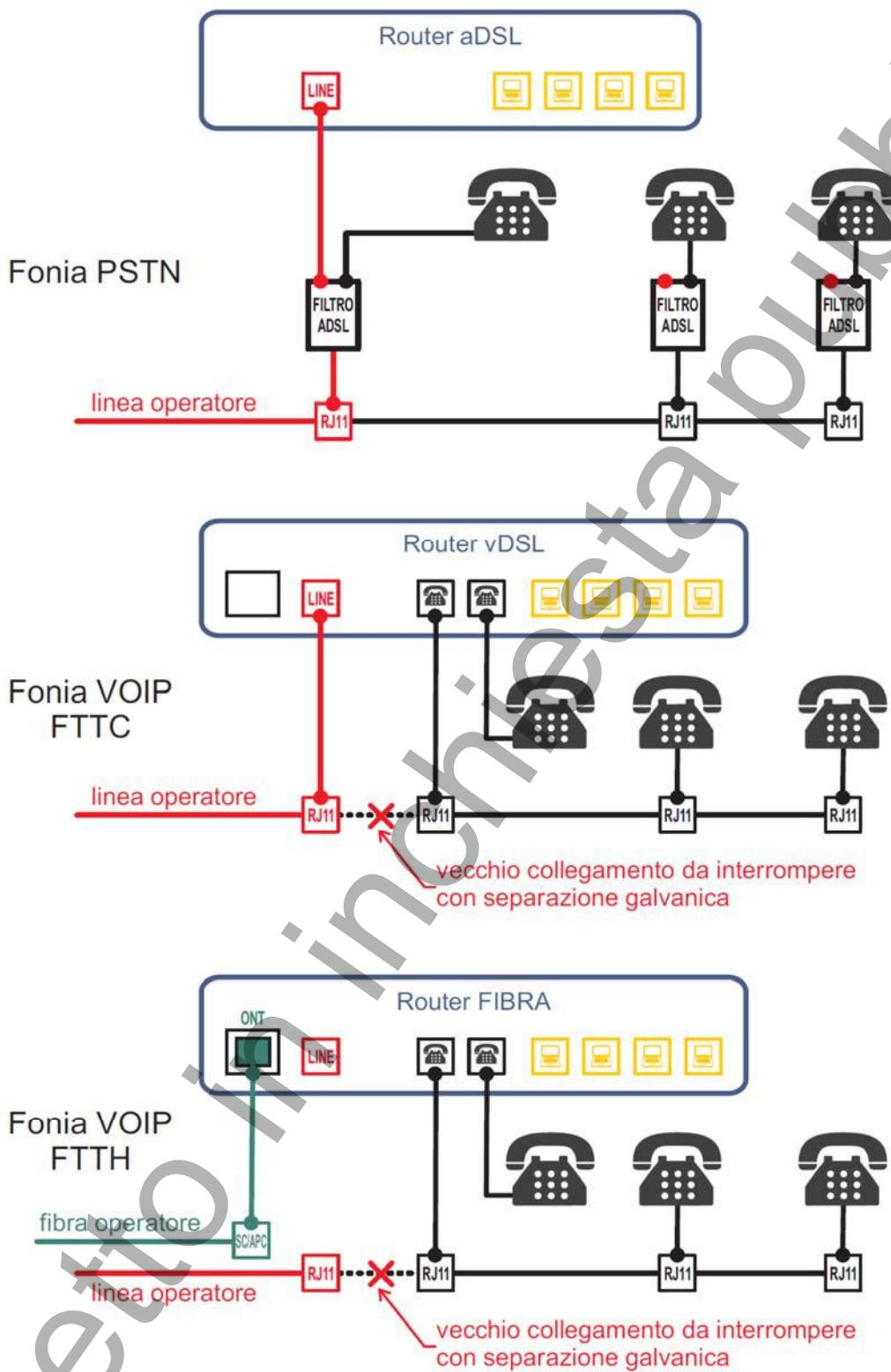


Figura 4 – Schemi di collegamento rete di distribuzione della fonia nei casi di ADSL, VDSL, FTTH

Non essendo più fornita l'alimentazione dei terminali da parte della centrale telefonica, per continuare ad utilizzare il telefono bisogna sempre tenere acceso il modem router. In caso di mancanza di energia a livello domestico, l'uso di un UPS (mini-gruppo di continuità) può garantire l'alimentazione del modem router per continuare a utilizzare il telefono.

Altri punti voce VoIP possono essere utilizzati con la tecnologia DECT.

Nella comunicazione VoIP la comunicazione vocale viene trasformata in digitale tramite codifiche specifiche. I dati, dopo la codifica, vengono incapsulati in un flusso secondo le regole previste dal protocollo IP e trasmessi sulla rete come i normali pacchetti dati che transitano in rete per i servizi Internet rispettando un protocollo di segnalazione IP (SIP) che ricrea le condizioni d'uso di una rete analogica.

5.3 Distribuzione audio/video

La distribuzione audio/video tradizionale è basata sulla diffusione di un segnale in radiofrequenza trasmesso via etere (terrestre, satellitare) o via cavo. In Tabella 3 vengono sintetizzate le caratteristiche relative alla radiodiffusione terrestre e satellitare. Per ulteriori dettagli si veda CEI 100-7 (5).

Tabella 3 – Caratteristiche di trasmissione per radiodiffusione terrestre e satellitare

Radiodiffusione terrestre	
Bande di frequenza	VHF (, Banda III: 174-230 MHz) UHF (Banda IV: 470-582 MHz, Banda V: 582-790 ¹ MHz)
Banda di frequenza richiesta per i componenti della rete di distribuzione nell'impianto d'antenna	5 – 862 MHz: richiesto 5-2150 MHz: consigliato
Canalizzazione	VHF (7 MHz) UHF (8 MHz)
Polarizzazione	Lineare: orizzontale o verticale
Radiodiffusione satellitare	
Bande di frequenza	10,7 – 12,75 GHz (Suddivise in: 10,7-11,7 FSS; 11,7-12,5 DBS; 12,5-12,75 SMS) (Verticale 10,7-12,75) (Orizzontale 10,7-12,75)
Banda di frequenza richiesta per i componenti della rete di distribuzione nell'impianto d'antenna	950 – 2150 ^(**) MHz
Canalizzazione	Canali adiacenti parzialmente sovrapposti, con polarizzazione ortogonale. (La Banda del canale televisivo varia tra i 27 ed i 36 MHz dipendente dai parametri di modulazione).
Polarizzazione	Lineare: orizzontale e verticale

(**) Si evidenzia che dal satellite arrivano due "gruppi" di canali (transponder) con polarità sia Verticale sia Orizzontale, ciascun gruppo occupa uno "spazio" di 2050 MHz (molto più ampio dei 1200 MHz disponibili nella rete di distribuzione) tale condizione impedisce la distribuzione simultanea in un unico cavo coassiale, pertanto è necessario ricorrere a soluzioni elettroniche che, sfruttando la conversione, consentono di ottenere quattro "porzioni". Negli impianti centralizzati, tali porzioni devono essere distribuite contemporaneamente su quattro cavi collegati ad apparati elettronici (multi switch) che consentono all'utente di utilizzare un unico cavo selezionando uno dei quattro gruppi grazie alla combinazione di tensione e impulsi emessi dai ricevitori (13V); (18V); (13+22kHz); (18+22kHz).

La trasmissione dei segnali video in ambito residenziale avviene tramite una rete di distribuzione coassiale, a coppie, o fibra ottica.

Alcune applicazioni di tipo video on-demand o pay per view via etere richiedono un certo livello di interattività da parte dell'utente, e quindi una comunicazione bidirezionale, per l'invio del canale "upstream".

Nel caso di trasmissione video su IP si veda il par.5.4.

I segnali audio/video possono essere anche generati da apparati all'interno dell'abitazione quali ad esempio lettori DVD, o set top box.

5.4 Trasmissione dati (Internet)

La realizzazione di una rete locale (LAN) all'interno dell'appartamento consente di usufruire della condivisione delle risorse presenti negli apparecchi collegati. Offre inoltre maggiori funzionalità.

Le LAN di appartamento, realizzate con tecnologia Ethernet, supportano attualmente (2018) velocità (bit rate) dell'ordine di 1 Gbit/s, con possibili implementazioni fino a 10Gbit/s.

In ambito residenziale è possibile realizzare una rete locale basata su protocollo IP per la comunicazione tra più apparati (es. personal computer, stampanti, Smart TV, sistemi Home theatre, Smart phone, ecc..).

Tale comunicazione necessita di apparati con funzionalità di switching/Routing. Questi apparati sono dotati di interfaccia di connessione a Internet che può essere realizzata tramite tecnologie: xDSL, GPON/EPON (su fibra ottica), UMTS/HSPA(3G), LTE(4G), Wi-Fi, Wimax, SAT, ecc...

Con queste tecnologie è possibile realizzare collegamenti internet a velocità sempre maggiori. Il limite di disponibilità e/o di qualità trasmissiva è costituito dal mezzo trasmissivo della rete di accesso esistente (tipicamente il doppino telefonico). Questo può essere superato con l'utilizzo di portanti fisici quali la fibra ottica o di soluzioni wireless., I servizi di TV trasportati su IP, (IPTV), sono dei servizi Multicast. A differenza dei tipici servizi terrestri o satellitari che sono di tipo broadcast, questi consentono la selezione di un contenuto (Video On Demand) offerto da un operatore mediante un decoder specifico con connessione alle reti di accesso. I contenuti multimediali sono compressi con codifiche diverse (ad esempio MPEG2, MPEG4 o H.26, H.265) per raggiungere un compromesso tra la qualità del video e la banda occupata dallo stesso durante la trasmissione.

5.5 Tecnologie alternative al cablaggio strutturato

Nel caso di edifici esistenti, in cui non sia possibile implementare una rete di cablaggio strutturato, possono essere applicate delle tecnologie di connettività alternative con i seguenti requisiti:

- Prestazioni adeguate in termini di banda, copertura e qualità del servizio (QoS);
- Basso impatto implementativo (dal punto di vista del cliente);
- Massima coesistenza con altre tecnologie e robustezza alle interferenze.

Al momento esistono più tecnologie alternative:

- Power Line;
- Wi-Fi;
- Home PNA;
- POF;
- Riutilizzo del cavo coassiale.

Nelle seguenti Tabella 4, Tabella 5, Tabella 6, Tabella 7 Tabella 8 vengono confrontati i punti di forza e di attenzione per ciascuna di queste tecnologie.

Tabella 4 – Power line

Punti di forza	Punti di attenzione
<ul style="list-style-type: none"> – Non necessita cablaggio specifico – Disponibilità di prese elettriche in tutta la casa – Prestazioni adeguate su clientela ADSL – Semplicità di installazione – Basso costo 	<ul style="list-style-type: none"> – Standard commerciale – Interferenza da/verso apparati elettronici, specialmente alimentatori switching e lampade a basso consumo – Aspetti EMC non ancora completamente coperti dalla normativa – Limitazioni prestazionali dovute alla coesistenza di più impianti nello stesso edificio – Da prevedere l'eventuale inserimento di un filtro per bloccare il segnale all'ingresso dell'appartamento – Potenziali problemi di coesistenza con sistemi VDSL2 (usano le stesse frequenze), nel caso di uso dello stesso condotto di cavi dati,

Tabella 5 – Wi-Fi

Punti di forza	Punti di attenzione
<ul style="list-style-type: none"> – Non necessita cablaggio – Tecnologia ampiamente diffusa – Soluzione a 2,4 GHz ottimale per servizi dati – Servizio IPTV supportabile su canali nella banda 5 GHz 	<ul style="list-style-type: none"> – Costo maggiore rispetto a power line – Interferenze, in particolare nella banda 2,4 GHz – Prestazioni non garantite in tutti gli scenari – Progetto da coordinarsi con le altre installazioni (si veda anche par. 6.3)

Tabella 6 – HomePNA su doppino

Punti di forza	Punti di attenzione
<ul style="list-style-type: none"> – Riutilizzo dell'impianto telefonico come LAN – Prestazioni adeguate ad applicazioni xDSL e IPTV – Migliori prestazioni rispetto a power line – Facilità di installazione per FTTH 	<ul style="list-style-type: none"> – produttore unico di componenti attivi – Necessità di inserire un filtro sulle prese telefoniche per separare il segnale xDSL con quello HomePNA.

Tabella 7 – Fibra Ottica Plastica (POF)

Punti di forza	Punti di attenzione
<ul style="list-style-type: none"> – Prestazioni adeguate ad applicazioni a banda larga (es. IPTV HD) – QoS garantita (mezzo dedicato) – Assenza di problemi di interferenza – Possibilità di utilizzo di infrastrutture esistenti – 	<ul style="list-style-type: none"> – Difficoltà nella realizzazione del cablaggio – Necessità di una coppia di adattatori Ethernet-POF con alimentatore esterno (senza integrazione dell'interfaccia ottica negli apparati) – Costo maggiore rispetto a cablaggio UTP

Tabella 8 – Riutilizzo del cavo coassiale residenziale

Punti di forza	Punti di attenzione
<ul style="list-style-type: none"> – Non necessita di cablaggio aggiuntivo – Soluzione adatta a distribuire IPTV (anche HD) 	<ul style="list-style-type: none"> – Potenziali problemi EMC – Problemi di coesistenza in condomini con impianto di antenna centralizzato. Necessario filtraggio – I modem richiedono alimentazione esterna se non integrati negli apparati attivi – Non sempre fattibile (dipende dalla topologia dell'impianto)

5.6 Sviluppi futuri

Le tecnologie in via di sviluppo rilevanti per l'ambiente residenziale riguardano i sistemi wireless.

- 1) Reti Wi-Fi. Gli standard approvati (2018) sono: IEEE 802.11b, 802.11g, 802.11n e, 802.11ac. La velocità teorica di questo ultimo standard è di 1,3 Gbit/s. È in fase di sviluppo lo standard IEEE 802.11 ax che promette una velocità di collegamento a livello fisico di 10 Gbit/s, garantendo una velocità effettiva di 3,2 Gbit/s.
- 2) Onde millimetriche operanti a 60 GHz. Date le caratteristiche di propagazione di un segnale a 60 GHz, le pareti domestiche e gli ostacoli in genere causano un'elevata attenuazione. Questo può avere il vantaggio di limitare le interferenze (le pareti funzionano come schermo naturale), ma lo svantaggio è che non è possibile avere una copertura totale della casa con un solo trasmettitore. In questo caso si può far riferimento alle specifiche IEEE 802.15.3c e 802.11ad.

6 Struttura del cablaggio domestico

6.1 Generalità sulle reti di comunicazioni elettroniche

L'Agenda Digitale Europea (69) ha definito gli obiettivi per sviluppare l'economia e la cultura digitale in Europa. L'Italia ha elaborato di conseguenza una propria strategia nazionale, individuando priorità e modalità di intervento. Nell'Accordo di Partenariato 2014-2020 la Presidenza del Consiglio insieme al Ministero dello Sviluppo Economico, all'Agenzia per l'Italia Digitale e all'Agenzia per la Coesione hanno predisposto i piani nazionali¹ per il perseguitamento degli obiettivi dell'Agenda Digitale (63).

Le Regioni e lo Stato hanno trovato l'accordo per la banda ultra larga. Il Governo italiano ha recepito la direttiva Europea 2014/61 (62) per la rapida diffusione delle reti di comunicazioni elettroniche ad alta velocità. Gli operatori di rete hanno iniziato a investire in reti NGAN (New Generation Access Network).

La realizzazione di un mercato unico europeo digitale delle comunicazioni elettroniche² è l'obiettivo del nuovo quadro regolamentare, in corso di approvazione, per i piani strategici relativi all'arco temporale che va dal 2020 fino al 2025.

La "Gigabit Society", ovvero la condizione in cui tutti i cittadini avranno la possibilità di fruire di una connettività ad altissima capacità, è un pilastro basilare della strategia europea. Di seguito i tre obiettivi al 2025 in termini di connettività:

- i) rendere disponibili servizi di accesso alla rete Internet ad altissima capacità (downstream/upstream ad 1 Gbit/s) in tutti i luoghi pubblici in tal modo da sviluppare anche la domanda a livello privato
- ii) permettere a tutti i cittadini europei, sia in aree rurali che urbane, l'accesso a Internet tramite connessioni ad almeno 100Mbit/s che possano essere aggiornate sino a 1 Gbit/s,
- iii) garantire lo sviluppo, nelle aree urbane e nelle principali strade, ferrovie e altre vie di comunicazione della connettività 5G per fornire un'infrastruttura adeguata alle applicazioni dell'Iot⁽³⁾

L'accesso ad una connettività ad altissima capacità è di fondamentale importanza per la creazione di un mercato unico digitale (Digital Single market).

(1) «Aggiornamenti relativi ai Piani Nazionali: Banda Ultra Larga» e «Crescita Digitale» sul sito www.agid.gov.it

(2) <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/proposed-directive-establishing-european-electronic-communications-code>.

(3) Allegato B Delibera 33/18/CONS (74) pagina 3 e 4 <https://www.agcom.it/documents/10179/9304077/Allegato+26-2-2018+1519647339206/11c417c2-1675-4dec-8d8e-0b04bc6086ca?version=1.1>.

La Commissione europea, nel riscrivere il codice delle comunicazioni elettroniche, ancora in corso di approvazione, ha notato come le reti devono presentare il requisito di prestazione a larghissima banda in via “simmetrica” ed a “bassa latenza”, caratterizzata da alta affidabilità sia nel downstream che nell’upstream.⁽¹⁾

la Commissione europea per garantire ai cittadini le migliori condizioni possibili di connettività considera le reti ibride fibra / rame sub ottimali come scelta rispetto ad una rete di sola fibra soprattutto per due motivi riportati di seguito:

- Capacità inferiore di raggiungere le velocità dell’ordine del gigabit in upstream e downstream
- Elevato numero di nodi attivi sulla rete per la conversione ottico elettrica con conseguenti funzioni ridondante di switching e routing

Le soluzioni ibride, in aggiunta, raggiungono anche livelli di latenza e resilienza più bassi nonché sono più esposte ai guasti.

6.2 Reti di accesso

La rete di accesso (o di distribuzione) è l’infrastruttura che si sviluppa tra i punti di connessione degli operatori di servizio e gli edifici.

Nella rete di accesso così definita (si veda Figura 5) sono contemplate forme di collegamento sia cablate, sia radio, quali: GSM (900/1800 MHz), UMTS, HSDPA, HSUPA, HSPA, DC-HSPA+ (900/2100 MHz) LTE, LTE-a (800/1800/2600 MHz) 5G (banda da definirsi, oltre 1 GHz), WiMax (3,4/3,5 GHz), Wi-Fi bridge.

L’evoluzione delle tecnologie di accesso fisso è caratterizzata da una progressiva introduzione della fibra ottica verso gli utenti.

Questo obiettivo verrà raggiunto gradualmente, valorizzando il più possibile l’attuale rete di distribuzione in rame, che costituisce ancora un patrimonio strategico per gli operatori del settore.

Tale percorso evolutivo può basarsi su architetture di rete diverse che possono anche essere complementari:

- FTTE (Fiber To The Exchange);
- FTTCab (Fiber To The Cabinet);
- FTTdP (Fiber To The distribution Point);
- FTTH (Fiber To The Home).

L’architettura FTTE è stata adottata nella seconda metà anni ’90. Le lunghe tratte di rete in rame e lo stato della tecnologia (ADSL fino a 20/1 Mbit/s Downstream/Upstream rispettivamente) tuttavia, non consentivano di raggiungere le prestazioni richieste dal mercato.

Le reti FTTH sono state inizialmente introdotte nei primi anni 2000. In questo periodo le implementazioni sono state limitate sul territorio, dati gli elevati costi di realizzazione, ma molto rilevanti in termini di mercato, essendo queste rivolte a un’utenza con particolari esigenze (es. Collegamenti punto-punto dedicati per utenza business), oppure per clientela residenziale in aree selezionate e circoscritte del territorio (collegamenti punto-multi-punto con tecnologia trasmissiva GPON).

(1) Allegato B Delibera 33/18/CONS (74) pag. 5 <https://www.agcom.it/documents/10179/9304077/Allegato+26-2-2018+1519647339206/11c417c2-1675-4dec-8d8e-0b04bc6086ca?version=1.1>.

Parallelamente alle reti FTTH, a partire dal 2010 circa, lo sviluppo della tecnologia VDSL, con le sue evoluzioni (VDSL2, EVDSL, G. fast.) ha consentito una evoluzione architetturale con l'installazione dell'elettronica a livello di armadio stradale. L'architettura FTTCab prevede infatti di raggiungere un'unità remota ONU (Optical Network Unit) con un collegamento in fibra ottica dedicato in grado di portare fino a 1 Gbit/s simmetrico. La tratta in rame da coprire in questo caso è solo quella della rete di distribuzione secondaria, a valle dell'armadio stradale, detto anche riparti-linea, e le velocità raggiungibili crescono in modo significativo, consentendo di avvicinarsi ai target imposti dall'agenda digitale Europea (69).

Nell'immediato futuro è previsto un forte allargamento del bacino di utenza a cui offrire connettività FTTH, adottando una topologia di distribuzione punto/multi-punto PON (Passive Optical Network), basata su diramatori ottici passivi a divisione di potenza (power splitter) ed associata alla tecnologia GPON e alle sue evoluzioni (XG-PON/XGS-PON/NG-PON2, si veda riquadro dedicato). Questa ulteriore evoluzione architetturale potrà assecondare le richieste di connettività presenti e future, consentendo di andare oltre gli attuali obiettivi previsti dall'Agenda Digitale Europea (69), e costituirà un importante elemento di sinergia tra lo sviluppo della rete di accesso fissa e mobile.⁽¹⁾.

Un' architettura alternativa al cablaggio in fibra dell'edificio, ancora allo studio, è quella FTTdP (Fibre To The distribution Point): questa è caratterizzata dall'adozione di un'unità attiva nelle immediate vicinanze dell'utente (es. all'ultimo distributore della rete in rame, alla base di uno o più edifici, o sul marciapiede o in un pozzetto stradale). L'ultima tratta della rete in rame in questo caso sarà molto breve (50-150m) e potrà pertanto essere adottata un'innovativa tecnologia trasmissiva in rame in fase di sviluppo (G. fast, appartenente alla famiglia delle tecnologie Digital Subscriber Line) ed ottimizzata per ottenere alte velocità di connessione su queste brevi distanze.

(1) Come recita la Strategia italiana per la banda ultra larga: "Le soluzioni FTTH rappresentano la condizione ideale per la messa a disposizione di un'infrastruttura di rete a banda ultra larga a prova di futuro".

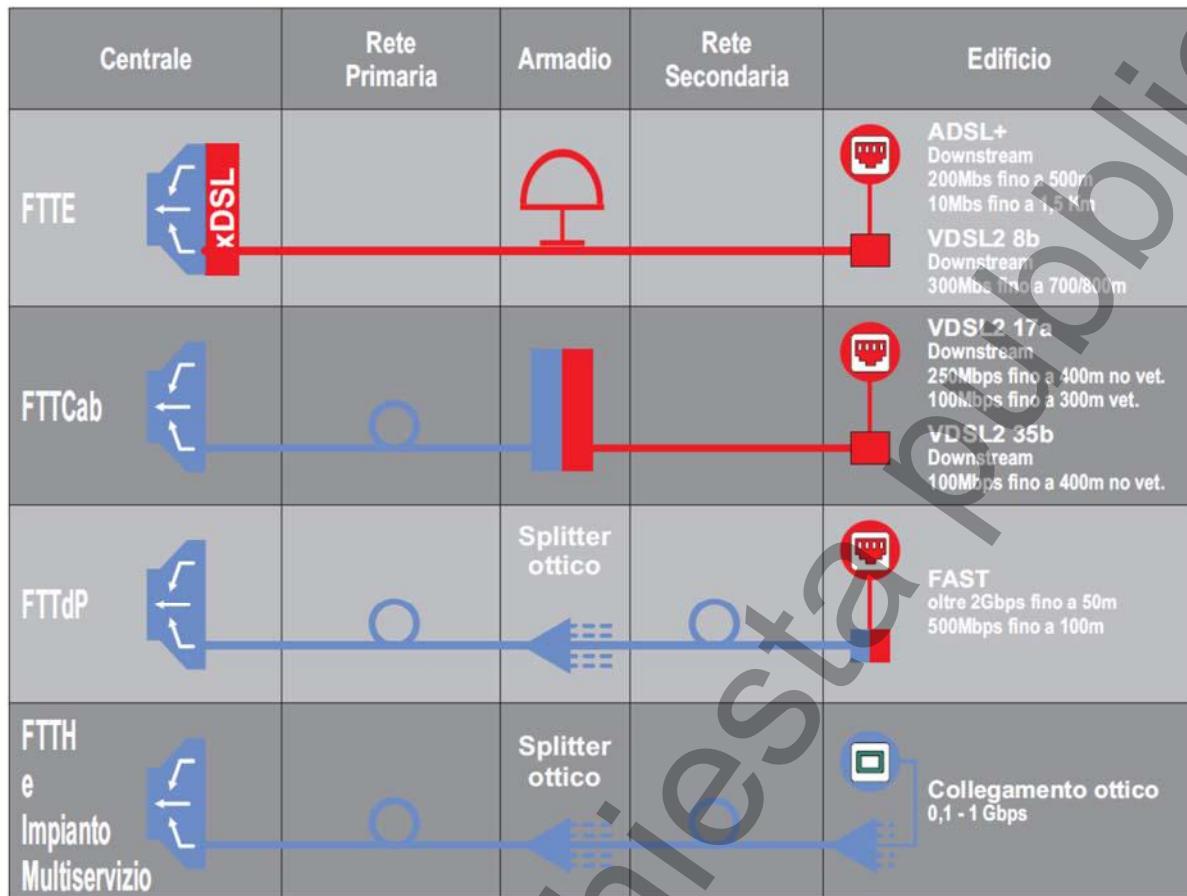


Figura 5 – Architettura di rete di accesso fisso

Parallelamente alle reti di accesso in fibra ottica, si è avuto un notevole sviluppo delle reti mobili, come di seguito riassunto.

- Anni '80: i sistemi di prima generazione trasmettono in modalità analogica e sono capaci di gestire solo il traffico voce. (1G)
- Anni '90: reti di seconda generazione (2G), il cui intento è di migliorare la qualità di trasmissione e la copertura del segnale, e di superare i limiti delle reti 1G. Il nuovo standard GSM (Global System for Mobile communications), è digitale e introduce i primi servizi di trasmissione dati, come gli SMS (brevi messaggi di testo), i messaggi multimediali (MMS) e il WAP (Wireless Application Protocol), che consente l'accesso ad appositi contenuti Internet.
- L'evoluzione successiva allo standard GSM è il 2.5G. In questa fase si assiste all'introduzione del GPRS (General Packet Radio Service), e della tecnologia EDGE (Enhanced Data rates for Global Evolution) che permettono un incremento della velocità di connessione sulla base di un nuovo sistema di trasmissione dati a commutazione di pacchetto. Si comincia a navigare sul web e si inviano le email.
- Anni 2000 reti di terza generazione (3G) con lo standard UMTS (Universal Mobile Telecommunication System), con cui il trasferimento dati è decisamente più celere ed efficiente. Le elevate prestazioni dell'UMTS, sono rese possibili grazie all'adozione di protocolli di trasmissione HSPA (High Speed Packet Access) i quali favoriscono l'ampliamento e la maggiore qualità dei servizi multimediali fruibili da rete mobile (come le videochiamate più fluide e stabili) ed appaiono le prime App.

- Oggi (2018): la sigla 4G identifica la quarta, ed attuale, generazione dei servizi di telefonia mobile. La tecnologia LTE (Long Term Evolution), e la sua evoluzione LTE Advanced (LTE-A), hanno una velocità maggiore. È possibile navigare e accedere a cloud, servizi di streaming e video conferenza in alta definizione senza – o comunque con pochi – rallentamenti o interruzioni. La versione evoluta ed accelerata del 4G è il 4G+ (fino a 300 Mbit/s) e il 4.5G (fino ad 1 Gbit/s),
- Futuro (5G): rappresenta un'infrastruttura tecnologica in grado di incrementare ulteriormente la velocità di trasmissione dati delle attuali reti con tempi di latenza ancora più brevi; fornire nuovi e migliori servizi per la comunicazione; garantire un'esperienza di gioco (gaming) e di realtà aumentata; infine, permettere lo sviluppo del "Internet delle Cose" (IoT, Internet of Things).

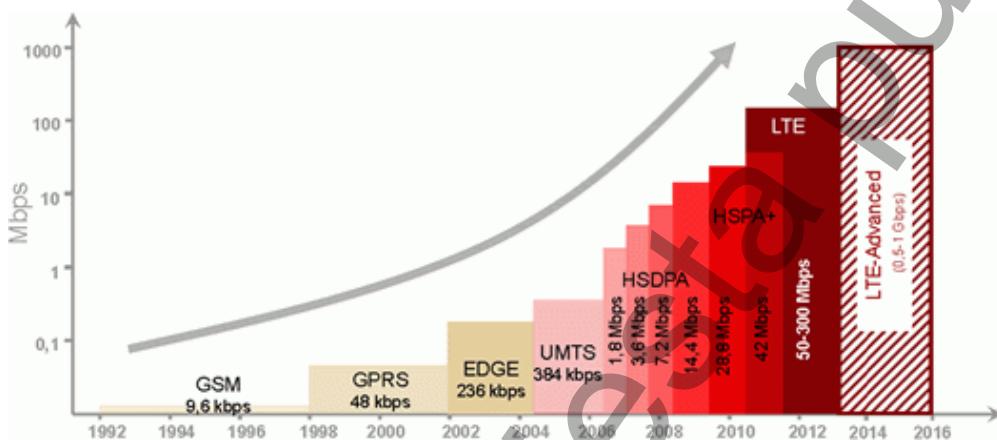


Figura 6 – Evoluzione della rete mobile

6.3 Cablaggio orizzontale

Il presente capitolo descrive la struttura del cablaggio domestico a supporto delle applicazioni di cui al cap.5 e raggruppate (in accordo a EN 50173-1 (8)) nei gruppi seguenti:

- Trasmissione dati – ICT;
- Audio, video, multimedia – BCT

La descrizione generale del cablaggio strutturato secondo la norma EN 50173-1 (8) è riportata nella guida CEI 306-10 (4). Si riportano di seguito gli elementi essenziali relativi ai sistemi di cablaggio residenziali, oggetto della norma EN 50173-4(9).

Gli elementi funzionali del cablaggio domestico sono i seguenti (si veda Figura 7):

- distributore domestico (principale) (QDSA);
- cablaggio primario (intermedio);⁽¹⁾
- cablaggio di piano;⁽²⁾
- distributore domestico secondario o di zona (QDSZ);
- cablaggio di piano secondario;⁽³⁾
- punto di prelievo: punti presa MM, TL, TV;

Il tipo e il numero degli elementi funzionali utilizzati dipendono dal tipo di locali e dal gruppo di applicazioni servite. È possibile unire più elementi funzionali in un unico elemento.

(1) Cavo primario o intermedio: collega il distributore domestico principale ai distributori secondari. Può essere strutturalmente simile al cavo secondario o di piano.

(2) Cavo di piano: cavo che collega un distributore (principale o secondario) alle prese terminali.

(3) Cavo di piano secondario: collega il distributore secondario alle prese utenti.

In Figura 7 e Figura 8 è rappresentata l'architettura del cablaggio domestico.

Gli elementi funzionali dei sottosistemi di cablaggio sono collegati per formare una struttura gerarchica a stella. Un distributore domestico concentra le apparecchiature attive di distribuzione.

Le applicazioni ICT e BCT vengono distribuite a stella fino alla presa terminale.

Nella rete di cablaggio strutturato, si definiscono:

- “permanent link”: la parte fissa del cablaggio, ossia il percorso che va dalla presa di ingresso del pannello di permutazione del QDSA fino alla presa terminale
- “channel”: il permanent link con l'aggiunta dei cordoni per la connessione di apparecchi attivi da ambo i lati.

Nel caso siano inserite delle permutazioni intermedie o punti di consolidamento, le norme danno delle formule per ridurre proporzionalmente le lunghezze massime. Indicativamente: 1 m/permutazione. Il calcolo della lunghezza effettiva del link può venir fatto in modo dettagliato considerando le formule riportate in EN 50173-1(8). Si riporta ad esempio il caso relativo al link classe EA (250 MHz), rimandando alla norma di riferimento per ulteriori approfondimenti:

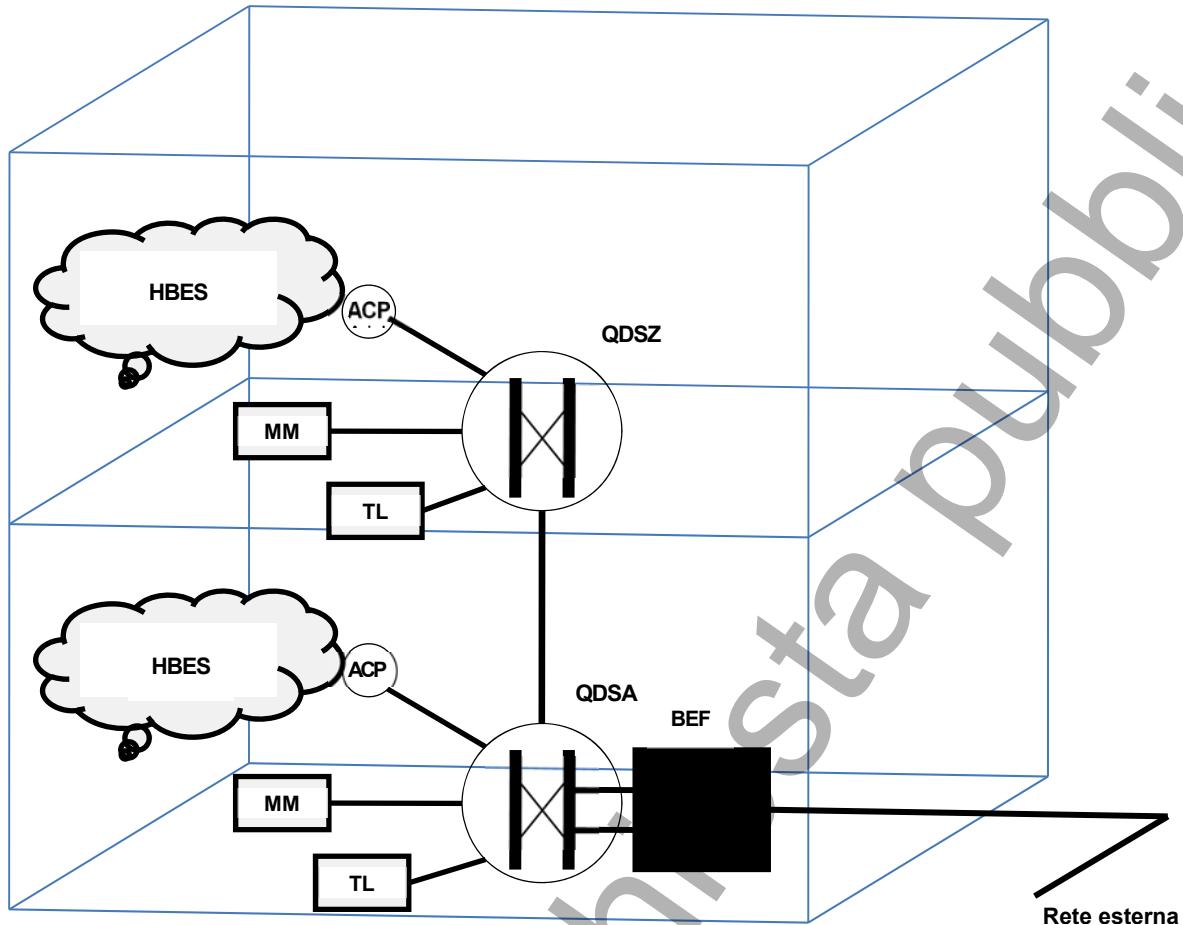
$$B = 105 - 3 - F \cdot X$$

Dove:

B lunghezza effettiva del link

F Numero di permutazioni

X Rapporto tra l'attenuazione del cordone e l'attenuazione del cavo espresse in dB/m



Legenda:

ACP: Area Connection Point

MM: Presa Multimediale (RJ45 +TV)

BEF: Building Entrance Facility

TL: Presa Comunicazione (RJ45)

HBES: Home and Building Electronic Systems

QDSA: Quadro Distribuzione Appartamento

QDSZ: Quadro Distribuzione di Zona

Figura 7 – Struttura del cablaggio domestico dall'accesso all'edificio alla presa terminale secondo EN 50173

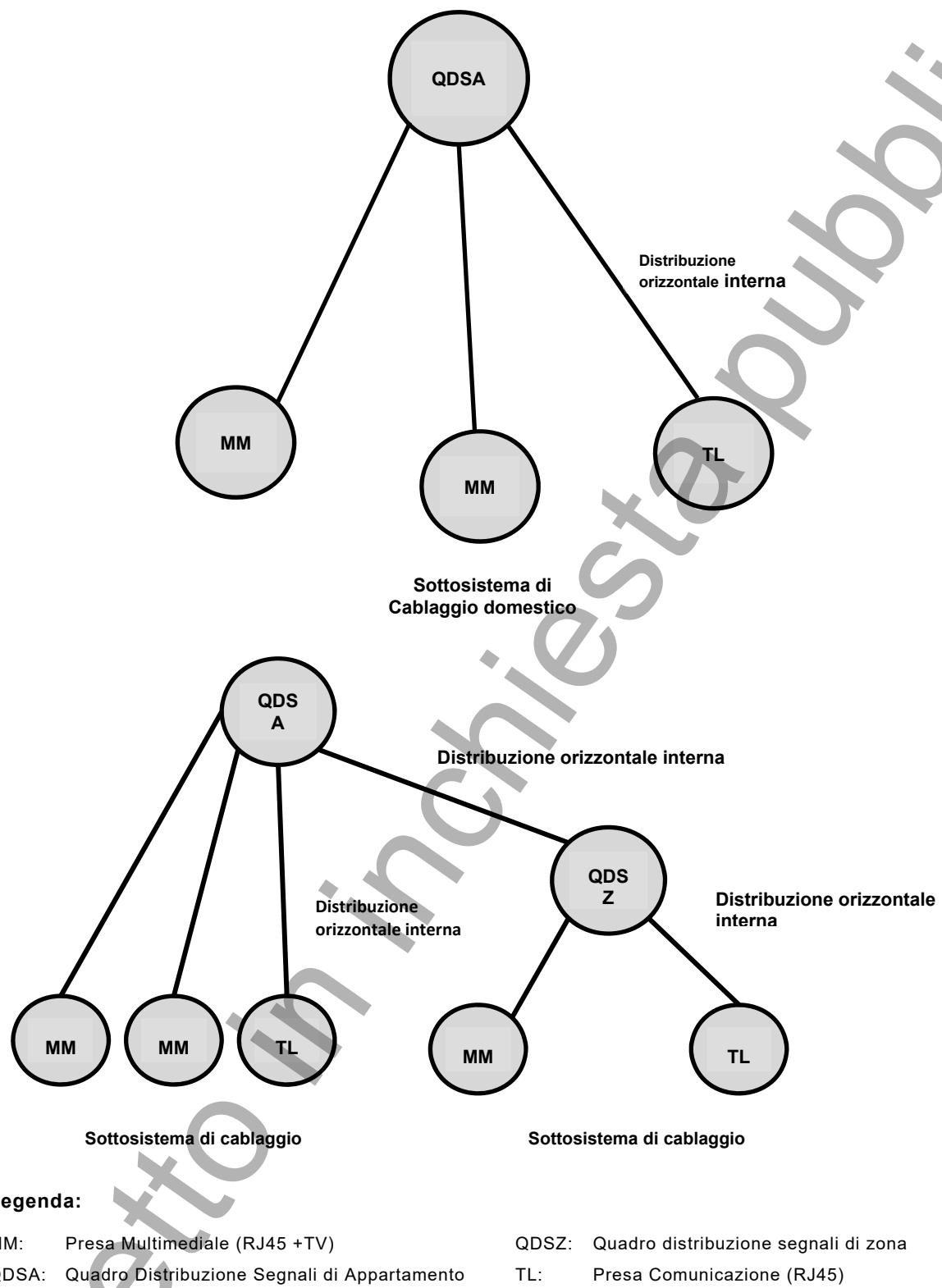
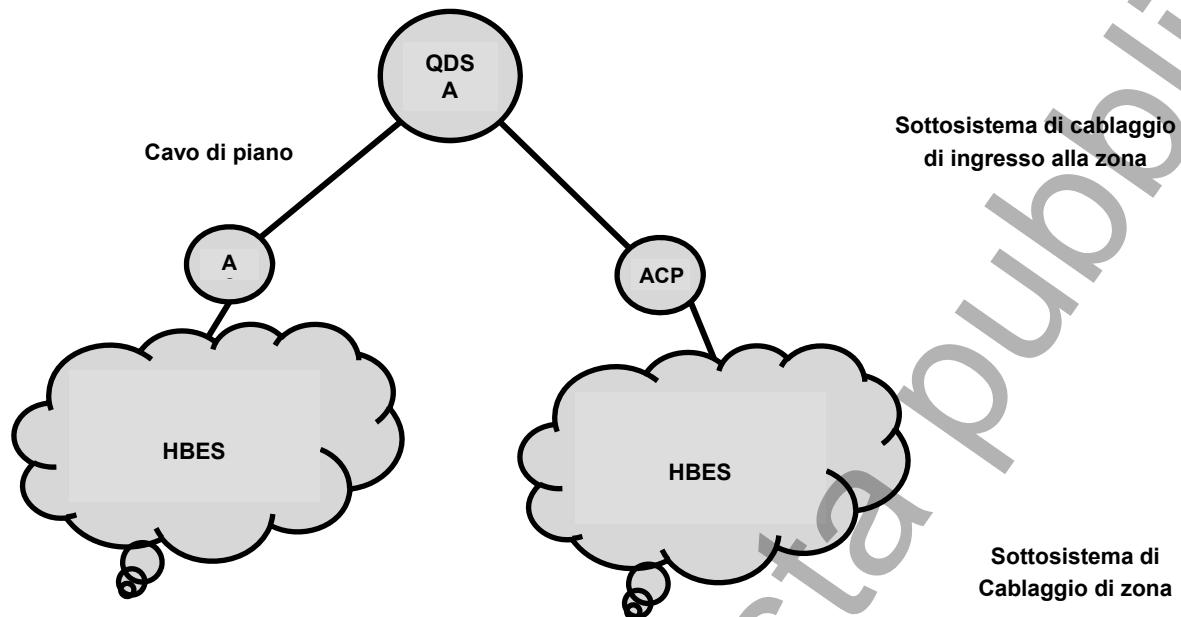


Figura 8 – Schema di cablaggio strutturato secondo EN 50173: ICT, BCT

Il cablaggio per sistemi HBES ha una topologia tipicamente a bus e la sua estensione dipende dalle applicazioni supportate. La guida CEI 205-14 (6) tratta questi aspetti nel dettaglio.



Legenda:

ACP: Area Connection Point

HBES: Home and Building Electronic Systems

QDSA: Quadro Distribuzione Segnali di Appartamento

TL: Presa Comunicazione (RJ45)

Figura 9 – Schema del cablaggio residenziale HBES

È opportuno un posizionamento del centro-stella che permetta di realizzare tutti i cablaggi necessari con lunghezze che introducano attenuazioni il più possibile equivalenti.

Si raccomanda di sistemare il centro-stella in un luogo facilmente accessibile, tenendo conto delle esigenze architettoniche dell'unità immobiliare, dove vi sia spazio sufficiente per installare il complesso di distribuzione (vedi anche cap. 7).

Nell'esempio di cablaggio della Figura 10, relativo ad una unità immobiliare di circa 150 m²:

La configurazione suggerita, per ciascun punto presa è:

- MM: scatola con almeno una presa TV e una RJ45;
- TL: scatola con almeno una presa RJ45.

Lo spazio inutilizzato è a disposizione per future modifiche.

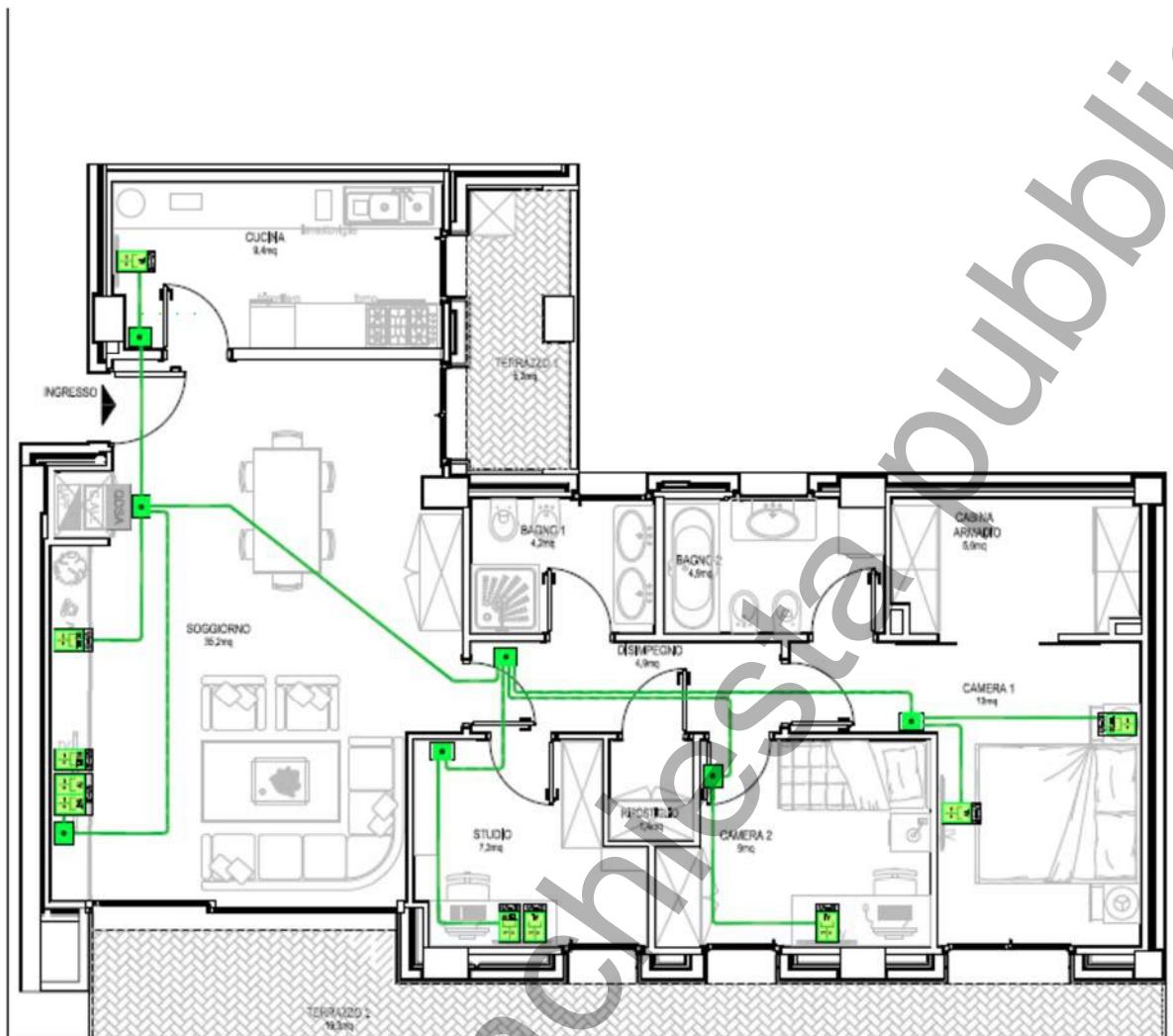


Figura 10 – Esempio di progetto di un cablaggio strutturato nel caso di un appartamento di circa 150 m²

La lunghezza massima ammessa per ogni ramo della stella, comprensivo dei cordoni di collegamento agli apparati utilizzatori è di 100 m per le applicazioni ICT.

Le applicazioni BCT, in particolare la distribuzione dei servizi TV, impongono vincoli più restrittivi sulle massime lunghezze, in particolare (EN 50173-1,4 (8, 9))⁽¹⁾:

- Cavo coassiale: 34 m; 73 m⁽²⁾;
- Cavo a coppie: 12 m; 25 m⁽³⁾;
- Fibra ottica: si veda par. 6.5 .

(1) La distribuzione dei segnali TV impone un vincolo sull'attenuazione massima delle singole frequenze (si veda IEC 60728-101(49)), ma anche sulla differenza in dB tra la minima e la massima frequenza della banda. Il TR EN 50173-99-2 (51) dettaglia il calcolo della massima lunghezza ottenibile in cavo coassiale e a coppie simmetriche. Disponendo di un dispositivo attivo di compensazione del dislivello di frequenze in banda, è possibile coprire distanze maggiori.

(2) Con dispositivo attivo di compensazione (0...+6 dB) della pendenza di frequenza in banda al QDSA.

(3) Idem come sopra.

In Figura 11 vengono evidenziati i permanent link e channel per i cablaggi di tipo ICT e BCT.

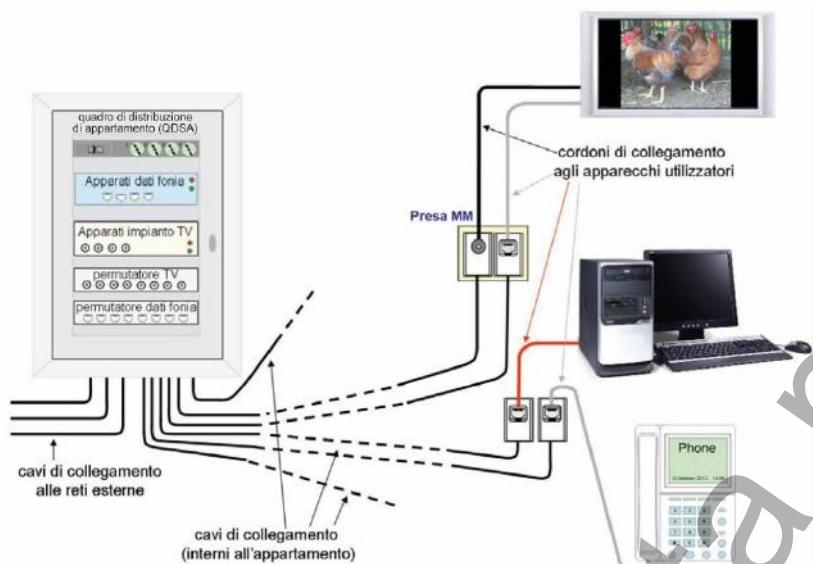


Figura 11 – Schema di collegamento tra quadro di distribuzione e punti di utilizzo

6.4 Reti Wireless

Una rete Wireless, tipicamente realizzata con sistemi Wi-Fi, è complementare al cablaggio strutturato e permette di comunicare e di accedere alle applicazioni senza necessità di connessioni via cavo: questo aggiunge la libertà di movimento nell'utilizzo di applicazioni e di servizi informatici.

Al momento attuale (2018) la norma EN 50174-2 (15) non contiene requisiti specifici per l'installazione di sistemi wireless. Tali prescrizioni sono allo studio, basate sulle linee guida accennate di seguito.⁽¹⁾

(1) La disponibilità sul mercato di router wireless auto-configuranti ha erroneamente portato a pensare che si tratti di sistemi plug&play

I sistemi wireless più diffusi fanno riferimento agli standard della famiglia IEEE 802.11 che utilizza bande di frequenze sia nell'intorno di 2,4 GHz sia di 5 GHz (si veda Figura 12).

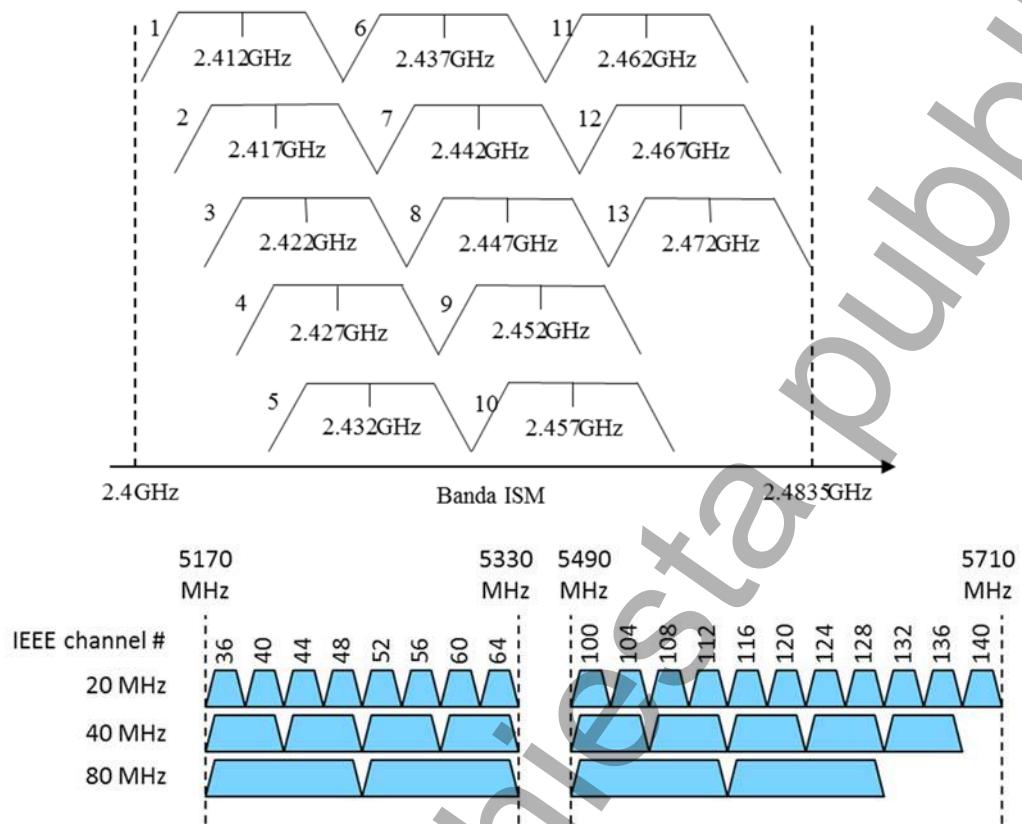


Figura 12 – Canali Wi-Fi e rispettive frequenze nelle bande 2,4 GHz e 5 GHz

La rete wireless deve garantire una copertura omogenea in grado di sostenere un bit rate soddisfacente in tutta l'unità immobiliare.

L'interfaccia tra la rete Wireless ed il restante impianto di cablaggio strutturato è costituita da un dispositivo chiamato Access Point (AP).⁽¹⁾

La progettazione e la realizzazione di una rete Wireless consistono in:

- scelta e posizionamento dei punti di accesso (AP) per garantire la copertura del servizio;
- configurazione dei dispositivi e impostazione dei parametri di sicurezza.

La norma EN 50173-6 (52) raccomanda il posizionamento di un AP al centro di un cerchio di raggio 12 m per garantire, in assenza di ostacoli, una buona copertura per tutti i protocolli utilizzabili. In un tipico ambiente residenziale, dove sono presenti pareti, arredi, ecc.... questo requisito si traduce nel posizionare 1 access point per 100 m² circa di superficie.

Per superfici più estese o disposte su più livelli un solo AP non basta a causa delle attenuazioni del segnale dovute agli ostacoli (es. armature delle solette, arredi...). In questi casi occorre prevedere l'uso di più AP interconnessi fra loro (soluzione mista Wireless/Cablata) oppure l'utilizzo di apparati per estendere la copertura (repeater o extender Wi-Fi)

(1) L'Access Point può includere funzioni di modem, router

La forma e la struttura dell'unità abitativa condizionano la scelta del punto ottimale d'installazione. Con una pianta avente due ali principali ortogonali tra loro (forma a L) la collocazione preferenziale dell'AP è in prossimità del vertice tra le due ali in posizione tale da mostrare l'azimut elettrico verso di esse. A meno che la dimensione ridotta di un'ala rispetto all'altra non suggerisca di orientare l'azimut verso l'ala più estesa.

La propagazione del segnale avviene sia per via diretta sia per riflessione tra soffitto e pavimento. Quindi è da prediligere la collocazione dell'AP in posizione alta sulla parete ad un'altezza tale da evitare l'influenza degli ostacoli o dei corpi delle persone presenti nell'ambiente, ad esempio intorno ai 2,5 metri dal pavimento in una posizione dove difficilmente verranno collocate parti di arredo che possano ostacolare la propagazione del segnale.

Le prestazioni del sistema complessivo (AP e terminali) dipendono dal numero di terminali contemporaneamente attivi che si suddividono la banda totale in funzione delle applicazioni in uso sul dispositivo e dalla possibilità di interferenze reciproche tra i suddetti terminali. Pertanto, è opportuno prevedere la presenza di punti di accesso cablati per i terminali statici, riservando l'accesso Wi-Fi ai soli terminali mobili (tablet, smartphone ecc.). Il numero di connessioni contemporaneamente attive su un access point è limitato dalla tecnologia costruttiva dello stesso.

Quando si utilizza più di un AP si raccomanda di impostare canali distinti. In Figura 12 è mostrata la canalizzazione della banda 2,4 GHz e 5 GHz. Si noti che nella banda 2,4 GHz sono definiti tredici canali, ma solo tre sono non sovrapposti tra loro (si veda Figura 13).

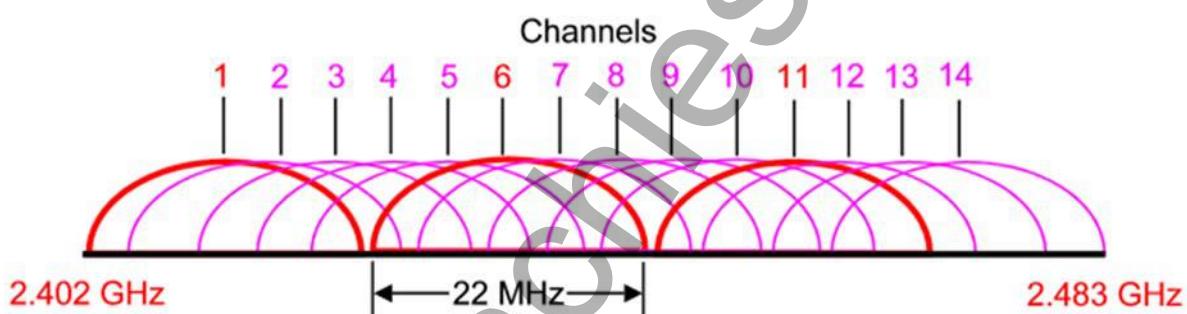


Figura 13 – Dettaglio sulla caratterizzazione della banda Wi-Fi 2,4 GHz

L'utilizzo della banda a 5 GHz è necessario per servizi video, sia perché meno affollata e quindi meno sensibile alle interferenze, sia perché con la possibilità di utilizzare due o quattro canali di 20 MHz ciascuno, offrono un bit rate maggiore.

Ad esempio, la scelta dei canali 1-6 (o successivi) è raccomandata, mentre la selezione della coppia 1-2 crea una situazione di interferenza.

Questo stesso criterio deve essere utilizzato per progettare la collocazione degli AP per ambienti distinti (di proprietà differenti) collocati nello stesso edificio, indicando sul progetto anche l'assegnamento ottimale dei canali, evitando che sulla stessa area di copertura.

incidano più AP che trasmettono sullo stesso canale. In caso contrario si possono generare interferenze.

La configurazione di apparati in autoselezione del canale può non essere sufficiente ad assicurare la funzionalità, in quanto l'insieme degli AP rischia di diventare instabile a causa di ri-selezioni multiple dei canali.

Esistono inoltre apparati ricetrasmettenti che operano nelle stesse bande di frequenze del Wi-Fi che possono determinare malfunzionamenti alla rete Wireless.

Tutte queste condizioni potrebbero subentrare in tempi successivi. L'utente si trova quindi ad avere una connettività limitata o prestazioni insoddisfacenti senza una apparente spiegazione.

In Figura 14 è riportata una simulazione di copertura ottenibile con un apparato commerciale con buone caratteristiche radioelettriche (antenne isotrope da 2,5 dBi). La posizione individuata consente di distribuire all'interno dell'ambiente un segnale ricevuto con livelli di potenza superiori a -67 dBm, ottimale per garantire che in tutti i locali ci sia la disponibilità di un segnale con prestazioni a livello fisico di 150 Mb/s (si veda Figura 15).

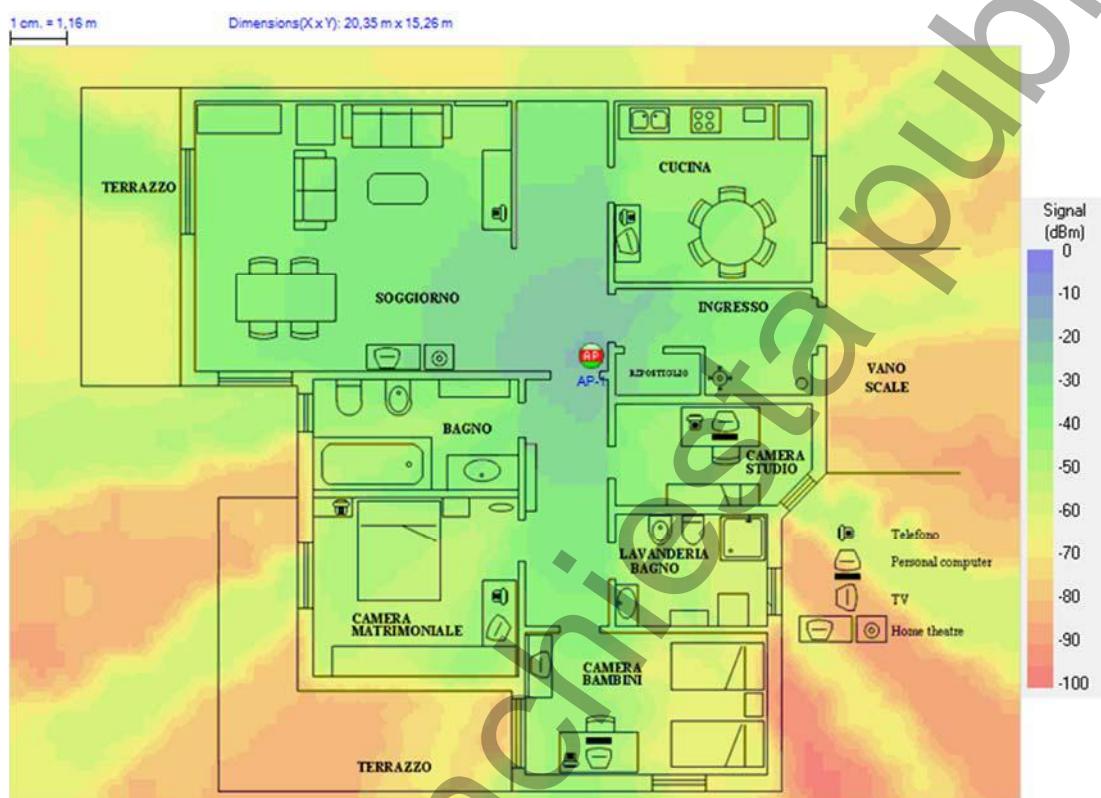


Figura 14 – Simulazione area di copertura di un AP IEEE802.11 con canale a 20 MHz e con max MCS15

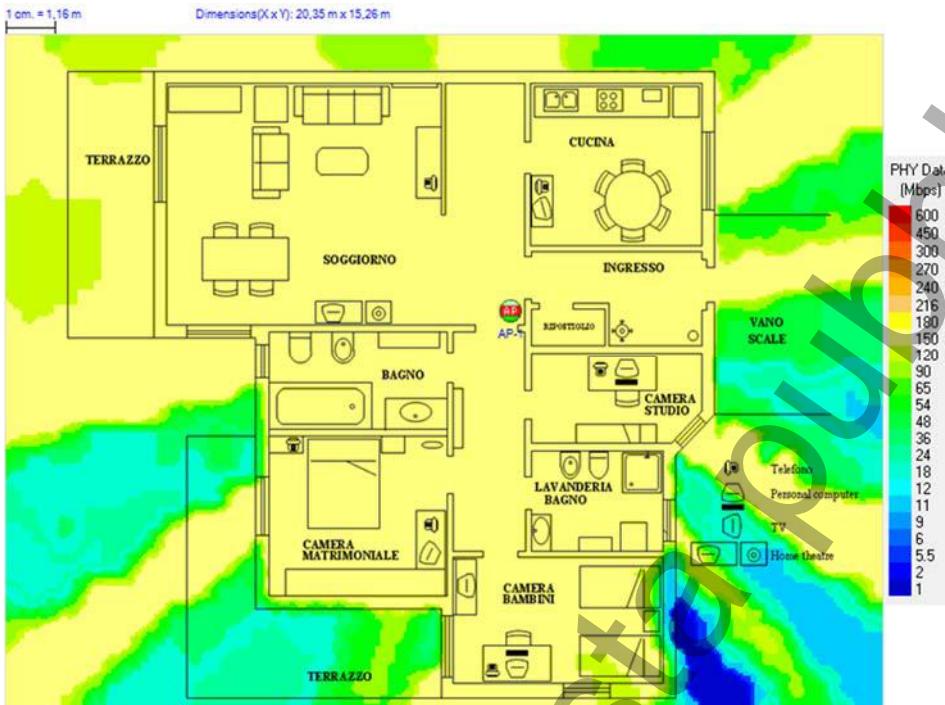


Figura 15 – Prestazioni a livello fisico dell'AP con bit rate massimo 150 Mb/s

Se, viceversa, lo stesso AP (isotropo) fosse posizionato, ad esempio, su un mobiletto in soggiorno, senza una preventiva progettazione dell'infrastruttura, questo porterebbe ad una copertura come quella di Figura 16, dove non sono stati considerati la presenza degli arredi e quella delle persone. Come si può osservare i locali più lontani dall'AP mostrano aree con prestazioni decisamente più basse.

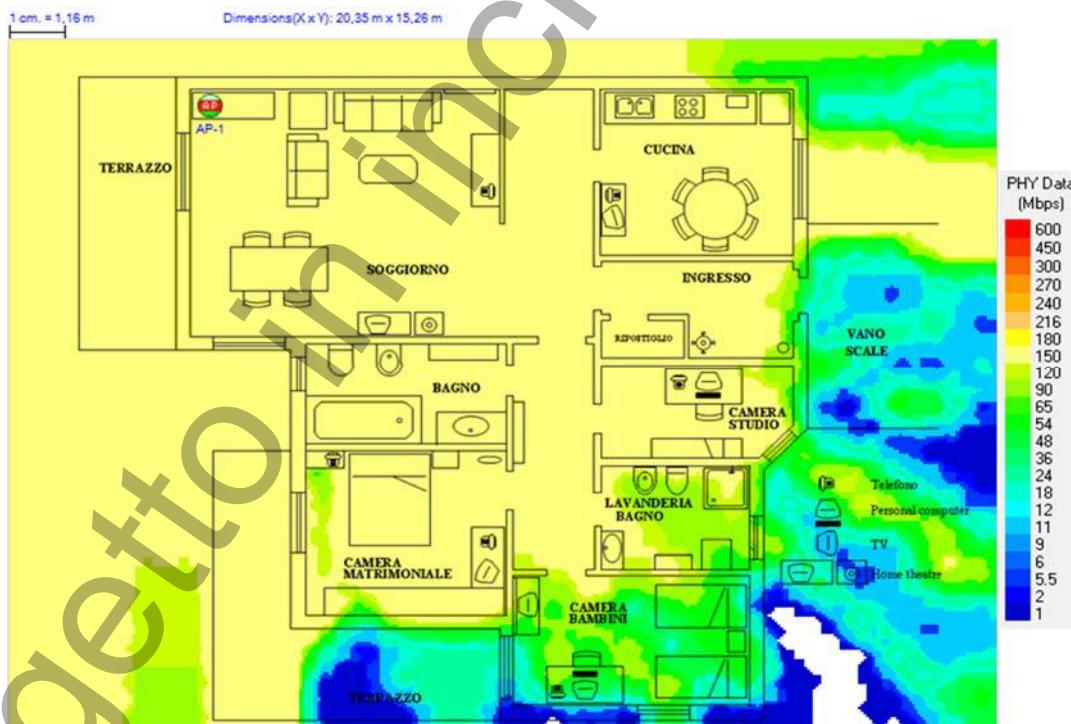


Figura 16 – Posizionamento a 90 cm dal pavimento di un AP con le stesse caratteristiche di Fig. 15

Anche se si fosse scelto un AP con antenne non isotrope (ossia con una direzione preferenziale) collocato nella stessa posizione gli effetti sull'omogeneità delle coperture sarebbero stati ancora più marcati, come è possibile osservare in Figura 17:

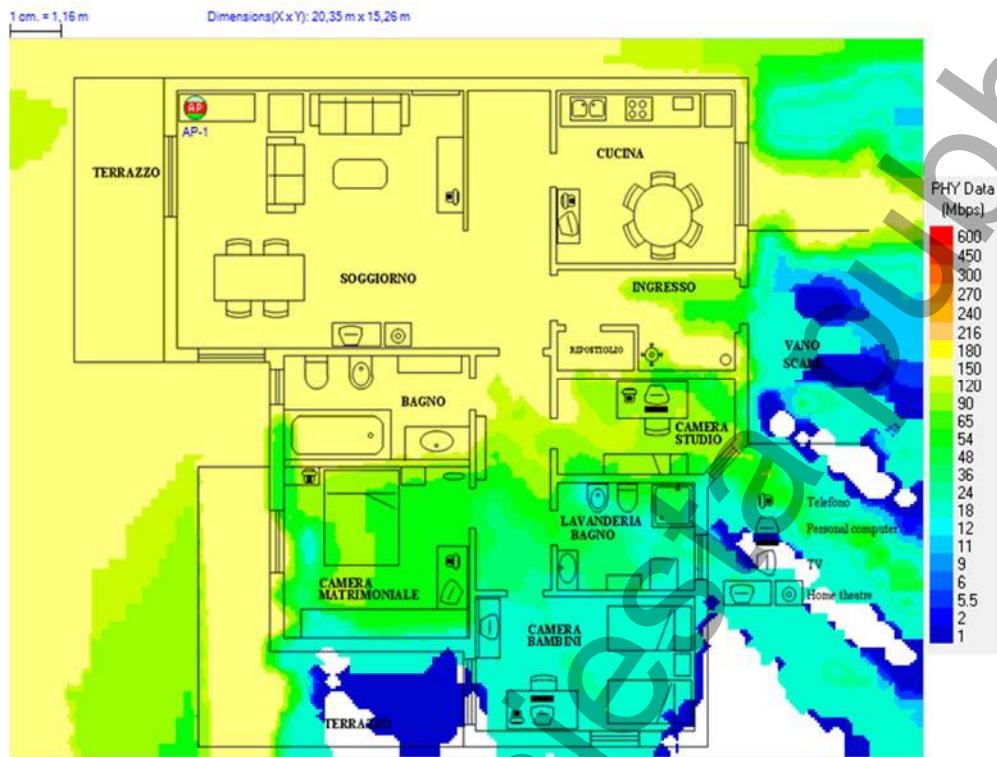


Figura 17 – Prestazioni di un AP con diagramma di irradiazione isotropo collocato in maniera non ottimale

Inoltre, l'esempio di cui sopra non considera alcuni aspetti:

- all'aumentare del numero di terminali, le prestazioni in termini di banda si riducono;
- la pianta dell'unità abitativa può avere forme diverse (es. a "L") e questo impatta sul posizionamento degli AP;
- la propagazione per riflessione risente di tutti gli ostacoli e questo riduce il vantaggio del posizionamento dell'AP in alto;
- gli AP con antenna integrata non agevolano l'orientamento parallelo al pavimento;
- la presenza di AP nelle unità abitative adiacenti, può dar luogo ad interferenze (si veda caso in Figura 18).

Quando si utilizza più di un AP si raccomanda di impostare canali distinti.

La sovrapposizione sul piano verticale dei due AP impostati sullo stesso canale potrebbe portare infatti a una mutua interferenza.

Questo stesso criterio deve essere utilizzato per progettare la collocazione degli AP per edifici che contengano più unità abitative, indicando sul progetto anche l'assegnamento ottimale dei canali evitando che sulla stessa area di copertura incidano più AP che trasmettono sullo stesso canale (esempio Figura 18).

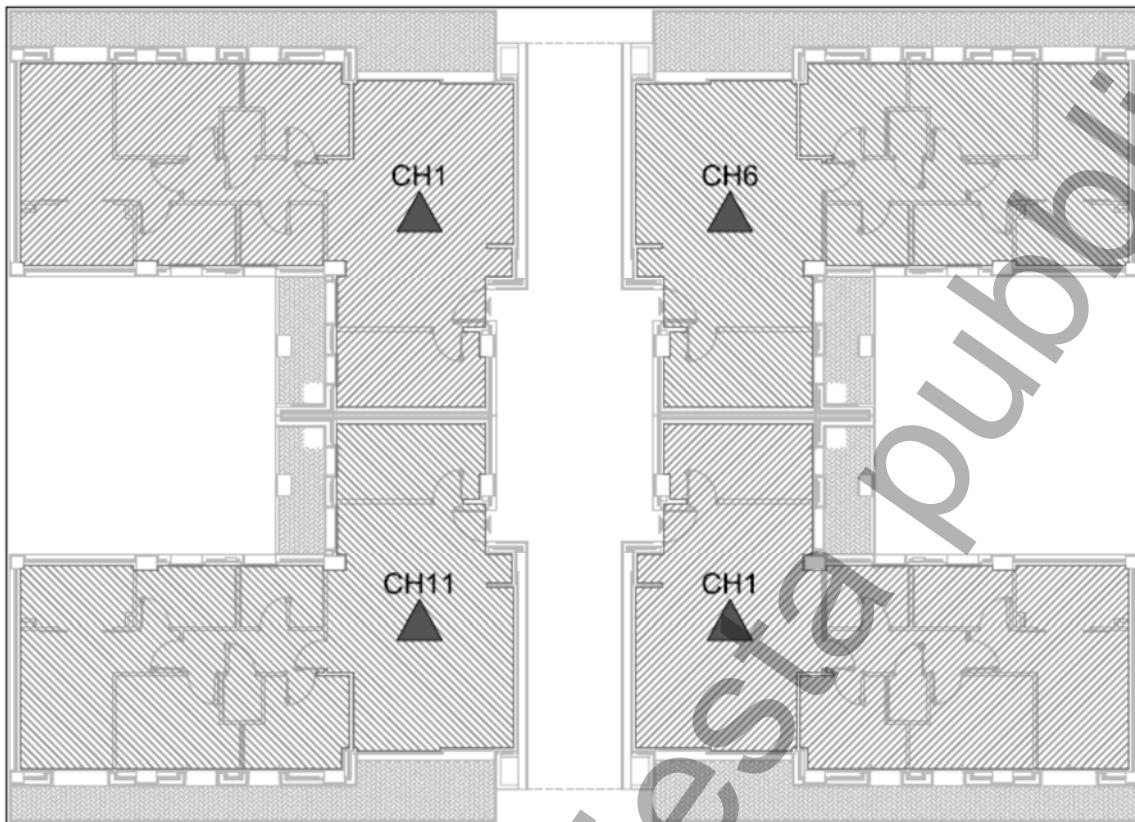


Figura 18 – Esempio di assegnazione di canale in 4 appartamenti di un piano in un edificio

In caso contrario si possono generare interferenze.

La configurazione di apparati in autoselezione del canale può non essere sufficiente ad assicurare la funzionalità, in quanto l'insieme degli AP rischia di diventare instabile a causa di ri-assegnamenti multipli dei canali.

Queste condizioni potrebbero subentrare in tempi successivi. L'utente si trova quindi ad avere una connettività limitata o prestazioni insoddisfacenti senza una apparente spiegazione.

Quanto sopra dimostra come i sistemi wireless debbano essere opportunamente progettati, smentendo la convinzione comune che la rete wireless sia “plug and play”.

6.5 Impianti TV in fibra ottica

Negli ultimi anni si è diffuso l'utilizzo delle fibre ottiche per la realizzazione di impianti TV di edificio per la distribuzione di segnali satellitari e terrestri (si veda Tabella 3 per bande di frequenza), soprattutto negli edifici esistenti.

Nei montanti possono esserci condotti troppo “stretti” per la posa dei cavi coassiali o al limite condotti da condividere con altri impianti (con elevata presenza di campi elettromagnetici disturbanti).

In queste condizioni l'installazione di cavi in rame è difficoltosa. La disponibilità di componenti e apparati in fibra ottica a costi contenuti, rende questa soluzione interessante anche per le nuove installazioni, con degli ulteriori vantaggi. Si ha infatti la possibilità di:

- realizzare collegamenti più lunghi rispetto a quelli con cavi in rame;
- installare le fibre ottiche (non armate) nelle condutture elettriche senza problemi di compatibilità elettromagnetica e di sicurezza.

Nelle soluzioni per impianti satellitari, la conversione elettrica/ottica viene fatta tipicamente a valle dell'antenna.

Per la distribuzione interna all'unità immobiliare prevale la scelta di utilizzare un convertitore ottico/elettrico posizionato nel QDSA che renda disponibili in uscita i punti TV necessari all'utente (tipicamente 4, si veda Figura 19).

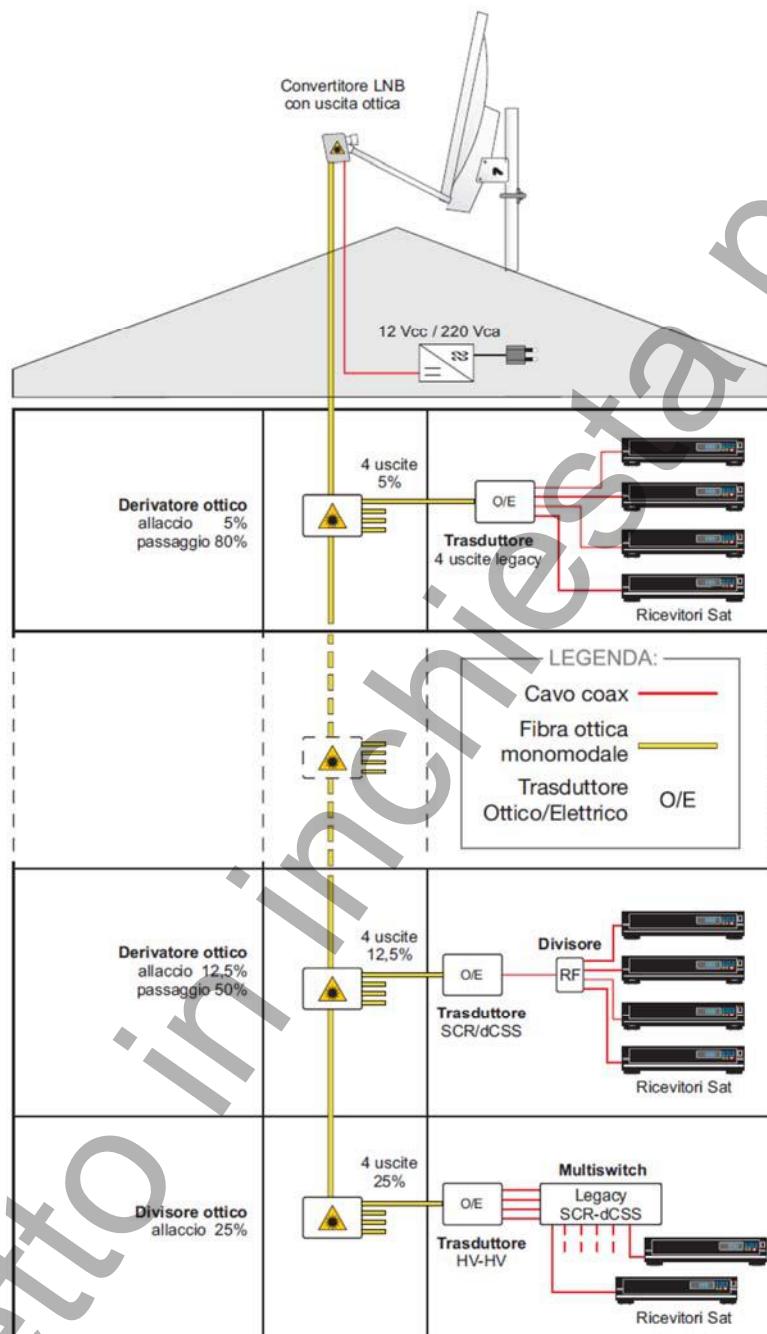


Figura 19 – Esempio di distribuzione segnali TV SAT con montante ottico e distribuzione interna su cavo coassiale

Nelle soluzioni dove è richiesta la distribuzione sia SAT sia terrestre, sono utilizzati convertitori E/O separati dotati di ingressi RF coassiali per i segnali sia satellitari, sia terrestri provenienti dalle antenne. All'uscita dell'apparato si collega un'unica fibra che trasporta entrambi i segnali (si veda Figura 20).

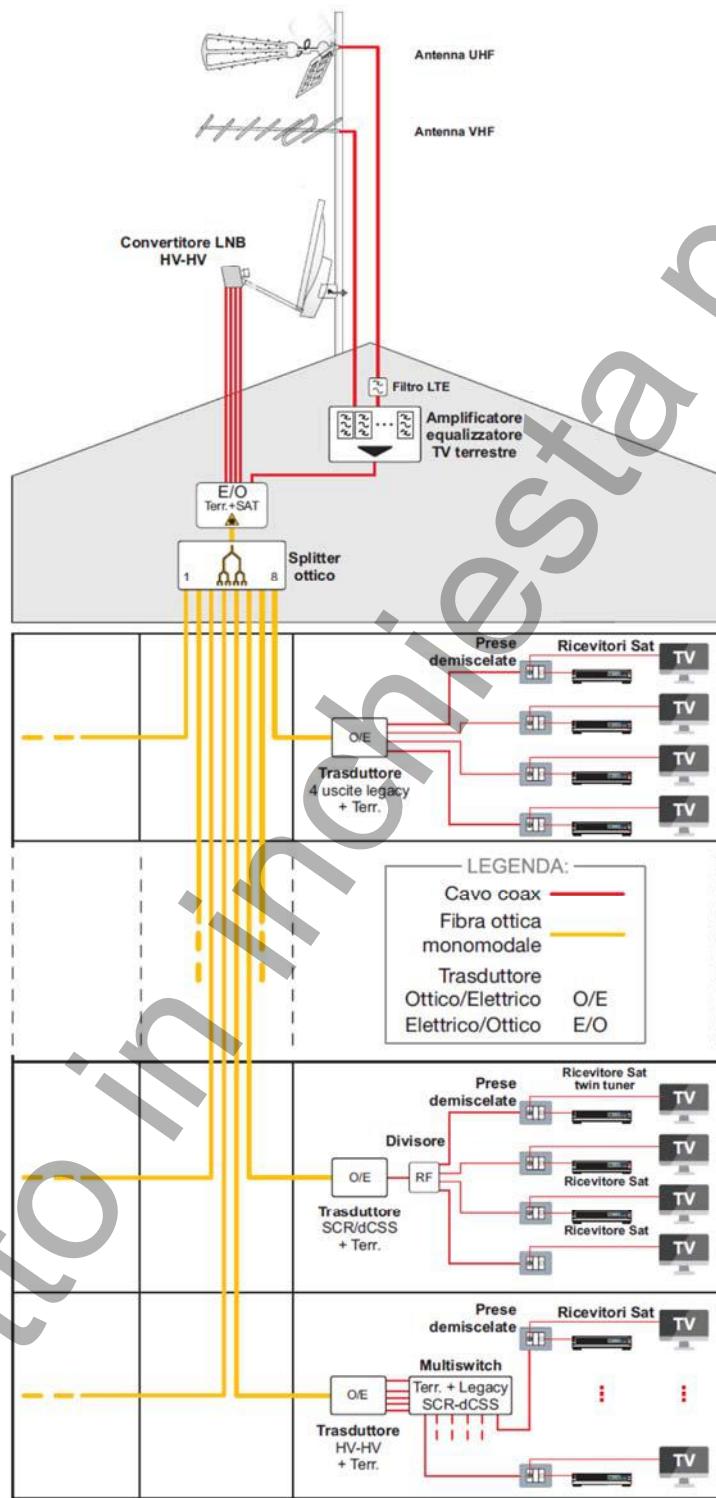


Figura 20 – Esempio di distribuzione segnali TV SAT e terrestre con montante ottico e distribuzione interna su cavo coassiale

Anche all'interno delle unità immobiliari la distribuzione può essere realizzata con fibre ottiche fino alla presa d'utente dove sarà poi collegato un apparato di conversione ottico/elettrico per ogni punto TV (si veda Figura 21).

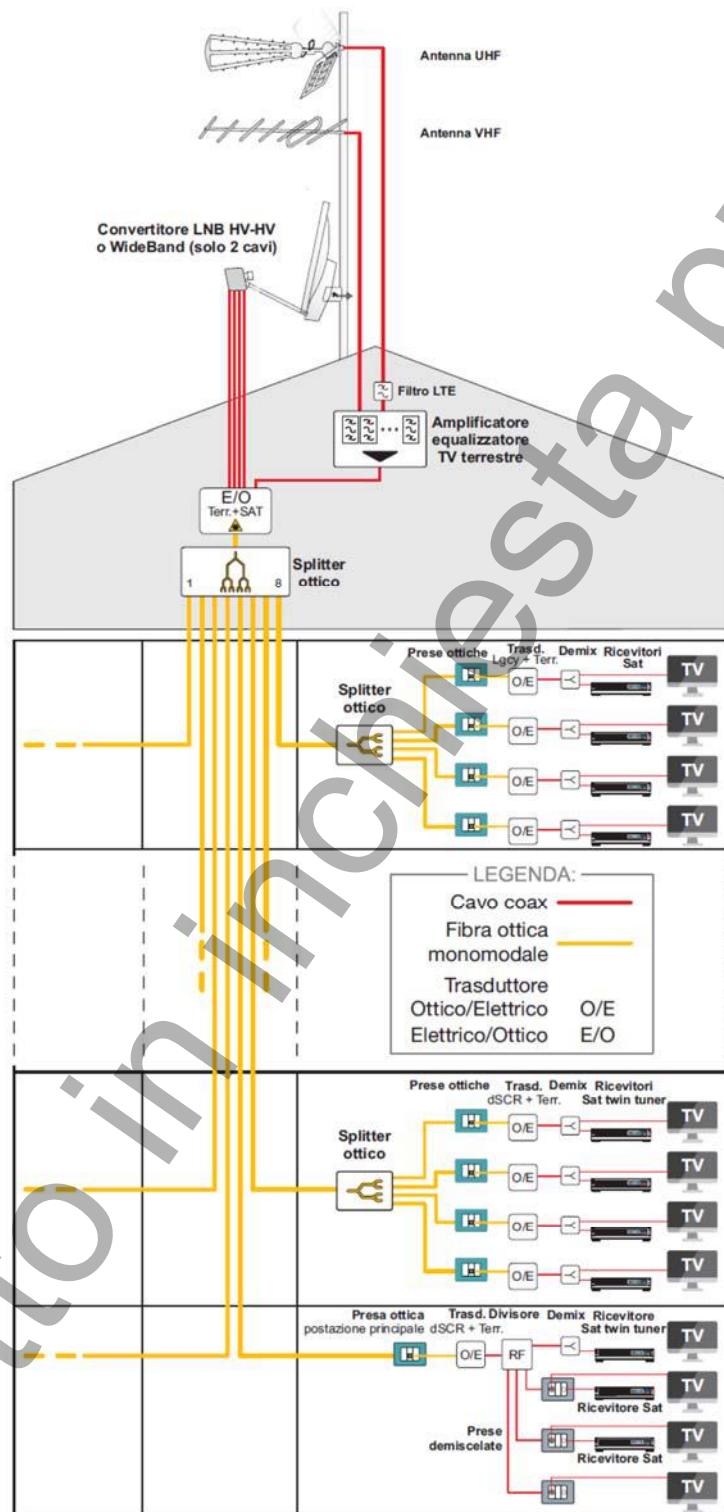


Figura 21 – Esempio di distribuzione segnali TV SAT e terrestre con fibra ottica fino alle presa utente

La distribuzione TV SAT può alternativamente essere effettuata tramite un impianto ottico multiservizio, come indicato al par. 8.2

7 Infrastrutture di edificio

7.1 Generalità

Nei capitoli seguenti vengono descritte le infrastrutture di accesso e interne agli edifici, atte ad ospitare gli impianti di comunicazione elettronica. Relativamente a tali impianti, sono da prevedere locali e/o spazi tecnici dove alloggiare le apparecchiature per la distribuzione, protezione dei cablaggi, e la loro connessione con le reti esterne tramite i rispettivi punti di accesso.

Nel caso di edifici nuovi o in ristrutturazione profonda, sarà obbligatorio realizzare gli accessi all'edificio⁽¹⁾ e un'infrastruttura fisica multiservizio passiva, come descritto nel par. 7.2.

Nel caso di edifici esistenti, la predisposizione descritta nel paragrafo 7.2 potrà essere realizzata volontariamente, qualora vi siano le condizioni tecniche necessarie.

L'impianto in fibra ottica che viene descritto nel par. 8.2 è una parte integrante dell'infrastruttura fisica multiservizio descritta nel par. 7.2 e completa le potenzialità dell'infrastruttura stessa.

Nel caso in cui non sia possibile o richiesto realizzare la suddetta infrastruttura fisica multiservizio passiva, par. 7.3 descrive alcune considerazioni di riferimento per il contesto specifico.

Nei casi in cui il contesto esistente non consenta di realizzare un'infrastruttura multiservizio per gli impianti necessari per i vari servizi si faccia riferimento al par. 8.3.

Le guide della serie CEI 64-100 contengono le indicazioni per la realizzazione dell'infrastruttura per gli impianti di comunicazioni elettroniche (dati, fonia, TV) e dei montanti relativi ad altri impianti (energia, domotica e/o videocitofonia), per i quali si rimanda alla corrispondente normativa di riferimento (CEI 64-8 (10); CEI EN 50491-6-1(50)) ed alle rispettive guide applicative (CEI 64-53 (37) e CEI 205-14(6)).

7.2 Infrastruttura fisica multiservizio passiva ed accessi negli edifici nuovi o in ristrutturazione

7.2.1 Generalità

Le infrastrutture, sia quelle di accesso (sedime comunale-locale/spazio tecnico), sia quelle multiservizio all'interno dell'edificio (locale/spazio tecnico-unità immobiliari), costituiscono il presupposto fondamentale per la realizzazione di impianti a regola d'arte. Ne consentono inoltre la manutenzione, con la possibilità di ampliare, rinnovare, integrare soluzioni tecnologiche che potrebbero in futuro veicolare diversi servizi di comunicazione.

Nella progettazione degli spazi installativi è necessario⁽²⁾ che vengano considerati diversi aspetti, fra i quali, determinanti sono:

- la dimensione e la tipologia dell'edificio
- l'infrastruttura di accesso all'edificio
- il numero di unità immobiliari totali e divisi per piano
- la posizione geografica dell'edificio per la ricezione dei segnali via radio
- la distanza dell'edificio dal punto di allaccio con le infrastrutture della rete di comunicazione elettronica su suolo pubblico.

(1) Accessi da realizzare obbligatoriamente (ai sensi della legislazione attuale) in tutti i casi definiti nell'art. 10 del DPR 380/01

(2) Bisogna considerare gli aspetti elencati per ottenere informazioni indispensabili ad assicurare la realizzazione di una infrastruttura funzionale e dimensionata al caso specifico.

Nel caso di nuova costruzione o di ristrutturazioni profonda⁽¹⁾, la legislazione attuale (2019, si veda cap. 2.) fa esplicito riferimento alle Guide della serie CEI 64-100 (1), (2), (3) per la realizzazione di una infrastruttura fisica multiservizio per gli edifici residenziali. Tali infrastrutture possono comunque essere realizzate in contesti (edifici) in cui non vige l'obbligo legislativo (2018, si veda cap. 2), in modo volontario.

Gli spazi installativi nelle parti comuni dell'edificio devono⁽²⁾ essere dimensionati nel rispetto delle prescrizioni della Legge 166/2002, art. 40, (49): “*Nelle nuove costruzioni civili a sviluppo verticale devono essere parimenti previsti cavedi multiservizi o, comunque, cavidotti di adeguate dimensioni per rendere agevoli i collegamenti delle singole unità immobiliari*”.

L'infrastruttura fisica multiservizio passiva è rappresentata, come previsto nel comma 1 dell'art. 135-bis del DPR 380/01, dagli spazi nelle parti comuni di un edificio (condotte, cavedi, ecc.), atti ad ospitare varie tipologie di impianti per i servizi di comunicazione elettronica, veicolati su vari mezzi trasmissivi.

La Figura 22 mostra un esempio della predisposizione degli spazi installativi di una infrastruttura multiservizio in un edificio a distribuzione verticale.

Per la realizzazione di un impianto in fibra ottica multiservizio si faccia riferimento al par. 8.2.

(1) La ristrutturazione si definisce profonda, quando le opere da realizzare richiedono il rilascio di un permesso di costruire secondo art. 10, comma 1 lettera c) DPR 380/01 (54).

(2) L'obbligo deriva dalla Legge 1° agosto 2002, n. 166 “Disposizioni in materia di infrastrutture e trasporti” pubblicata nella Gazzetta Ufficiale n. 181 del 3 agosto 2002 - Supplemento Ordinario n. 158. (49)

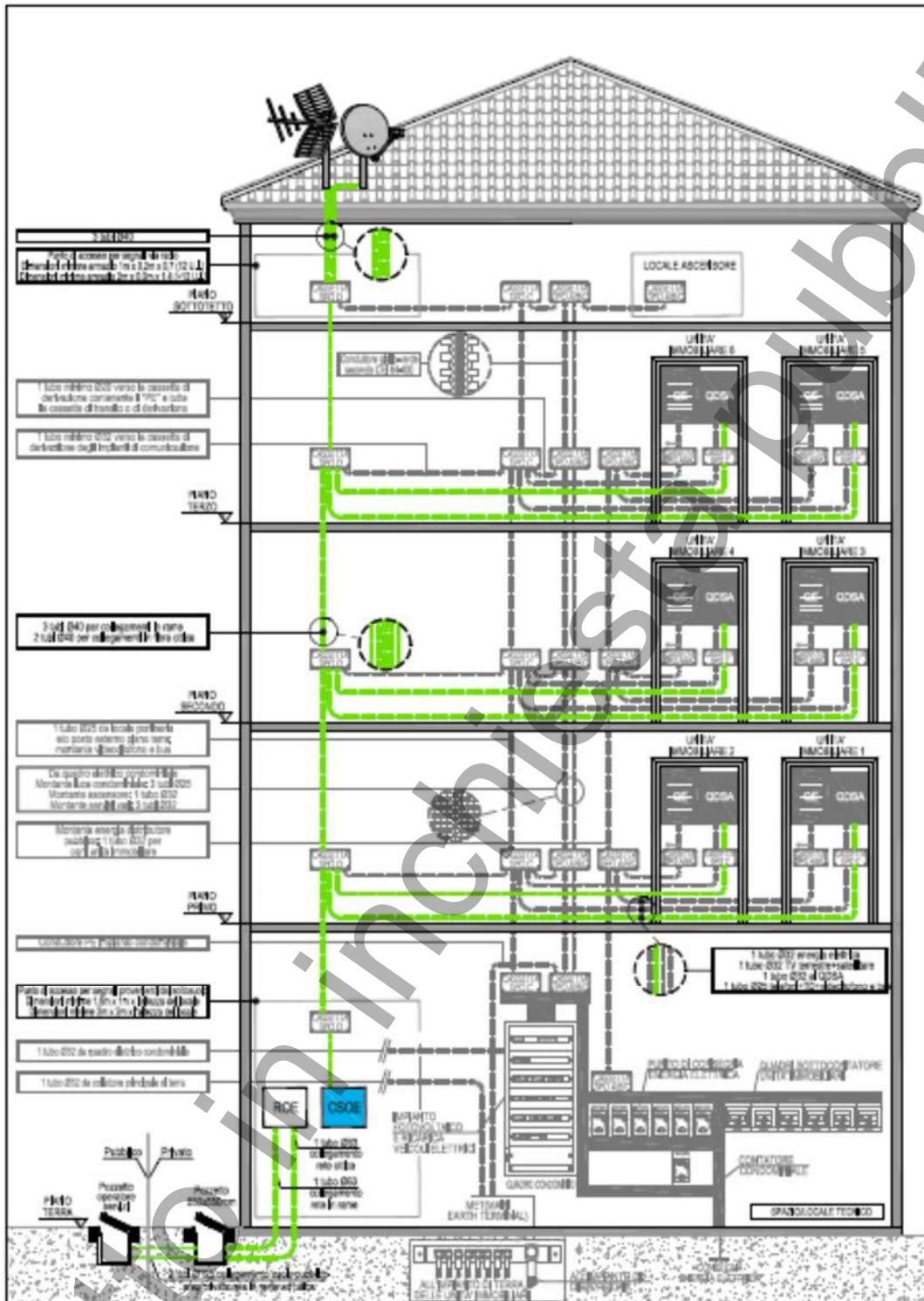


Figura 22 – Esempio di predisposizione di spazi installativi in una infrastruttura multiservizio in un edificio residenziale a distribuzione verticale (nuovo o in ristrutturazione profonda)

L'art. 135 bis⁽¹⁾ comma 3, introdotto nel DPR 380/01 (54), dà facoltà al costruttore di poter marcare l'edificio in cui sia presente una "infrastruttura fisica multiservizio passiva" e "adeguati punti di "accesso" come "predisposto alla banda larga".

Nell' Appendice A sono indicate tali predisposizioni nonché i principi presenti nella legislazione Italiana che dalla l'infrastruttura fisica multiservizio passiva permette di garantire.

L'infrastruttura di supporto deve essere realizzata a prescindere dalla tecnologia attraverso cui vengono erogati i servizi.

Nei Paragrafi seguenti viene descritto nel dettaglio quali siano i requisiti per la predisposizione negli edifici nuovi o in ristrutturazione profonda, comprensiva di:

- accessi alla base e/o dal tetto degli edifici (par. 7.2.2)
- spazi installativi in edifici a distribuzione verticale (par. 7.2.3), dislocati alla base, nel sottotetto e nelle colonne montanti, spazi in edifici distribuiti orizzontalmente (par. 7.2.4), spazi all'interno delle unità immobiliari (par. 7.2.4)

7.2.2 Accesso agli edifici

7.2.2.1 Generalità

Per accesso all'edificio o all'area lottizzata si intende la porzione di infrastrutture passive di collegamento tra il sedime comunale e gli spazi tecnici predisposti in fase di progetto dal costruttore dell'edificio o dell'area lottizzata di pertinenza.

Tali infrastrutture di accesso sono rappresentate da cavidotti interrati e pozetti prefabbricati, per quanto riguarda le reti provenienti dal sottosuolo (par. 7.2.2.2), e dal tetto, per quanto riguarda le reti provenienti dall'etere (par. 7.2.2.3).

Nella progettazione e realizzazione di queste porzioni di infrastruttura, i tracciati non devono determinare servitù. È quindi indispensabile già in queste fasi rispettare la regola al fine di evitarle.

Queste indicazioni valgono sia per gli edifici a distribuzione verticale (condomini) che per quelli distribuiti orizzontalmente (case singole, villette a schiera)

7.2.2.2 Accesso alla base dell'edificio

Per quanto riguarda le reti provenienti dal sottosuolo, la distanza tra il locale tecnico e il suolo pubblico (sedime comunale) costituisce un fattore determinante per la scelta della soluzione tecnica da adottare:

- tratto breve: collegamento diretto dal locale tecnico al/ai pozetto/i in suolo pubblico
- tratto lungo o percorsi tortuosi: collegamento realizzato con uno o più pozetti nel territorio privato, fino ad arrivare al/ai pozetto/i in suolo pubblico.

Nel caso di edifici a distribuzione verticale, per il dimensionamento delle infrastrutture sotterranee di accesso, occorre prevedere, da ogni singolo vano scala fino al punto di diramazione dalla dorsale in suolo pubblico, la predisposizione indicata in

(1) Con il Decreto Legislativo 33/2016 (44), il recepimento della Direttiva Europea si completa e fissa al 01/07/16 la data di entrata in vigore delle disposizioni più significative

Tabella 9 ed in Figura 23.

Tabella 9 – Infrastruttura di accesso all'edificio (tubazioni e pozzi) nel caso di unità immobiliari distribuite su più piani (condominio)

Descrizione	Caratteristiche
N.2 tubi corrugati per ogni vano scala (1 per la rete in rame e 1 per quella ottica), dal vano tecnico al pozzetto esterno all'edificio	Ø 63 mm
N.1 pozzetto modulare all'esterno dell'edificio ⁽¹⁾	550 x 550 mm
Eventuali pozzi modulari (numero da definire in base a cambi significativi di direzione e rompitratta)	550 x 550 mm
Tubi di raccordo tra l'area privata ed il suolo pubblico, per i cavi in rame (numero da definire in base ai cavi in rame da raccordare che soddisfano le esigenze di tutti gli edifici)	Ø 125 mm
N.1 tubo di raccordo tra l'area privata ed il suolo pubblico, per i cavi in fibra ottica	Ø 125 mm
(1) Tale pozzetto, nel caso di collegamento diretto su tratte brevi, potrebbe coincidere con il punto di consegna dell'infrastruttura pubblica	

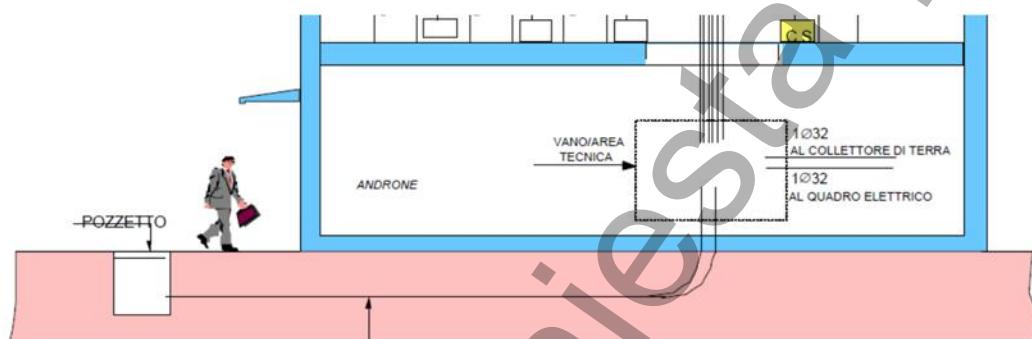


Figura 23 – Rappresentazione schematica delle infrastrutture di accesso all'edificio a più piani

Nel caso di edifici distribuiti orizzontalmente, l'infrastruttura esterna è in genere realizzata mediante cavidotti interrati, posizionati a lato dei viali carrabili o pedonali, che si sviluppano tra l'ingresso dell'area del complesso immobiliare e le singole unità immobiliari. In questi casi, l'infrastruttura, potendo accogliere segnali provenienti sia dal sottosuolo, sia da antenne (terrestri e/o satellitari), può avere percorsi separati che vanno a convergere in un'unica infrastruttura (si veda CEI 64-100/3(3)).

Nel caso in cui siano previsti sistemi di ricezione via radio (terrestre e satellitare) individuali, e quindi installati in ogni porzione del tetto, l'infrastruttura per i segnali dal sottosuolo sarà limitata alle esigenze per i cavi telefonici in rame e per quelli in fibra ottica.

Le predisposizioni da realizzare in questo caso sono riportate nella e sono rappresentate negli esempi di Figura 24 e Figura 25.

Si segnala la necessità di adottare misure atte ad impedire l'accesso dal sottosuolo di animali che potrebbero creare disagi e/o criticità per la funzionalità.

Tabella 10 – Infrastruttura di accesso all'edificio (tubazioni e pozzetti) nel caso di unità immobiliari distribuite orizzontalmente

Descrizione	Caratteristiche
N.2 tubi corrugati di ingresso all'unità immobiliare (1 per la rete in rame ed 1 per la fibra ottica) ⁽¹⁾	32mm
N.1 pozetto esterno per ogni unità immobiliare ⁽²⁾	400x400 mm
Pozzetti in corrispondenza dei cambi di direzione significativi del tracciato, dei punti di diramazione verso gli edifici e come rompi tratta	400x400 mm
N.2 tubi corrugati di distribuzione (anello interno al complesso) ogni 10 unità immobiliari (1 per la rete in rame ed 1 per la fibra ottica)	Ø125 mm
N.1 pozetto modulare in corrispondenza dello spazio tecnico (esterno)	da 600 x 600 mm a 600x 1200 mm ⁽³⁾
Pozzetti modulari (n. da definire in base ai cambi significativi di direzione e rompi tratta.	da 600 x 600 mm a 600x 1200 mm ⁽³⁾
Tubi di raccordo tra l'area privata (spazio tecnico per operatori di servizi) ed il suolo pubblico, per i cavi in rame (n. da definire in base ai cavi in rame da raccordare che soddisfano le esigenze di tutti gli edifici)	Ø 125 mm
N.1 tubo di raccordo tra l'area privata (spazio tecnico operatori di servizi) ed il suolo pubblico, per i cavi in fibra ottica	Ø 125 mm
Tubo dal locale segnali ⁽⁴⁾ (base traliccio antenne)	Ø 125 mm

(1) La dimensione dei tubi è soggetta a valutazioni in funzione della distanza e della presenza o meno di uno spazio tecnico all'interno dell'U.I.
Nel caso in cui il collegamento sia diretto al QDSA la dimensione dei tubi potrà essere di 40mm di diametro.

(2) Nel caso in cui questo pozetto sia all'interno della singola proprietà dovrà essere previsto un tubo di raccordo, con il pozetto esterno, di diametro pari a 63 mm.

(3) Le dimensioni maggiori vanno considerate nel caso in cui il pozetto venga utilizzato anche per i cavi coassiali.

(4) È consigliabile posizionare il vano tecnico, per le apparecchiature di segnale, nelle immediate vicinanze del locale tecnico per l'energia.

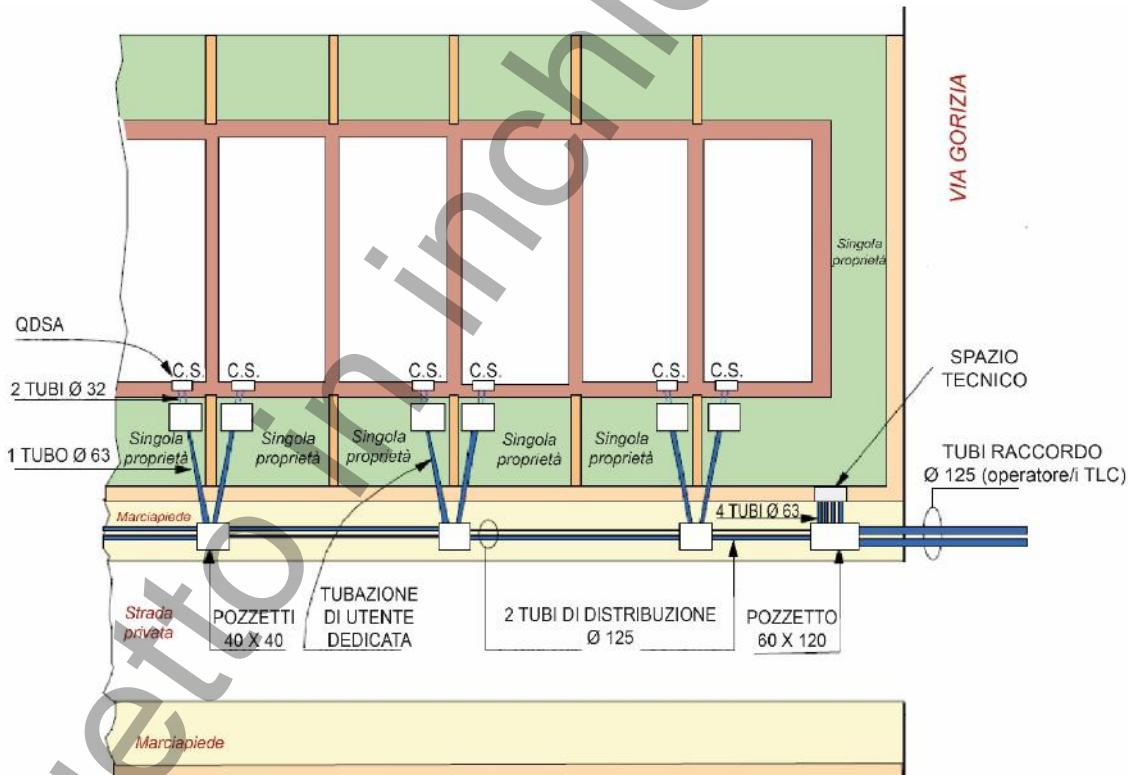


Figura 24 – Esempio di infrastrutture in caso di unità immobiliari distribuite appartenenti ad un complesso immobiliare unico

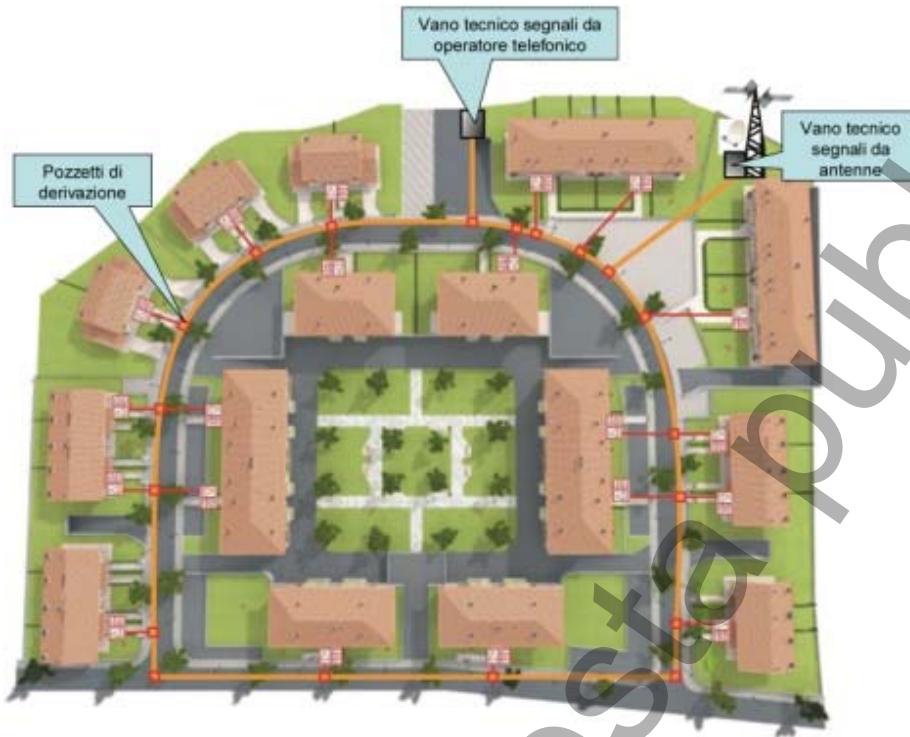


Figura 25 – Esempio di predisposizione infrastrutturale in caso di unità immobiliari distribuite orizzontalmente

7.2.2.3 Accesso alla sommità dell'edificio

Per accesso dalla sommità dell'edificio si intende quella parte di infrastruttura e spazio posto di norma nel sottotetto degli edifici, siano essi composti da più unità immobiliari (condomini) o da singole unità (ville, villette, case uniproprietario).

Questa zona di accesso deve prevedere, già in fase di progettazione, gli appositi sistemi di ancoraggio e sostegno degli impianti di antenna, la continuità strutturale tra questi ultimi e lo spazio tecnico per l'installazione dei terminali di testa. Sia in nuove realizzazione sia in edifici esistenti tali operazioni devono mantenere integre le strutture portanti degli edifici e la loro impermeabilità.

Lo spazio deve poi essere connesso a livello infrastrutturale con la parte distributiva verso le singole unità immobiliari.

Si segnala l'esistenza di regole regionali che stabiliscono criteri minimi, sia per l'accesso al sottotetto, sia per l'accesso alla copertura. (si veda ad esempio art. 9, D.P.G.R.Toscana 18 dicembre 2013, n. 75/R (75)).

7.2.3 Spazi installativi

7.2.3.1 Generalità

Gli spazi installativi sono tutte quelle aree distribuite in vari punti degli edifici (spazio/locale tecnico, scatole o nicchie ai piani, locale sottotetto) che permettono la distribuzione dei vari servizi (videocitofono, videosorveglianza, segnali d'antenna, di comunicazione elettronica, ecc.), mediante l'installazione di apparati.

Questi spazi possono essere realizzati in varie parti del complesso immobiliare, a seconda della sua struttura (condominio, comprensori di singole unità), come ad esempio nelle parti comuni condominiali, o in strutture dedicate funzionali ad un intero gruppo di unità immobiliari. Il loro dimensionamento deve:

- essere proporzionale al numero di unità immobiliari presenti nell'edificio
- essere progettato con una topologia distributiva adeguata alle caratteristiche dello stesso (edificio a sviluppo verticale, orizzontale, multi scala, multi ingresso, ecc.).
- prevedere e favorire gli interventi manutentivi
- prevedere e favorire i possibili ampliamenti e/o integrazioni, dovute agli sviluppi tecnologici dei servizi

Nelle Figure Figura 26, Figura 27, Figura 28 e Figura 29 sono rappresentati alcuni schemi generali delle zone di accesso e dei collegamenti in fibra ottica ospitabili nell'infrastruttura così realizzata, nel caso di edifici a distribuzione verticale.

Nei par. 7.2.3.2 e 7.2.3.3 vengono specificate le caratteristiche degli spazi tecnici alla base dell'edificio e nel sottotetto.

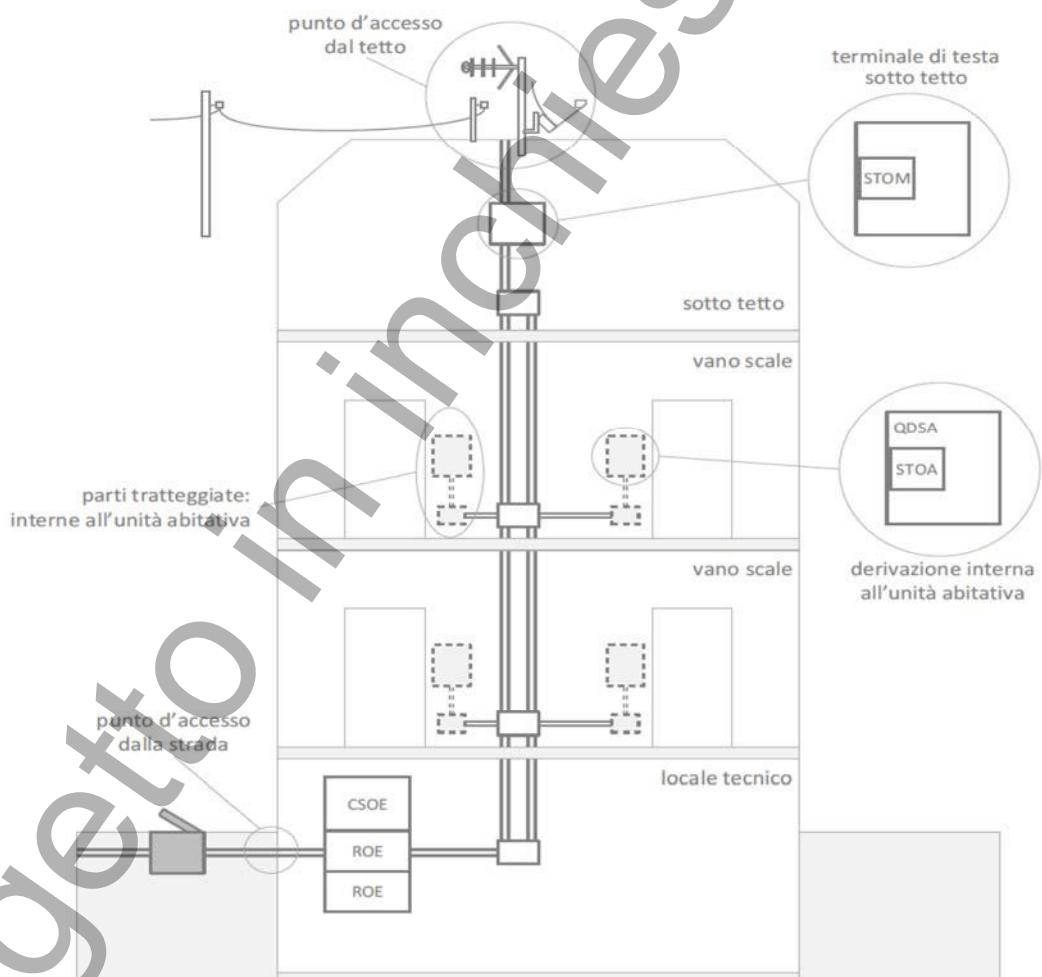


Figura 26 – Rappresentazione schematica delle zone di accesso all'edificio nel caso di reti provenienti sia dalla strada sia del tetto (CSOE alla base si veda cap. 8)

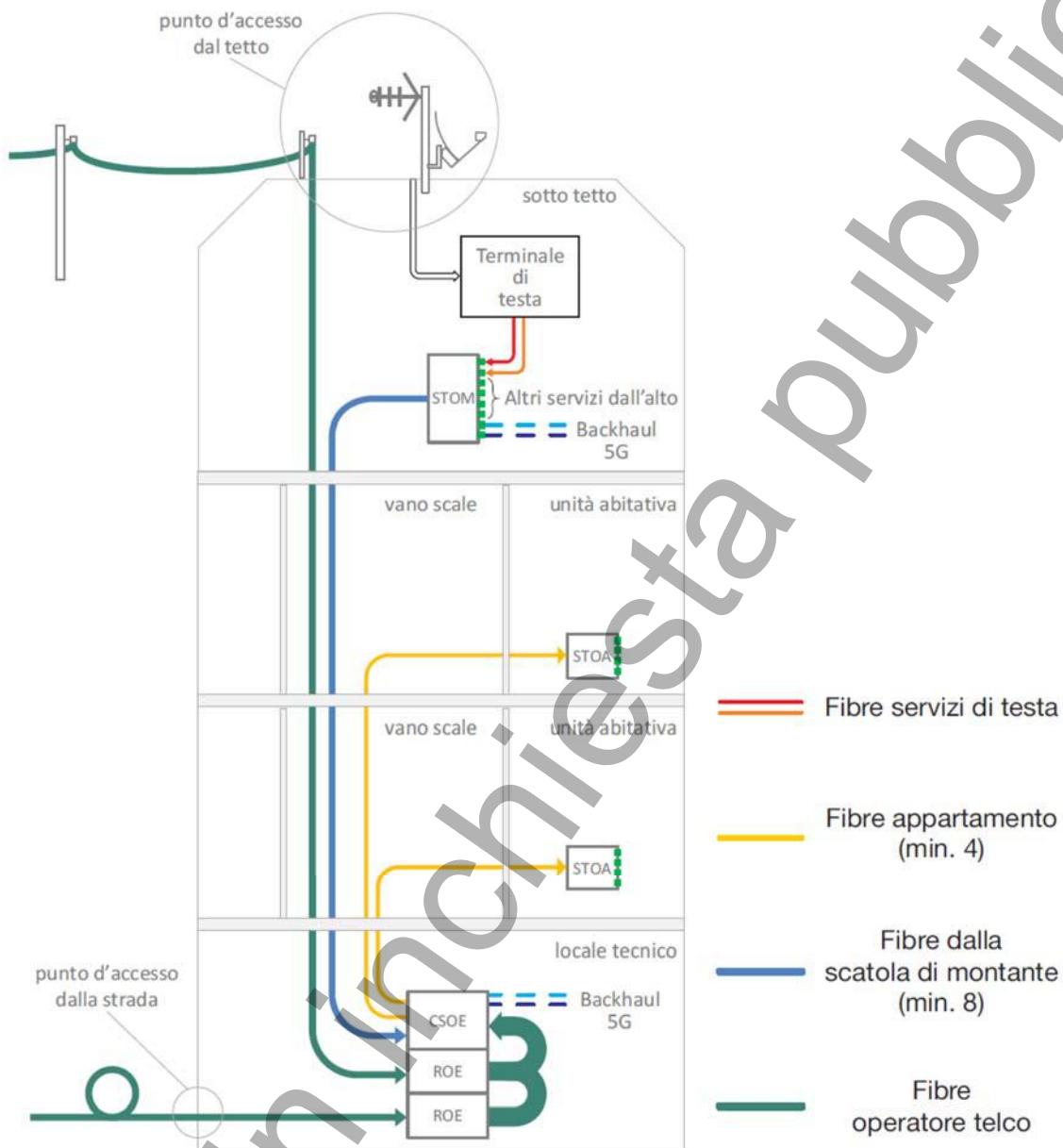


Figura 27 – Rappresentazione dei collegamenti in fibra ottica ospitabili nell'infrastruttura di Figura 26

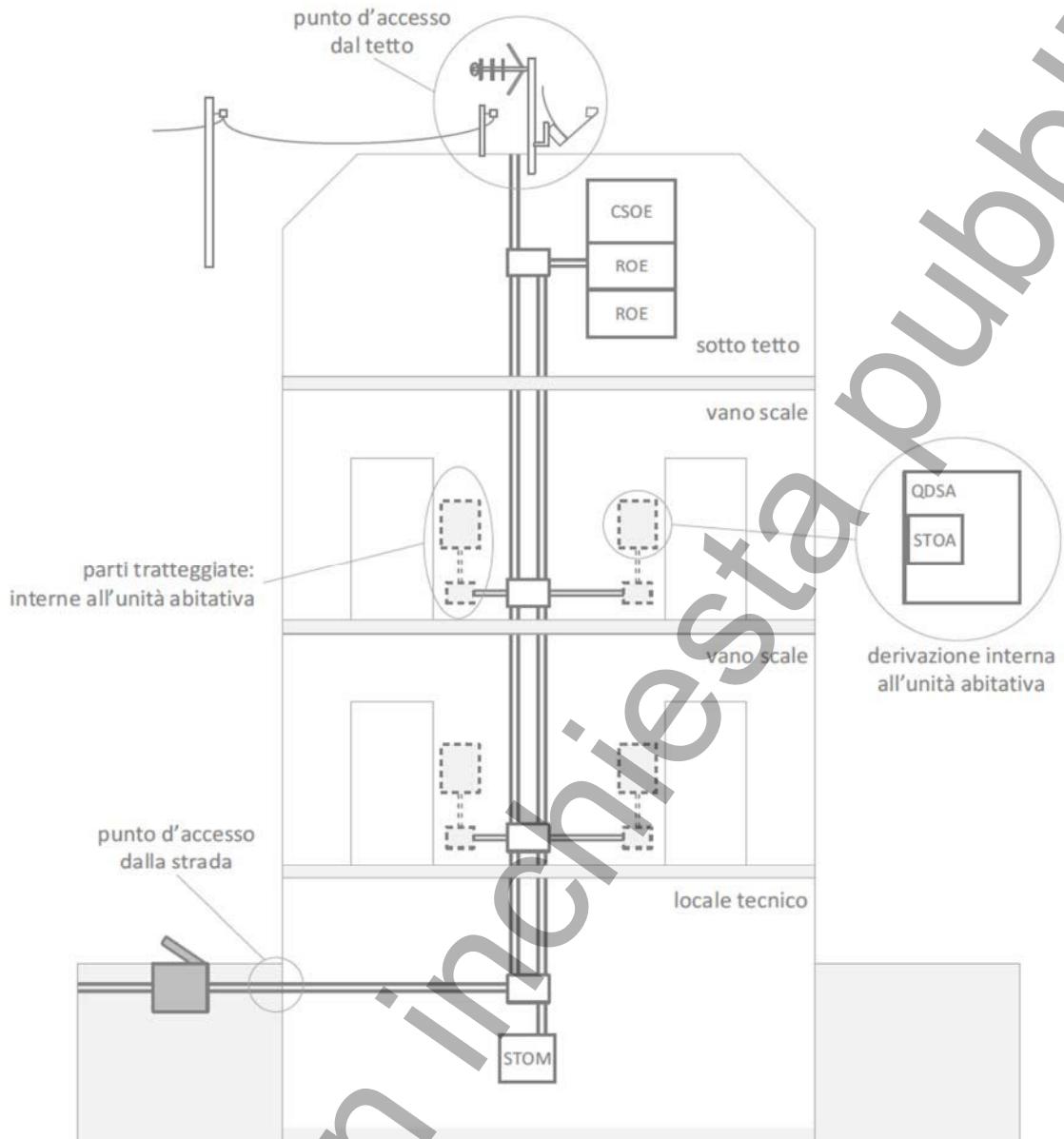


Figura 28 – Rappresentazione schematica del punto di accesso dell'edificio sia dalla strada sia dal tetto con CSOE nel sottotetto dell'edificio

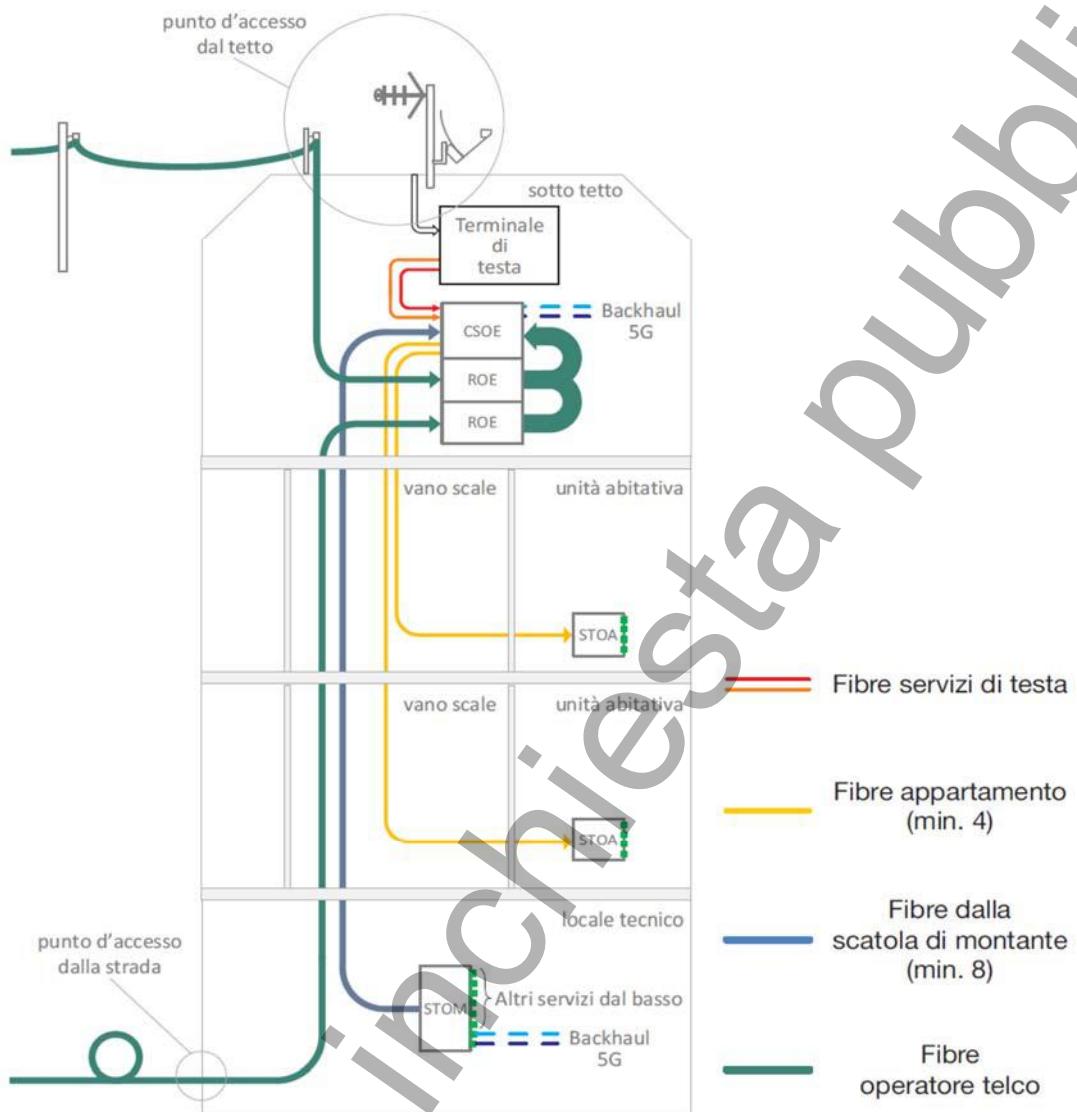


Figura 29 – Rappresentazione dei collegamenti in fibra ottica ospitabili nell'infrastruttura di Fig. 7

7.2.3.2 Spazio tecnico alla base dell'edificio

Nel caso di edifici a distribuzione verticale, lo spazio/locale tecnico da collocare in prossimità dei montanti ha le dimensioni indicate nella Guida CEI 64-100/1 (1) e riportate nella Tabella 11.

Tabella 11 – Dimensioni degli spazi/locali tecnici necessari per il punto di accesso all'edificio per segnali provenienti dal sottosuolo (edifici a distribuzione verticale)

Altezza (H) [m]	Larghezza (L) [m]	Profondità (P) [m]
2,7	1,8	1,0
1,7 < H < 2,7	2,0	2,0

spazio minimo per vano scala per edifici a sviluppo verticale con un numero uguale o inferiore a 32 Unità Immobiliari. Le dimensioni definite in tabella non sono applicabili al caso di contenitori

All'interno dello spazio di cui sopra, va riservata una zona dedicata ai moduli di terminazione delle reti ottiche dell'edificio e ai moduli degli operatori per la ripartizione ottica delle fibre provenienti dall'esterno (CSOE, Centro Servizi Ottici di Edificio, ROE, Ripartitore Ottico di Edificio)⁽¹⁾, con dimensioni indicative stimabili in 450 mm (L) X 180 mm (h) X 150 mm (P). Su tale superficie non dovranno inoltre essere installati altri dispositivi, transiti di tubi, impianti o arredi che non siano riconducibili alla finalità del sistema di distribuzione in fibra ottica, in quanto costituisce la predisposizione per future espansioni od aggiornamenti tecnologici. Tale raccomandazione risulta ancora più importante nei punti iniziali della tratta verticale (montanti).

Nello spazio tecnico è necessario inoltre che siano predisposti i tubi per le alimentazioni (rete elettrica) delle apparecchiature.

Assumendo che l'altezza tra pavimento e soffitto sia tipicamente 270 cm, si raccomanda di riservare lo spazio minimo per il posizionamento di uno o più al ROE (altezza dell'ordine di 80 cm). Si suggerisce inoltre di prevedere l'installazione di questi moduli ad una altezza minima dal pavimento non inferiore ai 20 cm. Il resto dello spazio è disponibile per il CSOE e la sua area espansione.

In Figura 30 sono riportate a titolo orientativo anche le altre dimensioni. La Figura 31 riporta una rappresentazione tridimensionale del punto di accesso di edificio, che ne mette in evidenza gli ingombri.

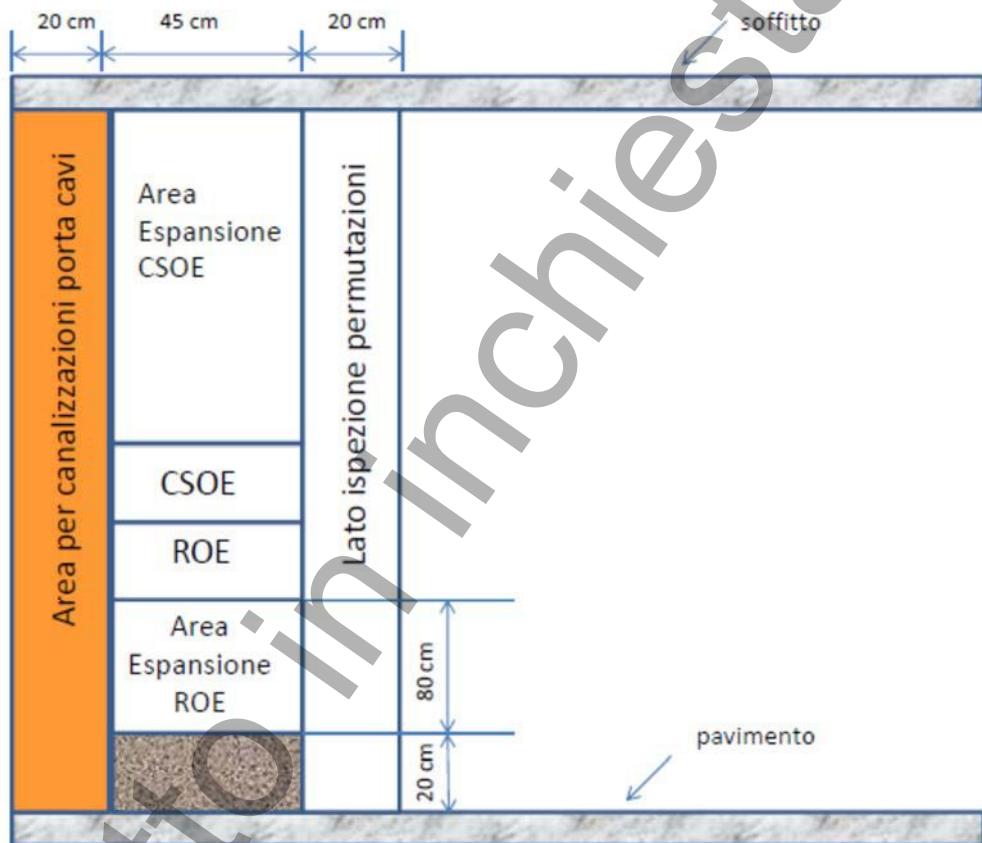


Figura 30 – Rappresentazione schematica degli spazi necessari per il punto di accesso all'edificio per segnali provenienti dal sottosuolo in edifici a distribuzione verticale

(1) Si vedano par. 8.2.2 e 8.2.5 per le definizioni di CSOE e ROE.



Figura 31 – Rappresentazione "3D" degli spazi necessari per il punto di accesso all'edificio di Figura 30

Nel caso di edifici a distribuzione orizzontale, tale spazio installativo potrà essere all'interno o all'esterno e, nel caso in cui sia progettato un unico punto di ricezione dei segnali radiotelevisivi (TV) con traliccio per le antenne, accoglierà le apparecchiature sia per i segnali provenienti dal sottosuolo, sia per quelli via radio. Nel caso in cui tali locali non siano unificati, il collegamento tra i due locali dovrà essere assicurato mediante le opportune tubazioni. È necessario tenere in considerazione la distanza del terminale di testa dalle antenne minimizzandola, per quanto possibile, in quanto determinante ai fini della funzionalità dell'impianto distributivo dei segnali, che dovrà essere successivamente realizzato.

Le caratteristiche del punto di accesso per le unità immobiliari distribuite orizzontalmente sono riportate nella Guida CEI 64-100/3 (3) e riassunte nella Tabella 12 sia per i segnali provenienti dal sottosuolo sia per quelli via radio.

Tabella 12 – Punti di accesso all'edificio, in caso di unità immobiliari a distribuzione orizzontale per i segnali provenienti dal sottosuolo e per quali via radio⁽¹⁾

Descrizione	Caratteristiche
Spazio per i segnali (interno a ciascun edificio)	1 m (L) x 0,6m (P) x 1m (H)
Spazio ⁽¹⁾ per segnali provenienti da operatore telefonico	3 m (L) x 2,5 m (P) x 2,4 m (H)
Spazio ⁽²⁾ per i segnali provenienti dalle antenne della radiodiffusione terrestre e satellitare	3 m (L) x 2,5 m (P) x 2,4 m (H)

(1) Lo spazio per i segnali provenienti da un operatore telefonico e destinato a contenere le apparecchiature telefoniche, se costruito in muratura, quando è posizionato sul confine di proprietà, potrebbe essere dotato di due porte: una al lato strada, per agevolare gli interventi degli operatori pubblici, ed una interna alla proprietà, per gli interventi dell'addetto alla manutenzione. Tale spazio è condivisibile con quello per i segnali provenienti dalle antenne nel caso in cui vi siano le condizioni adatte.

(2) Questo spazio è da considerare presente solo nel caso in cui sia prevista una soluzione con un unico traliccio per l'antenna centralizzata, dedicata a tutto il complesso di unità immobiliari distribuite.

(1) Le dimensioni indicate si riferiscono all'esempio di Figura 32 e sono da definire in base alla superficie, al numero/tipologia degli immobili, caso per caso

Nel caso in cui lo spazio tecnico dedicato allo CSOE venga predisposto nel sottotetto questo si aggiunge allo spazio tecnico per i segnali via radio descritto al par. 7.2.2.3.

7.2.3.3 Infrastrutture verticali (montanti)

I montanti sono costituiti da tubi o cavidotti atti ad assicurare gli accessi ai servizi di comunicazione elettronica a tutte le unità immobiliari. È consigliato che tali infrastrutture siano continue su tutto lo sviluppo verticale dell'edificio (locale tecnico, piani, sottotetto).

Il numero e la dimensione delle tubazioni sono da definire in funzione del numero di unità immobiliari da collegare e sono riportati in dettaglio nella Guida CEI 64-100/1 (1) per le diverse tipologie di edificio (numero piani edificio/numero unità immobiliari per piano). All'interno della stessa guida sono riportate anche le indicazioni relative alle cassette per ogni montante, con le loro dimensioni minime utili.

Nella Tabella 13 sono riportati alcuni esempi di dimensionamento di tubazioni e cassette, in relazione alle dimensioni dell'edificio. Tali dimensioni sono orientative e non discriminanti nella scelta dei prodotti disponibili sul mercato.

L'indicazione di due scatole separate (per i segnali via radio e per quelli dal sottosuolo) e le relative dimensioni consigliate, non sono vincolanti per il progettista, l'importante è che vengano garantiti spazi equivalenti o maggiori (anche unificando le due scatole).

Si raccomanda, negli edifici con un numero di piani maggiore di otto o con molte U.I. per piano, la progettazione di un cavedio comune per la risalita di tutti i mezzi trasmissivi. Tale soluzione, per la sua semplicità di gestione, è consigliabile anche per edifici con un numero inferiore di piani.

In linea di principio, è sempre preferibile separare il più possibile il percorso dei cavi in fibra ottica da quello dei cavi in rame, per una migliore gestione dell'impianto nel tempo. In ogni caso, per motivi di sicurezza, dove i cavi ottici sono accessibili (scatole di derivazione e/o rompitratte) dovranno riportare l'etichetta "segna laser".

Tabella 13 – Esempi di dimensionamento (in mm) di tubazioni e cassette in funzione del numero dei piani e delle unità immobiliari

N. piani	N. unità immobiliari per ogni piano	N. tubi totali ⁽¹⁾	N. tubi Montante TV	N. Tubi Montante Dati/fonia	Diametro tubi ⁽²⁾	Numero di cassette per piano	Dimensioni minime interne consigliate per le cassette ai piani ⁽³⁾
2	2	5	3	2	40	2	400 x 215 x 65
2	4	5	3	2	40	2	400 x 215 x 65
4	2	5	3	2	40	2	400 x 215 x 65
4	4	6	4	2	40	2	400 x 215 x 65
6	2	6	4	2	40	2	400 x 215 x 65
6	4	7	4	3	40	2	400 x 215 x 65
8	2	6	4	2	40	2	400 x 215 x 65
8	4	8	5	3	40	2	400 x 215 x 65
(1)	(2)	(3)	Il numero dei tubi indicato tiene presente i fabbisogni sia dei segnali via radio sia dei segnali provenienti dal sottosuolo (rame e fibra ottica).				
		(4)	Il diametro indicato è riferito alla misura nominale del tubo corrugato (mm). Il progettista potrà individuare soluzioni alternative purché assicurino una equivalente o maggiore disponibilità di spazio.				
		(5)	Per razionalizzare l'approvvigionamento dei materiali e per ottimizzare l'operatività su fibra ottica, la dimensione delle scatole è stata unificata alla dimensione maggiore. Si è scelta la cassetta di tipo D secondo la CEI 64-100/1(1).				

Il montante di edificio qui descritto permette la realizzazione di impianti TV o dati separati dall'impianto multiservizio e da eventuali altri impianti di comunicazione elettronica.

Nei nuovi edifici o in caso di ristrutturazioni profonde tali condotti si sviluppano per tutta l'altezza dell'edificio, passando attraverso le scatole di derivazione posizionate nei vari piani, e consentono il transito dei diversi mezzi trasmissivi sia dal basso verso l'alto, sia dall'alto verso il basso. In questo caso l'infrastruttura realizzata consente di ospitare un impianto multiservizio in fibra ottica in cui è possibile integrare la distribuzione TV con quella dei dati.

7.2.3.4 Spazio tecnico nel sotto tetto

Per la ricezione e distribuzione dei segnali provenienti da trasmettitori terrestri e satellitari, la zona di accesso (si veda par. 7.2.2.3**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) comporta il coinvolgimento di due strutture necessarie per l'impianto vero e proprio:

- il sostegno della parte aerea (antenne)
- lo spazio installativo per gli apparati costituenti il terminale di testa, per l'elaborazione dei segnali captati dalle antenne, al fine di renderli idonei alla distribuzione nella rete cablata in rame e/o in fibra ottica

Relativamente alla parte aerea, è opportuno predisporre già dalla fase progettuale dell'edificio, gli ancoraggi adatti a poter fissare i sostegni per il posizionamento delle antenne, anche alla luce del DM 22/01/2013(58). Evitando di modificare la struttura e l'impermeabilizzazione del tetto.

In prossimità dello spazio costituente il terminale di testa è opportuno posizionare o prevedere lo spazio (indicativamente 250x210x70) per il posizionamento della STOM (Scatola Terminazione Ottica di Montante) che ha la funzione di terminare le fibre ottiche provenienti dal CSOE e permettere la connessione degli apparati di conversione elettrico/ottico ricevuti via radio con la rete ottica distributiva dell'edificio. Se esistono le condizioni tecniche necessarie, le antenne paraboliche per la TV satellitare possono essere ancorate allo stesso sostegno destinato a reggere le antenne dell'impianto per la TV terrestre. Nel caso in cui ciò non sia possibile o conveniente (ad es. nel caso in cui risultasse un momento flettente dovuto all'azione del vento sulle antenne maggiore di 1650 Nm), è opportuno prevedere gli spazi necessari per più sostegni, considerando anche le dimensioni e la destinazione d'uso dell'edificio.

Il posizionamento delle antenne paraboliche può avvenire in qualsiasi punto (tetto, cortile, ecc.) avente la visibilità diretta dei satelliti geostazionari (senza ostacoli, inclusi quelli modificabili nel tempo come le fronde di alberi), nelle posizioni orbitali prescelte. Nella scelta della posizione (ad esempio, balcone) è necessario considerare eventuali limitazioni fissate dai regolamenti comunali.

Per ulteriori dettagli relativi al dimensionamento del sostegno e del palo si rimanda alle indicazioni della Guida CEI 100-140 (27).

Lo spazio installativo per il terminale di testa nel caso di edifici a distribuzione verticale è importante che abbia le seguenti caratteristiche:

- posizione accessibile, senza che vi siano servitù di passaggio o altri condizionamenti
- disponibilità di tubi idonei al transito dei cavi, dalle antenne (esterno) al locale o alla nicchia (interno) dove saranno posizionati gli apparati del terminale di testa. I tubi dovranno essere posati con criterio tale da rispettare le caratteristiche di isolamento (coibentazione) della copertura del tetto
- disponibilità di una linea elettrica dedicata per la fornitura di energia, derivante dal quadro energia dell'edificio e protetta a monte con interruttore magneto-termico differenziale
- disponibilità di un collegamento di messa a terra, secondo le prescrizioni di legge (si veda Guida CEI 100-7(5)).

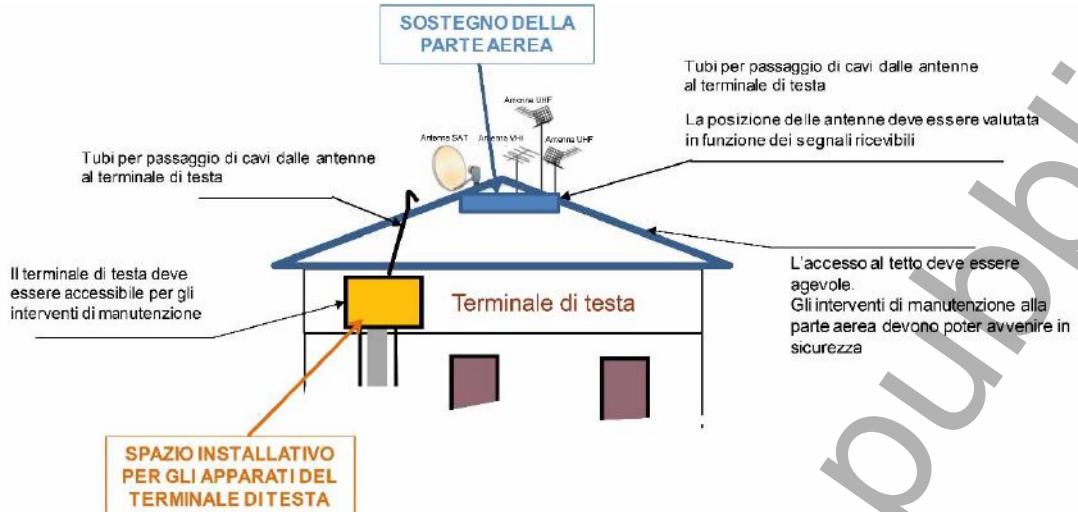


Figura 32 – Rappresentazione schematica del punto di accesso all'edificio per segnali via radio nel caso di installazioni condominiali

Per edifici a distribuzione verticale, le dimensioni dello spazio per l'armadio contenente gli apparati del terminale di testa, se le antenne sono sul tetto, variano in funzione delle dimensioni dell'impianto e della complessità del sistema ricevente. In ogni caso, quando la complessità dell'impianto non sia prevedibile, si raccomanda di predisporre nel sottotetto, se accessibile, oppure nella parte alta del vano scala all'ultimo piano, lo spazio avente le dimensioni riportate in Tabella 14.

Tabella 14 – Contenitore o nicchia per la distribuzione dei segnali radio per edifici a distribuzione verticale

Contenitore o nicchia	Lunghezza (L) cm	Profondità (P) cm	Altezza (H) cm
Esempio 1	100	20	70
Esempio 2 (per edifici con più di 12 U.I.)	200	20	140

7.2.3.5 Spazi installativi in case singole, ville a schiera, complessi residenziali

La Guida CEI 64-100/3 (3) definisce le linee guida aggiuntive per il progetto delle infrastrutture degli immobili di cui sopra, descrivendone le peculiarità.

- 1) Case singole: l'infrastruttura presentata al par. 7.2.4, relativa ad un appartamento, può essere distribuita su più livelli e avere delle estensioni all'esterno,
- 2) Ville a schiera: rispetto al caso 1, si aggiunge una parte comune di infrastruttura,
- 3) Complessi residenziali: rispetto al caso 2, le parti comuni sono più ampie,
- 4) Per tutte e tre le tipologie di immobili si possono incontrare ambienti non presenti nell'abitazione singola che necessitano di soluzioni impiantistiche dedicate (es. giardino, piscina, autorimessa, tavernetta, ecc...).

Nei casi 2,3,4 l'impatto sulle infrastrutture riguarda principalmente gli impianti elettrico, domotico, videocitofonico.

Per quanto riguarda l'infrastruttura dedicata all'impianto di comunicazione, la variante significativa da considerare riguarda il caso 1. In questo caso si può prevedere un montante interno e dei distributori secondari da disporre sui vari livelli, vedi esempio riportato in Figura 33.

Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..

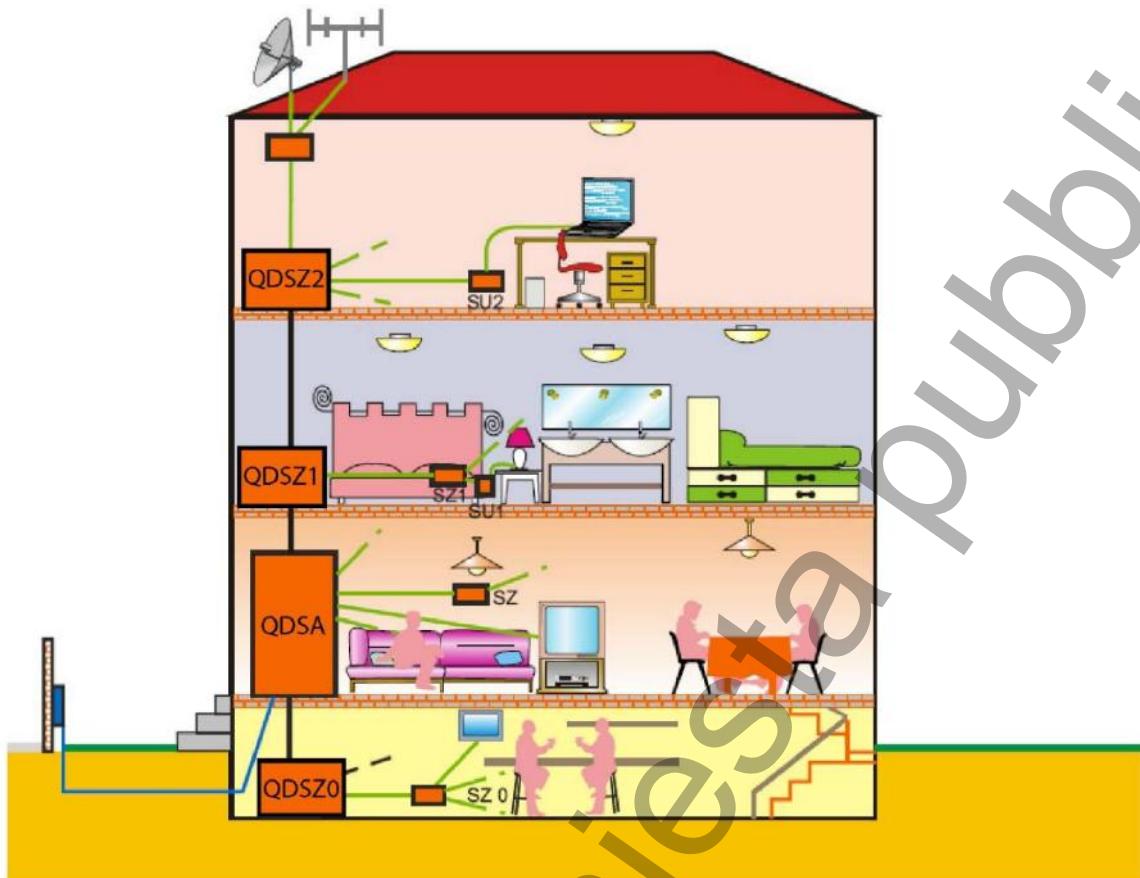


Figura 33 – Esempio di infrastruttura per una casa singola disposta su più piani

Le dimensioni e la tipologia degli oggetti costituenti l'infrastruttura devono essere commisurati alla tipologia dell'edificio. Come è possibile notare nella Figura 33 oltre al QDSA, per un'efficace distribuzione dell'infrastruttura e dei relativi servizi nei vari piani dell'abitazione, sarà necessario prevedere dei Quadri di Distribuzione dei Segnali di Zona (QDSZ) collocati ai successivi piani che compongono l'immobile.

7.2.4 Spazi installativi all'interno di unità immobiliari

7.2.4.1 Generalità

Questi spazi installativi sono complementari a quelli comuni, per assicurare la massima flessibilità di utilizzo dei servizi di comunicazione elettronica nel rispetto delle leggi, al fine di garantire il diritto inderogabile di libertà delle persone nell'uso dei mezzi di comunicazione elettronica.

Nei par. 7.2.4.2 e 7.2.4.3, sono descritti gli spazi e le linee guida consigliate nella realizzazione delle infrastrutture interne alle unità immobiliari.

7.2.4.2 Spazi installativi per QDSA e STOA

Il QDSA (Quadro Distribuzione Segnali di Appartamento) contiene gli apparecchi di distribuzione relativi agli impianti di comunicazione. Per lo spazio ad esso dedicato si suggeriscono dimensioni (minime) indicative equivalenti a 500 (H) x 300 (L) x 100 (P) mm.

Tali dimensioni possono variare o essere scomposte in più spazi (interconnessi tramite tubazioni, per garantire un'equivalente funzionalità), coerentemente alla superficie dell'unità immobiliare e alla complessità dell'impianto. Le dimensioni di ciascuna scatola non dovrebbero essere inferiori a 150 (H) x 250 (L) x 70 (P) mm. Devono inoltre essere utilizzate un numero di scatole sufficienti all'ottenimento di uno spazio equivalente a quello del QDSA realizzato con un singolo quadro (QDSA concentrato).

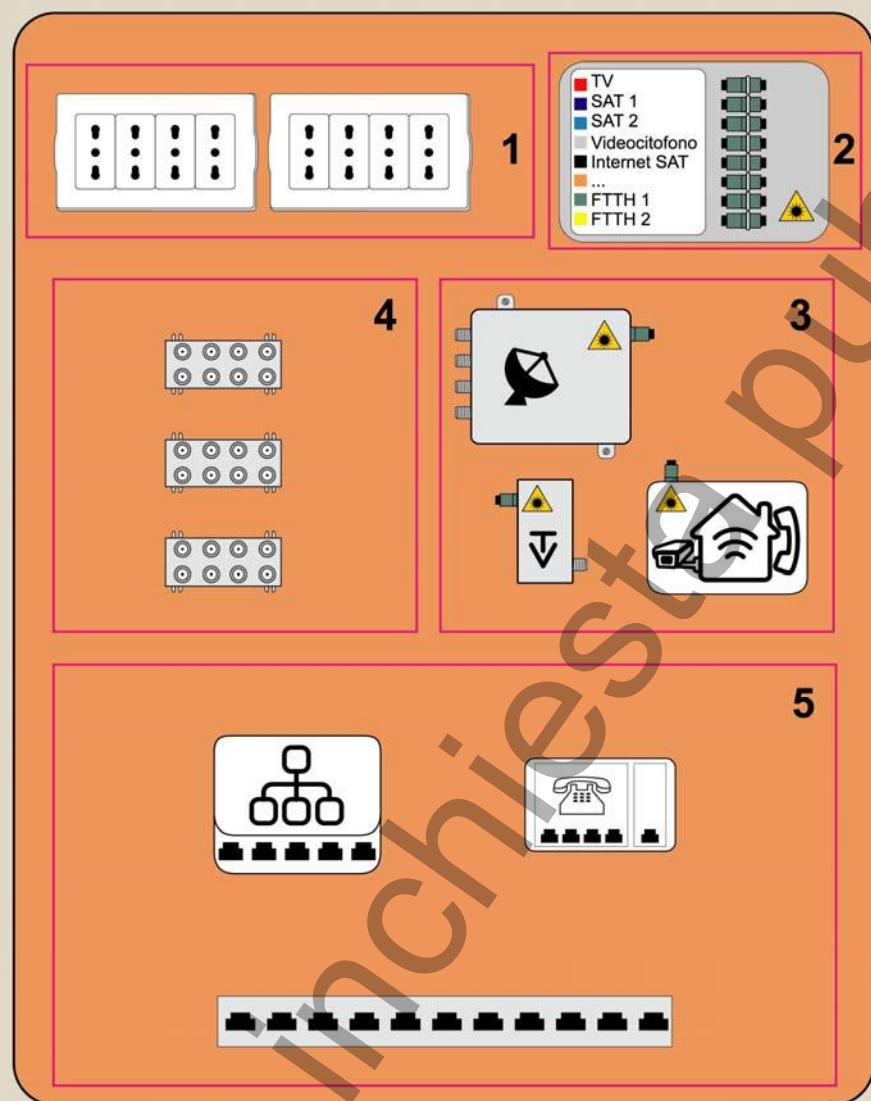
A seconda delle necessità installative, alcuni dei componenti possono essere installati esternamente (si veda par. 9.2).

Il QDSA deve essere posizionato in modo da consentire la realizzazione ottimale dei collegamenti, tenuto conto delle massime distanze di ogni tratta di cablaggio.

Nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** Figura 34 è mostrato un esempio di QDSA concentrato (schema di principio).

Nello stesso quadro, o nelle immediate vicinanze, deve essere collocata la STOA (Scatola di Terminazione Ottica di Appartamento), descritta nel par. 8.2.3

Di seguito**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** (Figura 35, Figura 36) sono rappresentati degli esempi di realizzazione pratica del QDSA.



Legenda:

1. Spazio per le alimentazioni. La linea elettrica delle prese di servizio e degli eventuali alimentatori va collegata ad un interruttore magnetotermico differenziale predisposto nel quadro di distribuzione elettrico.
2. Spazio per la STOA, contiene le terminazioni ottiche per tutti i servizi distribuiti.
3. Spazio per dispositivi di trasduzione ottico/elettrica per la TV terrestre e satellitare, videocitofono, per la videosorveglianza, per le interfacce domotiche
4. Spazio per componenti passivi di distribuzione alle radiofrequenze: divisorì, derivatori, miscelatori, filtri ...
5. Spazio riservato ai componenti per la rete telefonica e LAN, contiene la multi presa telefonica con uscite RJ11 e lo switch ethernet con uscite RJ45 ed eventuale pannello di permutazione (Patch panel) per l'inserimento dei frutti femmina/femmina RJ45 per attestazione rete LAN domestica.

Figura 34 – Esempio di QDSA concentrato

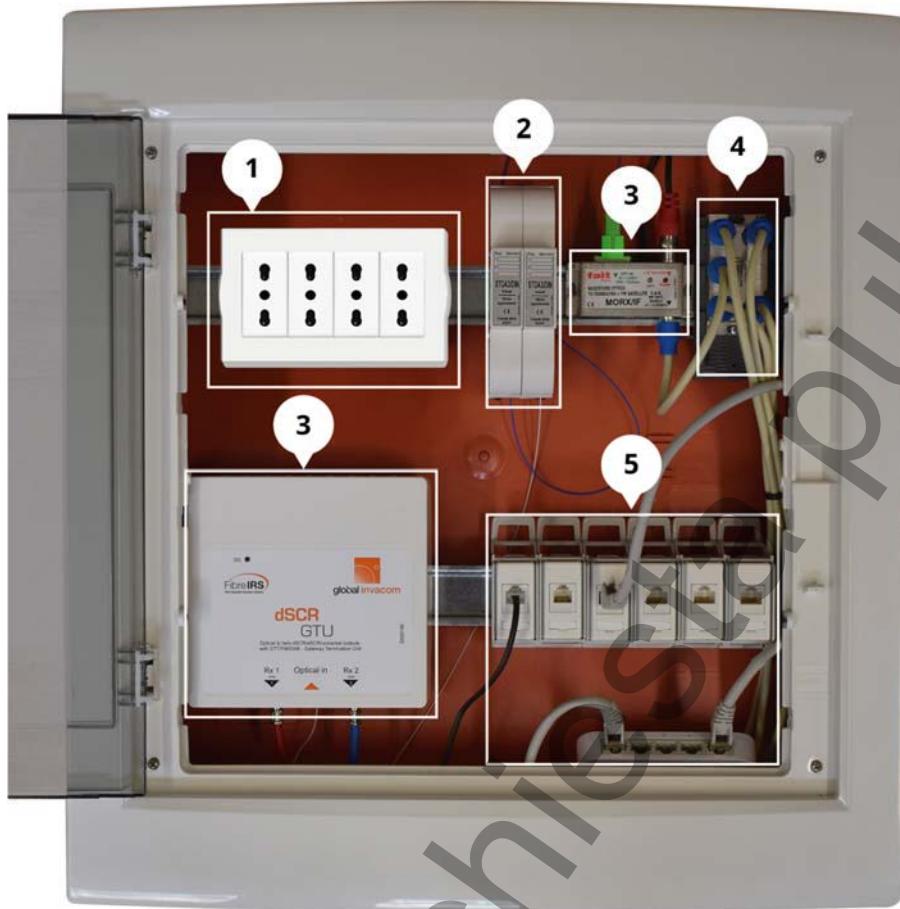


Figura 35 – QDSA: esempio di realizzazione pratica

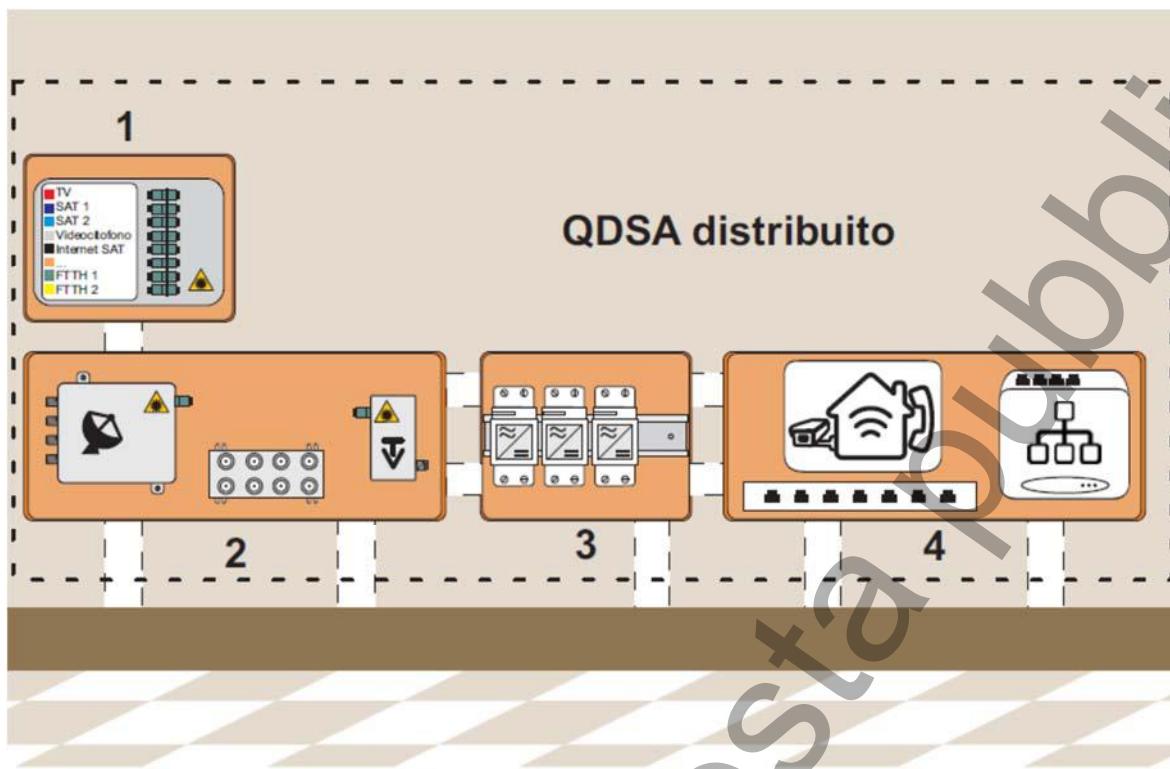


Figura 36 – QDSA: Esempio di realizzazione pratica

Le scatole contenenti componenti attivi devono essere dimensionate in modo tale da consentirne la dissipazione della potenza. Si hanno dei valori di potenza tipicamente attorno ai 20 W per i quali è sufficiente una scatola di dimensioni 180X 150 X 70 mm¹ circa nella maggior parte dei casi.

Nella Figura 37 **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** è mostrato un esempio di QDSA “distribuito”, realizzato cioè con scatole separate.

(1) Si raccomanda di verificare il dato fornito dal costruttore della scatola relativamente alla massima potenza dissipabile ed al campo di temperatura di esercizio.



Legenda:

- Scatola STOA. Contiene le terminazioni ottiche per tutti i servizi. Dimensioni minime : 196X152X70.
- Scatola componenti radio-televisivi per segnali in arrivo sia su fibra ottica sia su rame. Contiene i trasduttori ottici TV terrestre e satellitare, amplificatori di linea, componenti passivi di distribuzione alle radiofrequenze, multiswitch. Dimensioni minime: 392X152X70mm.
- Scatola alimentatori per componenti attivi (Dimensioni minime : 196X152X70) . Contiene ad esempio gli alimentatori per:
 - trasduttori ottici/elettrici TV terrestre e satellitare
 - multiswitch
 - amplificatori di linea TV
 - switch LAN,
 - videocitofono,
 - interfacce domotiche
- Scatola componenti rete LAN e domotica. Contiene lo switch ethernet, le interfacce per la videocitofonia e per la TVCC e altri dispositivi per la domotica. Dimensioni minime 392X152X70mm.

Figura 37 – Esempio di QDSA distribuito

7.2.4.3 Infrastruttura di distribuzione orizzontale all'interno dell'appartamento

La Guida CEI 64-100/2 (2) definisce le linee guida per l'infrastruttura a supporto dei cablaggi all'interno delle unità immobiliari. Lo scopo è quello di fornire ai progettisti di abitazioni le linee guida per il dimensionamento di una infrastruttura in grado di ospitare il centro stella, predisporre le necessarie condutture, scatole di derivazione e scatole di utilizzo (SU porta frutta).

L'infrastruttura progettata secondo la Guida CEI 64-100/2(2) deve avere caratteristiche di adattabilità e flessibilità in modo da consentire future modifiche ed estensioni degli impianti e devono rispettare determinati vincoli relativi alla posa (coesistenza con impianti elettrici e non elettrici, quali riscaldamento, acqua potabile ecc....).

Tale infrastruttura riprende la topologia a stella del cablaggio (si veda il cap. 6), prevedendo uno spazio centrale, per contenere gli apparecchi di distribuzione dei servizi di comunicazione degli spazi installativi intermedi (scatole di derivazione,) e gli spazi per le prese.

Nella presente guida si considera la parte di impianto relativa alla trasmissione dati, voce, immagini (TV ed altro), che viene posato in una porzione dedicata della infrastruttura complessiva destinata anche alla distribuzione dell'energia elettrica e delle applicazioni domotiche.

In Figura 38 è riportato un esempio di infrastruttura dedicata all'impianto di comunicazione, progettata secondo i principi della Guida CEI 64-100/2 (2).

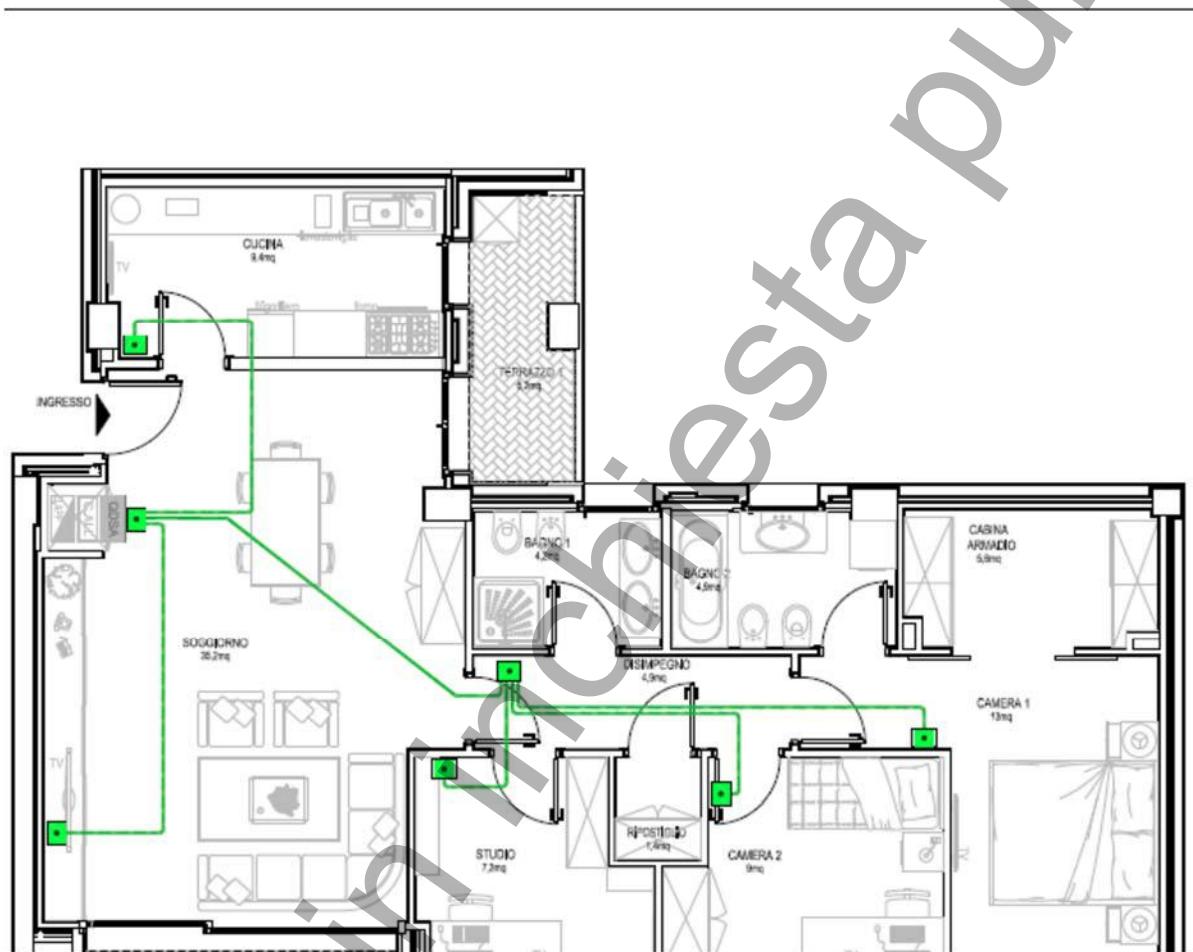


Figura 38 – Esempio di infrastruttura per impianti TV, fonia, trasmissione dati

Nell'esempio che segue (si veda Figura 39) si rappresenta un esempio di distribuzione dei servizi di comunicazione all'interno di un'unità immobiliare.

L'esempio riportato fa riferimento ad una installazione di livello 3, secondo la classificazione data in CEI 64-8 capitolo 37 (10). Nell'Appendice B è riportata la descrizione completa dell'esempio di progetto.

Le dotazioni minime corrispondenti ai livelli impiantistici 1,2,3 sono riportate nella norma CEI 64-8 (10) e nella relativa guida applicativa CEI 64-53 (37).



Figura 39 – Esempio di impianto di comunicazione all'interno di una unità immobiliare

È importante sottolineare come una distribuzione a stella e la ridondanza dei punti di utilizzo favoriscano dapprima la disposizione degli arredi e dall'altra il cablaggio strutturato assicuri connessioni stabili per gli apparati fissi come TV Smart/4K, decoder o elettrodomestici intelligenti.

7.3 Infrastrutture negli edifici esistenti

Per gli edifici esistenti, l'obbligo alla realizzazione dell'infrastruttura fisica multiservizio passiva, dei relativi accessi ed impianto ottico, vige, secondo l'art.135-bis introdotto dall'art. 6-ter, comma 2, della legge 164/14, nei casi di ristrutturazione profonda dell'immobile, cioè quelli che richiedano un permesso ai sensi dell'art. 10, comma 1, lettera c dello stesso DPR 380/01. In questo caso si procede come descritto al par. 7.2.

Nel caso di edifici esistenti («brownfield»), non soggetti agli obblighi, la realizzazione di un cablaggio per comunicazioni elettroniche può essere realizzato in modo volontario dai proprietari dell'immobile, sfruttando gli spazi disponibili.

Dato che lo spazio disponibile può anche essere limitato, sono da tenere presenti i seguenti vincoli:

- il montante delle parti comuni potrebbe non essere in grado di contenere i cavi necessari per connettere tutte le unità abitative dello stabile;
- i componenti attivi e/o passivi devono essere scelti compatibilmente con le dimensioni degli spazi disponibili nelle scatole di derivazione di piano e con i raggi di curvatura prescritti dalle norme.
- l'impianto deve essere accessibile per consentire gli interventi di manutenzione.

In questi casi può essere conveniente valutare l'utilizzo dello spazio nel sottotetto per posizionare lo CSOE (si veda par.7.2.3.1 Figura 28). La rete distributiva dei segnali sia di antenna sia di comunicazione elettronica può essere realizzata anche dall'alto verso il basso.

Se le infrastrutture esistenti non sono sufficienti o sature e non sono liberabili, si può analizzare e verificare la possibilità di creare un montante utilizzando condutture a vista. In questi casi, si devono rispettare, per quanto possibile, le dimensioni previste per gli edifici nuovi.

Diversamente, se nell'edificio non è di interesse o non è possibile realizzare un'infrastruttura multiservizio, gli impianti possibili per i vari servizi sono quelli descritti ai par. 8.3 e 8.4.

8 Impianti di edificio

8.1 Generalità

Gli edifici di nuova costruzione o esistenti sottoposti a ristrutturazione profonda, devono essere dotati di una infrastruttura fisica multiservizio passiva interna agli edifici residenziali per consentire la posa di un impianto ottico trattato al par.8.2.

Il par. 8.3. contiene le raccomandazioni per la posa di tali impianti in edifici esistenti non soggetti agli obblighi di legge.

Il par. 8.4 contiene le raccomandazioni per la realizzazione degli impianti dati e TV con cablaggio in rame.

8.2 Impianti ottici negli edifici di nuova costruzione

8.2.1 Struttura dell'impianto

L'impianto in fibra ottica è costituito dai seguenti elementi:

- un Centro Servizi Ottico di Edificio (CSOE), punto di interconnessione tra le reti degli operatori di servizi di comunicazione elettronica e le singole unità immobiliari (par. 8.2.2)
- una Scatola di Terminazione Ottica di Appartamento (STOA) (par. 8.2.3.)
- collocata all'interno o nelle immediate vicinanze del Quadro Distributore dei Segnali di Appartamento (QDSA), detto anche Centro Stella Una Scatola di Terminazione Ottica di Montante (STOM) (par. 8.2.4) collocata in prossimità degli apparati di testa e punto di interconnessione tra le antenne dislocate sul tetto e il CSOE, se installato alla base dell'edificio. Oppure collocata alla base dell'edificio nel caso il CSOE sia installato nel sottotetto.
- un cablaggio in fibra ottica tra il CSOE e le singole unità immobiliari (STOA) e tra CSOE e STOM.

L'impianto può essere all'interno delle parti comuni, nel caso di edifici a distribuzioni verticali o per complessi costituiti da più unità immobiliari unite, ma potrà essere anche all'esterno, nel caso di immobili distribuiti orizzontalmente (complessi di villette), come illustrato in Figura 40.

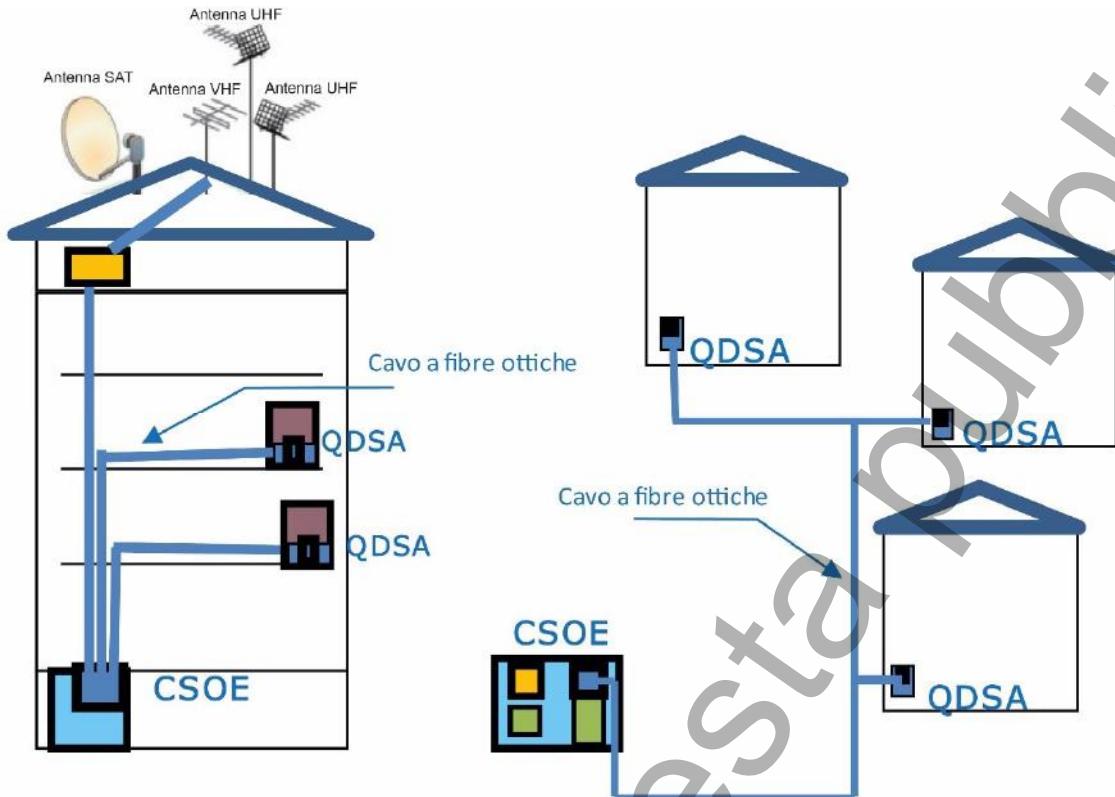


Figura 40 – Rappresentazione schematica dell'impianto di comunicazione in fibra ottica nel caso di edifici a distribuzione verticale e orizzontale

Il cavo in fibra ottica tra il COSE ed il vano tecnico alla sommità dell'edificio costituisce una predisposizione del collegamento per segnali di antenne televisive, per consentire l'eventuale soluzione distributiva attraverso il COSE, e/o per eventuali altri servizi.

Per servizi condominiali (es. Wi-Fi di condominio, videocitofonia, videosorveglianza, contabilizzazione e controllo energetico, sicurezza...), potrà essere aggiunto un ulteriore cavo ottico.

8.2.2 Centro servizi ottico di edificio (COSE)

Il Centro Servizi Ottico di Edificio rappresenta il punto di attestazione delle fibre ottiche che collegano le unità immobiliari per i vari servizi ed è anche il punto di flessibilità dell'edificio, in cui ogni operatore di servizi (telecomunicazioni, televisivo...) può accedere a tali collegamenti in fibra ottica.

Il COSE è posizionato nel locale tecnico o nello spazio predisposto in prossimità della tratta di adduzione all'edificio delle reti pubbliche di comunicazioni come definito al par. 7.2.2.2. A seconda delle esigenze installative può essere posizionato alla base dell'edificio o nel sottotetto.

Il CSOE garantisce:

- il collegamento e l'agevole accessibilità, attraverso uno o più pannelli di interconnessione alle fibre ottiche per:
 - o i servizi di comunicazione elettronica previsti per le singole unità immobiliari¹.
 - o il collegamento con il vano tecnico alla sommità dell'edificio²
- una chiara ed univoca identificazione dell'unità immobiliare a cui si riferiscono le singole bussole ottiche inserite nel pannello mediante:
 - o numerazione sequenziale per le bussole delle fibre collegate alla stessa unità immobiliare, associabile alle tipologie di servizio fornite
 - o possibilità di permuta del collegamento tra ogni bussola della rastrelliera ed i moduli predisposti dagli operatori dei vari servizi.
 - o protezione delle bretelle di permuta da eventuali danneggiamenti ambientali e meccanici
 - o modalità che assicuri una distanza minima tra i ripartitori ROE e CSOE affinché i collegamenti siano protetti meccanicamente ed abbiano uno spazio adeguato a ridurre al minimo guasti e sconnesioni delle permute già collegate.⁽³⁾
- la disponibilità di un numero di moduli di gestione dei cavi ottici, ciascuno dedicato ad ogni singola unità immobiliare, utilizzando preferibilmente una struttura modulare⁽⁴⁾.
- la compatibilità dimensionale con gli spazi installativi previsti nel par.7.2.2.2
- il rispetto in ogni sua parte ed accessorio delle Norme CEI EN 50411-3-4 (37) e CEI EN 50411-3-8 (39), con garanzia di raggio minimo di curvatura per le fibre ottiche (non inferiore a 15 mm per salvaguardare l'affidabilità meccanica nel tempo)

Il CSOE può prevedere la presenza di altri moduli o pannelli, per sviluppi dell'impianto in fibra ottica, quali ad esempio:

- o moduli di gestione per le fibre provenienti dalla sommità dell'edificio per il collegamento a splitter ottici utilizzabili per i servizi DVB-T/T2 e DVB-S/S2 5.Tale modulo è obbligatorio qualora il costruttore decida di realizzare la discesa TV in fibra utilizzando gli splitter ottici all'interno del CSOE.
- o pannello di interconnessione vuoto, predisposto per futuri sviluppi (impianti video sorveglianza, videocitofoni, impianti domotici, ecc.).

Un Esempio di schema funzionale per lo CSOE, è riportato in

Figura 41, mentre in Figura 42 sono riportati degli esempi di realizzazione

-
- (1) Un pannello FTTH, predisposto per la connettorizzazione di almeno 2 fibre ottiche per unità immobiliare. Dovrà essere garantita la possibilità, eventualmente in momenti successivi, di collegarsi a tutte le fibre della unità immobiliare (o tramite giunzione o tramite connettore)
 - (2) Un pannello di interconnessione per servizi condivisi provenienti dal terminale di testa, o da inviare al terminale di testa, predisposto per la connettorizzazione di tutte le fibre ottiche
 - (3) Ad esempio, mediante la predisposizione di un telaio di aggancio dei moduli con le caratteristiche riportate in Figura 41 e Figura 42
 - (4) Per ottimizzare spazi e costi al variare del numero di U.I. degli edifici, si possono utilizzare ad esempio soluzioni modulari da 8 U.I., incrementabili, evitando in tal modo un CSOE sovrdimensionato (nel caso di poche U.I.) o congestionato (nel caso di molte U.I.). I suddetti moduli dovranno alloggiare le extra lunghezze delle fibre non connettorizzate e le giunzioni di quelle connettorizzate e dovranno poter accogliere fibre sia 250 micron sia 900 micron
 - (5) DVB-T2, DVB-S2 sono standard di trasmissione del segnale televisivo terrestre (T2) e satellitare (S2). Si veda Guida CEI 100-7 (5) per dettagli.

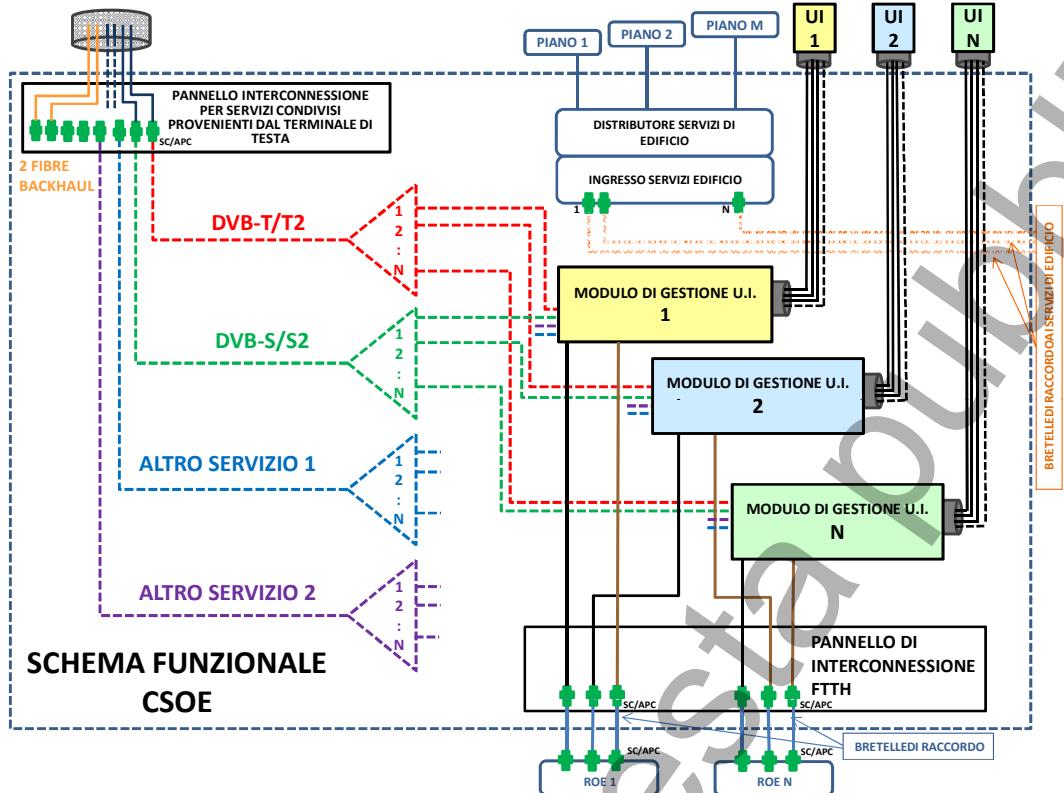
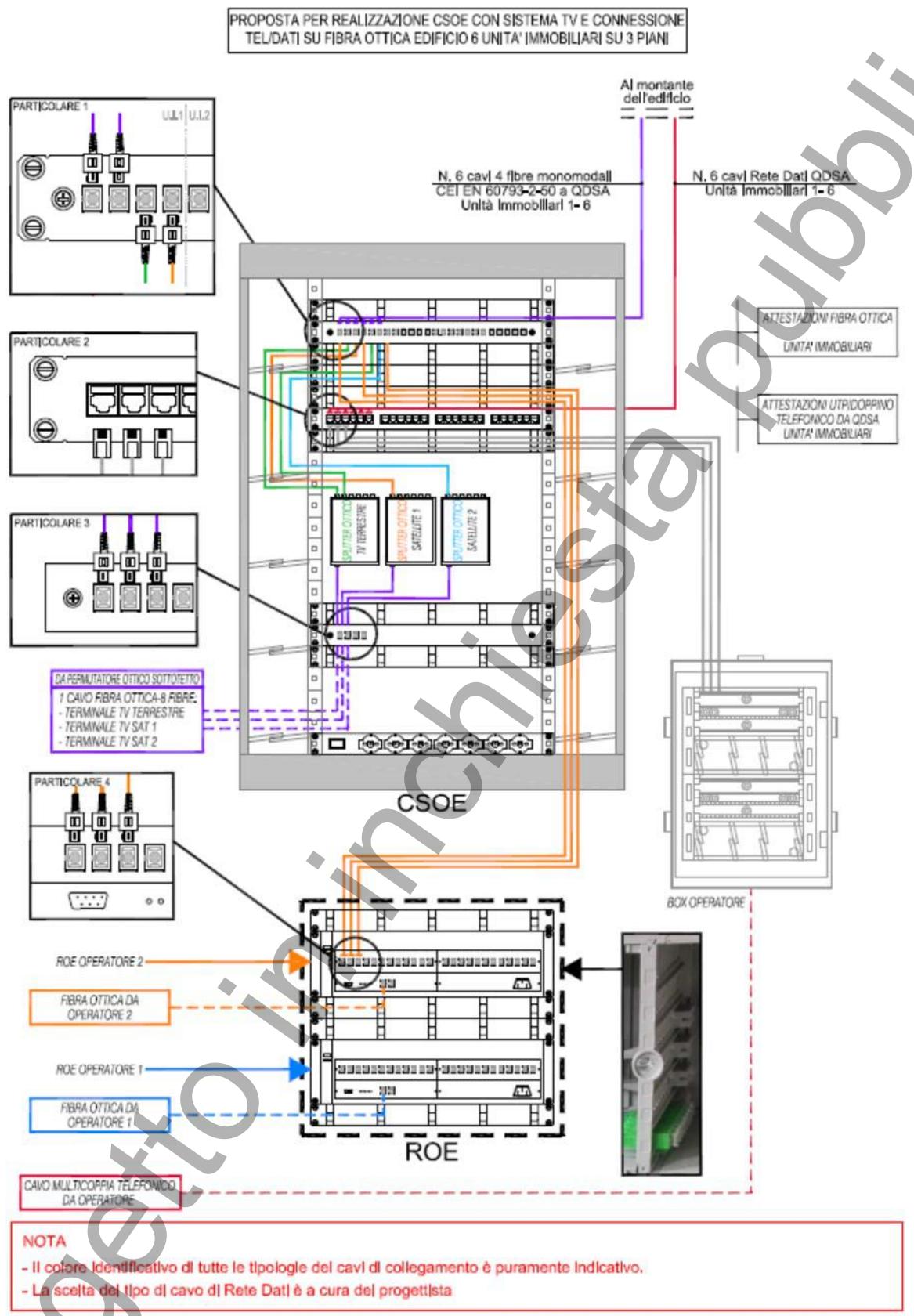
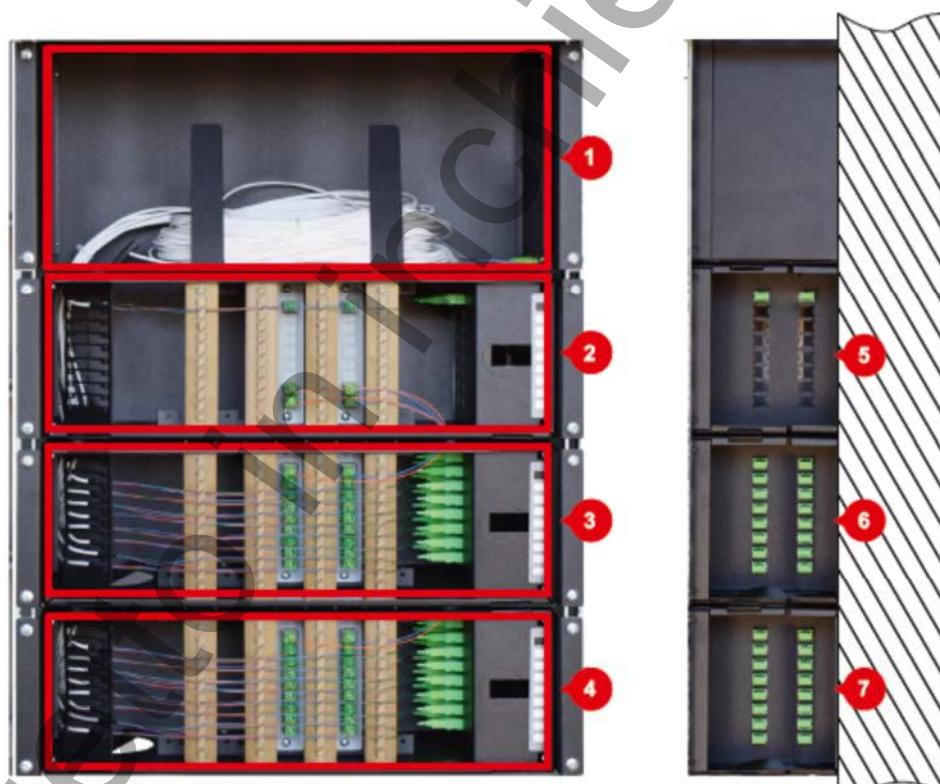


Figura 41 – Esempio di CSOE per un edificio a M piani e N unità immobiliari predisposto per implementazioni future





Vista frontale:
servizi condominiali (TV, videocitofono...)

Vista laterale:
servizio FTTH

Legenda:

1. Cassetto di raccolta ricchezza cavi
2. Cassetto dei segnali di testa
3. Cassetto distribuzione a 8 Unità Immobiliari
4. Cassetto distribuzione a 8 Unità Immobiliari
5. N.2 manicotti SC/APC di backhaul 5G
6. N.2 manicotti SC/APC per ogni unità immobiliare
7. N.2 manicotti SC/APC per ogni unità immobiliare

Figura 42 – CSOE: esempi di realizzazione

8.2.3 Scatola di terminazione di appartamento (STOA)

Il cavo ottico proveniente dal CSOE è collegato alla Scatola di Terminazione Ottica di Appartamento (STOA), posta possibilmente all'interno del QDSA o nelle immediate vicinanze (si veda par. 7.2.4). Nelle fibre dedicate alla trasmissione dati nel percorso da CSOE a STOA non devono essere presenti connettori intermedi. L'integrità del collegamento da CSOE a STOA è finalizzata a garantire i valori di attenuazione e eliminare a priori possibili esiti negativi difficili da individuare nella verifica dell'impianto.

La STOA è caratterizzata da:

- dimensioni e struttura di facile accessibilità, tali da alloggiare almeno 4 bussole ottiche
- scalabilità, cioè la possibilità di garantire la connettorizzazione di tutte le fibre dedicate alla U.I. in fase di prima installazione, o in un momento successivo o prevedere una predisposizione per l'uscita di bretelle.
- possibilità di raccolta delle fibre non terminate e l'eventuale contenimento delle giunzioni (opportunamente protette da coprigiunti) fra le fibre ottiche e le semi-bretelle connettorizzate; In alternativa è possibile l'uso di connettori terminati in campo rispondenti alle Norme CEI EN 50377-17-1 (40) e CEI EN 50377-17-2 (41).
- conformità alle specifiche indicate nelle Norme CEI EN 50411-3-4 (37) e CEI EN 50411-3-8 (39) per tutte le parti di gestione e contenimento delle fibre relativamente al raggio minimo di curvatura (non inferiore a 15 mm) per la salvaguardia dell'affidabilità meccanica della fibra nel tempo
- una numerazione sequenziale per le posizioni delle bussole, rispondente in maniera univoca alla numerazione riportata sul CSOE. Questa numerazione è associabile alle tipologie di servizio fornite.

Le scatole di terminazione ottica possono essere:

- assemblabili in campo
- pre-assemblate in fabbrica (connettori, manicotti e cavo).

In Figura 43, Figura 44 e Figura 45 sono rappresentati degli esempi di STOA.



Figura 43 – STOA: esempi di realizzazioni pratiche



Figura 44 – Esempio di STOA per scatola da incasso con 8 bussole

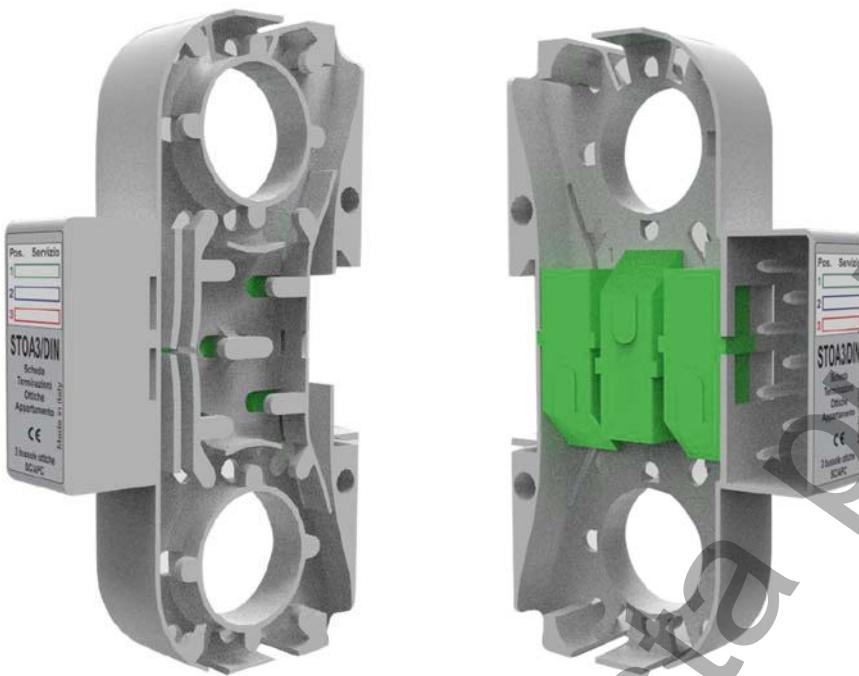


Figura 45 – Esempio di STOA per barra DIN con 3 bussole scalabili (6,9...)

8.2.4 Scatola di Terminazione Ottica di Montante (STOM)

La scatola “terminale di testa” STOM ha la funzione di alloggiare e terminare le fibre ottiche dei servizi di edificio, contiene le 8 bussole SC/APC per la terminazione delle fibre provenienti dallo CSOE.

Ad esempio: 2 fibre di backhaul per la rete 5G, 1 fibra per segnale TV terrestre, 2 fibre per segnali da satellite, 1 fibra per videocitofono,

All'interno della stessa scatola contenitrice è opportuno alloggiare qualche metro di cavo ottico necessario per eventuali manutenzioni future. In Figura 46 sono rappresentati due esempi di realizzazione pratica della STOM.



Figura 46 – STOM: Esempi di realizzazione pratica

8.2.5 Ripartitore Ottico di edificio (ROE)

Il ripartitore ottico di edificio (identificabile anche come BEF, Building Entrance Facility, secondo la (8) o come PTE, Punto Terminale di Edificio) è il punto di terminazione delle reti degli operatori di comunicazione. L'installazione di questo componente è di competenza dell'operatore. Le dimensioni indicative di un ROE per 32-48 unità immobiliari UI sono 450mm (L) X 150mm (P) X 180mm (H).

Forma e dimensioni possono variare in base al numero di unità immobiliari e all'evoluzione tecnologica, si veda Figura 47.



Figura 47 – Esempi di ROE

8.2.6 Cavi in fibra ottica

Una classificazione, semplificata, delle fibre ottiche può essere effettuata in base ai materiali utilizzati e al tipo di propagazione del segnale ottico.

Le fibre ottiche vengono classificate in base ai materiali nel modo seguente:

- Plastiche (POF): polimeri per nucleo e mantello e polietilene per la protezione;
- vetro-plastica: vetro su nucleo e plastica su mantello e rivestimento;
- vetro-vetro: vetro su nucleo e mantello con un doppio rivestimento in acrilato.

Le fibre ottiche si possono suddividere in multimodali e monomodali, a seconda delle caratteristiche trasmissive.

Le fibre multimodali possono essere costituite da diversi materiali, vetro, plastica ed avere diversi profili di indice di rifrazione (step, graded) e diverse dimensioni geometriche a seconda dell'applicazione.

Le fibre monomodali, in cui la luce si propaga prevalentemente attraverso il modo elettromagnetico fondamentale, sono tipicamente diffuse nel mondo TLC e sono in materiale vetroso con un profilo di indice di rifrazione di tipo a gradino, o a gradino con trincee di confinamento laterali per migliorare le prestazioni in curvatura.

Le caratteristiche geometriche e trasmissive delle fibre ottiche sono definite nelle Norme riportate nella seguente Tabella 15.

Tabella 15 Norme per la caratteristiche geometriche e trasmissive delle fibre ottiche

CEI EN 60793-2 (24)	Fibre ottiche – Parte 2: Specifiche di prodotto - Generalità
CEI EN 60793-2-10 (26)	Fibre ottiche – Parte 2-10: Specifiche di prodotto - Specifica settoriale per le fibre multimodali di categoria A1 (<i>Multimodali</i>)
CEI EN 60793-2-50 (25)	Fibre ottiche – Parte 2-50: Specifiche di prodotto - Specifica settoriale per fibre monomodo di classe B (<i>Monomodali</i>)

Tipologie e prestazioni dei cavi in fibra ottica sono riportate in normative specifiche. Si veda la guida CEI 46-136 (7) per ulteriori dettagli.

Per quanto riguarda il cablaggio dell'edificio, i cavi ottici possono avere diverse strutture e numero di fibre a seconda dei punti che dovranno collegare:

I cavi possono essere impiegati per realizzare la dorsale intera, da CSOE a STOA o STOM o da CSOE a punti di terminazione intermedi ai pianerottoli.

- 1) cavi multifibra a struttura lasca (loose),
- 2) cavi mono/multi fibra a struttura compatta (tight)

I cavi multifibra a struttura lasca, detti anche “a estrazione”, sono tipicamente impiegabili per il collegamento di dorsale verticale (riser), per ricoprire parzialmente il percorso che va dal CSOE alla STOA.

Si utilizzano quando ci sia la necessità di estrarre le fibre in alcuni specifici punti dell'edificio (es. scatole ai pianerottoli) e quando ci siano vincoli imposti da spazi di posa limitati. Tipicamente il collegamento CSOE-STOA prevede l'utilizzo sia di questi cavi (per il cablaggio verticale) che di cavetti compatti (per i cablaggi orizzontali dell'edificio).

I cavi multifibra o monofibra a struttura compatta sono utilizzati ad esempio per il collegamento tra cavi ad estrazione e STOA, CSOE e STOA (o STOM), STOA e QDSA. E' conveniente utilizzare questi tipi di fibra quando si debbano portare una o più fibre direttamente tra due punti, senza necessità di estrazione di fibre durante il percorso.

Tutte le tipologie di cavo devono avere i seguenti requisiti:

- dimensioni contenute: questa caratteristica è utile soprattutto negli edifici in cui si utilizzano le infrastrutture esistenti (brownfield) (Si veda par. 8.3);
- resistenza meccanica elevata, compatibile con le possibili sollecitazioni che potranno subire in fase di posa: resistenza al tiro, all'abrasione per sfregamento sulle asperità del percorso etc.;
- possibilità di piegatura anche con piccoli raggi di curvatura per poter essere installati nei percorsi tortuosi all'interno degli edifici senza danneggiamenti e senza incrementi eccessivi dell'attenuazione delle fibre.

I cavi per edificio avranno caratteristiche delle guaine diverse, a seconda del tipo di installazione in interno o esterno. Esistono anche cavi che possono essere usati in entrambi i contesti. Per la posa da interno, i cavi dovranno avere requisiti di reazione al fuoco CPR specifici a seconda del tipo di installazione.

Un esempio di cavo riser multifibra a struttura lasca è riportato nella Figura 48.

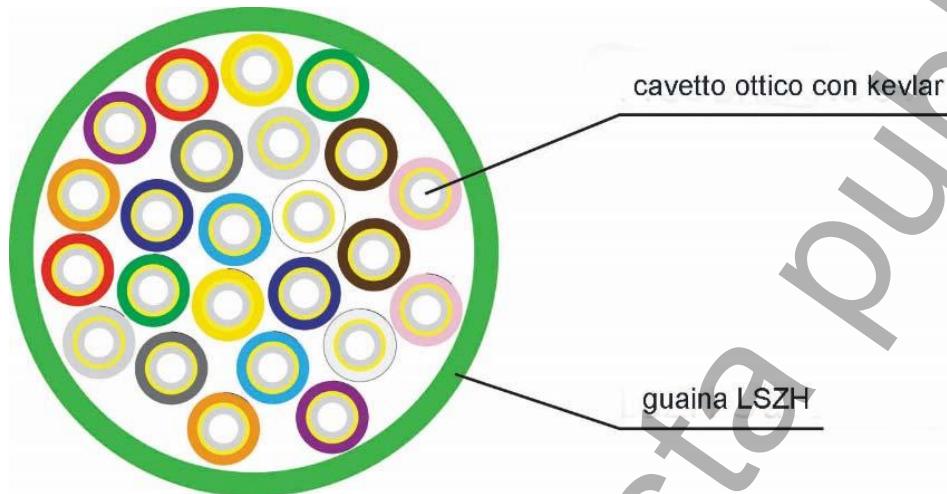


Figura 48 – Esempio di cavo multifibra a struttura lasca

La Figura 49 riporta degli esempi di cavi a struttura compatta. Tali cavi possono essere a struttura rettangolare, con elementi di tiro laterali metallici o dielettrici, oppure a struttura circolare, dove l'elemento di tiro è tipicamente costituito da filati aramidici.

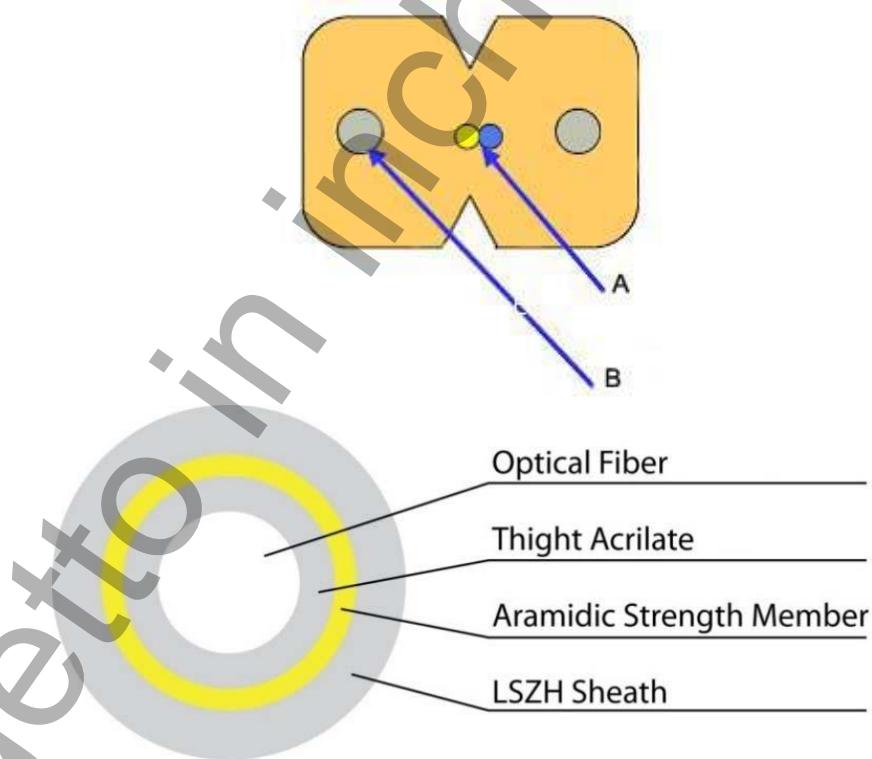


Figura 49 – Esempio di cavi compatti per il collegamento verticale e/o orizzontale di edificio (sez. rettangolare: bi-fibra; circolare: mono-fibra)

Si riportano di seguito alcuni esempi di utilizzo delle tipologie di cavi descritti per i collegamenti tra i vari punti di terminazione in edificio:

- cavi multi fibra a struttura lasca per cablare verticalmente l'edificio e i cavi monofibra per il rilegamento delle singole unità immobiliari. I cavi multi fibra a struttura lasca possono essere impiegati per il percorso verticale dallo CSOE fino alle scatole di derivazione ai pianerottoli, con la possibilità di estrarre le fibre necessarie per servire l'intero pianerottolo (soluzione adatta ad esempio al contesto brownfield) incidendo opportunamente la guaina del cavo. Questa tipologia di cavo ottimizza l'occupazione dell'infrastruttura in termini dimensionali e la flessibilità nell'estrazione delle fibre per il collegamento al piano; le operazioni di estrazione delle fibre sono operazioni che vanno eseguite rispettandone le caratteristiche meccaniche, utilizzando quindi opportuni accessori di protezione in corrispondenza delle scatole di derivazione dei pianerottoli. La rimanente parte del collegamento, dal pianerottolo al QDSA, può portare al singolo appartamento o a un gruppo di appartamenti (le condizioni infrastrutturali degli edifici esistenti è ad esempio molto variabile) e tipicamente viene realizzata con cavetti singoli. Il numero delle fibre contenute nel cavo multifibra per il percorso verticale deve essere dimensionato considerando di servire tutti gli utenti dell'edificio (es. 1 fibra X utente X appartamenti X5 piani = 20 fibre; 4 fibre utente implicherebbero nella stessa configurazione un cavo con 80 fibre) tenendo anche un adeguato numero di fibre di scorta.
- cavi monofibra o multi-fibra a struttura compatta per realizzare la dorsale intera, da CSOE a STOA o STOM o da CSOE a punti di terminazione intermedi ai pianerottoli. È conveniente utilizzare questi tipi di fibra quando si debbano portare una o più fibre direttamente tra due punti, senza necessità di estrazione di fibre durante il percorso.

Ad esempio:

- o in edifici esistenti in cui si riesca a portare una sola fibra per ogni utente compatibilmente con la saturazione della colonna montante è possibile usare un cavetto monofibra per il collegamento diretto tra CSOE e STOA; quando gli spazi installativi lo consentano o nei nuovi edifici, è possibile usare un cavetto a 4/8 fibre per realizzare lo stesso collegamento.
- o per realizzare in modo compatto il collegamento totale tra STOM e CSOE. Il numero di fibre è indicato al par. 8.2.7.
- o per realizzare un collegamento parziale compatto tra CSOE e pianerottolo, terminando il cavetto in opportune scatole di terminazione da cui possano partire cavetti indirizzati ai singoli appartamenti; in questa soluzione può essere utile in edifici di grandi dimensioni. Il numero di fibre sarà da scegliere in base al numero utenti da servire al pianerottolo e al numero di fibre previste per ciascun utente.
- o per realizzare, in soluzione monofibra o multi fibra, un collegamento parziale compatto tra un cavo multi fibra ad estrazione e gli appartamenti come descritto e con il numero di fibre suggerite nel punto 1).

8.2.7 Requisiti del cablaggio ottico

Il cablaggio ottico dell'edificio deve soddisfare le seguenti caratteristiche:

- la tipologia di fibra ottica utilizzata deve essere di tipo monomodale a bassa sensibilità alla curvatura, rispondente alla categoria B6_a della Norma CEI EN 60793-2-50 Ed.4 (25) (equivalente alla categoria A della raccomandazione ITU-T G.657 (42))⁽¹⁾
- il collegamento dal CSOE all'unità immobiliare è consigliabile che sia eseguito con almeno 4 fibre, di cui due utilizzabili per i servizi TLC e due utilizzabili per i servizi televisivi DVB-T e DVB-S. Si consigliano soluzioni che garantiscono una dotazione di fibre di scorta (ad esempio cavi da 8 fibre) per manutenzione e/o per impieghi futuri (videocitofono, videosorveglianza, domotica, ecc.).

(1) L'indicazione è data per agevolare l'ottenimento di una buona attenuazione del collegamento.

- il collegamento dal CSOE al terminale di testa è consigliabile che sia eseguito con almeno 8 fibre. Tale numero è motivato dalla necessità di assicurare l'utilizzo per i servizi televisivi DVB-T, DVB-S, internet da satellite, distribuzione di segnali da satelliti su diverse posizioni orbitali, scorta in caso di manutenzione e/o eventuali impieghi futuri.
- È raccomandabile che le fibre siano differenziate in base ai servizi, per favorire le operazioni di manutenzione minimizzando i rischi di disservizio che potrebbero coinvolgere contemporaneamente tutti i servizi afferenti alla stessa unità immobiliare
- le dimensioni dei cavi utilizzati devono essere compatibili con gli ingressi degli accessori (CSOE e STOA) e scelte in modo da evitare la saturazione delle tubazioni predisposte
- i cavi ottici impiegati all'interno degli edifici devono essere completamente dielettrici e rispondere alla Norma CEI EN 60794-2-20 (53). Devono inoltre essere conformi alle classi di reazione al fuoco previsti dal regolamento europeo prodotti di costruzione (CPR). Si vedano la guida CEI 46-136 (7) e le norme CEI 64-8/5 (12), CEI 64-8/6 (13), CEI UNEL 35016 (47) per ulteriori dettagli.
- i cavi utilizzati negli impianti esterni devono essere in accordo con le Norme CEI EN 60794-3 (44), secondo la tipologia e l'ambiente d'installazione scelta. Per la posa in tubazioni sotterranee esterne, potranno essere previste protezioni aggiuntive (es. anti-roditore, non propagazione acqua, ecc.)
- i connettori ottici devono essere di tipo SC/APC, con caratteristiche rispondenti alla Norma CEI EN 50377-4-2 (43)
- le fibre dedicate ai servizi TLC è raccomandato che siano connettorizzate sia nella STOA, sia nel CSOE
- le fibre dedicate ai servizi TV, è raccomandato che siano connettorizzate nella STOA
- la massima attenuazione tra STOA e CSOE deve essere misurata per verificare la conformità dell'impianto (si veda Cap.10).
- tutti i cavi ottici utilizzati devono essere provvisti di marcatura sulla guaina esterna, che riporti le seguenti informazioni:
 - anno di fabbricazione
 - nome del costruttore
 - n° di fibre contenute
 - tipologia e nome commerciale delle fibre ottiche (es. G.657-A1 o G.657-A2/nome commerciale prodotto, necessario per una corretta identificazione dei programmi di giunzione implementati sulle giuntatrici a fusione).
 - Classe di reazione al fuoco CPR

Qualora il costruttore decida di scegliere la distribuzione dei segnali DVB-T e/o DVB-S su fibra ottica, si installano nel CSOE i diramatori ottici passivi simmetrici, rispondenti alla Norma IEC 61753-031-2 (45) e l'impianto completo deve essere collaudato prima della fornitura del servizio per garantire i livelli del segnale previsti dalle Norme specifiche (si veda (5) Guida CEI 100-7).

Le tipologie di cavo ottico impiegato devono⁽¹⁾ essere considerate in relazione alla possibilità di installazione negli spazi definiti dal presente documento. Durante l'installazione dei cavi dovrà essere prestata attenzione a limitare il fattore di riempimento dei tubi per agevolare le operazioni di esercizio e manutenzione.

(1) Invita a considerare alcuni aspetti utili alla realizzazione di quanto prescritto dalla Legge 164/2014 (60).

Diverse soluzioni costruttive possono essere utilizzate, purché abbiano le prestazioni minime richieste e sia favorita la gestione di tutte le fibre afferenti alla stessa unità immobiliare. Il cavo ottico può essere ad esempio costituito da un singolo modulo (cavo singola-UI) o più moduli (cavo multi-U. I.) disposti longitudinalmente, e di facile estrazione, all'interno di una guaina esterna. Oltre alle tipologie più tradizionali di cablaggio, possono essere impiegate anche altre tecnologie (purché sia mantenuta la disposizione delle fibre in un modulo dedicato alla singola UI), quali ad esempio quella della fibra soffiata, nella quale un modulo di 8 o più fibre viene soffiato all'interno di un tubetto del diametro esterno di circa 5 mm che connette il CSOE alla U.I., direttamente o attraverso scatole di derivazione ai piani. In questo caso il CSOE deve essere equipaggiato con opportuni sistemi di aggancio per i tubetti, che garantiscono la corretta messa in esercizio del sistema. In ogni caso i tubetti dovranno essere diretti e dedicati dal CSOE ad ogni U.I.

La struttura del cavo deve garantire che le sollecitazioni di tiro durante la posa non influenzino negativamente le caratteristiche trasmissive e meccaniche delle fibre ottiche (ad esempio tramite adeguato spessore della guaina, opportuni membri di rinforzo, ecc....). Devono pertanto essere indicate dal costruttore le forze di tiro applicabili al cavo durante la posa e la sua temperatura di esercizio.

Al fine di salvaguardare la durata dell'impianto nel tempo è fondamentale che in fase di predisposizione delle infrastrutture, siano rispettati i raggi di curvatura dei cavi indicate nelle specifiche tecniche di prodotto (ad es. da 5 a 10 volte il diametro del cavo a seconda della dimensione del cavo) e che tali valori siano controllati durante la posa. Inoltre, è necessario che, tutti gli accessori impiegati⁽¹⁾ rispettino il raggio di curvatura minimo delle fibre (15 mm), per garantirne l'affidabilità meccanica.

Al fine di garantire il corretto funzionamento dei connettori ottici, si raccomanda di pulire accuratamente le relative superfici terminali, onde evitare che le eventuali impurità possano comprometterne le prestazioni e l'affidabilità nel tempo (nel rapporto tecnico IEC TR 62627-01 (54) sono indicate le procedure suggerite per la pulizia di connettori ottici). In generale, i connettori dovranno trovarsi in un ambiente protetto da agenti atmosferici e da eventuali danneggiamenti meccanici (usando opportunamente contenitori o scatole di terminazione).

La connettorizzazione delle fibre può essere realizzata attraverso giunzione con semi-bretelle o mediante l'impiego di connettori montabili in campo. Le giunzioni realizzate nell'impianto, inoltre, possono essere di tipo a fusione o di tipo meccanico, purché vengano rispettati i requisiti di attenuazione dell'intero collegamento.

8.3 Impianti ottici in edifici esistenti.

Se nell'edificio esistente ci sono gli spazi adeguati, è possibile installare un impianto ottico multiservizio anche se non ci sono obblighi legislativi. In questo caso si procede come al par. 8.1.

Se le infrastrutture di supporto per gli impianti sono limitate (si veda par. 7.3) il numero di fibre per utenti è inferiore al caso di impianto ottico multiservizio (si veda par. 8.2). In questi casi si possono realizzare degli impianti in fibra ottica per applicazioni specifiche, ad esempio:

- fonia/dati
- TV/SAT
- Videocitofonico

Tali impianti possono essere realizzati singolarmente, anche in infrastrutture diverse da quelle dei servizi originali, data la natura dielettrica della fibra ottica.⁽²⁾

(1) Se non viene rispettato, la funzionalità dell'impianto potrebbe essere compromessa.

(2) La natura dielettrica della fibra ottica ne consente l'impiego in condutture e scatole in cui siano presenti cavi di energia. In questi casi non è consentito l'impiego di cavi ottici con rivestimenti metallici.

Nel caso di impianto fonia/dati questo può essere realizzato in modalità “aperta” (o multi-operatore) nel caso in cui non sia possibile installare un cablaggio separato per ogni operatore: il cablaggio che viene realizzato da un operatore A, deve essere utilizzabile anche da un operatore B che dovesse subentrare. La raccomandazione ITU-T L.160 (55) (ex L.82) contiene i dettagli per la realizzazione degli impianti di cablaggio “multi-operatore”.

I suoi componenti principali sono:

- un punto di flessibilità alla base dell’edificio che funge da interfaccia tra la rete di uno o più operatori di rete ed il cablaggio verticale di edificio;
- il cablaggio vero e proprio tra il punto di flessibilità ed ogni unità immobiliare può essere realizzato mediante cavi singoli dedicati ad ogni unità immobiliare, cavi multi fibra dedicati ai singoli piani dell’edificio o mediante cavi multifibra ad estrazione dai quali, si estraie in corrispondenza dei piani almeno una fibra per il collegamento di ogni singola unità immobiliare;
- una terminazione ottica per alloggiare i cavi connessi rizzati all’interno dell’unità abitativa.

Nel caso di impianto TV/SAT si veda par. 6.5.

8.4 Impianto in rame

8.4.1 Generalità

Gli impianti di distribuzione dati e TV satellitare/terrestre vengono tipicamente realizzati con cavi a coppie simmetriche e cavi coassiali.

Nel par. 8.4.2, si trattano gli impianti distribuzione TV, nel par. 8.4.3. si trattano gli impianti di cablaggio strutturato.

8.4.2 Impianto TV satellitare/terrestre

In Figura 50 e Figura 51, sono riportate la struttura dell’impianto di edificio e comprensorio.

Tali impianti sono composti da:

- Sistema di antenne e filtro anti-disturbo LTE (si veda guida CEI 100-7 (5)).
- Terminale di testa (Head End)
- Rete di distribuzione (Colonna montante)

Il sistema di antenne viene installato con adeguati sistemi di supporto (si veda Guida CEI 100-140 (36)) sul tetto dell’edificio.

Il terminale di testa è l’insieme di tutti gli apparati necessari a svolgere le operazioni che adattano i segnali provenienti dall’esterno, una volta riportati in forma elettrica, per la distribuzione all’interno dell’edificio. Può comprendere molteplici apparati quali: amplificatori, trasmodulatori, processori di canale, convertitori di frequenza, filtri, partitori, ecc.

La rete di distribuzione (colonna montante) comprende i cavi, i power splitter, i multi-switch, ecc., necessari a distribuire i segnali dall’uscita del terminale di testa fino all’interfaccia HNI.

In Figura 50 è rappresentato un impianto di distribuzione TV in rame per un edificio a sviluppo verticale.

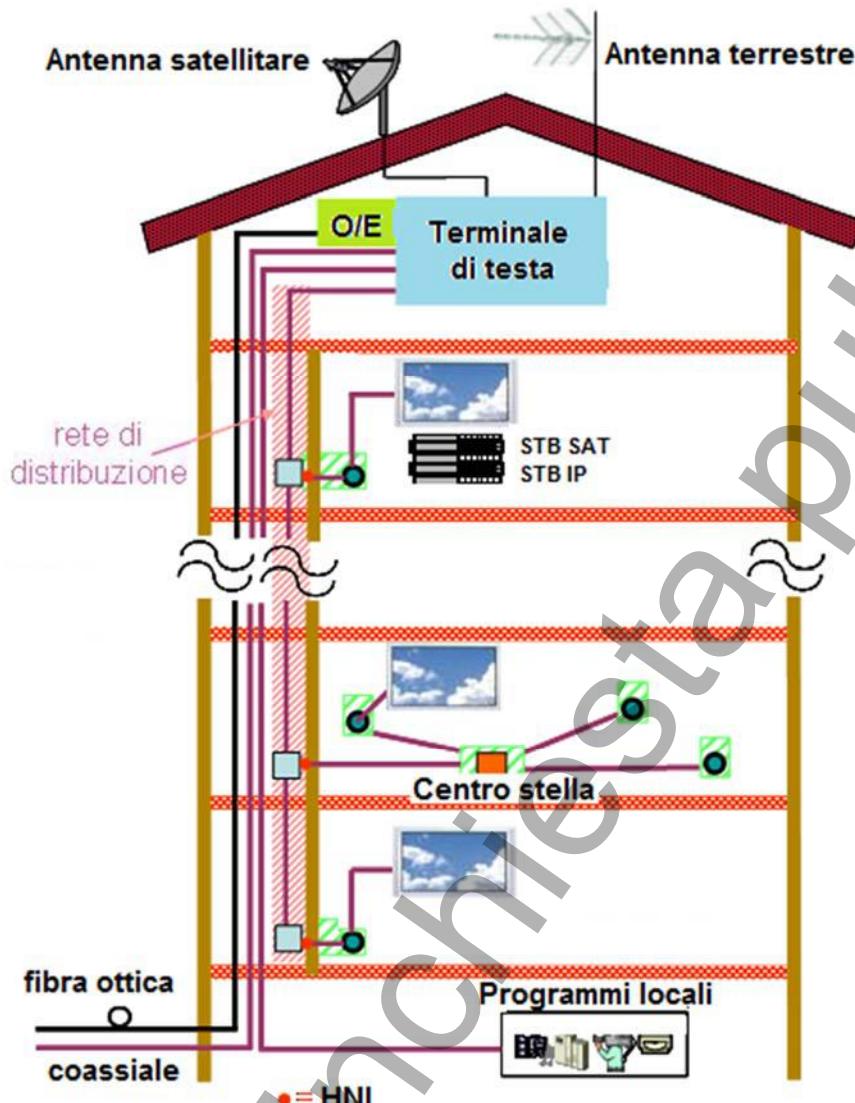


Figura 50 – Struttura dell'impianto TV in un edificio

Nel caso di comprensori, è raccomandata la realizzazione di un impianto di distribuzione con un unico punto di ricezione dove sono collocate le antenne e una distribuzione TV/SAT su fibra ottica dei segnali fino ad ogni singolo edificio. Si veda Figura 51 gli edifici possono avere delle antenne locali per la ricezione di segnali non distribuiti dall'impianto centralizzato e di interesse di singoli utenti.

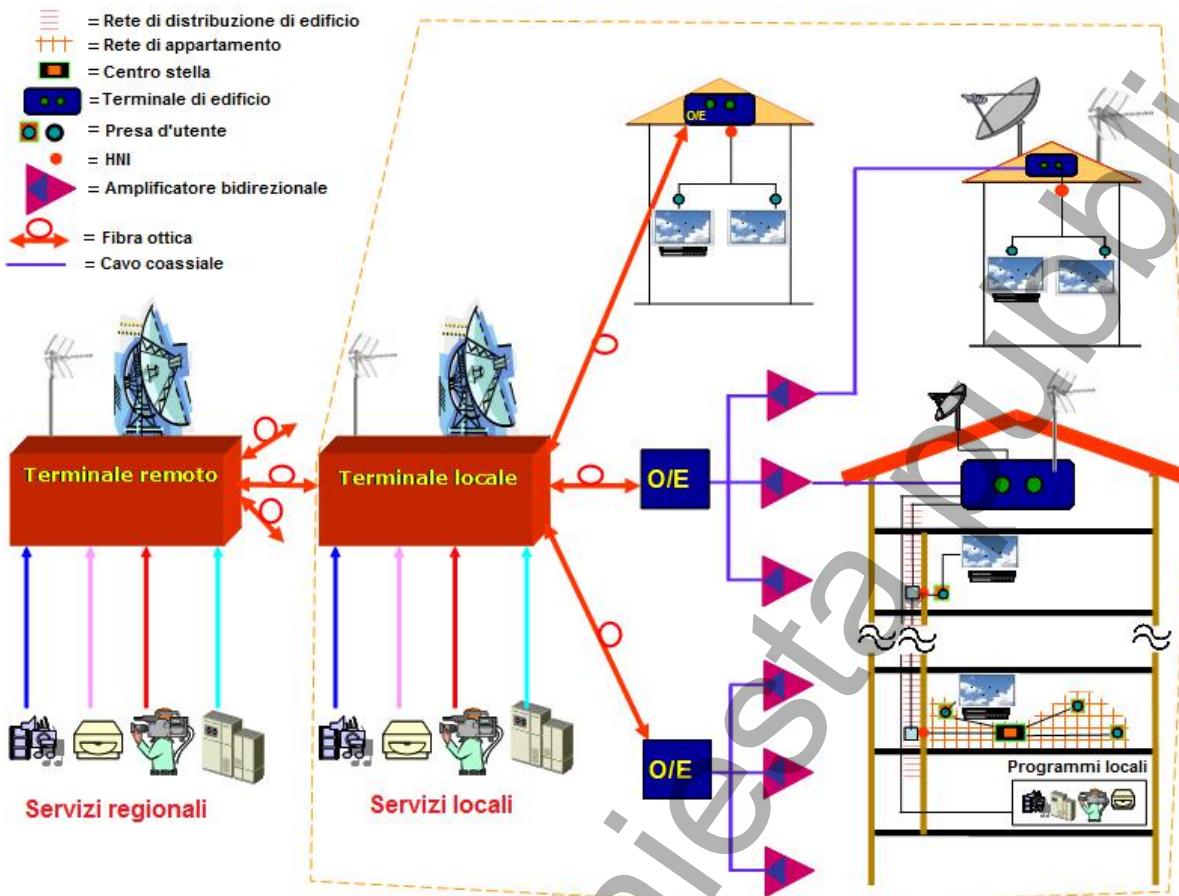


Figura 51 Struttura dell' impianto TV per un comprensorio

La realizzazione di questi impianti avviene tipicamente con cavi coassiali (EN 50117).

La classificazione dei cavi coassiali viene generalmente effettuata in funzione di parametri costruttivi, parametri elettrici e modalità di impiego. Per ulteriori dettagli si vedano le Guide CEI 46-136 (7) e CEI 100-7(5).

Se nell'edificio è presente una dorsale in rame a coppie simmetriche (si veda par. 8.4.3), è possibile utilizzare questo cablaggio anche per distribuire i segnali televisivi satellitari e terrestri. Si veda norma ETSI TS 102 034 V.1.1.1.

8.4.3 Impianto di cablaggio strutturato

L'impianto di cablaggio strutturato di edificio può essere realizzato seguendo l'approccio descritto nella guida CEI 306-10 (4).

Nel caso di edifici residenziali questo si traduce nel modo seguente:

- Il progetto deve consentire successive modifiche e/o ampliamenti
- La dorsale può essere realizzata con cavi in rame da selezionarsi in base alla banda che si desidera ottenere ed in particolare:
 - o Classe D: 100 MHz, cavi cat. 5e
 - o Classe E: 250 MHz, cavi cat 6
 - o Classe EA: 500 MHz, cavi cat. 6A
 - o Classe F: 700 MHz, cavi cat. 7
 - o Classe FA, 1000 MHz, cavi cat. 7 A

- Un cablaggio di una data classe può essere realizzato con cavi di categoria schermati o non schermati, come mostrato in Tabella 16 dove si riportano anche le norme corrispondenti.

Tabella 16 Norme di riferimento dei cav

Classe cablaggio	Categoria cavo	Frequenza massima MHz	Norma di riferimento per i cavi	Tipo di cavo
D	5e	100	EN 50288-2-1(16)	Schermato
D	5e	100	EN 50288-3-1(17))	Non schermato
E	6	250	EN 50288-6-1 (18)	Schermato
E	6	250	EN 50288-5-1 (19)	Non schermato
EA	6A	500	EN 50288-10-1 (20)	Schermato
EA	6A	500	EN 50288-11-1 (21)	Non schermato
F	7	600	EN 50288-4-1 (22)	Schermato(*)
FA	7A	1000	EN 50288-9-1 (23)	Schermato(*)

(*) per le categorie 7 e 7A esiste solo la versione schermata.

È da notare che sono state elaborate norme relative a versioni di cavi destinati al cablaggio orizzontale in ambiente domestico per i quali sono previsti dei test addizionali di natura meccanica:

- Forzatura dei raggi di curvatura;
- Incollaggio;
- Resistenza alla graffettatura;
- Forzatura nei condotti.

Le prestazioni di cui sopra sono garantite per lunghezze del canale di tratta massima di 100m

Per distanze superiori si deve realizzare comunque una dorsale ottica, sfruttando la maggior capacità trasmissiva della fibra ottica. I riferimenti normativi dei cavi utilizzabili sono riportati al par. 8.2.7. Per ulteriori dettagli relativi alla selezione dei cavi (in rame ed ottici), si rimanda alla guida CEI 46-136 (7).

- Il regolamento europeo prodotti di costruzione (CPR) impone che tutti i cavi installati in modo permanente negli edifici siano classificati in base alla loro reazione al fuoco. A seconda dell'ambiente installativo e/o dalle condizioni di posa è richiesto di selezionarne la classe. Si vedano la guida CEI 46-136 (7) e le norme CEI 64-8/5 (12), CEI 64-8/7 (14), CEI UNEL 35016 (47) per ulteriori dettagli

9 Installazione degli impianti

9.1 Generalità

Nella Norma EN 50174-2 (15) sono riportati i requisiti, specifici per l'installazione degli impianti di comunicazione.

Relativamente ai requisiti di sicurezza (protezione da contatti diretti ed indiretti) le prescrizioni sono riportate nella Norma CEI 64-8/4 (11). (si veda anche par. 9.6).

Nella Guida CEI 64-100/2 (2) viene proposto un modello di infrastruttura di supporto del cablaggio, le cui caratteristiche sono riassunte al cap. 7. La presenza di una infrastruttura di supporto adeguata costituisce un elemento fondamentale per la realizzazione di un impianto a regola d'arte.

Per le installazioni esistenti l'infrastruttura proposta in CEI 64-100/2(2) è un modello a tendere, al quale ispirarsi. Indicazioni specifiche per questo caso particolare sono riportate al par. 7.3.

9.2 Quadri e scatole di derivazione

In EN 50174-2 (15) e CEI 64-100/2(2) vengono definiti i requisiti di installazione di quadri e scatole di derivazione, di seguito riassunti.

- QDSA (si veda anche par. 7.2.4.2):
 - Separazione tra le sezioni SELV e quelle alimentate a tensione di rete, tipicamente con realizzazione in scatole separate.
 - Buona accessibilità, Deve comprendere (o essere posizionato nelle vicinanze) delle prese terminali delle reti di accesso
 - Dimensionamento in funzione:
 - delle applicazioni;
 - dell'estensione (superficie) dell'unità abitativa;
 - della realizzazione in modo concentrato o distribuito, secondo dimensioni indicative riportate al par. 7.2.4.2
 - della dissipazione del calore prodotto dagli apparati attivi al suo interno (si veda par.7.2.4.2.).
 - In base a ciò, si consiglia di installare router e ONT esternamente al QDSA, per facilitare la dissipazione termica ed i collegamenti via radio.
- Scatole di derivazione:
 - Dimensioni indicative in funzione del numero di condutture che vi afferiscono riportate in CEI 64-100/2 (2), EN 50174-2(15).
 - Posizionate in modo da facilitare la posa dei cavi
 - ogni 10- 15 m di tratta;
 - Ogni due curve da 90°;
 - Una per ogni locale, tipicamente vicino all'ingresso.
 - Che consentano il rispetto della forza massima di trazione dei cavi sia in rame, sia in fibra ottica

9.3 Condutture

In CEI 64-100/2 (2), EN 50174-2 (15) vengono definiti i requisiti di installazione delle condutture, di seguito riassunti:

- Posate in modo da:
 - rispettare i raggi di curvatura dei cavi;
 - non alterare le proprietà antincendio, di isolamento termico, acustico delle pareti.
- Diametro minimo:
 - 32 mm per le condutture in ingresso al QDSA provenienti dall'esterno⁽¹⁾;
 - 25 mm per le altre⁽²⁾.
- Massimo riempimento di cavi: 40% della sezione interna della conduttura, per tenere conto di possibili espansioni future degli impianti.
- Distanza minima da altre condutture "non elettriche": 15-20cm.

(1) In caso di vincoli dovuti all'ingombro delle condutture, il diametro interno può essere ridotto, aumentando il numero delle condutture.

(2) Si veda Nota 2.

9.4 Posa dei cavi

I cavi in rame devono essere posati in modo da rispettare:

- il raggio di curvatura minimo;
- la forza di trazione massima consentita.

Questi sono parametri forniti dal costruttore, in base al tipo di cavo. In mancanza di informazioni si possono considerare i seguenti valori indicativi del raggio minimo di curvatura (validi sia per cavi a coppie che coassiali):

- Cavi senza armatura:
 - 8-10 volte il diametro con un valore minimo di 50 mm – posa finale: nei casi estremi è consigliata una sagomatura che vincoli il cavo ad una posizione fissa;
 - 8-12 volte il diametro – durante l'installazione.
- Cavi con armatura:
 - 15-20 volte il diametro.

Si consideri il seguente esempio, relativo ad un cavo coassiale commercialmente disponibile:

- Diametro 5 mm.
- Raggio minimo:
 - durante la posa: 50 mm;
 - posa finale: (con sagomatura): 25 mm.

La massima forza di trazione del cavo è in genere indicata nella documentazione del costruttore. In assenza di riferimenti si raccomanda di applicare uno sforzo assiale ai conduttori inferiore a 50 N/mm^2 che rappresenta il limite di deformazione elastica per il rame. Questo determina il valore massimo di forza, espresso in N, che un cavo in base alla sezione complessiva dei conduttori può sopportare.

Sono presenti sul mercato cavi realizzati in alluminio con rivestimento in rame che possono rappresentare un'alternativa a costo inferiore rispetto ai tradizionali cavi in rame.

Tuttavia, l'uso di questi componenti non è raccomandato per le seguenti ragioni:

- maggiore fragilità del materiale (si rompe più facilmente, soprattutto nella realizzazione delle connessioni);
- minore affidabilità e durata nel tempo;

I cavi in fibra ottica devono essere posati in modo da rispettare:

- il raggio di curvatura minimo;
- la forza di trazione massima consentita.

Questi sono parametri forniti dal costruttore, in base al tipo di cavo.

In mancanza di tali informazioni, si tenga presente:

- il raggio minimo di curvatura deve essere superiore a:
 - o 5 volte il diametro del cavo per cavi multifibra
 - o 15 mm per cavi monofibra
- utilizzare l'apposito elemento di tiro del cavo (ad esempio filato di Kevlar ® interni al cavo stesso), se disponibile.

Per i cavi in rame e fibra ottica si raccomanda inoltre di:

- evitare sforzi meccanici accidentali: es. caduta di oggetti pesanti, etc.;
- evitare le sollecitazioni laterali: es. calpestio, fascette strette⁽¹⁾;
- accompagnare il cavo durante lo svolgimento, quando si torce naturalmente.

Il mancato rispetto di queste raccomandazioni comporta:

- un degrado dei parametri trasmissivi
- Per i cavi in fibra ottica inoltre:
 - o la possibile rottura della parte interna in vetro
 - o una riduzione della vita utile

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla Guida CEI 46-136 (7), dove sono presenti anche indicazioni relative alla selezione del tipo di cavo in base alle condizioni ambientali.

9.5 Prese

9.5.1 Generalità

Si considerano prese per cavi:

- bilanciati a quattro coppie (RJ45)
- coassiali
- ottici

di tipo:

- terminale
- su pannello di attestazione/permutazione

Le prese terminali si installano tipicamente nello stesso modo di quelle alloggiate sui pannelli di permutazione. La differenza consiste nel modo con cui i cavi raggiungono le prese. Nei pannelli di permutazione infatti i cavi sono posati con appositi elementi meccanici di supporto che consentono una posa ideale, mentre per le prese terminali, installate in scatole da incasso, devono essere presi tutti gli accorgimenti necessari per non sollecitare il cavo.

9.5.2 Installazione di prese per cavi bilanciati

L'intestazione delle prese per cavi bilanciati avviene tipicamente:

- mediante uso di attrezzo dedicato (impact tool) per il fissaggio dei singoli conduttori al terminale della presa mediante "spostamento di isolante";
- in modo automatico al montaggio del connettore (connettori tool-less).

(1) Sono raccomandate le fascette con la chiusura in velcro che permettono di proteggere la guaina. Sono da evitare le fascette plastiche comunemente utilizzate per i fasci di cavi elettrici.

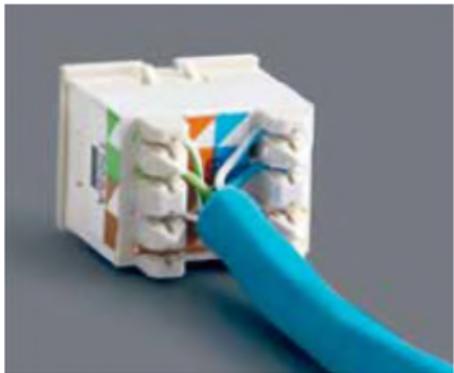


Figura 52 – Connettore con intestazione tramite attrezzo (impact tool)

Nel caso di intestazione con attrezzo, il cavo deve essere sguainato (lasciando intatto l'isolante delle quattro coppie) della lunghezza strettamente necessaria a consentire la giustapposizione delle singole coppie alle giunzioni a "V" destinate alla connessione. Successivamente si esercita una pressione libera con la punta dell'attrezzo su ciascun conduttore. L'attrezzo dispone di un cinematismo che fa scattare la punta con una forza prestabilita. Il singolo conduttore viene così pressato contro la giunzione e allo stesso tempo l'isolante si taglia esattamente nel punto di contatto. Si ripete l'operazione per tutti gli otto conduttori.

Nel caso di prese ad installazione senza attrezzo (tool-less) si sguaina il cavo, come nel caso precedente, lo si giustappone conduttore per conduttore in ciascun punto di contatto e si chiude la presa nel modo indicato dal costruttore. L'operazione di chiusura comporta il taglio degli isolanti degli otto conduttori contemporaneamente nei punti di contatto.

Esistono in commercio diverse versioni di connettori tool-less con diverse soluzioni per la chiusura con connessione del cavo.



Figura 53 – Esempi di connessione tool-less delle prese

9.5.3 Prese ottiche (Borchie)

Le prese ottiche possono essere di diverse tipologie e consentire l'attestazione da 1 a n fibre e rappresentano un punto di accesso per l'esecuzione delle misure.

Le prese ottiche possono essere a parete o incassate

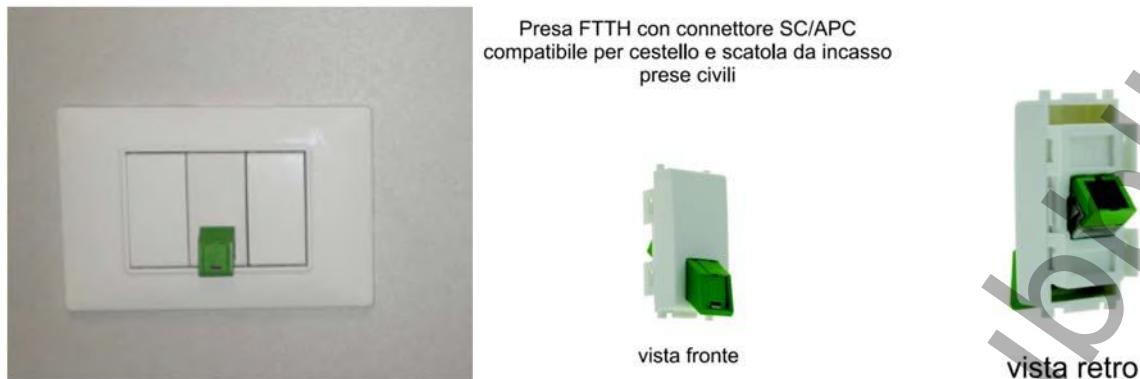


Figura 54 – Esempio di presa ottica da incasso

La presa ottica deve:

- Alloggiare una ricchezza di fibra tipicamente di 1...2 m che agevola l'installazione e la manutenzione
- Garantire il rispetto dei raggi di curvatura minimi richiesti per la fibra
- Garantire il fissaggio meccanico dei cavetti ottici
- Prevedere appositi spazi per eventuali giunzioni protette
- Alloggiare uno o più connettori SC-APC e rispettivi manicotti (bussole)

La presa può essere completamente ottica o ibrida fibra/rame (manicotto ottico/RJ45).

Si veda CEI EN 50411-3-5 (38) per ulteriori dettagli.

9.5.4 Realizzazione link ottico

La realizzazione di un link ottico tra due punti può essere effettuata nei seguenti modi:

1. Cavo ottico da connettorizzare in campo in entrambe le estremità
2. Cavo ottico pre-connettoreizzato in una estremità (Semi-bretella) da connettorizzare in campo nell'altra estremità
3. Cavo ottico pre-connettoreizzato in entrambe le estremità (Bretella)

La connettorizzazione in campo può essere realizzata con giunzione a fusione o meccanica

In

Figura 55 è schematizzato il principio alla base della connettorizzazione in campo tramite giunzione a fusione. Essa viene realizzata saldando la fibra del cavo di impianto con la fibra pre-connettorezzata e può avere lunghezza variabile da pochi cm (connettore a saldare) ad alcune decine di cm (pigtail). In quest'ultimo caso la saldatura va protetta con una guaina termo restringente con anima metallica che ne mantiene la rigidità (termino). Si veda Figura 56.

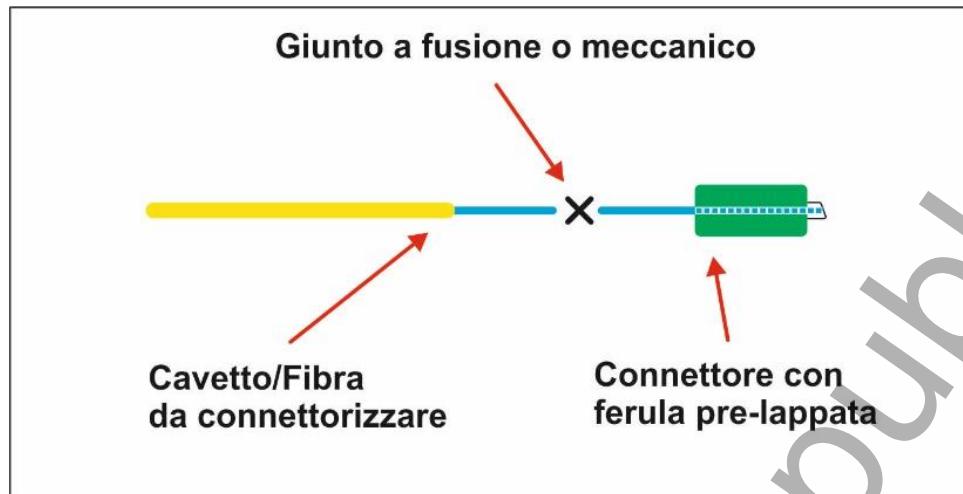


Figura 55 – Connessione in campo

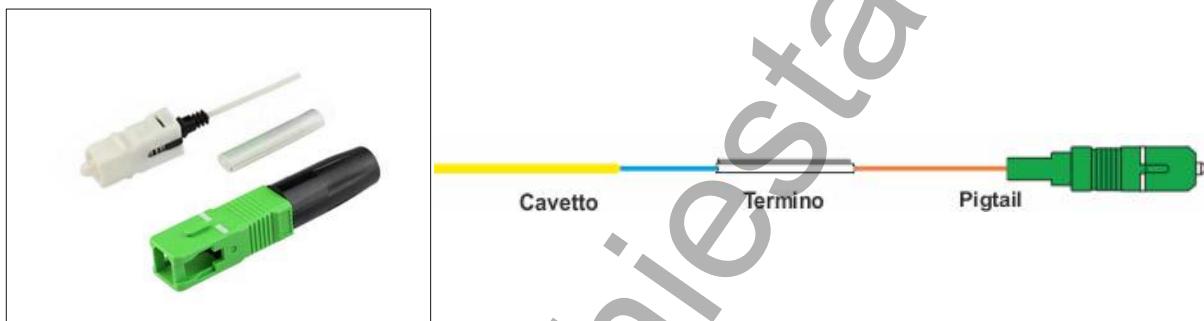


Figura 56 – Connettore a fusione



Figura 57 – Esempio di giuntatrice a fusione

Per eseguire le giunzioni a fusione è necessario dotarsi di un'attrezzatura (giuntatrice, si veda Figura 57).

La giunzione a fusione è caratterizzata da una bassa perdita di attenuazione e da un immediato riscontro tramite la giuntatrice. Lo svantaggio è che l'operazione deve essere eseguita da tecnici specializzati.

La giunzione meccanica viene eseguita inserendo l'estremità della fibra all'interno del connettore o del giunto e si effettua una crimpatura tramite un'apposita pinza



Figura 58 – Esempi di connettore e giunto meccanico montabili in campo

La realizzazione della giunzione meccanica è più semplice rispetto alla fusione sia in termini di esecuzione che di attrezzatura. Tuttavia, la perdita di attenuazione è tipicamente superiore a quella della fusione e meno durevole.

Il riferimento normativo per questa tipologia di connettore è rappresentato dalla norma CEI EN 50377-17-1 (40). Un esempio è mostrato in Figura 58.

I link ottici possono essere realizzati con fibre pre-connettorzate da ambo i lati (bretelle). Si vedano alcuni esempi in Figura 59, Figura 60 e Figura 61.

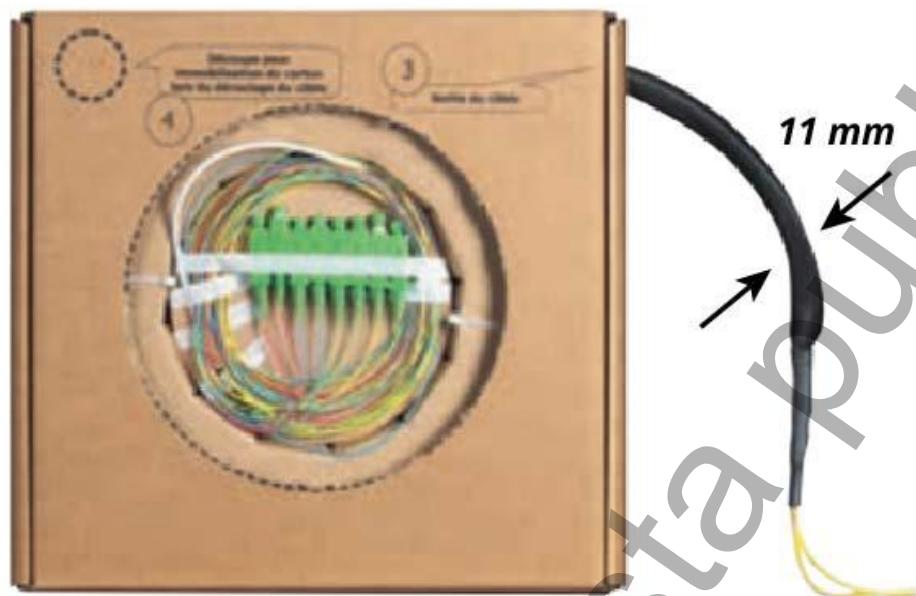


Figura 59 – Esempio di semi-bretella tipicamente usata per montante



Figura 60 – Esempio di semi-bretella completa di STOA

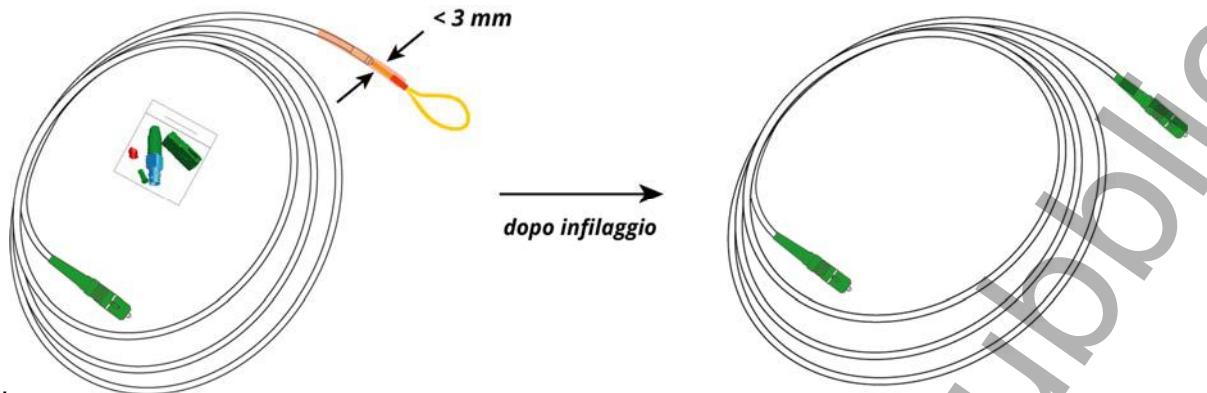


Figura 61 – Esempio di bretella

Il vantaggio delle fibre pre-connettorizzate è che sono pronte all'uso. La posa in opera è tipicamente agevole salvo problematiche legate all'infilaggio nelle condutture. Inoltre, non sempre sono disponibili le metrature desiderate.

9.5.5 Installazione di componenti per cavi coassiali

In Figura 62 sono riportati degli esempi di prese utilizzati nei cablaggi in cavo coassiale: IEC 61169-2 (IEC 9.52) (31), IEC 61169-24 (tipo F) (32), de-mix TV-SAT.



Figura 62 – Esempi di connettori per cavi coassiali

L'installazione di queste prese avviene nel modo seguente:

- si sguaina il cavo lasciando intatta la calza per una lunghezza strettamente necessaria per restare all'interno della presa;
- si ripiega la calza sulla guaina;
- si connette il conduttore centrale;
- si richiude il dispositivo di serraggio sulla calza, mantenendo contatto sul diametro.

Nel caso di connettori IEC 61169-2 (IEC 9.52) (31):

- Si ribalta la treccia sulla guaina, come mostrato in Figura 63, avendo cura di lasciare invece il nastro aderente al dielettrico per una lunghezza di circa 6 mm, variabile in funzione del tipo di connettore. Utilizzando degli attrezzi spela-cavi, le distanze sono automaticamente predeterminate dall'utensile stesso.



Figura 63 – Installazione di un connettore "9.52" fase 1

- Si avvita il connettore sulla treccia fino a quando il piano del dielettrico corrisponde al piano del foro interno. Fare attenzione che il nastro penetri interamente nel foro interno (si veda Figura 64). L'operazione può essere effettuata con attrezzatura specifica e idonea.



Figura 64 Installazione di un connettore "9.52" fase 2

- Si inserisce a fondo l'insieme dielettrico/nastro nel tubetto interno del connettore, facendo attenzione che il nastro non si ribalzi ed infine avvitare a fondo il cappuccio in plastica sul corpo del connettore (si veda Figura 65).



Figura 65 – Installazione di un connettore "9.52" fase 3

Nel caso di installazione del connettore IEC 61169-24 (tipo F) (32):

- Si ribalta la treccia sulla guaina, come indicato in Figura 66, avendo cura di lasciare invece il nastrino aderente al dielettrico. Nel caso in cui non si usi lo spela-cavi, ma le forbici, si devono rispettare le quote di spelatura indicate.

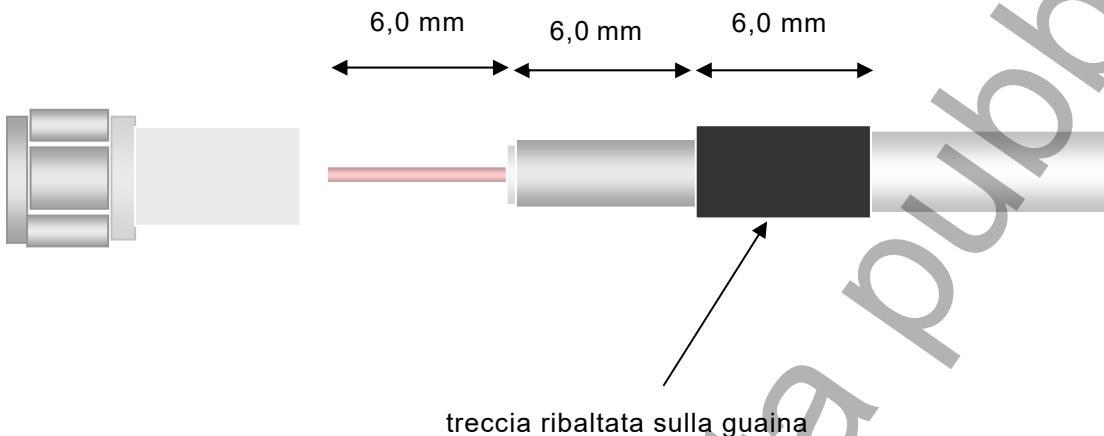


Figura 66 – Installazione di un connettore F fase 2

- Si avvita il connettore sulla treccia fino a quando il piano del dielettrico corrisponde al piano del foro interno. Fare attenzione che il nastrino penetri interamente nel foro interno.

Si segnala che la cura per il cablaggio dei connettori coassiali è finalizzata ad assicurare l'impedenza caratteristica per limitare la formazione di onde stazionarie e l'efficacia della schermatura allo scopo di proteggere dai disturbi elettromagnetici.

9.6 Misure di protezione da contatti diretti ed indiretti

Al sistema di cablaggio descritto in questa guida è previsto il collegamento di apparecchiature che risultano conformi alla Norma IEC 62368-1(56). Questa norma consente di rispettare i requisiti generali di sicurezza prescritti dal DM 37/08 (67) relativi a:

- pericoli per le persone derivanti dal contatto con tensioni superiori a quelle massime ammissibili;
- sicurezza (prescrizioni per la sicurezza elettrica);
- pericoli per le persone derivanti da incendio e da surriscaldamento (le precauzioni da adottare consistono nell'uso di cavi, connettori e altri componenti che soddisfano i requisiti di prodotto relativi allo specifico problema);
- danni fisici alle persone provocati da spigoli, parti aguzze
- danni prodotti alle persone dall'esposizione a luce laser, nel caso di impiego di dispositivi ottici (per questo specifico problema esiste la Norma EN60825 (35);

danni prodotti alle persone da fulminazioni (questo problema è considerato nella normativa specificata nel seguito). Per quanto riguarda la sicurezza elettrica si tratta di garantire la protezione da contatti diretti e dai contatti indiretti.

La protezione contro i contatti diretti si riferisce al pericolo di contatto con le parti attive di un impianto elettrico ossia alle parti conduttrici dell'impianto che sono ordinariamente in tensione. Le strategie di protezione previste dalla Norma CEI 64-8/4 (11) prevedono l'impiego di ostacoli, involucri e barriere.

Nell'installazione del cablaggio si deve evitare di realizzare impianti nei quali la rimozione di coperchi o pannelli, per esempio nel corso di operazioni di manutenzione o gestione del cablaggio, renda contemporaneamente accessibili parti a tensione pericolosa e parti del cablaggio sul quale si sta intervenendo. In particolare, nel quadro di distribuzione (QDSA) deve essere garantita la separazione tra sezioni SELV e bassa tensione. Per questo motivo è raccomandabile utilizzare quadri separati per impianto di distribuzione energia e per quello di comunicazioni elettroniche. La protezione contro i contatti indiretti si riferisce invece al pericolo di contatto con una massa in tensione per un guasto.

La protezione contro i contatti indiretti deve essere realizzata secondo le prescrizioni della norma CEI 64-8/4 (11).

I cavi di comunicazioni rispondenti alla Norma CEI-UNEL 36762 (33) possono essere installati nello stesso vano dei conduttori di energia. In caso contrario, il cap. 528 della Norma CEI 64-8/5(12) definisce gli accorgimenti che devono essere adottati per assicurare la sicurezza elettrica della coesistenza fra cavi per comunicazioni e cavi di energia. Al par. 9.9 vengono indicate prescrizioni aggiuntive relative alla coabitazione di cavi energia e cavi di comunicazione elettronica in rame, finalizzate ad evitare interferenze elettromagnetiche.

Inoltre, come suggerito nella norma EN 50174-2 (15), nei casi in cui sia impossibile una sufficiente e netta separazione tra cavi per energia e per comunicazione, si può ovviare al problema utilizzando cavi in fibra ottica totalmente dielettrici. Anche in questo caso però attenzione deve essere posta ai punti di terminazione in cui si possono avere connettori o altri componenti ottici con parti metalliche.

L'impianto di terra deve sempre essere presente nei punti nodali del cablaggio oggetto di questa guida, e in particolare nel quadro di distribuzione (QDSA) dell'impianto in quanto esso è necessario per collegarvi:

- gli schermi dei cavi (coassiali o a coppie simmetriche);
- canali metallici;
- contenitori metallici, ed involucri di apparecchiature di Classe I.

La messa a terra di canali e contenitori metallici non è sempre necessaria (ad esempio nel caso di cavi a guaina a isolamento rinforzato). Si veda guida CEI 64-50 (48) per ulteriori dettagli.

Le procedure di collegamenti equipotenziali e di messa a terra delle apparecchiature per la tecnologia dell'informazione sono trattate in dettaglio nella norma EN 50310 (29).

Per tutto l'impianto di distribuzione TV realizzato sul cablaggio considerato in questa guida devono essere rispettate le prescrizioni di sicurezza indicate nella Norma IEC 60728-11 (27) e nella Guida CEI 100-7 (5), in particolare per il collegamento equipotenziale delle masse metalliche e dei conduttori esterni dei cavi, per impianto di terra e per la protezione da scariche atmosferiche.

Per il cablaggio delle parti comuni dell'edificio sono da ricordare gli aspetti seguenti:

- i cavi in ingresso o uscita dall'edificio, verso le reti esterne di comunicazione devono avere gli eventuali schermi collegati a terra;
- tutti i cavi che dal punto di ingresso raggiungono i punti di distribuzione dei singoli utenti (distributore di edificio) o concentratori di piano,
- armadi di distribuzione centralizzati, permutatori, telai con parti metalliche ed in generale contenitori metallici di apparati alimentati dalla rete.

Devono essere collegati all'impianto equipotenziale direttamente sul collettore di terra principale.

È da notare che la Norma IEC 60728-11 (27) richiede che la resistenza tra lo schermo di ciascuna presa ed il collettore di terra non sia superiore a 5Ω in corrente continua.

Nel caso in cui l'installazione si trovi in un edificio dotato di impianto di protezione dalle scariche atmosferiche è necessario adottare le opportune soluzioni di protezione, installando dispositivi di protezione coordinati con tale impianto. Nella norma CEI EN 62305 (30), nella Guida CEI 81-8 (34) e nella Guida CEI 100-7 (5), sono i riportati i requisiti da seguire. In questa sede ci si limita a ricordare che l'efficacia di questi dispositivi dipende dalla bontà del collegamento alla terra di sicurezza, in conformità ai requisiti riportati nella norma CEI 64-8 (10).

9.7 Misure di protezione contro gli incendi

Il regolamento europeo prodotti di costruzione (CPR) impone che tutti i cavi (in rame e in fibra ottica) installati in modo permanente negli edifici siano classificati in base alla loro reazione al fuoco. A seconda dell'ambiente installativo e/o dalle condizioni di posa è richiesto di selezionarne la classe. Si vedano la guida CEI 46-136 (7) e le norme CEI 64-8/5 (12), CEI 64-8/7 (14), CEI UNEL 35016 (47) per ulteriori dettagli.

9.8 Misure di protezione contro le radiazioni ottiche

Le misure di protezione contro le radiazioni ottiche sono da prendersi in fase di installazione e riguardano:

- protezione da contatti accidentali con pelle ed occhi da parte della radiazione;
- manipolazione degli scarti di lavorazione.

Si rimanda alla Norma EN 60825-2 (35) per i dettagli relativi alle misure di protezione da prendersi in funzione del tipo di cablaggio ottico da installare.

9.9 EMC

La coesistenza del cablaggio per comunicazioni elettroniche in rame con i impianti di distribuzione dell'energia ha delle regole generali riportate in EN 50174-2 (15) per garantire l'assenza di interferenze elettromagnetiche basate sulla definizione di distanza minime tra cavi, dipendenti da vari fattori (es. cavo schermato/non schermato...ecc.). Queste hanno basso impatto per gli impianti di tipo domestico, in quanto i cablaggi hanno tipicamente delle condutture dedicate (si veda CEI 64-100/2 (2)).

9.10 Gruppi di continuità (UPS)

L'utilizzo di UPS dedicato all'impianto di comunicazioni elettroniche è consigliato qualora non si voglia perdere la continuità di alcuni servizi.

10 Verifica dell'impianto

10.1 Generalità

La verifica dell'impianto è la fase in cui, terminata l'installazione, si deve dimostrare la conformità del cablaggio ai corrispondenti requisiti stabiliti dalle Norme delle serie EN 50173 (8,9), per la parte dati, dalle norme richiamate dalla guida CEI 100-7 (5) per la parte TV e/o requisiti prestazionali aggiuntivi richiesti dal committente.

L'uso di componenti di prestazioni adeguate alla classe ed ai requisiti dei collegamenti trasmissivi ed una installazione degli stessi a regola d'arte costituiscono la premessa per una verifica positiva.

Questo a priori non è sufficiente, in quanto nel corso dei lavori possono essere stati commessi alcuni errori. La verifica finale permette di stabilire se questi hanno compromesso la conformità dell'impianto. Se questo avviene, si deve ricercare la causa e rimuoverla.

La verifica dei sistemi di cablaggio strutturato è disciplinata dalla Norma EN 61935-1 (28). Questa indica come condurre il test, dai riferimenti ai metodi di prova originali sia per il rame che per la fibra ottica ma non dà indicazioni su come risolvere eventuali problemi di non conformità.

Si suggerisce ai committenti di richiedere il rapporto di verifica, ossia un documento che riporti gli esiti di tutte le misure eseguite con i dati e la firma del verificatore, come evidenza della chiusura positiva dei lavori.

Il rapporto di verifica permette di:

- dimostrare che l'impianto rispetti i requisiti normativi;
- assolvere un vincolo contrattuale (ad esempio il rispetto di prestazioni aggiuntive richieste dal committente)
- garantire il mantenimento nel tempo dei requisiti normativi.

La verifica dei sistemi in rame prevede i seguenti controlli:

- esame a vista;
- elettrico statico;
- parametri di trasmissione.

La verifica dei sistemi ottici prevede i seguenti controlli:

- esame a vista;
- correttezza della connettività;
- parametri di trasmissione.

10.2 Cablaggio in rame: esame a vista

Il controllo visivo permette di verificare:

- i riferimenti dei componenti installati;
- l'assenza di sollecitazioni meccaniche eccessive sui cavi (es. punti con raggi di curvatura palesemente non corretti);
- che le fascette non stringano eccessivamente i fasci (assenza di evidenti deformazioni delle guaine);
- il corretto collegamento di tutti i conduttori alle prese ed ai pannelli;
- la presenza di tutte le connessioni a terra di tipo funzionale (schermi dei cavi, connettori...);
- che la categoria dei cordoni sia compatibile con la classe del link.

10.3 Cablaggio in rame: controllo elettrico statico

Il controllo elettrico statico permette di verificare:

- la connessione completa di ogni link (continuità elettrica);
- la corrispondenza con lo schema topologico;
- il rispetto della polarità, quando previsto;
- l'assenza di corto circuiti accidentali tra i singoli conduttori;
- gli isolamenti tra conduttori e verso terra;
- la corrispondenza tra lo schema di installazione e l'installazione reale;
- la continuità dello schermo quando presente (FTP, STP, S/FTP). Questa verifica può essere esclusa in alcuni modelli di strumento certificatore.

Si riportano di seguito alcuni suggerimenti per le più comuni cause di fallimento del controllo elettrico statico.

- Errori di mappatura
 - Open:
 - conduttori rotti per sollecitazione, tipicamente nei punti di connessione;
 - uno dei due connettori utilizzati nel test non è connesso (ne è stato connesso erroneamente un altro);
 - connettore danneggiato;
 - tagli o rotture all'interno del cavo;
 - conduttori connessi a pin non corretti;
 - cavi per applicazioni specifiche (Es. Ethernet, cablate solo i conduttori 1-2, 3-6).
 - Short (Corto circuito):
 - terminazione non corretta;
 - connettore danneggiato;
 - presenza di sporcizia conduttiva tra i pin nei connettori (specialmente RJ45).
 - Coppie invertite: conduttori connessi ai pin sbagliati in almeno una delle due terminazioni.
 - Coppie incrociate:
 - conduttori connessi ai pin sbagliati in almeno una delle due terminazioni;
 - mix di connessioni secondo convenzioni 568 A e 568 B;
 - cavi incrociati (le coppie 1-2 e 3-6 si incrociano).
 - Coppie divise: conduttori connessi ai pin sbagliati in almeno una delle due terminazioni.

10.4 Cablaggio in rame: verifica dei parametri di trasmissione

Lo strumento con cui operare la verifica dei parametri di trasmissione, il certificatore, è costituito da una unità trasmittente ed una ricevente che, collegate alle estremità del collegamento da verificare, si scambiano segnali di test che permettono di elaborare i valori di tutti i parametri trasmissivi richiesti dalle norme di sistema (es. EN 50173 (8,9)). Un software residente permette di lanciare una routine automatica di misura che va ad eseguire le misure di tutti i parametri in tutte le combinazioni, nella gamma di frequenza di interesse (es. 1...500 MHz per classe EA) e di confrontarle con i corrispondenti limiti. In Figura 67 è riportato un esempio di sistema di verifica.

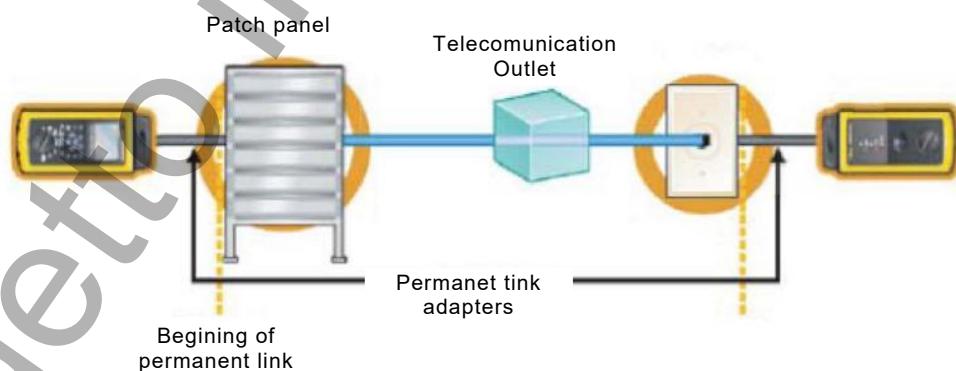


Figura 67 – Verifica dei parametri di trasmissione (Fonte: Fluke Networks)

Prima di eseguire la certificazione è necessario impostare:

- la velocità di propagazione della luce nel cavo sotto test (NVP), secondo le indicazioni del costruttore;
- la normativa di riferimento per i limiti (TIA/EIA, ISO/IEC o EN), verificando di disporre la versione più aggiornata;
- la misura di channel o di permanent link, a seconda dei casi.

Si esegue poi la routine di auto calibrazione che ha lo scopo di compensare l'attenuazione dei cordoni di prova e dei relativi connettori.

L'esito finale del test è una distribuzione in frequenza di una serie di curve, il cui numero varia a seconda del parametro. Tutte queste curve devono rispettare un limite normativo.

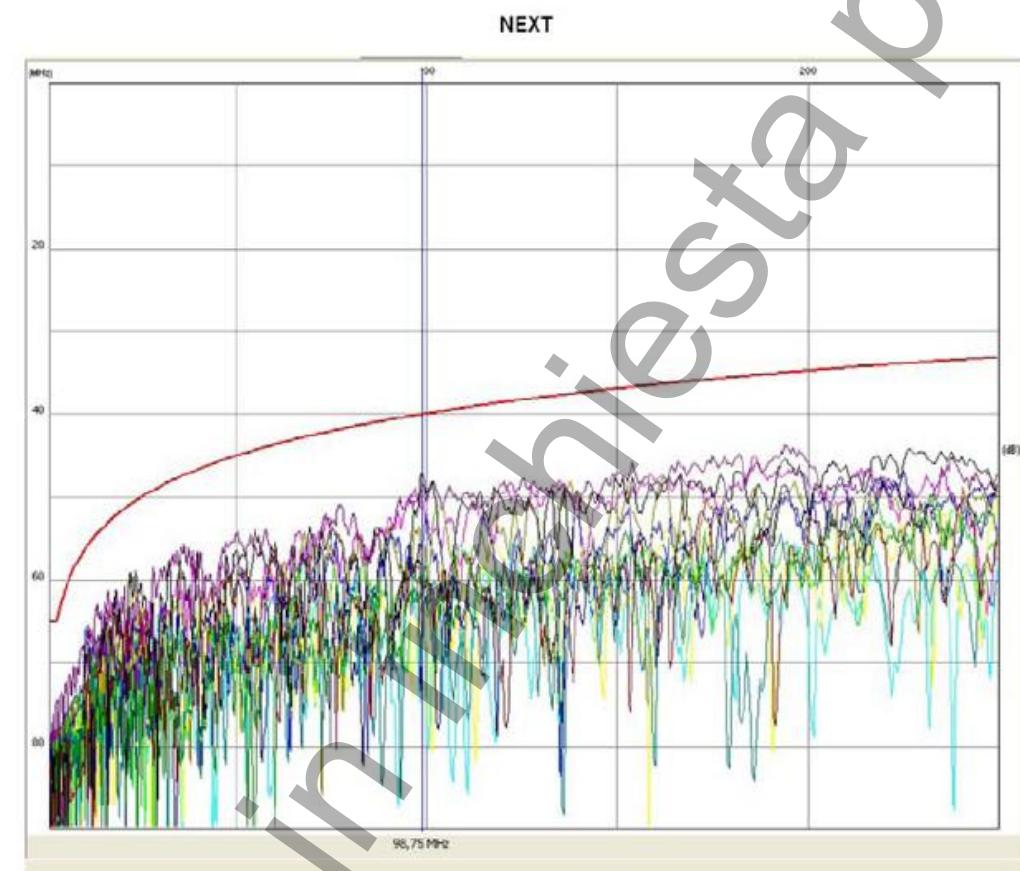


Figura 68 Esempio di risultato di una verifica di un parametro trasmissivo (NEXT, Near End Crosstalk)

In Figura 68 è riportato un esempio di verifica di NEXT (near end crosstalk). La curva rossa rappresenta il limite normativo per il channel in funzione della frequenza (1...250 MHz, classe E). Le curve di vari colori rappresentano la misura di attenuazione eseguita iniettando un segnale di prova in una coppia, terminata sulla sua impedenza, e misurato su una delle tre coppie adiacenti (a loro volta terminate da ambo i lati) nello stesso lato dell'iniezione (near end). Le misure vengono eseguite su tutte le permutazioni possibili tra le quattro coppie.

L'impianto può essere dichiarato conforme alla norma selezionata se le misure di tutti i parametri rispettano i limiti.

Se viceversa si ottiene un esito negativo, è necessario andare a ricercare la causa di tale fallimento e rimuoverla.

Si riportano di seguito alcuni suggerimenti sulle cause degli errori più comuni.

- Errori di tipo generale:
 - Si sta testando un channel o un permanent link?
 - È stata selezionata la corretta classe?
 - Il software dello strumento certificatore è aggiornato?
 - È stata utilizzata la corretta testina di misura?
 - È stato inserito il valore della velocità di propagazione (NVP) adeguato?
 - I valori di "pass" al limite possono essere accettati temporaneamente, ma richiedono un'indagine supplementare, a seconda dei parametri, come specificato di seguito.
- Errori sulla lunghezza del cablaggio:
 - Lunghezza misurata oltre i limiti consentiti:
 - il cavo è effettivamente troppo lungo: ridurre le ricchezze di cavo alle connessioni o seguire altri percorsi di posa;
 - il valore della velocità di propagazione (NVP) non è stato impostato correttamente.
 - Lunghezza misurata palesemente corta rispetto a quella installata:
 - rottura intermedia nel cavo;
 - una o più coppie risultano significativamente più corte;
 - cavo danneggiato;
 - connessione errata.
 - Ritardo di propagazione/delay skew (superiore ai limiti):
 - cavo troppo lungo (ritardo di propagazione);
 - le singole coppie all'interno del cavo sono realizzate con materiali isolanti differenti (nel caso, sostituire il cavo).
- Attenuazione:
 - lunghezza eccessiva;
 - cordoni di bassa qualità;
 - alta impedenza nelle connessioni (serve poi una misura dedicata);
 - uso erroneo di componenti di categoria inferiore (es. cordone 5E in link classe E);
 - esecuzione non corretta della routine di auto-calibrazione dello strumento certificatore.
- NEXT e PSNEXT ("fail"):
 - l'intestazione dei connettori/prese è stata fatta non rispettando le regole di "svolgimento" (poor twisting) delle singole coppie;
 - adattamento di impedenza insufficiente tra connettori e prese (più probabile mischiando componenti di costruttori differenti per categoria 6 e superiori);
 - uso di testina di misura non corretta nello strumento certificatore;
 - cordoni, connettori, prese, cavi di bassa qualità;
 - fascette troppo strette nei fasci di cavi;
 - presenza di interferenti in prossimità del link;
 - vedi errori return loss: gli errori di NEXT possono esserne una conseguenza, causa l'elevata ampiezza del segnale riflesso.

- NEXT e PSNEXT (“pass” in condizione di errore – “fail” nascosto, che potrebbe presentarsi in futuro):
 - un cavo di buona qualità può sopportare nodi o piegature di modesta entità;
 - procedura di test erroneamente selezionata: un link di classe E “scarsa” può superare il test di classe D erroneamente impostato (controllare gamma di frequenza).
- Return loss (“fail”):
 - impedenza caratteristica dei cavi o cordoni non corretta (diversa da 100Ω) o non uniforme;
 - cordoni danneggiati hanno perso il valore dell’impedenza caratteristica;
 - perdita del passo di “twistatura” durante l’installazione;
 - eccesso di cavi ammassati nelle scatole contenenti le prese terminali;
 - connettori/prese di scarsa qualità;
 - adattamento di impedenza insufficiente tra connettori e prese (più probabile mischiando componenti di costruttori diversi per categoria 6 e superiori);
 - eccessiva scorta di cavo negli armadi;
 - auto-calibrazione dello strumento eseguita in modo non corretto e/o selezione di cavi e testine di misura non appropriati.
- Return loss (“pass” in condizione di errore – “fail” nascosto, che potrebbe presentarsi in futuro):
 - un cavo di buona qualità può sopportare nodi o piegature di modesta entità;
 - selezione erronea di limiti più bassi.
- ELFEXT e PSELFEXT:
 - vedi NEXT;
 - cavo in eccesso (ricchezza di cavo) avvolto in spire troppo strette.
- Resistenza:
 - eccessiva lunghezza del cavo;
 - contatti ossidati;
 - conduttori collegati male nei connettori o prese;
 - cavo con spessore di conduttori erroneamente sottile (controllare il valore nominale di AWG);
 - cordone di scarsa qualità.

10.5 Cablaggio in fibra ottica: esame a vista

Questa fase permette di:

- controllare i riferimenti dei componenti installati;
- accertarsi dell’assenza di sollecitazioni meccaniche eccessive sui cavi (es. individuazione di punti con raggi di curvatura palesemente non corretti, fascette troppo strette);
- verificare che i connettori connessi siano omologhi (SC/APC).
- verificare la pulizia delle superfici di interfaccia;
- verificare che le bretelle siano compatibili con il tipo della fibra ottica del link (G.657.A) (42) Sono disponibili commercialmente degli apparecchi di ausilio al controllo visivo e di pulizia delle superfici dei connettori (si veda Figura 69).



Figura 69 – Esempi di microscopio per il controllo visivo delle superfici dei connettori e relativo kit di pulizia

10.6 Cablaggio in fibra ottica: controllo continuità ottica

Analogamente a quanto avviene per il cablaggio in rame, questa fase consente di stabilire la continuità trasmissiva del collegamento installato.

Mediante un dispositivo detto “Visual fault locator” è possibile iniettare della luce visibile in una terminazione di un link e verificarne l’uscita dall’altro capo. Con questo sistema si individua la presenza di rotture, pieghe eccessive, errori macroscopici di giunzione o connettorizzazione (si veda Figura 70)



Figura 70 – Esempio di apparecchi "visual fault locator"

10.7 Cablaggio in fibra ottica: verifica dei parametri di trasmissione

10.7.1 Generalità

La verifica del collegamento in fibra ottica prevede la misura del parametro trasmissivo di attenuazione (*insertion loss*, dB) mediante tecnica fotometrica (si veda Figura 71).

In aggiunta, o in caso di valori di attenuazione del collegamento superiori ai requisiti di riferimento, è possibile verificare puntualmente:

- i giunti: “attenuazione”,
- i connettori: attenuazione e perdita di ritorno (*return loss*, dB),
- mediante la tecnica riflettometrica.

Questa tecnica può anche fornire informazioni sulla lunghezza del collegamento, sull'attenuazione totale, interruzioni o stress localizzati sulla fibra.

Si rimanda alle norme IEC 61280-4-2 (59) e ISO/IEC 14763-3 (57) per una trattazione dettagliata dei metodi di misura.

10.7.2 Misure con tecnica fotometrica

Tramite la tecnica fotometrica, viene misurata la perdita di potenza di un segnale ottico, iniettato da una sorgente ottica all'estremità della tratta e ricevuto dall'altro capo mediante un ricevitore (o power meter).

Il valore di lunghezza d'onda da impostare su entrambi gli strumenti è $1550 \text{ nm} \pm 20 \text{ nm}$

Per misurare l'attenuazione introdotta dal collegamento ottico, si procederà, secondo quanto stabilito dalla IEC 61300-3-4 (60) in due fasi successive, di seguito sintetizzate (si veda anche schema di misura in Figura 71).

Fase 1: azzeramento iniziale.

Si procede al collegamento diretto della sorgente ottica con il ricevitore mediante due bretelle di riferimento. Le due bretelle ottiche di riferimento devono essere dello stesso tipo, connettorizzate SC/APC da un lato, per consentire il collegamento verso la tratta da misurare, e con connettore idoneo (es FC/PC) dall'altro lato, per consentire l'accoppiamento con gli strumenti adottati.

Si procede quindi alla misura della potenza ottica ricevuta dopo aver collegato direttamente trasmettitore e ricevitore mediante le due bretelle di riferimento (vedi fase di azzeramento di Figura 71). L'operazione deve essere eseguita avendo cura di registrare al termine della misura (in formato cartaceo/elettronico) il valore di potenza misurato, in dBm. Diversamente, se lo strumento lo consente, si può eseguire il riferimento del banco di misura tramite l'opportuno tasto (tipicamente il tasto Ref posto sul power meter) e la lettura in questo caso sarà 0 dB.

Fase 2: fase di misura.

Si disconnettono le due bretelle ottiche tra di loro dal lato SC/APC e le si connettono agli estremi del collegamento ottico oggetto della misura, ovvero tra le bussole SC/APC del CSOE e della STOA.

Tra la prima e la seconda fase sia la sorgente che il power meter devono rimanere accesi e connessi alle bretelle campione adottate e la configurazione degli strumenti non deve essere variata in nessun caso fino al completamento della Fase 2.

Si procede infine alla registrazione della potenza ottica misurata dal ricevitore in dBm. Il valore dell'attenuazione complessiva del collegamento ottico oggetto della misura sarà dato dalla differenza algebrica tra i valori di potenza, espressi in dBm, misurati dal power meter nelle due fasi descritte o, se è stata utilizzata la funzione di riferimento del power meter (Ref), dal valore di potenza in dB visualizzato dallo strumento al termine della Fase 2.

Coppia sorgente – power meter: fasi di azzeramento iniziale e di misura



Figura 71 – Verifica fotometrica : schema di misura

La misura fotometrica ha l'obiettivo di caratterizzare il collegamento e verificarne l'attenuazione rispetto ad un valore di attenuazione di riferimento, posto a 1.5 dB.

Si noti come con questa procedura una connessione venga già inclusa nella fase di azzeramento e quindi nella fase di misura si valutino la tratta in fibra ed una connessione⁽¹⁾ (sia essa realizzata in fabbrica o in campo con tecnologia meccanica o a fusione).

Nel caso in cui l'attenuazione sia inferiore al limite, la verifica dell'impianto è positiva per il collegamento passivo.

In caso contrario, si deve risalire alla causa d'origine che potrebbe essere (ad esempio):

- Eccessiva piegatura del cavo
- ConnettORIZZAZIONI non eseguite correttamente
- Presenza di sporcizia nelle ferule dei connettori o danneggiamento delle stesse

10.7.3 Misure con tecnica riflettometrica

Se non c'è la possibilità di identificare e quindi rimuovere la causa dell'esito negativo (ad esempio con un'ispezione visiva sull'impianto) delle misure fotometriche (si veda par. 10.7.2) per la localizzazione del guasto è possibile eseguire un test riflettometrico.

Questo test può essere utile anche nelle fasi di manutenzione degli impianti. Si consideri che le caratteristiche dello strumento devono essere adeguate ad analizzare una tratta corta come quella tipicamente rappresentata da un cablaggio di edificio ed in grado di discriminare eventi (giunti, connettori, curvature) anche molto vicini tra loro.

(1) Per connessione o interconnessione si intende il collegamento tra 2 connettori (dello stesso tipo) attraverso una bussola o manicotto.

Questa tecnica può essere impiegata sia per localizzare punti di attenuazione concentrata, come giunti o connettori molto attenuanti, curvature eccessive o pizzicature della fibra, sia per individuare valori eccessivi di perdita di ritorno dei connettori, a seguito di danneggiamenti o cattiva realizzazione degli stessi.

I Test riflettometrici si basano sulla misura del tempo necessario ad un impulso di luce a percorrere la distanza lungo la fibra in avanti e all'indietro (dopo riflessione). Si utilizza uno specifico strumento chiamato OTDR (Optical Time Domain Reflectometer, si vedano Figura 72 e Figura 73).

Si veda IEC 62316 (61) per i dettagli della misura.

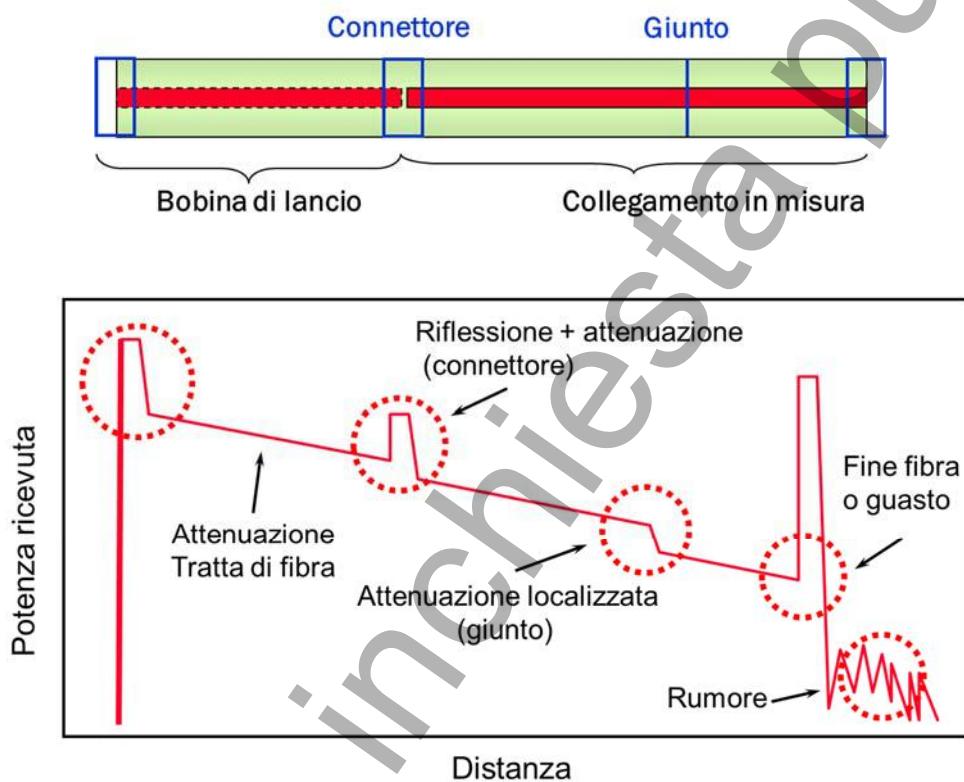


Figura 72 – Esempio di misura riflettometrica e relativa traccia

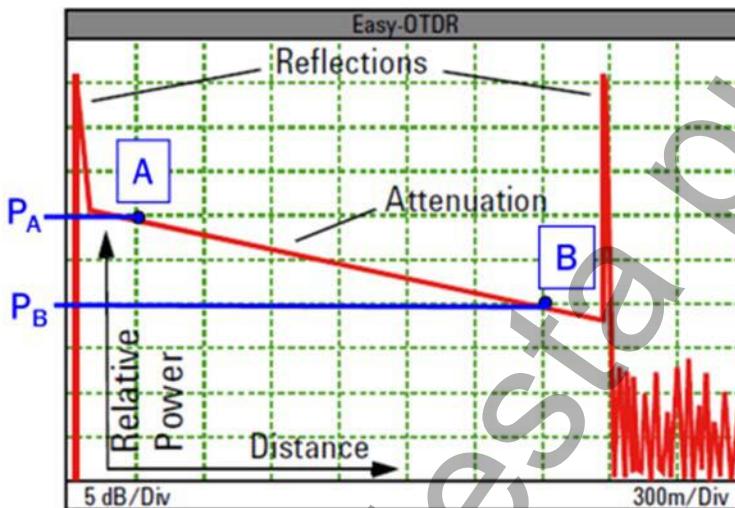
Durante la propagazione di un segnale in fibra ottica, una piccolissima frazione del segnale viene continuamente diffusa in tutte le direzioni a causa dello “scattering di Rayleigh”: la parte diffusa all’indietro e propagata dalla fibra nel verso opposto a quello di trasmissione, può essere utilizzata per misurarne la lunghezza e l’attenuazione.

L’andamento decrescente della potenza ottica in funzione del tempo, mostrata nel tracciato di Figura 72, rappresenta la misura eseguita da un’estremità del collegamento e fornisce un’indicazione sull’attenuazione e sulla distanza ottica della tratta in misura. Sulla traccia sono visibili anche eventi riflettenti (tipici dei connettori) e attenuanti (tipici di giunti o curvature strette).

Per fornire i corretti valori di attenuazione la misura riflettometrica deve essere eseguita da entrambi i lati della tratta in misura.

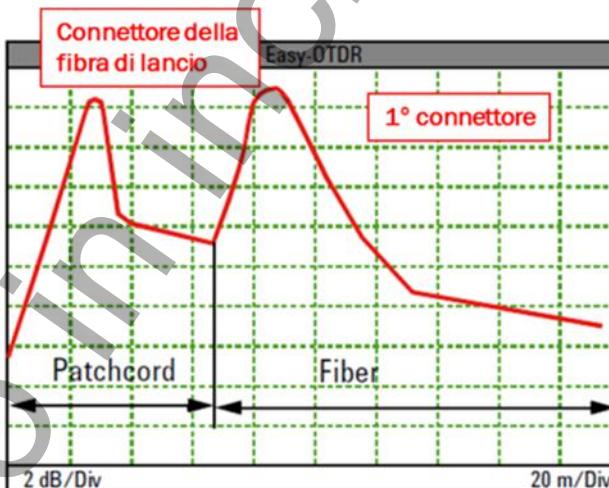
Per eseguire la misura devono essere impiegate una bretella di lancio ed una collocata in coda all'impianto da misurare: le bretelle devono essere lunghe una cinquantina di metri e preferibilmente dello stesso tipo della fibra in impianto, connettorizzate da un lato in modo da essere compatibili con lo strumento in dotazione e dall'altra con un connettore dello stesso tipo della tratta da misurare (per il cablaggio di edificio oggetto del presente documento il connettore deve essere di tipo SC/APC).

Nelle figure seguenti sono mostrati degli esempi (1...6) di visualizzazione degli eventi su una traccia OTDR.



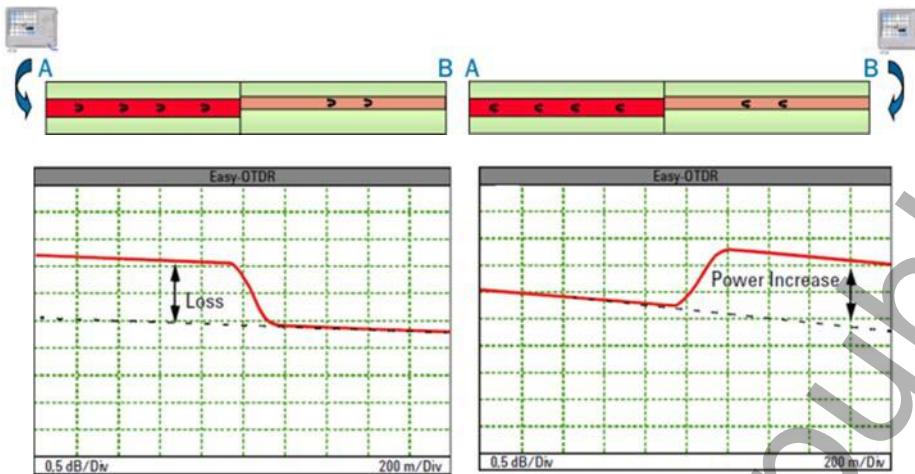
- 1) L'OTDR valuta l'attenuazione fra due punti (A e B) calcolando la differenza fra i livelli del segnale di backscattering ricevuti ($P_A - P_B$)

Figura 73 – Traccia OTDR- Esempio 1



- 2) L'inizio della traccia è il punto in cui il segnale OTDR viene inviato in fibra. Se si vogliono avere informazioni sul primo connettore della tratta da misurare, bisogna inserire prima di esso una fibra di lancio (a meno che lo strumento non l'abbia integrata al suo interno)

Figura 74 –Traccia OTDR - Esempio 2



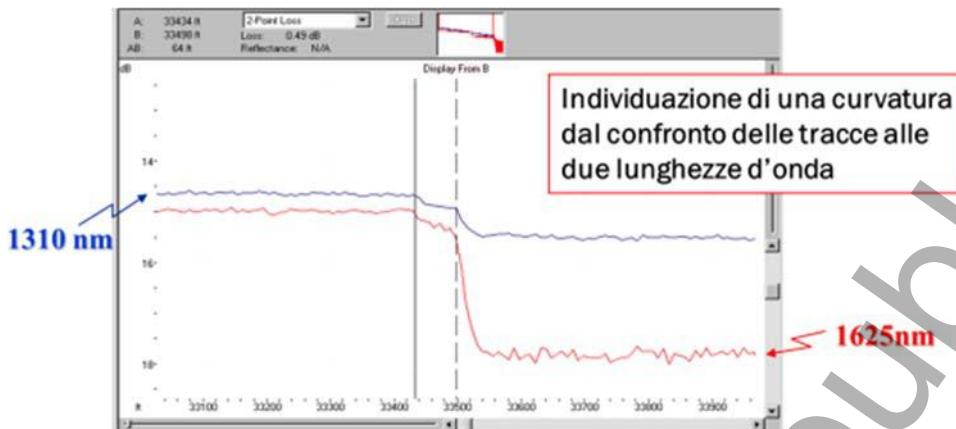
- 3) Nel giunto sono accoppiate fibre con diverso Diametro di Campo Modale (MFD) e coefficiente di backscattering. A seconda del punto in cui si effettua la misura, in corrispondenza del giunto si può avere una perdita o un guadagno apparente. L'attenuazione reale del giunto è la media delle attenuazioni misurate nei due versi. Il valore tipico di attenuazione bidirezionale dei giunti è 0.05 dB a 1550 nm

Figura 75 – Traccia OTDR - Esempio 3



- 4) Per l'attenuazione dei connettori valgono le stesse considerazioni viste per i giunti. Per il connettore però si verifica anche una riflessione dovuta al contatto fisico non totale tra le due fibre (aria). La riflessione è più elevata se il connettore è piano, decisamente più bassa (al limite di non essere evidente) se il connettore è angolato (APC). Il valore tipico di attenuazione bidirezionale dei connettori può variare da 0.3 dB a 0.9 dB a seconda che sia realizzato in fabbrica o in campo a 1550 nm.

Figura 76 – Traccia OTDR - Esempio 4



- 5) La curvatura severa, localizzata, risulta in un'attenuazione. Si può evidenziare con il confronto tra misure a lunghezze d'onda diverse

Figura 77 – Traccia OTDR - Esempio 5



- 6) Il fine tratta è individuabile da un brusco crollo della traccia nel rumore e può o meno essere accompagnato da una riflessione a seconda del tipo di connettore piano o angolato.
Analogamente, si individuano le rotture delle fibre, a seconda che la sezione di rottura sia piana od irregolare. Se a seguito di una rottura c'è ancora continuità trasmissiva si può verificare anche una perdita.

Figura 78 – Traccia OTDR - Esempio 6

La Figura 79 mostra un esempio di OTDR.



Figura 79 – Esempio di OTDR

Appendice A

Requisiti minimi per l'attribuzione dell'etichetta volontaria “edificio predisposto alla banda ultra-larga” secondo art. 135 bis DPR 380/01

Un edificio può essere identificato come predisposto alla banda ultra-larga, se dotato di una infrastruttura fisica multiservizio passiva e accessi secondo quanto riportato nella presente guida, basata sui seguenti principi:

- a. Garantire condizioni tali da “rendere agevoli le connessioni delle singole unità immobiliari” (legge 166/2002, art. 40) (70)
- b. Evitare condizioni che possano limitare i “diritti inderogabili di libertà delle persone nell’uso dei mezzi di comunicazione elettronica” (DLgs 259/2003, art. 3 comma 1) (71)
- c. Assicurare condizioni tali da garantire “l’accesso dell’utente, secondo criteri di non discriminazione, ad una ampia varietà di informazioni e di contenuti offerti da una pluralità di operatori nazionali e locali” (legge 112/2004, art.4, comma 1, lettera a)). (72)
- d. Assicurare una predisposizione che consenta di “ridurre i costi di installazione di reti di comunicazione elettronica ad alta velocità interna all’edificio” (DLgs 33/2016) (62).
- e. Garantire il rispetto del decoro urbano limitando la proliferazione delle antenne (Legge 249/1997, art.3, comma 13; DM 22/01/2013, art. 1) (73) (68)
- i. I requisiti minimi per soddisfare tali principi sono elencati di seguito.

In Figura 80 Figura 80 è riportato il fac-simile dell'etichetta volontaria “edificio predisposto alla banda ultralarga” (si veda anche il sito web predisposto dal Ministero dello Sviluppo Economico: <http://bandaultralarga.italia.it/>):



Figura 80 – Fac-Simile etichetta di un edificio predisposto alla banda ultra-larga (UBB ready)

Requisiti minimi per il riconoscimento dell'etichetta.

- Edifici a distribuzione verticale (si veda

- Tabella 9):
 - o Spazio o locale tecnico base edificio di dimensioni minime: 2,7 m (H) X 1,8 m X 1m
Oppure
 - o $1,7m < H < 2,7m$ X 2 m X 2 m

- Dimensioni minime dello spazio riservato a CSOE e ROE (si veda par.7.2.3.2):
 - o 85 cm X 250 cm totale, di cui:
 - 20 cm X H locale tecnico: spazio passaggio cavi
 - 45 cm X H locale tecnico: spazio per moduli CSOE/ROE
 - 20 cm X H locale tecnico: spazio di manovra CSOE/ROE
 - o Spazio o locale tecnico sotto-tetto
 - Spazio per terminale di testa di dimensioni minime (si veda Tabella 12):
 - 100 cm (L) X 20cm (P) X 70 cm (H) fino a 12 UI.
 - 200 cm (L) X 20 cm (P) X 140 cm (H)
 - o STOM (si veda par. 8.2.4)
 - Minimo otto manicotti ottici (bussole) SC/APC
 - Predisposizione all'attestazione del cavo ottico
 - o Presenza di condutture per connessione antenne
 - o Montante di edificio: estensione da spazio/locale tecnico base edificio a spazio/locale tecnico sotto-tetto (si vedano CEI 64-100/1 (1), Tabella 13).
 - Cavedio per montante verticale dalle dimensioni: 1,0-1,5m X 1 m si include tutti i montanti di edificio
 - Impianto TV:
 - Fino a 4UI per piano:
 - 3 tubi 40 mm fino a 8 UI
 - 1 tubo 40 mm in più ogni ulteriori 4 UI
 - Oltre 4 UI per piano
 - 1 ulteriore tubo 40mm per ogni 4 UI per piano rispetto al punto precedente.
 - Impianto dati
 - 2 tubi 40 mm
 - Scatole di derivazione di piano (si vedano CEI 64-100/1(1) e Tabella 13):
 - Fino a 8 piani con 4 U.I. per piano: 2 scatole per piano di dimensioni minime: 400 mm X 215 mm X 65 mm (massimo 12 tubi diametro 32 mm per lato)
 - Per più di 4 UI per piano: le dimensioni e/o il numero delle scatole possono essere incrementate in base al numero totale di tubi da distribuire verso le UI
 - o Accesso all'edificio
 - Accesso dal sottosuolo
 - Tubo di raccordo tra suolo pubblico e area privata: diametro 125 mm (raccordo al pozetto esterno)
 - Pozzetto esterno all'edificio: min 55 cm X 55 cm
 - Conduttura pozetto esterno e locale/spazio tecnico di edificio: 2 tubi diametro 63 mm
 - Conduttura montante: 2 tubi Ø 63 mm per ciascuna scala.

- Accesso aereo
 - Esistenza di una zona ancoraggio antenne conforme a CEI 100-140 (36)
 - Esistenza di uno spazio addizionale per l'installazione di antenne trasmittenti 5G (opzionale)
 - Condutture tra antenna e spazio/locale tecnico sotto-tetto: 3 tubi 40 mm diametro per edificio fino a 24 unità immobiliari.
- Cablaggio ottico di montante
 - Minimo otto fibre G.657 A (42) connesse alla scatola di terminazione ottica (STOM)
 - Connettori SC-APC
- Edifici a distribuzione orizzontale o complessi immobiliari (si veda tab. 12)
 - Spazio/locale tecnico (si veda Tabella 12) di dimensioni minime:
 - 2,7 m (H) X 1,8 m X 1m
 - Oppure
 - 1,7m < H < 2,7m X 2 m X 2 m
 - Spazio riservato a CSOE/ ROE: dimensioni minime 450 mm (L) X 180 mm (h) X 150 mm (P) (si veda par. 7.2.3.2). con area canalizzazione porta cavi (si veda Figura 30): 20 mm (L) X H locale tecnico
 - Spazio o locale tecnico sotto-tetto1
 - Spazio per terminale di testa: dimensioni minime 100 X 20 X 70 cm (fino a 12 UI); 200 X 20 X 140 cm. Si veda par. 7.2.3.4.
 - STOM
 - Minimo otto manicotti ottici (bussole) SC/APC
 - Condutture per connessione antenne al locale tecnico: 1 tubo 40 mm ogni 8 unità immobiliari⁽²⁾
 - Montante di edificio (sviluppo orizzontale)
 - Conduttura tra spazio/locale tecnico segnali via radio e spazio/locale tecnico segnali provenienti dal sottosuolo: 1 tubo Ø 125 mm (solo nel caso di locali distinti)
 - Accesso dal sottosuolo
 - Condutture di raccordo tra lo spazio tecnico ed il suolo pubblico, per i cavi in fibra ottica: 1 tubo Ø 125 mm
 - Pozzetto esterno ad ogni unità immobiliare : min 400 mm X 400mm
 - Pozzetto in corrispondenza spazio tecnico (esterno) : min. 600mm X 600 mm
 - Pozzetto in corrispondenza di ogni cambio di direzione significativo delle condutture: min 400 mm X 400 mm
 - Condutture di distribuzione principale tra pozzi principali: 1 tubo Ø 125 mm
 - Condutture ingresso unità immobiliare: 2 tubi Ø 32 mm oppure 1 tubo Ø 40mm

(1) Nel caso di edifici a distribuzione orizzontale lo spazio o locale tecnico del sotto-tetto può essere realizzato con varie soluzioni architettoniche (si veda par. 7.2). Il requisito va interpretato in funzione della soluzione adottata, nel rispetto delle dimensioni minime globali.

(2) Sono ammesse soluzioni con numero di tubi e diametro differente con capacità equivalente

(3) La condutture di ingresso alla unità immobiliare può essere costituita da un singolo tubo Ø 40mm nel caso in cui la tratta sia di lunghezza contenuta (entro 5 m circa).

- Accesso aereo (sia sotto-tetto, sia cabina esterna)
 - Esistenza di una zona ancoraggio antenne conforme a CEI 100-140 (36)
 - Esistenza di uno spazio addizionale per l'installazione di antenne trasmittenti 5G (opzionale, solo in caso di traliccio antenne)

Condutture tra antenna e spazio/locale tecnico per segnali via radio: 1 tubo 40 mm ogni 8 unità immobiliari

- Unità immobiliare (si veda par.7.2.4.2)
 - QDSA
 - Concentrato- Dimensioni minime1: 500 (H) x 300 (L) x 100 (P) mm.
oppure
 - Distribuito- Dimensioni minime:
 - Dimensioni complessive equivalenti a QDSA concentrato
 - Dimensioni minime scatole per componenti attivi: 180X 150 X 70 mm
 - Conduttura ingresso QDSA: diametro minimo 40 mm
 - Condutture uscita da QDSA verso distributori secondari: Diametro interno minimo 32 mm.
 - Condutture uscita da QDSA verso i punti di utilizzo: Diametro interno minimo:25 mm
 - STOA
 - Minimo quattro manicotti ottici (bussole) SC/APC
 - Cablaggio ottico di appartamento:
 - Minimo quattro fibre G.657 A (42) connesse da CSOE all'unità immobiliare. (STOA)

(1) Sono ammesse soluzioni con dimensioni lineari differenti che consentano il contenimento di 36 moduli DIN.

Appendice B

Esempio di realizzazione di un impianto di cablaggio strutturato domestico: appartamento 120 m²

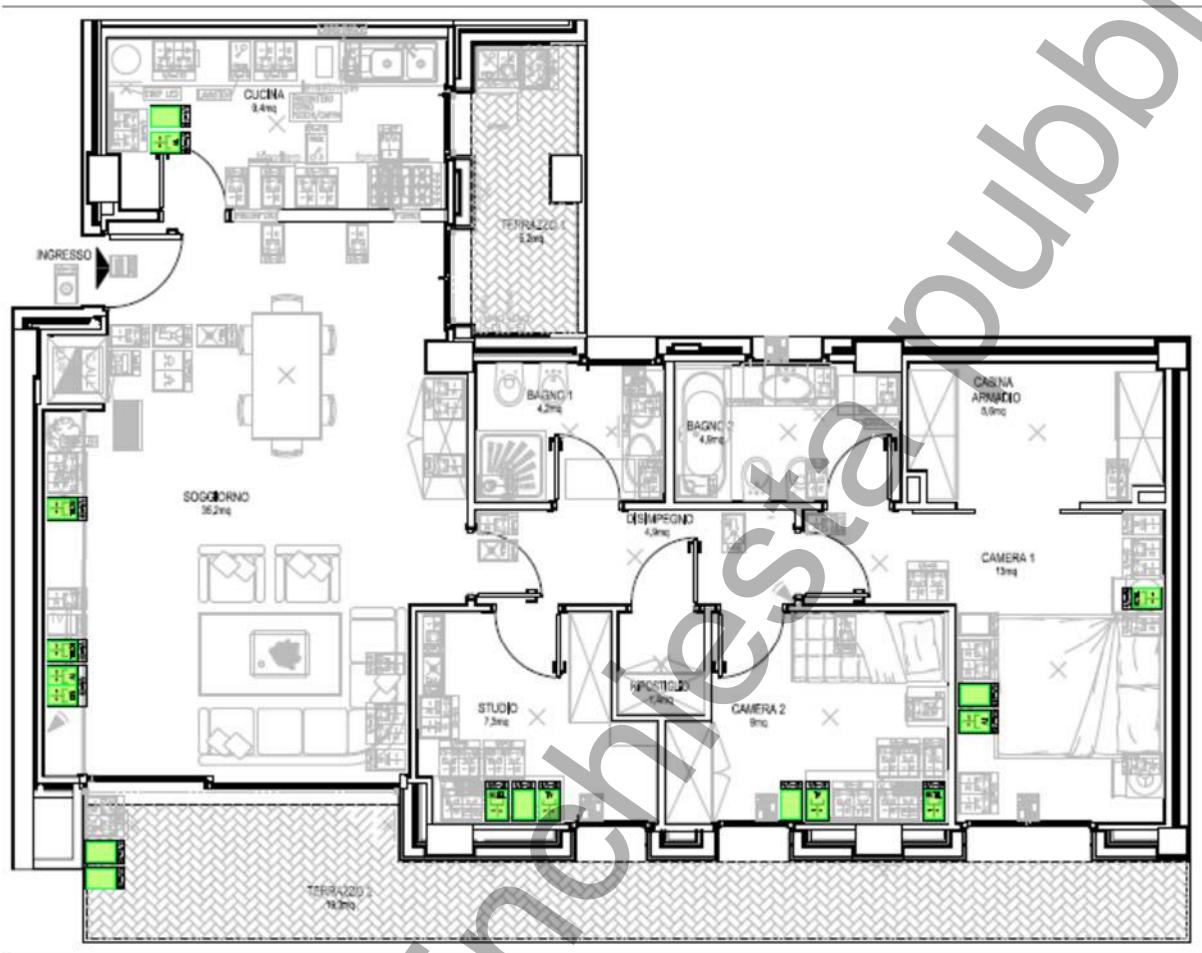


Figura 81 – Planimetria

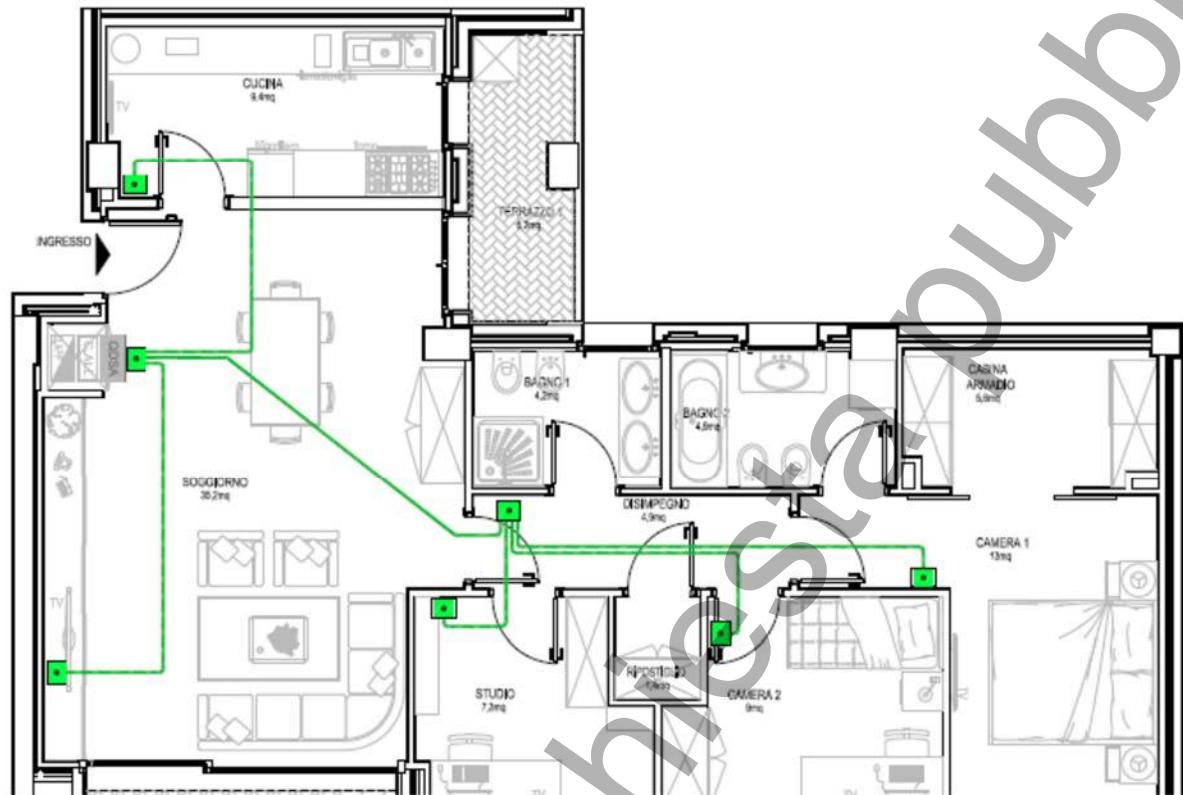


Figura 82 – Infrastruttura di supporto

NOTA La conduttura che collega il QDSA con la zona notte tramite un distributore secondario deve avere un diametro minino di 32 mm.

PARTICOLARE APPARATI CUCINA

PROSPETTO 1



PROSPETTO 2

Figura 83 – Dettaglio cucina

Si richiama l'attenzione sul fatto che il presente testo non è definitivo poiché attualmente sottoposto ad inchiesta pubblica e come tale può subire modifiche, anche sostanziali

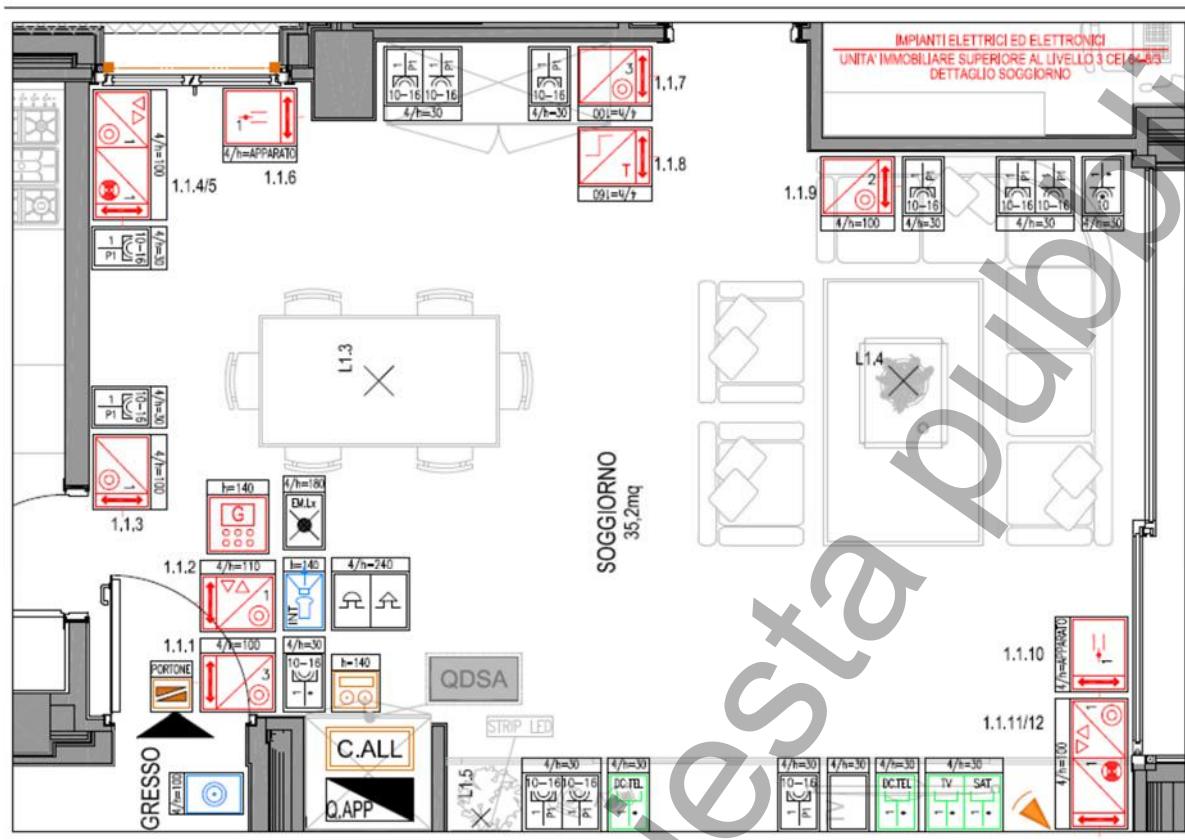


Figura 84 – Dettaglio soggiorno

Si richiede l'attenzione sul fatto che il presente testo non è definitivo poiché attualmente sottoposto ad inchiesta pubblica e come tale può subire modifiche, anche sostanziali

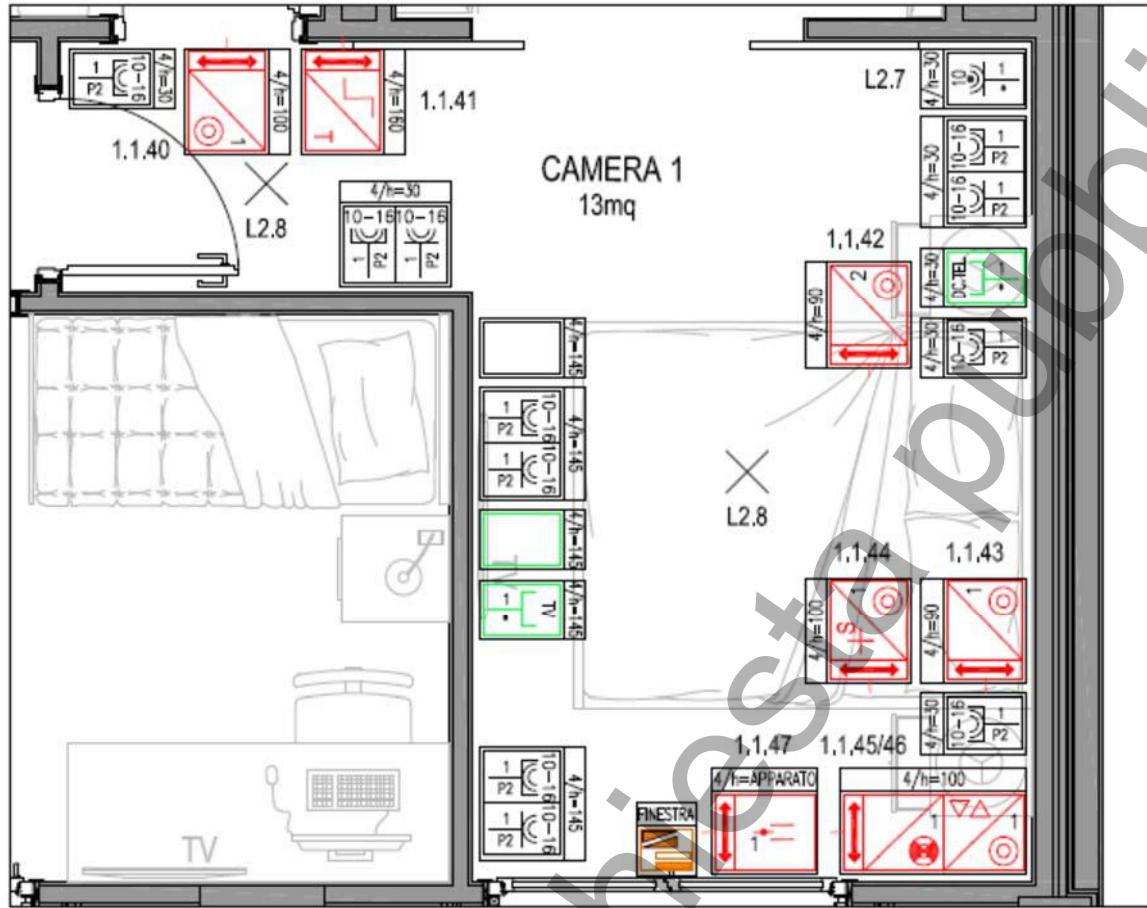


Figura 85 – Dettaglio camera da letto matrimoniale

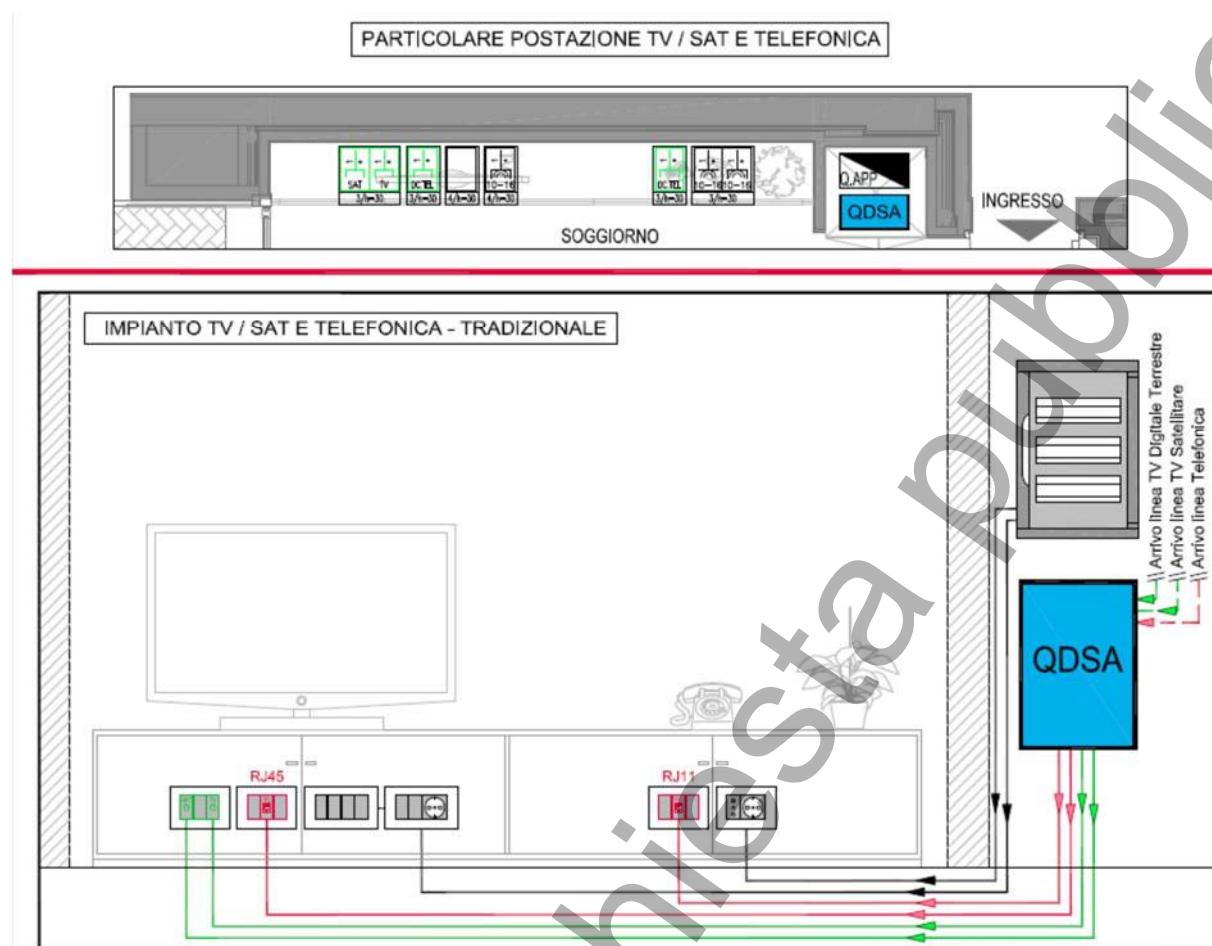


Figura 86 – Soggiorno: dettaglio postazione TV/SAT e fonia/dati

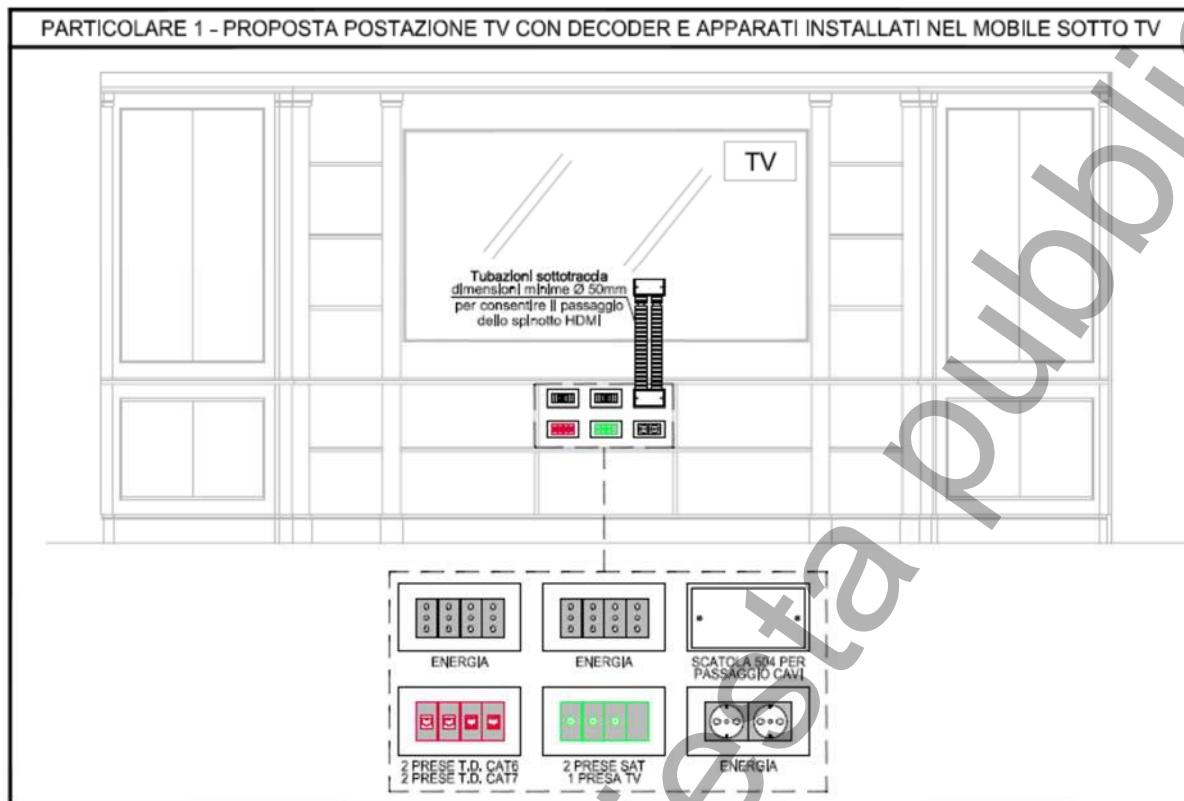


Figura 87 – Dettaglio postazione TV e apparati installati

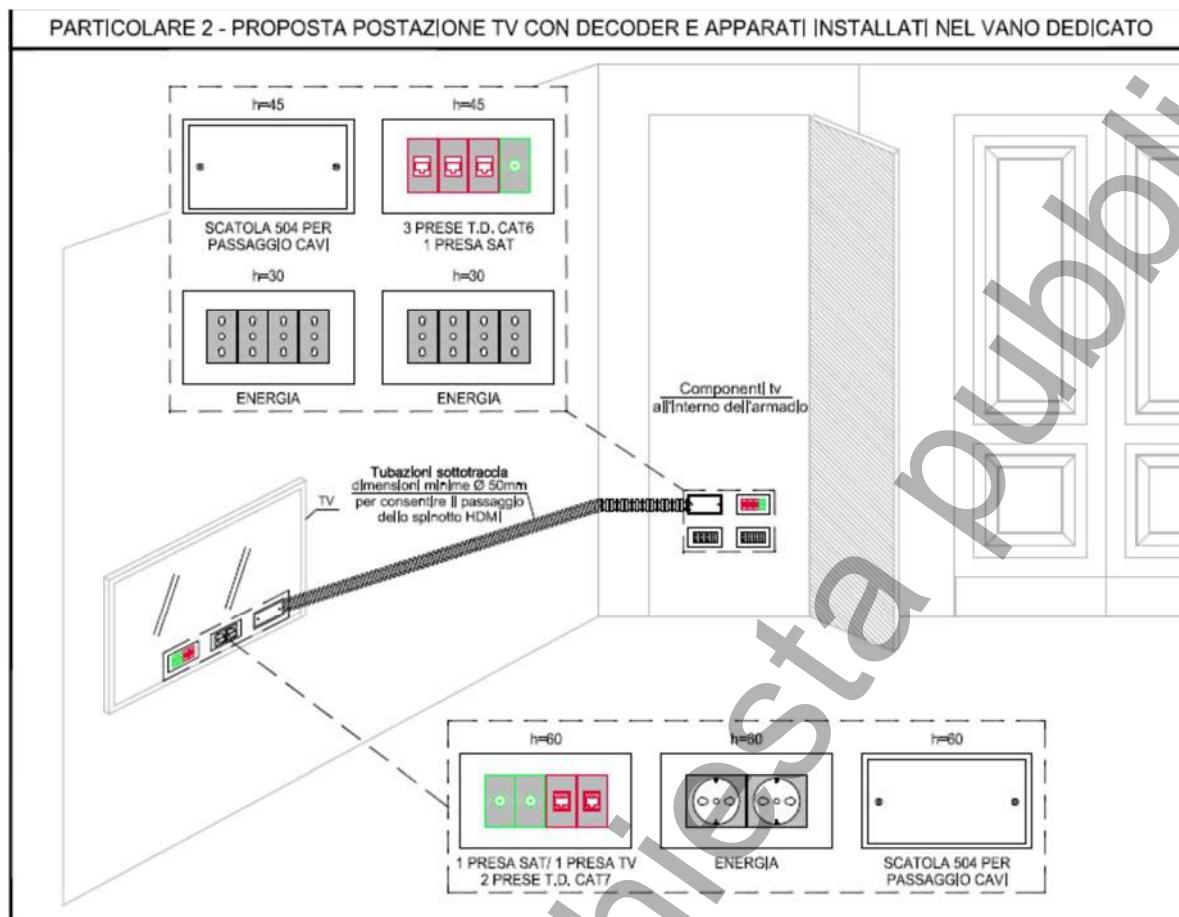


Figura 88 – Dettaglio postazione TV con spazio dedicato per decoder e apparati

Tabella 17 – Dotazioni dell'impianto di comunicazioni elettroniche relativo all'esempio in esame

Locale	prese dati	prese TV	Scatole vuote/Predisposizione	Commenti
Soggiorno	2	2	0	1 presa TV terrestre + 1 presa TV SAT. Presa dati 1: decoder Presa dati 2: Telefonia/LAN
Cucina	0	1	1	1 presa TV installata; predisposizione dati per eventuale decoder.
Camera matrimoniale	1	1	1	1 presa TV installata; predisposizione dati per eventuale decoder. Presa dati installata: telefonia/LAN
Camera singola	1	1	1	1 presa TV installata; predisposizione dati per eventuale decoder. Presa dati installata: telefonia/LAN
Studio	1	1	1	Lo studio è un ambiente con possibile crescita di connettività futura. Presa TV installata Presa dati installata: telefonia/LAN Predisposizione per eventuale presa telefonia/LAN aggiuntiva.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Studio Telecom Italia su FTTH.
 - [2] IEC 61931 Fiber optic – Terminology
 - [3] ITU-T G.9960 – Unified high-speed wireline-based home networking transreceivers- System architecture and physical layer specification
 - [4] ITU-T G.9961 – Unified high-speed wireline-based home networking transreceivers- Data link layer specification
-

La presente Norma è stata compilata dal Comitato Elettrotecnico Italiano e beneficia del riconoscimento di cui alla legge 1° Marzo 1968, n. 186.

Editore CEI, Comitato Elettrotecnico Italiano, Milano – Stampa in proprio
Autorizzazione del Tribunale di Milano N. 4093 del 24 Luglio 1956

Direttore Responsabile: Ing. R. Bacci

Comitato Tecnico Elaboratore

CT 306 – Interconnessione di apparecchiature per la comunicazione elettronica (ex SC 303L)

Altre norme di possibile interesse sull'argomento



€ _

Progetto
C. 1228:2019-01 – Scad. 18-03-2019
Totale Pagine 128

Via Saccardo, 9
20134 Milano
Tel. 02.21006.1
Fax 02.21006.210
cei@ceiweb.it
www.ceiweb.it

