

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DELLA RETE LAN/WLAN ISTITUZIONALE

ISTITUTO COMPRENSIVO "G. RODARI" DI PALAGIANO (TA)



PROGETTO ESECUTIVO

DIRIGENTE SCOLASTICO:

Vito Cuscito

DIRETTORE S. G. A.:

Giuseppe D'Oronzo

PROGETTISTA:

D. Cristian Lentini

Via De Rovilla, 23 - 74017 Mottola (TA)

CF: LNTDGC80L03F784Q - P.IVA : 02737000733

E-mail: cristianlentini@libero.it - Tel. 340.1056263

Iscritto all'Albo degli Ingegneri della Provincia di Taranto, Sez. A -

Settori: Civile e Ambientale, Industriale e dell'Informazione, n.2250

Iscritto all'Albo dei C.T.U. del Tribunale di Taranto, n. 100012

Iscritto all'Albo dei Periti del Tribunale di Taranto, n. 2751

Presidente della Commissione ICT dell'Ordine degli Ingegneri della
Provincia di Taranto

DATA DI REDAZIONE:

30 Dicembre 2021

Indice

1. Acronimi	3
2. Premessa e Contesto del progetto	4
3. Analisi AS IS	7
4. Progetto TO BE	11
5. Prescrizioni Generali sulla fornitura e sulla posa in opera	25
6. Specifiche dei componenti dell'impianto	29
6.1. Cablaggio strutturato e apparati passivi	29
6.1.1. PUNTI RETE	31
6.1.2. DISTRIBUZIONE ORIZZONTALE	33
6.1.3. WORK AREA CABLE	34
6.1.4. ARMADI RACK	35
6.1.5. GRUPPI DI CONTINUITÀ (UPS)	36
6.1.6. PANNELLI E BRETELLE DI PERMUTAZIONE	37
6.1.7. DISTRIBUZIONE VERTICALE	38
6.2. Apparati attivi	42
6.2.1. SWITCH	42
6.2.2. WI-FI ACCESS POINT	43
6.2.3. UTM	44
6.2.4. NAS	45
7. Piano di indirizzamento IP: VLAN e WLAN	46
8. Etichettatura	46
9. Piano Operativo di Sicurezza	47
10. Verifiche in itinere, Collaudo finale e Certificazioni	48
11. Formazione del personale	51
12. Documentazione dell'impianto	51
13. Note Finali	52
14. Allegato A – Schemi planimetrici	53
15. Allegato B – Codifica di etichettatura	55
16. Allegato C – Computo metrico-estimativo	56

1. Acronimi

- LAN: Local Area Network
- WLAN: Wireless Local Area Network
- VLAN: Virtual Local Area Network
- Wi-Fi: insieme di tecnologie per reti locali senza fili (WLAN) basato sugli standard IEEE 802.11
- LIM: Lavagne Interattive Multimediali
- ADSL: Asymmetric Digital Subscriber Line
- FTTH: Fiber to the Home
- Mbps: Mbit/s, Megabit per secondo
- Gbps: Gbit/s, Gigabit per secondo
- IDP: ID-Point (punto identificativo)
- PdL: Postazione di Lavoro
- UTP: Unshielded Twisted Pair
- RJ45: Registered Jack n°45
- POP: Point of Presence
- ISP: Internet Service Provider
- IDC: Insulation Displacement Contact
- PoE: Power over Ethernet
- UTM: Unified Threat Management

2. Premessa e Contesto del progetto

Il presente documento descrive il Progetto Esecutivo della nuova rete LAN/WLAN istituzionale del plesso principale dell'Istituto Comprensivo "Gianni Rodari" di Palagiano (TA), situato tra Via V. Bachelet, Via XXV Aprile e Viale Chiatona, come di seguito indicato.



Il progetto è finalizzato alla realizzazione di una rete locale proprietaria, interna agli edifici scolastici, che permetta di connettere, efficacemente ed efficientemente, tra di essi e ad Internet, i vari dispositivi informatici in dotazione all'istituto. Ciò a beneficio di tutta la popolazione scolastica (direzione, amministrazione, insegnanti, studenti).

Il presente elaborato ridisegna l'intera architettura infrastrutturale di connessione, andando ad esplorare soluzioni tecniche aventi ad oggetto sia componenti attivi (switch, router, hub, ecc.),

i dispositivi, cioè, che trasmettono e codificano il segnale fornito dalla linea dati del fornitore di telefonia, sia componenti passivi (cavi, prese, armadi rack, ecc.), che rappresentano invece il mezzo fisico su cui viaggia il segnale trasmesso e ricevuto dagli apparati attivi.

Durante l'intera fase di progettazione sono stati seguiti i seguenti criteri:

- Affidabilità: la rete sarà in grado di garantire adeguati livelli di servizio in maniera stabile e continuativa, anche in condizioni di impiego intensivo.
- Capillarità: la connettività sarà resa disponibile nelle aree richieste, ma potrà essere estesa successivamente anche in altre zone.
- Estendibilità: l'infrastruttura è stata concepita in modo che possa essere successivamente ampliata, scalata ed aggiornata sulla base degli sviluppi tecnologici e logistici futuri.

Il plesso principale dell'istituto ospita le classi della Scuola Primaria e della Scuola dell'Infanzia.

L'edificio è costituito da un piano terra ed un primo piano, suddiviso in n.3 padiglioni a pianta quadrata, collegati internamente, e da una palestra a pianta rettangolare, situata nella parte sud del sito.

Entrambi i piani sono interessati dall'attività didattica.

Al piano terra, sono oggetto del presente progetto:

- 14 aule, adibite ad ospitare altrettante classi di alunni (5 aule didattiche sono provviste di LIM installate a muro);
- 1 mensa scolastica (al momento non presenta postazioni PC);
- 1 auditorium (provvisto di sistema di proiezione su telo per le assemblee didattiche);
- 1 laboratorio multimediale (dotato di 20 PC desktop + 2 stampanti);
- 1 segreteria (dotata di 5 PC desktop + 1 stampante);
- 1 direzione DS (dotata di 1 PC desktop + 1 stampante);
- 1 direzione DSGA (dotata di 1 PC desktop).

Al piano primo, sono presenti:

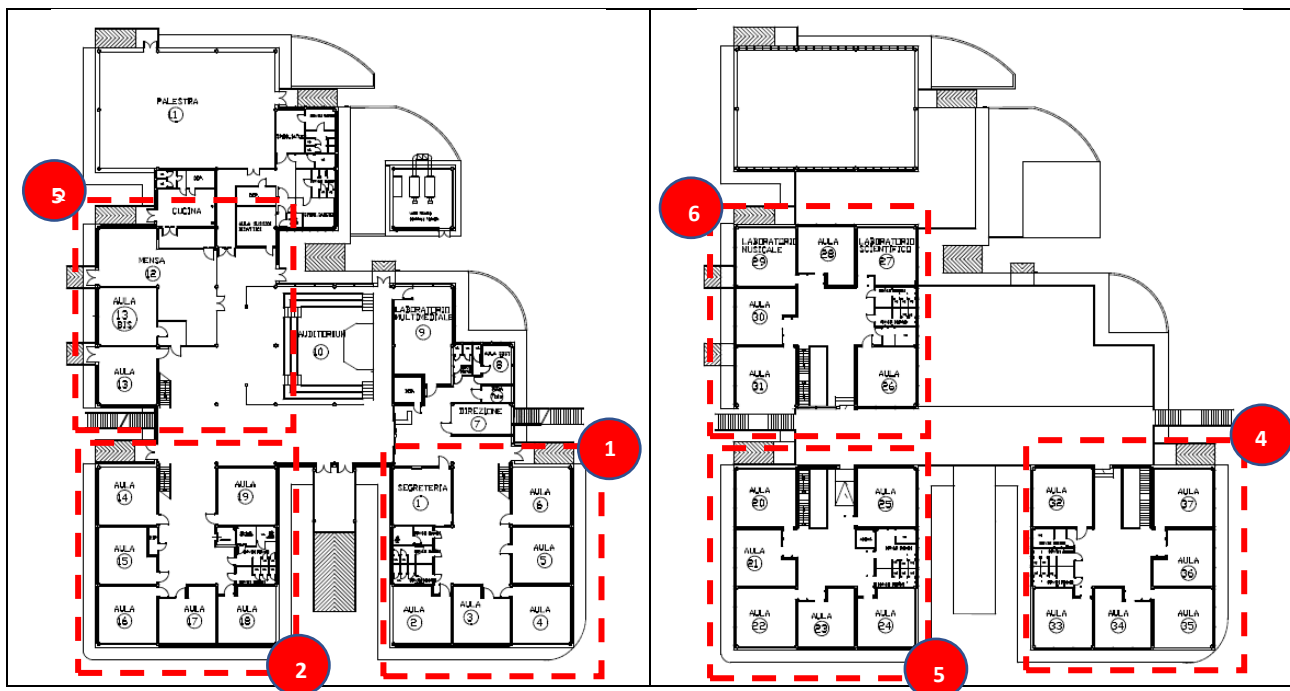
- 16 aule, adibite ad ospitare altrettante classi di alunni (14 aule didattiche sono provviste di LIM installate a muro);
- 1 laboratorio scientifico-tecnologico;
- 1 laboratorio musicale;

Per i dettagli si vedano le cartografie allegate.

Ogni piano può inoltre essere diviso in 3 padiglioni, identificati con i numeri:

- 1,2,3 (al piano terra);
- 4,5,6 (al primo piano).

PLESSO "RODARI" - PIANO TERRA	PLESSO "RODARI" - PRIMO PIANO
-------------------------------	-------------------------------



Quanto descritto di seguito, è stato redatto in conformità all' <<Avviso relativo alla selezione per il reclutamento di personale interno per l'attività di Progettazione. Fondi Strutturali Europei - Programma Operativo Nazionale "Per la scuola, competenze e ambienti per l'apprendimento" 2014-2020 - Fondo europeo di sviluppo regionale (FESR) - REACT EU Asse V - Priorità d'investimento: 13i - (FESR) "Promuovere il superamento degli effetti della crisi nel contesto della pandemia di COVID-19 e delle sue conseguenze sociali e preparare una ripresa verde, digitale e resiliente dell'economia" - Obiettivo specifico 13.1: Facilitare una ripresa verde, digitale e resiliente dell'economia - Azione 13.1.1 "Cablaggio strutturato e sicuro all'interno degli edifici scolastici" - CUP: H89J21006200006 - Cod. Prog. 13.1.1A-FESRPON-PU-2021-197 >> - Prot. 7263 del 12/11/2021 - ed in linea con le Normative e con gli Standard Nazionali e Internazionali in vigore riguardanti gli aspetti progettuali, tecnologici, prestazionali e di certificazione.

3. Analisi AS IS



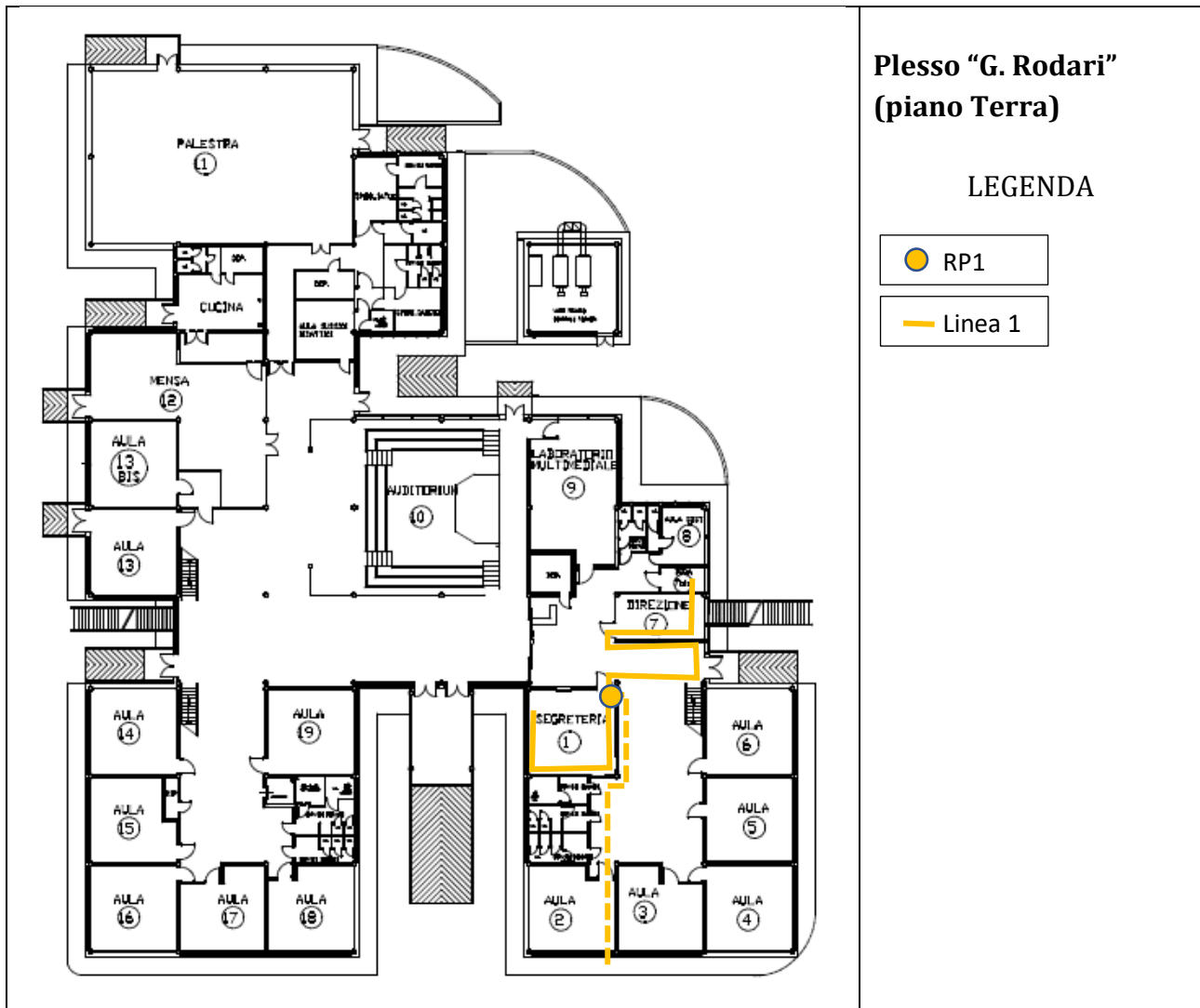
Allo stato dell'arte attuale, nell'edificio esistono già due reti dati cablate, indipendenti e corrispondenti a due distinte forniture ISP: una (vedi *Linea1* nello schema seguente), dedicata alla segreteria e alla direzione, servita da linea FTTC a 200 Mbit/s in download e 20 Mbit/s in upload; l'altra (vedi *Linea2* nello schema seguente) che copre le postazioni del Laboratorio multimediale e raggiunge i 7 Access Point dislocati in tutto l'edificio.

I problemi prestazionali dell'attuale infrastruttura sono dovuti al limite tecnologico dei cavi Ethernet U/UTP Cat 5, in grado di raggiungere massimo i 100 Mbit/s con una larghezza di banda fino a 100 MHz. Tra l'altro i cavi, non schermati, sono soggetti a rischi di interferenza e non dappertutto posati secondo le prescrizioni normative. Essi rappresentano il vero collo di bottiglia del sistema cablato, "sprecando" teoricamente almeno metà della velocità di download acquistata.

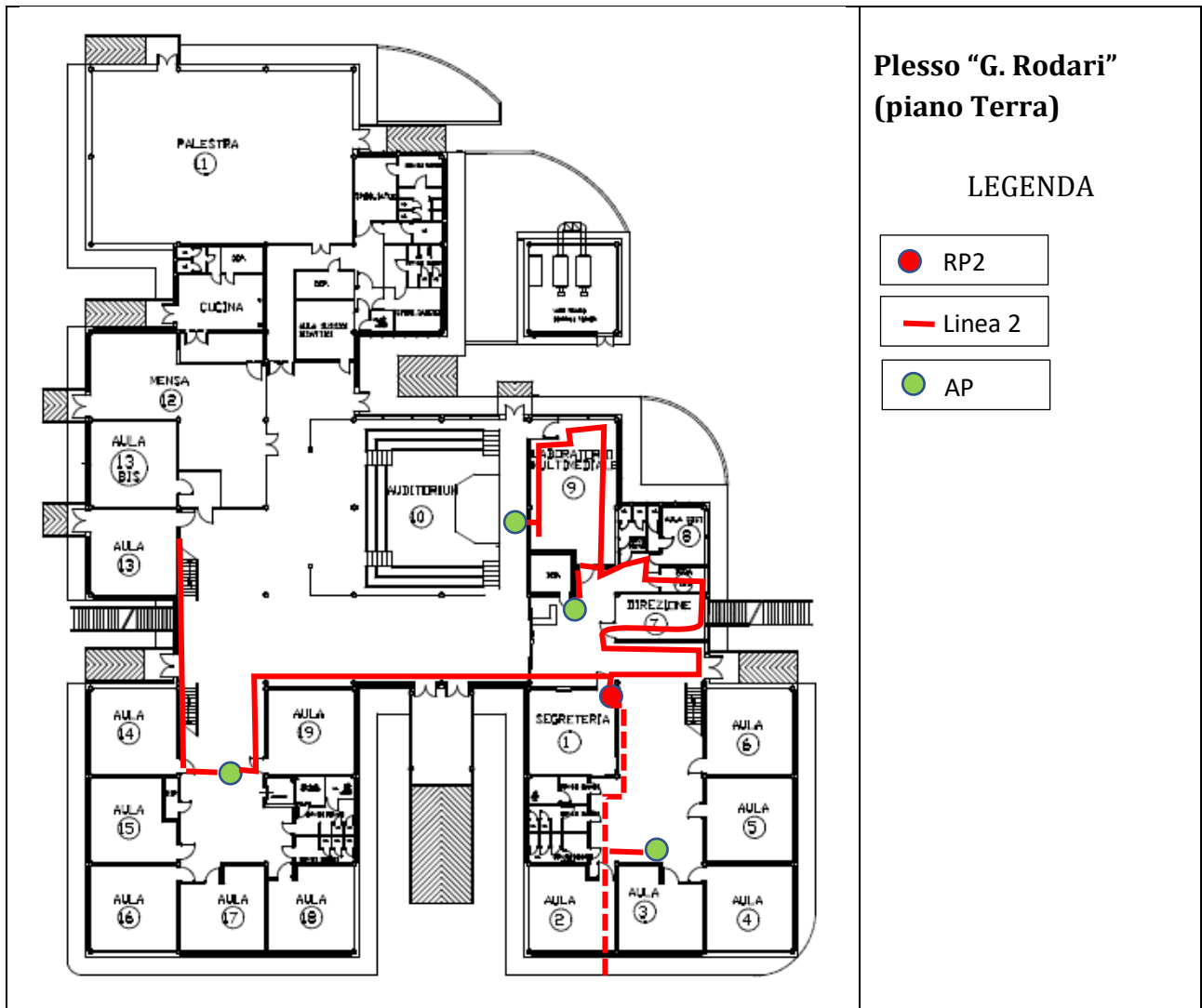
Inoltre, il segnale Wi-Fi è spesso inadeguato alle necessità dell'utenza e non consente una copertura omogenea e capillare dei padiglioni.

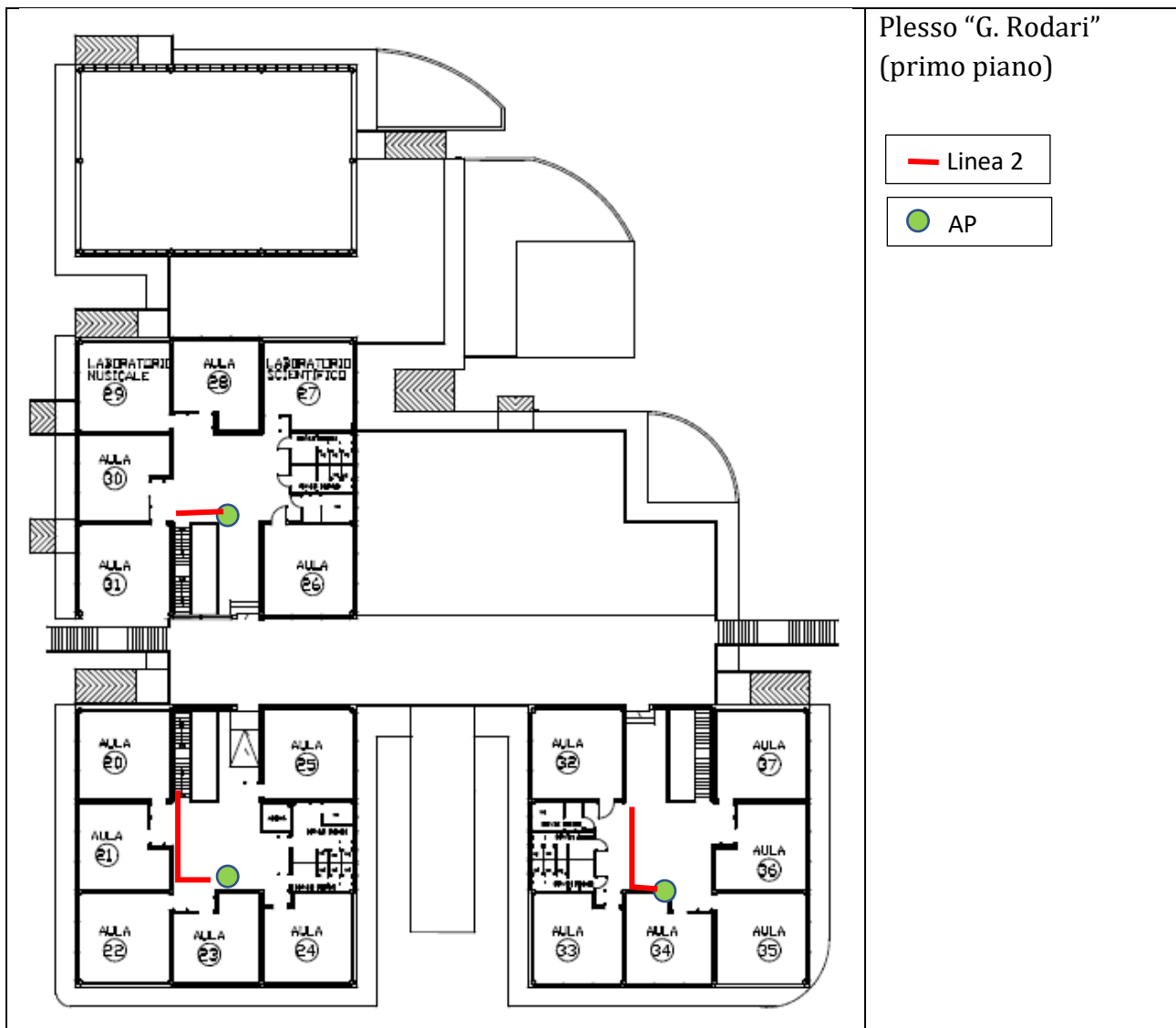
Il punto di ingresso della linea dati è situato al piano terra, nell'Aula 2, da dove il cavo raggiunge il router dell'ISP (RP1), installato in un armadietto in segreteria.

L' RP1 è collegato, tramite cavo U/UTP Cat 5e, ad uno switch, dal quale si diramano due dorsali: la prima che copre quasi tutto il perimetro della segreteria, mentre la seconda è canalizzata verso le stanze del DS e del DSGA.



Lo stesso armadietto di segreteria ospita anche il secondo router (RP2). Questo è collegato, tramite cavo 5e, ad uno switch che si trova nel rack del Laboratorio multimediale. È da qui che poi parte tutto il cablaggio delle PdL del laboratorio e degli Access Point (AP), così come da schema planimetrico seguente:





Gli AP sono stati originariamente installati con l'intento di coprire, con il segnale irradiato, le aule del relativo padiglione. Ciò in realtà, stando a quanto dichiarato dalla committenza, non sempre accade efficacemente ed efficientemente.

Infine, allo stato attuale, per come è configurata la rete e per l'assenza totale di politica di accesso ad essa, non è possibile discriminare il traffico di rete di un'area dell'istituto da quello di un'altra né tantomeno è possibile capire in un determinato momento a quale AP un dato PC sia collegato.

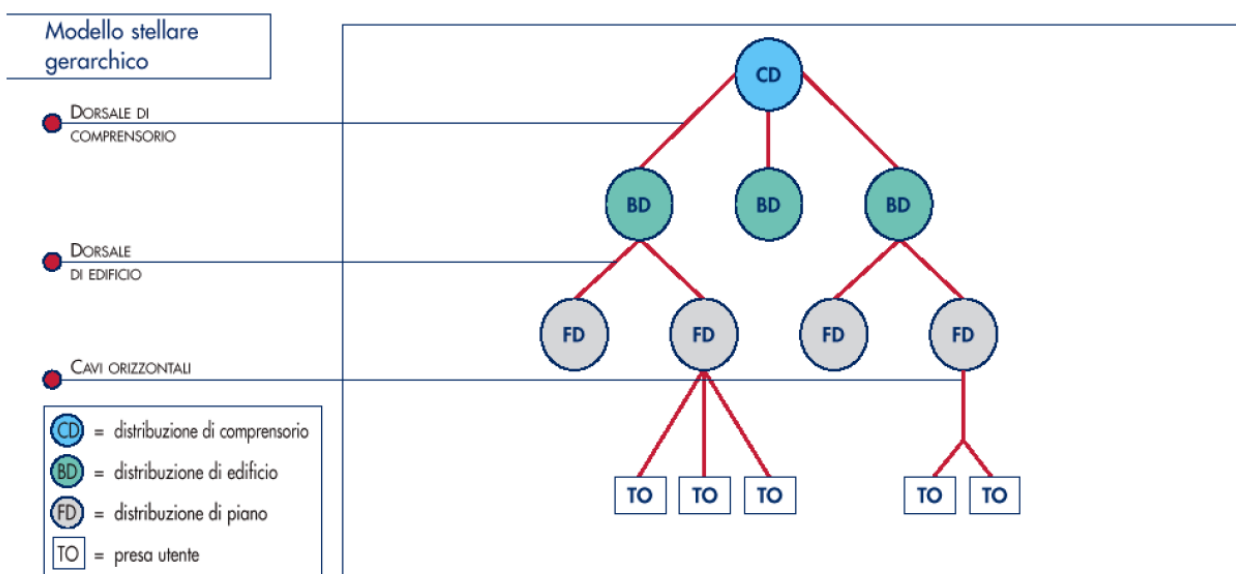
Pertanto, in base a tale sunto di considerazioni, si ritiene necessario realizzare una nuova rete LAN/WLAN che vada integralmente a sostituire la vecchia infrastruttura e che sia più stabile, più affidabile, più veloce, più sicura.

4. Progetto TO BE

NOTA: l'Amministrazione ha deciso di mantenere separate ed indipendenti, anche per il nuovo impianto, l'infrastruttura di rete della parte direttivo-amministrativa (Direzioni e Segreteria) da quella della parte didattica (Aule, Laboratori, Aree didattico-ricreative) dell'istituto.

Secondo lo standard ISO/IEC 11801 la struttura del sistema di cablaggio dev'essere strutturata con topologia stellare gerarchica a tre livelli:

- I livello: Cablaggio di Comprensorio (Campus Distribution - CD)
- II livello: Cablaggio di Edificio (Building Distribution - BD)
- III livello: Cablaggio di Piano (Floor Distribution - FD)



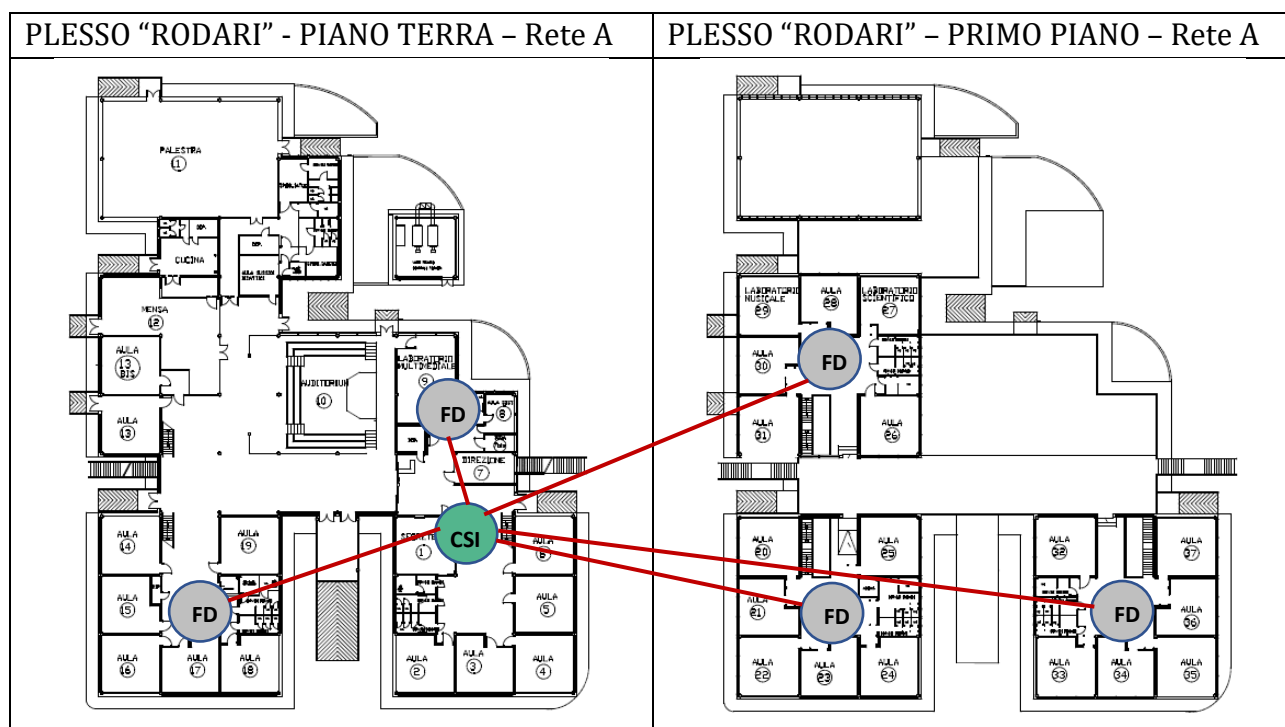
Tale modello è un modello di riferimento teorico che non sempre trova applicabilità nella realtà pratica.

Ad esempio, in caso di un campus costituito da più edifici interconnessi, il nodo iniziale (CD) è facilmente individuabile, in quanto è il punto di collegamento dell'intera LAN alla rete WAN o MAN dell'area geografica nella quale il campus è inserito; da esso partiranno stellarmente i collegamenti al nodo principale (BD) di ognuno degli edifici costituenti il campus; da ciascun nodo BD, poi, si diramerà il cablaggio verso i piani del singolo istituto, ognuno dei quali a sua volta sarà gestito tramite un nodo FD, al quale faranno quindi riferimento tutte le PdL di quel piano.

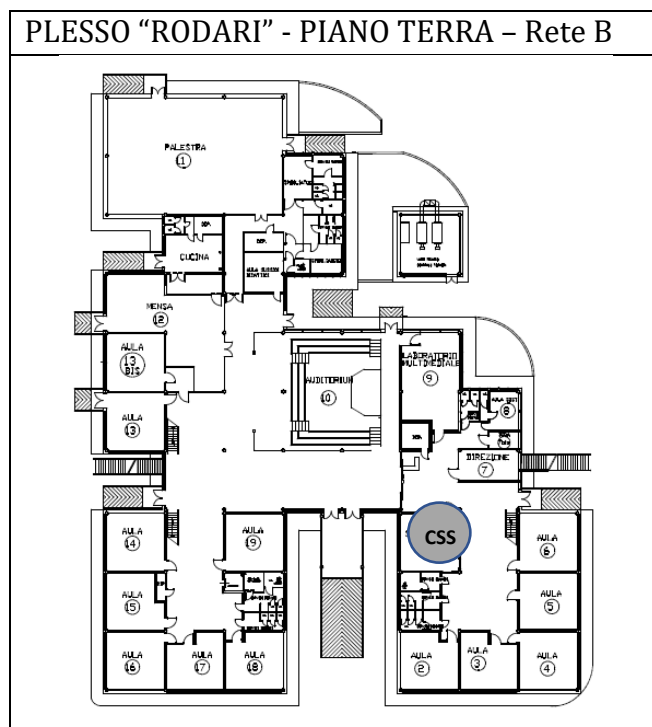


Nella fattispecie oggetto del presente progetto, invece, per quel che riguarda la rete dell'area didattica (di seguito **Rete A**), la distribuzione di comprensorio e quella di edificio sono, per

semplificazione, fuse in un unico livello fisico, rappresentato dal Centro Stella d'Istituto (CSI), dal quale partirà il cablaggio verso gli altri armadi di piano (FD).



Per quel che riguarda la rete dell'area direttivo-amministrativa (di seguito **Rete B**), il modello gerarchico della ISO/IEC 11801 verrebbe appiattito ulteriormente, eleggendo di fatto un nodo di FD come centro stella (CSS) e collegando direttamente ad esso le PdL di direzione e di segreteria.



La soluzione proposta, quindi, in relazione alle esigenze espresse dalla committenza, si compone delle seguenti parti, oggetto della relazione dei prossimi paragrafi:

- cablaggio strutturato (cavi, connettori, scatole elettriche, keystones di terminazione, placchette, armadi rack, gruppi di continuità, patch panel, patch cord, work area cable);
- apparati attivi (switch, access point, firewall, sw controller).

Per ogni parte, si dovrà tener conto, oltre che degli apparati tecnologici caratterizzanti il sistema di rete, anche delle indicazioni e prescrizioni relative alla posa in opera, alla messa in esercizio e al collaudo dei vari componenti.

Il dimensionamento del progetto e le caratteristiche della soluzione saranno tali da assicurare una elevata scalabilità e flessibilità che tenga conto dell'evoluzione presunta sul carico di lavoro della Committenza.

La scelta progettuale sul posizionamento del/i centro stella è stata fatta fondamentalmente sulla base del punto di arrivo della linea telefonica (POP) e sulla base di considerazioni topologiche, centralità rispetto ai locali dell'edificio da coprire, in modo da ridurre la dimensione delle dorsali di edificio / di piano ed i costi ad esse legati, nonché recependo le esigenze della Committenza.

Ciò detto, per quanto riguarda la Rete B il CSS sarà collocato in segreteria.

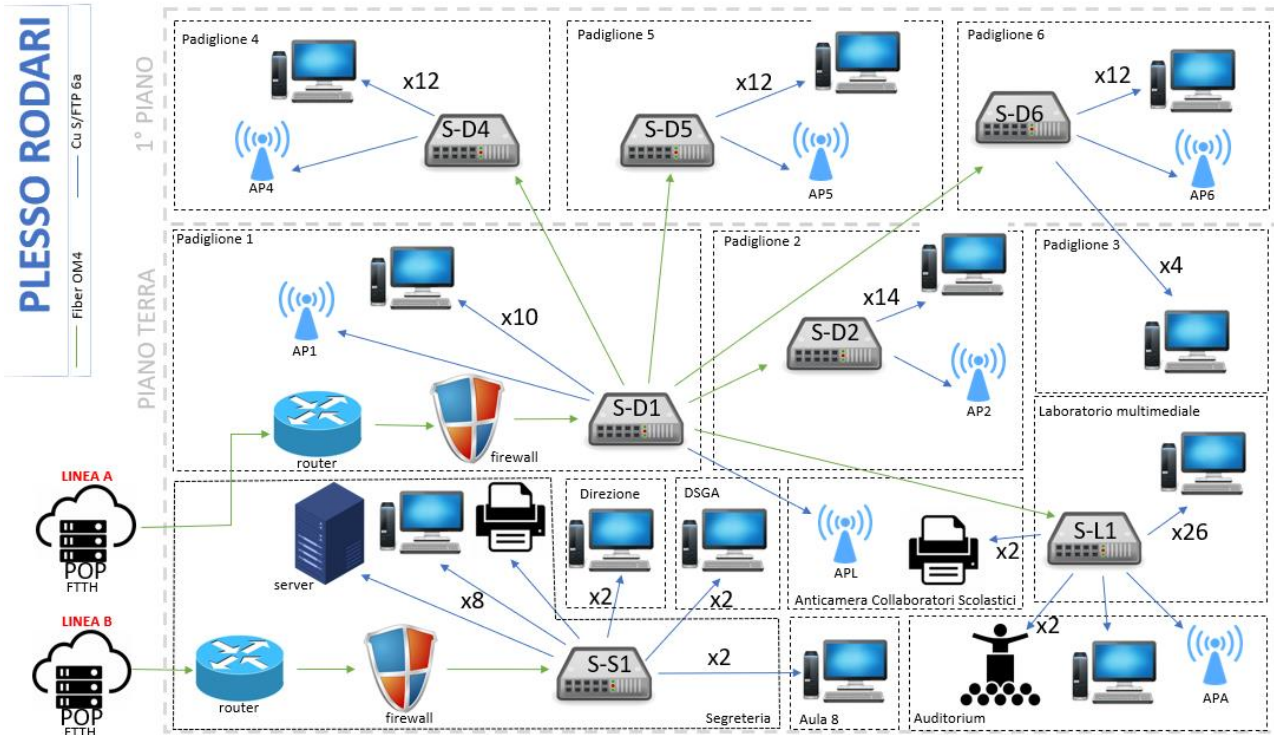
Dal POP, l'ISP fornirà alla Committenza l'accesso commerciale alla rete Internet (si consiglia fornitura FTTH o superiore, con prestazioni di almeno 2,5Gbps in download e 500Mbps in upload) tramite un router, installato presso il CSS.

Dal router, il flusso dati, opportunamente filtrato da un'unità UTM di sicurezza, giungerà allo switch principale (S-S1) e da questo si diramerà verso le PdL della segreteria e delle direzioni (Direzione DS e direzione DSGA).

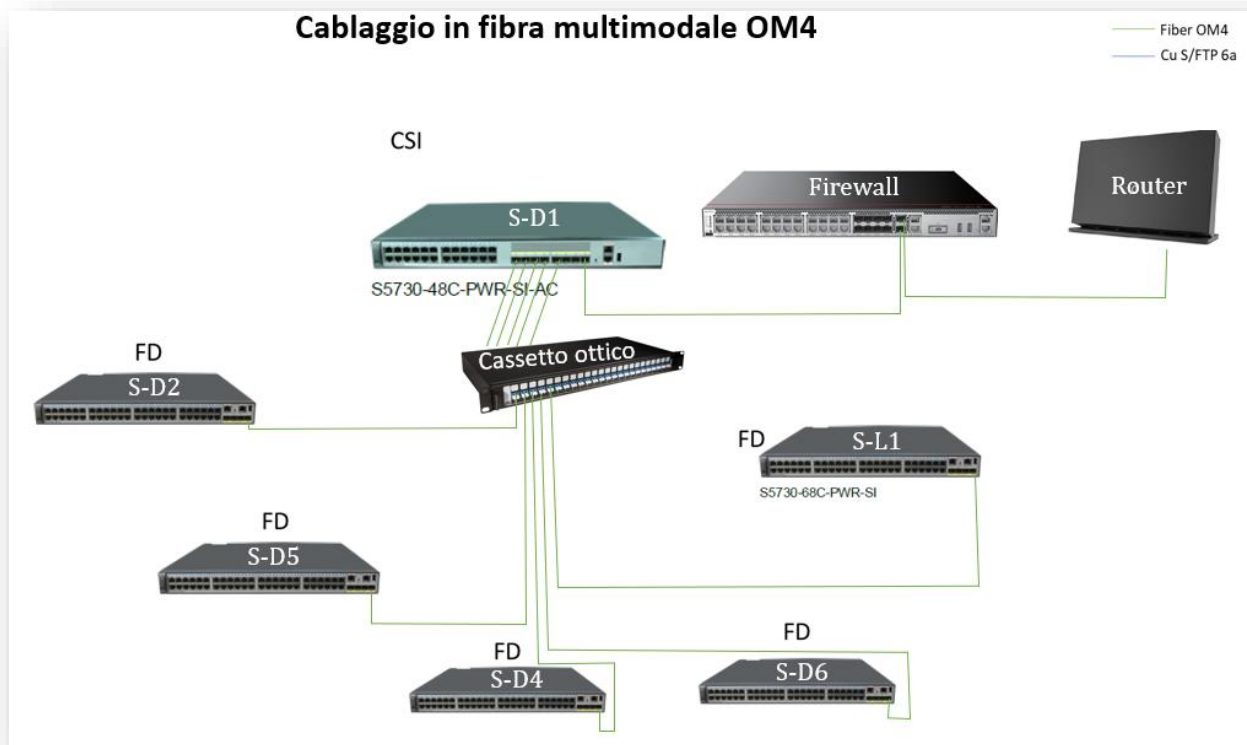
Il CSI, invece, verrà collocato nel disimpegno del Padiglione 1, installato sullo stesso muro (ma dalla parte opposta) del CSS.

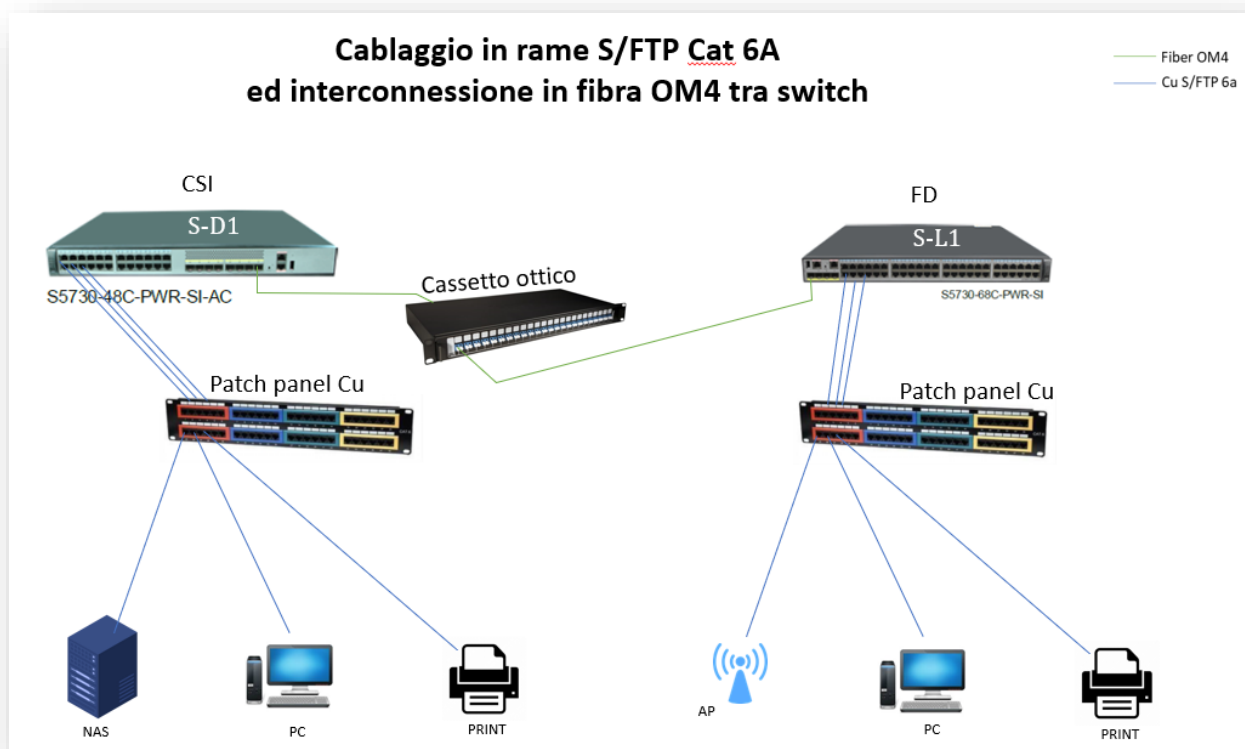
Presso di esso sarà installato il router dell'ISP (si consiglia fornitura FTTH o superiore, con prestazioni di almeno 2,5Gbps in download e 500Mbps in upload). Dal router, il flusso dati della Rete A, opportunamente filtrato da un'unità UTM di sicurezza, giungerà allo switch principale (S-D1) e da questo verrà distribuito in tutte le aree didattico-ricreative dell'intero plesso.

Quanto appena sommariamente descritto viene meglio illustrato dal seguente schema che, oltre a rappresentare graficamente i collegamenti tra apparati attivi dell'infrastruttura di rete, esprime anche il carico di utenze distribuite nelle varie aree perimetrate e afferenti ai vari switch di FD.



Il mezzo fisico trasmissivo scelto per il cablaggio fino agli switch di piano è la fibra ottica multimodale, mentre per le tratte che collegano gli switch di piano alle varie postazioni di lavoro (TO) si utilizzerà un doppino in rame ad alte prestazioni, così come per i collegamenti tra switch e access point (vedi Capitolo “Specifiche dei componenti dell’impianto”).





In corrispondenza di ogni FD verranno installati armadietti a muro, destinati al contenimento ordinato, flessibile e facilmente accessibile, delle terminazioni delle dorsali di piano nonché dei relativi permutatori e apparati attivi.

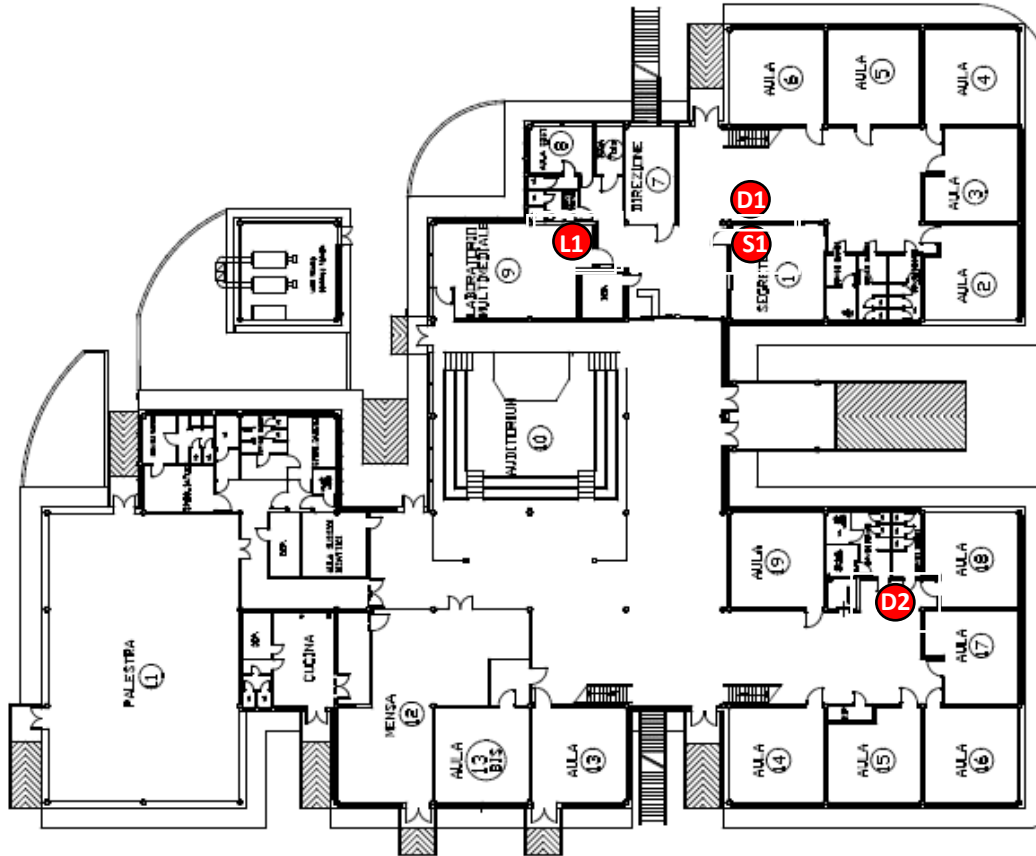
Tali contenitori, denominati “armadi rack” saranno costituiti da una struttura in acciaio pressopiegata ed elettrosaldata, completamente smontabile la cui portata di carico minima sarà di 240 kg (vedi Capitolo “Specifiche dei componenti dell’impianto” per i dettagli).

I rack saranno attestati in posizioni e con caratteristiche tali da soddisfare le specifiche dedotte dai vincoli infrastrutturali e di opportunità definiti concordemente all’Amministrazione in fase di sopralluogo.

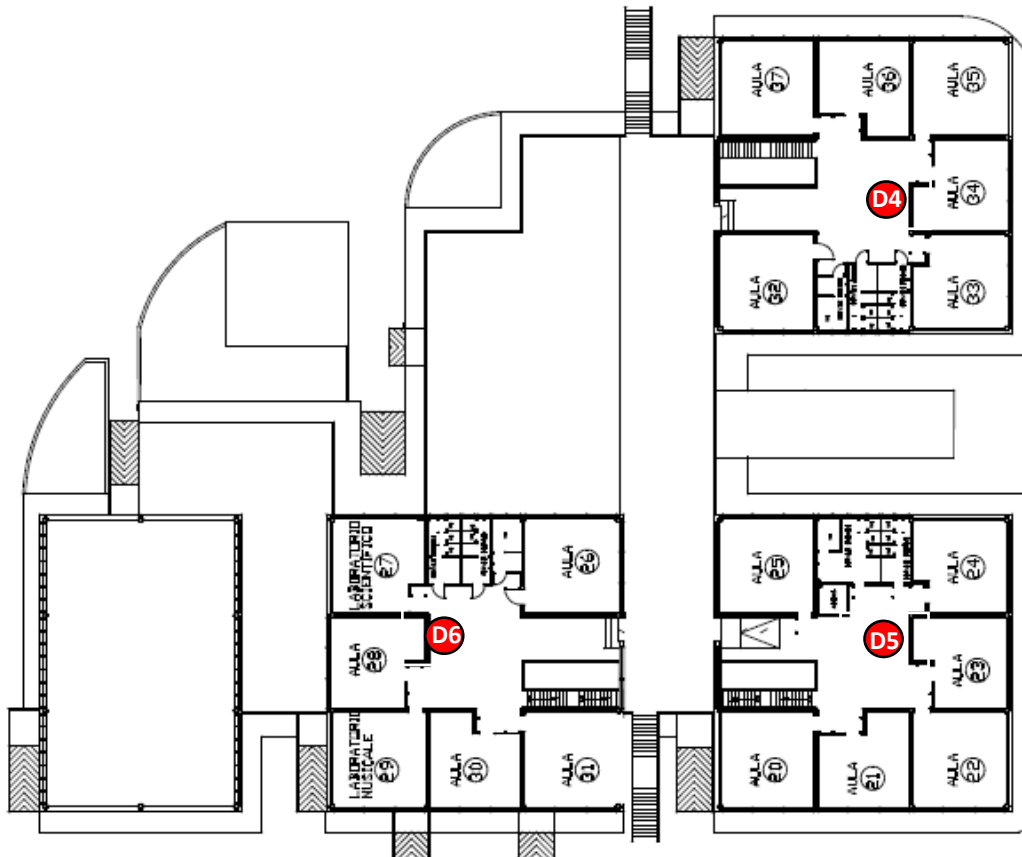
L’architettura di rete prevede l’installazione di n. 7 armadietti RACK a muro:

1. RACK-S1: il rack del CSS, collocato in Segreteria (armadietto già esistente), gestirà gli apparati di pertinenza del DS, del DSGA, dell’aula 8 e della segreteria;
2. RACK-D1: il rack del CSI, collocato nel disimpegno del padiglione 1, sarà il punto nevralgico di tutta la Rete A;
3. RACK-L1: il rack di Laboratorio, consentirà la piena visibilità sugli apparati del laboratorio multimediale e dell’auditorium, nonché sulla stampante di rete posta nell’anticamera dei collaboratori scolastici;
4. RACK-D2: il rack del padiglione 2;
5. RACK-D4: il rack del padiglione 4;
6. RACK-D5: il rack del padiglione 5;
7. RACK-D6: il rack dei padiglioni 6 e 3;

Gli schemi seguenti individuano gli armadietti rack su planimetria.



PLESSO "RODARI" - PRIMO PIANO



L'armadio **RACK-S1** ospiterà tutti gli apparati del CSS:

- N. 1 unità UTM
- lo switch S-S1
- N. 1 patch panel Ethernet da 24 porte
- N. 1 gruppo di continuità
- eventualmente, il router dell'operatore commerciale della fornitura linea dati/fonia

Allo switch S-S1 saranno collegati:

- N. 10 prese rete Aula 1 (Segreteria), compresa la stampante di rete e il server/NAS;
- N. 2 prese rete Aula 7 (Direzione DS)
- N. 2 prese rete Aula 7 bis (Direzione DSGA)
- N. 2 prese rete Aula 8

L'armadio **RACK-D1** ospiterà tutti gli apparati del CSI:

- N. 1 unità UTM
- lo switch S-D1
- N. 1 patch panel ottico da 24 porte
- N. 1 patch panel Ethernet da 24 porte
- N. 1 gruppo di continuità
- eventualmente, il router dell'operatore commerciale della fornitura linea dati/fonia

Allo switch S-D1 saranno collegati:

- N. 10 prese rete Aule 2, 3, 4, 5, 6
- AP1
- APL
- Switch S-L1
- Switch S-D2
- Switch S-D4
- Switch S-D5
- Switch S-D6

L'armadio **RACK-L1** ospiterà:

- lo switch S-L1
- N. 2 patch panel Ethernet da 24 porte
- N. 1 gruppo di continuità

Allo switch S-L1 saranno collegati:

- N. 26 prese rete Aula 9 (Lab. multimediale)
- N. 4 prese rete Aula 10 (Auditorium), compreso APA

L'armadio **RACK-D2** ospiterà:

- lo switch S-D2
- N. 1 patch panel Ethernet da 24 porte
- N. 1 gruppo di continuità

Allo switch S-D2 saranno collegati:

- N. 12 prese rete Aule 14, 15, 16, 17, 18, 19 (padiglione 2)
- AP2

L'armadio **RACK-D4** ospiterà:

- lo switch S-D4
- N. 1 patch panel Ethernet da 24 porte
- N. 1 gruppo di continuità

Allo switch S-D4 saranno collegati:

- N. 12 prese rete Aule 32, 33, 34, 35, 36, 37 (padiglione 4)
- AP4

L'armadio **RACK-D5** ospiterà:

- lo switch S-D5
- N. 1 patch panel Ethernet da 24 porte
- N. 1 gruppo di continuità

Allo switch S-D5 saranno collegati:

- N. 12 prese rete Aule 20, 21, 22, 23, 24, 25 (padiglione 5)
- AP5

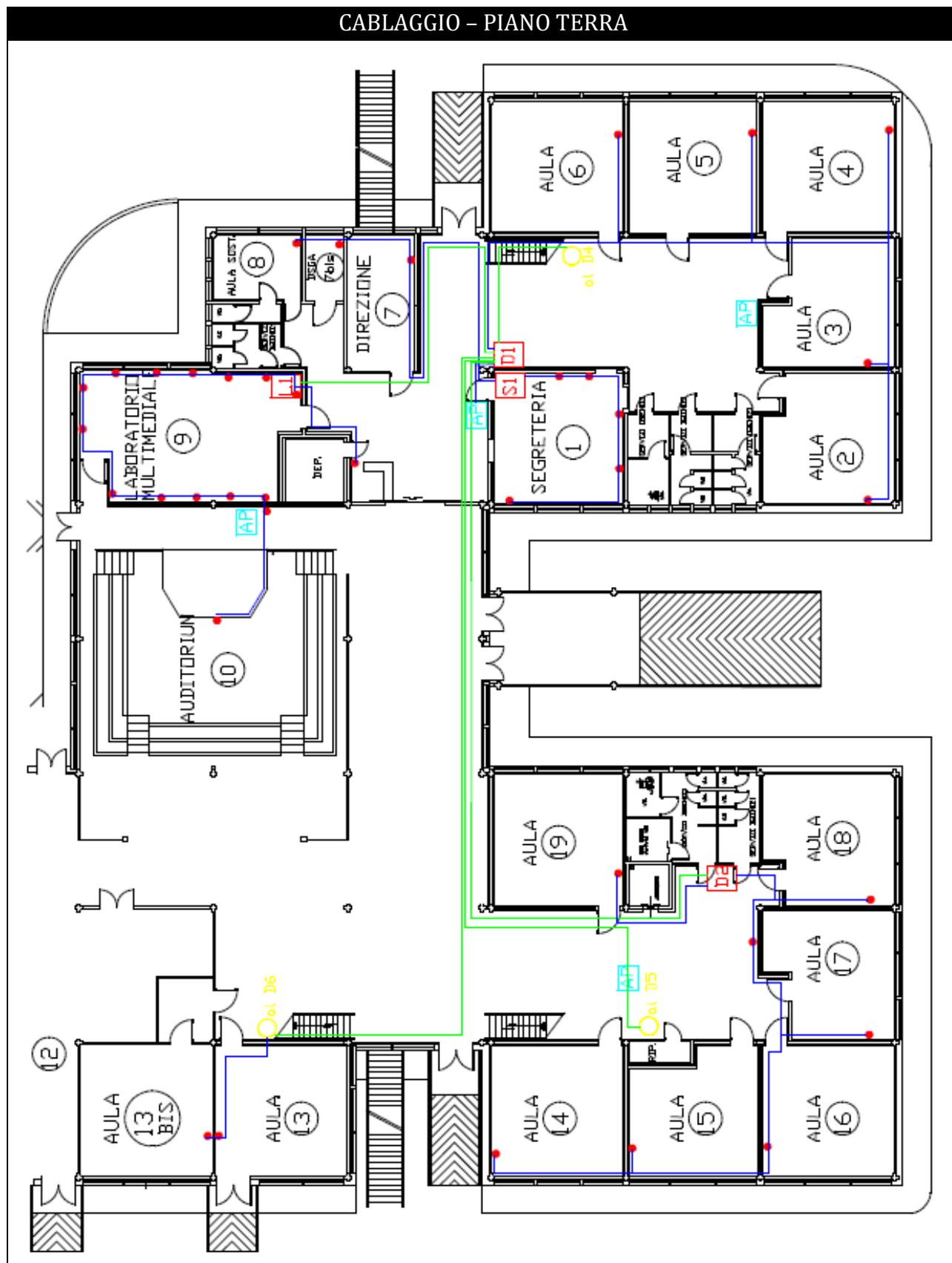
L'armadio **RACK-D6** ospiterà:

- lo switch S-D6
- N. 1 patch panel Ethernet da 24 porte (diviso in due stringhe, una per le aule didattiche padiglione 6, una per le aule didattiche padiglione 3)
- il gruppo di continuità

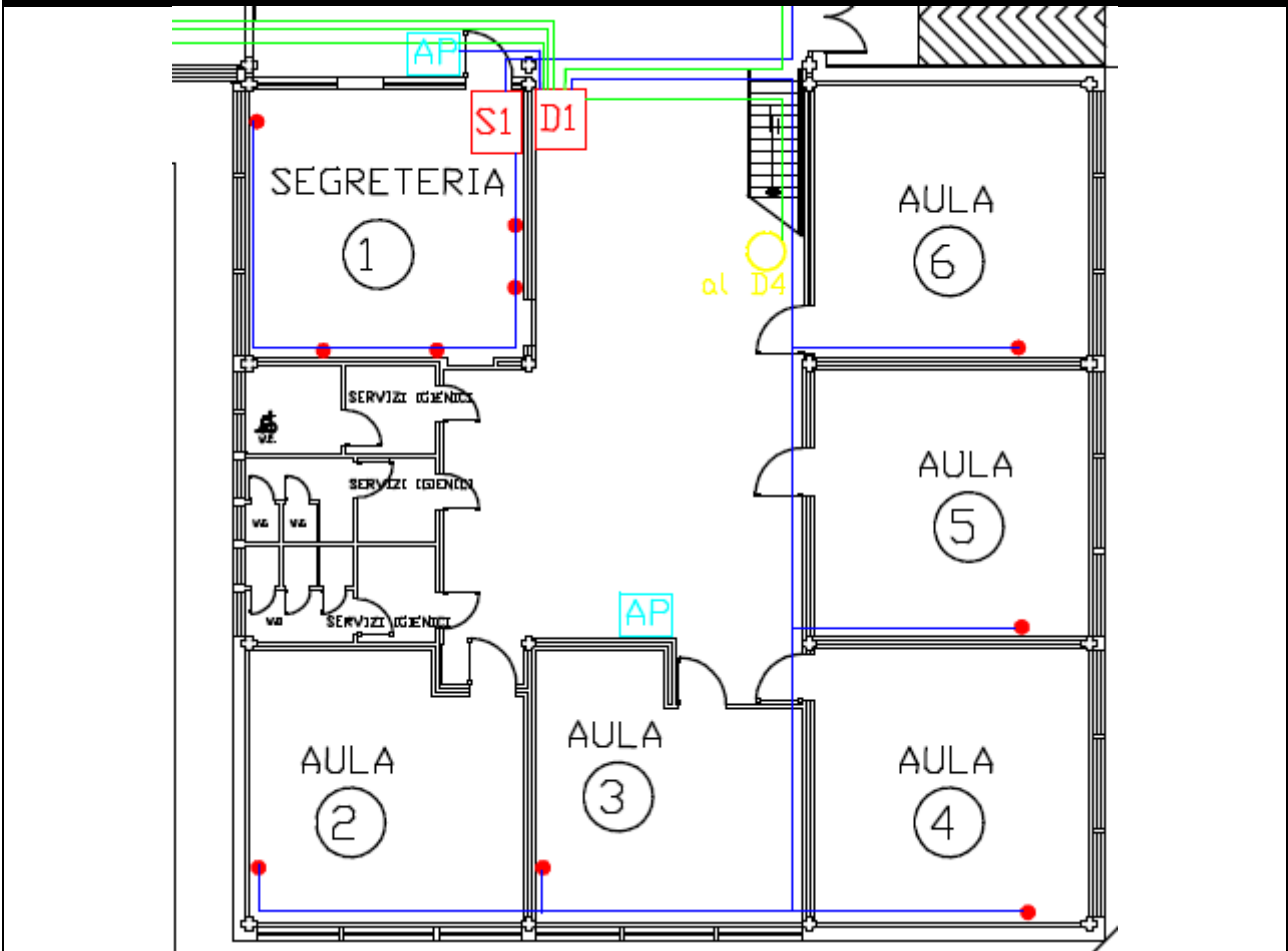
Allo switch S-D6 saranno collegati:

- N. 12 prese rete Aule 26, 27, 28, 29, 30, 31 (padiglione 6)
- N. 4 prese rete Aule 13 e 13 bis (padiglione 3)
- AP6

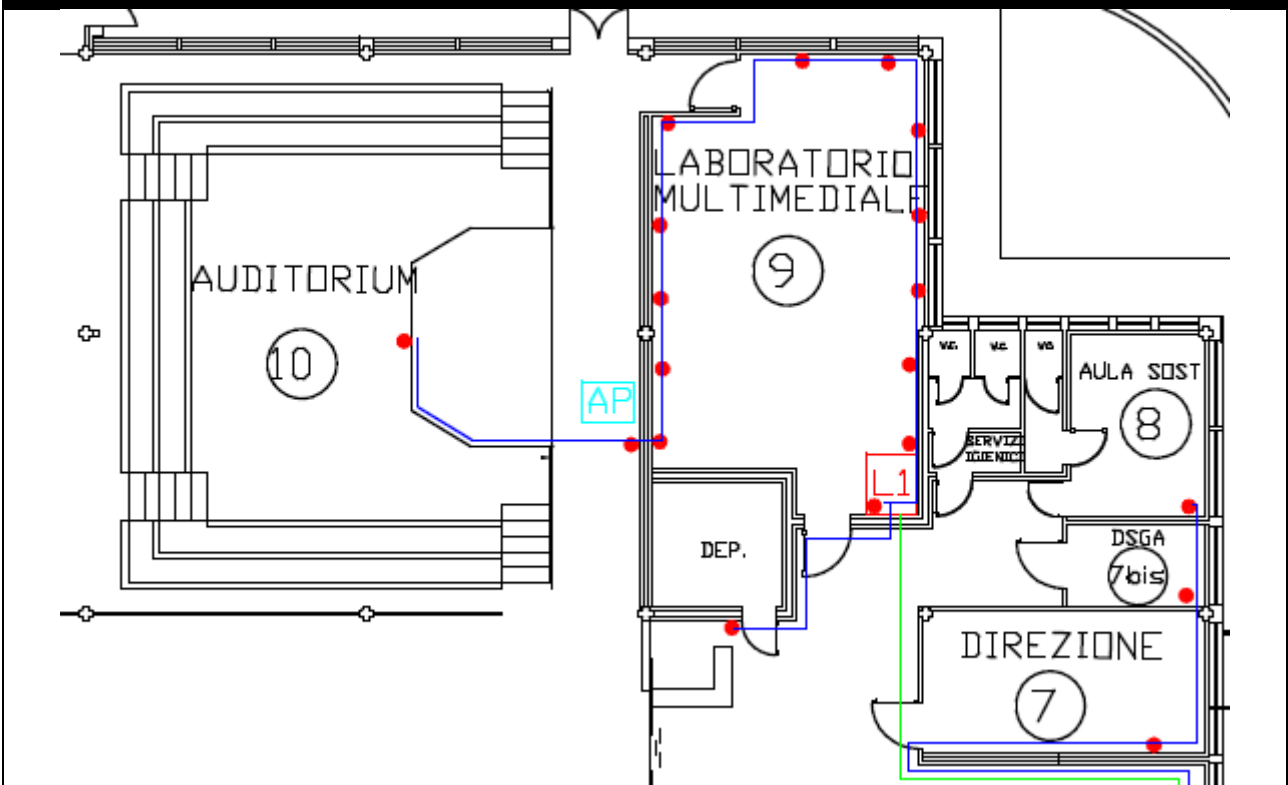
Gli schemi seguenti permettono di evidenziare su planimetria le tratte da cablare (in fibra ottica -> tratta verde; in rame -> tratta blu), nonché il posizionamento dei rack, degli AP e dei punti rete (PdL). Le versioni stampabili degli stessi sono riportati in allegato.



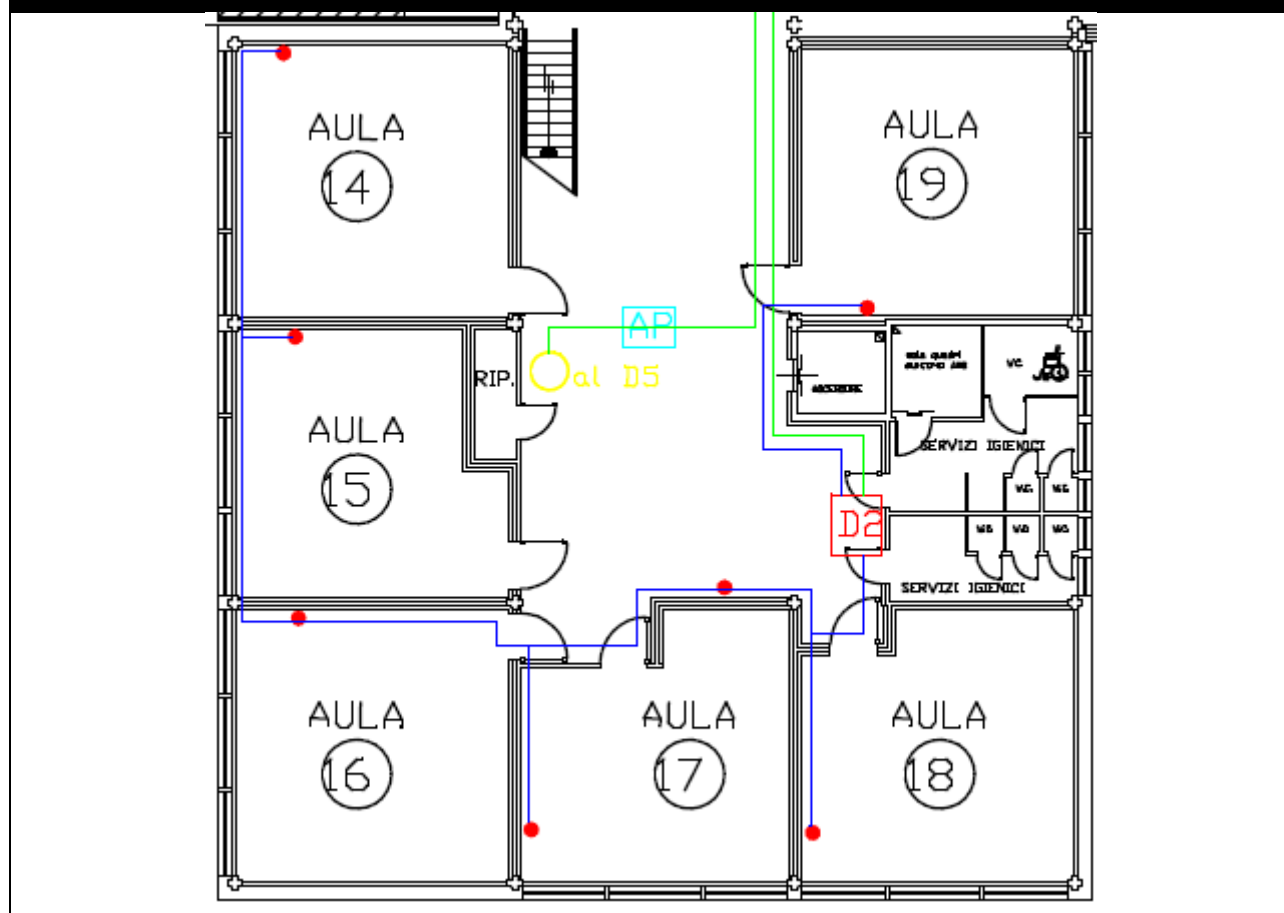
CABLAGGIO - PIANO TERRA - PADIGLIONE 1 E SEGRETERIA



CABLAGGIO - PIANO TERRA - DIREZIONI, LABORATORIO MULT. E AUDITORIUM



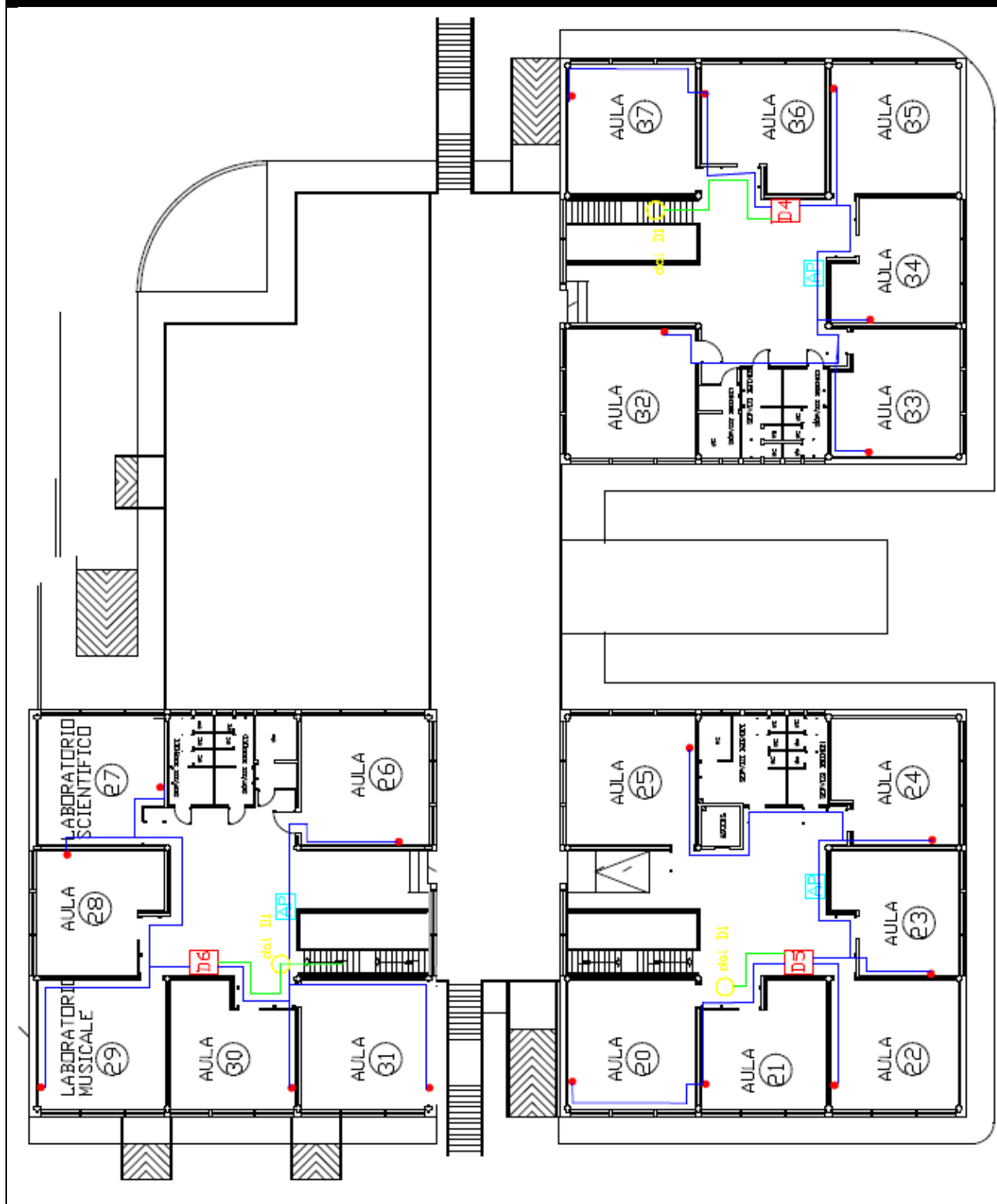
CABLAGGIO – PRIMO PIANO – PADIGLIONE 2



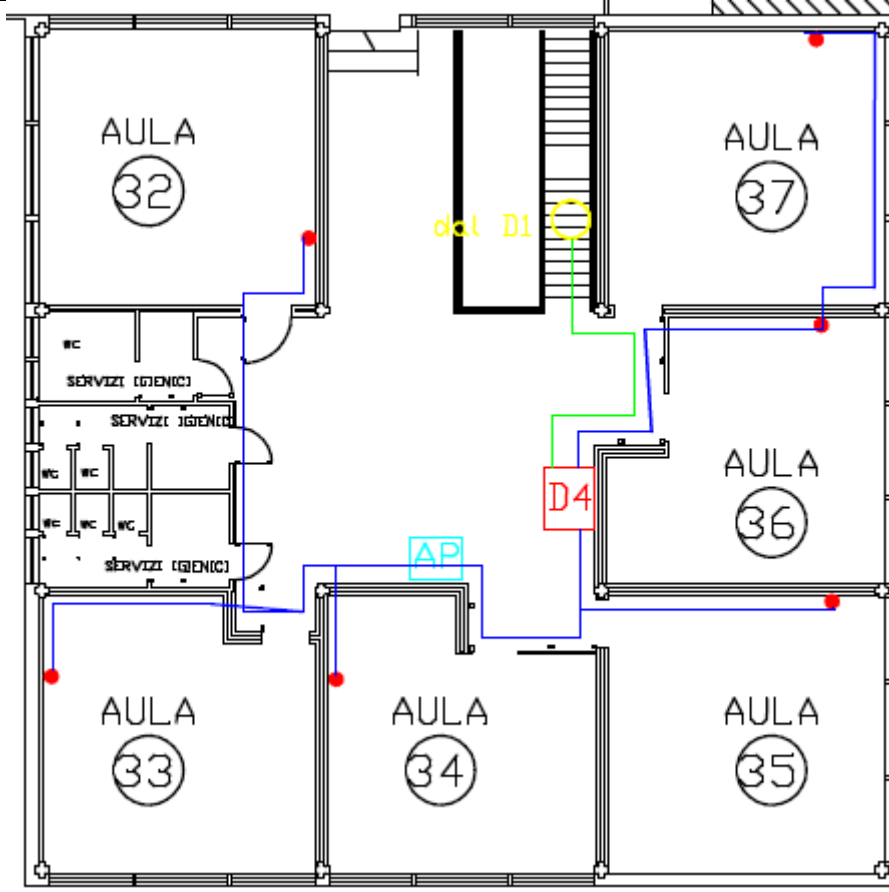
LEGENDA:

- polilinee verdi: tratta in fibra ottica
- polilinee blu: tratte in rame
- riquadri rossi: armadi rack
- pallini rossi: punti rete (PdL)

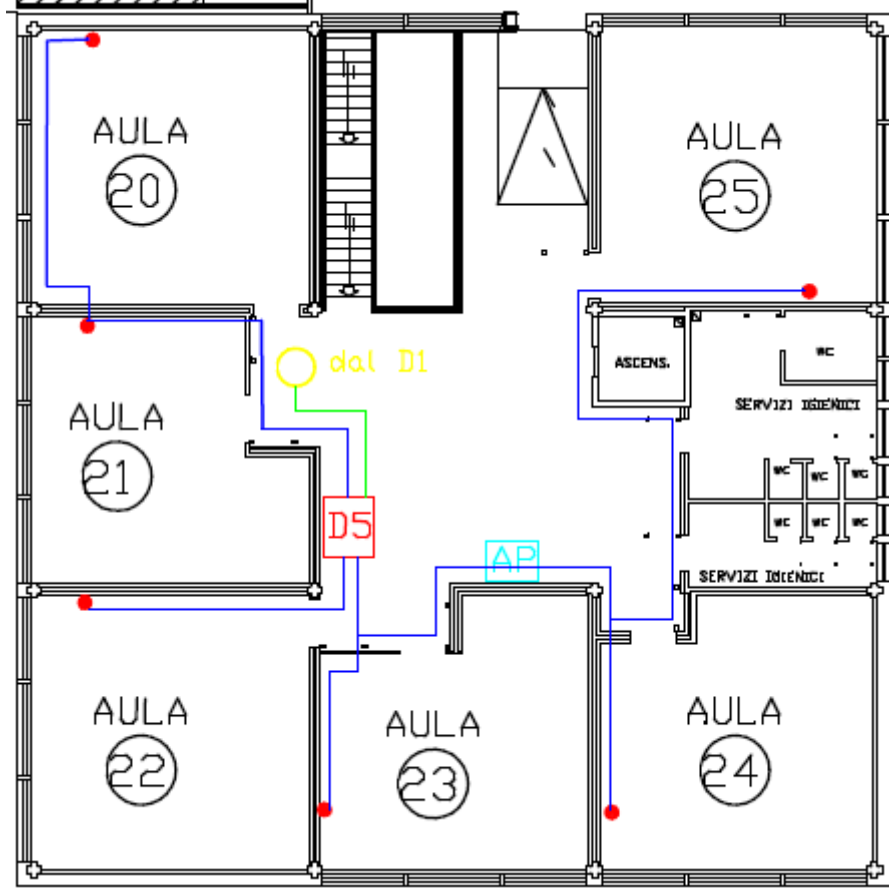
CABLAGGIO - PRIMO PIANO



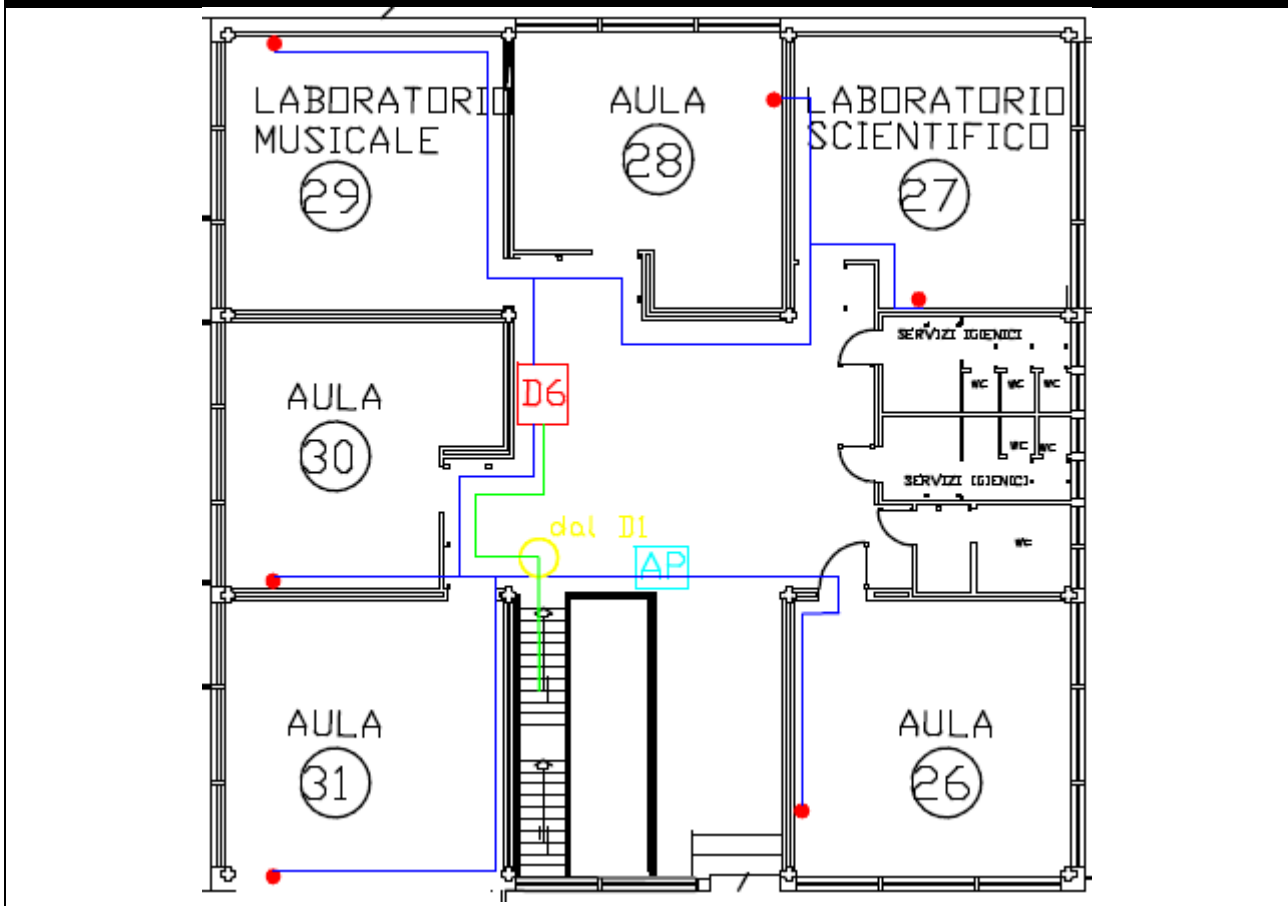
CABLAGGIO - PRIMO PIANO - PADIGLIONE 4



CABLAGGIO - PRIMO PIANO - PADIGLIONE 5



CABLAGGIO – PRIMO PIANO – PADIGLIONE 6



LEGENDA:

- polilinee verdi: tratta in fibra ottica
- polilinee blu: tratte in rame
- riquadri rossi: armadi rack
- pallini rossi: punti rete (PdL)

Si prevede quindi l'installazione di **56 punti rete doppi** e **6 punti rete singoli**, così distribuiti:

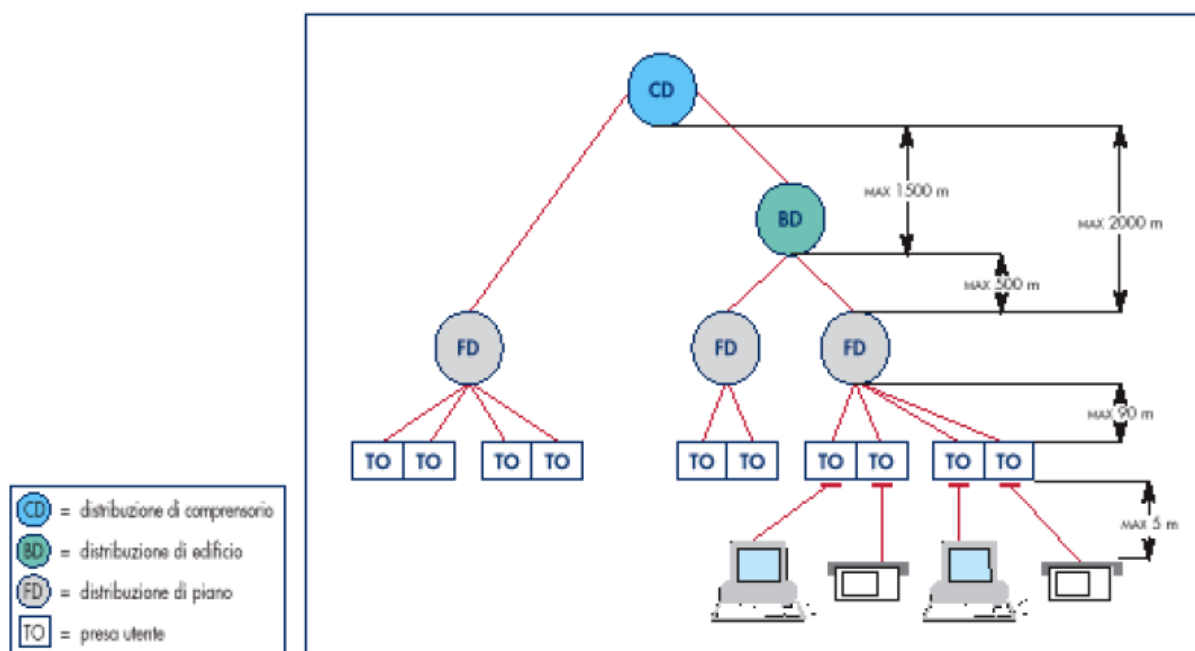
- in direzione DS: 1 punto doppio
- in direzione DSGA: 1 punto doppio
- nell'aula 8: 1 punto doppio
- per la stampante di rete: 1 punto doppio
- nelle aule didattiche: 1 punto doppio / aula, per un totale di 32 punti doppi
- in segreteria: 5 punti doppi
- in auditorium: 2 punti doppi
- in laboratorio: 13 punti doppi
- per gli AP (eccetto APA): 6 punti singoli

NOTA: tutti gli apparati fisici (attivi e passivi), nonché gli standard qualitativi e i procedimenti d'installazione/posa in opera della fornitura, devono essere conformi a quanto riportato nel documento "Gara a procedura aperta ai sensi del D.lgs. 50/2016 per la fornitura di prodotti e servizi per la realizzazione, manutenzione e gestione di reti locali per le Pubbliche Amministrazioni - Edizione 7 - ID 2096 - Allegato A "Capitolato Tecnico" della Consip.

5. Prescrizioni Generali sulla fornitura e sulla posa in opera

1. Tutte le prese utente, gli apparati attivi e passivi della rete saranno installati in punti ben determinati, prestabiliti dall'amministrazione ed in accordo con il presente progetto.
2. La ditta appaltatrice dovrà concordare con l'Amministrazione tempi e modalità di svolgimento delle attività concernenti la posa in opera delle canalizzazioni, stesura di cavi e tutto ciò che è necessario per la realizzazione del cablaggio strutturato.
3. Per quanto concerne la fornitura, la ditta è pienamente responsabile degli eventuali danni arrecati, per fatto proprio o dei suoi dipendenti, alle opere degli edifici in cui saranno effettuati i lavori come dal presente progetto.
4. L'impianto dovrà avere tutte le certificazioni di conformità. La certificazione dei cavi di rete dovrà essere eseguita per il 100% dei test, così come Capitolo seguente.
5. Lo svolgimento delle attività di realizzazione del cablaggio sarà svolto senza recare pregiudizio alle normali attività lavorative degli uffici con la garanzia del mantenimento del livello di rumore ad un valore non superiore a quello fissato dalla normativa vigente (D.Lgs. n. 81/2008 e s.m.i. e, per la parte ancora in vigore D.lgs. n. 277/91, DPCM 01/03/91 e Legge 26/10/95 n. 447 e D.Lgs. 10 aprile 2006 n. 195), effettuando in ogni caso le attività più rumorose fuori dal normale orario di ufficio (esempio: forature passanti delle pareti o dei solai, foratura delle pareti mobili per alloggiare le borchie telematiche), così come l'apertura o la chiusura dei controsoffitti. Inoltre, la scelta delle attrezzature di cantiere sarà fatta ponendo particolare cura al contenimento del rumore, specie per quelle attività che non potranno essere svolte al di fuori del normale orario di lavoro degli uffici. In presenza di lavorazioni che producano polvere (in particolare foratura muri), saranno sempre essere usate apparecchiature di aspirazione con funzionamento contestuale alla lavorazione stessa.
6. I cavi di distribuzione orizzontale potranno essere installati su passerelle, tubazioni, canalette e sistemi simili e posati a tratta unica e senza interruzioni intermedie tra il permutatore di piano (FD) e la presa utente (TO o PdL). La lunghezza massima della tratta prescritta è di **90 m**.
7. La distanza massima prescritta tra il CSI e i distributori di piano (FD) è di **500 m**. In caso di estensioni future della rete di istituto o accorpamenti ad edifici di comprensorio, la distanza tra i punti di distribuzione di edificio (BD) e il distributore di comprensorio

(CD) non deve eccedere i 1500 m ed in ogni caso non dev'essere tale che la distanza del CD dai singoli FD sia superiore ai 2000 m.



8. Canalette, condotti o tubazioni devono terminare in scatole di derivazione/attestazione sufficientemente ampie da permettere la posa dei cavi senza curvarli troppo. In particolare, durante l'installazione i cavi non devono essere sottoposti a raggi di curvatura minori di:

$$R_{\min} = 8 * d$$

dove:

- R_{\min} = Raggio minimo di curvatura
- d = diametro esterno del cavo scelto

9. La forza massima di trazione esercitata sui cavi singolarmente o in gruppo, all'atto della posa in opera, dovrà essere applicata sui conduttori e non sugli isolanti o sulle guaine protettive. Lo sforzo di tiro applicato non deve eccedere gli **80 N**.
10. Per agevolare l'operazione di infilaggio dei cavi nelle tubazioni è consentito l'uso di lubrificanti che non pregiudichino le prestazioni elettriche e meccaniche degli stessi; non sarà accettato l'uso di grasso o di altre sostanze dannose all'isolamento dei cavi.
11. I cavi posati nelle passerelle e/o tubazioni dovranno presentare un perfetto allineamento al fine di ridurre al minimo gli attorcigliamenti. La posa dovrà consentire, in caso di necessità, il recupero del singolo cavo.
12. Il numero massimo dei cavi che possono passare in una tubatura in funzione del diametro è definito dalla seguente tabella:

Diametro del tubo (mm)	Diametro dei cavi (mm)									
	3.3	4.6	5.6	6.1	7.4	7.9	9.4	13.5	15.8	17.8
15.8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
20.9	6	5	4	3	2	2	1	0	0	0
26.6	8	8	7	6	3	3	2	1	0	0
35.1	16	14	12	10	6	4	3	1	1	1
40.9	20	18	16	15	7	6	4	2	1	1
52.5	30	26	22	20	14	12	7	4	3	2
62.7	45	40	36	30	17	14	12	6	3	3
77.9	70	60	50	40	20	20	17	7	6	6
90.1							22	12	7	6
102.3							30	14	12	7

In caso di tubazioni in PVC, specificatamente alla tipologia di cavo UTP/FTP cat. 6A scelto, far riferimento alla seguente tabella:

Tipologia cavo	Ø tubo PVC pieghevole					Ø tubo PVC rigido					Ø tubo PVC filettabile				
	20	25	32	40	50	20	25	32	40	50	20	25	32	40	50
UTP 4cp		1	1	2	4	1	1	1	3	5	1	1	1	3	5
FTP 4cp		1	1	2	4	1	1	1	3	5		1	1	2	5
SSTP 4 cp		1	1	1	4	1	1	1	2	4		1	1	2	4

13. Qualora risulti necessario posare i cavi parallelamente ai cavi di energia, le distanze minime che i cavi per trasmissione dati devono mantenere dai cavi di energia, onde minimizzare gli effetti dovuti a disturbi elettromagnetici, sono in funzione del tipo di cavo, della potenza trasportata e del tipo di canalizzazione utilizzata. Per il cablaggio orizzontale si faccia riferimento alla seguente tabella:

Situazione	Distanza minima		
	< 2 kVA	2-5 kVA	> 5 kVA
Linee elettriche non schermate in prossimità di canaline aperte o non metalliche	127 mm	305 mm	610 mm
Linee elettriche non schermate in prossimità di canaline metalliche con collegamento di terra	64 mm	152 mm	305 mm
Linee elettriche schermate in prossimità di canaline metalliche con collegamento di terra	-	76 mm	152 mm

Ciò è importante per minimizzare il fenomeno della **diafonia** (cross talk), ovvero del disturbo di mutua induzione che si crea su circuiti elettricamente separati ed adiacenti. Un tipo particolare di diafonia che interessa i cavi LAN è il disturbo **NEXT** (Near End Cross-Talk), che si induce all'inizio di una coppia incrociata quando viene generato un segnale all'inizio della coppia incrociata adiacente.

14. È necessario limitare alla sola terminazione la parte di cavo non ritorta (**sbinitura**). La binatura (twistatura) del cavo, infatti, fa in modo che eventuali disturbi di natura elettromagnetica vengono indotti sui singoli conduttori ritorti in modo uguale e contrario, favorendo così l'eliminazione stessa del disturbo. All'atto della connettorizzazione i cavi dovranno essere liberati della guaina esterna e collegati secondo le indicazioni presenti sulle norme EIA/TIA 568 B ISO/IEC 11801. Le coppie dovranno mantenere l'intreccio almeno fino a 6mm dal punto di terminazione sui connettori e la guaina esterna dovrà essere mantenuta integra fino al punto di connessione. I cavi dovranno essere ordinatamente raggruppati e portati sui rispettivi blocchetti di terminazione.
15. Per evitare declassamenti delle prestazioni del sistema, tutti i componenti passivi devono essere almeno della stessa categoria del cavo di distribuzione orizzontale o superiore.
16. Nella scelta dei cavi si deve tener conto della **modalità di contenimento dell'attenuazione**, cioè della riduzione d'ampiezza del segnale di uscita rispetto a quello in ingresso al cavo. Il valore di attenuazione (in dB) cresce linearmente con la lunghezza del cavo e con la radice quadrata della frequenza. Lì dove possibile usare cavi provvisti di isolanti espansi, in modo tale che la presenza di aria possa ridurre la capacità e quindi il livello di attenuazione.
17. Prestare massima attenzione all'installazione e attestazione terminale dei cavi in modo tale da evitare stiramenti, schiacciamenti o torsioni che comportino modifiche della geometria del cavo. Ciò potrebbe di conseguenza alterare il valore di **impedenza** elettrica, che dev'essere sempre contenuto nello stretto intervallo di tolleranza prescritto dal costruttore. Variazioni d'impedenza comportano riflessioni di segnale, attenuazione ed interferenze. La connettorizzazione dei cavi dovrà essere eseguita con attrezzatura idonea e certificata per l'utilizzo.
18. Ogni cavo che sia danneggiato o che sia stato posato eccedendo i parametri fisici (di trazione, distanza minima, curvatura, schiacciamento, ecc.) raccomandati dovrà essere sostituito dall'installatore senza alcun aggravio di costi per la Committenza.
19. Ogni cavo dovrà essere chiaramente etichettato sulla guaina esterna, nella cassetta di terminazione e sul retro dei permutatori, in punti facilmente accessibili e visibili.

6. Specifiche dei componenti dell'impianto

In questo paragrafo si andranno a declinare le specifiche tecniche dei vari componenti dell'impianto, partendo dagli elementi del cablaggio strutturato, compresi gli apparati tecnologici passivi, fino a descrivere le caratteristiche e le peculiarità degli apparati attivi d'instradamento, di controllo e propagazione wireless del segnale.

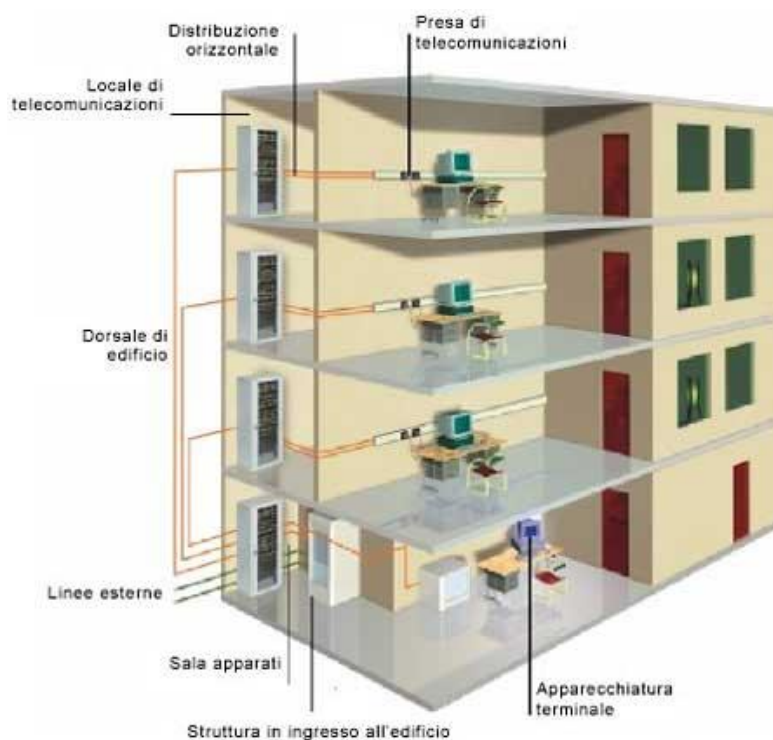
NOTA: i dispositivi e gli apparati di seguito indicati sono presi a mero modello di riferimento. L'installatore potrà fornire in fase di esecuzione dell'appalto articoli di altro brand/marca con pari o superiori caratteristiche rispetto a quelle di seguito prescritte, da intendersi perciò come caratteristiche minime necessarie. Ogni eventuale variazione dovrà essere comunicata e concordata con la Committenza.

6.1. Cablaggio strutturato e apparati passivi

La realizzazione dell'impianto ed i materiali utilizzati per il cablaggio strutturato dello stesso dovranno essere strettamente conformi alle raccomandazioni fisiche ed elettriche indicate nelle norme internazionali ISO/IEC 1180, EN 50173-1, EIA-TIA 568 C.

Altre norme a cui far riferimento per la corretta esecuzione dell'impianto sono:

- CEI 46-4 Norme per cavi di telecomunicazione.
- UNEL 00712 Colorazione dell'isolamento.
- CEI 103-1/13 Impianti telefonici interni. Parte 13: Criteri di installazione e reti
- CEI 306-3 (CEI EN 50174-1) Tecnologia dell'informazione - Installazione del cablaggio. Parte Specifiche ed assicurazione della qualità.
- CEI 306-5 (CEI EN 50174-2) Tecnologia dell'informazione - Installazione del cablaggio. Parte 2: Pianificazione e criteri di installazione all'interno degli edifici.
- CEI 306-6 (CEI EN 50173-1) Tecnologia dell'informazione - Sistemi di cablaggio generico. Parte 1: Requisiti generali e uffici.
- CEI 306-7 (CEI EN 50346) Tecnologia dell'informazione - Installazione del cablaggio. Prove del cablaggio installato.
- CEI 306-9 (CEI EN 50174-3) Tecnologia dell'informazione - Installazione del cablaggio. Parte 2: Pianificazione e criteri di installazione all'esterno degli edifici.



Inoltre, tutti i prodotti utilizzati per la componente passiva devono essere certificati e conformi alle normative vigenti per quanto riguarda la sicurezza e le emissioni/compatibilità elettromagnetica, nonché alla normativa "Restriction of Hazardous Substances" (RoHS) in materia di sostanze pericolose delle apparecchiature fornite sono dotati della "Marcatura CE".

Come si è visto nelle sezioni precedenti, la topologia di cablaggio strutturato richiesto è di tipo stellare gerarchico, con la realizzazione di canalizzazioni che da ogni postazione di lavoro o da ogni access point raggiungono il distributore di piano (FD) e di dorsali che conetteranno i FD al CSI.

Le prime costituiranno, secondo i suddetti standard, il **cablaggio orizzontale**, mentre le seconde rappresenteranno il cosiddetto **cablaggio verticale**.

Nota: per la Rete B il cablaggio è interamente orizzontale.

La distribuzione del cablaggio (orizzontale e verticale) avverrà utilizzando, ove possibile, le canalizzazioni già esistenti lungo tutto il circuito di distribuzione.

Solo in caso di canalizzazione inesistente o inadatta (vedi limiti tecnologici o normativi del cablaggio trasportato) si provvederà a realizzare ex-novo opere e infrastrutture accessorie necessarie a raggiungere le postazioni di lavoro previste dal presente elaborato.

Nella maggior parte dei casi sarà sufficiente realizzare semplici opere murarie (es. installazione staffe metalliche, armadi, access point, ecc.) o piccole forometrie per l'accesso della struttura di cablaggio alle diverse aule.

La canalizzazione andrà realizzata con materiali esteticamente omogenei a quelli esistenti.

La distribuzione orizzontale comporterà pertanto la posa in opera di cavi elettrici che, tramite canalizzazioni ad hoc, collegheranno le singole postazioni di lavoro (PdL) al relativo distributore di piano, servito da armadio rack, come di seguito prescritto.



NOTA: è a carico della ditta appaltatrice ogni onere e lavorazione che si rendesse necessaria alla perfetta realizzazione degli impianti oggetto di intervento.

Tra le attività relative ai lavori di posa in opera della fornitura elenchiamo a titolo meramente esemplificativo:

- attestazioni di qualsiasi tipo, includenti i connettori ottici o i connettori per cavo in rame;
- torrette o scatole di attestazione per cablaggio in fibra o rame;
- posa di canalizzazioni, sia verticali che per corridoi o per stanze incluso il relativo materiale (tubi, canaline ecc.). Tali lavori comprendono eventuali forometrie, l'apertura

e la chiusura di pannelli rimovibili per controsoffitti e pavimenti flottanti dopo aver introdotto le nuove canalizzazioni;

- posa di strisce/pannelli di permutazione;
- Il collegamento delle PdL;
- ripristino della qualità e dell'aspetto delle strutture alla situazione pre-lavori;
- quant'altro necessario per il completamento del cablaggio strutturato.

Le scelte progettuali operate in tema di cablaggio strutturato permetteranno di avere:

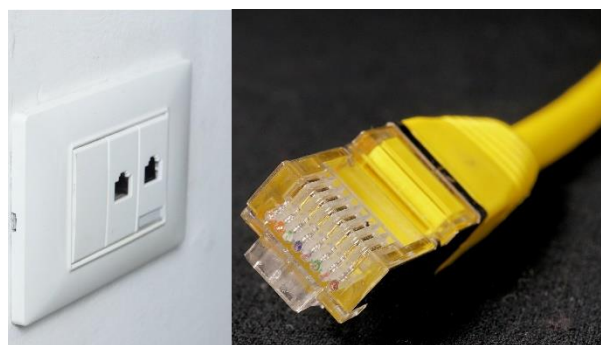
- Connettività fisica omogenea per tutta la rete cablata;
- Prestazioni adeguate alle esigenze attuali e possibilità di seguire le evoluzioni tecnologiche;
- Semplicità di gestione, manutenzione ed espansione;
- Conformità alle raccomandazioni nazionali ed internazionali in relazione sia al materiale utilizzato sia delle procedure d'installazione, certificazione e collaudo adottate;
- Supporto di protocolli standard di comunicazione;
- Possibilità di far evolvere le applicazioni supportate senza modificare la struttura portante dell'infrastruttura.

6.1.1. PUNTI RETE

Ogni PdL sarà progettualmente individuata ed identificata attraverso il relativo punto rete. Ogni punto rete è previsto opportunamente ridondato (punto rete doppio) e si compone dei seguenti elementi:

1. scatola esterna tipo UNI503 in resina ABS, ritardante alla fiamma secondo UL 94V-0, UL listed; grado di protezione IP56 per le postazioni installate in ambienti umidi o polverosi
2. placca porta-frutto autoportante tipo "Millennium" o similare;
3. n. 2 prese modulari tipo FTP categoria 6A. (Per gli AP è possibile utilizzare punti rete a presa singola).

La scatola di tipo UNI503 è conforme alla normativa ISO/IEC 11801 e offre capacità di supporto multimediale RJ45, BNC, RCA, FOCIS-3, FOCIS-6, FOCIS-10. Sulla scatola, nella soluzione schermata o non schermata, viene applicata la placca autoportante porta prese a 1-2 aperture. La placca porta frutto autoportante è etichettabile per l'identificazione univoca dell'utenza all'interno dell'edificio. La postazione



di lavoro è inoltre dotata di hardware di connessione costituito da 1-2 prese modulari di tipo Keystone RJ45 installabili mediante semplice innesto rapido click on (SIJ). Le prese modulari di Categoria 6A proposte sono realizzate con connettori RJ45 Keystone Jack Modello SIJ ad innesto rapido tool free. Il connettore schermato RJ45 Jack Keystone tool free, è dotato di 2 elementi

principali: un supporto in materiale plastico per l'allineamento dei conduttori ed un corpo metallico che realizza sia la chiusura ermetica dei contatti che la barriera di schermatura essendo connessa direttamente con la schermatura del cavo.

Tutte le prese proposte hanno un sistema di connessione a perforazione d'isolante tipo 110 ed hanno sul fronte contatti a lamella rettangolare ingegnerizzati per garantire le massime prestazioni ovvero il miglior contatto possibile con il plug RJ45 delle bretelle di connessione per la miglior "centratura" prestazionale come da normativa IEC60603-7.

I modular jacks saranno configurabili con schema di terminazione T568B o T568A senza pregiudizio delle prestazioni del connettore stesso. Il corpo connettore comprenderà il modular jack, i contatti IDC e le lame di taglio per la corretta terminazione dei conduttori.

I contatti dei modular jack saranno costituiti di rame berillio con una doratura di almeno 1,27 micron di spessore. La zona di saldatura degli elementi IDC prevederà un minimo di copertura di 3,81 micron su contatti coperti con almeno 1,27 micron di nickel. I modular jack potranno essere inseriti su pannelli e piastrine con spessore compreso fra 1,47 e 1,6 mm e potranno essere inseriti in aperture 20,07x14,78mm.

Il connettore disporrà di contatti IDC in grado di accettare conduttori con diametri 22-23-24 AWG e diametro dell'isolante di 1,6 mm, conformi alle norme IEC 60352-3 e IEC 60352-4.

La terminazione dovrà essere eseguita secondo le indicazioni fornite dal costruttore del sistema utilizzando attrezzature idonee, efficienti e professionali, garantendo un'appropriata inserzione dei conduttori e un buon serraggio degli elementi di ritenzione e contatto fra gli elementi di schermatura del cavo e del connettore.

L'elemento di chiusura e serraggio comprenderà il supporto per la preparazione dei conduttori e il sistema di ritenzione e contatto di schermatura con il cavo. La copertura asimmetrica della schermatura ottimizzerà l'immunità dei componenti. Gli elementi schermati del connettore e del cavo saranno tenuti in contatto da appositi elementi di pressione controllata e ammortizzati.

Il sistema utilizzato dovrà consentire la semplificazione delle modalità di terminazione ottimizzando il risultato in modo pressoché indipendente dall'operatore (Tecnologia AWC). In questo modo saranno garantite le prestazioni finali dei collegamenti richieste.

Le prestazioni del sistema in Classe EA con il sistema di terminazione utilizzato dovranno essere migliorative rispetto alle indicazioni di TIA/EIA 568-B.2-10 categoria 6A e ISO/IEC 11801 2nd ed. riportate nella tabella di seguito:

Frequency MHz	Attenuation	PS NEXT	PS ACR-N	PS ACR-F	Return Loss	Coupling Attenuation	PS ANEXT	PS AACR-F	Propagation delay	Delay Skew	Unbalance Attenuation
MHz	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	us	us	dB
1	4,0	62,0	58,0	60,3	19,0	NA	67,0	67,0	0,580	0,050	40,0
4	4,2	60,5	56,4	48,2	19,0	NA	67,0	65,0	0,562	0,050	40,0
10	6,5	54,0	47,5	40,3	19,0	NA	67,0	57,0	0,555	0,050	38,0
16	8,2	50,6	42,4	36,2	18,0	NA	67,0	52,9	0,553	0,050	34,9
20	9,2	49,0	39,8	34,2	17,5	NA	67,0	51,0	0,552	0,050	33,5
31	11,4	45,8	34,3	30,4	16,5	50,2	65,1	47,2	0,550	0,050	30,5
62	16,3	40,6	24,3	24,4	14,1	44,2	62,1	41,2	0,549	0,050	24,5
100	20,9	37,1	16,2	20,3	12,0	40,0	60,0	37,0	0,548	0,050	20,3
125	23,5	35,4	11,9	18,3	11,0	38,1	58,5	35,1	0,547	0,050	18,4
155	26,3	33,8	7,5	16,5	10,1	36,2	57,1	33,2	0,547	0,050	16,5
175	28,0	32,9	4,8	15,4	9,6	35,1	56,4	32,1	0,547	0,050	15,4
200	30,1	31,9	1,8	14,2	9,0	34,0	55,5	31,0	0,547	0,050	14,3
250	33,9	30,2	-3,7	12,3	8,0	32,0	54,0	29,0	0,546	0,050	12,3
300	37,4	28,8	-8,6	10,7	7,2	30,5	52,8	27,5	0,546	0,050	FFS
400	43,7	26,6	-17,1	8,2	6,0	28,0	51,0	25,0	0,546	0,050	FFS
500	49,3	24,8	-24,5	6,3	6,0	26,0	49,5	23,0	0,546	0,050	FFS

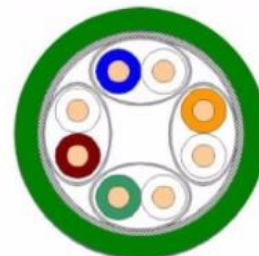
Le misure effettuate sui collegamenti realizzati con i cavi ed i connettori del sistema adottato nell'ambito della realizzazione dovranno evidenziare un ottimo margine funzionale e parametri di qualità in grado di soddisfare "by design" la conformità all'immunità al disturbo NEXT.

La stabilità in frequenza delle prestazioni dei componenti utilizzati consentirà inoltre di evidenziare qualitativamente il sistema installato oltre il limite di 500 MHz della Categoria 6A. Ogni presa sarà identificata da un'etichetta come da normativa EIA/TIA 606-A, corrispondente ad analoga etichetta sul patch-panel in armadio di distribuzione.

6.1.2. DISTRIBUZIONE ORIZZONTALE

Per la distribuzione orizzontale del presente progetto, si è scelto di usare un **cavo in Cu a 4 coppie avvolte a spirale e schermate tipo S/FTP di categoria 6A / Classe EA / CPR** (Regolamento UE 305/2011) **Cca**.

La scelta di utilizzare un cavo dalla schermatura totale (sia sull'intero cavo sia sulle singole coppie di conduttori) è stata dettata dalla necessità di assicurare maggiore immunità ai disturbi elettromagnetici, massima riduzione dell'emissione di radiodisturbi, massima riduzione della diafonia.



Tale cavo è idoneo a supportare reti 10 Gigabit Ethernet ed è stato standardizzato dalla norma ANSI/TIA-568.2-D. È un cavo dalle caratteristiche di auto-estinguenza in caso d'incendio, di bassa emissione di fumi opachi e gas tossici corrosivi e di ritardo di propagazione della fiamma (Flame Retardant). La sua peculiarità, rispetto ai cavi di categoria inferiore, è la maggiore

velocità di trasmissione (**fino 10 Gbit/s**) e la larghezza massima di banda supportata (**500 MHz**, il doppio rispetto alla Cat 6).

Esso dovrà avere prestazioni migliori rispetto a quelle previste per la Cat 6A riportate nelle seguenti Normative:

- ISO/IEC 11801 2nd ed
- IEC 61156-5 Cat 6A
- EN 50173-1 2nd ed
- EN 50288-10-1

e dovrà essere conforme alle seguenti specifiche:

- IEC 60332-1-2 (comportamento al fuoco)
- IEC 60754-1 (Tossicità)
- IEC 60754-2 (agenti corrosivi)
- IEC 61034-2 (densità fumi)
- CEI 20-35
- CEI 20-37
- NES 713,
- EN 50265
- EN 50267



Le altre caratteristiche fisiche principali di questo cavo sono:

- Conduttori isolati a filo solido temprati a sezione circolare 23 AWG
- Protezione antincendio CPR: Cca - elevata
- Resistenza conduttore: max 19 Ω / 100m
- Sbilanciamento resistenza conduttore: max 2%
- Resistenza di isolamento: >5G Ω .km
- Forza dielettrica: 2500 Vdc/2secs
- Velocità di propagazione: <534nsec/100m @ 100MHz
- Ritardo: Max 45nsec/100m @ 100MHz
- Impedenza: 100 Ω +/- 5 Ω @ 100MHz
- Temperatura di installazione: da 0°C a +50°C
- Supporto della tecnologia PoE (Power Over Ethernet)
- Raggio minimo di curvatura durante l'installazione: 50mm
- Raggio minimo d'installazione a riposo: \geq 25mm
- Forza massima applicabile in trazione: \leq 100N
- Peso del cavo: 52.7 kg/km
- Diametro nominale: 7.2 mm

Ad hoc, il cavo preso come riferimento nel "Capitolato Tecnico" è il Brand-Rex LEVITON Cavo S/FTP cat.6A, 100Ohm classe Cca.

6.1.3. WORK AREA CABLE

Tutti i cavi/bretelle utilizzate per connettere i dispositivi terminali degli utenti ai punti rete dovranno essere della medesima tipologia e tecnologia dei suddetti cavi di distribuzione orizzontale.

NOTA: I work area cable non dovranno superare la lunghezza di 5m (si consiglia $\leq 2m$).



Ogni postazione di utenza sarà equipaggiata con una bretella da 2 metri.

Ad hoc, il patch cord preso come riferimento nel “Capitolato Tecnico” è il LEVITON Patch cord rame - S/FTP Cat. 6A lunghezza 2 metri.

6.1.4. ARMADI RACK

La tipologia di armadio proposta per tutti i punti di FD e per il CSS è la seguente:

Armadio rack 19” da 21U, profondo 600mm, di larghezza 600mm.

Per il CSI, invece, essendo necessario più spazio, si opta per la soluzione:

Armadio rack 19” da 42U, profondo 800mm, di larghezza 800mm.

Tali rack basati sulla tecnica 19” (482,6 mm) a standard EIA-310 e corredati di due montanti laterali preforati (doppia foratura) con passo multiplo di 1U (44,45 mm.) secondo norma IEC 297-1.

I rack di piano presenteranno tutte le seguenti caratteristiche tecniche e funzionali:

- verniciatura con polveri epossidiche;
- telaio 19” interno regolabile in profondità;
- tetto e base dotati di foratura per ingresso cavi con chiusura a scorrimento;
- porta anteriore in acciaio con lastra di cristallo temprato trasparente di spessore ≥ 4 mm conforme alla normativa UNI 7142-88 (Vetri temprati per edilizia ed arredamento)
- messa a terra mediante barra equipotenziale a norma CEI 64/8;



La porta di accesso frontale dovrà essere dotata di sistema a sgancio rapido, reversibile, realizzata in vetro temperato e munita di serratura a chiave. Il grado di protezione della struttura dovrà essere IP20 o superiore, secondo quanto indicato dalla Normativa EN60529.

La verniciatura dovrà essere realizzata utilizzando polvere epossidica di colore nero goffrato RAL 9005.

Ogni armadio dovrà essere munito di kit cavi 4mm necessario per il collegamento equipotenziale delle masse e di una striscia di alimentazione a 6 prese UNEL con magnetotermico monofase 16A + F9032N Anelli passacavi 40mm x 106 mm.

I basamenti superiori e inferiori dovranno essere realizzati in acciaio laminato a caldo decapato dello spessore di 2 mm e dotati di finestre regolabili per l'ingresso dei cavi, secondo quanto indicato dalla Normativa UNI 5867. Il telaio di questi ultimi dovrà essere un monoblocco punzonato e pressopiegato su cui saranno saldati gli angolari di acciaio stampato con spessore di 3mm allo scopo di conferirne una eccellente stabilità e resistenza alla torsione.

I montanti, sui quali andranno posizionati i sistemi di connessione del cablaggio e le apparecchiature attive, dovranno essere realizzati in accordo con quanto indicato dalla Norma IEC 297-1 con una struttura in acciaio zincato DD11 a caldo con copertura minima di zinco di 175gr/mq da 2mm di spessore, per garantire la continuità della connessione di massa.

I montanti punzonati e pressopiegati, dovranno essere regolabili in profondità e lateralmente saranno dotati di fori quadrati con passo 93,04mm per fissaggio di anelli o canali di passaggio cavi. I pannelli laterali e posteriori dovranno essere realizzati in lamiera d'acciaio DX51D (FePO2) elettrozincato e skinpassato antifessuarazione secondo quanto previsto dalla Norma EN10142.

Sui pannelli dovranno essere montate le serrature a quarto di giro con cacciavite a taglio.

Gli armadi potranno ospitare ripiani interni fissi o scorrevoli in acciaio, che supportano carichi variabili fino ad un massimo di 100 kg, nonché un gruppo di ventilazione forzata, montabile a tetto, in grado di movimentare 12 m³/min e rumorosità pari a 43 db.

In base ai dati di progetto, ai sopralluoghi ed agli accordi con l'Amministrazione, sono stati definiti numero e posizione degli armadi nei locali appositamente individuati (vedi Capitolo "Progetto TO BE"). Per tali apparati è previsto il montaggio, l'installazione e l'opera di allacciamento e di alimentazione, nonché la messa a terra, in rispondenza alle norme contenute nel DM n.37 del 22/01/2008 per quanto in esso riportato nello specifico.

Ad hoc, i rack presi come riferimento nel "Capitolato Tecnico" sono il TECNO Armadio rack 19" da 12U a 21U, profondo 600mm, di larghezza 600mm e il TECNO Armadio rack 19" da 27U a 42U, profondo 800mm, di larghezza 800mm, entrambi della TecnoSteel.

6.1.5. GRUPPI DI CONTINUITÀ (UPS)

Ciascun armadio di distribuzione dovrà essere dotato di un sistema di protezione dell'alimentazione in grado di garantire la continuità di esercizio delle apparecchiature elettroniche in essi contenute per un periodo non inferiore a 10 minuti ("tempo di backup") a pieno carico.



Per la realizzazione del sistema di protezione dell'alimentazione dovranno essere privilegiate soluzioni, quali UPS (Uninterruptible Power Supply) di nuova generazione, che consentano di ridurre i costi operativi legati al consumo energetico.

Nel caso in cui l'energia elettrica sia necessaria anche in caso di avaria prolungata, all'UPS viene abbinato un generatore elettrico ausiliario, il quale - automaticamente o manualmente - entra in funzione non appena si verifica il problema e raggiunge il funzionamento ottimale in tempi inferiori al tempo di backup dell'UPS, assumendo quindi il ruolo di fonte di energia elettrica per l'UPS fino al ripristino della normale fornitura.

Gli UPS, grazie al fatto che impediscono il brusco calo di corrente nelle apparecchiature collegate ad essi, impediscono anche il verificarsi di anomalie quali surge, spikes, e altri transienti.

Per il dimensionamento dell'UPS si fa riferimento alla seguente relazione:

$$C \geq 1.6 * W$$

dove

- C = capacità (VA) del gruppo di continuità
- W = potenza complessiva degli apparati attivi alimentati

Ad hoc, l'UPS preso come riferimento nel "Capitolato Tecnico" è il POWERME VIMM/9 3K - Tipo convertibile tower/rack con capacità di circa 3000VA.

6.1.6. PANNELLI E BRETELLE DI PERMUTAZIONE

Tutti i pannelli di permutazione (patch panel), conformi alla ISO\IEC 11801, EIA/TIA 568 e EN 50173-1, saranno predisposti per il montaggio negli armadi con rack a passo 19", avranno un'altezza di 1 unità HE (1,75"), colore frontale nero e saranno provvisti di 24 alloggiamenti per modular jack.

I pannelli di permutazione proposti hanno la possibilità di "Identificare" frontalmente ogni singola utenza, in conformità alle IEC 60603-7, attraverso l'inserimento a scatto di un'icona colorata. Tale procedura può essere eseguita senza rimozione del connettore. L'utente potrà così gestire le destinazioni d'uso dei connettori a sua discrezione modificando il codice colori assegnato. Il pannello è dotato di etichettatura anteriore prestampata da 1 a 24 per l'identificazione della postazione di lavoro connessa ed è inoltre dotato di spazio bianco per l'apposizione di etichette stampate. Posteriormente, il pannello è equipaggiato con un supporto cavi removibile "clip on" al fine di garantire il corretto posizionamento e fissaggio dei cavi collegati e il rispetto dei raggi di curvatura richiesti dagli standard. Infine ogni pannello è dotato di punto di



fissaggio per Kit di messa terra secondo le norme EN50310.

Queste le caratteristiche costruttive dei pannelli di permutazione:

- Capacità multimediale, alloggiamenti prese rame, fibre ottiche e utilizzi diversi.
- Struttura in lamiera metallica verniciata RAL 9005, provvista di supporto per rack a 19" di tipo angolare ed arretrata.
- Possibilità di fissaggio solidale alla struttura (ma removibile rapidamente "clip on");
- Altezza pari a 1 unità standard.
- Sagomatura "angolare arretrata" raccordata ai passacavi verticali su descritti.
- Prese RJ45 in categoria 6A normativa ISO per applicazioni fino a 10Gigabit Ethernet;
- Etichette e porta-etichette per l'identificazione delle prese di commutazione siglate in conformità alle prescrizioni.

Ad hoc, il patch panel preso come riferimento nel "Capitolato Tecnico" è il LEVITON Patch panel altezza 1 U schermato, di tipo precaricato, equipaggiato con 24 porte RJ45 di Cat. 6A, per cavi FTP Cat. 6A.

Le bretelle di connessione e permutazione saranno dello stesso tipo del cavo in Cu scelto per l'intero cablaggio orizzontale e di lunghezza 1m.

Ad hoc, il patch cord preso come riferimento nel "Capitolato Tecnico" è il LEVITON Patch cord rame - S/FTP Cat. 6A lunghezza 1 metro.

Le bretelle in rame fornite hanno le seguenti caratteristiche tecniche e funzionali:

- prestazioni conformi alla norma ISO\IEC 61935-2;
- singolarmente identificate da una matricola;
- collaudate in fabbrica fino a 250 MHZ (Cat6) e fino a 500MHz (Cat6A) su NEXT Loss e Return Loss;
- protezione anti-annodamento sul plug;
- ingombro del serracavo minimo per l'inserzione in switch ad alta densità "Blade Patch Cord";
- vari colori disponibili;
- guaina esterna in materiale LSZH HF1 IEC 60332-1 ovvero CEI 20-35 ed alle CEI 20-37, IEC 61034, NES 713, IEC 60754-1, EN 50265, EN 50267, EN 50268.

6.1.7. DISTRIBUZIONE VERTICALE

Per le tratte di distribuzione verticale (vedi Capitoli precedenti), il collegamento verrà effettuato con cavi ottici a 4 fibre multimodali 50/125 tipo OM4.



Ad hoc, il cavo preso come riferimento nel "Capitolato Tecnico" è il LEVITON 4 Fibre Multimode OM4 – Central Dry Loose Tube Cable – Universal LSHF/LSZH.

Il prodotto scelto:

- è conforme agli standard: ISO/IEC 11801, IEC 60794, BS EN 50173-1, IEC 60794-1-21 e IEC 60794-1-22;
- è classificato, in base agli standard anti-incendio, come:

CHARACTERISTIC	STANDARD	RATING
Single Cable Flame Rating	IEC 60332-1-2	Pass
Bundled Cable Flame Rating	EN50399 20.5kW source	B2 _{CA}
Smoke Emission	EN50399	s1a
Flaming Droplets / Particles	EN50399	d1
Acid Gas Emission / Acidity	EN 50267-2-3	a1
EuroClassification	EN13501-6	B2 _{CA} s1a d1 a1

- ha le seguenti caratteristiche fisiche:

PHYSICAL CHARACTERISTICS

Fibre Count	Nom. Tube Diameter (mm)	Nom. Cable Diameter (mm)	Nom. Cable Weight (kg/km)
2-12	3.0	6.5	46
16-24	3.5	7.0	51

MECHANICAL PERFORMANCE

Fibre Count	Max. Long Term Load (N)	Max. Short Term Load (N)	Min. Static Bend (mm)	Min. Dynamic Bend (mm)	Max. Crush (N)	Impact Resistance	Max. Torsion (Turns ± 180°)
2-12	450	1500	15 x Cable Diameter	20 x Cable Diameter	1500	3 impacts 2.0 Nm	5
16-24							

TEMPERATURE PERFORMANCE

Fibre Count	Operational Temperature Range	Storage Temperature Range	Installation Temperature Range
2-24	-20°C to + 60°C	-20°C to + 60°C	-5°C to + 50°C

Nell'ambito della posa in opera dei cavi valgono le stesse prescrizioni fornite per la distribuzione orizzontale.

I cavi ottici dovranno essere posati separatamente da quelli di distribuzione orizzontale. Nel caso in cui i cavi di distribuzione verticale e i cavi di distribuzione orizzontale debbano condividere canalizzazioni o supporti, dovranno essere raggruppati separatamente.

Per ogni singola tratta dovrà essere lasciata una scorta di 5 m circa di cavo negli armadi di attestazione.

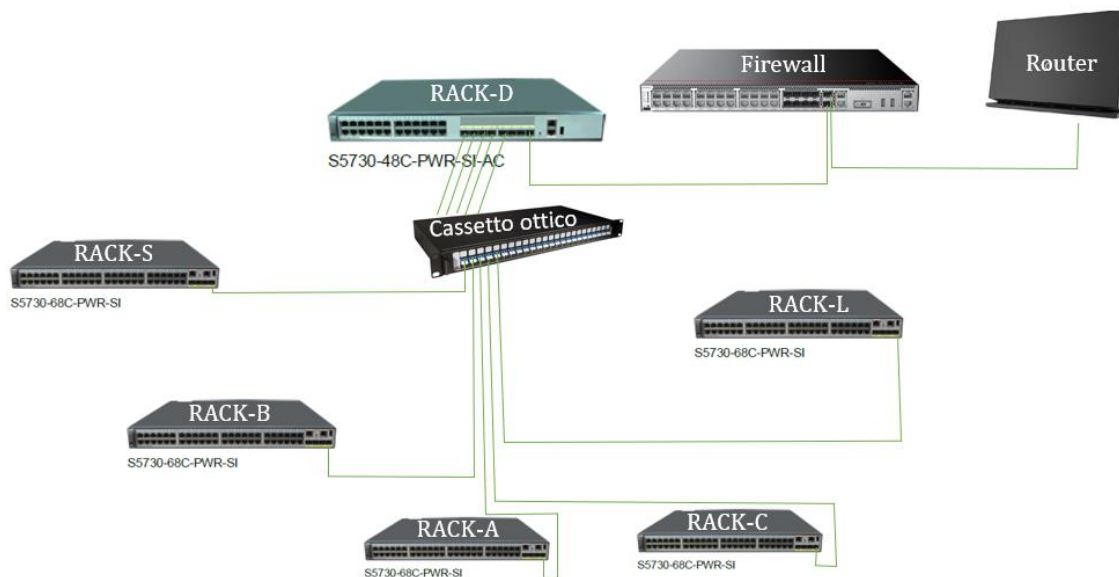
Per quanto concerne il raggio di curvatura, l'allungamento termico, il carico massimo di trazione e le operazioni consentite in fase d'installazione, è necessario attenersi scrupolosamente alle prescrizioni tecniche della casa costruttrice.



I connettori di terminazione, utilizzati per la terminazione dei cavi a fibre ottiche dovranno essere di tipo **LC Duplex**, compatibili con il tipo di fibre utilizzate ed installabili in campo senza utilizzo di colle. La struttura del connettore dovrà consentire una connessione semplice e affidabile con risultati ampiamente entro i limiti indicati dalle normative di riferimento (<0,5dB medi, EN 61300-3-34).

I connettori dovranno essere di tipo monouso con giunzione meccanica e blocco permanente.

Per l'architettura d'impianto prevista, i cavi ottici collegheranno, direttamente e senza soluzione di continuità, ogni singolo switch di area con il cassetto ottico di centro stella.



I cavi in fibra ottica proposti verranno attestati su pannelli di permutazione ottica (patch panel ottici o cassette ottici) che rappresentano il punto di interfaccia verso gli apparati attivi. Il tipo di patch panel proposto per l'attestazione delle fibre ottiche è idoneo al montaggio su rack a 19" (483mm), ha altezza 1U (44,1mm), un vassoio porta bussole a scorrimento orizzontale agevolato, reclinabile a 45°, completo di fissaggi a sblocco rapido e ad ingombro ridotto. Il pannello internamente è già provvisto di accessori per la gestione delle fibre ovvero di rotelle plastiche di gestione cavo, di pressacavi e di supporti per giunti a fusione (fusion splice holder) in materiale plastico. Il patch panel è in grado di alloggiare fino ad un massimo di 24 uscite fibra sul frontale (con possibilità di modifica della lunghezza di corsa per ottenere una migliore flessibilità di utilizzo). Il cassetto ottico è a struttura chiusa su tutti i lati e preforati sulla parte posteriore per alloggiare i pressacavo e altri sistemi di fissaggio dei cavi. I pannelli utilizzati per la commutazione e l'attestazione delle fibre ottiche conterranno un numero adeguato di connettori passanti di tipo compatibile con quello del cavo ottico e del connettore ottico scelto.

Verificare che i pannelli ottici siano caricati con supporti SL e bussole LC Duplex.

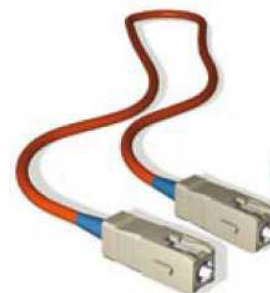
Ogni porta di connessione ottica è provvista di numerazione ed è presente una superficie scrivibile per l'identificazione delle porte.

Per l'attestazione della fibra saranno utilizzati connettori pre-intestati su "Pig-Tails", i quali, successivamente, saranno saldati in campo sui cavi di dorsale mediante giuntatrice a fusione. I Pig-Tail proposti sono costituiti da un cavo in fibra ottica di tipo tight di 1m di lunghezza, preventivamente connettorizzato in fabbrica col connettore vero e proprio, di materiale ceramico e sono conformi alle normative IEC60874-1 Metodo 7.

Le giunzioni realizzate dovranno avere incidenza d'attenuazione conforme alle indicazioni della EN 61073-1. I connettori prelappati e i Pig-Tails saranno realizzati con fibre compatibili con quelle presenti nel tipo di cavo ottico impiegato.

La tratta in fibra ottica verrà permutata, attraverso il pannello di permutazione ottica, verso gli apparati attivi tramite bretelle ottiche. Le bretelle in fibra ottica (fiber patch cord e fiber work area cable) proposte dovranno essere dello stesso tipo del cavo ottico scelto (possibilmente dello stesso produttore), al fine di assicurare massima compatibilità ed efficienza prestazionale.

Ogni bretella di permutazione dovrà essere singolarmente verificata e testata per garantire i requisiti prestazionali richiesti dagli standard ISO11801 e TIA/EIA568C.



6.2. Apparati attivi

Oltre all'aggiornamento tecnologico degli apparati e al rinnovamento dell'infrastruttura a vantaggio della sicurezza e delle prestazioni, la nuova architettura dovrà supportare funzionalità di aggregazione virtuale degli apparati mediante l'adozione di tecnologie di virtualizzazione a livello di nodo di accesso e di core al fine di incrementare le prestazioni di rete fino a 1 Gbps per le connessioni in rame e fino a 10 Gigabit Ethernet per quelle in fibra.

Gli apparati di rete dovranno essere dimensionati in modo da poter concentrare tutte le PdL, siano esse destinate agli utenti e/o a quelle dedicate ai sistemi di servizio.

Gli apparati attivi dovranno supportare tutti i più comuni protocolli di Livello 2-3 e funzioni avanzate di QoS per la gestione del traffico multimediale.

Inoltre, al fine di supportare efficientemente la sottorete WLAN, gli apparati di nuova fornitura dovranno supportare la funzionalità PoE+.

6.2.1. SWITCH

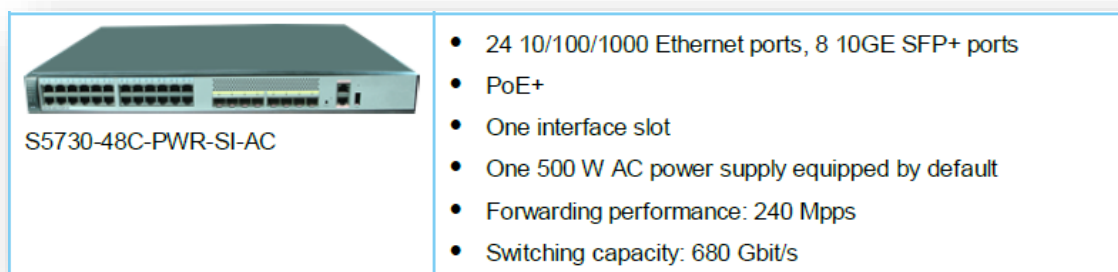
Per gli switch di centro stella sarà utilizzato un dispositivo di tipo multi-layer di ultima generazione ad elevate prestazioni in grado di soddisfare tutti i requisiti di scalabilità, continuità del servizio, performance e ridondanza degli ambienti di rete, offrendo allo stesso tempo un'eccellente protezione dell'investimento grazie alle opportune caratteristiche di flessibilità e scalabilità.

Per il supporto delle connessioni 10 GBE dovranno essere previsti sufficienti moduli con porte 10GE SFP+ per garantire la connettività 10GE con i nodi FD.

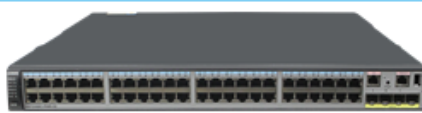
Lato Ethernet ci dovranno essere abbastanza prese, in numero coerente con quanto specificato nel Capitolo "Progetto TO BE", che supportano la tipologia e categoria del cavo in Cu scelto.

Infine, è indispensabile che lì dove sono previste connessioni con apparati wireless (es. W-Fi Access Point), l'apparato attivo supporti la tecnologia PoE+.


Ad hoc, per il CSI (S-D1), l'apparato preso come riferimento nel "Capitolato Tecnico" è il Huawei S5730-48C-PWR-SI-AC.



Per lo switch di laboratorio (S-L1), l'apparato preso come riferimento nel "Capitolato Tecnico" è il Huawei S5730-68C-PWR-SI-C.

 <p>S5730-68C-PWR-SI</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 48 10/100/1000 Ethernet ports, 4 10GE SFP+ ports • PoE+ • One interface slot • Forwarding performance: 240 Mpps • Switching capacity: 680 Gbit/s
---	--

Per lo switch di CSS e per gli switch di padiglione (ad esclusione di S-L1), invece, l'apparato preso come riferimento nel "Capitolato Tecnico" è il Huawei S5720-28X-PWR-LI-AC, a 24 Ethernet ports, con porta SFP+ e supportante lo standard PoE+.

 <p>S5720-28X-PWR-LI-AC</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 24 Ethernet 10/100/1000 Base-T ports, 4 10 Gig SFP+ ports • AC power supply, supporting RPS (redundant power supply) • PoE+ • Forwarding performance: 108 Mpps • Switching capacity: 336 Gbit/s
--	---

In alternativa è possibile utilizzare switch di layer 3 con 24-48 porte Ethernet 10/100/1000 Mbps (far riferimento al Capitolo "Progetto TO BE" per il numero esatto delle porte) e almeno 2 porte SFP+ a 10GE.

6.2.2. WI-FI ACCESS POINT

Vista la particolare caratteristica del sito d'installazione si opta per dispositivi Wi-Fi Access Point (AP) 802.11ac (WiFi 5) Wave 2, MIMO 2x2, conformi ai protocolli 802.11n e 802.11ac, in grado di fornire accesso in mobilità agli utenti con una velocità dell'ordine del Gbit/secondo e alimentabili con modalità PoE (Power over Ethernet), in conformità con IEEE 802.3af/at.



Queste le altre caratteristiche principali dei dispositivi consigliati:

- Ingresso alimentazione CC: 12 V \pm 10%
- Alimentazione PoE: In conformità con IEEE 802.3af/at
- Consumo energetico massimo \leq 12,3 W
- Temperatura d'esercizio Da -10 °C a +50 °C
- Tipo di antenna : Antenne omnidirezionali a doppia banda integrate
- Numero massimo di utenti simultanei \leq 512

- Potenza massima di trasmissione: 2,4 GHz: 23 dBm (alimentazione combinata) - 5 GHz: 23 dBm (alimentazione combinata)
- MIMO: Flussi spaziali 2 x 2:2
- Protocolli radio 802.11a/b/g/n/ac/ac Wave 2
- Velocità massima di trasmissione 1,267 Gbit/s

Ad hoc, l'apparato preso come riferimento nel "Capitolato Tecnico" è il [Huawei AP4051DN](#).

6.2.3. UTM



Al fine di proteggere la rete LAN/WLAN d'istituto da accessi esterni o interni non autorizzati, è previsto installare a monte degli switch di centro stella un'unità UTM (Unified Threat Management), un'applicazione di network security integrata contenente firewall,

antivirus per gateway, intrusion detection e intrusion prevention (IDS/IDP).

La ditta appaltatrice, oltre l'installazione, dovrà occuparsi della configurazione, della formazione e dell'assistenza sistemistica necessaria anche per il perfetto funzionamento delle apparecchiature di sicurezza.

Ad hoc, l'apparato preso come riferimento nel "Capitolato Tecnico" è il [Huawei Technologies USG6515E](#), avente le seguenti caratteristiche tecnologiche:

Model	USG6515E	USG6550E
IPv4 Firewall Throughput ¹ (1518/512/64-byte, UDP)	2/2/1.5 Gbit/s	4/4/1.5 Gbit/s
FW+SA*+IPS Throughput ²	1.5 Gbit/s	2.1 Gbit/s
Full Protection Throughput ³	1.1 Gbit/s	1.6 Gbit/s
Concurrent Sessions ¹ (TCP)	3,000,000	4,000,000
New Sessions/Second ¹ (TCP)	70,000	78,000
IPSec VPN Throughput ¹ (AES-256+SHA256, 1420-byte)	2 Gbit/s	3 Gbit/s
Maximum IPSec VPN Tunnels	4000	4000
SSL Inspection Throughput ⁴	300 Mbit/s	450 Mbit/s
SSL VPN Throughput ⁵	300 Mbit/s	450 Mbit/s
Concurrent SSL VPN Users (Default/Maximum)	100/500	100/1000
Firewall Policies (Maximum)	15,000	15,000
Virtual Firewalls (Maximum)	50	100
Dimensions (HxWxD) mm	44x442x420	
Form Factor/Height	1U	
Fixed Interface	2x10GE (SFP+) + 8xGE Combo + 16xGE + 2xGE WAN + 1xUSB2.0 + 1xUSB3.0	
USB Port	1xUSB 2.0+1xUSB 3.0 Ports	
MTBF	45.56 years	
Weight (Full Configuration)	5.8 kg	
Local Storage	Optional, SSD (M.2) supported, 64/240GB	Optional, SSD (M.2) supported, 240GB
AC Power Supply	100V to 240V, 50/60Hz	
Power Consumption (Average/Maximum)	25W/55.16W	
Power Supplies	Single AC power supply; optional dual AC power supplies	
Operating Environment (Temperature/Humidity)	Temperature: 0°C to 45°C Humidity: 5% to 95%, non-condensing	
URL Filtering: URLs	Can access a database of over 120 million URLs in the cloud	
Automated Threat Feed and IPS Signature Updates	Yes, an industry-leading security center from Huawei (http://sec.huawei.com/sec/web/index.do)	
High Availability Configurations	Active/Active, Active/Standby	

6.2.4. NAS



Per condividere file tra le varie PdL della Rete B e per eseguire regolarmente backup di sicurezza dell'archivio d'istituto, è prevista l'installazione di un'unità di Network Attached Storage avente processore almeno di 2 GHz, 2 o più alloggiamenti (bay) per dischi, almeno 2 porte USB 3.0, almeno 1 porta HDMI, una o più porte Gigabit Ethernet, livello di rumore minore o uguale a 25 dB (dovendo stare in segreteria).

Ad hoc, l'apparato preso come riferimento nel "Capitolato Tecnico" è il QNAP TBS-464.

7. Piano di indirizzamento IP: VLAN e WLAN

Per il plesso RODARI si configureranno n. 10 VLAN e n. 1 WLAN, così come da seguente tabella:

DENOMINAZIONE	Dispositivi afferenti	HOST IP riservati	SUBMASK	NOTE
VLAN-S1-RODARI	PdL aule DS, DSGA	192.168.10.2- 192.168.10.254	255.255.255.0	
VLAN-S2-RODARI	PdL aula 8	192.168.15.2- 192.168.15.254	255.255.255.0	
VLAN-S3-RODARI	PdL segreteria	192.168.20.2- 192.168.20.254	255.255.255.0	
VLAN-L1-RODARI	PdL laboratorio	192.168.30.2- 192.168.30.254	255.255.255.0	
VLAN-L2-RODARI	PdL auditorium	192.168.35.2- 192.168.35.254	255.255.255.0	
VLAN-D1-RODARI	PdL padiglione 1	192.168.40.2- 192.168.40.254	255.255.255.0	
VLAN-D2-RODARI	PdL padiglione 4	192.168.50.2- 192.168.50.254	255.255.255.0	
VLAN-D3-RODARI	PdL padiglione 2	192.168.60.2- 192.168.60.254	255.255.255.0	
VLAN-D4-RODARI	PdL padiglione 3	192.168.70.2- 192.168.70.254	255.255.255.0	
VLAN-D5-RODARI	PdL padiglione 5	192.168.80.2- 192.168.80.254	255.255.255.0	
VLAN-D6-RODARI	PdL padiglione 6	192.168.90.2- 192.168.90.254	255.255.255.0	
WLAN-W-RODARI	Tutti gli AP	192.168.100.2- 192.168.100.254	255.255.255.0	

Gli indirizzi IP che terminano con .1 (es. 192.168.10.1) saranno utilizzati per le sottointerfacce del router/switch/AP, mentre gli indirizzi .255 (es. 192.168.10.255) saranno dedicati al broadcast di ciascuna sottorete.

8. Etichettatura

In fase di etichettatura si utilizzerà uno schema di numerazione univoco per tutti gli elementi del cablaggio dell'area interessata, conforme, se non diversamente specificato, allo standard EIA/TIA 606. Un formato tipo generale per le etichette può essere ad es.:

XXXX-YY:ZZ

dove:

- XXXX: identificativo dell'armadio rack (solitamente 2 cifre alfabetiche + 2 cifre numeriche);

- YY: identificativo dell'apparato attivo o pannello di permutazione o di terminazione presente nell'armadio XXXX (solitamente 2 cifre numeriche);
- ZZ: identificativo della porta dell'apparato YY (solitamente 2 cifre numeriche).

Si procederà quindi, nell'ordine, ad identificare:

1. armadi rack (es. RD01 indicherà il RACK-D1)
2. apparati attivi (es. 01)
3. pannelli di permutazione (es. 01)
4. cassette di terminazione (es. PP01)
5. prese di terminazione (es. 01)

Etichettati i suddetti apparati, si procederà quindi all'etichettatura dei cavi di collegamento.

In particolare, ogni estremità di ogni singolo cavo tra rack andrà etichettata con riferimento al percorso seguito, identificando il numero di armadio rack, il pannello di permutazione, la porta di partenza, così come il numero di armadio rack, il pannello di permutazione, la porta di terminazione.

Ad es. l'etichetta **AB04-24:01/AB07-36:13** all'estremità di un cavo indica che quest'ultimo collega l'armadio AB04 pannello 24 porta 01 all'armadio AB07 pannello 36 porta 13. L'estremità più lontana dello stesso cavo avrà un'etichetta simile, ma contenente informazioni opposte.



Anche i cavi di connessione rack-PdL saranno etichettati sulla base del percorso effettuato. Es. l'etichetta **AB01-12:05/PP07:01** all'estremità di un cavo indica che quest'ultimo collega l'armadio AB01 pannello 12 porta 05 alla presa utente n. 01 della cassetta PP07.

Per ogni armadio rack si dovrà quindi produrre e tenere sempre aggiornata la tabella delle interconnessioni attive. Ad esempio:

TABELLA DELLE INTERCONNESSIONI ATTIVE DEL RACK-L		
LINK	STATUS	NOTE
RD01-01:01/RD06-36:13	OK	
...	...	
RL01-12:05/PP07:01	FAULT	
...	...	

9. Piano Operativo di Sicurezza

In relazione al presente Progetto Esecutivo in oggetto, ed in ottemperanza alle disposizioni di cui ai Decreti in vigore (art.7 D.Lgs. 626/94 - art.26 D.Lgs. 81/08 - art. 131 D.Lgs. n. 163/2006), dovrà essere redatto il Piano Operativo di Sicurezza (POS) che sarà messo in atto dal personale della ditta appaltatrice incaricato ad operare presso le sedi dell'Amministrazione.

È compito di quest'ultima nominare ad hoc un tecnico abilitato a redigere il POS e ad approvarlo prima dell'inizio dei lavori.

10. Verifiche in itinere, Collaudo finale e Certificazioni

Al fine di ottenere un impianto realizzato ad opera d'arte e conforme alle norme e standard succitati, l'Amministrazione ha il compito di vigilare scrupolosamente sia durante la fase di realizzazione dell'impianto sia a lavori conclusi.

Tutti i prodotti forniti devono avere certificazione di conformità alla normativa vigente in materia di sicurezza nei luoghi di lavoro (D.Lgs. 81/08), di sicurezza e affidabilità degli impianti (L. 46/90), di sostenibilità ambientale e di contenimento dei consumi.

I prodotti forniti dovranno essere originali e recanti il marchio del costruttore, nuovi di fabbrica, e inclusi nel loro packaging originale. Non saranno ammessi prodotti usati o rigenerati.

Tutti i dispositivi oggetto di fornitura dovranno essere garantiti per almeno 24 mesi.

A termine lavori, l'impianto sarà collaudato da un tecnico collaudatore appositamente incaricato dall'Amministrazione, alla presenza dei tecnici della ditta installatrice.

Per le modalità da seguire nelle verifiche ci si può riferire alla Norma CEI EN 50346 (CEI 306-7).

da effettuarsi mediante l'impiego di appositi strumenti (field tester) in grado di fornire un livello di precisione conforme alle prescrizioni normative della CEI EN 61935-1.

Le verifiche, strutturali e funzionali, sia visive sia effettuate mediante l'impiego di appositi strumenti (field tester), hanno lo scopo di accertare se l'installazione rispetta le prescrizioni del progetto.

In ottemperanza con quanto previsto dalla Norma CEI 306-6 (CEI EN 50173-1), ogni singola tratta di cavo in rame e/o fibra multimodale/monomodale dovrà essere certificata per attestarne la rispondenza alle caratteristiche minime richieste.

Le connessioni in Cu dovranno essere sottoposte a verifiche di continuità, di valutazione della lunghezza, di efficacia e efficienza prestazionale.

Il collegamento permanente, pur realizzato utilizzando componenti di categoria adeguata, può infatti non rispettare i limiti della classe prevista, in base ai seguenti fattori:

- cavi danneggiati in fase di installazione che alterano le caratteristiche trasmissive;
- connettori con installazione errata;
- presenza di permutazioni, che introducono delle discontinuità riducendo la massima lunghezza prevista per il rispetto della classe;
- interferenze elettromagnetiche;
- condizioni climatiche o ambientali particolarmente gravose;
- ecc.

La certificazione potrà ad esempio avvenire con un riflettometro (TDR) ad alta precisione di classe almeno III per i sistemi di cablaggio in categoria 6 o superiore, secondo la Norma CEI 306-6 (CEI EN 50173-1) per cavi binati. I risultati dovranno essere valutati automaticamente dalla strumentazione con riferimento alle indicazioni della normativa ANSI/TIA/EIA-568-B.2-1.

Le misure di certificazione dovranno comprendere i seguenti parametri:

- Nominativo dell'operatore;
- Tipologia, numero di serie, revisione software dello strumento utilizzato;
- Numero identificativo della tratta testata;

- Tipo di link testato;
- Mappatura dei collegamenti;
- Lunghezza di ogni singola coppia;
- Impedenza di ogni singola coppia;
- Resistenza di ogni singola coppia;
- Capacità di ogni singola coppia;
- Valore massimo di attenuazione per ogni singola coppia e relativa frequenza di test;
- Valore massimo del cross-talk loss per ogni possibile combinazione di coppie;
- Valore minimo di ACR per ogni possibile combinazione di coppie;
- Valore minimo di POWER SUM NEXT per ogni possibile combinazione di coppie;
- Valore minimo di POWER SUM ACR per ogni possibile combinazione di coppie;
- Valore minimo di ELFEXT e POWER SUM ELFEXT per ogni possibile combinazione di coppie;
- Valore minimo di RETURN LOSS per ogni possibile combinazione di coppie;
- Valore minimo di DELAY per ogni possibile combinazione di coppia;
- Valore minimo di DELAY SKEW per ogni possibile combinazione di coppia.

Nella stampa del report dovranno comparire le misure svolte, i valori misurati e quelli di riferimento.

La certificazione dovrà essere positiva per TUTTI i punti rete in Cu installati.

La certificazione della fibra ottica dovrà essere eseguita secondo gli standard di riferimento; ad esempio con strumento ad alta precisione di tipo a retrodiffusione OTDR (*Optical Time Domain Reflect meter*) secondo la Norma CEI 306-6 (CEI EN 50173-1) per cavi in fibra ottica.

I test dovranno essere effettuati per ogni singola fibra, su tutte le tratte, in entrambe le direzioni.

Le verifiche sulla fibra ottica multimodale dovranno essere effettuate alternativamente a 850 e 1300 nm con sorgente e rivelatore. Le misure di attenuazione su fibre ottiche monomodali (se presenti) dovranno essere realizzate a 1310 e 1550 nm.

Le indicazioni delle modalità di misura dovranno essere conformi al metodo 1A, EIA/TIA-526-7. Le impostazioni di misura dovranno essere conformi alle indicazioni ANSI/EIA/TIA-526-14, metodo B. Le valutazioni sui risultati delle misure dovranno essere conformi alle indicazioni presenti su EIA/TIA-568-B.1 e ai valori massimi di attenuazione ammessi dal Costruttore del cavo sommati a quelli dei connettori.

Il report con le misure di certificazione effettuate potrà comprendere, oltre a quelli previsti dalle normative citate, i seguenti parametri:

- Nominativo dell'operatore;
- Tipologia, numero di serie, revisione software dello strumento utilizzato;
- Numero identificativo della tratta testata.
- Lunghezza d'onda utilizzata;
- Localizzazione di eventuali giunzioni;
- Attenuazione della tratta;
- Lunghezza della tratta;
- Return Loss ;
- Curva di attenuazione;

La certificazione dovrà essere positiva per TUTTI i punti e apparati ottici installati.

Compito del collaudatore sarà anche verificare la correttezza delle etichettature così come da Capitolo ad hoc del presente documento.

Relativamente alle sottoreti VLAN e WLAN, sarà compito del tecnico collaudatore compilare accuratamente, per ogni sottorete, la tabella di subnetworking, come da esempio seguente:

VLAN - 1	
Intervallo Indirizzi IP	192.168.100.2-254
Netmask	255.255.255.0
Network	192.168.100.0
Broadcast	192.168.100.255
Gateway (router)	192.168.100.1

HOST IP	PRESA
192.168.100.2	PP01:01
192.168.100.3	PP01:02
....	
....	
....	

È altresì compito del collaudatore effettuare da ogni PdL uno *speed test* della connessione di rete al fine di verificare velocità di download (in Mbps), velocità di upload (in Mbps), ping (in ms) e jitter (in ms, opzionale).

Per l'effettuazione dello speed test si consiglia il servizio web offerto dal sito www.speedtest.net.

I valori rilevati vanno registrati nella Tabella di Speed Test.

DATA E ORA	ID PRESA PDL	DISPOSITIVO	OPERATORE	DW SPEED	UP SPEED	PING
13/01/2022	PP15	Notebook Acer Inspire ... classe 3B	Mario Rossi	140 Mbps	25 Mbps	13 ms

Un'altra tabella che dovrà essere controllata dal collaudatore è la Tabella delle credenziali di accesso (TCA), nella quale vanno registrate tutte le credenziali di accesso (amministrativo e non) ai vari dispositivi/apparati d'impianto (es. router, firewall, switch, ecc.). La tabella avrà il seguente formato:

DATA E ORA	DISPOSITIVO/ APPARATO/ NETWORK	ID	PASSWORD	NOTE	UTENTE
-------------------	---------------------------------------	-----------	-----------------	-------------	---------------

13/01/2022	Router CSI	ISP-4309534-Rodari	Fsd4fGt@54#fds_3	modificata per manutenzione preventiva ordinaria	Mario Rossi

Infine, il collaudatore dovrà assicurarsi della presenza della copia delle tabelle delle interconnessioni attive (TIA) presso ogni rack. Una copia delle stesse andrà consegnata in archivio.

Concluse le operazioni collaudo, il tecnico collaudatore, acquisite tutte le certificazioni di conformità dei prodotti installati e i report delle misurazioni effettuate, verificata la completezza della documentazione di progetto, dovrà produrre verso l'Amministrazione:

- report dei test;
- il verbale di collaudo;
- tabelle TIA;
- tabella di Speed Test;
- tabelle di subnetworking;
- tabella TCA;
- copia delle certificazioni di conformità dei prodotti, di garanzia degli apparati e di qualità dell'installatore.

11. Formazione del personale

Al termine delle operazioni di collaudo, è opportuno che la ditta appaltatrice provveda ad erogare *on site* un breve corso di formazione ed addestramento al personale amministrativo individuato dall'Amministrazione, almeno sui seguenti temi:

- descrizione generale dell'impianto
- caratteristiche degli apparati di rete principali
- identificazione degli apparati e delle tratte all'interno degli armadi
- best-practices
- operazioni di primo intervento e di manutenzione ordinaria

Tempi e modalità dell'intervento formativo verranno concordate con l'Amministrazione.

12. Documentazione dell'impianto

Sarà cura della Committenza esigere e conservare copia delle certificazioni richieste e dei collaudi effettuati nelle varie sedi e nelle diverse fasi di realizzazione dell'impianto.

La documentazione d'impianto comprenderà, in formato cartaceo e digitale, i seguenti documenti:

- Copia del presente progetto esecutivo;

- Copia del Piano Operativo di Sicurezza (POS);
- Schemi planimetrici e logici dell'intero edificio, riportanti per i CD, BD e FD, i collegamenti delle varie tratte di cablaggio, il posizionamento degli armadi rack, degli apparati di rete principali e delle PdL; eventuali variazioni rese necessarie in corso d'opera rispetto ai disegni esecutivi dovranno essere riportate ed evidenziate;
- Tabelle delle interconnessioni attive (TIA);
- Tabelle di subnetworking (TS);
- Tabella di speed test (TST);
- Tabella delle credenziali di accesso (TCA);
- Registro firme dell'attività di formazione del personale;
- Report dei test di collaudo effettuati;
- Verbale di collaudo;
- Copia del piano di manutenzione;

Una copia del piano di manutenzione e le relative tabelle di interconnessioni attive e di subnetworking dovrà essere conservata, oltre che in archivio, anche presso ogni armadio rack di distribuzione.

Ogni documento dovrà riportare data e firma del soggetto redattore.

13. Note Finali

In fase di realizzazione dell'opera sono ammissibili solo modifiche migliorative al presente progetto, ad esempio rispetto al numero e all'ubicazione delle attrezzature. In qualsivoglia caso, non può essere quindi ridotto il numero delle attrezzature, semmai aumentato, né possono essere installati apparati con caratteristiche tecniche e tecnologiche inferiori a quelle prescritte.

È condizione essenziale per l'accettazione dell'opera da parte dell'Amministrazione che le operazioni di collaudo si concludano con esito positivo e che ad hoc venga rilasciata certificazione a norma di legge.

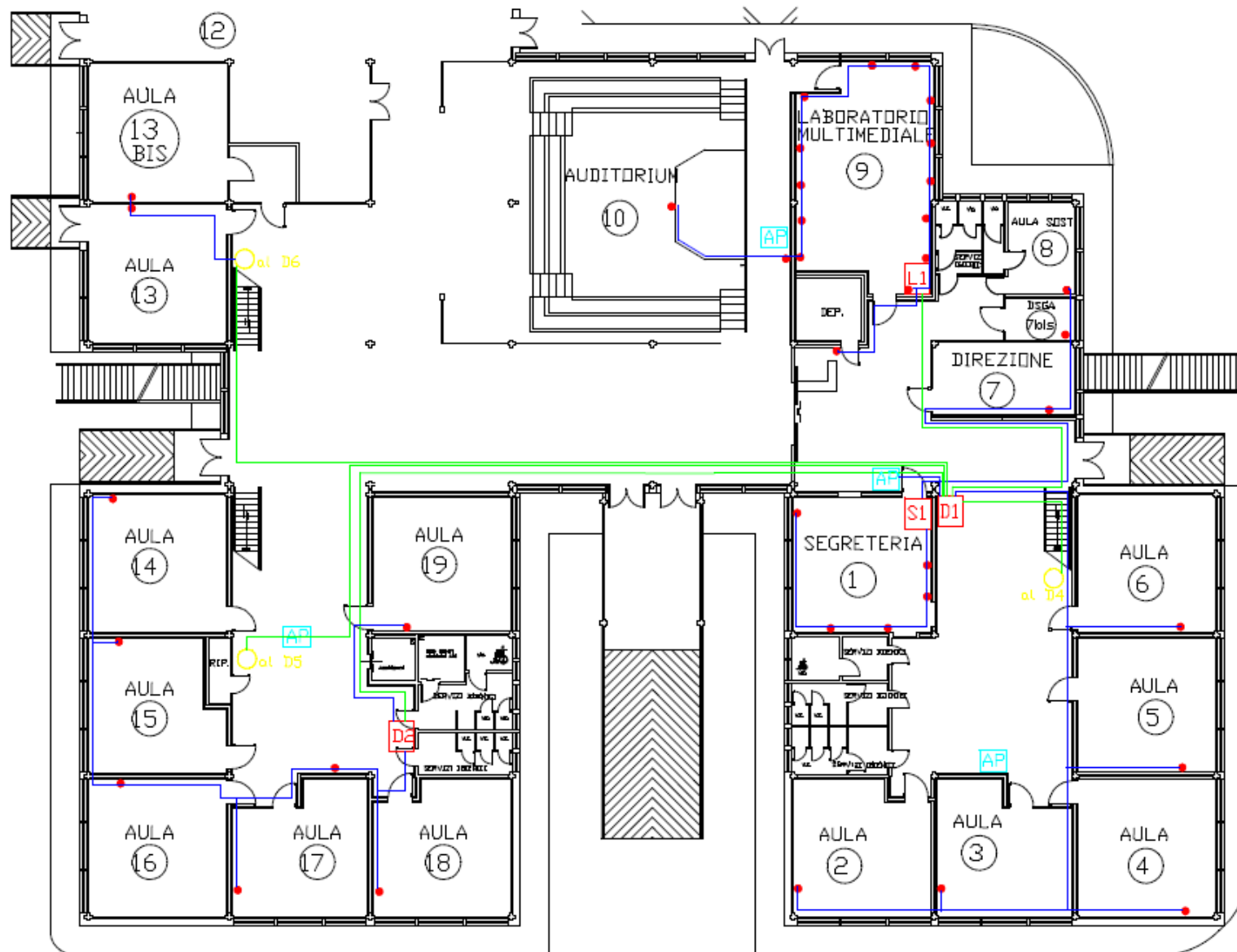
È altresì condizione essenziale che le attrezzature installate e gli accessori siano provvisti di etichette, adesivi o qualsiasi altra forma chiaramente identificabile e leggibile.

In caso di mancato rispetto delle indicazioni vincolanti sopra citate o in caso di difformità in direzione non migliorativa rispetto al presente progetto, l'appaltante potrà riservarsi di annullare la gara senza corresponsione di oneri ed adire alle vie legali per il risarcimento di eventuali danni.

Il presente progetto viene fornito al Committente in versione cartacea ed elettronica.

14. Allegato A – Schemi planimetrici

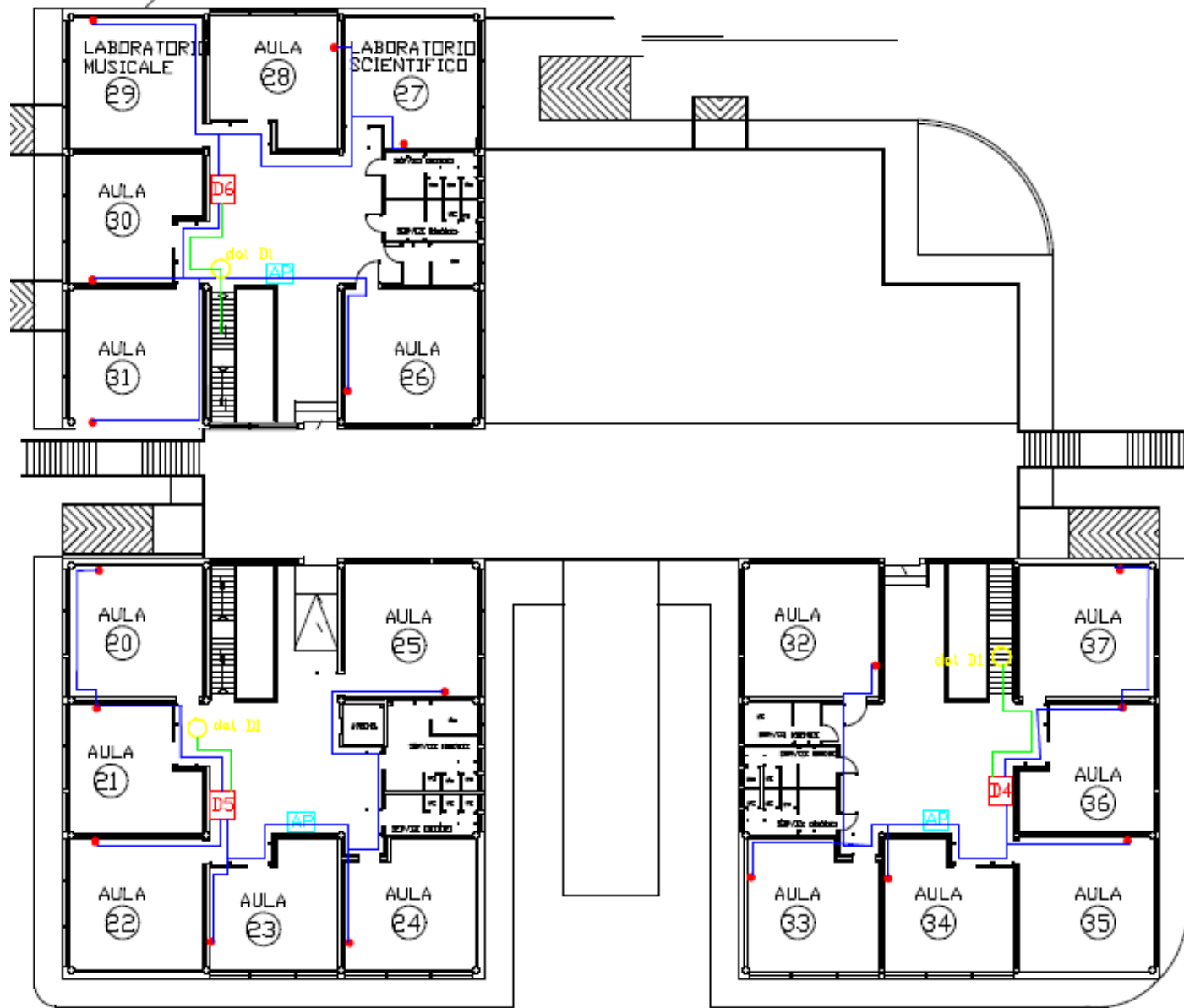
PLESSO "G. RODARI" - CABLAGGIO PIANO TERRA



LEGENDA:

- polilinee verdi: tratta in fibra ottica
- polilinee blu: tratte in rame
- riquadri rossi: armadi rack
- pallini rossi: punti rete (PdL)

PLESSO "G. RODARI" - CABLAGGIO PRIMO PIANO



LEGENDA:

- polilinee verdi: tratta in fibra ottica
- polilinee blu: tratte in rame
- riquadri rossi: armadi rack
- pallini rossi: punti rete (PdL)

15. Allegato B – Codifica di etichettatura

Gli armadi rack andranno etichettati secondo la seguente codifica:

RACK-S1	RS01
RACK-D1	RD01
RACK-L1	RL01
RACK-D2	RD02
RACK-D4	RD04
RACK-D5	RD05
RACK-D6	RD06

I pannelli di permutazione/distribuzione, gli apparati attivi e tutti i moduli interni al rack saranno identificati da due cifre numeriche attribuite progressivamente nell'ordine di installazione dell'apparato nel rack (dall'alto verso il basso).

Le porte sui suddetti apparati/moduli verranno etichettate da due cifre numeriche attribuite progressivamente ed ordinatamente da sx a dx e dall'alto in basso.

Le cassette di terminazione saranno identificate dalle lettere maiuscole "PP" seguite da due cifre numeriche attribuite progressivamente nell'ordine di installazione (es. PP01).

Le prese installate nelle cassette di terminazione saranno identificate da due cifre numeriche progressive da sinistra a destra (es. 01, 02, ecc.).

I cavi verranno etichettati ad entrambe le estremità così come descritto al Capitolo 8.

16. Allegato C – Computo metrico-estimativo

Per gli apparati passivi si prescrive:

TIPO	ARTICOLO	DESCRIZIONE	QTY	UNITA'
CABLAGGIO VERTICALE	GFOM4CDT04LU-B2ca	Cavo multimodale 50/125 micron OM4, 4 fibre classe B2ca	300	metro lineare
CABLAGGIO VERTICALE		installazione cavo	300	metro lineare
CABLAGGIO VERTICALE	HOTLCOM4001	Pigtail in fibra ottica, LC, 50/125 µm, OM4, 1 metro	7	pezzo
CABLAGGIO VERTICALE	HOPLCOM4020LC273	Bretella in fibra ottica - multimodale OM4 LC-LC lunghezza 2 metro	10	pezzo
CASSETTI OTTICI	FPCC1SXMM48LC2	Patch panel ottico OM3 e OM4 precaricato con 24 LC duplex, standard 19" altezza 1 RU	1	pezzo
CASSETTI OTTICI		Installazione Patch Panel e accessori in fibra - Pigtail in fibra ottica [Euro ad unità installazione]	1	pezzo
CABLAGGIO ORIZZONTALE	AC6S/FTP-Cca-500GN	Cavo S/FTP cat.6A, 1000hm classe Cca	3000	metro lineare
CABLAGGIO ORIZZONTALE		installazione cavo	3000	metro lineare
CABLAGGIO ORIZZONTALE	AC6PCG010-488HB	Patch cord rame - S/FTP Cat. 6A lunghezza 1 metro	120	pezzo
CABLAGGIO ORIZZONTALE	AC6PCG010-488HB	Work patch cable - Patch cord rame - S/FTP Cat. 6A lunghezza 2 metri	120	pezzo
PANNELLI DI PERMUTAZIONE	BUND PAN-24 AC6 FTP	Patch Panel e accessori in rame - Patch panel altezza 1 U schermato, di tipo precaricato, equipaggiato con 24 porte RJ45 di cat. 6A, per cavi FTP cat. 6A precaricato, equipaggiato con 24 porte RJ45 di cat. 6A, per cavi FTP cat. 6A	8	pezzo
PANNELLI DI PERMUTAZIONE		Installazione Patch Panel e accessori in rame - Patch panel dati e voce in rame	8	pezzo
ARMADIO RACK	F60xxN	Armadio rack 19" da 12U a 21U, profondo 600mm, di larghezza 600mm	6	pezzo

ARMADIO RACK	F88xxN	Armadio rack 19" da 27U a 42U, profondo 800mm, di larghezza 800mm	1	pezzo
ARMADIO RACK	P9062	Gruppo di ventilazione a tetto	1	pezzo
ARMADIO RACK	F9030N	Guida patch orizzontale altezza 1U	1	pezzo
ARMADIO RACK	F9100N	Ripiano fisso	1	pezzo
UPS	CL7VI30K	Tipo convertibile tower/rack con capacità di circa 3000VA	1	pezzo
UPS	CL7VI15K	Tipo convertibile tower/rack con capacità di circa 1500VA	6	pezzo
PDL	BR-KIT-2xRJ45 AC6F	Prese e scatole - Piastrine per l'installazione su scatole UNI503 da esterno, da incasso...	62	pezzo
PDL		installazione prese e scatole	62	pezzo
Certificazioni		Certificazione del cablaggio - Certificazione per $51 \leq PDL \leq 100$ [Euro per certificazione]	1 per 62	pezzo

Per gli apparati attivi si prescrive:

TIPO	ARTICOLO	DESCRIZIONE	QTY	UNITA'
AP	AP4051DN-C	Huawei Technologies AP4051DN	7	pezzo
AP		Configurazione AP	7	pezzo
UTM	USG6515E-C	Huawei Technologies USG6515E (dispositivo con doppia alimentazione e 2*GE WAN+8*GE Combo+16*GE RJ45+2*10GE SFP+)	2	pezzo
UTM		Configurazione UTM	2	pezzo
SWITCH	S5730-48C-PWR-SI-AC	Huawei S5730-48C-PWR-SI-AC a 24 Ethernet ports e 8 SFP+ ports	1	pezzo
SWITCH	S5730-68C-PWR-SI-C	Huawei S5730-68C-PWR-SI a 48 Ethernet ports	1	pezzo
SWITCH	S5720-28X-PWR-LI-AC	Huawei S5720-28X-PWR-LI-AC a 24 Ethernet ports - SFP+ ports - PoE+	5	pezzo
SWITCH		Configurazione Switch	7	pezzo
NAS		QNAP TBS-464	1	pezzo
NAS		Western Digital WD Red 8 TB NAS hard disk interno 3.5", 5400 RPM Class, SATA 6 Gb/s, CMR, 256 MB Cache, WD10EFRX	2	pezzo
Formazione		Formazione del personale dell'Amministrazione	10	ore