

Implementazione Infrastruttura reti Wireless

Istituto Comprensivo Bossolasco Murazzano

a cura di Fabrizio Cerrato e Massimiliano Marello



Scopo del documento

Lo scopo del presente documento è quello di descrivere tutti i passaggi per la realizzazione di un progetto di un impianto wireless ad alta capacità e performance, in grado di agevolare in modo sicuro e fluido la didattica integrata e inclusiva.

PREMESSA

Il Wi-Fi ormai è onnipresente, c'è un numero crescente di dispositivi che consumano una quantità crescente di larghezza di banda. La maggiore necessità di connettività pervasiva mette a dura prova le implementazioni wireless.

Le esigenze di connettività wireless sono cambiate nel tempo, di conseguenza gli standard LAN wireless IEEE 802.11 sono cambiati per adattarsi a una maggiore densità, dai primi standard 802.11a e 802.11b nel 1999 al più recente standard 802.11ac, introdotto nel 2013 e il nuovo Standard 802.11ax introdotto nel 2020. Di conseguenza è cambiato anche il modo con cui si disegnano le reti WiFi.

Nel passato, il processo di progettazione di una rete Wi-Fi è stato incentrato su un'indagine fisica del sito per determinare il minor numero di punti di accesso in grado di fornire una copertura sufficiente rispetto a una potenza del segnale minima accettabile predefinita. Sebbene questa metodologia funzioni bene per progettare la copertura, non tiene conto dei requisiti basati sul numero di utenti, sulle loro capacità e sulle esigenze di larghezza di banda delle loro applicazioni.

Di seguito valutiamo gli obiettivi e i parametri per progettare reti WiFi ad alta densità.

Si può definire "ad alta densità" ogni ambiente con un elevato numero di utenti concentrati (>1 utente ogni 1,5 mq).

INDICE

1. Obiettivo
 - 1.1. Pianificare in base a un requisito di alta densità di utenti e fornire un QOE (Quality of Experience) elevato.
 - 1.2. Adeguamento e Potenziamento della rete locale wireless della scuola
 - 1.3. Adozione Tecnologia WIFI 6 (802.11ax)
2. Descrizione delle sedi dei lavori
 - 2.1. Sede dell'Istituto Comprensivo
 - 2.2. Descrizione dei plessi dell'Istituto Comprensivo
 - 2.3. Descrizione della tipologia di fornitura
3. Impianti di cablaggio strutturato per sistemi di comunicazione vocali e dati
 - 3.1. Introduzione
 - 3.2. Conformità agli standard internazionali e certificazioni richieste
 - 3.3. Distribuzione dorsale e montante
 - 3.4. Pannelli di permutazione (patch panel)
 - 3.5. Armadi di permutazione
4. Valutazioni Progettuali
 - 4.1. Valutazione e Site Survey
 - 4.1.1. Impianto Struttura Scolastica
 - 4.1.2. Regole accesso rete WiFi
 - 4.1.3. Riepilogo Dettagliato Locali Struttura Scolastica
 - 4.2. Disegno Architettuale
5. Sviluppo Progetto
 - 5.1. Stato dell'arte impianto attuale
 - 5.2. Valutazioni Nuovo Impianto
 - 5.2.1. Access Point
 - 5.2.2. Switch
 - 5.2.3. Firewall
6. Progettazione esecutiva
 - 6.1. Dettaglio interventi
 - 6.2. Riepilogo interventi
7. Implementazione Sistema Accesso Rete WiFi
 - 7.1. Struttura rete
 - 7.2. Funzioni apparati reti
 - 7.3. Gestione accessi con WPA-Enterprise
 - 7.4. Gestione accessi con Captive Portal
 - 7.5. Gestione integrata utenti (ISMANAGER)
 - 7.6. Protezione e filtro contenuti
8. Installazione e configurazione
 - 8.1. Servizi
 - 8.2. Posa e cablaggio dei componenti
 - 8.3. Modalità operative
9. Stesura di documentazione operativa e di supporto
 - 9.1. Certificazione rete dati
 - 9.2. Site survey
 - 9.3. Verifica, misurazione e certificazione campo elettromagnetico
 - 9.4. Attività accessorie
 - 9.4.1. Sessione formativa
 - 9.4.2. Assistenza e monitoraggio

9.4.3. Collaudo

10. Servizi di manutenzione
 - 10.1. Manutenzione HW
 - 10.2. Manutenzione correttiva
 - 10.3. Manutenzione evolutiva
11. Garanzia e assistenza
12. Normativa di riferimento
13. Importo progetto

1. OBIETTIVO

1.1. Pianificare in base alla presenza di un'alta densità di utenti e fornire un QOE (Quality of Experience) elevato.

In una rete cablata, l'unità di base della larghezza di banda è la porta dello switch, 1 Gbps o più. Nel Wi-Fi, l'unità di base della larghezza di banda è la radio AP e la sua cella (area di copertura). In una cella Wi-Fi la larghezza di banda "potenziale" si basa sul protocollo supportato su entrambe le radio (802.11a,n,ac,ax) e dove l'utente è posizionato all'interno della cella. Una singola radio AP rappresenta una quantità finita di larghezza di banda potenziale. Questa larghezza di banda sarà condivisa con tutti gli utenti della cella.

1.2. Adeguamento e potenziamento della rete locale wireless della scuola

L'adeguamento e il potenziamento della rete locale wireless della scuola sono finalizzati ad agevolare la didattica integrata e inclusiva con l'utilizzo delle nuove tecnologie da parte di tutto il personale scolastico e degli studenti.

Si intendono eseguire 2 tipi di interventi:

- Potenziamento della rete WiFi con apparati allo stato dell'arte di ultima generazione
- Mantenimento dell'attuale struttura di accesso con miglioramenti per quanto riguarda la fruibilità dell'accesso e snellimento delle relative procedure

1.3. Adozione Tecnologia WIFI 6 (802.11ax)

La tecnologia Wi-Fi 6 è progettata per affrontare le sollecitazioni senza precedenti poste sulle reti Wi-Fi, causate dall'esplosione della domanda di streaming video, dalla proliferazione di hotspot esterni, sensori e controlli IoT. Il Wi-Fi 6 garantisce:

- Protocollo OFDMA: l'OFDMA ad accesso multiplo ortogonale a divisione di frequenza è una tecnologia collaudata sul campo per supportare reti wireless a densità più elevata.
- Tempo di trasmissione programmato: risolve il problema delle ritrasmissioni e dei terminali "nascosti"
- Migliori meccanismi di gestione della batteria
- Roaming integrato
- Antenne software-defined, che si adattano all'evoluzione dei client

2. Descrizione delle sedi dei lavori

2.1. Sede dell'Istituto

L'Istituto Comprensivo "Bossolasco-Murazzano" è composto da diversi plessi.

Riportiamo di seguito i plessi oggetto di intervento

2.2. Descrizione delle Sedi e plessi intervento

<i>Descrizione Sede</i>	<i>Indirizzo</i>
Istituto Comprensivo "Bossolasco Murazzano"	Piazza Caduti per la Patria n° 1 12060 - Bossolasco (CN) Tel. 0173799020

Le sedi hanno i seguenti livelli interessati alle attività di cui al presente documento:

Plesso	Città	Piano/livello
Albaretto della Torre		
Infanzia	Albaretto della Torre	0
Benevello		
Infanzia	Benevello	0
Bossolasco		
Secondaria	Bossolasco	-1
Secondaria	Bossolasco	0
Primaria	Bossolasco	1
Infanzia	Bossolasco	0
Felsoglio		
Primaria	Felsoglio	-1
Primaria	Felsoglio	0
Primaria	Felsoglio	1
Lequio Berria		
Primaria/Secondaria	Lequio Berria	-1
Primaria/Secondaria	Lequio Berria	0.5
Murazzano		
Infanzia	Murazzano	0
Murazzano		
Secondaria	Murazzano	0
Secondaria	Murazzano	1
Murazzano		
Primaria	Murazzano	1
Niella Belbo		

Primaria	Niella Belbo	-1
Infanzia	Niella Belbo	0.5
Serravalle Langhe		
Infanzia	Serravalle Langhe	-1
Infanzia	Serravalle Langhe	1
Borgomale		
Primaria	Borgomale	0
Primaria	Borgomale	1

2.3. Descrizione della tipologia di fornitura

La copertura richiesta riguarda tutti i livelli dei vari Plessi scolastici sopra indicati, comprendendo:

- ✓ Punti rete dati singoli o doppi e punti rete dati per Access Point secondo quanto indicato negli elaborati grafici di dettaglio, con dettaglio del materiale passivo necessario
- ✓ Access Point
- ✓ Switch POE per alimentare gli Access Point, da posare all'interno di Rack Dati esistente o di nuova fornitura
- ✓ Switch per punti rete dati, da posare all'interno di Rack Dati esistenti o di nuova fornitura
- ✓ Rack 19" di dimensione opportuna: secondo quanto riportato sugli elaborati di dettaglio, in alcuni casi sarà necessario solo aggiungere accessori ad un armadio già esistente mentre in altri si chiederà la fornitura e posa di un nuovo rack con relativi accessori
- ✓ Patch panel 24 postazioni completo di connettori cat 6e e patch cord da posizionare all'interno di Rack Dati esistenti o di nuova fornitura
- ✓ Firewall
- ✓ Software Filtraggio
- ✓ Sistema Gestione e Accesso Rete
- ✓ Servizi

Negli elaborati di progetto sono disponibili le quantità delle forniture richieste e la disposizione di tutti gli elementi e/o gli apparati che costituiscono l'oggetto del presente.

3. Impianti di cablaggio strutturato per sistemi di comunicazione vocali e dati

3.1. Introduzione

Il Capitolo comprende la descrizione delle apparecchiature necessarie all'esecuzione di impianti di comunicazione e scambio dati per un sistema tipo UTP.

Le voci di ogni sistema comprendono tutti i componenti impiantistici necessari al funzionamento degli impianti quali: prese, cavi, connettori, oltre agli accessori di completamento.

Particolare rilievo viene dato ai componenti per la composizione di quadri ed armadi rack che fanno parte della struttura, siano essi di centro-stella o di zona, in particolare si segnalano:

- ✓ Quadri e armadi con relativi portelli pannelli ed accessori
- ✓ Pannelli per prese RJ45 UTP categoria 6a
- ✓ Cassetti estraibili
- ✓ Pannelli passacavo.

3.2. Conformità agli standard internazionali e certificazioni richieste

L'infrastruttura della rete dovrà essere realizzata in conformità agli standard internazionali, supportando le attuali esigenze di comunicazione consentendo anche le necessarie flessibilità di utilizzo e modularità di crescita.

I requisiti generali che il sistema di comunicazione dovrà soddisfare sono i seguenti:

- ✓ conformità alle raccomandazioni internazionali e nazionali, riguardanti il materiale impiegato e le procedure di installazione e di collaudo;
- ✓ prestazioni in termini di velocità di comunicazione adeguate alle esigenze attuali e future;
- ✓ possibilità di implementare le evoluzioni tecnologiche;
- ✓ facilità di gestione e di espansione della rete in caso di spostamenti, interruzioni o malfunzionamenti;
- ✓ possibilità di aggiornare e/o cambiare le applicazioni supportate senza modificare l'infrastruttura;

Il sistema nel suo complesso dovrà rispettare inoltre gli standard d'interconnessione emanati dagli organismi di maggior riferimento, quali:

- ✓ ANSI - American National Standards Institute
- ✓ ISO - International Standard Organization
- ✓ ISO.IEC- International Standard Organization/Electrotechnical Commission
- ✓ IEEE- Institute of Electrical and Electronics Engineers
- ✓ ITU- T - International Telecommunications Union

- ✓ ETSI- European Telecommunications Standards Institute
- ✓ EN- European Norm
- ✓ CEI- Comitato Elettrotecnico Italiano.

Per quanto sopra specificato l'impianto dovrà essere realizzato in ossequio alle norme, leggi, decreti e circolari ministeriali integrative vigenti in materia.

Tutti i materiali dovranno essere di primaria marca e dovranno rispettare le direttive emesse dalla Comunità Europea in termini di compatibilità elettromagnetica (normative CEI EN 50081-1, EN: 50082-1, CEI 110-8, EN 55022, EN 55024).

Tutti i componenti impiegati dovranno essere prodotti da ditte in possesso della certificazione ISO9001.

Per tutti gli aspetti non esplicitamente citati, si richiede che sia rispettata l'aderenza a tutte le direttive comunitarie europee in vigore, anche se non ancora recepite e/o perfezionate nelle normative nazionali (Circolare Funzione Pubblica n° 51223 del 21 Maggio 1990).

Tutti i materiali devono essere conformi alle standard ANSI/TIA/EIA-568, ISO/IEC 11801 e CENELEC 50173.

3.3. Distribuzione dorsale e montante

Il percorso dai locali tecnici o dagli armadi di piano individuati alle prese di utenza dovrà avvenire in apposite canalizzazioni dedicate, da realizzare secondo le indicazioni delle tavole di progetto allegate, posate a parete o all'interno di canalizzazioni esistenti.

Per le tratte ascendenti o discendenti per raggiungere le prese ai piani inferiori e superiori rispetto alla collocazione del centro stella si dovranno utilizzare le canalizzazioni verticali che ospiteranno eventuali cavi di dorsale in rame o fibra. Nel caso non siano disponibili per una posa a regola d'arte dovranno essere posate condutture dedicate, di nuova fornitura e posa, di dimensioni e caratteristiche adeguate a rendere l'opera a regola d'arte.

La distribuzione orizzontale di piano, eseguita con cavo in rame a 4 coppie cat. 6A, che collega i permutatori di piano alla postazione utente su connettori modulari tipo RJ45 deve rispettare i seguenti requisiti:

- ✓ 90m di distanza massima ammessa tra l'armadio di distribuzione ed il posto lavoro;
- ✓ 10m massimo per le bretelle di permutazione.

Tutti i componenti passivi, quali:

- ✓ cavi di distribuzione orizzontale UTP (Unshielded twisted pair) – 4 coppie bilanciate non schermate
- ✓ bretelle di permutazione
- ✓ connettori
- ✓ pannelli di permutazione,

dovranno avere le stesse caratteristiche di "categoria" specificate nel progetto (5e/6/6A); nel caso specifico è richiesta la caratteristica di categoria 6A.

Il punto di utenza deve essere realizzato su scatola tipo 503/504/506 conforme alla normativa vigente. L'identificazione del link (collegamento) dovrà essere riportata anche sui due estremi del cavo, sul patch panel all'interno dell'armadio e riportata sul libro delle permutazioni

(cartaceo e informatico).

Le prese RJ45 dovranno essere di tipo modulare e provviste di icone asportabili per l'identificazione esterna del servizio dati/fonia ad esse collegato. L'attestazione delle coppie su ciascuna presa o connettore dovrà rispettare lo standard EIA/TIA.

Per tutti i punti di utenza deve essere previsto l'uso di prese RJ45, come sistema di terminazione dei cavi UTP lato utente; tali prese dovranno avere le seguenti caratteristiche tecniche:

- ✓ Presa non schermata (UTP) RJ45 a 8 fili
- ✓ Conformità alla Categoria 6A secondo specifiche di componente EIA/TIA 568-B.2-1
- ✓ Sistema di connessione a perforazione d'isolante (T568A/T568B).

Le suddette prese dovranno essere montate in apposite cassette portafrutti di dimensione adeguata e non in commistione con impianti di energia e/o altri impianti di segnale.

3.4. Pannelli di permutazione (patch panel)

Tutti i cavi facenti parte del cablaggio andranno sempre terminati, lato armadio passivo, su sistemi di permutazione con adeguate caratteristiche di "categoria". Il pannello di permutazione orizzontale (patch panel) dovrà essere utilizzato all'interno degli armadi per l'attestazione di cavi UTP e la relativa permutazione tramite bretelle (patch cord) verso apparati e/o altre tratte di cavo.

Il permutatore avrà una struttura in lamiera metallica verniciata, parte frontale provvista di supporto per rack 19", altezza 1U con 24 prese RJ45 di "categoria" conforme alle specifiche di progetto ed alla normativa di riferimento EIA/TIA 568-B.2-1.

Le prese RJ45 dovranno avere la possibilità di ospitare targhette asportabili per l'identificazione esterna del servizio dati/fonia ad esse collegato. In alternativa alle icone potranno essere utilizzati sportellini colorati antipolvere, anch'essi servizio dati/fonia connesso alla presa.

Posteriormente i pannelli dovranno avere una barra di fissaggio per i cavi collegati, che garantisca il corretto supporto e il rispetto dei raggi di curvatura richiesti dagli standard.

3.5. Armadi di permutazione

Gli armadi/quadri tecnologici utilizzati per ospitare le apparecchiature dovranno essere preferibilmente realizzati in conformità della UNI EN ISO 9001 e ISO 14001 e delle norme internazionali IEC 297-2 e le DIN 41494 parte 1 e DIN 41494 parte 7 per il montaggio di apparati elettrici ed elettronici, EN 60950 e VDE 0100.

Come regola generale, la dimensione degli armadi da fornire dovrà essere tale da ospitare le apparecchiature attive ed il cablaggio per l'attestazione di tutti i punti presa. Deve essere inoltre prevista una percentuale di futura espansibilità attorno al 30% - 35%. Tutti gli armadi di rete dovranno avere un'organizzazione interna che garantisca un ordinato montaggio di tutti i componenti installati. Pertanto, a tale scopo, si dovranno prevedere tutti gli accessori necessari, quali ad esempio: passacavo, pannelli ciechi, etc.

Per la realizzazione delle porte in vetro, dovrà essere utilizzato vetro temperato dallo spessore min. 4 mm. in corrispondenza alla normativa UNI EN 12150-1 del 31/07/2001 (ex UNI 7142) per la sicurezza; tale vetro, oltre ad essere più resistente di un vetro normale, in caso di rottura si sbriciola in minuscoli frammenti inoffensivi, motivo per cui è classificato tra i materiali vetrosi di sicurezza. Si ricorda che l'utilizzo di una porta in vetro temperato consente, grazie alla sua frangibilità, di poter togliere l'alimentazione elettrica alle apparecchiature senza causare danni per le persone, in caso di emergenza.

Gli armadi rack dovranno possibilmente essere muniti sia di targhette identificative recanti il numero di serie, che di marchi di approvazione a Standard (ad es. CSA, VDE) sia di Numero di registrazione con il quale sono stati registrati i prodotti presso i rispettivi istituti di test; all'occorrenza copia delle Certificazioni dei test potrà essere richiesta al produttore degli armadi.

Per gli armadi di rete andrà sempre prevista l'alimentazione elettrica, che sarà diversificata in funzione del tipo di armadio e dalla sua ubicazione. I cavi saranno posati e fascettati nella parte posteriore del permutatore dividendoli a gruppi fino al raggiungimento del punto di attestazione, onde evitare che il cavo degradi le sue caratteristiche a causa di eccessive curvature. Il permutatore dovrà essere dotato di una guida di sostegno e di ancoraggio dei cavi da terminare.

A corredo dei permutatori dovranno essere compresi, sulla parte frontale, i pannelli guida delle permutate per il corretto incanalamento delle patch cord necessarie all'attestazione dei cavi all'apparato o ad altra tratta di cavo secondo la configurazione di apparecchi/apparati da attivare.

Il pannello guida permutate sarà realizzato in lamiera metallica verniciata, adatto per essere installato su struttura rack 19", altezza 1U, completo di occhielli, e verrà installato parallelamente al permutatore per il corretto incanalamento delle bretelle di raccordo.

All'interno dell'armadio dovranno essere utilizzati accessori che garantiscano le condizioni ottimali di funzionamento e gestione del cablaggio, quali gruppi ventole da tetto e ripiani fissi o estraibili.

4. Valutazioni Progettuali

4.1.1. Impianto struttura scolastica

L'attuale impianto Wi-Fi è stato realizzato principalmente con il bando PON reti 2016 e, salvo qualche integrazione successiva, è composto da apparati datati e in EOL. E' necessario pertanto provvedere alla sostituzione delle antenne, dei relativi switch Poe e delle routerboard ed eventualmente ad aggiungere nuovi AP o disporli in modo più accurato per migliorare la copertura e rispondere alle nuove esigenze didattiche.

4.1.2. Regole accesso rete WiFi

Le reti WiFi presenti sono 4:

- Rete WiFi Con Captive Portal
 - Studenti
 - Docenti
 - Ospiti
- 1 Rete WiFi Con accesso Diretto
 - IC

Le prime tre reti sono regolamentate dal Captive Portal installato sul Firewall, l'ultima rete è utilizzata come manutenzione ed ha accesso diretto alla rete con password unica senza ulteriori controlli.

La struttura di accesso alla rete è così regolamentata:

- Accesso con Captive Portal
 - Il client che accede alla rete wifi viene indirizzato sul Captive Portal
 - Il Captive Portal attraverso il client radius presente sul firewall interpella il database
 - Il database degli utenti risiede direttamente sul Firewall
- Accesso senza Captive portal
 - Accesso diretto con DHCP server sul Firewall

4.1.3. Riepilogo Dettagliato Locali Struttura Scolastica

Plesso	Città	Piano/livello
Albaretto della Torre		
Infanzia	Albaretto della Torre	0
Benevello		
Infanzia	Benevello	0
Bossolasco		
Secondaria	Bossolasco	-1
Secondaria	Bossolasco	0
Primaria	Bossolasco	1
Infanzia	Bossolasco	0
Foisoglio		

Primaria	Feisoglio	-1
Primaria	Feisoglio	0
Primaria	Feisoglio	1
Lequio Berria		
Primaria/Secondaria	Lequio Berria	-1
Primaria/Secondaria	Lequio Berria	0.5
Murazzano		
Infanzia	Murazzano	0
Murazzano		
Secondaria	Murazzano	0
Secondaria	Murazzano	1
Murazzano		
Primaria	Murazzano	1
Niella Belbo		
Primaria	Niella Belbo	-1
Infanzia	Niella Belbo	0.5
Serravalle Langhe		
Infanzia	Serravalle Langhe	-1
Infanzia	Serravalle Langhe	1
Borgomale		
Primaria	Borgomale	0
Primaria	Borgomale	1
Totale		21

4.2. Disegno architeturale

- **Progettazione considerando le 2 frequenze 5GHz e 2.4GHz**
- Tecnologie supportate (802.11 a/b/g/n/ac/ac Wave2/ax)
- **Inserimento di un Access Point in ogni locale con densità di utenti fino a 40.**
- **Determinazione del criterio di segnale minimo in base al tipo di client utilizzato:**
 - Almeno -72dBm RSSI per i notebook
 - Almeno -65dBm RSSI per smartphone e tablet
 - Valori più alti di RSSI possono essere richiesti per altri tipi di device
- **Inserimento Access Point non in vista tra di loro.**
- **Inserimenti di Access Point "sfalsati" sui diversi piani.**
- **Inserimento di Access Point non ai margini degli edifici**

5. Sviluppo Progetto

5.1. Stato dell'arte impianto attuale

Le antenne attuali sono il modello:

- Ubiquiti UniFi AP a 2.4Ghz (b/g/n) e 5GHz (n/a) in End Of Life

Le antenne sono obsolete, non più aggiornabili e inadatte alle nuove tecnologie di informazione

5.2. Valutazioni Nuovo Impianto

5.2.1. Access Point

Sono stati identificati 2 tipi di apparati ACCESS POINT in base all'ambiente utilizzato.

Gli access point devono essere della stessa marca e modello e consentire agli insegnanti/studenti, al personale docente/ATA, di segreteria ed eventualmente agli utenti guest di accedere alla rete in modo sicuro e veloce in qualsiasi punto delle zone coperte. Occorre una soluzione flessibile che permetta di connettere decine di utenti e può essere successivamente ampliata per supportare ulteriori utenti e le nuove esigenze della scuola. Garanzia sull'hardware: gli access point devono avere garanzia on-site, inclusiva di assistenza e manutenzione, con decorrenza dalla "data di collaudo positivo" della fornitura e con intervento in loco della durata minima di 12 (dodici) mesi.

In merito alla configurazione, l'Aggiudicatario dovrà garantire le operazioni di configurazione sugli apparati forniti per consentire il normale esercizio, secondo le modalità espresse dall'Amministrazione Contraente e dettagliate nell'apposita sezione.

Software di monitoraggio Access Point

Per la gestione della rete dell'intero Istituto Scolastico è richiesta la fornitura di un software di monitoraggio degli apparati radio su piattaforma cloud (sviluppata dalla stessa casa produttrice degli Access Point) avente le seguenti prestazioni minime:

- ✓ Monitoraggio degli Access Point da remoto per attività di controllo, verifica ed eventuale aggiornamento firmware.

La fornitura deve essere prevista per una durata minima di 12 mesi.

Deep Packet Inspection

Deep Packet Inspection (DPI) direttamente sull' Access Point per determinare quali applicazioni vengono utilizzate e da chi e quanta larghezza di banda stanno consumando.

Apparato ACCESS POINT TIPO A per ambienti ad altissima densità di utenti:

- Access Point con cinque (5) radio per fornire una rete di nuova generazione con servizi edge ad alta capacità e alta densità.
 - Tre radio per dati possono essere configurate come due 5 GHz 4x4 più una 2,4 GHz 4x4
 - oppure le due radio 5 GHz possono essere combinate in un'unica radio 8x8 a 5 GHz con il massimo di potenza e prestazioni dello standard 802.11ax.
- Una radio di scansione dedicata per un monitoraggio continuo della rete per migliorare i protocolli di sicurezza, rapporti di rete dettagliati e ottimizzazioni RF automatiche.
- Una radio IoT Bluetooth Smart 4.1 per i servizi di localizzazione basati su BLE

- ✓ Wifi: 802.11 a/b/g/n/ac Wave 2/ax
- ✓ Dual Radio: 2.4 GHz (4x4) e 5 GHz (8x8)
- ✓ SSID: WPA3, WPA2 (CCMP, AES, 802.11i), WPA2 Enterprise (802.1x/EAP), WPA PSK (TKIP), Open
- ✓ Interfacce: 1 x IEEE 802.3 10/100/1000 Mbps, 1 x IEEE 802.3bz 100/1000/2500/5000 Mbps, Auto sensing MDIX, 1 x USB 3.0
- ✓ Antenna: 2.4 GHz: 5 dBi, 5 GHz: 6.7dBi, 2.4/5 GHz: sensor 5 dBi / 6.3 dBi, BLE 5 dBi
- ✓ Max EIRP: 36 dBm @5 GHz, 31 dBm @2,4 GHz
- ✓ Max Power 35 W
- ✓ WLAN: 1024 clients, 16 SSIDs WPA3, WPA-TKIP, WPA2 AES, 802.1x 802.11w PMF
- ✓ Authentication Encryption: 802.1x EAP-SIM/AKA, EAP-PEAP, EAP-TTLS, EAP-TLS MAC authentication to local database or external RADIUS
- ✓ Mesh: Multi-hop, either band
- ✓ Network. TCP connection log, NAT logging firewall, DHCP server, L2, L3 or DNS based access control, VLAN Pooling, RADIUS attribute VID VLAN per SSID per user
- ✓ Tunnel: L2TPv2, L2 GRE, PPPoe
- ✓ Certifications: Wi-Fi Alliance 802.11 a/b/g/n/ac/ax, PP2.0, FCC, IC, CE, EN 60601-1-2, EN 60950-1, IEC 62368-1 Safety, EN 60601-1-2 Medical, EN 61000-4-2/3/5 Immunity, EN 50121-1 Railway EMC, EN 50121-4 Railway Immunity, IEC 61373 Railway Shock & Vibration, UL 2043 Plenum, EN 62311 Human Safety/RF Exposure, WEEE & RoHS

Apparato ACCESS POINT TIPO B per ambienti ad alta densità di utenti:

- ✓ Access Point con 2 (2) radio
 - Una Radio 5 GHz 2X2
 - Una Radio 2,4 GHz 2X2

- ✓ Wifi: 802.11 a/b/g/n/ac Wave 2/ax
- ✓ Dual Frequency: 2.4 GHz (2x2) e 5 GHz (2x2)
- ✓ SSID: WPA3, WPA2 (CCMP, AES, 802.11i), WPA2 Enterprise (802.1x/EAP), WPA PSK (TKIP), Open
- ✓ Interfacce: 1 x IEEE 10/100/1000/2500 Mbps Auto sensing MDIX, 1 x USB 2.0, 1 x Serial Console (4 pin)
- ✓ Antenna: 6 dBi omni @ 5 GHz, 5Bi omni @ 2,4 GHz
- ✓ Max EIRP: 31 dBm @5 GHz, 29 dBm @2,4 GHz
- ✓ Max Power 21 W
- ✓ WLAN: 512 clients, 32 SSIDs (16 SSID per radio) WPA3, WPA-TKIP, WPA2 AES, 802.1x 802.11w PMF
- ✓ Authentication Encryption: 802.1sx EAP-SIM/AKA, EAP-PEAP, EAP-TTLS,EAP-TLS MAC authentication to local database or external RADIUS
- ✓ Mesh: Multi-hop, either band
- ✓ Network. TCP connection log, NAT logging firewall, DHCP server, L2, L3 or DNS based access control, VLAN Pooling, RADIUS attribute VID VLAN per SSID per user
- ✓ Tunnel: L2TPv2,L2 GRE, PPPoe
- ✓ Certifications: Wi-Fi Alliance 802.11 a/b/g/n/ac/ax, PP2.0, FCC, IC, CE, EN 60601-1-2, EN 60950-1, IEC 62368-1 Safety, EN 60601-1-2 Medical, EN 61000-4-2/3/5 Immunity, EN 50121-1 Railway EMC, EN 50121-4 Railway Immunity, IEC 61373 Railway Shock & Vibration, UL 2043 Plenum, EN 62311 Human Safety/RF Exposure, WEEE & RoHS

5.2.2. Switch

Sono richieste due tipologie di switch:

- 1) Switch Poe per alimentare e collegare mediante unico cavo LAN alla rete dati gli AP;
- 2) Switch NON Poe da destinare al collegamento dei punti rete utente singoli o doppi.

Il numero di porte dello switch dovrà essere correttamente dimensionato per permettere il collegamento degli apparati radio o delle utenze finali definite nel progetto, riservando porte libere per implementazioni future. Per ottimizzare costi e numero apparati, gli switch POE potranno essere utilizzati anche per collegare i punti rete utente.

Switch POE

In merito agli switch POE da destinare per collegare e contemporaneamente fornire alimentazione agli Access Point, si richiedono per maggiore compatibilità della stessa marca degli Access Point:

Apparato Switch-POE TIPO A

- A) Cambium MX-EX1010P o similari (caratteristiche equivalenti o superiori) con le seguenti

caratteristiche tecniche:

- ✓ Porte: N.8 Gbit (Poe + 802.3af/at)
- ✓ Throughput: 20 Gbps
- ✓ Porte Uplink: 2xSFP
- ✓ Flash Storage: 128 MB
- ✓ DRAM: 512 MB
- ✓ CPU: 800 MHz
- ✓ Poe+ power budget: 75 W
- ✓ Poe+ Voltage: 54 V
- ✓ Fanless: si
- ✓ Layer: 2-3
- ✓ Managed: si

Apparato Switch-POE TIPO B

- B) Cambium MX-EX2028P o similari (caratteristiche equivalenti o superiori) con le seguenti

caratteristiche tecniche:

- ✓ Porte: N.24 Gbit (Poe + 802.3af/at)
- ✓ Throughput: 128 Gbps
- ✓ Porte Uplink: 4xSFP+
- ✓ Flash Storage: 128 MB
- ✓ DRAM: 512 MB
- ✓ CPU: 800 MHz
- ✓ Poe+ power budget: 400 W

- ✓ Poe+ Voltage: 54 V
- ✓ Fanless: no, internal fans 2
- ✓ Layer: 2-3
- ✓ Manged: si

Le specifiche esigenze di collegamento e terminazione del cablaggio determineranno la scelta dello switch poe tipo A) oppure B) che potrebbe essere utilizzato anche per terminare i punti rete dati singoli e/o doppi.

Garanzia sull'hardware: gli switch devono avere garanzia on-site, inclusiva di assistenza e manutenzione, con decorrenza dalla "data di collaudo positivo" della fornitura e con intervento in loco della durata minima di 12 (dodici) mesi.

In merito alla configurazione, l'Aggiudicatario dovrà garantire le operazioni di configurazione sugli apparati forniti per consentire il normale esercizio, secondo le modalità espresse dall'Amministrazione Contraente e dettagliate nell'apposita sezione.

Switch per punti rete (NON POE)

In merito agli switch da destinare per collegare i punti rete dati singoli e/o doppi, si richiedono per maggiore compatibilità della stessa marca degli Access Point e degli switch poe precedentemente dettagliati:

Apparato Switch TIPO A

- A) Cambium MX-EX1028 o similari (caratteristiche equivalenti o superiori) con le seguenti

caratteristiche tecniche:

- ✓ Porte: N.24 Gbit
- ✓ Throughput: 56 Gbps
- ✓ Porte Uplink: 4xSFP
- ✓ Flash Storage: 128 MB
- ✓ DRAM: 512 MB
- ✓ CPU: 800 MHz
- ✓ Fanless: si
- ✓ Layer: 2-3
- ✓ Manged: si

Apparato Switch TIPO B

- B) Cambium MX-EX2052 o similari (caratteristiche equivalenti o superiori) con le seguenti

caratteristiche tecniche:

- ✓ Porte: N.48 Gbit
- ✓ Throughput: 176 Gbps

- ✓ Porte Uplink: 4xSFP+
- ✓ Flash Storage: 128 MB
- ✓ DRAM: 512 MB
- ✓ CPU: 800 MHz
- ✓ Fanless: no, internal fans 2
- ✓ Layer: 2-3
- ✓ Manged: si

Le specifiche esigenze di collegamento e terminazione del cablaggio determineranno la scelta dello switch tipo A) oppure B).

Garanzia sull'hardware: gli switch devono avere garanzia on-site, inclusiva di assistenza e manutenzione, con decorrenza dalla "data di collaudo positivo" della fornitura e con intervento in loco della durata minima di 12 (dodici) mesi.

In merito alla configurazione, l'Aggiudicatario dovrà garantire le operazioni di configurazione sugli apparati forniti per consentire il normale esercizio, secondo le modalità espresse dall'Amministrazione Contraente e dettagliate nell'apposita sezione.

5.2.3. Firewall

Per la gestione del sistema nei Plessi di scuola Primaria e Secondaria di Primo Grado è richiesto un firewall tipo Mikrotik Cloud Core Router 1016-12G o similare (caratteristiche equivalenti o superiori) con le seguenti caratteristiche tecniche:

Apparato FIREWALL TIPO A

- ✓ CPU: Tiler Tile-Gx16Cores (1.2GHz)
- ✓ Porte: N.12 Gigabit
- ✓ Ram: 2 GB
- ✓ Storage: 512 MB NAND, 512 KB flash
- ✓ Cache: 12 MBtotal on-chip
- ✓ Throughput: up to 17.8 mpps in fastpath more (wired speed), up to 12 Gbps with RouterOS queue/firewall configurazion
- ✓ Alimentazione ridondante: si
- ✓ Case: 1 U rackmount
- ✓ LCD: color touchscreen

Apparato FIREWALL TIPO B

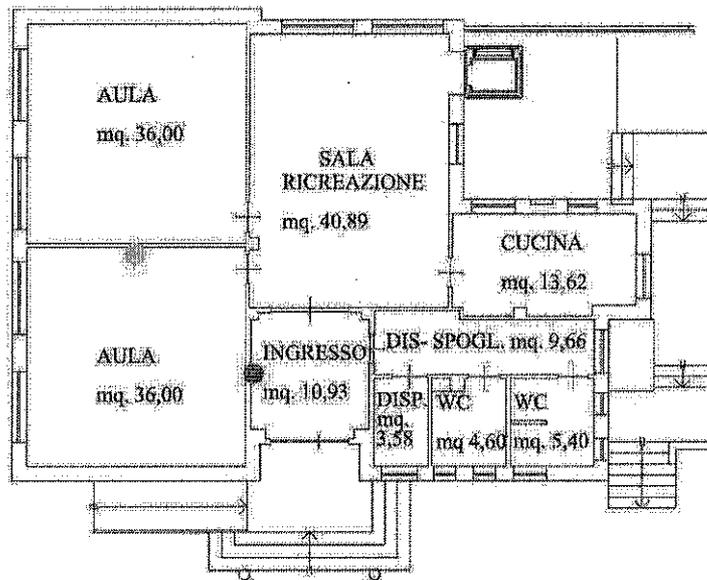
Per la gestione del sistema nei Plessi di scuola dell'Infanzia è richiesto un firewall tipo Mikrotik Routerboard 40111GS+RM o similare (caratteristiche equivalenti o superiori) con le seguenti caratteristiche tecniche:

- ✓ CPU: 4 core AL21400 1.4 GHz
- ✓ Porte: N.10 Gigabit + N.1 SFP+
- ✓ Ram 1 GB
- ✓ Storage:512 MB NAND
- ✓ Throughput: up to 9,792.9 Mbps (bridging mode), up to 2158,2 Mbps (tunnels mode)
- ✓ Alimentazione input V: jack 12V/57V
- ✓ LCD: no

6. Progettazione Esecutiva

6.1. Dettaglio interventi (ipotesi disposizione Ap su piantine)

ALBARETTO DELLA TORRE INFANZIA

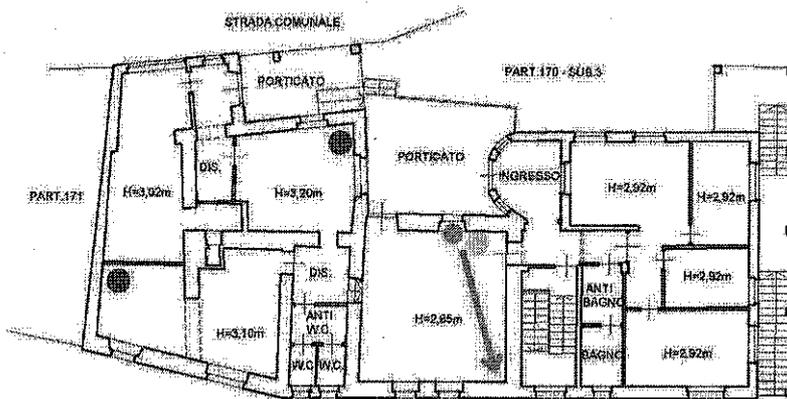


Legenda

- Access point DA SOSTITUIRE
- Rack DA SOSTITUIRE

BENEVELLO INFANZIA

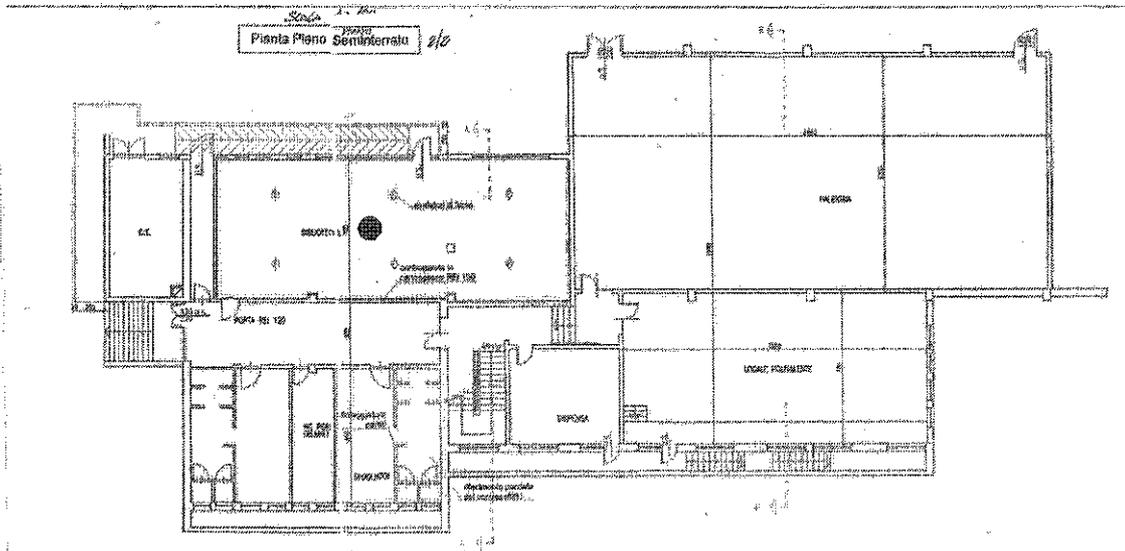
PIANO TERRENO



Legenda

- Access point NUOVO
- Access point DA SOSTITUIRE E SPOSTARE
- Rack DA SOSTITUIRE
(presente fibra NON allacciata)

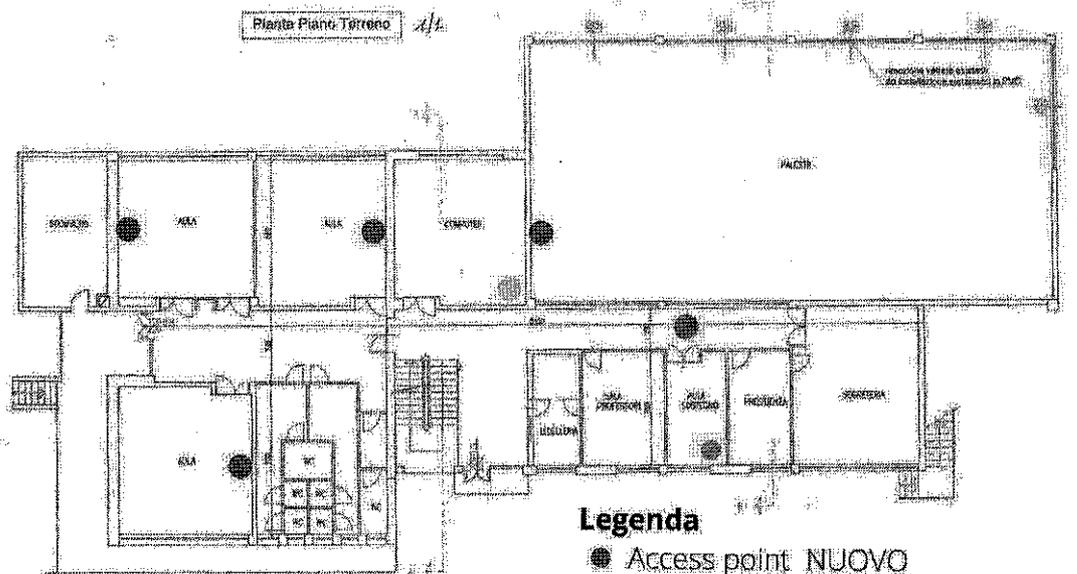
BOSSOLASCO SEMINTERRATO



Legenda

- Access point NUOVO (AVANZATO)

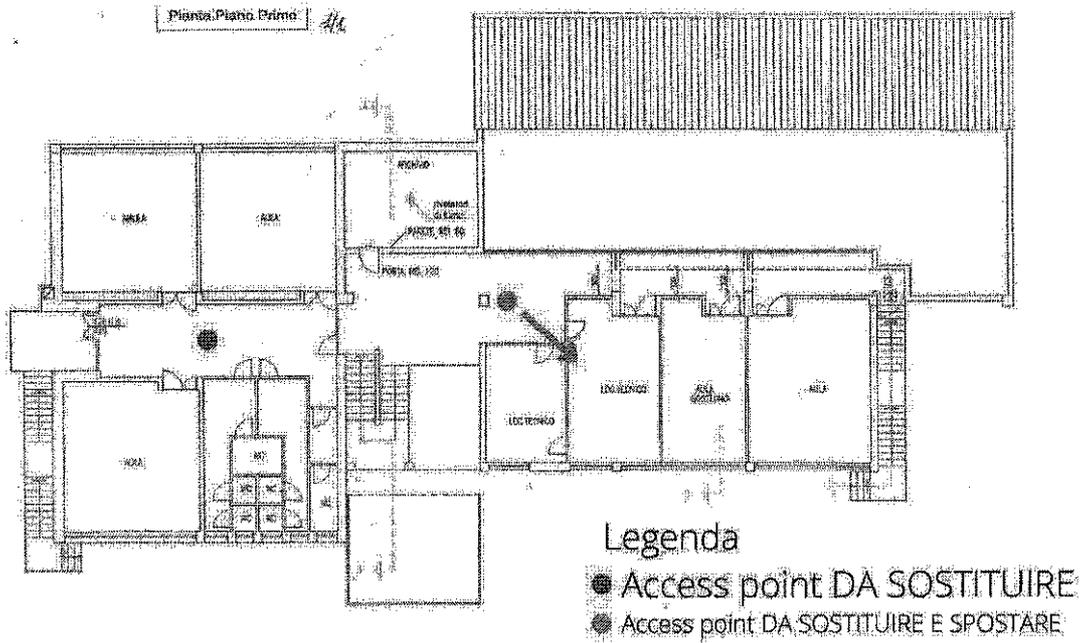
BOSSOLASCO PIANO TERRA



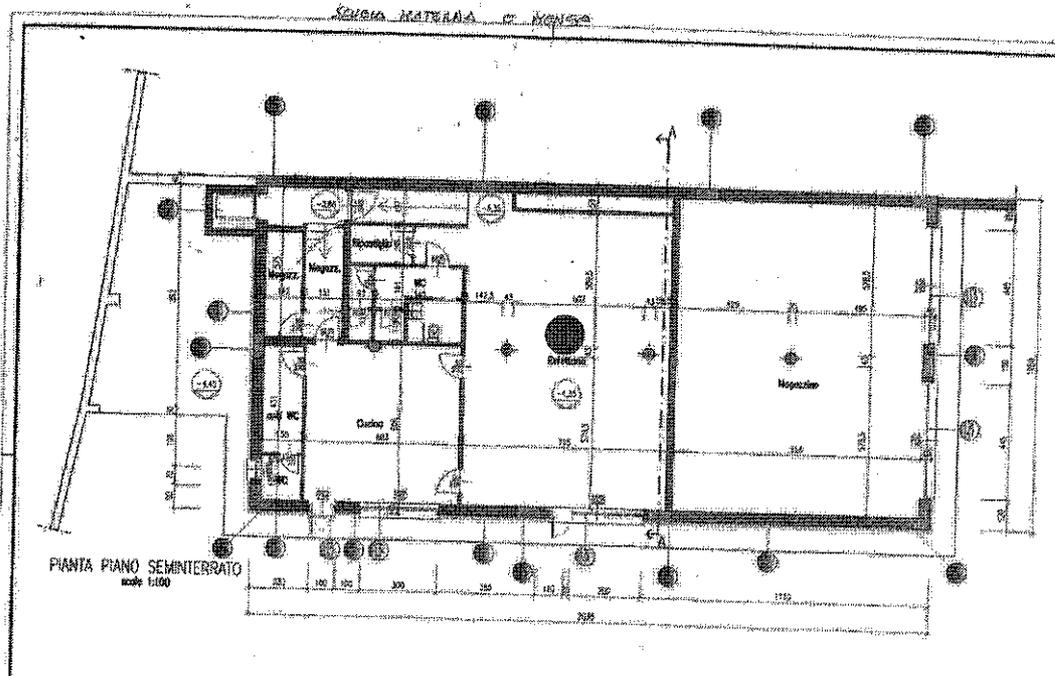
Legenda

- Access point NUOVO
- Access point DA SOSTITUIRE
- Rack nuovo RB2011 PRESENTE
- Rack da 40 PRESENTE

BOSSOLASCO PIANO PRIMO



BOSSOLASCO INFANZIA

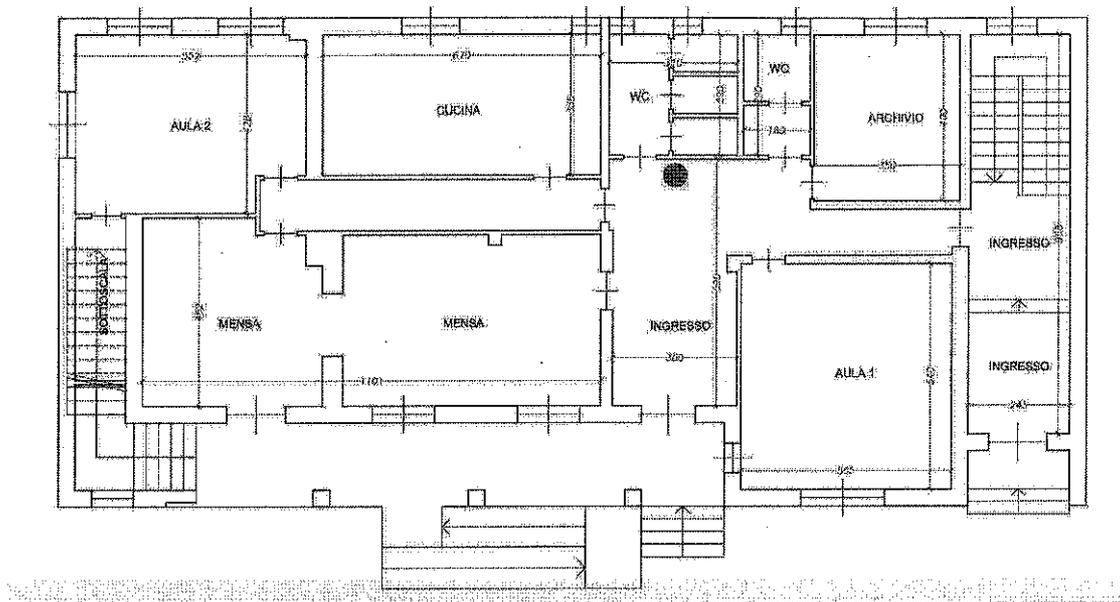


Legenda

- Access point NUOVO

NB.. edificio attualmente sprovvisto di infrastruttura WiFi

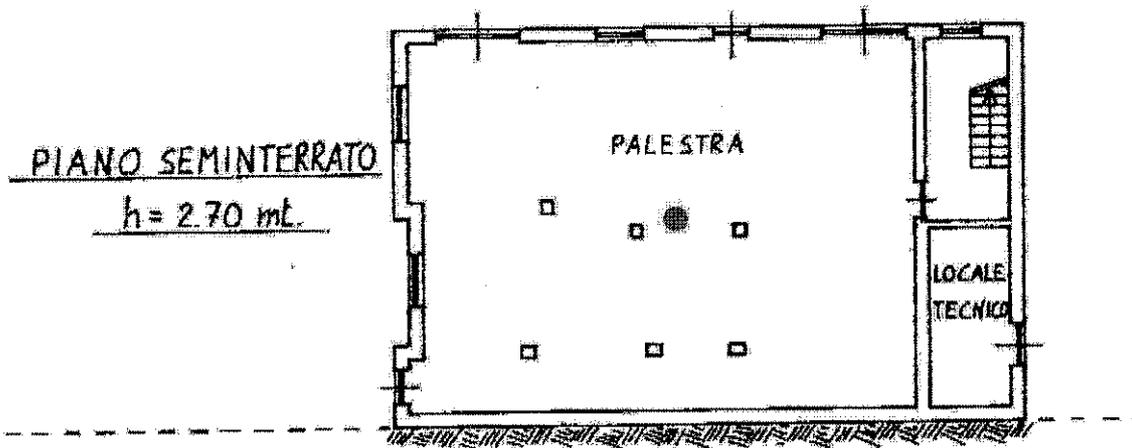
FEISOGLIO PIANO TERRA



Legenda

● Access point NUOVO

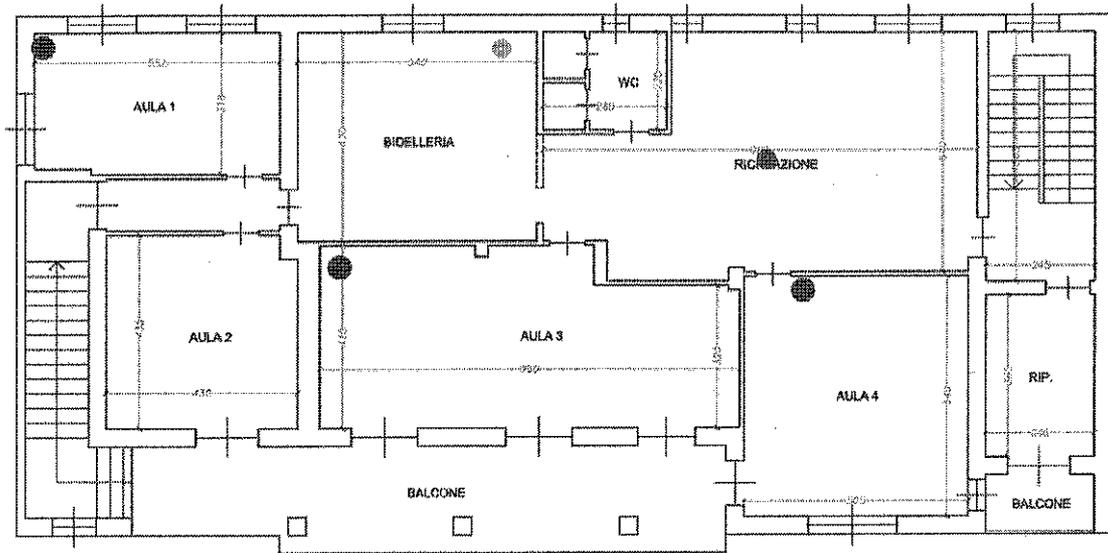
FEISOGLIO SEMINTERRATO



Legenda

● Access point NUOVO

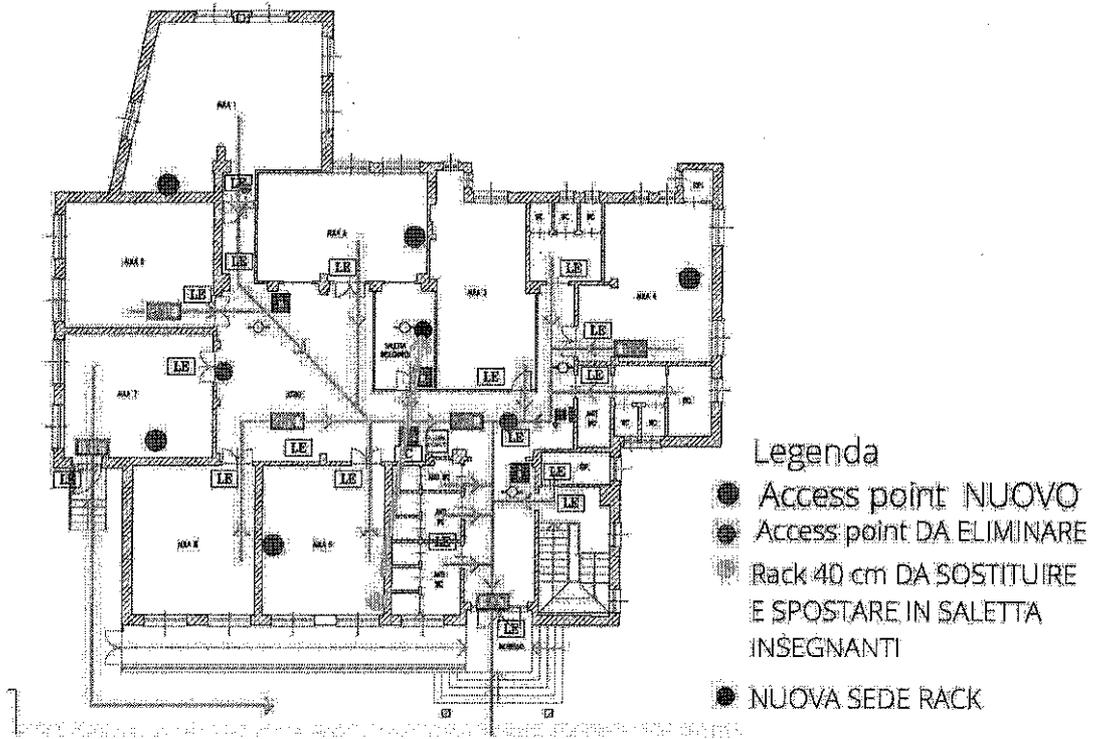
FEISOGLIO PIANO PRIMO



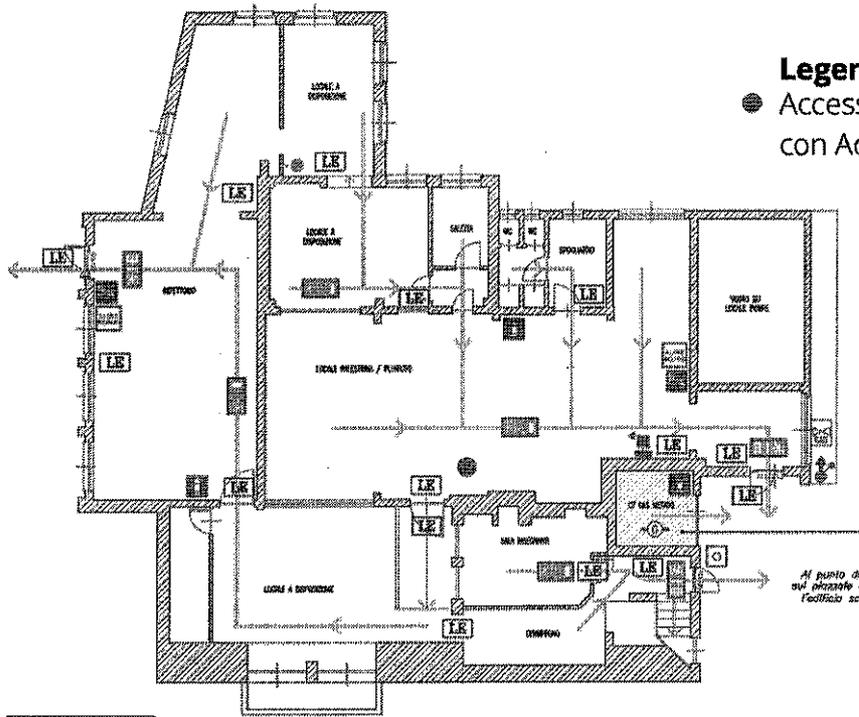
Legenda

- Access point NUOVO
- Access point DA ELIMINARE
- ⊞ Rack DA SOSTITUIRE

LEQUIO BERRIA PIANO RIALZATO



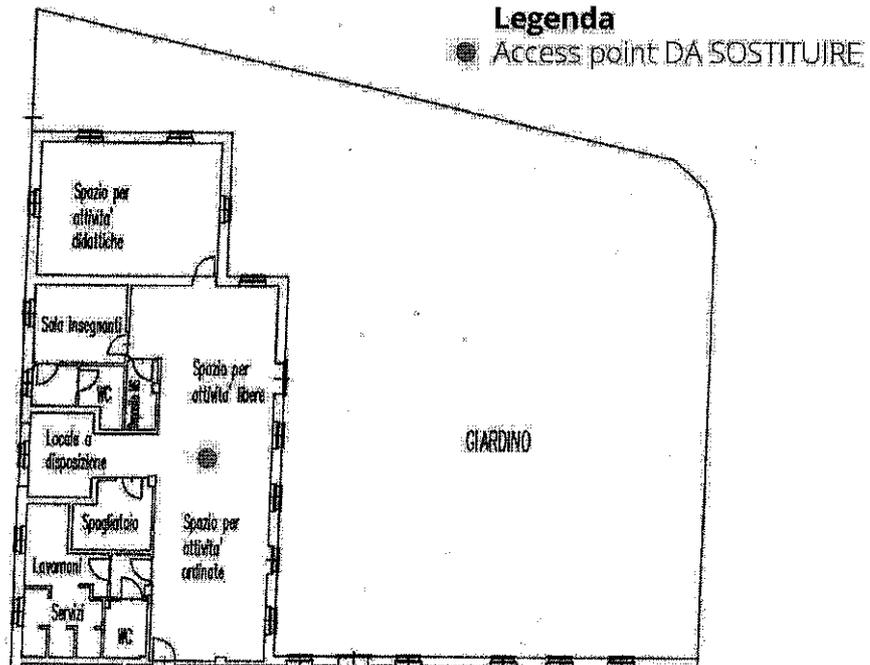
LEQUIO BERRIA SEMINTERRATO



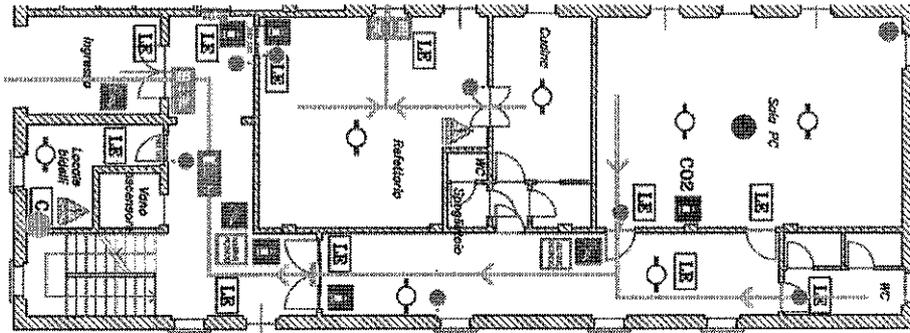
Legenda

- Access point DA SOSTITUIRE con Access point AVANZATO

MURAZZANO PIANO TERRENO (scuola dell'infanzia)



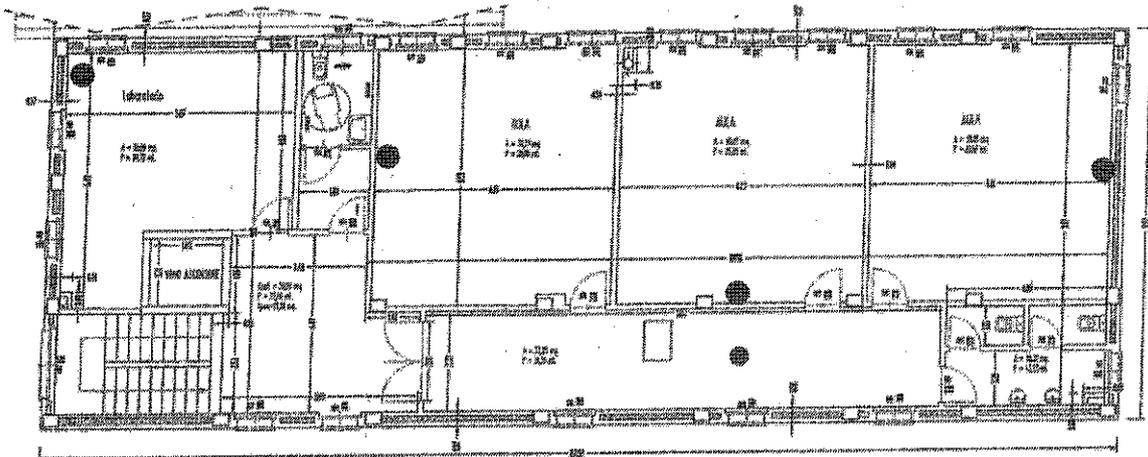
MURAZZANO PIANO TERRENO (scuola secondaria di I grado)



Legenda

- Access point NUOVO AVANZATO
- Punto LAN per laboratorio DESKTOP
- Rack DA SOSTITUIRE

MURAZZANO PIANO PRIMO (scuola secondaria di I grado)



PIANTA PIANO PRIMO

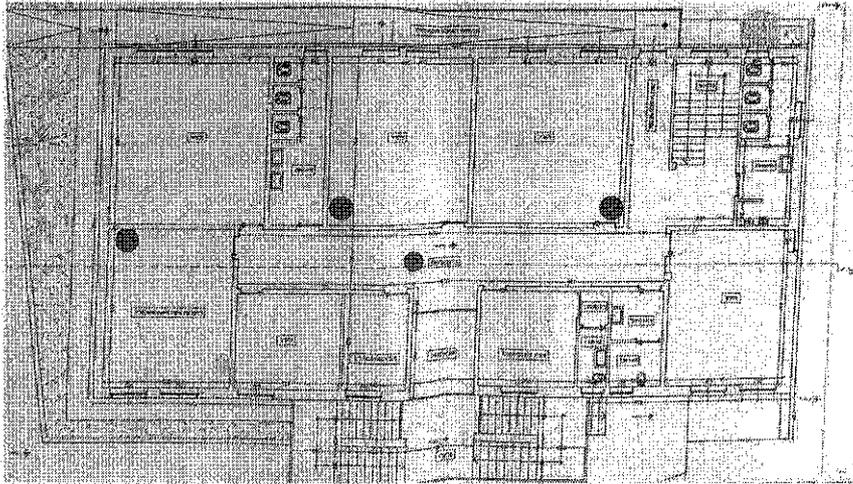
Legenda

- Access point NUOVO
- Access point DA ELIMINARE

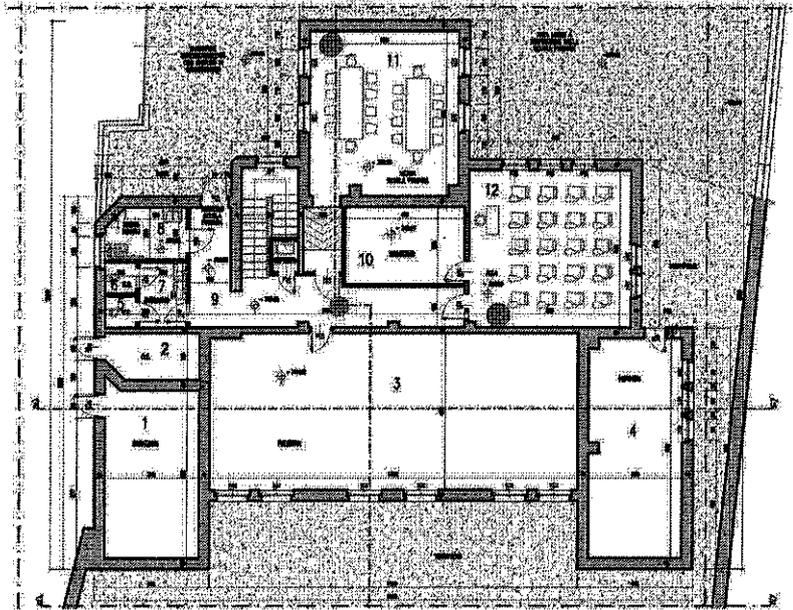
MURAZZANO PIANO PRIMO (scuola primaria)

Legenda

- Access point NUOVO
- Access point DA ELIMINARE
- Rack DA SOSTITUIRE



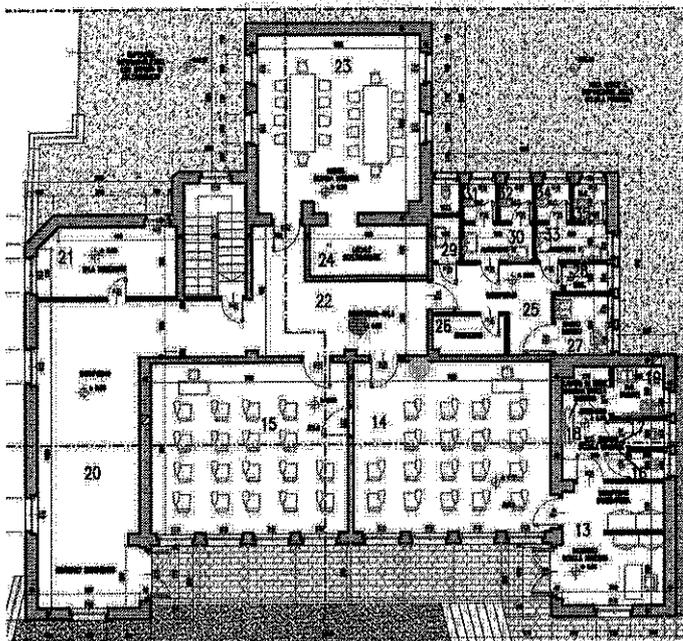
NIELLA BELBO SEMINTERRATO



Legenda

- Access point NUOVO
- Access point DA ELIMINARE

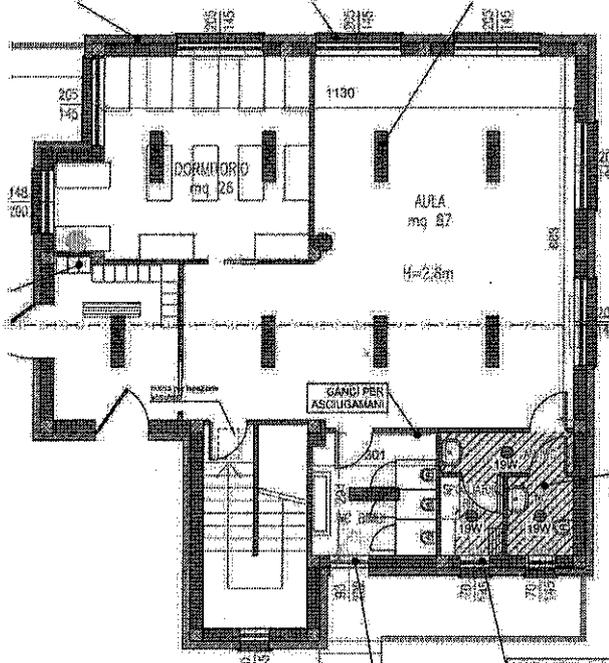
NIELLA BELBO PIANO RIALZATO



Legenda

- Access point DA SOSTITUIRE
- Rack DA SOSTITUIRE

SERRAVALLE LANGHE PIANO TERRA

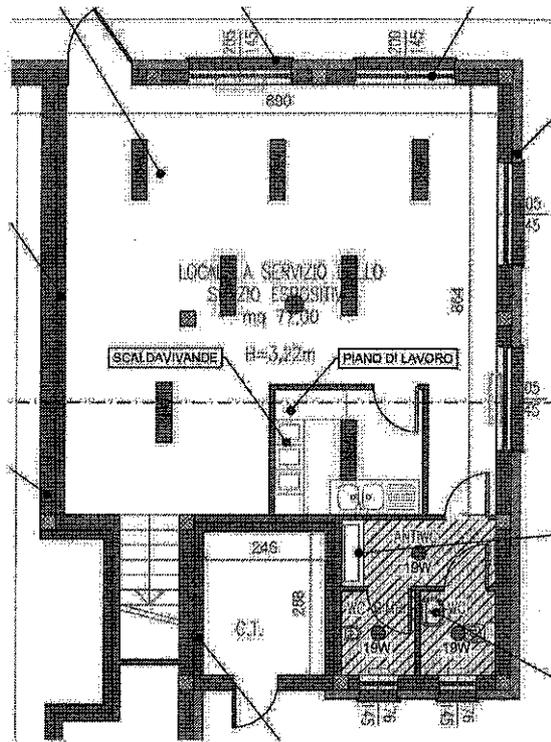


Legenda

- Access point NUOVO
- INTERNET

NB.. edificio attualmente sprovvisto di infrastruttura WiFi

SERRAVALLE LANGHE SEMINTERRATO



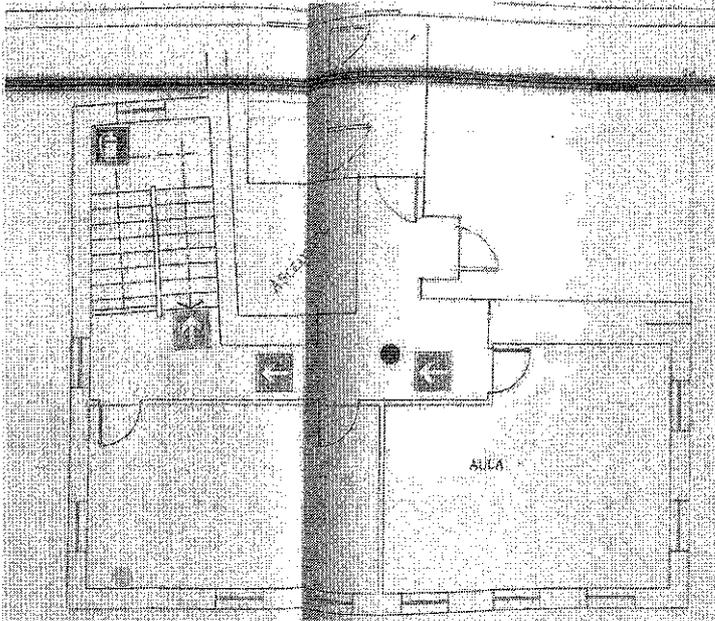
Legenda

● Access point NUOVO

BORGOMALE PRIMO PIANO

Legenda

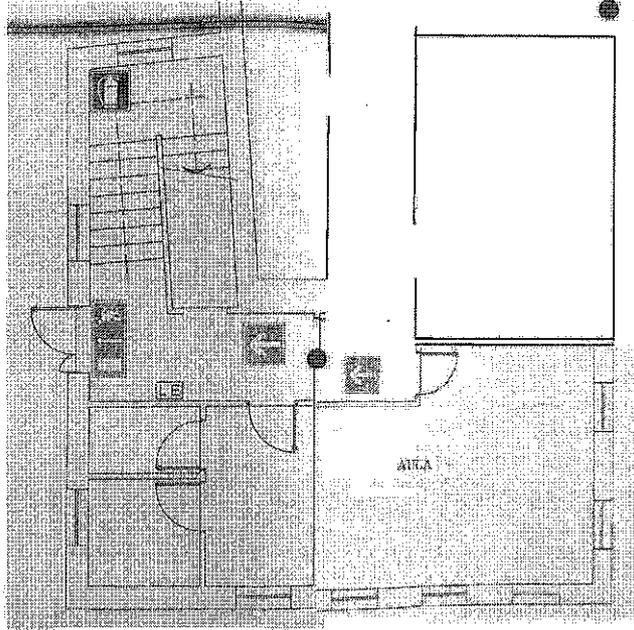
- Access point DA SOSTITUIRE
- ⊙ Rack DA SOSTITUIRE



BORGOMALE PIANO TERRA

Legenda

● Access point DA SOSTITUIRE



6.2. Riepilogo Interventi

Plesso	Città	Piano/livello	AP Indoor Standard	AP Indoor Avanzato	Punti Rete PC	Punti Rete PC doppio	Punti rete AP	Rack esistente ed utilizzabile	Rack Necessari	Dorsale tra rack
Albaretto della Torre										
Infanzia	Albaretto della Torre	0	1				1		1	
Benevello										
Infanzia	Benevello	0	3				3		1	
Bossolasco										
Secondaria	Bossolasco	-1	0	1			1			
Secondaria	Bossolasco	0	5				5		1	1
Primaria	Bossolasco	1	2				2			
Infanzia	Bossolasco	0	1				1		1	
Feisoglio										
Primaria	Feisoglio	-1	1				1			
Primaria	Feisoglio	0	1				1			
Primaria	Feisoglio	1	3				3		1	
Leguio Berria										
Primaria	Leguio Berria	0,5	5				5		1	1
Primaria	Leguio Berria	-1	0	1			1			
Murazzano										
Infanzia	Murazzano	0	1				1		1	
Murazzano										
Secondaria	Murazzano	0	0	1			1		1	
Secondaria	Murazzano	1	4				4			
Murazzano										
Primaria	Murazzano	1	3				3		1	

Proposta progettuale rete Wireless

Istituto Comprensivo "Bossolasco-Murazzano"

CniMaestro X	6	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1
CniMaestro X	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CniMaestro X	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1
CniMaestro X	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1
CniMaestro X	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CniMaestro X	4	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1
CniMaestro X	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CniMaestro X	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1
CniMaestro X	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CniMaestro X	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1
CniMaestro X	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CniMaestro X	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1
	49	0	1	0	0	0	0	0	10	2	0	10

7. Implementazione sistema accesso rete WiFi

7.1. Struttura rete

La configurazione di rete deve assicurare:

- Sicurezza
- Velocità
- Controllo
- Accesso alla rete facile e intuitivo

Attraverso l'utilizzo di:

- VLANs
- VPN
- Routerboard (Mikrotik con estensione Flashstart)
- AP e switch
- Software controllo accessi

In particolare, la rete WiFi è suddivisa in sottoreti:

- WiFi-Scuola. In base all'utente che si collega con l'accredito WPA Enterprise si viene indirizzati sulla VLAN dedicata applicando il controllo con il Captive Portal o garantendo l'accesso alle risorse in modo diretto
- Wi-Fi Manutenzione. Dedicata alla manutenzione o eventuali esigenze particolari (rete Con Password WPA2/WPA3)

Le reti e le sottoreti sono create e gestite utilizzando le VLAN in modo da condividere i mezzi trasmissivi ma dividendo logicamente le reti: i dati che viaggiano su reti diverse non si vedono anche se condividono lo stesso mezzo trasmissivo.

Il complesso scolastico è diviso in più sedi e in questo caso ogni sede sarà configurata in modo simile e collegata con la sede centrale tramite VPN.

Schema logico dell'infrastruttura di rete, nella quale sono riportati le tipologie di sottoreti che si andranno a definire e l'interazione con gli apparati attivi e i sistemi per l'autenticazione e di sicurezza.

7.1.1

Rete WiFi unica per tutto il Plesso:

"WiFi-Campus", con le seguenti caratteristiche:

- Autenticazione WPA2-Enterprise
- Radius Assigned VLAN
- Windows Server Radius EAP(PEAP)

Indirizzamento ad una specifica Rete WiFi in base all'utenza di Active Directory:

- | | | |
|------------------|----------------|---------|
| ● "Docenti" | 10.100.0.0/22 | VLAN120 |
| ● "Studenti" | 10.100.4.0/22 | VLAN121 |
| ● "Ospiti" | 10.100.8.0/22 | VLAN122 |
| ● "Manutenzione" | 10.100.12.0/22 | VLAN123 |

"Rete Management Antenne e Apparatati attivi", servizio e gestione:

10.X.X.0/24	VLAN10
-------------	--------

7.2. Funzione apparati di rete

Centrostella/Gateway/Firewall livello 3 Back-End:

- Mikrotik CCR1009
 - 10.77.10.1/24 VLAN10
 - 10.100.0.1/22 VLAN120
 - 10.100.4.1/22 VLAN121
 - 10.100.8.1/22 VLAN122
 - 10.100.12.1/22 VLAN123
- Funzioni:
 - Firewall (policy di comunicazione tra le reti interne)
 - Prioritizzazione del traffico
 - Gestione Code per Accesso a Internet (singolo o su più linee)
 - Gestione Captive Portal
 - Autorizzazione accesso a Internet in base alle policy configurate su Radius
 - Accesso solo a siti consentiti senza autorizzazione su Captive Portal
 - Server DHCP su tutte le Reti
 - Servizio di NAT verso Internet e senza NAT verso il Firewall ibrido
- Hybrid Firewall Flashstart / Front-End:
 - Firewall Livello 7
 - 10.77.10.10/24
 - Controllo Applicazioni
 - WebFiltering avanzato basato su tecnica DNS
 - Reportistica accessi Internet

- o Eventuale back-up automatico se presenti più linee internet

Switch POE:

- CAMBIUM cnMatrix EX1028-P
 - o 10.77.10.20-xx/24
- Funzioni
 - o Switch di livello 2
 - o Gestioni VLAN

Antenne Access Point

- Cambium
 - o 10.77.10.100-XX/24
- Funzioni
- Punto di Accesso Wifi

7.3. Gestione accessi con WPA-Enterprise

Grazie alla gestione accessi con WPA Enterprise, non è necessario per gli utenti scaricare applicazioni o installare certificati e non è richiesta alcuna competenza tecnica. Gli utenti possono connettere in modo semplice e sicuro i dispositivi personali alla rete aziendale utilizzando Microsoft, Google o semplici credenziali rilasciate dall'IT.

L'accesso alla rete con credenziali personali viene validato direttamente dagli Access Point che tramite il protocollo Radius controlla la validità delle credenziali inserite.

7.4. Gestione accessi con Captive Portal

Tramite il Captive Portal ed il protocollo Radius verrà gestito il sistema di controllo ed autenticazione delle connessioni ai servizi di rete a livello utente e la combinazione di questi due fattori permetterà di avere le seguenti funzionalità:

- Immissione delle credenziali mediante interfaccia web based personalizzabile con grafica e loghi della scuola.
- Regolazione dell'ampiezza di banda a disposizione degli utenti.
- Gestione del traffico dati e bilanciamento dell'utilizzo della banda Internet con gestione delle priorità.
- Possibilità di blocco di siti ed applicazioni che impiegano risorse di navigazione eccessive.
- Accesso in base a gruppi di utenti integrato con Active Directory.
- Gestione dei gruppi di utenti automatizzata tramite console web based a disposizione dei docenti e/o personale tecnico dell'istituto con le seguenti funzionalità:
 - o Accesso con categorizzazione temporale
 - o Possibilità di utilizzare Walled Garden per navigazione su siti permessi senza richiesta di autenticazione
- Log Accessi
- Configurazione Code e prioritizzazione connessioni sulle Routerboard per gestire nel modo migliore l'accesso ad internet.

7.5. Gestione integrata utenti (ISMANAGER)

APPLICAZIONE CLOUD WEB-BASED per la gestione dell'infrastruttura:

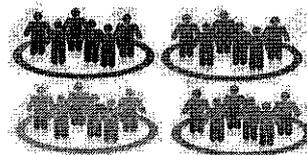
applicazione Web-Based che semplifica le più comuni operazioni effettuabili sugli utenti.

Questa applicazione, suddivisa in moduli dovrà avere le seguenti funzionalità:

MODULO BASE: GESTIONE UTENTI

Il modulo base consente di gestire le principali operazioni sugli utenti:

- Duplicazione utenti
- Modifica Password
- Importazione utenti
- Disabilitazione/Abilitazione utenti
- Elimina Utente
- Gestione Appartenenza Utenti a Gruppi (i principali sono):
 - Docenti-WiFi
 - Studenti-WiFi
 - Ospiti-WiFi



Con queste funzionalità si può decidere chi può navigare sulle varie reti WiFi:

- Per navigare con la rete WiFi-Docenti l'utente deve appartenere al gruppo Docenti-WiFi
- Per navigare con la rete WiFi-Studenti l'utente deve appartenere al gruppo Studenti-WiFi
- Per navigare con la rete WiFi-Ospiti l'utente deve appartenere al gruppo Ospiti-WiFi

MODULO GESTIONE IMPORTAZIONE UTENTI/GRUPPI

Mediante questo modulo è possibile effettuare l'importazione massiva degli utenti e la loro associazione ai gruppi:

- Creazione e Gestione Gruppi (le classi)
- Importazione massiva con assegnazione della classe di appartenenza

Gestione facilitata passaggio anno scolastico

- Selezione classe provenienza e destinazione, selezione alunni da spostare dalla classe di provenienza alla classe di destinazione, in questo modo si possono mantenere gli alunni bocciati nella classe di provenienza oppure spostare alunni che cambiano sezione.
- Eliminazione studenti delle quinte promossi

MODULO GESTIONE NAVIGAZIONE UTENTI/GRUPPI

Questo modulo consente al professore abilitato di decidere quando far navigare gli utenti e per quanto tempo:

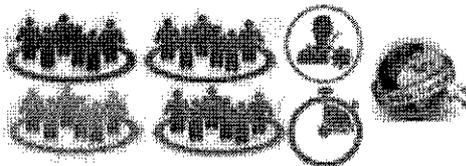
- Gestione navigazione singolo allievo dal momento scelto dal professore per un tempo deciso dal professore.
- Gestione navigazione intera classe dal momento scelto dal professore per un tempo deciso dal professore.

In questo caso il docente sceglie per quanto tempo far navigare la propria classe, l'accesso al sistema viene fatto con il classico portale di autenticazione e la procedura di attivazione è molto semplice e intuitiva. Con questo modulo viene data al docente la possibilità di decidere quando far navigare i propri alunni, può decidere in qualsiasi momento anche ad un certo punto della lezione e deve anche decidere per quanto tempo far navigare. Se un alunno della classe è già abilitato a navigare per altre disposizioni dovrà semplicemente "riloggarsi" quando scade il tempo di navigazione deciso dal professore.

MODULO GESTIONE ORARIA NAVIGAZIONE UTENTI /GRUPPI

Questo modulo consente la programmazione degli accessi ad internet per le intere classi. L'amministratore del sistema può programmare in anticipo quando abilitare la navigazione di interi gruppi mediante:

- Scelta della classe
- Scelta della ricorsività o di una sola volta
- Descrizione
- Inizio e fine periodo
-

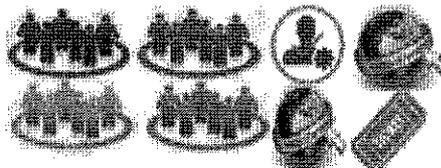


Questo modulo è molto utile nel caso in cui i professori desiderino far navigare i propri studenti ma preferiscono non intervenire sul sistema. L'amministratore del sistema, sentite le esigenze dei professori, pianifica per tutti la navigazione temporizzata, in ogni momento può cancellare la programmazione.

MODULO GESTIONE TICKET

Questo modulo permette la generazione e la gestione di ticket per accesso ad Internet a tempo utilizzabili sul portale di accesso delle varie reti Wi-Fi presenti all'interno della realtà scolastica.

Questo modulo consente di generare un numero variabile di credenziali casuali da distribuire a chi deve usare la rete Wi-Fi, eventualmente anche quella LAN, in modo saltuario.

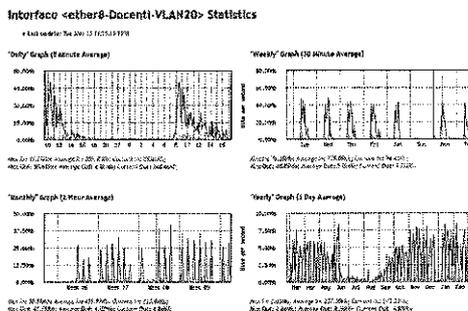


L'amministratore del sistema può gestire i ticket mediante:

- Scelta della durata del ticket (variabile da mezz'ora a 6 ore)
- Numero di ticket da generare
- Scadenza ticket

MODULO GESTIONE REGOLE NAVIGAZIONE

Questo modulo permette la gestione pilotata delle regole di navigazione, visualizzando in tempo reale dei valori di traffico dati sulle varie reti Wi-Fi e cablate



MODULO INTEGRAZIONE G-SUITE

Questo modulo consente l'integrazione con la piattaforma G-Suite.

7.6. Protezione e filtri dei contenuti

FLASHSTART, estensione per Mikrotik Web Filtering, che consenta di:

- Impedire l'accesso a siti con contenuti pedopornografici, violenti e inadatti alla didattica, grazie alle blacklist sempre aggiornate.
- Bloccare i siti infetti che causano problemi ai pc
- Geolocalizzare, bloccando il traffico da/verso i Paesi considerati a rischio "hacker e virus"
- Blocco delle sorgenti di Malware (siti web dannosi) come "sintomi" di pericolo.
- Funzione complementare a quella dei software anti-minaccia che l'utente ha installato sul PC o sugli altri dispositivi. Blocco di ransomware, virus, trojan bancari, botnet in oltre 250000 varianti
- Piattaforma online "DNS-filtered based" risponde alle richieste offrendo la possibilità di implementare policy di sicurezza e filtering sull'intera lan (es. aggiunta di whitelist e blacklist) e, al contempo, gestire anche singolarmente le diverse sedi.
- Reportistica online e schedulata via email, che possa fornire dati aggregati di tutte le sedi oppure analizzare la singola sede. Ogni report fornisce esclusivamente dati riassuntivi globali e senza riferimento alla navigazione della singola persona, rispettando così appieno le severe normative italiane sulla privacy e lo statuto dei lavoratori.
- Tramite i router di frontiera è stato poi circoscritto l'utilizzo del DNS filtrati in modo che gli utenti non possano bypassare la protezione centralizzata
- Safe Search, filtro sui motori di ricerca (Google e Bing) o Scheduling delle policy di accesso.

Protezione Malware

Protezione in grado di mitigare e bloccare con tempestività malware, botnet, phishing, attacchi DDOS, ransomware ed altre minacce, grazie alle migliori fonti di protezione globali.

Filtro contenuti

Il filtro di contenuti indesiderati provvede al blocco dell'accesso ai siti web inappropriati, violenti, sgradevoli oppure di sicura distrazione. FlashStart permette un'elevata personalizzazione della protezione in base ad oltre 90 categorie di Blacklist costantemente aggiornate.

Geolocation

Rafforza la protezione bloccando, su richiesta, l'accesso a siti web ospitati su server residenti in Paesi ad alta concentrazione di minacce e frodi informatiche. Grazie ad un'interfaccia intuitiva, è possibile restringere la navigazione soltanto nei Paesi considerati sicuri.

Protezione motori di ricerca

Rimuove automaticamente i risultati di ricerca di contenuti, immagini e video inadatti (es. sito per adulti, violenti, ecc.) dai principali motori internazionali, senza possibilità di disabilitazione da parte dell'utente.

Reportistica e analisi del traffico

Offre all'amministratore di rete una chiara visione di come viene utilizzato Internet nella propria Organizzazione, selezionando i report preferiti e schedulando la ricezione delle analisi del traffico Internet. La reportistica è conforme alla normativa GDPR.

Multi-profilo

Proposta progettuale rete Wireless

Istituto Comprensivo "Bossolasco-Murazzano"

Consente ai partner ed alle organizzazioni multi-sede la gestione dell'intero parco utenti tramite un'interfaccia unificata, mantenendo ogni aspetto della sicurezza sempre sotto controllo

8. Installazione e configurazione

È richiesta l'attività di configurazione di tutti gli apparati attivi: Access Point, Switch e Firewall e dei relativi software di gestione e controllo presenti in fornitura.

8.1. Servizi

Il servizio dovrà essere effettuato da personale tecnico qualificato, con provata esperienza in lavori analoghi ed in possesso di certificazioni rilasciate dalla casa madre (Cambium CnPilot Certified, Mikrotik Certified Routing Engineer e Mikrotik Certified Network Associate e Flashstart) o degli apparati proposti.

8.2. Posa e cablaggio dei componenti

Le tratte di cablaggio devono consentire la posa degli Access Point nei punti identificati dall'Amministrazione Contraente ovvero nei punti ritenuti a maggiore copertura e/o minore inquinamento elettromagnetico per gli alunni.

Negli elaborati grafici di progetto sono indicate le posizioni dei vari apparati attivi e passivi, nonché la posizione di tutti gli AP e di tutti i punti rete che costituiscono il complesso della fornitura.

La parte di sistema di trasmissione dati di nuova fornitura e posa andrà connesso con le parti già esistenti, garantendo la compatibilità con gli apparati esistenti e la funzionalità di tutto il sistema visto nel suo complesso, sia preesistente che nuovo.

8.3. Modalità operative

L'ambiente di lavoro in cui dovrà operare l'Aggiudicatario è costituita da strutture adibite ad uso scolastico; questo pone problematiche particolari che dovranno essere seriamente prese in considerazione per evitare qualsivoglia rischio di qualunque natura per gli operatori e per i fruitori delle strutture scolastiche.

Ai sensi della normativa vigente in materia, sarà obbligo dell'Aggiudicatario prendere preventivamente contatto con il Responsabile di Impianto o con la figura delegata dal Dirigente Scolastico, al fine di concordare le modalità operative specifiche del sito su cui si va a operare; si citano, a titolo non esaustivo, problemi legati ad interventi in zone contenenti amianto e/o qualunque altro tipo di inquinante, alla privacy degli operatori e degli studenti/allievi, al contesto di riservatezza proprio degli ambienti scolastici.

In caso di lavori che generino rumore, polvere o disagi simili, dovranno essere concordati con il personale individuato dal Dirigente Scolastico, o con il Dirigente stesso, i tempi e le modalità con cui svolgere i lavori e le precauzioni specifiche dovute all'ambiente.

Le aree di lavoro, ai sensi del D. Lgs 81/2008 e s.m.i., dovranno essere delimitate e recintate in modo da non esporre a rischi le persone presenti nel sito oggetto di intervento, oltre che per i lavoratori impegnati nelle opere di cui al presente Capitolato; la segnaletica e i ripari dovranno essere conformi alle prescrizioni legislative in materia di sicurezza nei cantieri di costruzione e/o demolizione, se le attività rientrano in quell'ambito.

Le reti dati e le connessioni esistenti dovranno essere mantenute in servizio per garantire il normale svolgimento delle attività lavorative ed educative, salvo temporanee messe fuori servizio per interventi

diretti sul sistema che dovranno preventivamente essere concordate ed autorizzate dal Dirigente Scolastico o chi per esso da lui incaricato.

L'area di cantiere e le aree circostanti dovranno sempre essere tenute pulite da macerie, polvere e quant'altro legato agli interventi del presente Capitolato, sia, per quanto possibile, durante l'orario di lavoro e in ogni caso al termine dell'orario di lavoro delle maestranze.

9. Stesura di Documentazione operativa e di supporto

L'attività di installazione e configurazione dei vari apparati di rete sopra elencati, dovrà essere effettuata on site presso la ns. sede, in modo da garantire un eventuale aggiornamento e riconfigurazione dei dispositivi e/o software già presenti che si integrano nel nostro progetto di copertura Wi-Fi. Terminata l'implementazione, si eseguirà il primo avvio dell'infrastruttura garantendo un test accurato delle funzionalità dell'impianto. Il Site Survey Finale realizzato in contraddittorio con il personale del ns. Istituto scolastico, verificherà le prestazioni e le funzionalità della rete in conformità a quanto dichiarato e richiesto nel modello di connettività. Durante queste operazioni le persone da noi designate per la gestione futura della rete seguiranno un corso di formazione con il vs. personale tecnico al fine di renderci autonomi il più possibile nella gestione della rete Wi-Fi. In seguito sarà redatto il collaudo finale.

L'infrastruttura, durante il periodo di assistenza e manutenzione, sarà monitorata ed aggiornata in automatico ed eventuali malfunzionamenti saranno risolti dal vs. personale tecnico.

9.1. Certificazione rete dati

Al termine dei lavori dovrà essere rilasciata la certificazione dell'impianto rete dati completamente cablato che dichiarerà la corretta rispondenza ai requisiti fissati dalle Normative in vigore, in Conformità con gli Standard del settore e alle caratteristiche della "categoria" richiesta dal progetto.

Alla certificazione deve essere allegato il report della verifica estesa sul 100% dei cavi e delle prese installate che accerta rispetto dei parametri elettrici definiti dagli standard NSI/TIA/EIA-568, ISO/IEC 11801 e CENELEC 50173, tramite specifica strumentazione.

9.2. Site survey

Al fine di validare la rete Wi-Fi, si richiede l'attività di site survey che dovrà essere effettuata sia prima che dopo l'installazione degli Access Point, utilizzando un apposito software di misurazione tipo Netally Airmagnet Survey Pro, che dovrà avere le seguenti specifiche:

- Calcolare in modo accurato il numero, il posizionamento e la configurazione degli Access Point per ottenere una rete WiFi ad elevate prestazioni.
- Verificare la copertura RF, tracciando le prestazioni reali della rete in termini di velocità di connessione, throughput e statistiche sui pacchetti.
- Produrre come risultato finale una mappa completa di tutte le metriche relative alle prestazioni RF.

9.3. Verifica, misurazione e certificazione campo elettromagnetico

Si richiede la misurazione dei valori del campo elettromagnetico dopo le attività di installazione degli Access Point. I report delle misurazioni dovranno essere allegate alla documentazione per il collaudo ed essere effettuate con strumento specifico tipo SMP2-Dual che dovrà rispettare le seguenti caratteristiche minime:

- Memoria 4 GB con display grafico alfanumerico HD
- Misure Broadband nel dominio del tempo fino a 60GHz
- Menù interattivo, Libreria di Standard Normativi (tra cui ICNIRP'98, 2010, 2013/35EU)
- Software SMP2 Reader grafico di scarico, analisi dati e Report
- Sonda WPF8 in alta frequenza Wi-Fi (2,4 GHz e 5 GHz) e 5G Sub6, isotropica campo Elettrico e Magnetico nelle frequenze 100 kHz - 8 Ghz, campo di misura 0.3 - 130 V/m Con Certificato di Calibrazione accreditato ENAC (equivalente ACCREDIA/LAT)

9.4. Attività accessorie

Al termine dei lavori sono richieste all'Aggiudicatario le seguenti attività accessorie:

- ***Sessione formativa***

Sessione formativa all'uso ed alla gestione dell'infrastruttura di rete Lan e Wi-Fi implementata, effettuato da personale certificato (vedere quanto riportato nella sezione servizi).

- ***Assistenza e monitoraggio***

Servizio di assistenza e manutenzione da remoto e/o on site, per una durata non inferiore a 12 mesi.

- ***Collaudo***

Collaudo di quanto implementato in contraddittorio con il collaudatore designato dall'Istituto Scolastico.

10. Servizi di Manutenzione

10.1. Manutenzione HW

Gestione delle funzionalità della rete

L'impianto complessivo di tutti gli apparati attivi deve essere costantemente monitorizzato con attivazione di avvisi in tempo reale in modo da garantire una continuità di funzionamento, che consentano la sostituzione di eventuali apparati guasti o malfunzionanti.

10.2. Manutenzione correttiva

Analisi dei malfunzionamenti hardware e software correzione errori di configurazione e ripristino funzionalità

Escalation su supporto tecnico dei fornitori

10.3. Manutenzione evolutiva

Gestione delle configurazioni degli apparati di rete

Aggiornamenti software

Abilitazione di eventuali nuove funzioni

Analisi periodica dei sistemi per verificare il funzionamento

11. GARANZIA E ASSISTENZA

Tutti i lavori e le forniture passive dovranno avere garanzia di 10 anni. Tutti gli apparati attivi dovranno avere garanzia di 5 anni con assistenza on site. La manutenzione ed il controllo del sistema di protezione, sicurezza e di filtro dei contenuti, compresi ove esistenti abbonamenti a servizi di filtering, deve essere assicurata per i 3 anni successivi alla fornitura. La configurazione iniziale degli utenti e dei gruppi, comprese password e permessi, deve essere concordata con il personale responsabile dell'Istituto e completata al momento della fornitura. Deve essere prevista nella fornitura la formazione del personale scolastico per rendere autonomo l'istituto nella successiva creazione di nuovi utenti e gruppi e amministrazione dei permessi all'interno della rete.

12. Normativa di riferimento

Gli impianti elettrici in Bassa Tensione sono stati progettati in conformità alle norme tecniche vigenti. In particolare sono state seguite le seguenti Norme e/o prescrizioni legislative.

Provvedimenti generali di protezione e di scelta del materiale elettrico:

- CEI Norma 64-8/1, 2, 3, 4, 5, 6
- CEI Guida 64-50

Materiali ed apparecchi:

- Norma CEI EN 50173-1 (CEI 306-6): "Tecnologia dell'informazione. Sistemi di cablaggio generico. Parte 1: Requisiti generali e uffici"
- Norma CEI EN 50174-1 (CEI 306-3): "Tecnologia dell'informazione – Installazione del cablaggio – Parte 1: Specifiche di installazione ed assicurazione della qualità"
- Norma CEI EN 50174-2 (CEI 306-5): "Tecnologia dell'informazione – Installazione del cablaggio – Parte 2: Pianificazione e criteri di installazione all'interno degli edifici"

Leggi e Decreti:

- Legge 01.03.1968 n° 186, Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature
- Legge 08.10.1977 n° 791, Attuazione della direttiva del Consiglio delle Comunità
- D.P.R. 08.06.1982 n° 524, Attuazione della direttiva CEE n° 77/576 e della direttiva CEE n° 79/640
- DM 10.04.1984, Eliminazione di radiodisturbi
- DM 09.12.1987, Attuazione direttiva CEE n° 84/529
- Direttiva 93/68/CEE, Direttiva bassa tensione
- D.M. n° 37 del 22.01.2008, Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici
- D.L. n. 112 del 25.06.2008, Disposizioni urgenti per lo sviluppo economico, la semplificazione, la perequazione Tributaria D. Lgs. 19.09.1994 n° 626, Attuazione direttive CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza

13. IMPORTO PROGETTO

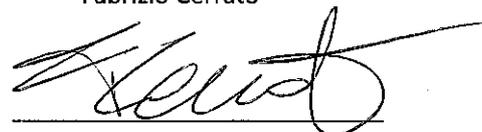
Voci di costo	Quantità	Importo T. Iva escl.
Punto Rete	39	13.650,00
Certifica punto rete	39	877,500
Armadio Rack 19" 9 unità completo di accessori	11	7.680,00
Posa armadio	44	2.160,00
Dorsale tra armadi rack	2	700,00
Cavi patch per terminazione punti rete su patch panel	39	117,000
Cavo Patch Collegamento AP	39	117,00
Access Point Indoor Standard	36	13.680,00
Access Point Indoor Avanzato	3	2.400,00
CNMAESTRO X 3 Anni per Access Point	39	3.510,000
CNMAESTRO X 3 Anni per Switch	14	1.260,000
Switch 8 Porte POE	10	3.500,00
Switch 24 Porte POE	2	2.000,00
Switch 24 Porte	2	800,00
Firewall avanzato	1	580,00
Firewall standard	10	2.000,00
Software filtro contenuti	1	1.100,00
Controller AP per 3 anni	1	250,00
Sistema gestione rete 3 anni	1	2.800,00
Attività di manodopera varia - Sistemazione componenti, adattamenti, imprevisti	88	3.960,00
Installazione e configurazione software	16	800,00

Configurazione apparati attivi, messa in opera in riferimento alle linee progettuali	39	1.950,00
Verifiche e correzioni configurazioni in corso d'opera	22	1.100,00
Sessione formativa	8	400,00
Site survey	1	750,00
Misurazione campo	1	750,00
Assistenza per 3 anni	3	6.000,00
TOTALE (Iva esclusa)		74.891,50

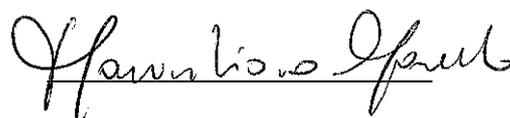
Bossolasco, 17 febbraio 2022

I progettisti

Fabrizio Cerrato

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Fabrizio Cerrato', written over a horizontal line.

Massimiliano Marelo

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Massimiliano Marelo', written over a horizontal line.

ANALISI PREZZI DI MERCATO - VOCI PROGETTO

Voci di costo	Note	Prezzo di riferimento di mercato	Importo U. IVA esclusa	Quantità	Importo T. IVA 65%
Punto Rete	Attività di cablaggio e realizzazione punto rete nuovo, comprensivo di materiale (scatola 503, placca, frutto cat 6A, cavo cat 6A e canalina/tubo di dimensione adeguata), stima metri cavo e canalina/tubo anche in base asopralluogo	PREZZO MEDIO DI ATTIVITA' + MATERIALE NECESSARIO 350,00	350,00	39	13.650,00
Certifica punto rete	Attività di certifica punto rete, mediante strumento adeguato. 15 minuti 2 tecnici	PREZZO TECNICO 45,00 + IVA / ORA	22,50	39	877,50
Armadio Rack 19" 9 unità completo di accessori	Armadio Rack da parete con porta in vetro, pareti laterali amovibili, serratura e 4 montanti 9 unità 600*600, completo di Patch Panel 24 p con frutti cat 6A, barra di alimentazione e passacavi.	PREZZO MEDIO: - ARMADIO: 250,00; - PATCH PANEL CON FRUTTI: 340,00; - BARRA ALIMENTAZIONE: 50,00; - PASSACAVI: 10,00	640,00	12	7.680,00
Posa armadio	Attività di posa armadio, 4 ore	PREZZO TECNICO 45,00 + IVA / ORA	45,00	48	2.160,00
Dorsale tra armadi rack	Attività 4 ore + materiale vario (50 m cavo + 2 frutti cat6a)	PREZZO MEDIO: - TECNICO 45,00 + IVA / ORA x4 - 50 m cavo +2 frutti cat 6A + varie:	350,00	2	700,00
Cavi patch per terminazione punti rete su patch panel	Cavo patch da 1 m cat 6A	PREZZO MEDIO: 3,00	3,00	39	117,00
Cavo Patch Collegamento AP	Cavo patch da 1 m cat 6A	PREZZO MEDIO: 3,00	3,00	39	117,00
Access Point Indoor Standard	Cambium XV2 wi-fi 6	PREZZO MEDIO: 380,00	380,00	36	13.680,00
Access Point Indoor Avanzato	Cambium XV3 wi-fi 6	PREZZO MEDIO: 800,00	800,00	3	2.400,00
CNMAESTRO X 3 Anni per Access Point	Cambium	PREZZO MEDIO: 90,00	90,00	39	3.510,00
CNMAESTRO X 3 Anni per Switch	Cambium	PREZZO MEDIO: 90,00	90,00	14	1.260,00
Switch 8 Porte POE	Cambium EX1010P	PREZZO MEDIO: 350,00	350,00	10	3.500,00
Switch 24 Porte POE	Cambium EX2028P	PREZZO MEDIO: 1000,00	1.000,00	2	2.000,00
Switch 24 Porte	Cambium EX10128	PREZZO MEDIO: 450,00	400,00	2	800,00
Firewall avanzato	Mikrotik ccr1016	PREZZO MEDIO: 580,00	580,00	1	580,00
Firewall standard	Mikrotik 4011	PREZZO MEDIO: 200,00	200,00	10	2.000,00
Software filtro contenuti	Software flashstart, durata 3 anni per almeno 600 utenti	PREZZO MEDIO: 1300,00	1.100,00	1	1.100,00
Controller AP per 3 anni	Spazio cloud per gestione AP, durata 3 anni	PREZZO MEDIO: 250,00	250,00	1	250,00
Sistema gestione rete 3 anni	Sistema gestione rete	PREZZO MEDIO: 2800,00	2.800,00	1	2.800,00
Attività di manodopera varia - Sistemazione componenti, adattamenti, imprevisti	Attività varia (8 ore a plesso, tecnico)	PREZZO TECNICO 45,00 + IVA / ORA	45,00	88	3.960,00
Installazione e configurazione software	Configurazione generale, 2 gg tecnico senior	PREZZO TECNICO 50,00 + IVA / ORA	50,00	16	800,00
Configurazione apparati attivi, messa in opera in riferimento alle linee progettuali	Configurazione rete, 1 ora ad AP tecnico senior	PREZZO TECNICO 50,00 + IVA / ORA	50,00	39	1.950,00
Verifiche e correzioni configurazioni in corso d'opera	Attività varia (2 ore cada plesso tecnico senior)	PREZZO TECNICO 50,00 + IVA / ORA	50,00	22	1.100,00
Sessione formativa	Sessione formativa, 1 gg. Tecnico senior	PREZZO TECNICO 50,00 + IVA / ORA	50,00	8	400,00
Site survey	Site survey prima e dopo con apposito software e relativo report	PREZZO MEDIO: 750,00	750,00	1	750,00
Misurazione campo	Misurazione campo elettromagnetico con strumento apposito	PREZZO MEDIO: 750,00	750,00	1	750,00
Assistenza per 3 anni	Assistenza su quanto implementato, ipotesi 40 ore anno tecnico Senior / Anno	PREZZO TECNICO 50,00 + IVA / ORA	2.000,00	3	6.000,00
TOTALE					74.891,50

ANALISI PREZZI DI MERCATO - VOCI PROGETTO

Voci di costo	Note	Quantità	
Punto Rete	Attività di cablaggio e realizzazione punto rete nuovo, comprensivo di materiale (scatola 503, placca, frutto cat 6A, cavo cat 6A e canalina/tubo di dimensione adeguata), stima metri cavo e canalina/tubo anche in base a sopralluogo	39	
Certifica punto rete	Attività di certifica punto rete, mediante strumento adeguato.	39	
Armadio Rack 19" 9 unità completo di accessori	Armadio Rack da parete con porta in vetro, pareti laterali smovibili, serratura e 4 montanti 9 unità 600*800, completo di Patch Pannel 24 p con frutti cat 6A, barra di alimentazione e passacavi.	12	
Posa armadio	Attività di posa armadio	48	ore previste
Installazione dorsali tra armadi rack	Attività + materiale vario (50 m cavo + 2 frutti cat6a)	2	
Cavi patch per terminazione punti rete su patch pannel	Cavo patch da 1 m cat 6A	39	
Cavo Patch Collegamento AP	Cavo patch da 1 m cat 6A	39	
Access Point Indoor Standard	Cambium XV2 wi-fi 6	36	
Access Point Indoor Avanzato	Cambium XV3 wi-fi 6	3	
CNMAESTRO X 3 Anni per Access Point	Cambium	39	
CNMAESTRO X 3 Anni per Switch	Cambium	14	
Switch 8 Porte POE	Cambium EX1010P	10	
Switch 24 Porte POE	Cambium EX2028P	2	
Switch 24 Porte	Cambium EX10128	2	
Firewall avanzato	Mikrotik ccr1016	1	
Firewall standard	Mikrotik 4011	10	
Software filtro contenuti	Software flashstart, durata 3 anni per almeno 600 utenti	1	
Controller AP per 3 anni	Spazio cloud per gestione AP, durata 3 anni	1	
Sistema gestione rete 3 anni	Sistema gestione rete	1	
Attività di manodopera varia - Sistemazione componenti, adattamenti, imprevisti	Attività tecnica specializzata per installazione infrastruttura	88	ore previste
Installazione e configurazione software	Configurazione generale	16	ore previste
Configurazione apparati attivi, messa in opera in riferimento alle linee progettuali	Configurazione rete di ogni AP	39	ore previste
Verifiche e correzioni configurazioni in corso d'opera	Attività varia	22	ore previste
Sessione formativa	Sessione formativa al personale interno	8	ore previste
Site survey	Site survey prima e dopo con apposito software e relativo report	1	
Misurazione campo	Misurazione campo elettromagnetico con strumento apposito	1	
Assistenza per 3 anni	Assistenza su quanto implementato, 40 ore anno	3	