

Esercitazione di laboratorio - Progetto di cablaggio strutturato e rete locale

Riccardo Persello

25 giugno 2021



Dipartimento di Ingegneria e Architettura
Corso di Ingegneria Elettronica

Reti di Calcolatori

Esercitazione di laboratorio - Progetto di cablaggio strutturato e rete locale

Riccardo Persello

Riccardo Persello

Esercitazione di laboratorio - Progetto di cablaggio strutturato e rete locale

Reti di Calcolatori, 25 giugno 2021

Docente: Pier Luca Montessoro

Università degli Studi di Udine

Dipartimento di Ingegneria e Architettura

Corso di Ingegneria Elettronica

Sommario

Obiettivi Questa esperienza di laboratorio consiste nella progettazione di un'infrastruttura di rete aziendale, comprendente servizi di collegamento internet e fonia. Il progetto si suddivide in tre parti: una parte riguardante il cablaggio strutturato dell'edificio, una seconda parte in cui si richiede il progetto della rete locale, ed una parte finale riguardante il piano di indirizzamento IP della rete aziendale.

Indice

1	Cablaggio Strutturato	1
1.1	Planimetrie	1
1.2	Requisiti	2
1.3	Analisi	2
1.3.1	Conteggio delle prese utente	3
1.4	Progettazione	6
1.4.1	Tipo di presa	6
1.4.2	Dislocazione degli armadi e dorsale principale	6
1.4.3	Cablaggio orizzontale	7
1.4.4	Armadio del piano terreno	8
1.4.5	Parti comuni a tutti gli armadi	9
1.4.6	Cavi	10
1.5	Elenco dei materiali	12

Cablaggio Strutturato

1.1 Planimetrie

Si riportano di seguito le planimetrie piano terreno (Figura 1.1) e dei successivi piani dell'edificio (Figura 1.2) opportunamente annotate e dimensionate. Le quote sono approssimative in quanto non fornite nelle specifiche originali.

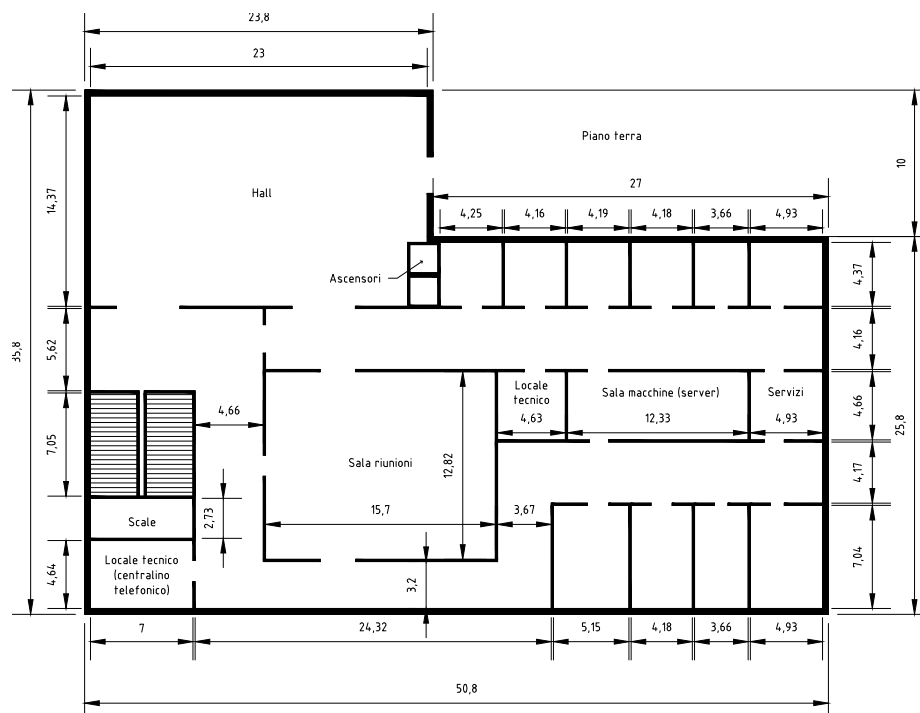


Fig. 1.1: Planimetria del piano terreno.

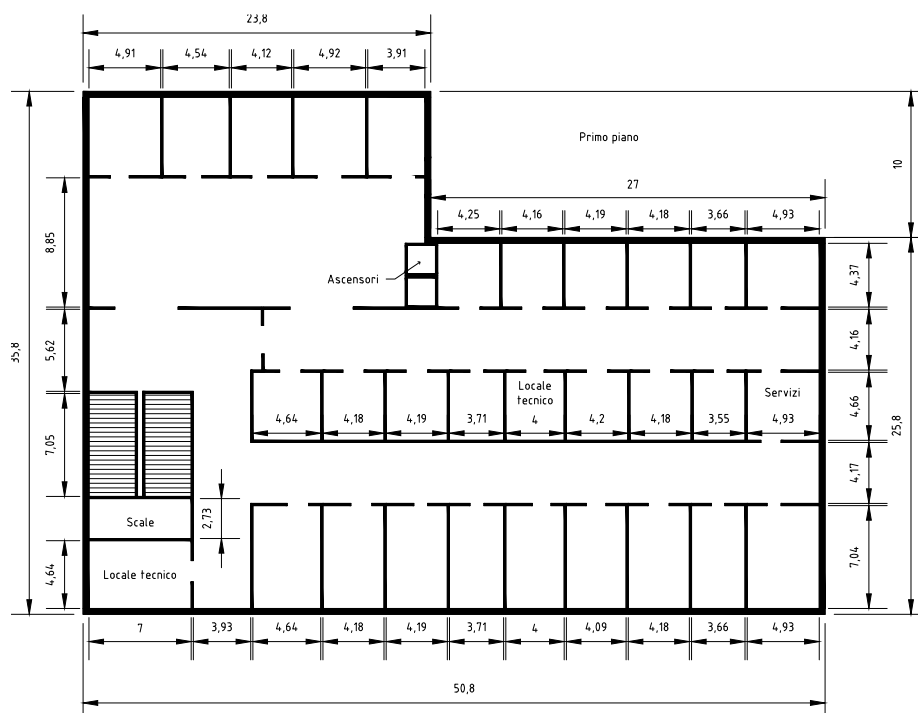


Fig. 1.2: Planimetria del primo piano e dei successivi (1-4).

1.2 Requisiti

È richiesto un cablaggio standard ISO/IEC11801 con 2 prese in rame per ogni posto di lavoro. In aggiunta alla topologia stellare è richiesta l'introduzione di collegamenti in rame (almeno 4 cavi da 4 coppie) tra gli armadi adiacenti, per la realizzazione di reti fisiche di estensione limitata in piccole zone dell'edificio e per eventuali cammini ridondanti per soluzioni fault tolerant. Uno dei locali dell'edificio (adeguatamente indicato nelle planimetrie) dovrà essere adibito a sala macchine e ospiterà i server. Un centralino telefonico sarà ospitato nel vano al piano terreno che ospiterà anche l'armadio di centro stella di edificio; in tale vano arriveranno i collegamenti ai servizi esterni.

1.3 Analisi

Prima di procedere con la prima parte del progetto, è necessario analizzare collettivamente le planimetrie ed i requisiti indicati. Si sceglie di iniziare dai requisiti

necessari a soddisfare gli utenti finali di questo progetto, ovvero i dipendenti aziendali (ed in genere chiunque debba collegarsi alla rete in questione). Dal punto di vista del cablaggio strutturato, il vincolo è dato principalmente dalle postazioni e dalle apparecchiature da collegare alla rete cablata, in quanto richiederanno un numero minimo ben preciso di prese a muro, necessarie non solo a garantire il loro collegamento, ma anche a mantenere una ridondanza sufficientemente elevata. Questo si rivela utile al fine di scongiurare interventi eccessivamente lunghi, costosi ed invasivi ad ogni danneggiamento di una linea od un apparato di rete.

1.3.1 Conteggio delle prese utente

Si è effettuato il conteggio delle prese (del piano terra) secondo la seguente tabella:

Stanza	Numero stanze	Uso presa	Numero prese
Hall	1	Telefonia (scrivania)	2
		Citofono (scrivania)	1
		Citofono (muro)	1
		Computer (scrivania)	2
		Access point	1
		Prese ridondanti/espansioni (scrivania)	4
		Apricancello e azionamenti esterni (muro)	2
		Prese ridondanti (muro)	1
Sala riunioni	1	Connessione laptop partecipanti (tavolo)	16
		Telefonia VoIP per (video)conferenze (tavolo)	2
		Telefonia standard (tavolo)	2
		Access point (visitatori + rete interna, separati)	2
		Proiettore o lavagna multimediale (muro)	1
		Computer per presentazioni (muro)	1
		Prese ridondanti (muro)	2
Ufficio	10	Telefonia	1
		Workstation	1
		Prese ridondanti	1

Tab. 1.1: Conteggio delle prese del piano terra.

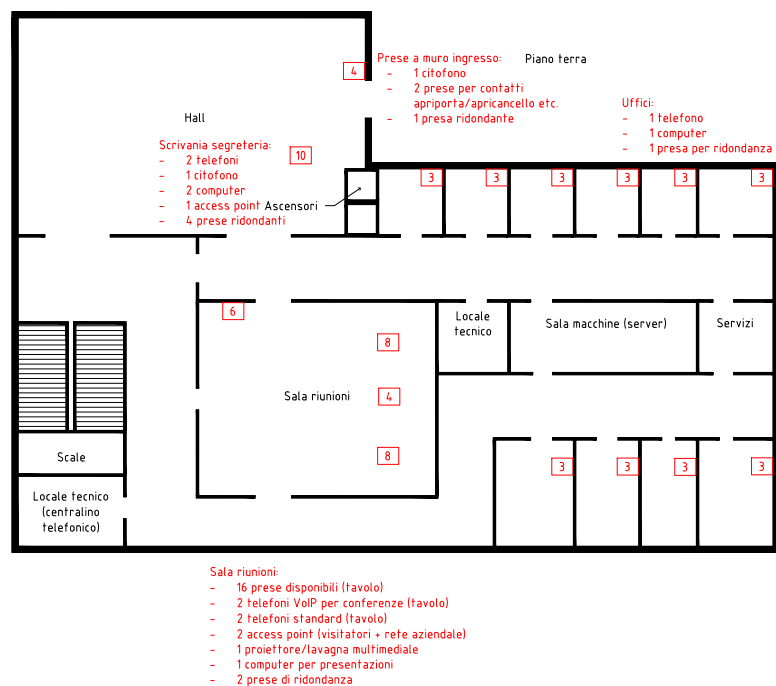


Fig. 1.3: Planimetria del piano terreno, comprensiva di posizionamento e conteggio delle prese multiuso.

Per il primo piano ed i superiori, il conteggio è il seguente:

Stanza	Numero stanze	Uso presa	Numero prese
Ufficio	27	Telefonia	1
		Workstation	1
		Prese ridondanti	1

Tab. 1.2: Conteggio delle prese del primo piano e i superiori.

Riassumendo, saranno necessarie 70 prese al piano terreno, e 81 per ogni piano al di sopra. Questo porta il numero totale di prese a 394, per poter servire 118 uffici, ognuno con un collegamento alla rete locale, un collegamento fonia ed una presa ridondante o configurabile in caso di necessità. A questi si aggiungono 16 postazioni sul tavolo della sala riunioni ed una buona disponibilità di connessioni nella hall, la quale potrebbe necessitare di due telefoni, uno o più computer e svariate prese libere per il controllo di dispositivi come citofoni, meccanismi apricancello e sistemi di allarme.

L'aggiunta di una presa ridondante in ogni postazione ovviamente aggiunge un peso non indifferente al conteggio totale, ma si ritiene il beneficio di una imme-

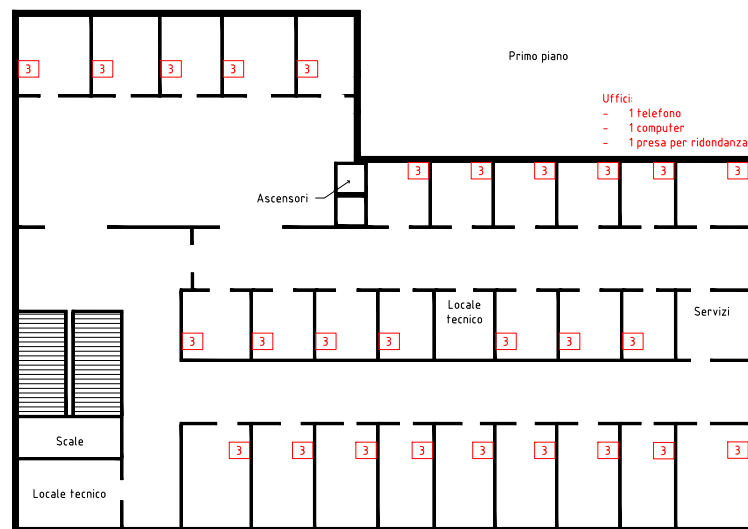


Fig. 1.4: Planimetria del primo piano e dei successivi, comprensivi di posizionamento e conteggio delle prese multiuso.

diata possibilità di riconfigurazione in caso di guasto, o l'aggiunta/spostamento di apparecchiature di test giustifichi questa aggiunta. Ovviamente certe industrie non godrebbero a pieno di una simile configurazione, ma si pensi, ad esempio, al dipartimento di ricerca e sviluppo di un'azienda specializzata nella costruzione di dispositivi elettronici: una presa aggiuntiva consentirebbe ad un dipendente di poter portare alla sua postazione una qualsiasi apparecchiatura di test, come ad esempio un oscilloscopio, e connetterla alla rete per poter effettuare delle prove automatizzate durante lo sviluppo del firmware per questo dispositivo. Difficilmente una simile apparecchiatura avrà funzionalità di controllo remoto wireless. È invece molto comune trovare connettori RJ45 per il collegamento Ethernet.

Questo è un esempio basato semplicemente su passate esperienze di stage, in cui vi era la necessità di effettuare dei test automatizzati su dei dispositivi in prova. La presenza abbondante di connessioni di rete cablate ha consentito la riconfigurazione di una parte di un laboratorio.

1.4 Progettazione

1.4.1 Tipo di presa

Supponendo che l'edificio abbia già alcune scatole elettriche incassate dedicate all'impianto di rete, dove necessarie (anche condivise con altri connettori/controlli), non si terrà conto del costo di queste ultime.

Si sceglie di utilizzare prodotti di marca Vimar, serie Netsafe. Nello specifico, si sceglie di usare dei connettori RJ45 Cat5e UTP (codice 14339.11), illustrato in figura 1.5.



Fig. 1.5: Il connettore scelto per le prese utente.

Dato che determinate scatole elettriche possono contenere anche prese, pulsanti, interruttori o altri tipi di dispositivi, non si conosce la dimensione (e di conseguenza il costo) delle placche decorative e dei supporti di montaggio.

Si suppone pertanto di affidarsi a quanto già predisposto per l'impianto elettrico (ove possibile).

Notare che nella maggior parte dei casi, questo non sarà necessario, in quanto gran parte dell'impianto, per motivi di flessibilità e semplicità, verrà posato a pavimento, con delle prese direttamente disponibili sulle scrivanie.

Nei casi in cui è invece necessario affidarsi a delle prese a muro, resta valido quanto prima descritto.

1.4.2 Dislocazione degli armadi e dorsale principale

Data la topografia stellare del cablaggio orizzontale, si preferisce ospitare gli armadi per la *floor distribution* nei locali tecnici centrali all'edificio, in ogni piano. Essendo già stato fissato dalla planimetria fornita, il centralino telefonico sarà per forza posizionato nel locale tecnico sud-ovest del piano terreno, assieme alle apparecchiature per il collegamento alla rete pubblica.

Con questa scelta, il server (posizionato al piano terreno), godrà di una distanza ridotta con l'armadio di piano, garantendo un miglior collegamento (in quanto si assume che il server necessiti di una considerevole quantità di banda), ed una maggiore flessibilità nel caso in cui, in futuro, dovessero essere necessarie delle espansioni.

I collegamenti di dorsale dell'edificio saranno inizialmente orizzontali, dirette dal locale tecnico sud-ovest del piano terreno verso quello centrale. Da quel punto, si muoveranno in verticale, raggiungendo gli altri armadi. La stessa cosa vale per i collegamenti addizionali tra armadi adiacenti.

1.4.3 Cablaggio orizzontale

Si suppone di avere a disposizione un sistema di cablaggio a pavimento galleggiante, comprensivo di più canalette di larghezza sufficientemente ampia da poter accogliere complessivamente, nelle parti iniziali del percorso, circa la metà di tutti i cavi utilizzati nel cablaggio di un singolo piano.

Per quanto concerne la sala riunioni, essendo adiacente al locale tecnico contenente l'armadio, ed essendo dotata di numerose prese, si preferisce evitare di dover passare il cablaggio attraverso il corridoio: si preferisce attraversare il muro, predisposto con un foro di diametro sufficiente, per raggiungere i tavoli da sotto il pavimento. Qui, le connessioni saranno poste al centro del tavolo principale e su quello del presentatore mediante delle scatole elettriche oblique da scrivania.

Si ritiene utile sfruttare un passaggio simile per il raggiungimento della vicina sala server e, per i piani superiori, del corridoio al lato opposto della porta presente nel locale tecnico. Non si ritiene ragionevole la percorrenza a "U" del corridoio principale per il solo fine di raggiungere degli uffici altrimenti molto vicini in linea d'aria.

Queste considerazioni sono riportate nelle planimetrie alla fine del capitolo (figure 1.6 e 1.7). I cablaggi di dorsale sono tracciati con delle linee di spessore maggiore, ed i cerchi indicano il passaggio tra piani differenti.

Gli armadi sono evidenziati in azzurro e le prese in fuchsia.

Nelle planimetrie, il cablaggio si distingue nel seguente modo:

Verde Fibra ottica multimodale 50/125.

Arancione Cavi in rame Cat5e per Ethernet.

Rosso Cavi in rame voice-grade (Cat3) per fonia.

Si contano due pareti attraversate nel piano terra, e soltanto una per piano nei superiori.

1.4.4 Armadio del piano terreno

L'armadio del piano terreno è quello direttamente connesso al centralino telefonico ed ai sistemi di collegamento con l'infrastruttura di rete pubblica.

In questo armadio sarà presente sia il *floor distributor* per il pianterreno, sia il *building distributor*. Volendo, possono essere separati per avere una migliore suddivisione, ma vista la minor densità del piano terreno rispetto ai superiori, si ritiene più comodo l'utilizzo di un unico armadio.

Per poter definire il numero di prese nei pannelli di permutazione, è necessario stabilire il livello di ridondanza anche nei collegamenti di dorsale.

Si decide di utilizzare un cavo da 12 fibre ottiche (Vimar 03152.E) per il collegamento dei *floor distributor* con il *building distributor*. Per il collegamento tra il centralino telefonico (punto di connessione con l'esterno anche per la fibra ottica) ed il locale tecnico si ritiene utile l'uso un cavo da 4 fibre (Vimar 03153.E). Soltanto due di queste saranno utilizzate, ma essendo la parte più delicata della rete, è il primo luogo in cui è necessario garantire una buona ridondanza. La commutazione sulla linea secondaria deve essere estremamente rapida e non deve richiedere interventi da parte di esterni in caso di guasto.

Pannello di permutazione per fibra ottica

È necessaria una striscia di permutazione per fibra ottica con capacità minima di 6 coppie. Il *patch panel* scelto è il Bticino/Legrand C9124LCL, dotato di connettori LC, 48 fibre, multimodale, con montaggio a rack.

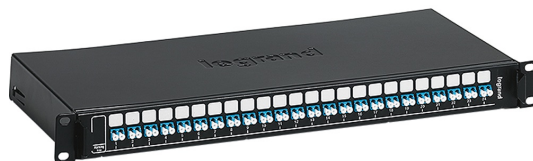


Fig. 1.8: Il pannello di permutazione per fibra ottica.

Pannelli di permutazione telefonica

Il *building distributor* è predisposto per poter permutare tutte le utenze telefoniche prima del loro arrivo ai *floor distributors*. Essendoci un totale di 122 utenze telefoniche interne e garantendo una certa espandibilità e ridondanza, si sceglie di usare 4 coppie di pannelli (quattro diretti al centralino, ed altri quattro dedicati ai singoli piani) di marca Vimar, modello 03024.3. Questi sono dotati di 50 porte RJ45 voice-grade ciascuno (esempio in figura 1.9). In questo modo vengono garantiti 200 collegamenti.

1.4.5 Parti comuni a tutti gli armadi

In ogni armadio, arrivano i seguenti collegamenti:

1. Un numero piuttosto elevato di collegamenti telefonici verso il centralino.
2. Una coppia di fibre ottiche, connesse con il permutatore ottico di centro stella (BD).
3. I collegamenti di backup tra locali tecnici adiacenti.



Fig. 1.9: Il pannello di permutazione telefonico.

Saranno necessarie due strisce di permutazione: una telefonica, connessa al centralino al piano terreno, ed un'altra di distribuzione verso tutte le prese del piano. Quest'ultima sarà collegata, mediante delle patch-cord, sia con le prese degli switch di piano, sia con quella telefonica precedentemente indicata.

Pannello di permutazione telefonico

Visto che il numero massimo di utenze telefoniche per piano si aggira intorno alle 30 unità, si decide di utilizzare delle strisce di permutazione Vimar modello 03024.3, 50 prese RJ45 voice-grade, illustrato in figura 1.9.

Pannello di distribuzione

Ogni presa utente del piano andrà connessa a questi pannelli di permutazione. Come prima conteggiato, il numero massimo di prese per piano è di 81 unità. Si sceglie di utilizzare due *patch panel* di marca RS Pro, codice 556-708 (Cat5e, 48 porte, RJ45, UTP, 2U, illustrato in figura 1.10) in ogni *floor distributor*.

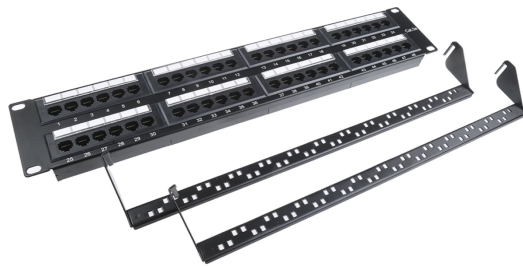


Fig. 1.10: Il pannello di permutazione di distribuzione.

1.4.6 Cavi

Si effettua un conteggio approssimativo della quantità di cavi da utilizzare per la realizzazione dell'impianto.

Collegamento in fibra ottica

Ha una lunghezza approssimativa di 40 metri. Se si ritiene necessario collegare il server aziendale allo stesso modo, è ragionevole aggiungere altri 15 metri. Si tratta di un cavo da 4 fibre multimodali 50/125 OM3 (Vimar 03153.E). Si suppone che l'internet service provider abbia fornito la necessaria attrezzatura per il collegamento fino al locale tecnico sud-ovest, assieme ai servizi telefonici.

Dorsale in fibra ottica

Considerando un'altezza di 3 metri per piano, e tenendo conto del fatto che non si tratterà di un percorso totalmente rettilineo, si ritiene ragionevole supporre che la dorsale abbia una lunghezza di circa 25 metri. Si sceglie, come precedentemente indicato, di utilizzare una fibra multimodale 50/125 OM2 (Vimar 03152.E). Il cavo contiene 6 coppie, ed ognuna verrà estratta dal cavo nel punto in cui è richiesto il collegamento con le apparecchiature attive di rete.

Collegamento e dorsale telefonica

Per il collegamento del *BD* con il centralino telefonico, si utilizzerà un cavo in rame multicoppia di categoria 3. Per coerenza col numero di prese per piano, si sceglie un cavo da 50 coppie, prodotto da Draka Prysmian. Questo cavo sarà utilizzato sia per collegare il centralino ed il *building distributor*, sia quest'ultimo con gli armadi di piano. La quantità necessaria di cavo è di 160 metri (4 cavi su 40 metri) per il primo collegamento, ed altri 60-70 metri (garantendo sempre una certa abbondanza) per il cablaggio verticale.

Cavi per la distribuzione

Per la distribuzione dei servizi di telefonia ed internet fino agli uffici, si utilizzano cavi di categoria 5e da 4 coppie ciascuno. Anche le prese ridondanti, previste in ogni ufficio, saranno cablate in questo modo.

La stima di cavo necessario per il piano terreno è di poco inferiore ai 2000 metri (approssimativamente 1750). Per i piani successivi, questo numero sale a circa 2800 metri. Si decide di considerare un totale di 3000 metri per piano. A questo scopo, saranno necessari 14000 metri di cavo Cat5e da 4 coppie, UTP.

Considerando la volontà di aggiungere una linea di backup tra armadi adiacenti, composta da 4 cavi, occorre aggiungere cavo sufficiente a coprire 4 volte la dorsale. Si aggiungono altri 300 metri al conteggio. In questo modo sarà possibile, con il cavo aggiuntivo, creare dei cavi Ethernet su misura ove necessario.

Si acquisti un totale di almeno 14300 metri di cavo.

Acquistando 14 rotoli di Vimar 03050.E.B (1000 metri) ed un rotolo di 03050.E (305 metri), si giunge a 14305 metri di cavo.

1.5 Elenco dei materiali

L'elenco dei materiali è consultabile alla figura 1.11, a fine capitolo, dopo le planimetrie.

Il costo parziale dei materiali è di 18546,72€.

Si procede ora con la seconda parte del progetto, riguardante l'infrastruttura di rete locale.

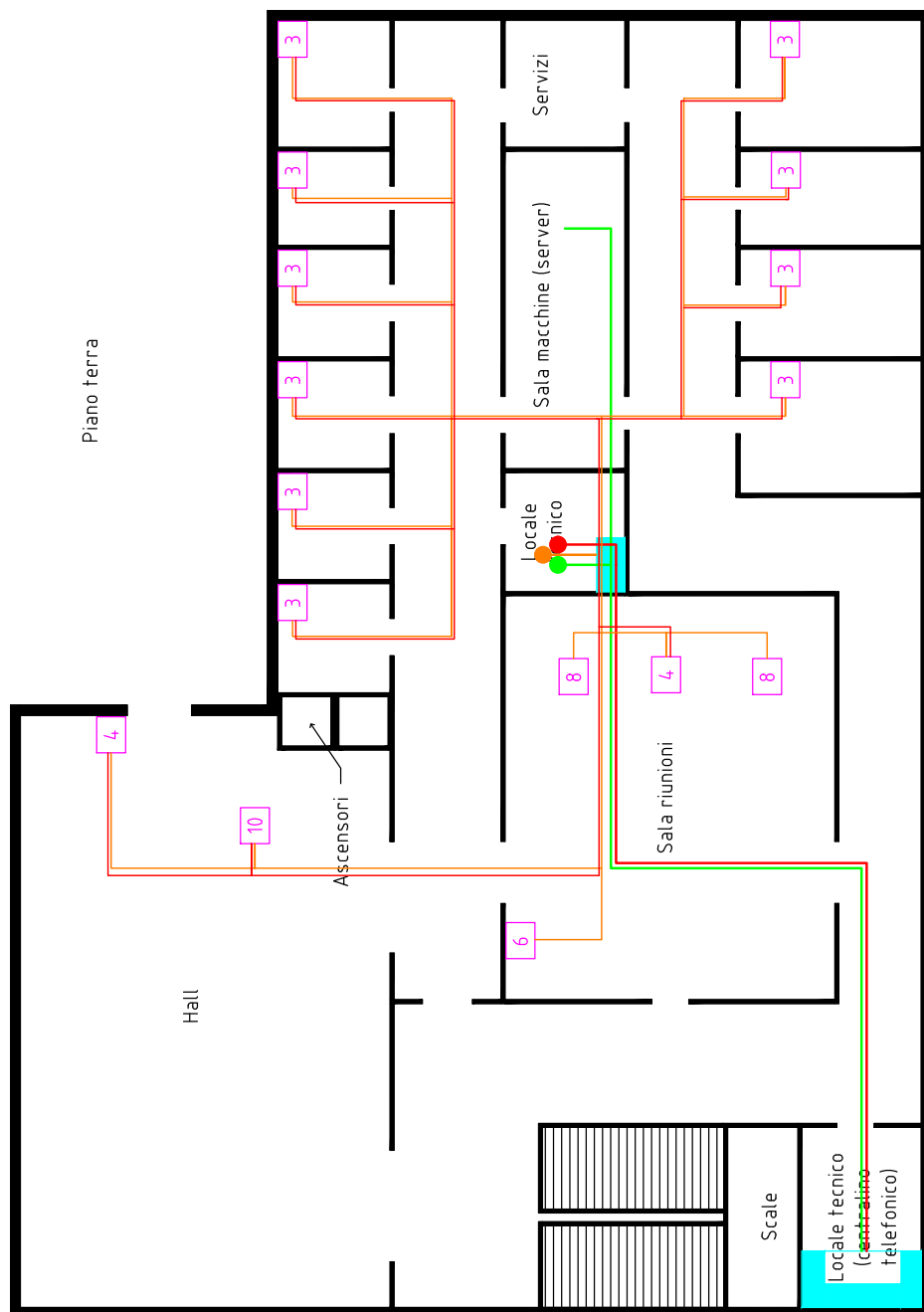


Fig. 1.6: Cablaggio del piano terreno.

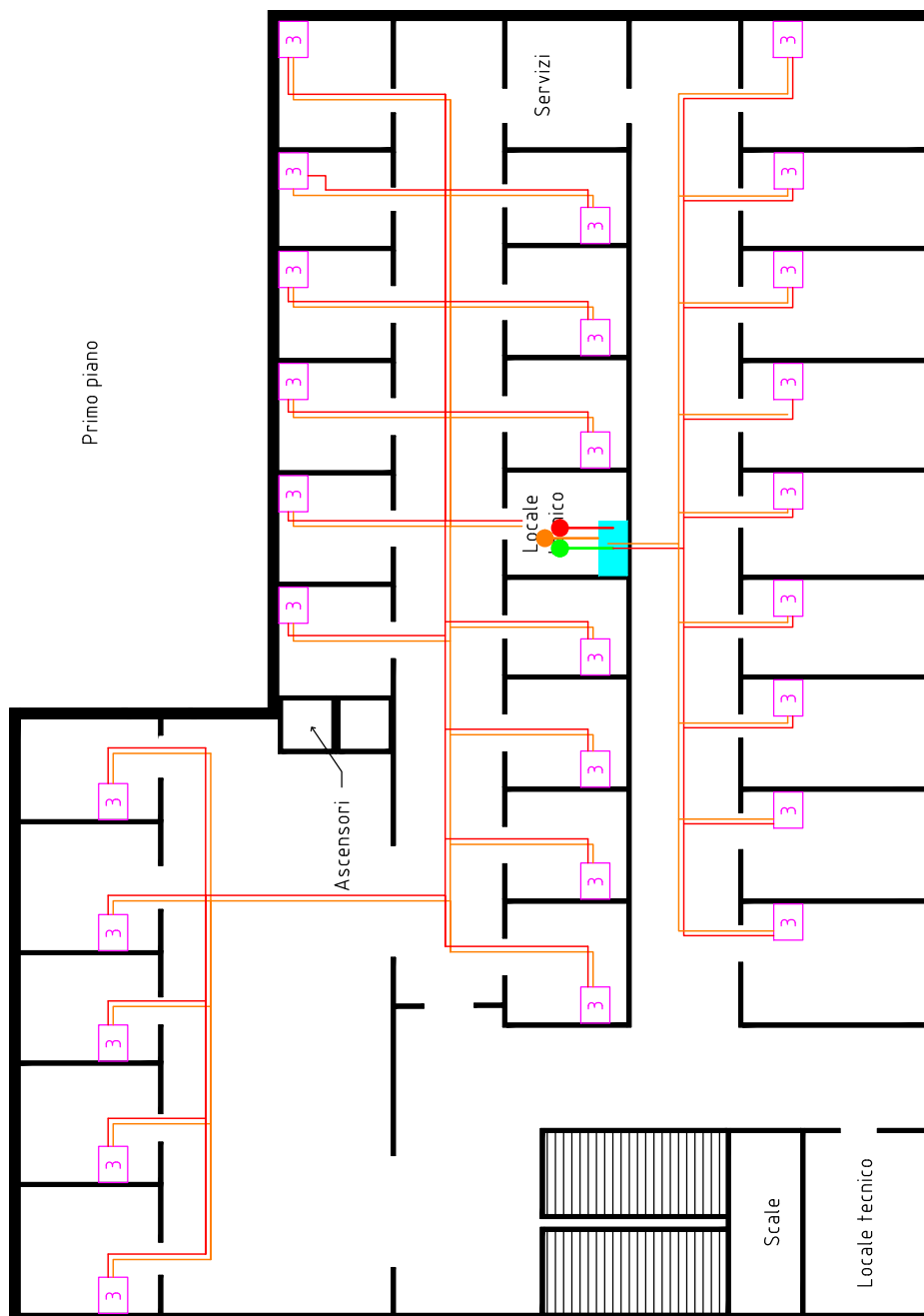


Fig. 1.7: Cablaggio dei piani da primo a quarto.

Nome	Quantità	Prezzo	Totale
Presa RJ45 Vimar 14339.11	394	9,33 €	3676,02 €
Scatola da tavolo Vimar 14784	132	30,02 €	3962,64 €
Supporto 4 moduli Vimar 14614	132	3,26 €	430,32 €
Placca 4 moduli Vimar 14654.01	132	5,21 €	687,72 €
Armadio rack Vimar 03242.4 42u	1	907,12 €	907,12 €
Armadio rack Vimar 03224.4 25u	3	730,73 €	2192,19 €
Patch panel ottico Bticino/ Legrand BTI-C9124LCL	1	180,56 €	180,56 €
Patch panel telefonico Vimar 03224.4	12	225,36 €	2704,32 €
Patch panel Cat5e 2U RS Pro 556-708	8	64,24 €	513,92 €
Patch cord Cat5e UTP 0.5m	384	3,53 €	1355,52 €
Patch cord 50/123 OM3 03114.LC	6	42,99 €	257,94 €
Fibra ottica 50/125 OM2 6 coppie	25	3,03 €	75,75 €
Fibra ottica 50/125 OM3 2 coppie	40	3,21 €	128,40 €
Cavo Cat3 50 coppie	230	6,41 €	1474,30 €
		Totale	18546,72 €

Fig. 1.11: Tabella dei materiali necessari per il cablaggio

Elenco delle figure

1.1	Planimetria del piano terreno.	1
1.2	Planimetria del primo piano e dei successivi (1-4).	2
1.3	Planimetria del piano terreno, comprensiva di posizionamento e conteggio delle prese multiuso.	4
1.4	Planimetria del primo piano e dei successivi, comprensivi di posizionamento e conteggio delle prese multiuso.	5
1.5	Il connettore scelto per le prese utente.	6
1.8	Il pannello di permutazione per fibra ottica.	9
1.9	Il pannello di permutazione telefonico.	9
1.10	Il pannello di permutazione di distribuzione.	10
1.6	Cablaggio del piano terreno.	13
1.7	Cablaggio dei piani da primo a quarto.	14
1.11	Tabella dei materiali necessari per il cablaggio	15

Elenco delle tabelle

1.1	Conteggio delle prese del piano terra.	3
1.2	Conteggio delle prese del primo piano e i superiori.	4

Questo documento è stato impaginato con \LaTeX . È stato utilizzato il modello *Clean Thesis* sviluppato da Ricardo Langner, ottenibile all'indirizzo <http://cleanthesis.der-ric.de/>.

Il sorgente di questo documento è disponibile all'indirizzo <https://github.com/persello/progetto-rdc>. Un template italiano di questo documento è ottenibile dal ramo `template`.