

G. CANNATARO, G. CARETTO

Dipartimento Tecnologie Energetiche
Divisione per lo sviluppo sistemi per l'informatica e l'ICT
Laboratorio infrastrutture e servizi di rete
Centro Ricerche Brindisi

C. FERRELLI

Dipartimento Tecnologie Energetiche
Divisione per lo sviluppo sistemi per l'informatica e l'ICT
Laboratorio infrastrutture e servizi di rete
Centro Ricerche Casaccia

REALIZZAZIONE DI UNA CENTRALE TELEFONICA VoIP PER LA SEDE ENEA DI BRINDISI

RT/2019/12/ENEA



AGENZIA NAZIONALE PER LE NUOVE TECNOLOGIE,
L'ENERGIA E LO SVILUPPO ECONOMICO SOSTENIBILE

G. CANNATARO, G. CARETTO

Dipartimento Tecnologie Energetiche
Divisione per lo sviluppo sistemi per l'informatica e l'ICT
Laboratorio infrastrutture e servizi di rete
Centro Ricerche Brindisi

C. FERRELLI

Dipartimento Tecnologie Energetiche
Divisione per lo sviluppo sistemi per l'informatica e l'ICT
Laboratorio infrastrutture e servizi di rete
Centro Ricerche Casaccia

REALIZZAZIONE DI UNA CENTRALE TELEFONICA VoIP PER LA SEDE ENEA DI BRINDISI

RT/2019/12/ENEA



AGENZIA NAZIONALE PER LE NUOVE TECNOLOGIE,
L'ENERGIA E LO SVILUPPO ECONOMICO SOSTENIBILE

I rapporti tecnici sono scaricabili in formato pdf dal sito web ENEA alla pagina www.enea.it

I contenuti tecnico-scientifici dei rapporti tecnici dell'ENEA rispecchiano l'opinione degli autori e non necessariamente quella dell'Agenzia

The technical and scientific contents of these reports express the opinion of the authors but not necessarily the opinion of ENEA.

REALIZZAZIONE DI UNA CENTRALE TELEFONICA VoIP PER LA SEDE ENEA DI BRINDISI

G. Cannataro, G. Caretto, C. Ferrelli

Riassunto

Il progetto ENEA Full VoIP prevede l'installazione per la sede di Brindisi di un centralino VoIP che vada a sostituire integralmente il vecchio centralino tradizionale. Si è deciso di realizzare un'infrastruttura tecnologica per la distribuzione di telefonia con tecnologia VoIP per la sede di Brindisi facilmente replicabile per le altre sedi ENEA con l'intento di mantenere i costi di gestione delle apparecchiature telefoniche, abbattere i costi telefonici, nonché realizzare una infrastruttura tecnologicamente innovativa e facilmente gestibile con introduzione di features e servizi avanzati.

Il Progetto elegge il centro di Brindisi a capofila di una sperimentazione in cui la telefonia e i servizi telefonici di un centro ENEA sono totalmente basati su tecnologia VoIP. L'architettura della rete telefonica cambierà in maniera graduale e si passerà dalla centrale attualmente in produzione – Nortel Networks, alla centrale VoIP passando per un transitorio qualche mese.

Questo lavoro vuole essere il racconto dell'esperienza personale ma anche una linea guida tecnico pratica per coloro che volessero adottare la stessa tecnologia.

Parole chiave: VoIP (Voice over Internet Protocol), Telefonia, Rete dati e telefonica, Server Virtuali, Sicurezza Informatica

Abstract

The ENEA VoIP project in Brindisi is planning to install a VOIP switchboard for the Brindisi site, replacing the old traditional switchboard.

It was decided to create a technological infrastructure for the distribution of Telephony with VoIP technology for the Brindisi site, which can be easily replicated for the other ENEA offices with the aim of maintaining the costs of managing telephone equipment, reducing telephone costs, and realizing a technologically innovative and easily manageable infrastructure with the introduction of innovative features and services.

The Project elects the Brindisi center as the leader of an experiment in which the telephony and telephone services of an ENEA center are totally based on VoIP technology. The architecture of the telephone network will change gradually and we will move from the control panel currently in production - Nortel Networks, to the VoIP control panel passing through a transient a few months.

This work wants to be the story of personal experience but also a practical technical guideline for those who want to adopt the same technology.

Keywords: VoIP (Voice over Internet Protocol), Telephony, Data and telephone network, Virtual Servers, Computer Security

Indice

RINGRAZIAMENTI	6
INTRODUZIONE	7
RETI E SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONE	9
1 TIPOLOGIE DI COMUNICAZIONE	10
2 CONCETTO DI PROTOCOLLO	10
2.1 <i>Protocollo TCP/IP</i>	11
3 SISTEMA DI TELECOMUNICAZIONE	12
3.1 <i>Definizione</i>	12
3.2 <i>Architettura</i>	13
3.3 <i>Segnale</i>	14
3.4 <i>Funzionamento</i>	15
INFRASTRUTTURA DI BRINDISI	17
1 RETE LAN	17
1.1 <i>Cablaggio</i>	17
1.2 <i>Schema Fisico</i>	18
1.3 <i>Schema Logico</i>	20
2 INFRASTRUTTURA VIRTUALE	22
2.1 <i>Il Datacenter</i>	22
TELEFONIA ENEA	24
1 ENEATEL	25
1.1 <i>Schema di rete</i>	25
1.2 <i>Topologia</i>	25
1.3 <i>Servizi</i>	26
1.4 <i>Le centrali Ericsson MD110</i>	27
1.5 <i>La centrale Nortel Networks</i>	28
2 LA TECNOLOGIA VOIP	31
2.1 <i>Funzionamento</i>	33
3 EVOLUZIONE DELLA RETE ENEA	34
3.1 <i>Le prime centrali VoIP di Casaccia, Portici e Antartide</i>	34
3.2 <i>La centrale VoIP di Brindisi</i>	36
3.3 <i>Verso la realizzazione della centrale VoIP di Palermo</i>	38
3.4 <i>Soluzione futura</i>	39
4 MONITORAGGIO SPESE TELEFONICHE	42
4.1 <i>Premessa</i>	42
4.2 <i>Analisi e valutazione risultati</i>	42
4.3 <i>Monitoraggio delle spese</i>	43
4.4 <i>Conclusioni</i>	44

LA CENTRALE VOIP DI BRINDISI	45
1 REALIZZAZIONE.....	45
1.1 Fase Preliminare.....	45
1.2 Fase Operativa	46
2 FUNZIONAMENTO	49
2.1 Sip Server.....	50
2.2 Gateway VoIP.....	66
2.3 ATA.....	69
2.4 Telefoni VoIP.....	70
2.5 Telefoni analogici	75
2.6 DHCP Server.....	75
2.7 TFTP Server.....	77
2.8 Provisioning Server	78
2.9 LDAP	80
2.10 DBMS.....	81
2.11 GASPER.....	82
3 ARMONIZZAZIONE DELLA INFRASTRUTTURA.....	83
3.1 LLDP.....	84
3.2 VLAN.....	84
3.3 PoE.....	85
3.4 ACL.....	86
REFERENZE	87
INDICE DELLE FIGURE	87
INDICE DELLE TABELLE.....	88

Ringraziamenti

Il lavoro presente è stato realizzato con la collaborazione del personale della divisione ICT coinvolto a vario titolo nel progetto ed in particolare dal laboratorio RETE. Tale lavoro, infatti, si è concretizzato unendo le conoscenze che i colleghi hanno delle tecnologie e mettendole in campo per uno scopo comune. Tutti i colleghi sono stati di fondamentale importanza per l'implementazione dei vari "pezzi" di configurazione.

Silvio Migliori – Responsabile di Divisione, Roberto Guadagni e Salvatore Pecoraro – Responsabili di Laboratorio, hanno messo a disposizione tutti gli strumenti finanziari per l'attuazione del progetto ed hanno coordinato le attività. Antonio Manduca – Responsabile della Telefonia, con molta esperienza e dedizione ha curato la parte amministrativa e logistica. Claudio Ferrelli – Laboratorio di RETE per la Sede di Casaccia e Giacinto Caretto – Laboratorio di RETE per Sede di Brindisi, si sono spesi tantissimo per l'implementazione sia di Asterisk sia del Patton e per l'integrazione con il sistema di telefonia tradizionale e con la rete dati – di cui sono conoscitori ed esperti – e nel trasmettere le proprie conoscenze agli altri colleghi che li hanno coadiuvati. Dante Giammattei – Laboratorio di RETE per la Sede di Portici, ha messo a disposizione la sua esperienza sulla tecnologia VoIP e la conoscenza degli apparati telefonici e ATA. Aberto Scalise – Laboratorio IGEST per la sede di Brindisi, ha messo in campo le sue conoscenze gestionali e la sua esperienza nella programmazione e nei data base è stata indispensabile nella fase di post produzione e rendicontazione della telefonia. Il sottoscritto, Giovanni Cannataro – Laboratorio di RETE per Sede di Brindisi, ha messo in campo le sue conoscenze sul networking e sui sistemi di Cloud Computing, sui sistemi operativi e sulla conoscenza ed esperienza sull'infrastruttura tecnologica di Brindisi. Nel giro di poche settimane le conoscenze dell'uno sono diventate conoscenze di tutti. Un lavoro di squadra costante si è protratto per i mesi successivi fino al raggiungimento degli obiettivi.

Desidero ringraziare fortemente tutti i colleghi ICT per lo sforzo profuso e per la sensibilità dimostrata nell'affrontare questo progetto.

Introduzione

Questo documento è la sintesi del lavoro svolto dal laboratorio RETE della divisione ICT del dipartimento DTE presso centro di Brindisi con il progetto di Telefonia Full VoIP.

Il Progetto elegge il centro di Brindisi a capofila di una sperimentazione in cui la telefonia e i servizi telefonici di un centro ENEA sono totalmente basati su tecnologia VoIP. Il progetto si propone di realizzare una serie di azioni atte a creare tutti i presupposti per l'installazione, la configurazione, la gestione di una Centrale VoIP per ENEA. La infrastruttura così creata sarà un unicum di tecnologia, software, apparati e know-how, quanto più replicabile e scalabile

Si è deciso di avviare questa sperimentazione con la consapevolezza che la tecnologia VoIP, già implementata in ENEA, fosse matura e potesse essere integrata nell'infrastruttura tecnologica di un centro Enea.

Il primo centro che ha avviato una sperimentazione verso il VoIP è stato quello di Portici, inserendo nel piano di numerazione poche decine di utenze, in parte distribuite agli utenti che hanno accettato di partecipare alla sperimentazione ed in parte utilizzate per le prime connessioni telefoniche dalle basi in Antartide. Poco dopo, con una configurazione analoga, è partito il centro di Casaccia, ma con la connotazione dell'ambiente di produzione e con una intera decade (1000 numeri) appartenenti al piano di numerazione di Casaccia. A valle di questa ulteriore sperimentazione, giudicati ormai maturi sia la tecnologia VoIP sia l'integrazione delle centrali nella infrastruttura virtuale, che man mano andava evolvendosi, si è passati ad un uso più massiccio del sistema in produzione, si è integrato con ulteriori funzionalità, ed infine ci si è posto l'obiettivo di esportare la tecnologia e l'esperienza maturata negli altri centri ENEA.

Il centro di Brindisi è stato scelto per una serie di ragioni legate alla tecnologia locale in uso al momento, obsoleta e non in linea con gli altri centri, per ragioni di tipo logistici e organizzativi, essendo un centro di dimensioni medie e adatto ad una sperimentazione ed infine perché il centro, dotato da poco di una rete di ultima generazione, si prestava bene ad un tipo di upgrade e di integrazione del sistema telefonico con la rete dati.

Questo lavoro vuole essere il racconto dell'esperienza personale ma anche una linea guida tecnico pratica per coloro che volesse adottare la stessa tecnologia.

Il lavoro si divide in quattro capitoli.

Il primo capitolo introduce gli argomenti più importanti del mondo delle reti e delle telecomunicazioni, partendo da una breve panoramica sulle reti di calcolatori, descrivendo i protocolli e il loro funzionamento, il TCP/IP e le tipologie di rete più importanti. Questa breve introduzione è

importante per poter consentire anche al lettore non propriamente informatico di apprezzare quanto descritto nei capitoli successivi.

Nel secondo capitolo si descrive la rete LAN di Brindisi, partendo dal cablaggio strutturato, passando per lo schema di rete fisico e logico e descrivendo brevemente l'infrastruttura virtuale. L'infrastruttura di rete è fondamentale per il corretto funzionamento della telefonia VoIP, sia per gli aspetti legati alla banda minima garantita sia per gli aspetti legati all'affidabilità e resilienza e alla sicurezza.

Il terzo capitolo descrive la telefonia in ENEA, il sistema di telefonia sviluppato da ENEA e presente in tutti i Centri ovvero ENEATEL con le centrali Ericsson e Nortel Networks. Si descrive poi il funzionamento del VoIP e come questo ha impattato sull'intera infrastruttura di rete telefonica ENEA consentendo l'evoluzione della telefonia per come la conosciamo oggi.

Il quarto capitolo infine è dedicato alla descrizione più puntuale del VoIP, dei suoi protocolli e della Centrale implementata a Brindisi. La prima parte del capitolo descrive la realizzazione della centrale attraverso le diverse fasi sia preliminari, di studio e progettazione, sia attuative e realizzative, di implementazione e realizzazione di tutte le attività volte alla realizzazione della centrale stessa. La seconda parte, poi, descrive dettagliatamente il Centralino Asterisk, i Virtual Server, gli apparati Telefonici e ATA, i PoE e quanto altro installato, configurato ed in produzione per il corretto funzionamento della Centrale VoIP.

La sperimentazione avvenuta con successo a Brindisi, pone le basi per l'installazione di una Centrale Telefonica Full VoIP in altri Centri ENEA ed in particolare sia il centro di Bari, sia il centro di Palermo sono in fase di migrazione totale verso la tecnologia VoIP.

Reti e Sistemi di Telecomunicazione

Le principali motivazioni per lo sviluppo delle reti di calcolatori sono le seguenti:

- **Accesso all'informazione** – non solo a quella locale ma anche a quella remota;
- **Condivisione di risorse** – in particolare, una risorsa accessibile via rete (es. una stampante, un database, un file system) è di fatto condivisibile tra più calcolatori;
- **Affidabilità** – relativa alla possibilità di realizzare per una computazione più calcolatori;
- **Comunicazione**;
- **Condivisione di compiti**;
- **Scalabilità**.

Una rete di calcolatori è, in estrema sintesi, un insieme di calcolatori indipendenti ed interconnessi tra loro che possono scambiarsi informazioni. I componenti di base di una rete sono:

- **Hardware di rete** – comprendente gli apparati hardware necessari sia a connettere il calcolatore al mezzo di trasmissione, sia necessari per trasmettere le informazioni sul mezzo fisico e per le eventuali conversioni (es. digitale-analogico e viceversa), apparati di interconnessione, apparati per il controllo della trasmissione;
- **Software di rete** – ovvero l'insieme di programmi che consentono in sintesi la comunicazione tra applicazioni residenti su calcolatori diversi. Tale software realizza le funzioni di: codifica e formattazione dei dati, invio e ricezione dei dati, rilievo di errori e correzione;
- **Mezzo di trasmissione** – ovvero il supporto fisico che trasporta le informazioni tra i diversi calcolatori. Questa componente presenta le maggiori eterogeneità: fisiche (es. onde radio nel vuoto o su conduttori elettrici, luce su fibra ottica, raggi infrarossi, microonde, ecc.), di trasmissione (es. Ethernet, Frame Relay, ATM, GSM, GPRS, SDH, ecc.).

Le reti possono essere classificate per **tipologia** di trasmissione (*punto-a-punto*, dove la comunicazione avviene tra coppie di nodi, (ad es. una coppia di telefoni); *broadcast*, dove la comunicazione interessa contemporaneamente tutti i calcolatori connessi alla rete (rete locale Ethernet, televisione via satellite o via terrestre); **topologia** (regolare, completamente o non completamente magliata, nel caso di reti locali e metropolitane, o di reti dedicate (come nel caso dei supercalcolatori); irregolare, nel caso di reti geografiche, dove ragioni di costo e di orografia del territorio impediscono la costruzione di reti regolari completamente magliate, ed infine per **estensione LAN, MAN, WAN ecc. Local Area Network (LAN)**, Sono le reti più diffuse e utilizzano quasi per la totalità dei casi protocolli di tipo broadcast;

Metropolitan Area Network (MAN). Le MAN possono essere pensate come delle grandi (estese) LAN visto che spesso usano una simile tecnologia, e la grande differenza è che esse sono spesso dislocate su territorio pubblico; **Wide Area Network (WAN).** Le reti WAN dette anche reti geografiche, quasi sempre sono il backbone (pubblico o privato) che interconnette più LAN/MAN; Infine, **Internet**, è l'interconnessione a livello mondiale di tante reti LAN, MAN, WAN.

1 Tipologie di comunicazione

Oltre alla tipologia di trasmissione vista in precedenza (punto-a-punto, tra coppie di nodi, o broadcast, comunicazione contemporanea tra tutti i calcolatori), le reti possono funzionare con due modalità di comunicazione:

- **Commutazione di circuito** – in tal caso la comunicazione tra due host richiede l'allocazione di un circuito (fisico) tra gli host, che pertanto rimane interamente dedicato alla comunicazione per tutta la sua durata, e la successiva de allocazione. Un esempio è la rete telefonica tradizionale, in gergo detta PSTN (Plain Switched Telephone Network). Durante una telefonata la composizione del numero provoca l'allocazione di tanti tronchi di canale fisico che costituiscono il circuito, quindi si ha l'effettiva trasmissione dei dati utente (la voce) e infine la de allocazione del circuito quando la telefonata è terminata. Oltre alla trasmissione di dati utente esiste una trasmissione di dati di controllo (es. il segnale di linea libera o di linea occupata, l'invio dello squillo al numero chiamante, ecc.) detta segnalazione.
- **Commutazione di pacchetto** – in tal caso la comunicazione tra due host non richiede l'allocazione di un circuito (fisico) tra gli host. I dati da inviare vengono suddivisi in pacchetti di lunghezza limitata che vengono inviati sulla rete e consegnati in maniera indipendente l'uno dall'altro, allocando di volta in volta solo la frazione di circuito (link) necessaria a trasportare i pacchetti da un host/router ad uno adiacente. L'aspetto principale di tale modalità di comunicazione è la massimizzazione del grado di utilizzazione dei canali di trasmissione che vengono allocati solo per il tempo strettamente necessario a trasportare dati. Non appena un canale ha trasportato un pacchetto della comunicazione A, esso è disponibile per trasportare un secondo pacchetto, ad esempio appartenente sempre ad A o ad un'altra comunicazione B.

2 Concetto di protocollo

Per ridurre la complessità e per ragioni di modularità le reti sono organizzate come una serie di strati o livelli ognuno costruito sul livello inferiore. Le convenzioni e le regole usate nelle comunicazioni di uno

stesso livello tra due macchine sono dette protocollo. Un protocollo è un accordo tra più elementi che devono stabilire una conversazione. Logicamente il livello n di una macchina comunica con il livello n di un'altra macchina. In pratica, nessun dato viene trasferito direttamente dal livello n di una macchina al livello n di un'altra macchina. Tra due livelli esiste una interfaccia.

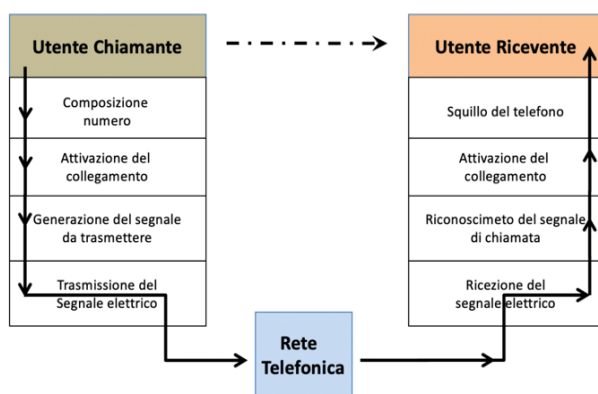


Figura 1: Comunicazione Telefonica mediante Livelli

2.1 Protocollo TCP/IP

I principali protocolli del Livello di TRASPORTO sono: **TCP** – Transmission Control Protocol – flusso di byte bidirezionale canale virtuale, dati non duplicati, affidabili, con controllo di flusso; **UDP** – User Datagram Protocol – scambio di messaggi inaffidabile, senza connessione e senza ordine);

Il principale protocollo del Livello di RETE è: **IP** – Internet Protocol – scambio di datagrammi senza garanzia di consegna, instradamento connection-less, si occupa di instradamento dei messaggi basato su indirizzi unici a 32 bit (ip address), frammentazione e ri-assemblaggio, rilevazione (senza correzione, con notifica) degli errori.



Figura 2: : Stack ISO/OSI e TCP/IP a confronto

3 Sistema di Telecomunicazione

Un Sistema di Telecomunicazione è costituito da un insieme di nodi (*elaboratori di dati*) e di collegamenti (*canali di interconnessione tra nodi*) che consentono ad una o più entità sorgenti di inviare dati (*informazioni*) ad una o più entità destinazioni.

Le entità sorgenti e destinazioni sono dette nodi terminali (*end-systems oppure hosts*) del sistema. Tutti gli altri nodi del sistema sono chiamati nodi di commutazione (*switching nodes*). L'interconnessione dei nodi mediante i collegamenti costituisce, la Rete di TLC.

Un sistema per telecomunicazioni è progettato per inviare messaggi o informazioni da una sorgente che li genera verso una o più destinazioni, dunque, ha lo scopo di consentire il trasferimento di dati (*informazioni*) tra i nodi sorgente e i nodi destinazione. L'informazione generata dalle sorgenti viene trasferita alle Destinazioni sotto forma di segnali. Quindi, il segnale, è l'entità fisica che trasporta informazione dalle sorgenti alle destinazioni.

Possiamo anche affermare che l'insieme di apparati e connessioni (*canali*) che permettono a due o più utenti di scambiarsi tra di loro informazioni costituiscono un sistema di TLC.

3.1 Definizione

Vediamo alcune definizioni:

- **Sorgente di informazione può essere:**
 - **digitale** – l'apparato che emette un insieme finito di possibili messaggi (es. tastiera di un pc);
 - **analogica** – l'apparato che produce un insieme di messaggi definiti su un insieme continuo (es. microfono).
- **Sistema di comunicazione può essere:**
 - **digitale** – sistema che trasferisce l'informazione da una sorgente digitale a un ricevitore digitale;
 - **analogico** – è il sistema che trasferisce l'informazione da una sorgente analogica a un ricevitore analogico.
- **Segnale** – una qualunque grandezza fisica variabile nei tempi a cui è associata una informazione e può essere:
 - Digitale¹:
 - funzione nel tempo che può assumere solo un insieme discreto di valori;

¹ un sistema di comunicazione digitale può utilizzare segnali digitali (tensioni o correnti) e segnali analogici per trasmettere informazioni digitali (es. può utilizzare una sinusoide a frequenze: $f = 1000 \text{ hz}$ per il valore logico 1 e $f = 500$ per il valore logico 0).

- se questo insieme è costituito da due soli valori il segnale è binario.
- Determinato:
 - funzione del tempo univocamente specificata per ogni istante di tempo;
 - $w(t) = A \cos(w\emptyset t + \varphi\emptyset)$ con w e φ noti descrive la forma di onda di un segnale determinato.
- Aleatorio:
 - non può essere completamente specificato con una funzione del tempo, ma deve essere descritto attraverso metodi probabilistici

3.2 Architettura

Descriviamo brevemente l'architettura di un sistema per la comunicazione. Gli elementi fondamentali sono il messaggio sorgente ed il messaggio ricostruito dal ricevitore al suo arrivo.

In descrizione vediamo i seguenti elementi: **Trasmettitore, Mezzo di trasmissione e Ricevitore.**

Elaborazione del segnale (trasmettitore):

- Ha lo scopo di condizionare la sorgente per effettuare una trasmissione più efficiente;
 - Es. in un sistema analogico può essere un filtro passa-basso che restringe la banda del segnale d'ingresso;
 - Es. in un sistema analogico/digitale può essere un convertitore analogico digitale (ADC converter).

Modulatore (trasmettitore):

- Converte il segnale in banda base in un segnale in banda passante (a frequenza più alta), cioè con una banda più appropriata per il mezzo trasmissivo;
- Se il mezzo supporta una trasmissione in banda base, questo elemento non è necessario;
- Esempio di segnale passa-banda: $s(t) = R(t)\cos[\omega_c t + \theta(t)]$.

Canale di trasmissione:

- Via cavo (wired) o senza fili (wireless);
- Può presentare presenza di disturbi di canale;
- Fa uso di amplificatori (ripetitori, trasponder satellitari, ecc.) per mantenere il segnale utile al di sopra di quello del rumore.

Ricevitore:

- Ricostruisce un segnale in banda base affinché sia il più fedele possibile al segnale d'origine

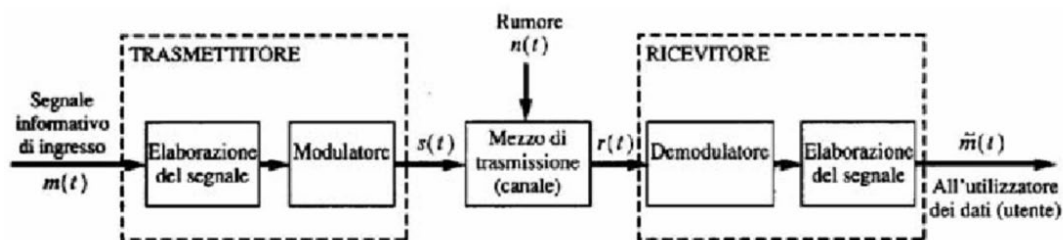


Figura 3: Architettura di un Sistema per Comunicazioni

Sistemi di TLC cablati (wired) – sono la Rete telefonica (commutata: PSTN, Public Switched Telephon Network), la Rete ISDN (Integrated System Data Network), le Reti a larga banda e le Reti locali, oltre alle reti di accesso per la linea telefonica quali Doppino Telefonico, modem audio, ISDN, ADSL, HDSL, VDSL, Fibra ottica e Sistemi su linee di potenza: Power Line Carrier (PLC).

Sistemi di TLC senza fili (wireless) – sono invece la rete Broadcasting radio/televisione, Cordless digitale (DECT), cordless analogico, Reti cellulari terrestri: TACS, GSM, GPRS, UMTS e satellitari, Reti locali senza fili (WLAN, Wireless LAN): Bluetooth, IEEE802.11, Hiperlan, Reti Satellitari oltre alle reti di accesso per la linea telefonica quali Wireless Local Loop (WLL), Internet satellitare (con ritorno via telefono o via satellite).

3.3 Segnale

I segnali sono una rappresentazione della misura di grandezze (tensioni, correnti, velocità, ecc.) che evolvono in funzione di altre grandezze indipendenti (tempo, spazio, frequenza, ecc.). Sono rappresentati da funzioni di una o più variabili indipendenti. Se la variabile indipendente è continua allora il segnale sarà detto continuo. Se la variabile indipendente è discreta, il segnale sarà detto discreto e sequenza.

- **Segnali reali e complessi:** sono reali i segnali il cui valore per qualsiasi valore della variabile indipendente è un numero reale, sono complessi i segnali il cui valore per qualsiasi valore della variabile indipendente è un numero complesso. Un segnale complesso è dunque composto da due segnali, uno per la parte reale ed uno per la parte immaginaria o, in alternativa, uno per il modulo ed uno per la fase;
- **Segnali periodici e non periodici:** $y(t)$ o $y(n)$ sono segnali periodici se si ripetono uguali a se stessi ogni T_0 secondi o N_0 campioni.

Un segnale Digitale durante un intervallo finito di tempo trasmette una forma d'onda scelta in un insieme finito di possibili forme d'onda;

- L'obiettivo del ricevitore è determinare, partendo da un segnale perturbato dal rumore, quale forma d'onda è stata inviata dal trasmettitore;
- La misura delle prestazioni del sistema è la probabilità di decodificare in modo errato un bit o probabilità di errore (BER: bit error rate).

Un **segnale Analogico** durante un intervallo finito di tempo trasmette una forma d'onda scelta in un insieme infinito di possibili forme d'onda;

- L'obiettivo del ricevitore è riprodurre con precisione la forma d'onda inviata dal trasmettitore
- La misura delle prestazioni del sistema è la fedeltà di riproduzione del segnale, misurata dal rapporto segnale – rumore (SNR: signal-to-noise ratio).

3.4 Funzionamento

Vediamo quali sono gli elementi utili per il funzionamento del Sistema Digitale, prendendo ad esempio due casi distinti, la posta elettronica e la telefonata.

3.4.1 Posta Elettronica

- Il dispositivo di ingresso e il trasmettitore sono componenti di un PC;
- L'utente del PC desidera inviare un messaggio m ad un altro utente;
- L'utente attiva l'applicazione di posta elettronica sul PC e inserisce il messaggio m tramite la tastiera (dispositivo di ingresso);
- La stringa (sequenza) di caratteri generata viene temporaneamente memorizzata nella memoria principale del PC sotto forma di una sequenza di bit g ;
- Il PC è collegato a un mezzo trasmissivo (es. rete locale o linea telefonica) tramite un dispositivo di I/O (trasmettitore) (es. scheda di rete);
- I dati di ingresso sono forniti al trasmettitore sotto forma di una sequenza di variazioni di tensione $g(t)$ che rappresentano i bit su un bus di comunicazione o su un cavo;
- Il trasmettitore è direttamente collegato al mezzo trasmissivo e converte il flusso di ingresso $g(t)$ in un segnale $s(t)$ adatto alla trasmissione sul canale;
- Il segnale $s(t)$ subisce delle alterazioni sul canale, perciò il segnale ricevuto $r(t)$ è in generale diverso da $s(t)$;
- Il ricevitore dovrà stimare il segnale originario $s(t)$ e produrre una sequenza di bit $g'(t)$, basandosi su $r(t)$ e sulla conoscenza del mezzo trasmissivo;
- I bit stimati $g'(t)$ sono inviati al PC di destinazione dove vengono memorizzati temporaneamente in memoria come un blocco di bit g' ;

- La destinazione stabilisce se vi sono degli errori e coopera con la sorgente per ottenere un blocco di dati senza errori. Questi dati giungono all'utente tramite un dispositivo di uscita (es. stampante o schermo);
- Il messaggio m' che si presenta all'utente dovrà essere una copia del messaggio originario m .

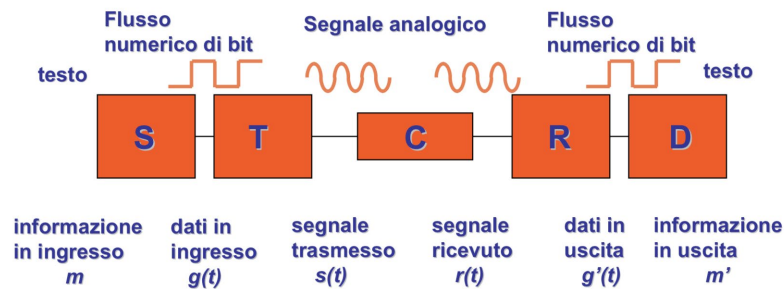


Figura 4: Flusso dati in un sistema digitale

3.4.2 Conversazione Telefonica

Di seguito vediamo il funzionamento della conversazione telefonica:

- In ingresso al telefono arriva un messaggio m sotto forma di onde sonore;
- le onde vengono convertite dall'apparecchio telefonico in segnali elettrici aventi la stessa frequenza;
- il segnale elettrico di ingresso $g(t)$ viene trasmesso senza essere modificato sulla linea telefonica $s(t)$;
- Il segnale trasmesso $s(t)$ subisce delle alterazioni sul canale, perciò il segnale ricevuto $r(t)$ sarà diverso da $s(t)$;
- Il segnale $r(t)$ viene riconvertito dal ricevitore in un'onda sonora senza alcun tentativo di correzione o miglioramento della qualità;
- m' non è un'esatta replica di m , ma è in genere comprensibile dall'ascoltatore.

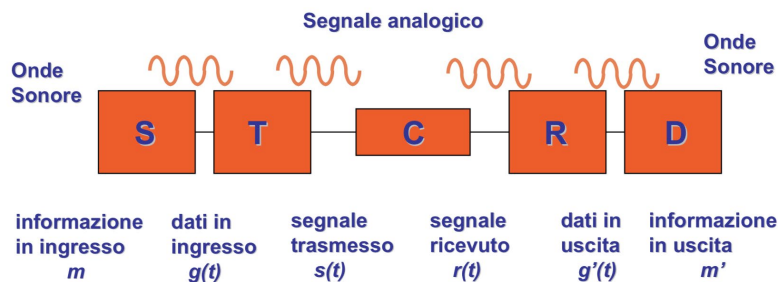


Figura 5: Flusso dati in un sistema analogico

Infrastruttura di Brindisi

1 Rete LAN

Il Centro Ricerche ENEA di Brindisi è dotato di una infrastruttura hardware e software tecnologicamente avanzata. Il centro è dotato di una rete LAN di ultima generazione con capacità massima di 10Gbps. Il centro ospita nei suoi locali il POP del GARR – service provider della rete ENEA – ed è a essa collegata mediante 2 uplink da 1 Gbps. Questo link a 1 Gbps rappresenta un limite impostato dal provider ed è configurabile, con i dovuti upgrade di apparati con velocità massime di oltre i 10 Gbps.

La rete si estende su una vasta superficie comprendenti 5 edifici e molteplici armadi che ospitano gli apparati di rete attivi e passivi.

1.1 Cablaggio

La Rete Fonia e Dati del Centro di Brindisi è stata realizzata nel 2004, con un cablaggio strutturato per un totale di n. 252 punti presa doppi in Categoria 6 e più di 25000 metri di cavo steso per tutto il campus. Nel 2012, la rete ha avuto un considerevole ampliamento nell'ambito progetto infrastrutturale TEDAT per la realizzazione di reti di collegamento tra apparecchiature di laboratorio e reti di collegamento tra diverse strutture scientifiche e di alta formazione. Il progetto TEDAT ha previsto, nelle zone di pertinenza dello stesso progetto, un ampliamento/adeguamento della rete dati presente nel Centro ENEA di Brindisi. Per quattro edifici su cinque (edifici AE, A2, C, 9) si è previsto un potenziamento dell'esistente, mentre per il quinto (primo piano edificio 6) si è realizzato un rifacimento totale della distribuzione di piano partendo dall'armadio già presente ovvero per le specifiche esigenze del progetto TEDAT. Nel 2013 sono stati installati 4 Access Point WIFI marca Alcatel-Lucent modello AP68 acquistati dalla Divisione. Tramite questi 4 AP, controllati da un apparato centrale installato nella sede di Casaccia, si è iniziato ad avere la disponibilità di connessione WIFI in due dei cinque edifici di pertinenza ENEA. In particolare con l'utilizzo di due AP si sono coperti due blocchi su quattro dell'edificio A2 e con gli altri due si sono coperti due corridoi su tre dell'edificio 6.

Successivamente, per rendere disponibile la connettività WIFI in tutte le zone di pertinenza ENEA si è proceduto con l'acquisto di ulteriori apparati AP dello stesso modello e famiglia. Tutti gli apparati sono stati corredati di specifici alimentatori PoE (Power over Ethernet) che consentono di alimentare elettricamente gli AP tramite il cavo Ethernet che connette gli stessi alla LAN.

La rete realizzata è di altissimo profilo tecnologico. Essa si estende in diversi edifici e si configura come una Campus Area Network e al momento il cablaggio strutturato conta circa 450 postazioni di lavoro doppie.

1.2 Schema Fisico

Nell'ambito della convenzione CONSIP, nel lontano 2004, è stata realizzata l'infrastruttura di rete attiva del centro. Il progetto ha riguardato tra le altre cose l'installazione e messa in opera del Centro Stella di Campus e degli Switch periferici. Il brand utilizzato è stato Enterasys, all'epoca uno di marchi più prestigiosi e validi nel mondo del networking.

L'installazione ha riguardato il Centro Stella, lo Switch Layer 3 - modello Matrix N7 – 1000 Base – TX mini GBIC, gli Switch di piano – modello Matrix V2 – 100 Base-TX mini GBIC, e lo Switch destinato al CED – modello Matrix C1 – 1000 Base-TX mini GBIC.

Qualche anno più tardi, nel 2012, nell'ambito del Progetto infrastrutturale TEDAT² – Progetto che ha visto tra gli altri, la realizzazione di reti di collegamento tra apparecchiature di laboratorio e reti di collegamento tra diverse strutture scientifiche e di alta formazione – l'infrastruttura di rete attiva del centro è stata ampliata in modo considerevole.

Tra i vari temi che il progetto ha riguardato, vi era infatti la Rete Telematica, con l'installazione e messa in opera di router, switch, dispositivi wireless, aspetti legati alla sicurezza, installazione di nodi di calcolo CRESCO³ (224 nodi di calcolo su Portici per 5.376 cores, 10 nodi su Brindisi per 240 cores), installazione di storage, installazione di sistemi front end e visualizzazione 3D, virtualizzazione laboratori, ecc.

Le attività di installazione, configurazione, test e collaudo sono stati espletati con successo nella sede di Brindisi. Gli apparati installati sono stati:

- Router di Frontiera, apparato (Cisco Catalyst 3925) chiamato P_CIS3925BRI, è il router di frontiera ENEA attualmente in produzione, mentre l'apparato di nome B_CIS3925BRI è il router di backup;
- Il Centro Stella, apparato (Cisco Catalyst 4900) chiamato CODI_4900M (Core Distribution) è l'apparato che fa da router interno (più comunemente definito centro stella), raggiunge le foglie e gli altri apparati in fibra 10Gbps, fibra 1Gbps e rame;
- Gli switch, apparati (WS-C2960X-48) sono le foglie e sono installati presso i 5 edifici che la rete ENEA raggiunge. Essi hanno porte uplink verso il Centro Stella a 1 Gbps e nomenclatura

² Tecnologie e Diagnostica Avanzata nel settore dei Trasporti

³ Centro Computazionale di RicErc sui Sistemi Complessi, presso il Centro Ricerche ENEA di Portici, è la più importante infrastruttura di calcolo ad alte prestazioni ("HPC- High Performance Computing") del Sud d'Italia, oltre che fra le più importanti del paese.

(EdA2Arm4_P1b4) per indicarne con puntualità l'ubicazione, intendendosi come Edificio, Armadio, Piano, Blocco;

- Gli switch, apparati (WS-C3750X-48) sono le foglie, installati presso i locali che ospitano i nodi di calcolo, l'infrastruttura virtuale e lo storage, e per i servizi per i quali necessita maggiore banda disponibile. Essi hanno Uplink verso il Centro Stella a 10Gbps per le sale calcolo e progetto TEDAT.

Nel 2018 l'infrastruttura di rete è stata ampliata. Sono stati acquistati nuovi switch di piano marca HUAWEI modello S5720-52X-SI-AC-C. Gli stessi apparati sono stati acquistati in minor numero con modulo PoE e destinati agli armadi telematici che servono gli uffici, in modo da collegare i telefoni VoIP in continuità elettrica. Sono stati acquistati anche numerosi transceiver 10Gb per collegare la quasi totalità delle foglie in uplink verso il centro stella a 10 Gbps.

La richiesta di servizi basati su tecnologie innovative fa sì che la rete sia in costante evoluzione. Per cogliere le sfide del futuro la rete deve crescere e adeguarsi tecnologicamente. Nel 2018-19 il centro sarà dotato di:

- Un nuovo centro stella, uno switch multilayer marca Huawei modello 6720 configurato per come router interno (centro stella) per sostituire l'attuale Cisco 4900;
- Un nuovo centro stella calcolo;
- Ulteriori foglie, switch con velocità nominale sulla porta host a 1/10 Gbps, e velocità nominale sulla porta uplink a 10/20/40 Gbps. Inoltre tutti gli switch saranno POE.

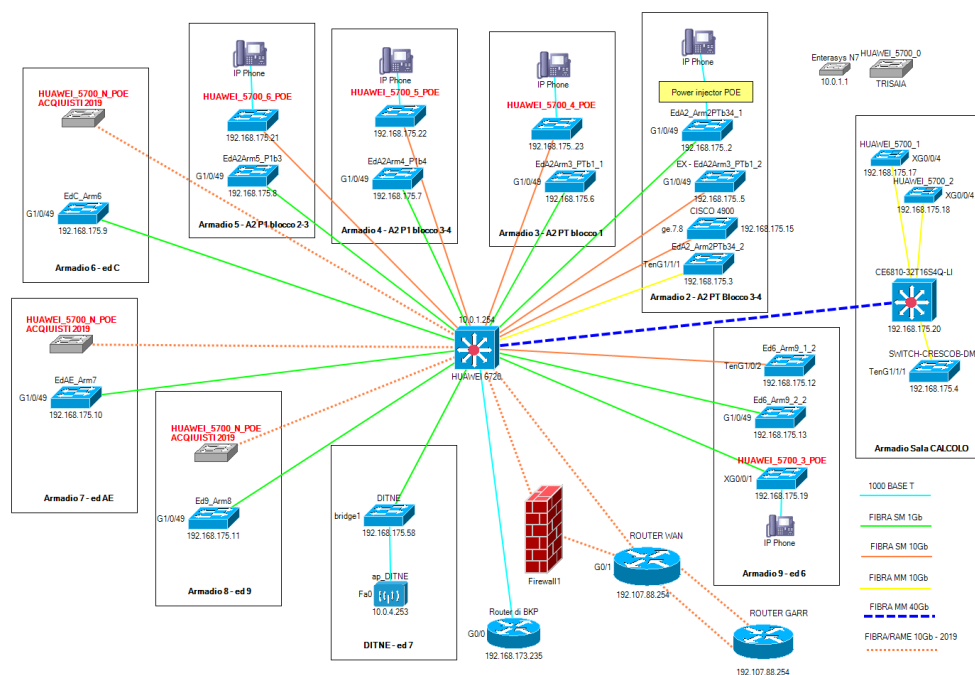


Figura 6: Rete LAN – apparati attivi 2020

1.3 Schema Logico

Lo schema logico rappresenta la visione più astratta della rete e della sua configurazione ed organizzazione. Dallo schema logico si riesce a capire realmente la complessità di una rete dati e se ne può anche apprezzare il livello di sicurezza, l'organizzazione ecc. Lo sforzo implementativo fatto in questi anni, nonché l'upgrade di apparati e tecnologie succedutesi, hanno portato alla realizzazione di una rete dotata di numerose VLAN terminate sia sul router interno – centro stella – sia sul firewall.

La rete di Brindisi è nata nei primi anni duemila e di certo non era così complessa e articolata come adesso. L'ultima novità in campo di sicurezza e controllo dell'accesso alla rete ha di fatto intensificato il lavoro da svolgere e innalzato il livello minimo di sicurezza della rete. Il Centro di Brindisi è il primo Centro ENEA a consentire l'accesso alla rete cablata mediante autenticazione con credenziali ASIE mediante l'utilizzo di NAC (Network Access Control). Questa tecnologia può essere implementata solo se la rete ha dei requisiti minimi di sicurezza ed un'organizzazione ben strutturata. Questo in termini tecnici significa ad esempio tecnologia compatibile con lo standard 802.1X, creazione di VLAN specifiche per l'escalation di sicurezza degli host (**vlan registration, vlan isolation, vlan 100 per i client**), ecc.

Tanto altro lavoro è stato dedicato alla divisione del traffico e dei dati degli utenti da quello dei server. In altre parole se fino a qualche anno fa molti utenti accedevano a software utilizzando cartelle condivise in rete e/o altro che rendeva di fatto insicura la rete stessa ma anche i dati utente e i dati del server, con la configurazione attualmente in produzione questo legame è stato spezzato ed è ora governato da tecnologie di firewalling. In altre parole, alcuni pezzi di rete sono stati terminati sul firewall e l'accesso avviene esclusivamente mediante autenticazione (ASIE) sul firewall.

Come vedremo in seguito, l'infrastruttura telefonica, ovvero tutti gli apparati che a vario titolo fanno parte della Centrale Telefonica VoIP, telefoni, ATA, dhcp voice, provisioning ecc, sono instradati su una VLAN specifica (**Vlan 12, voice**) e indirizzamento specifico (192.168.174.0/24).

subnet	mask	vlan	utilizzo
192.168.168.0	255.255.255.0	3	vpn
192.168.169.0	255.255.255.0	110	bypass_lan
192.168.172.0	255.255.254.0	100	lan
192.168.174.0	255.255.255.0	12	voip-voice
192.168.175.0	255.255.255.128	20	mng
192.168.175.128	255.255.255.128	9	storage

Tabella 1: Alcune VLAN e relativo indirizzamento presenti nel Centro di Brindisi

2 Infrastruttura Virtuale

Il centro ENEA di Brindisi è dotato di un'infrastruttura tecnologica basata su tecnologia Cloud per la virtualizzazione dei servizi di base del centro, la gestione dei sistemi telematici e di telecomunicazione, la gestione e implementazione della rete telefonica su tecnologia VoIP, l'implementazione e la gestione dei servizi di calcolo distribuito.

Alcuni possibili servizi erogabili e gestibili interamente da remoto nell'infrastruttura di Brindisi sono:

- Gestione, configurazione e monitoraggio dei sistemi telematici e di telecomunicazione; gestione dei router di frontiera, del centro stella e degli switch di piano; gestione degli Access Point e delle politiche di accounting, creazione utenze;
- Gestione e configurazione del Firewall e regole di ACL;
- Monitoring delle prestazioni della Rete e degli apparati di Networking;
- Virtualizzazione e gestione da remoto dei servizi di base del centro tra i quali: DNS Server, DHCP Server, WEB Server, VPN Server, Domain Controller;
- Creazione delle utenze e gestione dei servizi; gestione e sviluppo server virtuali per gli utenti e dedicati a Progetti di ricerca, CMS, Moodle, DBMS;
- Gestione della infrastruttura tecnologica, software e hardware per la distribuzione di telefonia VoIP del Centro, Configurazione dei Telefoni VoIP e dei servizi ad essi connessi; Gestione dei Server per la gestione e configurazione automatica degli apparati telefonici VoIP ecc.

Il Centro ENEA di Brindisi, ha una infrastruttura Virtuale basata su VMware® vSphere®. Il datacenter di Brindisi è annesso a un Virtual Center Server, che può contenere più datacenter. Gli enti o aziende organizzate per unità, dipartimenti e/o dislocate su un vasto territorio, utilizzano più datacenter per rappresentare le unità organizzative. Il vCenter offre una piattaforma centralizzata per la gestione degli ambienti VMware vSphere, consentendo di automatizzare e distribuire un'infrastruttura virtuale in tutta sicurezza. I servizi di Rete in ENEA sono erogati essenzialmente da due vCenter importanti, il primo a cui è annesso il centro di Brindisi, comprende anche i datacenter dei centri di Frascati, Sede e Bologna, il secondo comprende i datacenter dei centri di Casaccia, Portici, Trisaia e Palermo.

2.1 Il Datacenter

Il datacenter di Brindisi ha ad oggi:

- **5 Cluster** – Un cluster è un gruppo di host che condivide le risorse e un'interfaccia di gestione. Quando si aggiunge un host ad un cluster, le risorse dell'host diventano parte delle risorse del cluster. Il cluster gestisce le risorse di tutti gli host al suo interno. Avere gli host organizzati per cluster garantisce soluzioni come il vSphere Distributed Resource Scheduler (DRS) che bilancia continuamente i carichi di lavoro delle macchine virtuali sugli host e vSphere High Availability

(HA) che consente alle macchine virtuali in esecuzione di ripristinare automaticamente gli errori dell'host.

- **13 Host di cui 12 in HA** – Un host è un computer che utilizza il software di virtualizzazione per eseguire macchine virtuali. Gli host forniscono la CPU e le risorse di memoria utilizzate dalle VM e consentono loro di accedere a storage e reti. L'aggiunta di un host al vCenter Server ci consente di gestirlo e di gestire tutte le VM sono eseguite su di esso.
- **Oltre 100 Virtual Machine** – Una Virtual Machine è una istanza di tipo software di un computer fisico. In altre parole così come un computer fisico, una VM esegue un sistema operativo e delle applicazioni, ha un sistema operativo installato, ha dispositivi virtuali che forniscono le stesse funzionalità dell'hardware fisico e dunque un quantitativo di CPU e memoria, schede video, accesso allo storage e connettività di rete.
- **Più di 15 Datastore** – Un datastore è un contenitore logico che contiene i file della macchina virtuale e altri file necessari per le operazioni della macchina virtuale. Esistono diversi tipi di storage fisico tra i quali, lo storage locale – solitamente non utilizzato – iSCSI, Fibre Channel NFS ecc
- **Oltre 20 Networks** – In vsphere la rete viene gestita utilizzando due tipologie di oggetto:
 - vSphere Standard switch che gestiscono le VM a livello di host e funzionano come dei semplici switch fisici, ovvero rilevando quali macchine virtuali sono connesse a ciascuna delle sue porte virtuali e utilizzando tali informazioni per inoltrare il traffico alle macchine virtuali corrette. Uno o più gruppi di porte si connettono a uno Standard Switch e specificano le opzioni di configurazione delle porte come larghezza di banda e tagging VLAN per ciascuna porta membro. Ciascun NIC della macchina virtuale può essere assegnato a un gruppo di porte.
 - vSphere Distributed Switch che gestiscono la VM a livello di data center. Un Distributed Switch funge da switch virtuale su tutti gli host associati e consente alle macchine virtuali di mantenere una configurazione di rete coerente durante la migrazione tra gli host. Un Distributed Switch può instradare il traffico internamente tra macchine virtuali o collegarsi a una rete esterna. A un Distributed Switch vSphere possono essere assegnati più gruppi di porte distribuite.

Il vCenter FraBol nella sua totalità ospita 4 Datacenter con 40 Host e più di 350 Virtual Machine ed è equipaggiato con hardware con capacità totali di CPU di 1 THz, memoria di 3 TB e storage di 170 TB.

Telefonia ENEA

Nell'attuale configurazione il sistema telefonico e quello telematico sono entità completamente separate. Nello specifico il sistema telefonico dei centri ENEA si basa su centralini classici, essenzialmente Ericsson MD110, che mettono in contatto la distribuzione telefonica interna con il mondo delle reti telefoniche pubbliche. Queste centrali, tramite la connessione ad una rete privata e l'uso di una versione proprietaria del protocollo VoIP, sono inserite nella rete telefonica denominata ENEATEL e consentono le chiamate tra le nostre sedi.

In particolare la distribuzione interna, sia verso apparati analogici sia verso apparati digitali, viene effettuata utilizzando cablaggi telefonici dedicati e, dove necessario, reti telematiche di edificio. Lo scambio da e verso il mondo della telefonia pubblica viene effettuato essenzialmente con uno o più flussi telefonici ISDN PRI su linee E1 con massimo 30 canali contemporanei di connessione associati a un gruppo di numerazione ridotta (acronimo GNR) a base 1000 o 10000 (0831201XXX oppure 063048XXXX).

Su questi centralini è quasi sempre **configurata la selezione passante** con la quale si garantiscono: la raggiungibilità diretta, il Caller ID dedicato, la reperibilità e la flessibilità del servizio. I vantaggi sono molteplici.

- **Raggiungibilità** – è il primo vantaggio ed è qualificabile in termini di comodità e di privacy. Il dipendente può essere raggiunto direttamente al proprio interno telefonico senza che la chiamata passi da un Posto Operatore;
- **Caller ID** – Per ogni interno telefonico del centralino è possibile presentare la chiamata in uscita con un identificativo del chiamante personalizzato. In questo modo la persona chiamante potrà essere sempre identificata con il proprio numero dedicato. Nel caso in cui la stessa effettuasse chiamate senza risposta, il chiamato sarà in grado di richiamare direttamente il chiamante sul proprio interno telefonico, senza necessità di passare dal PO o dal risponditore IVR;
- **Reperibilità** – Il numero interno può essere potenzialmente sempre raggiungibile anche quando il centralino è impostato in modalità di chiusura (modalità notte);
- **Flessibilità** – La selezione passante permette anche di abbinare ad alcune numerazione, appartenenti al GNR, uno specifico Risponditore IVR, una coda di chiamata, un gruppo suoneria, un Interno Fax o altro. In questo modo è possibile dedicare specifiche numerazioni a specifici reparti aziendali con esigenze diverse

1 Eneatel

ENEATEL è la rete telefonica privata dell'ENEA, (una sorta di intranet tra i vari centralini), creata utilizzando la funzionalità della rete dati ed il protocollo VOIP. Essa è dunque costituita dalle centrali telefoniche, essenzialmente ERICSSON MD110, ma anche MXONE e BP250, da apparati di gestione di banda e compressione della voce ERICSSON IDNX e linee di giunzione tra i vari Centri di ricerca dislocati su tutto il territorio nazionale. Anche la centrale VoIP di Brindisi è collegata a ENEATEL.

1.1 Schema di rete

Di seguito possiamo apprezzare uno dei primi schemi di rete sviluppati da quello che nei primi anni duemila si chiamava Servizio Centralizzato Informatica E Reti.

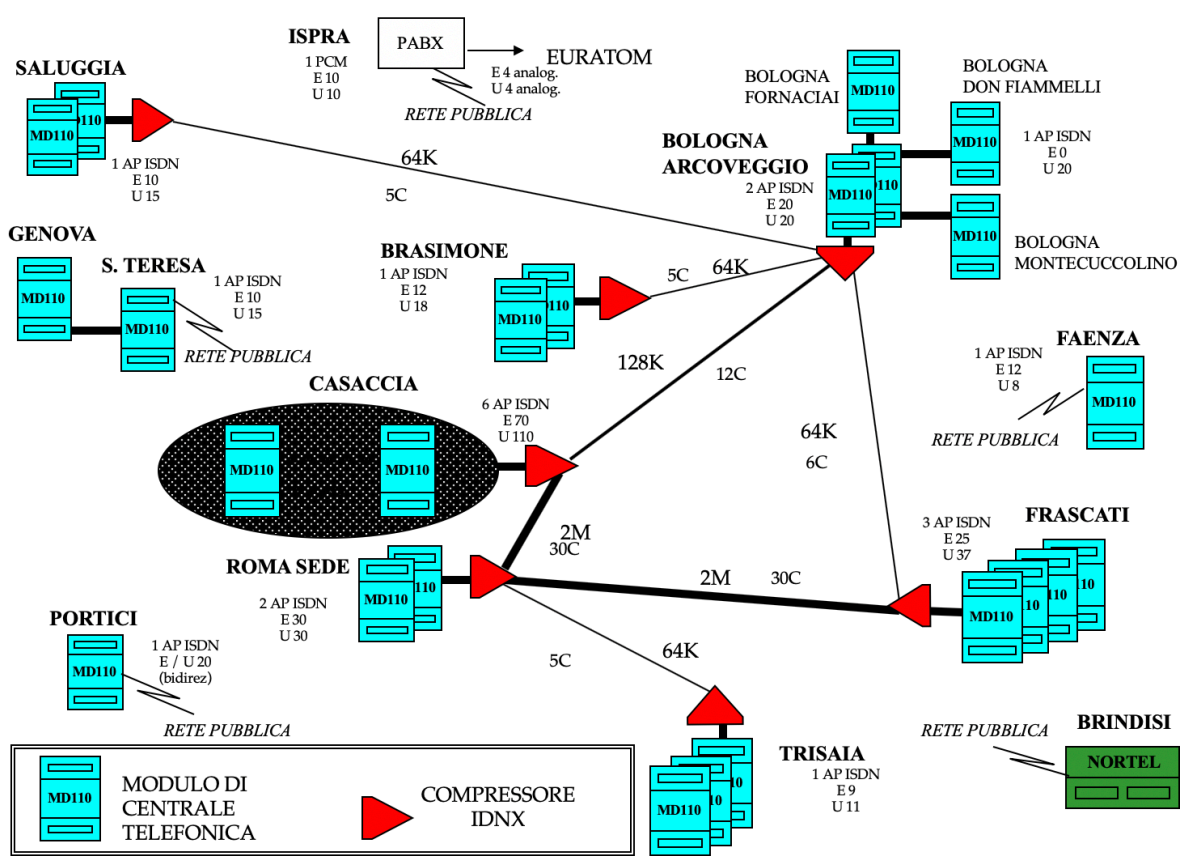


Figura 8: Schema di rete ENEATEL al 2004

1.2 Topologia

La rete ENEATEL fin dal 2004 era estesa a livello Nazionale e presente molti centri ENEA, ma negli anni successivi si sarebbe ampliata ed i centri serviti e gli utenti collegati sarebbero aumentati fino a coprire, ad oggi tutti i centri ENEA. Alcuni centri, pur non avendo in sede una centrale fisica, sono connessi mediante altre centrali. Nella topologia di rete si vede come la sede di Brindisi, allora non era

collegata alla rete ne con centrale, ne mediante collegamento ad altri centri. L'estensione, a livello nazionale, della rete ENEATEL comprendeva negli anni del suo rilascio i seguenti apparati.

Apparato / Utenza	Quantità
Centrali Telefoniche	10
Moduli Centrale	31
Centri in rete	7
Centri in rete pubblica	5
Utenti	3600
Attacchi utente	6000

Tabella 2: Topologia di rete ENEATEL al 2004

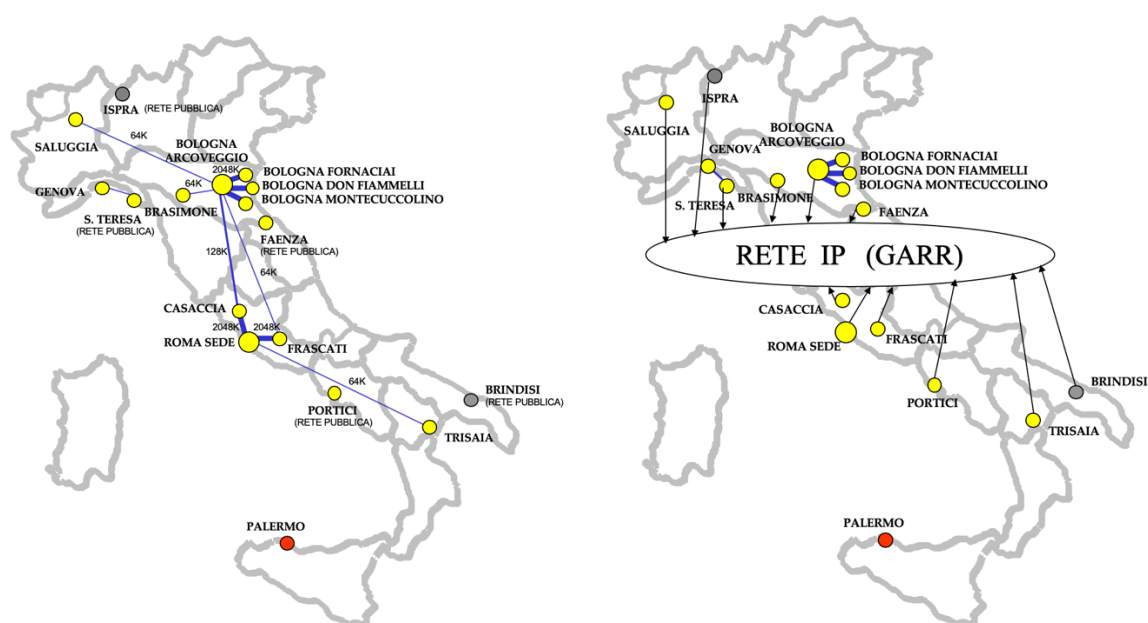


Figura 9: Topologia di rete ENEATEL dal 2004 al 2018

1.3 Servizi

La rete ENEATEL offre servizi quali:

- **Gestione** di tutto il traffico telefonico, **instradamento** traffico sui circuiti dedicati, **ottimizzazione delle risorse** trasmissive attraverso la moltiplicazione del traffico telefonico con compressione del segnale fonico fino ad otto volte;
- **Instradamento** automatico del traffico su rete pubblica in caso di indisponibilità delle linee di giunzione; **estensione** in tutta la rete **dei servizi di sistema disponibili localmente**

(prenotazione su occupato, trasferimento chiamate, conferenza multipla, etc....), **trasmissione** sullo stesso mezzo condiviso di voce, dati, fax e immagini;

- **Integrazione protocollo di comunicazione rete ISDN – QSIG** con protocollo EURO – ISDN di rete pubblica, **Instradamento automatico in ENEATEL** delle chiamate fatte direttamente verso la rete pubblica e destinate ad un utente della rete interna, **Utilizzo della rete per il trasporto delle comunicazioni** verso la rete urbana remota dove sono ubicati i centri;
- **Identificazione** della linea chiamante, **conferenza multipla**, **trasferimento** ad altro numero delle chiamate entranti, **prenotazione su occupato** o per mancata risposta, **chiavi di abilitazione**, **selezione abbreviata**.

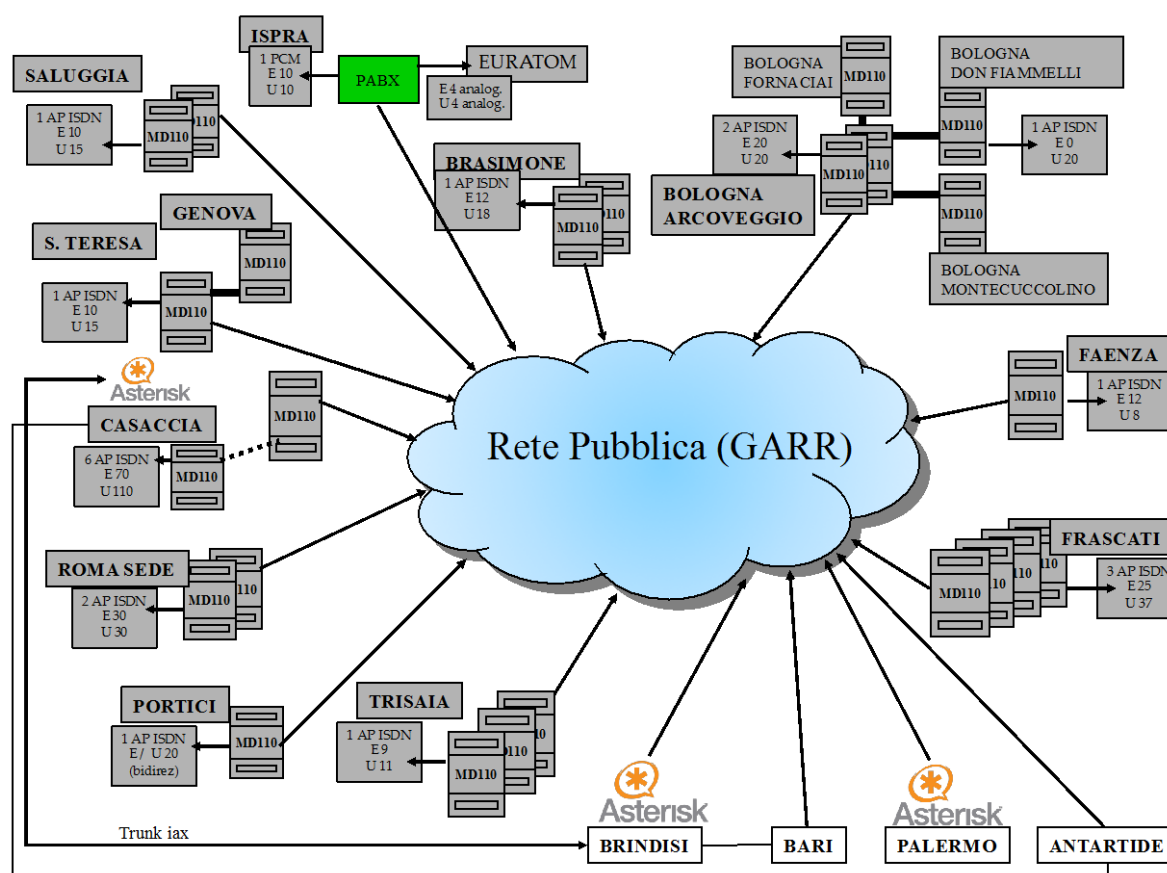


Figura 10: Schema di Rete ENEATEL al 2018

1.4 Le centrali Ericsson MD110

1.4.1 Comandi

Vediamo alcuni comandi della centrale md110. I comandi sono molto complicati e hanno una struttura ben definita. Vediamone alcuni più significativi.

Configurazione di una route

```
ROCAI:ROU=X,SEL=XX...,TRM=X,SERV=XX...,TRAF=XX...,SIG=XXXXXXXXXX9X;  
RODAI:ROU=X,TYPE=TL65,VARC=00000111,VARI=00000011,VARO=00000000;  
ROEQI:ROU=X,TRU=XX&&XX;  
RODDI:DEST=X,ROU=X[,IP=][,RROUID=];
```

Configurazione User Account

```
IOUAI:NAME=[,PSW=],AUTH=[,DATE=][,DESC=];  
NAME = User name for account  
PSW = Password  
AUTH = Authority  
DATE = Expiration date  
DESC = Description in free text
```

1.5 La centrale Nortel Networks

La sede di Brindisi, fin dalla sua nascita, è stata servita dalla centrale telefonica Nortel Networks. Solo negli anni successivi è stata dotata di centrale MD110 che però non è mai entrata in funzione a pieno regime, per esser poi utilizzata presso altri centri. In parte per queste motivazioni, ed anche perché il centro era adatto per tanti aspetti, logistico, pratico, per dimensioni ed altro, è stato scelto per la sperimentazione della telefonia VoIP. Ma vediamo nello specifico la centrale Nortel Networks.

Il sistema telefonico Nortel Networks installato a Brindisi è costituito da un sistema Meridian 1 Opzione 11C⁴ in configurazione stand alone, è un sistema molto compatto e performante composto di due cassettiere installate a parete ed autonome dal punto di vista dell'alimentazione. Il centralino è, infatti, dotato di doppio pacco batterie di backup, in grado di alimentare il sistema per almeno 4 ore in caso di assenza rete elettrica.

Sulla centrale telefonica sono equipaggiati 80 attacchi utente analogico e 80 attacchi utente digitale suddivisi in 16 schede.

Il sistema è collegato alla rete pubblica attraverso un flusso EURO – ISDN a 30 canali. Sono presenti ulteriori 8 porte di accesso Base che possono essere usate indifferentemente in configurazione T0 (rete pubblica) o S0 (terminale d'utente ISDN), è presente una ulteriore scheda (Piastra) da due porte che fornisce il servizio di musica su attesa e messaggio di cortesia agli utenti esterni in coda.

Insieme alla centrale sono stati acquisiti:

- 76 telefoni digitali modello M3903 multilinea con display;
- 10 telefoni digitali modello M3904 per le postazioni Direttore/Segretaria;

⁴ Si tratta nello specifico della soluzione adottata in fase acquisto dei beni da catalogo CONSIP

- 69 telefoni analogici modello M3900 con display e con LED per la indicazione di messaggi in attesa;
- due Posti Operatore provvisti di PC Client per le funzioni di Rubrica Telefonica.

La centrale Nortel Networks comprende una suite di software per la gestione della centrale stessa e la sua personalizzazione, Tra i software più significativi vale la pena ricordare il sistema di Messaggistica Unificata – Call Pilot – che fornisce Caselle Vocali e Caselle Fax per gli utenti. Il sistema è dimensionato con licenze per 100 Caselle Voce (4 porte Voce), 100 Caselle Fax (2 porte FAX) e 70 licenze di CallPilot Desktop per il controllo della casella dal proprio PC.

Il centralino è provvisto di un Server con le installazioni del software di gestione quali:

- Documentazione Addebiti;
- Rubrica Telefonica;
- software evoluto per controllo della centrale OTM.

Altre features presenti sono il sistema di Autodiagnosi, rilevazione del guasto, segnalazione ottico/acustica, etc., possibilità di personalizzazione ed il controllo dei parametri di servizio e delle configurazioni di utente e di sistema (ad esempio, tabelle instradamento del traffico), Gestione del sistema a badge per l'accesso al locale in cui è collocata la centrale, gestione del backup del SW di centrale e dei dati di configurazione, ecc. Per queste ed altre funzionalità è presente un modem di telediagnosi che permette l'accesso da remoto in caso di malfunzionamento del sistema e/o semplici operazioni di riconfigurazione.

L'installazione e la configurazione della centrale e le successive attività di formazione sono state eseguite da personale qualificato. Al termine della installazione della centrale è stato erogato un corso tecnico sul funzionamento della centrale, indirizzato al personale tecnico con responsabilità di amministrazione e gestione dell'infrastruttura telefonica ed IP e dei sistemi accessori alla centrale, dal titolo *“Amministrazione configurazione e gestione dei sistemi di comunicazione”*.

Obiettivi del corso e delle attività inerenti sono fornire le informazioni e nozioni utili per la gestione e la configurazione della centrale tra cui: **conoscenza completa della piattaforma** di gestione e delle modalità di accesso interfaccia di management, **esecuzione delle operazioni di manutenzione** di primo livello, **programmazione, caratterizzazione e riconfigurazione** delle utenze, supervisione degli organi di elaborazione dell'impianto e di tutti i dispositivi equipaggiati, **individuazione di guasti** attraverso apposita lista e tipologia di allarmi e definizione degli interventi; **gestione degli allarmi**; esecuzione delle **analisi** ed emissione di report in merito a misure di performance



Figura 11: Schema di impianto telefonico all'atto di installazione – 2004

1.5.1 Comandi

In tabella è possibile leggere la configurazione tipica di un attacco utente analogico. La configurazione è molto complicata e con innumerevoli parametri di centrale poco leggibili e logici, almeno al primo sguardo. Collegare un telefono analogico presuppone che per l'appunto l'attacco corrispondente (16 attacchi per ogni piastra sulla centrale) fosse configurato e testato prima di collegare il telefono. I parametri interessanti da leggere in tabella sono i seguenti:

- **REQ** indica il tipo di richiesta per la centrale;
- **PRT** indica la visualizzazione della configurazione;
- **TYPE** è il tipo di telefono che può essere generalmente di due tipi, analogico o digitale;
- **TN** indica la posizione dell'attacco sulla scheda (Attacco 14 sulla scheda 8);
- **NCOS** indica le abilitazioni telefoniche dell'utente;
- E tanti altri parametri da lasciare in configurazione di default.

REQ: prt	FDSD NOVD
TYPE: 500	RCO 0
TN 14 8	PLEV 02
DES ENEA	AACS NO

TN 014 0 00 08	MLWU_LANG 0
TYPE 500	FTR_CFW 4
CDEN 4D	FTR_SSU 0001
CUST 0	FTR_FDN 9
WRLS NO	DATE 30 OCT 2007
DN 603 0 MARP	FSDS NOVD
CPND	RCO 0
CPND_LANG ROMAN	PLEV 02
NAME SALA VIDEOCONF	RNPG 0
XPLN 17	LNRS 16
DISPLAY_FMT FIRST, LAST	XLST
AST NO	SCI 0
IAPG 0	SCPW 5555
HUNT	SFLT NO
TGAR 8	CAC_MFC 0
LDN NO	RNPG 0
NCOS 1	SGRP 0
CLS TLD DTN FBD XFD WTA THFD FNA HTD ONS	
LPR XRA CWD SWD MWD RMMD SMWD LPD XHD SLKD CCSA-CSI LNA TVD	
CFTD SFD MRD C6D CNIA CLBD AUTU	
ICDD CDMD EHTD MCTD	
GPUA DPUA CFXA ARHD OVDD AGTD CLTD LDTD ASCD	
TSA MBXD CPFA CPTA UDI RCC HBTD IRGD IAMD DDGA NAMA MIND	
NRWD NRCD NROD SPKD CRD PRSD MCRD	
EXR0 SHL SMSD ABDD CFHD DNDY DNO3	
USRD BNRD OCBT RTDD RBDD RBHD FAXD CNUD CNAD PGND FTTC	

Tabella 3: Configurazione Tipica di un telefono Analogico su Centrale Nortel

2 La tecnologia VoIP

Il termine VoIP è l'acronimo di Voice over IP ovvero, Voice over Internet Protocol. In telecomunicazioni e informatica, indica una tecnologia che rende possibile effettuare una telefonata (più in generale una comunicazione) sfruttando la connessione Internet o in ogni caso una rete di telecomunicazioni a commutazione di pacchetto, che utilizzi dunque il protocollo IP per il trasporto dati, anziché passare attraverso la rete telefonica tradizionale (PSTN). Ciò consente di eliminare le relative centrali di commutazione e di economizzare sulla larghezza di banda occupata. Vengono instradati sulla rete pacchetti di dati contenenti le informazioni vocali, codificati in forma digitale, e ciò solo nel momento in cui è necessario, cioè quando uno degli utenti collegati sta parlando.

La tecnologia VoIP consente di effettuare e ricevere normali chiamate telefoniche utilizzando la banda larga (invece della linea telefonica tradizionale) per veicolare la voce. E' importante sottolineare che il VoIP rivoluziona solamente la tecnica di trasporto della voce, senza andare a modificare le abitudini consolidate delle persone. Tutto quello che serve è un telefono IP e una connessione Internet a banda larga. In pratica, la telefonia VoIP è lo strumento per essere collegati al sistema telefonico aziendale, anche se non si è in ufficio, utilizzando tutti i dispositivi mobili e fissi che si collegano ad internet. In qualunque luogo del mondo in cui sia disponibile un collegamento Internet a banda larga, sarà possibile

rispondere o effettuare chiamate telefoniche dal proprio smartphone e da qualsiasi dispositivo mobile o fisso abilitato (tablet, portatile, pc, telefono VoIP) tramite l'interno aziendale.

L'utilizzo della tecnologia VoIP apporta molti benefici e vantaggi:

- Minore costo delle telefonate, specialmente sulle chiamate nazionali e internazionali
- Minore costo della infrastruttura
- Funzionalità avanzate rispetto alla telefonia tradizionale
- Maggiore scalabilità
- Facilità di gestione sia a livello di infrastruttura, di troubleshooting, e gestionale.

Grazie a questi vantaggi è possibile, ad esempio, eliminare la distinzione tra chiamate locali e chiamate interurbane, mantenere diversi numeri telefonici su un solo apparato telefonico, salvare messaggi vocali sul proprio computer o, ancora, effettuare telefonate completamente gratuite tra utenti della stessa rete. Nel grafico di seguito si evidenzia una gestione dei sistemi positiva con la spesa globale sensibilmente diminuita di circa l'8% rispetto all'anno precedente.

Alcuni dei principali vantaggi e servizi aggiuntivi rispetto alla telefonia tradizionale sono:

- **Portabilità del numero** – il numero di telefono non è più legato alla sede fisica: l'utente potrà facilmente decidere di spostare tale numero da una località all'altra, semplicemente spostando fisicamente il telefono ove il numero è configurato. Una volta ricollegato il telefono alla rete internet, questo si conatterà alla centrale e sarà pronto per essere nuovamente raggiungibile in pochi secondi. Il numero telefonico assegnato all'utente, indipendentemente dalla posizione geografica da cui avviene la connessione (e quindi dal "provider" che fornisce la rete dati), apparterrà sempre al distretto telefonico in cui opera il server sul quale si registra il telefono (o l'applicazione). In questo modo è possibile telefonare a costi molto bassi in qualsiasi parte del mondo senza differenze geografiche (addirittura a costo zero per chiamate su tutta la rete EneaTel)
- **Segreteria telefonica** – in caso di mancata risposta o irraggiungibilità è possibile attivare una segreteria telefonica; è possibile inoltre configurare il sistema in modo che invii una mail contenente la registrazione del messaggio;
- **Phone Conference** – questo servizio è attivo già da alcuni anni; si basa su tecnologia VoIP e maggiori informazioni sono sul sito: <https://ict.enea.it/phone-conference>;
- **Follow-me** – è un servizio che consente all'utente di fornire più numeri di telefono a cui è raggiungibile, il sistema automaticamente tenterà una connessione con tutti i numeri forniti.

- **Ring-group** – è possibile configurare un numero virtuale che in caso di chiamata, farà squillare tutti gli interni collegati.

2.1 Funzionamento

Essenzialmente la tecnologia VOIP utilizza due protocolli che operano in parallelo per garantire la comunicazione:

- Il primo protocollo è indispensabile per segnalare l'avvio della chiamata ed attivare tutti i processi di codificazione dati, sia audio che eventualmente video, oltre che quelli necessari ad identificare la chiamata e sincronizzarla;
- Il secondo protocollo svolge tutte le attività necessarie a trasportare i dati, rendendo la conversazione, o la videochiamata, disponibile in tempo reale.

Elemento essenziale per mettere in atto una chiamata in digitale è certamente la connessione veloce, come ad esempio le linee ADSL o 3G/4G con buona copertura.

Utilizzando linee internet ad alta velocità è possibile captare le informazioni vocali analogiche, convertirle in dati informatici, i quali saranno inviati al destinatario sotto forma di pacchetti. Una volta a destinazione il server centrale li ricostruirà fornendo all'utente all'altro capo del filo non dei dati, bensì la voce dell'utente che ha avviato la conversazione.

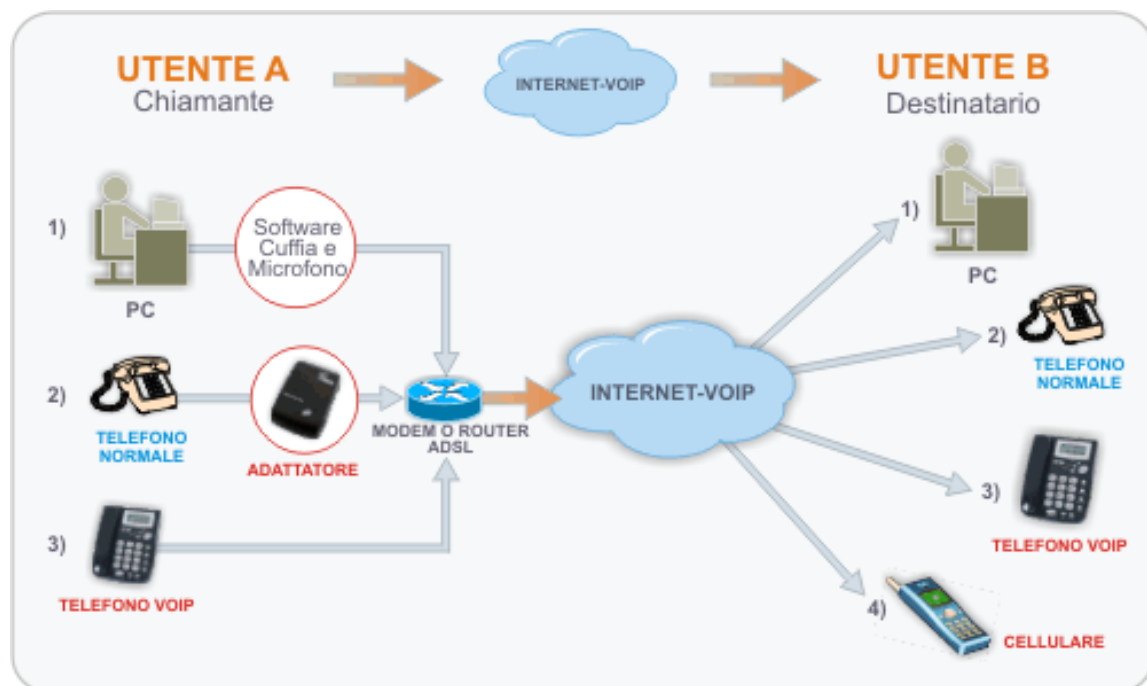
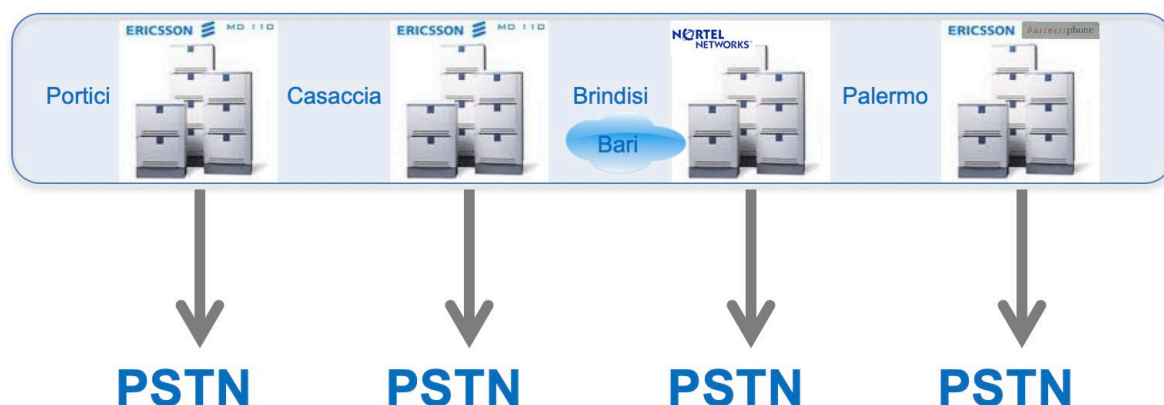


Figura 12: Schema di funzionamento della telefonia VoIP

3 Evoluzione della rete ENEA

Essenzialmente prima dell'introduzione della tecnologia VoIP, la rete telefonica ENEA classica, era costituita da un sistema formato da una centrale telefonica tipo Ericsson MD110 (o analoga) per centro. Nel tempo la telefonia ENEA ha avuto notevoli cambiamenti con l'introduzione del VoIP, la sua struttura sta evolvendo.

In questo schema, pur essendo analoghe tutte le altre, vengono presentate solamente le centrali/sedi che sono già state coinvolte da una più o meno marcata integrazione/migrazione verso la tecnologia VoIP. In uno solo dei Centri, Brindisi, il centralino tradizionale è stato sostituito integralmente con un centralino VOIP; la distribuzione interna è realizzata principalmente con apparati VOIP ma è stata mantenuta anche una quota di apparati analogici. Il collegamento verso il mondo della telefonia pubblica è realizzato anche in questo centro con un flusso telefonico ISDN PRI.



3.1 Le prime centrali VoIP di Casaccia, Portici e Antartide

Il primo centro che ha avviato una sperimentazione verso il VoIP è stato quello di Portici, inserendo nel piano di numerazione poche decine di utenze, in parte distribuite agli utenti che hanno accettato di partecipare alla sperimentazione ed in parte utilizzate per le prime connessioni telefoniche dalle basi in Antartide. La centrale comprende i server per le numerazioni delle tre stazioni antartiche, ovvero la nave Italica, stazione antartica Mario Zucchelli di Baia Terra Nova, e la più remota stazione italo-francese di Concordia, la base di ricerca permanente situata nel plateau antartico a 3.300 m di altitudine dove si svolge la campagna invernale.

In questa immagine viene evidenziata la prima integrazione realizzata a Portici.

La soluzione, interamente hardware, prevedeva:

- Una macchina – VoIP Portici (ridondata) che eseguiva il software del centralino;
- Una macchina – Gateway Portici, con una scheda di interfaccia verso la MD110.

Al momento esistono solo due tipologie di collegamento in trunk:

- quello tra la Voip e Gateway realizzato mediante standard Ethernet
- quello tra il Gateway e il centralino realizzato mediante standard proprietario Ericsson.

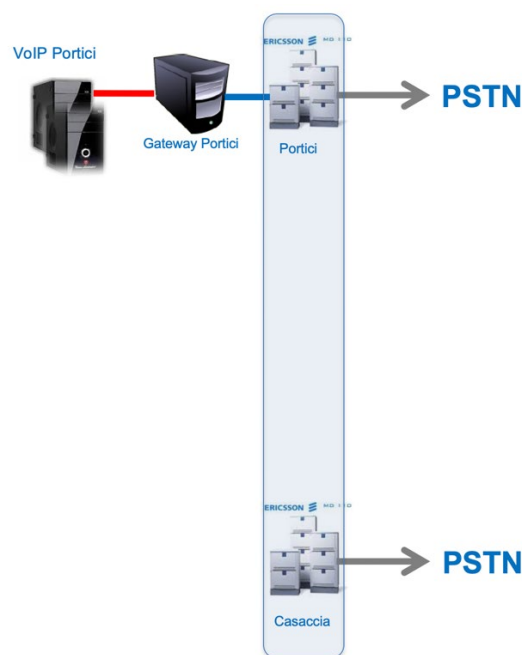


Figura 13: Evoluzione della rete telefonica ENEA

Poco dopo, con una configurazione analoga, è partito il centro di Casaccia, ma in questo caso, già con la connotazione dell'ambiente di produzione, con una intera decade (1000 numeri) appartenenti al piano di numerazione di Casaccia, dedicati al VoIP. Questa configurazione è stata utilizzata per un bel po' di tempo, al momento è utilizzata ad esempio per tutte le numerazioni "7000", ovvero assegnate oltre che a tutti coloro che ne fanno richiesta liberamente, a tutti coloro che per varie ragioni trovano più comodo e conveniente adottare la telefonia VoIP, ad esempio chi si trova in telelavoro o lavoro agile, e chi necessita di una maggiore mobilità.

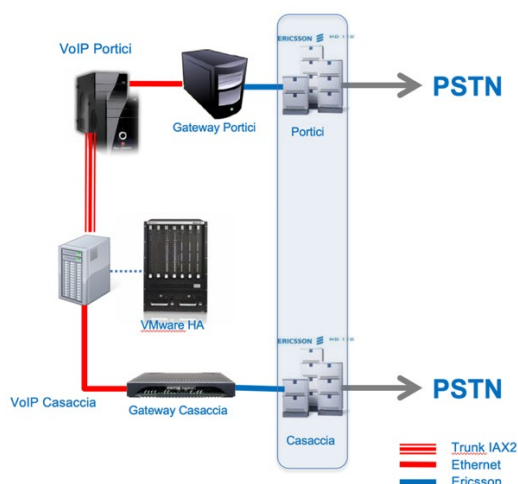


Figura 14: Evoluzione della rete telefonica ENEA (I)

L'integrazione realizzata in Casaccia, pur essendo concettualmente identica, si basa su una macchina virtuale con disponibilità in HA in ambiente Vmware che, tramite un gateway dedicato che non prevede l'uso di un pc, si interfaccia con la centrale MD110. Si cominciano a sfruttare i trunk IAX2, ovvero canali di comunicazione dedicati tra centralini VoIP oltre che i già utilizzati collegamenti ethernet e proprietari.

Vengono inoltre inserite, nella struttura, i server per le numerazioni delle tre stazioni antartiche, ovvero la nave Italica, la base Mario Zucchelli e la stazione Concordia sfruttando massicciamente i trunk tra tutti i centralini, attivando così anche la possibilità di commutare automaticamente tra le linee in uscita in caso di fault di una sede.

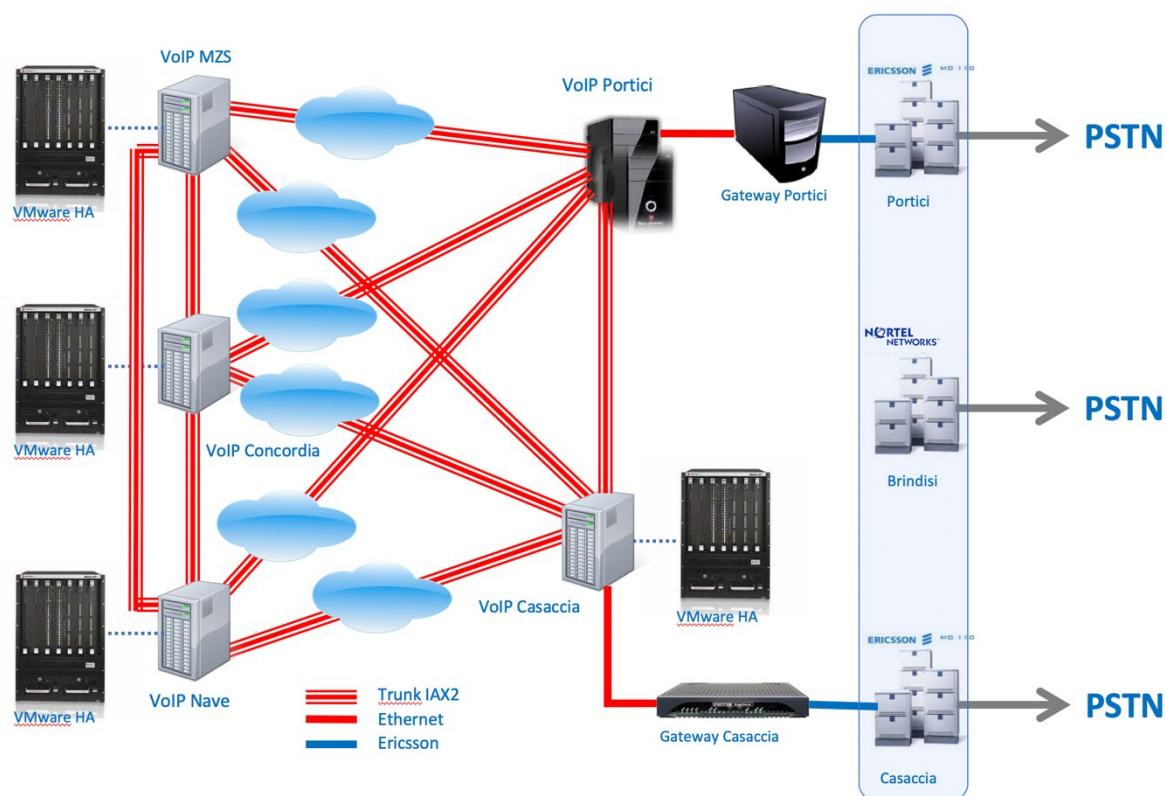


Figura 15: Evoluzione della rete telefonica ENEA (II)

A valle di questa ulteriore sperimentazione, giudicati ormai maturi sia la tecnologia VoIP sia l'integrazione delle centrali nella infrastruttura virtuale, che man mano andava evolvendosi, si è passati ad un uso più massiccio del sistema in produzione, si è integrato con ulteriori funzionalità, ed infine ci si è posto l'obiettivo di esportare la tecnologia e l'esperienza maturata negli altri centri ENEA.

3.2 La centrale VoIP di Brindisi

Il centro di Brindisi è stato scelto per una serie di ragioni legate sia alla tecnologia locale in uso al momento, obsoleta e non in linea con gli altri centri, per ragioni di tipo logistici e organizzativi, essendo il centro di dimensioni medie e adatto ad una sperimentazione ed infine perché il centro, dotato da poco di una rete di ultima generazione e in continua evoluzione.

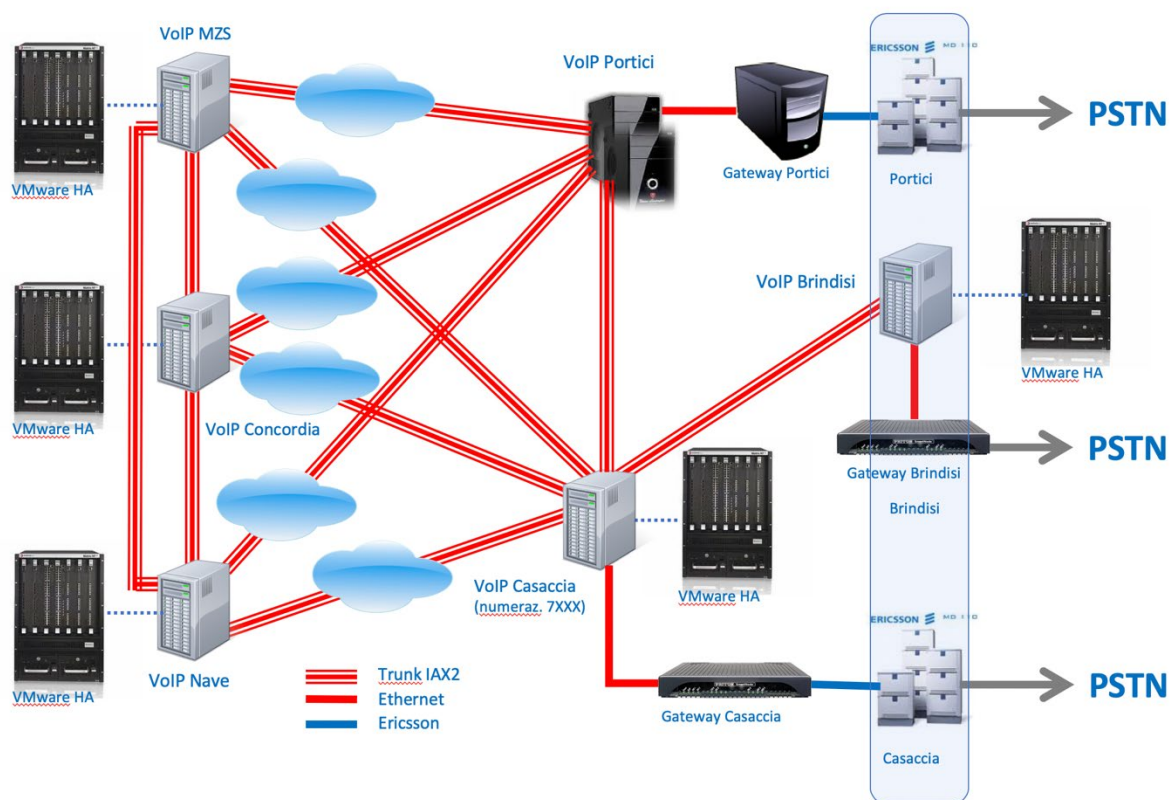


Figura 16: Evoluzione della rete telefonica ENEA (III)

A Brindisi viene realizzata la stessa soluzione adottata in Casaccia (VM in HA), ma il gateway, dello stesso tipo, non prevede più la connessione con la centrale che viene eliminata, ma direttamente col provider di telefonia.

3.2.1 La centrale VoIP di Bari

Al momento la soluzione di telefonia per la sede di Bari, spostatasi da poco tempo verso nuovi edifici, prevede delle numerazioni momentanee spillate direttamente dalla centrale di Brindisi. Dunque per l'installazione di Bari non si può parlare di un vero e proprio centralino in quanto le numerazioni dei colleghi di Bari si registrano direttamente sul centralino di Brindisi e con numerazioni 0831 (BRI). Va comunque detto che l'infrastruttura fisica e il parco macchine telefonico è pronto per una fase futura in cui presumibilmente sarà installata una centrale indipendente o con più probabilità verrà veicolato il traffico telefonico tramite WAN su un trunk SIP, ovvero un canale diretto col provider di telefonia.

3.3 Verso la realizzazione della centrale VoIP di Palermo

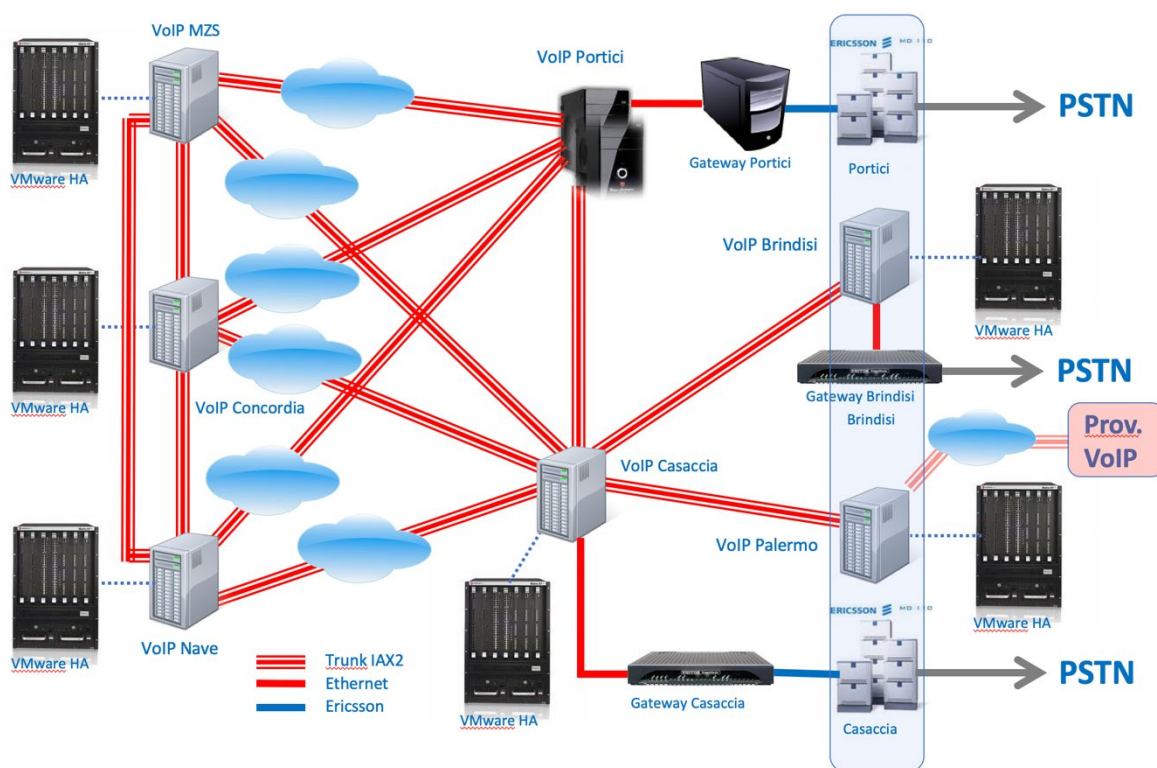


Figura 17: Evoluzione della rete telefonica ENEA (IV)

La soluzione che si sta implementando a Palermo, prevede sempre la VM in HA, ma in questo caso, oltre alla centrale telefonica, verranno rimossi anche il gateway e la linea ISDN, veicolando il traffico telefonico tramite WAN su un trunk SIP, ovvero un canale diretto col provider di telefonia. Il centralino di Palermo è un vecchio centralino co tecnologia VoIP Legacy del brand Ericsson modello Business Phone 50. La centrale è collegata alla rete pubblica attraverso un flusso Fastweb 4 x ISDN e la distribuzione interna attraverso la rete dati. I telefoni utilizzati sono del brand Ericsson modello Dialog 4422 IP. La sostituzione della centrale, prevista al più presto, apporterà i benefici conclamati della tecnologia VoIP non proprietaria eliminando i costi onerosi per l'assistenza della centrale. Oltretutto la sede è stata già dotata di centralino Asterisk su VM in HA, Switch di piano PoE e telefoni VoIP del brand Grandstream.

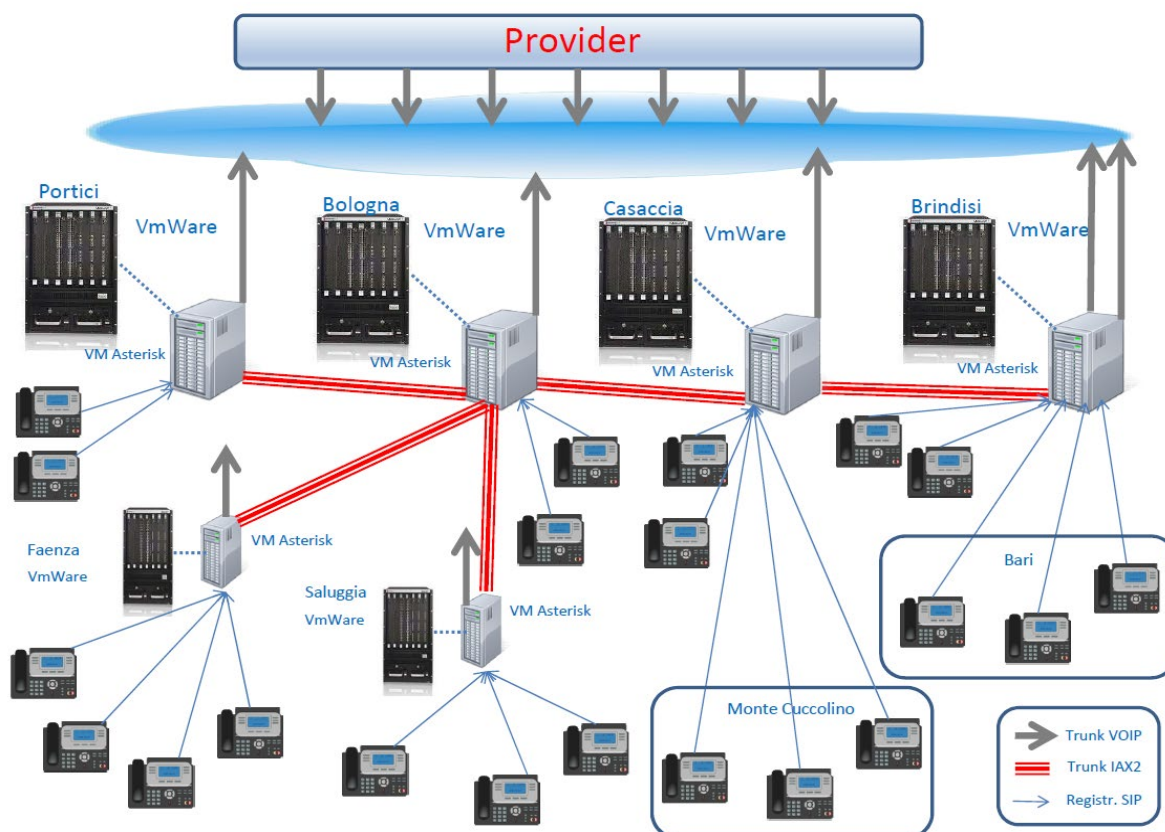
3.4 Soluzione futura

La soluzione proposta rappresenta la diffusione su scala ENEA del modello di sistema telefonico realizzato nel centro di Brindisi con contemporanea sostituzione degli attuali flussi telefonici ISDN PRI con dei TRUNK SIP forniti da provider VOIP con agganciate le nostre numerazioni geografiche gestite in “number portability”.

Nello specifico si procederebbe attuando gradualmente le seguenti azioni:

- Sostituzione gli attuali centralini telefonici con delle installazioni di centralini telefonici VoIP, libere e gratuite, realizzate su infrastrutture di virtualizzazione Vmware già in esercizio;
- Sostituzione di parte del parco telefonico – digitali, con telefoni VoIP;
- Riutilizzo di parte del parco telefonico – analogico attraverso l'installazione di Gateway Voip;
- Attestazione dei TRUNK SIP sui centralini VOIP;
- Ridefinizione dell'ENEATEL utilizzando TRUNK IAX tra i centralini VoIP.

Lo schema delle installazioni dei centralini e l'attestazione dei TRUNK VOIP sarà scelto sulla base sia di confederazioni tecnico/logistiche che economiche proponendosi comunque l'obiettivo di garantire al nuovo sistema telefonico la massima stabilità, la giusta scalabilità e la più opportuna economicità di implementazione e d'esercizio. Si seguito alcuni possibili schemi interessanti.



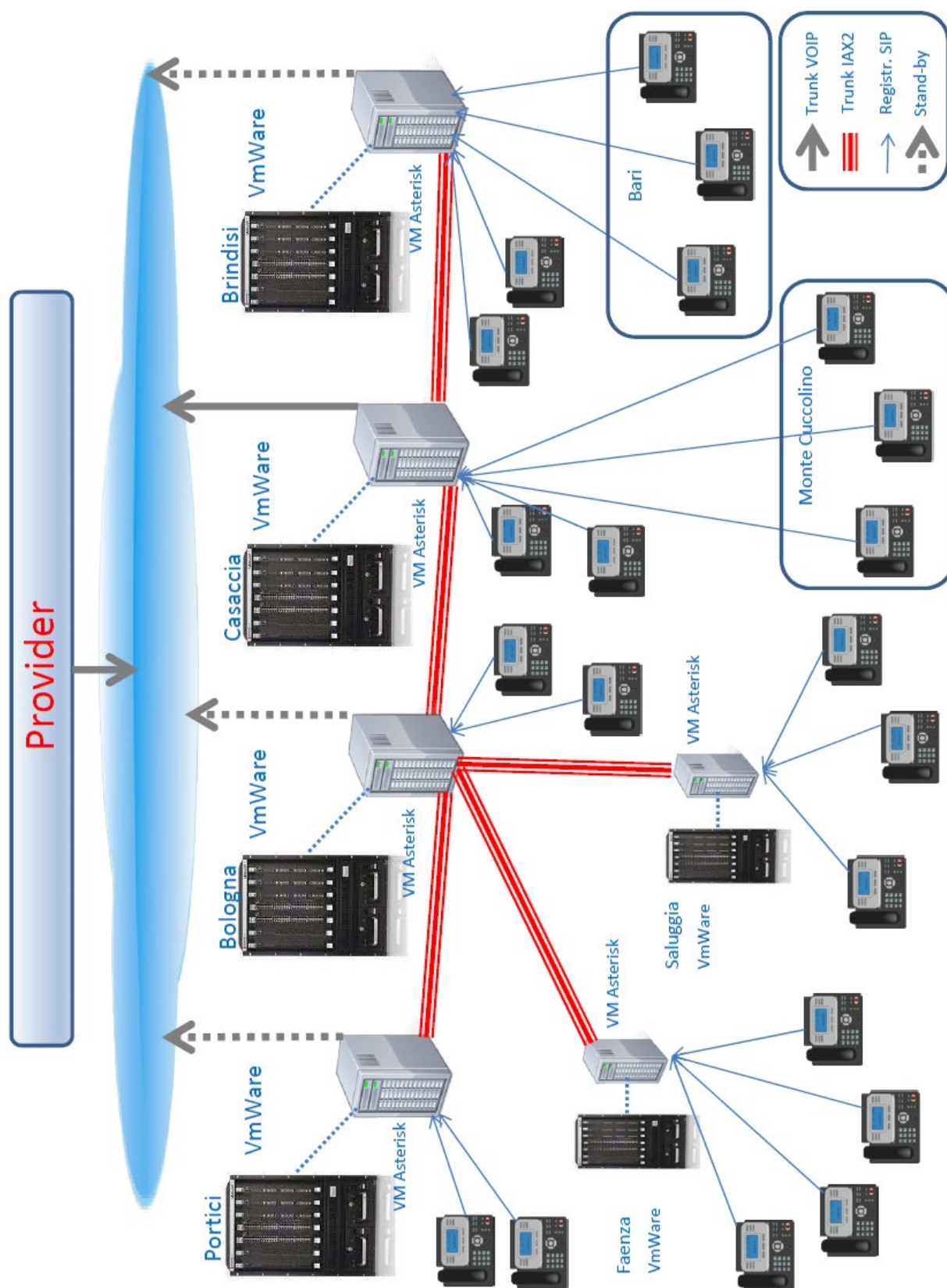
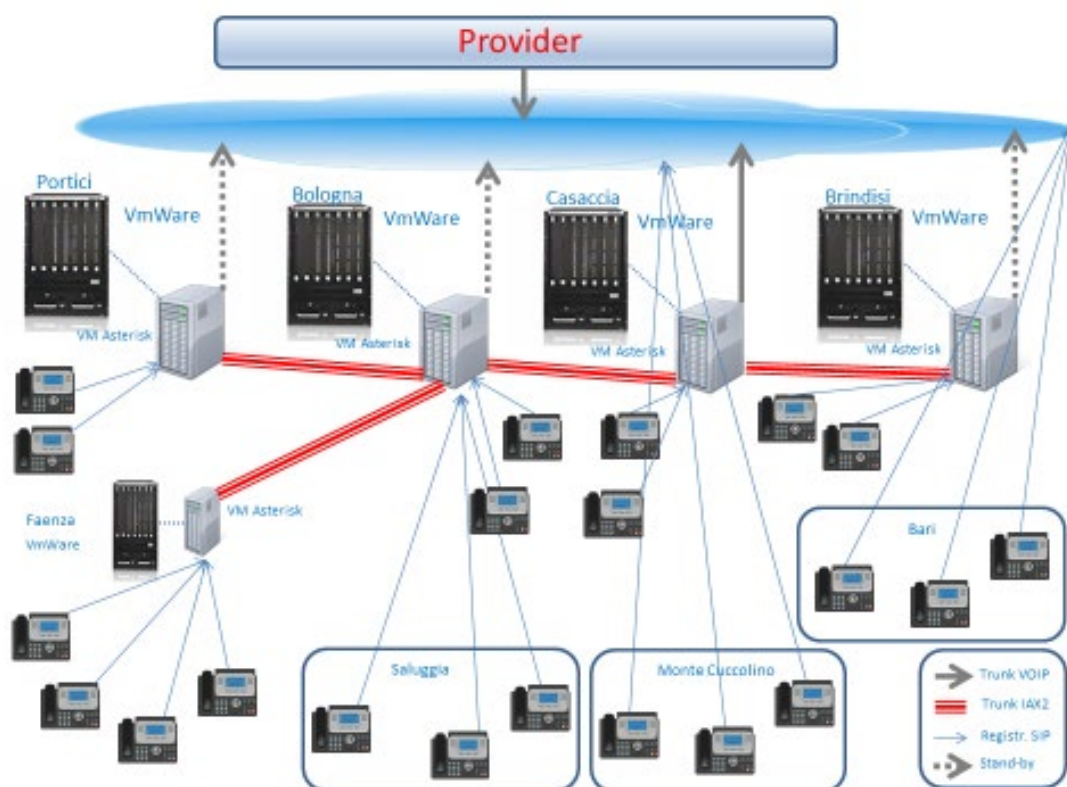
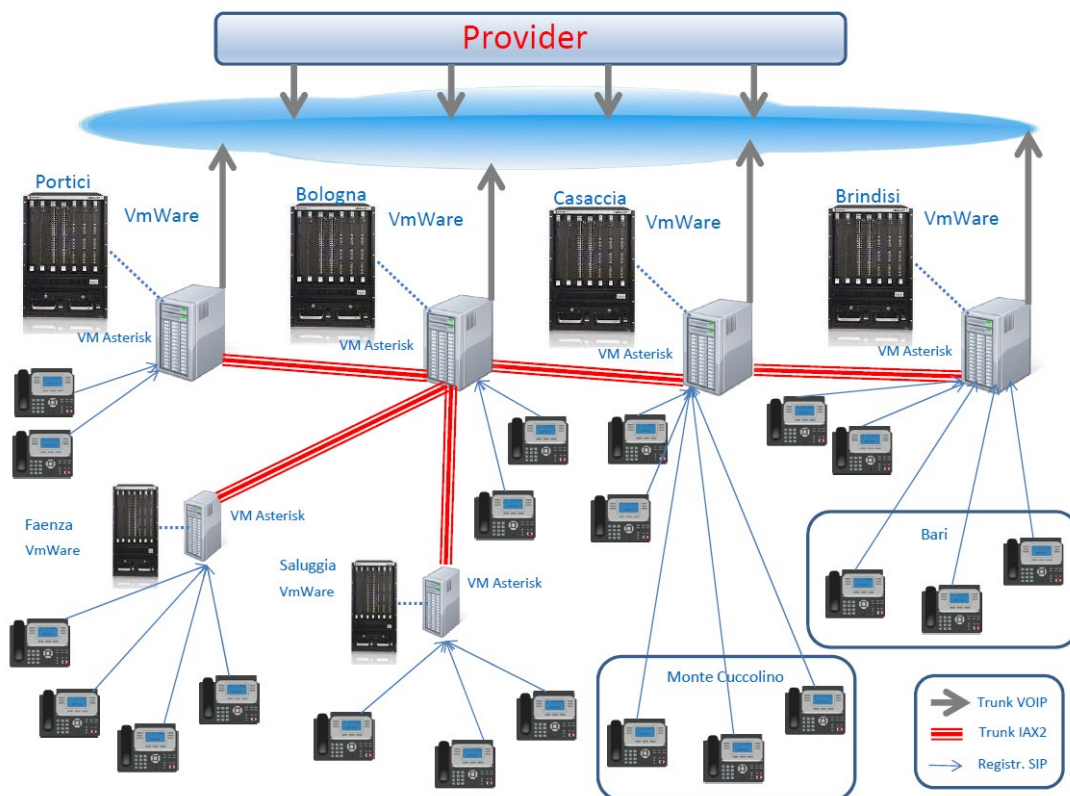


Figura 18: Telefonia ENEA - Sviluppi futuri



4 Monitoraggio spese telefoniche

4.1 Premessa

L'ENEA, in ottemperanza alle disposizioni del Dipartimento della Funzione Pubblica e di AgID (ex DigitPA) in materia di sistemi telefonici nelle Pubbliche Amministrazioni, nonché della Circolare Commissariale n. 71/2012 “Uso dei Sistemi di Telefonia”, effettua costantemente il monitoraggio del traffico telefonico, delle relative spese sostenute nei Centri e segue la tendenza nel tempo.

L'analisi dei dati fornisce indicazioni utili per la valutazione del corretto utilizzo dei sistemi di telefonia e per l'attuazione di eventuali azioni mirate al contenimento delle spese.

L'ENEA ormai da anni aderisce alle convenzioni Consip sia per la telefonia fissa che per la mobile ed usufruisce delle tariffe stabilite in convenzione per tutta la Pubblica Amministrazione.

I valori riportati sono le spese effettivamente sostenute dai Centri nei confronti dei fornitori per l'erogazione dei servizi di telefonia fissa e mobile a tutti i dipendenti e sono comprensive del traffico voce, dei canoni, della Tassa di Concessione Governativa e dell'IVA e non comprendono le spese dovute per la manutenzione delle centrali telefoniche.

4.2 Analisi e valutazione risultati

L'analisi, descritta in maniera ottimale dal collega Antonio Manduca, ci mostra come le spese per la telefonia siano in costante calo, grazie a diversi fattori. Tale analisi, come vedremo, riguarda tutti i costi e spese derivanti dalla telefonia classica, tradizionale. Tali spese sono state mitigate negli anni, anche sostanzialmente, mediante la continua ricerca dell'ottimizzazione delle centrali telefoniche, dell'introduzione seppur parziale del VoIP in vari centri, ecc.

Con l'introduzione del VoIP ed il suo utilizzo in tutta ENEA, queste spese sono destinate a calare drasticamente nel corso dei prossimi anni.

I dati analizzati si riferiscono alle spese delle seguenti tipologie di servizi:

- **Flussi di centrale** – sono le linee attestata sulle centrali telefoniche;
- **Linee dirette** – sono le linee non passanti per le centrali;
- **Affitto coppie** – sono linee di uso esclusivo che collegano punto-punto due postazioni in rgt;
- **Apparecchi cellulari** – sono i cellulari e le internet key per td;
- **Sedi esterne** – sono le linee attestata nelle sedi periferiche;
- **Varie** – eventuali altre spese non rientranti nelle tipologie elencate.

4.3 Monitoraggio delle spese

Nel seguente tabella sono riportate le spese totali (esprese in euro - €) sostenute da ogni centro per la telefonia fissa e mobile relative agli ultimi 10 anni ovvero dal 2008 al 2017.

CENTRO/ANNO	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
ISPRA	18.155	15.092	11.999	12.393	10.147	8.264	2.089	2.076	1.708	1.740
SALUGGIA	39.611	43.726	34.821	28.763	28.968	26.818	18.065	13.267	18.474	16.944
BOLOGNA	85.497	77.829	73.020	61.920	30.038	29.251	27.557	24.704	14.510	13.898
BRASIMONE	30.070	32.150	30.800	29.900	28.300	24.400	23.900	23.893	18.573	18.573
FAENZA	19.264	19.714	16.912	10.573	10.560	9.169	5.429	5.560	5.421	4.948
S. TERESA	21.043	19.573	16.861	16.631	15.423	10.609	10.058	9.765	9.379	9.380
CASACCIA	501.230	426.869	426.869	393.524	309.509	255.581	251.985	251.985	244.726	215.904
ROMA SEDE	123.618	113.407	79.449	71.383	41.619	46.517	36.064	31.143	29.818	32.107
FRASCATI	107.633	103.518	94.247	75.989	47.950	40.841	36.437	36.322	34.271	32.301
PORTICI	37.323	33.453	33.381	24.845	15.827	19.062	13.520	8.976	9.434	8.946
TRISAIA	33.085	32.753	36.425	25.090	14.675	23.854	12.190	14.325	12.192	11.902
BRINDISI	16.741	15.295	12.188	9.558	5.496	4.817	5.966	7.095	7.013	6.083
TOTALE ENEA	1.033.270	933.380	866.973	760.568	558.511	499.182	443.259	429.110	405.518	372.727
Differenza prec. anno	0	-99.890	-66.407	-106.405	-202.057	-59.329	-55.923	-14.149	-23.592	-32.791
Differenza % prec. anno	0,00%	-9,67%	-7,11%	-12,27%	-26,57%	-10,62%	-11,20%	-3,19%	-5,50%	-8,09%

Tabella 4: Monitoraggio delle spese telefoniche ENEA dal 2008 al 2017

Una attenta analisi dei dati conferma la tendenza ad una costante diminuzione della spesa annuale e nel 2017 con un importo di euro 372.727 l'ENEA ha conseguito un risparmio netto rispetto all'anno precedente di € 32.791 corrispondente all' 8,09%. La minore spesa del 2017, considerato che le tariffe in convenzione Consip sono rimaste inalterate rispetto dell'anno precedente, è dovuta principalmente alle seguenti azioni:

- Costante razionalizzazione dei sistemi da parte dei Centri che per la telefonia fissa ha portato ad una revisione e riduzione dei linee dei flussi di centrale, delle linee dirette e dell'affitto coppie, mentre per la telefonia mobile alla scelta di tariffe flat per trasmissione dati, con blocco del traffico al raggiungimento della soglia massima consentita sul territorio italiano;
- Maggiore attenzione delle Unità Organizzative alle spese telefoniche prodotte dal proprio personale.

Il grafico seguente, evidenzia in modo inequivocabile la costante diminuzione della spesa telefonica totale negli ultimi 10 anni (2008-2017) in cui la spesa è passata da euro 1.033.270 del 2008 ad euro 372.727 del 2017.

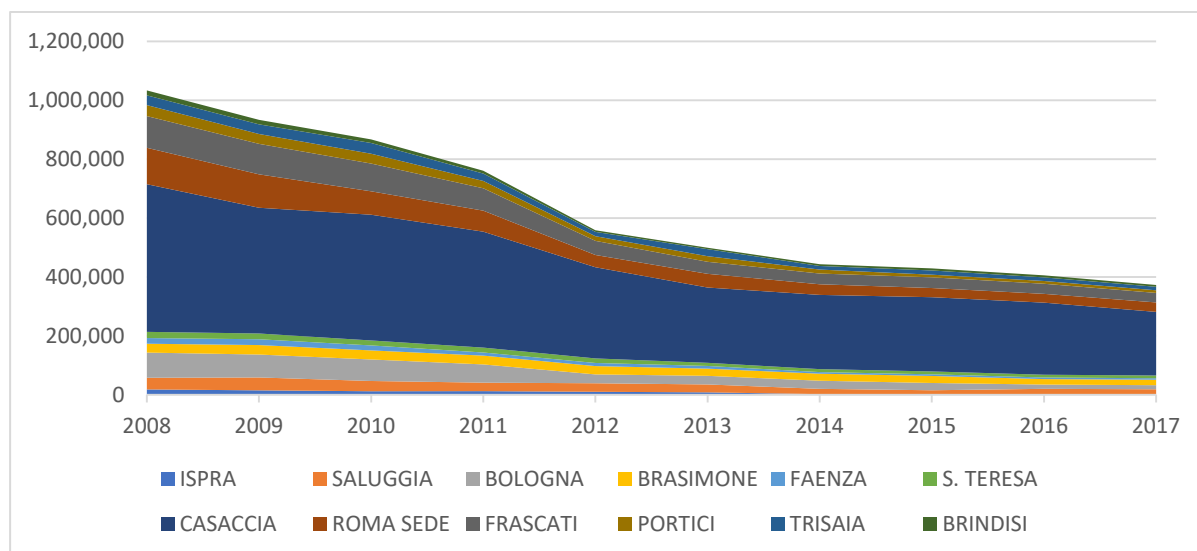


Tabella 5: Evoluzione delle spese telefoniche ENEA dal 2008 al 2017 – Spesa Puntuale

Il grafico evidenzia anche l'incidenza di ogni centro sulla spesa telefonica totale in ENEA. Dalla elaborazione delle spese sostenute si risale alla spesa media utente per ogni centro, tenendo in considerazione che alcuni centri forniscono il servizio anche a sedi esterne, come per il centro di Casaccia, che provvede anche alle utenze dei CCEI e della sede di Bruxelles (Sedi Esterne) per circa 66 utenze, oltre che per le utenze delle basi Antartiche.

4.4 Conclusioni

L'analisi dei dati delle varie tipologie di servizi ha consentito di evidenziare situazioni che presentano ancora margini per effettuare interventi di razionalizzazione mirati al contenimento delle spese. Si precisa che nella pianificazione e realizzazione degli interventi di contenimento delle spese è sempre prioritario il mantenimento dell'alta qualità dei servizi erogati all'utenza.

I risultati conseguiti nel 2017 della costante e progressiva diminuzione della spesa totale, considerato che le tariffe in convenzione Consip non sono variate rispetto all'anno precedente, confermano la validità delle scelte e degli interventi sui sistemi di telefonia, fissa e mobile, realizzati congiuntamente con le Direzioni dei Centri ENEA nel corso del 2017.

La centrale VoIP di Brindisi

1 Realizzazione

Si è deciso di realizzare un'infrastruttura tecnologica per la distribuzione di Telefonia con tecnologia VoIP per la sede di Brindisi facilmente replicabile per le altre sedi ENEA con l'intento di mantenere i costi di gestione delle apparecchiature telefoniche, abbattere i costi telefonici, nonché realizzare una infrastruttura tecnologicamente innovativa e facilmente gestibile con introduzione di features e servizi innovativi. La piattaforma tecnologica andrà a sostituire il centralino di telefonia classica analogica e digitale Nortel Networks.

Il Progetto elegge il centro di Brindisi a capofila di una sperimentazione in cui la telefonia e i servizi telefonici di un centro ENEA sono totalmente basati su tecnologia VoIP. Il progetto si propone di realizzare una serie di azioni atte a creare tutti i presupposti per l'installazione, la configurazione, la gestione di una Centrale VoIP per ENEA. La infrastruttura così creata sarà un unicum di tecnologia, software, apparati e know-how, quanto più replicabile e scalabile.

Per procedere alla realizzazione del progetto sono state determinate una serie di azioni da intraprendere e attuare. L'architettura della rete telefonica cambierà in maniera graduale e si passerà dalla centrale NORTEL alla centrale VOIP passando per un transitorio qualche mese.

1.1 Fase Preliminare

La fase preliminare ha riguardato, come prevedibile, una approfondita analisi dei requisiti e lo studio di fattibilità, ma anche l'analisi costi-benefici e lo studio dell'impatto che ha un cambiamento simile sulle abitudini, conoscenze e percezioni che ogni utente ha della rete telefonica. Quest'ultima fase ha visto tutto il personale coinvolto mediante seminari e corsi sulla telefonia in generale e sulle novità che da lì a breve sarebbero state introdotte. Fortunatamente la fase migratoria è stata facilitata dall'enormità di vantaggi che il sistema VoIP paventava – ampiamente dimostrato in seguito – non facendo rimpiangere il sistema precedente che, seppur ottimo e performante, aveva dei limiti intrinseci del sistema, poco facilmente superabili, come vedremo in seguito anche di carattere gestionale.

Durante questa e in particolar modo nelle successive, il coordinamento per la realizzazione del progetto VOIP nella sede di Brindisi (formato da Giovanni Cannataro e Giacinto Caretto per la sede interessata e dai colleghi di altre sedi) si è riunito, anche più volte, in VDC per fare il punto della situazione e discutere delle azioni da intraprendere nel breve e lungo periodo.

La fase preliminare ha riguardato infine la presa di coscienza di determinate tecnologie e ci ha posti di fronte a delle scelte da fare:

- Quale applicativo VoIP (Asterisk – FreePBX)
- Server fisico o virtuale (virtuale)
- Full – VoIP o promiscuo (promiscuo) – Solo in una seconda fase diventerà Full – VoIP
- Migrazione totale in unica soluzione o migrazione a fasi (migrazione a fasi)

1.2 Fase Operativa

Fatte le dovute considerazioni, terminata la fase preliminare si è passati alla fase successiva, quella operativa, suddivisa a sua volta in più fasi distinte.

1.2.1 Installazione di Asterisk e Gateway VoIP

La primissima fase ha riguardato l'installazione del centralino Asterisk su Virtual Machine, l'installazione di FreePBX, la GUI open source basata sull'interfaccia grafica che controlla e gestisce Asterisk, l'installazione del Patton, il dispositivo di gateway tra Asterisk e il mondo della telefonia classica, e la creazione di venti utenze di test sulla Centrale VoIP.

Questa fase è stata eseguita in fortissima cooperazione con il personale del laboratorio di Casaccia, che avendo in casa la tecnologia VoIP per le utenze telefoniche della sede in Antartide e parte di quella di Portici e Casaccia, ha portato a termine la fase di installazione. Successivamente, il personale delle due sedi ha portato avanti un lavoro di personalizzazione del Server che fosse idoneo alla sede interessata. La fase si è conclusa con il deploy del software, il test dello stesso e la creazione di tutte le linee telefoniche utili per il passaggio alla fase successiva. In questo momento ancora tutte le linee telefoniche della sede di brindisi rispondono alla numerazione classica – 0831 201 + [int.] e contestualmente il server Asterisk è installato e configurato con 20 numerazioni test idonee solo alle chiamate in uscita.

1.2.2 Attivazione delle utenze VoIP di test

Ultimata la configurazione del server Asterisk / FreePBX, e delle venti numerazioni test è stato programmato l'intervento della ditta di manutenzione incaricata ad eseguire il ripristino delle funzionalità delle due centrali in modo tale che i venti numeri telefonici selezionati precedentemente fossero integrati nella centrale VOIP e venissero cancellati dalla centrale Nortel Networks.

In questa fase la conoscenza e l'esperienza sulle due centrali, dei dispositivi Gateway VoIP – Patton e dei telefoni, da parte del personale del Laboratorio Rete e dei tecnici aggiudicatrici della manutenzione delle centrali telefoniche Nortel, ha giocato un ruolo fondamentale, è stata occasione di condivisione, confronto e crescita per il personale coinvolto. In questa fase infatti, si sono configurati tutta una serie

di apparati, da quelli che sono alla base della telefonia tradizionale – es. centralino Nortel Networks e le sue piastre, modem, dispositivo Patton, a quelli più innovativi.

A fine installazione l'architettura è cambiata ed è diventata ibrida. Le due centrali convivono e funzionano entrambe. Inizia così un periodo di test che durerà circa un mese alla fine del quale verrà fatta una valutazione degli apparecchi telefonici installati, della qualità del servizio, della facilità d'uso ecc. Seguirà la scelta degli apparati da acquistare tra quelli testati, elencati in tabella.

Marca	Modello	Quantità	Poe
Grandstream	GXP2160	4	Sì
Grandstream	GXP2130	100	Sì
Grandstream	GXP1625	29	Sì
Grandstream	BT200	1	No
Cisco	SPA303-G2	8	No
Cisco	SPA301-G2	4	No
Innovaphone	IP200	2	No
Saiet	IP100	1	No
Aastra	6731I	4	Sì

Tabella 6: Lista dei telefoni VoIP per la sede di Brindisi e Bari

1.2.3 Installazione degli adattatori ATA

In questa fase sono stati acquisiti gli apparati ATA, per il collegamento dei telefoni analogici alla centrale VoIP. I dispositivi ATA sono degli adattatori VoIP che vengono utilizzati per interconnettere telefoni analogici, fax e apparati di tipo analogico ad una infrastruttura di tipo IP. Nell'infrastruttura è stata prevista l'installazione di almeno 3 ATA, per la connessione di max. 72 apparati analogici. In questa fase è stato utile l'utilizzo di suddetti apparati per mancanza di numerosità di apparati VoIP. L'utilizzo infatti di ogni apparato ATA, sostituisce l'acquisto e la configurazione di 24 telefoni VoIP. Sono stati collegati in prima istanza un numero congruo di telefoni analogici ad un apparato ATA ed è stata avviata una fase di test di circa trenta giorni.

1.2.4 Installazione dei Power Injector

Questa fase ha previsto il test delle funzionalità e affidabilità e valutazione dei costi e benefici degli apparati power injector da rack da installare negli armadi telematici. I modelli in commercio erano vari e con caratteristiche diverse per ogni tipo di utilizzo. Sono stati testati gli apparati che avevano il miglior rapporto costo-beneficio e di cui si conoscevano meglio le caratteristiche. Gli apparati sono stati installati, configurati e messi in produzione. Uno dei modelli in produzione durante questa fase è stato il POE370U-480-24N 24-Port, PoE Midspan. Questa scelta non si è rivelata vincente e questo ha fatto sì che a fine progetto siano stati acquisiti degli apparati più completi e performanti (nel frattempo scesi

di costo e in maggior disponibilità) quali Switch POE ai quali sono stati collegati tutti i telefoni VoIP. Lo vedremo meglio in seguito.

1.2.5 Scelta dei telefoni VoIP

In questa fase, dopo una lunga e attenta valutazione di tutti gli apparecchi telefonici installati e testati, tra i quali Cisco, Grandstream, Innovaphone e altri, si è passati alla scelta definitiva. La scelta non è stata di mera natura economica ma si sono valutati oltre all'aspetto derivante dai costi/benefici, tutta una serie di caratteristiche quali facilità d'uso, configurabilità, scalabilità, compatibilità, possibilità di collegamento PoE, ecc. La scelta è ricaduta sul marchio Grandstream, modelli GXP2130 per i dipendenti e GXP1625 per i laboratori. La differenza tra i due modelli è minimale, riguarda sostanzialmente il numero di linee attivabili sul singolo apparato, il display digitale e altri aspetti minimali.

1.2.6 Attivazione delle utenze VOIP definitive

Da qui in poi è seguita una lunga e interessante serie di attività.

Durante questa fase tutti i dipendenti ENEA di Brindisi hanno avuto i telefoni VoIP o analogici (su ATA) - in una prima istanza - per i laboratori.

In questa fase, in particolare, ci si è occupati di:

- Migrazione di tutte le utenze da Nortel Networks a Centrale VoIP
- Installazione e configurazione di tutti i telefoni (100 VoIP + 3 ATA (60 Analogici));
- Scrittura di script per la gestione degli apparati telefonici e dei servizi
- Attivazione dei Servizi dedicati agli utenti, segreteria telefonica, FAX, ecc.

La migrazione alla nuova tecnologia è stata realizzata in pochi giorni e le attività giornaliere hanno riguardato e tutt'ora riguardano la gestione della piattaforma tecnologica completa, con attività che incidono su infrastruttura di rete, cablatura, networking e quant'altro vedremo nella sezione dedicata (Armonizzazione della Infrastruttura).

A fine periodo si potrà dismettere la vecchia centrale Nortel Networks.

1.2.7 Dismissione della Centrale Nortel Networks

Questa fase ha riguardato unicamente la dismissione della centrale telefonica Nortel Networks, e tutti i servizi annessi.

2 Funzionamento

La Centrale VoIP si differenzia da una comune centrale telefonica classica per due motivi sostanziali. Il primo riguarda, oltre che, come è intuibile, la sua la sua natura tecnologica, il protocollo, il paradigma stesso, differente telefonia stessa, la sua composizione, fatta per la quasi totalità di software a sostituzione di tutta una serie di apparati hardware quali schede, commutatori, centrali, cassette, modem ecc. Un sistema di comunicazione basato sul VoIP può funzionare quasi totalmente senza ausilio di hardware e anche i terminali telefonici possono, in una delle tante configurazioni possibili, essere sostituiti da telefoni software.

Il secondo motivo, seppur di natura diversa, è legato ancora al software, vediamo in che modo. Le centrali classiche sono per la totalità caratterizzate da un marchio, un brand, di solito molto famoso e proprietario del software, hardware e servizi annessi. I concessionari di una centrale classica stipulano contratti, di solito molto onerosi, per il rilascio di servizi e per la manutenzione delle centrali e dei singoli punti utente. Questo sfavorisce le personalizzazioni della centrale e dei servizi, utilizzati perlopiù così come vengono acquistati. Al contrario le centrali VoIP possono essere implementate utilizzando software open source, con conseguente libertà di utilizzo, personalizzazione dei servizi ecc. Inoltre, non essendoci apparati hardware, ad eccezione di pochissimi, sono azzerati i costi legati alla manutenzione ordinaria e straordinaria dell'hardware.

Vediamo come è fatta una centrale VoIP nel suo insieme, nella sua totalità, e quali sono tutti gli elementi necessari affinché essa possa risultare funzionante e performante.

La centrale creata per il centro di Brindisi è composta da una serie di Server, perlopiù con S.O. open source, quali Linux CentOS, Debian e qualche server con S.O. Windows. Il server principale è il Server SIP, il cuore del sistema, il centralino vero e proprio. Gli altri server sono a servizio dell'infrastruttura. A questi server si aggiunge l'hardware necessario (per determinate configurazioni potrebbe essere indispensabile), ovvero un gateway VoIP, che converte un segnale telefonico tradizionale (analogico o digitale) in un flusso di comunicazione (IP). Un altro apparato necessario ma non indispensabile è il dispositivo utilizzato per collegare telefoni analogici ad una centrale VoIP, ovvero l'ATA, acronimo di Analog Telephone Adapter. Questo dispositivo è comodo in molte configurazioni come vedremo.

Prima di descrivere tutti gli oggetti che fanno parte della centrale telefonica è utile capire e descrivere al meglio quale è la sequenza di azioni che intercorrono dal momento in cui un apparato telefonico viene collegato in rete al momento in cui l'apparato realizza la telefonata.

Quando ciò avviene accadono una serie di azioni e/o configurazione automatiche e semi automatiche atte a far sì che l'apparato telefonico collegato si registri sulla centrale telefonica e inoltri la propria telefonata.



Figura 19: Schema di attivazione della linea telefonica VoIP

2.1 Sip Server

In questa sezione saranno elencati e descritti tutti i componenti che sono stati configurati e installati.

La nuova centrale sarà composta da oggetti di tipo software ed oggetti di tipo hardware. La centrale VoIP per come essa è concepita, sarà per il 80% composta da oggetti software, per la totalità installati su Virtual Machine.

Il server principale è ovviamente il Sip Server, installato su Virtual Machine con installazione CentOS, che risponde al nome sip.brindisi.enea.it su rete pubblica, ed è ruotato anche su rete privata.

Il centralino vero e proprio si chiama Asterisk.

2.1.1 Asterisk

Asterisk è nato come progetto Open Source per la realizzazione di un centralino VoIP e TDM in grado cioè di gestire le moderne comunicazioni VoIP e interfacce per la gestione di linee PSTN (analogiche e digitali). Il progetto è nato nel 2001 e il principale sviluppatore e direttore del progetto è Mark Spencer di Linux Services attualmente denominata Digium. Il progetto è completamente Open Source, Asterisk è rilasciato sotto licenza GNU GPL ed il suo contenuto è liberamente distribuibile e modificabile da chiunque. Questo ha favorito lo sviluppo di moltissime soluzioni e il suo continuo miglioramento grazie a centinaia di sviluppatori in tutto il mondo. Può essere installato su Linux, Windows e su alcune versioni di Unix come OpenBSD, FreeBSD. Il core di Asterisk è sviluppato in codice C per garantire la compilazione sul maggior numero di piattaforme possibili, siano esse Linux o Unix.

2.1.1.1 Architettura

Asterisk è un centralino in grado di interfacciarsi con qualsiasi dispositivo hardware o software per cui è realizzata una opportuna interfaccia. Questa compatibilità è ottenuta progettando il sistema con una architettura modulare, con parti ben definite ed indipendenti. garanzia di prestazioni e stabilità.

Il core del sistema è rappresentato dai seguenti moduli:

- **Gestore delle chiamate** – a prescindere dal tipo di canale deve essere possibile instaurare una comunicazione tra le “due parti” di una chiamata. Tale funzionalità viene gestita dal core di Asterisk che astrae dalla gestione dei protocolli per la comunicazione con i vari dispositivi ma gestisce invece solo i flussi di dati per garantire la comunicazione;
- **Gestore applicazioni** – una volta aperto un canale di comunicazione è possibile metterlo in collegamento con un altro canale o in alternativa lanciare un’applicazione che agisce su di esso. Tali applicazioni possono spaziare dalla voicemail al demone per la comunicazione PPTP tra un modem remoto e il computer su cui sta girando Asterisk;
- **Traduttore di codec** – al core di Asterisk spetta anche il compito di effettuare la traduzione di differenti codec audio. La gestione dei codec da parte di Asterisk è infatti centralizzata. Per fare ciò il core di Asterisk sfrutta moduli esterni ognuno in grado di gestire una codifica differente;
- **Gestore dell'input/output e della schedulazione** – allo stesso tempo tutte le varie operazioni che il centralino svolge devono essere sincronizzate e schedate in maniera efficiente sotto qualsiasi condizione di carico. Per interagire con il core di Asterisk esistono quattro diverse categorie di moduli che formano delle API (Application Programming interface) ben definite. Queste categorie di moduli permettono al core di ignorare dettagli come i codec utilizzati e il tipo di tecnologia da cui il chiamante si connette;
- **Dynamic Module Loader** – la gestione dei moduli è dinamica e quindi i moduli possono essere caricati a seconda delle esigenze e delle configurazioni. I moduli comunicano con il core di Asterisk mediante interfacce di programmazione API;
- **API**
 - **dei canali** – gestiscono la tecnologia su cui sta avvenendo la chiamata a seconda del suo tipo: ISDN, E1, T1, VoIP o altra tecnologia;
 - **delle applicazioni** – API a cui tutti i moduli che gestiscono un’applicazione devono attenersi. Ciascuno di questi moduli viene lanciato dal gestore delle applicazioni;
 - **dei codec** – per gestire ogni singolo codec deve essere creato un modulo che si adatta a questa interfaccia. In questo modo il gestore dei codec può codificare e decodificare diversi formati audio per mettere in comunicazione differenti canali di trasmissione;

- **per i formati di file** – gestiscono la lettura e la scrittura di numerosi formati di file sul filesystem.

2.1.1.2 Hardware

Le schede telefoniche, disponibili per Asterisk, permettono di interfacciarlo alla tecnologia TDM sia essa BRI o PRI. Il principale sponsor di Asterisk, Digium inc., si è dedicato alla realizzazione di schede per il supporto delle tecnologie Primary Rate Interface (PRI) E1 e T1 che hanno aumentato considerevolmente l'interesse della comunità per il progetto. Le tecnologie PRI (E1/T1) permettono la gestione rispettivamente di 30 e 24 canali telefonici. Tali linee, chiamate flussi primari, sono presenti in tutto il mondo.

Lo standard E1 utilizza una banda di 2048 Mbps e si basa sui protocolli G.704 e G.732. Per la segnalazione delle chiamate a livello di rete viene utilizzato Q.931 come in H.323 che gestisce comandi come CONNECT, CONNECT ACKNOWLEDGE e CALLPROCEEDING in grado di stabilire lo stato della chiamata. A livello datalink viene invece utilizzato Q.921 che è stato realizzato basandosi su HDLC. A livello fisico, dove la linea fisica lo consente, un flusso primario può essere gestito da un singolo doppino. Ci sono inoltre schede che permettono la connettività con linee analogiche tradizionali. Queste sono di due tipi: con segnalazione FXS (Foreign eXchange Subscriber, è l'interfaccia analogica dal punto di vista della rete, per intenderci la presa dove si collega un telefono analogico, in altre parole una FXS "punta" all'utente) e FXO (Foreign eXchange Office, è l'interfaccia analogica dal punto di vista del telefono, per intenderci una FXO "punta" verso la centrale telefonica) per la comunicazione con linee urbane o telefoni.

Asterisk supporta i seguenti protocolli per la comunicazione VoIP:

- **IAX** (Inter Asterisk eXchange Protocol) – il protocollo VoIP nativo di Asterisk;
- **SIP** (Session Initiation Protocol) – lo standard IETF per il Voice Over IP;
- **H.323** – lo standard ITU per il VoIP;
- **MGCP** (Media Gateway Control Protocol) – un protocollo che gestisce la segnalazione e il controllo di connessioni VoIP (utilizzabile con Cisco Call Manager).

2.1.1.3 CLI

Abbiamo una serie di comandi che possiamo dare alla cli per conoscere lo stato del server, vedere le connessioni presenti, le chiamate in atto, i fax in ingresso e/o uscita ecc. La Common Line Interface (CLI) si accede digitando il comando *asterisk -rvvvv*.


```
-- Executing [s@macro-dial-one:45] GosubIf("SIP/452-000025a6", "0?s-
NOANSWER,1()") in new stack
-- Executing [s@macro-dial-one:46] MacroExit("SIP/452-000025a6", "") in
new stack
-- Executing [s@macro-exten-vm:15] Set("SIP/452-000025a6",
"SV_DIALSTATUS=NOANSWER") in new stack
```

Visualizzazione dei peers iax2 attivi

```
sip*CLI> iax2 show peers
Name/Username      Host           Mask           Port           Status
casaccia/IAX_br    192.107.x.x    (S) 255.255.255.255 4569 (T)       OK (15 ms)
VS_SIP_2/IAX_br    192.107.x.x    (S) 255.255.255.255 4569 (T)       UNREACHABLE
2 iax2 peers [1 online, 1 offline, 0 unmonitored]
```

Visualizzazione dei fax in invio/ricezione

```
sip*CLI> fax set debug on
-- Attempting call on Local/00831201245@from-internal for s@outboundfax:1 (Retry 1)
-- Executing [00831201245@from-internal:1] Macro("Local/00831201245@from-internal-000000b5;2",
"keylock-check,") in new stack
-- Executing [245@from-trunk:5] Set("SIP/gw-sip-bri-000025c5", "CHANNEL(musicclass)=default") in
new stack
-- Executing [245@from-trunk:6] Set("SIP/gw-sip-bri-000025c5", "__MOHCLASS=default") in new stack
-- Executing [245@from-trunk:7] Set("SIP/gw-sip-bri-000025c5",
"__CALLINGPRES_SV=allowed_not_screened") in new stack
-- Executing [245@from-trunk:9] Set("SIP/gw-sip-bri-000025c5", "FAX_DEST=ext-fax^244^1") in new
stack
-- Executing [245@from-trunk:10] Answer("SIP/gw-sip-bri-000025c5", "") in new stack
-- Executing [s@outboundfax:1] Set("Local/00831201245@from-internal-000000b5;1",
"FAXOPT(filename)=/tmp/1760322032.tif") in new stack
-- Executing [s@outboundfax:7] SendFAX("Local/00831201245@from-internal-000000b5;1",
"/tmp/1760322032.tif,d") in new stack
-- Channel 'Local/00831201245@from-internal-000000b5;1' sending FAX:
-- /tmp/1760322032.tif
-- Executing [h@macro-dialout-trunk:1] Macro("Local/00831201245@from-internal-000000b5;2",
"hangupcall,") in new stack
-- Executing [s@macro-hangupcall:1] GotoIf("Local/00831201245@from-internal-000000b5;2",
"1?theend") in new stack
-- Goto (macro-hangupcall,s,3)
-- Executing [s@macro-hangupcall:3] ExecIf("Local/00831201245@from-internal-000000b5;2",
"0?Set(CDR(recordingfile)=)") in new stack
-- Executing [s@macro-hangupcall:4] Hangup("Local/00831201245@from-internal-000000b5;2", "") in
new stack
== Spawn extension (macro-hangupcall, s, 4) exited non-zero on 'Local/00831201245@from-internal-
000000b5;2' in macro 'hangupcall'
== Spawn extension (macro-dialout-trunk, h, 1) exited non-zero on 'Local/00831201245@from-internal-
000000b5;2'
== Spawn extension (macro-dialout-trunk, s, 22) exited non-zero on 'Local/00831201245@from-internal-
000000b5;2' in macro 'dialout-trunk'
== Spawn extension (from-internal, 00831201245, 5) exited non-zero on 'Local/00831201245@from-
internal-000000b5;2'
== Redirecting 'SIP/gw-sip-bri-000025c5' to fax extension due to CNG detection
== Spawn extension (from-trunk, fax, 1) exited non-zero on 'SIP/gw-sip-bri-000025c5'
-- Executing [fax@from-trunk:1] Goto("SIP/gw-sip-bri-000025c5", "ext-fax,244,1") in new stack
-- Goto (ext-fax,244,1)
-- Executing [244@ext-fax:1] Set("SIP/gw-sip-bri-000025c5", "FAX_FOR=GiovanniCANNATARO (244)") in
new stack
-- Executing [244@ext-fax:2] NoOp("SIP/gw-sip-bri-000025c5", "Receiving Fax for: GiovanniCANNATARO
(244), From: '0831201' <0831201>") in new stack
-- Executing [244@ext-fax:3] Set("SIP/gw-sip-bri-000025c5", "FAX_ATTACH_FORMAT=pdf") in new stack
-- Executing [244@ext-fax:4] Set("SIP/gw-sip-bri-000025c5",
"FAX_RX_EMAIL=giovanni.cannataro@enea.it") in new stack
-- Executing [244@ext-fax:5] Goto("SIP/gw-sip-bri-000025c5", "s,receivefax") in new stack
-- Executing [h@ext-fax:3] Set("SIP/gw-sip-bri-000025c5", "DELETE_AFTER_SEND=true") in new stack
-- Executing [h@ext-fax:4] System("SIP/gw-sip-bri-000025c5", "/var/lib/asterisk/bin/fax2mail.php
--to "giovanni.cannataro@enea.it" --dest "245" --callerid "'0831201' <0831201>" --file
/var/spool/asterisk/fax/1554812384.10603.tif --exten "GiovanniCANNATARO (244)" --delete "true" --
attachformat "pdf") in new stack
```

```
-- Executing [h@outboundfax:9] System("SIP/gw-sip-bri-000025c4",
"/var/lib/asterisk/bin/sendfaxnotify.php NOTIFY "giovanni.cannataro@enea.it" "00831201245" "09/04/19
: 14:19:44" "SUCCESS" "1") in new stack
```

Visualizzazione dello stato di Mysql

```
sip*CLI> cdr mysql status
```

Connected to asteriskcdrdb on socket file default using table cdr for 24 days, 15 hours, 49 minutes, 15 seconds.

Wrote 5204 records since last restart.

Visualizzazione dei peers sip attivi

```
sip*CLI> sip show peers
```

Name/username	Host	Dyn	Forcerport	ACL	Port	Status
1001	(Unspecified)	D	N	A	0	UNKNOWN
200	(Unspecified)	D	N	A	0	UNKNOWN
202/202	192.168.174.6	D	N	A	5066	OK (4 ms)
204/204	192.168.174.46	D	N	A	5066	OK (7 ms)
206/206	192.168.174.1	D	N	A	5072	OK (5 ms)
210/210	192.168.174.38	D	N	A	5066	OK (4 ms)

2.1.1.4 Shell linux

Se si desidera si possono dare gli stessi comandi, con alcune limitazioni, direttamente dalla shell linux del server, invocando il demone asterisk o altri. Vediamo alcuni comandi significativi.

Visualizzazione della password associata alla casella vocale numero 244

```
database show KEYLOCK/244
```

Modifica della password associata alla casella vocale numero 244

```
database put KEYLOCK 244/password 00000
```

Visualizzazione dei FAX in Ingresso/Uscita

```
asterisk -rx 'fax show sessions'
```

```
Current FAX Sessions:
Channel      Tech    FAXID    Type  Operation  State      File(s)
SIP/gw-sip-bri-00002 Spandsp 2 T.38 send      Active     /tmp/571423216.tif
SIP/gw-sip-bri-00002 Spandsp 3 T.38 receive Active     /var/spool/asterisk/fax/155.105.tif
```

Altro ...

```
asterisk -rx 'core show channels verbose' | grep -v AppDial | grep Dial | awk '{print $8} ==> "$7'}' | tr -d [:alpha:][\,\,\-\(\)/]
```

```
asterisk -rx 'core show channels verbose' | grep -v AppDial | grep Dial | awk '{print $8} ==> " substr($7,5,3)}' | tr -d [:alpha:][\,\,\-\(\)/]
```

```
watch -n 1 "asterisk -rx 'core show channels verbose' | grep -v AppDial | grep Dial | awk '{print \$8\" ==> \" substr(\$7,5,3)}' | tr -d [:alpha:][\,\,\-\(\)/] [==]"
```

```
watch -n 1 "asterisk -rx 'core show channels verbose' | grep -v AppDial | grep Dial | awk '{print \$8\" ==> \"\$7'}' | tr -d [:alpha:][\,\,\-\(\)/] [==]"
```

```
asterisk -rx 'core show channels verbose' | grep -v AppDial | grep Dial | awk '{print $8} ==> "substr(,5,3)}' | tr -d [:alpha:][\,\,\-\(\)/] [==]
```

```
asterisk -rx 'core show channels verbose'
```

2.1.2 FreePBX

Asterisk FreePBX è l'interfaccia web mediante la quale si gestisce Asterisk. Tutti i comandi che possiamo digitare da CLI possono essere più comodamente utilizzati da interfaccia web; Molte delle personalizzazioni le facciamo mediante quest'ultima ed è anzi fortemente consigliato, se non indispensabile, l'utilizzo di essa, molto comoda, intuitiva, con tante funzionalità e moduli per la specializzazione e customizzazione del centralino. Il sistema è in continuo aggiornamento, ma tutte le release hanno mantenuto questa sezione molto utile poiché ci mostra nell'immediatezza tutti i parametri fondamentali che riguardano il server.

2.1.2.1 System Status

La homepage del sistema è una pagina relativamente importante poiché ci mostra proprio il System Status del server ovvero lo stato dei servizi (*ok/ko*) di Asterisk, di MySQL, del Web Server e di SSH, qualora essi siano installati, una parte relativa alle statistiche di consumo disco, memoria ecc., una parte relativa agli ultimi upgrade disponibili online e infine la sezione chiamata *statistics*, dove vediamo immediatamente quanti telefoni sono online, e se ci sono chiamate attive.

Da questa pagina iniziale si accede alle varie sezioni per il management e gestione del centralino, nonché per la configurazione dello stesso. Le sezioni sono decine, ma di seguito elencheremo solo quelle che contengono le informazioni e configurazioni importanti, che vengono dunque utilizzate per la configurazione e personalizzazione di Asterisk, tralasciando quelle non significative.

Al momento del rilascio del documento la versione è la seguente 2.210.62-5.

2.1.2.2 Admin

Backup and restore – questa sezione contiene una serie di template preconfezionati e personalizzabili per l'esecuzione automatica del backup dei dati.

Digium Addon – questa sezione contiene gli Add-ons Asterisk, ovvero componenti aggiuntivi e altro per estendere la configurazione open source di Asterisk.

Administrators – questa sezione permette l'aggiunta di utenti di tipo amministrativo. Gli utenti creati possono comunque avere delle restrizioni e limitazioni.

Phone restart – questa sezione permette il riavvio dei telefoni che sono registrati sulla centrale e che risultano online. Può essere riavviato un numero illimitato di telefoni contemporaneamente, a patto che siano appartenenti ai brand supportati (Grandstream, Astra e Cisco risultano tali al momento del rilascio). Questa possibilità ci sembra molto performante e utile.

System Admin – Le sezioni più significative sono le seguenti:

- **Abnormal Call Volume** – questa sezione è configurata per ricevere un avviso sulla quantità di minuti utilizzati sul centralino. Molto utile a rilevare un intruso o un uso illecito della centrale;
- **Intrusion Detection** – questa sezione rileva i tentativi di connessione da IP remoti. Se i tentativi superano il parametro Max Retry, l'IP viene estromesso per un tempo chiamato Ban Time;
- **Power Options** – questa sezione permette il riavvio della centrale.

2.1.2.3 Applications

Extensions – questa sezione è sicuramente tra le più importanti dell'intero centralino. Qui, infatti, si creano e gestiscono tutte le extensions, ovvero tutte le numerazioni registrate sulla centrale. Una estensione può essere arricchita di opzioni varie, numero di fax, voice mail, follow me ed altro ancora. La sezione è suddivisa in tante sottosezioni, ognuna delle quali utili alla configurazione di opzioni. Si seguito vediamo come e quali sono parametri fondamentali per la creazione di una estensione.

Edit Extension	
Display Name	Giovanni CANNATARO
CID Num Alias	
SIP Alias	
Extension Options	
Outbound CID	244
Assigned DID/CID	
 _245 (Giovanni_Cannataro_FAX)	
Device Options	
This device uses sip technology.	
Secret	*****
Custom Context	NazionaliCellulari
Fax	
Enabled	
Fax Email	giovanni.cannataro@enea.it
Attachment Format	pdf

Voicemail	
Status	Enabled
Voicemail Password	*****
Email Address	giovanni.cannataro@enea.it

Tabella 7: FreePBX - Configurazione di una extension

Follow me – questa sezione permette la creazione di oggetti chiamati follow me. Il follow me permette ad una numerazione di essere raggiunta oltre che sulla propria estensione, anche su altre estensioni precedentemente create. Si viene raggiunti sulla seconda estensione dopo un tempo di non risposta (0 equivale alla contemporanea raggiungibilità sui due numeri), dopo un numero n di squilli (15 equivale a 3 squilli) che configuriamo noi a nostro piacimento, e/o a determinate condizioni imposte dall'amministratore. Nell'esempio qui sotto riportato, alla mia numerazione vi è aggiunto un follow me composto da due numeri, un interno (654) e un cellulare (392229***).

Follow me	
Disable:	
Initial Ring Time:	0
Ring Strategy:	ringall-prim
Ring Time (max 60 sec)	15
Follow-Me List:	244, 654, 392229****
Extension Quick Pick	244 (GiovanniCANNATARO)
Announcement:	None
Play Music On Hold?	Ring default none
CID Name Prefix	
Alert Info:	
Fixed CID Value:	

Tabella 8: FreePBX - Configurazione del Follow Me

Conference – questa sezione permette la creazione di conference call.

Conference: 604	
Conference Number:	
Conference Name:	ConferenceCallENEA
User PIN:	123456
Admin PIN:	*****

Tabella 9: FreePBX - Configurazione delle Conference Call

2.1.2.4 Connectivity

Custom Context – questa sezione è altrettanto importante al pari delle estensioni. I contesti sono creati e personalizzati in base alle esigenze. Nel centralino di Brindisi abbiamo implementato sei contesti differenti. Abbiamo assegnato nomi logici che indicassero il tipo di chiamata che è possibile effettuare se la propria utenza ha assegnato un certo contesto. La configurazione avviene creando il contesto e personalizzandolo, aggiungendo i vari parametri. Alcune tra le più utilizzate sono: <Interna>, <Nazionali>, <NazionaliCellulari>, <NazionaliInternazionali>. Esiste anche un contest <Allow ALL> utilizzato evidentemente solo per test dagli amministratori. La configurazione dei contesti viene fatta in abbinamento ai vari Outbound Route scegliendo quale rotte abilitare e quali negare.

Context		
Context	Interna	
Description		
Dial Rules	XXX	(è possibile digitare solo 3 cifre)
	1001	(le numerazioni esplicitate sono sempre concesse, 1001 è il numero del reperibile)
	*5[6-9]	
	*9[78]	

Outbound Routes – questa sezione è la sezione fondamentale per il buon funzionamento della centrale per quel che riguarda i contesti di chiamata, le abilitazioni e limitazioni di chiamata. Se questa parte di centralino non è configurata in modo adeguato richiamo di non riuscire a fare telefonate ad alcune numerazioni o ancora peggio potremmo riuscire a fare telefonate a numerazioni ad alto costo o interdette. La creazione di rotte in uscita corrette previene proprio da alcuni rischi. Per esempio tutte le chiamate con numerazioni ad alto costo sono inibite, ecc. Vediamo come avviene la configurazione di due rotte tra le più utilizzate, Chiamate Nazionali e Cellulari. dopo aver settato i classici parametri, vediamo la parte saliente della configurazione, ovvero il Dial Patterns:

- **Chiamate Nazionali** – La sintassi è la seguente: (*) + [03.] ovvero sono possibili tutti i digit che iniziano per 0 (lo 0 è il digit utilizzato per ottenere la linea) seguiti dal numero 3 (tutti i numeri di cellulare mondiali iniziano con il numero 3).
- **Chiamate Cellulari** - La sintassi è la seguente: (*) + [00[1-9.]] ovvero sono possibili tutti i digit che iniziano per 0 (lo 0 è il digit utilizzato per ottenere la linea) seguiti dal numero 0 + [1-9] (tutti i numeri nazionali iniziano con il prefisso che è un numero che inizia sempre per 0 seguito da cifre da 1 a 9, esempio 0831, 0984, ecc.).

Inbound Routes – questa sezione permette di creare le estensioni utilizzate per le caselle FAX.

Inbound Routes	
Description:	Giovanni_Cannataro_FAX

DID Number:	_245
CallerID Number:	
CID Priority Route:	

Trunks – questa sezione permette di creare i vari tipi di trunk (*SIP, DAHDi, IAX2*, ecc.). Il centralino di Brindisi ha due trunks principali, uno dei quali verso la sede di Casaccia.

General Settings		
Trunk Name:	casaccia	gw-sip-bri
Outbound CallerID:		
CID Options:	Allow Any CID	Allow Any CID
Outgoing Settings		
Trunk Name:	casaccia	gw-sip-bri
		type=peer
		secret=*****
	username=IAX_brindisi	qualify=yes
	type=peer	port=5060
	trunk=yes	insecure=port,invite
	secret=*****	host=dynamic
PEER Details:	requirecalltoken=no	dtmfmode=rfc2833
	qualify=5000	disallow=all
	host=192.107.*.*	defaultuser=gw-sip-bri
	disallow=all	context=from-trunk
	allow=g729	canreinvite=no
		allow=alaw
Incoming Settings		
USER Context:	IAX_casaccia	
	type=user	
	secret=*****	
	host=192.107.*.*	
USER Details:	disallow=all	
	context=from-casaccia	
	allow=g729	

Tabella 10: FreePBX - Configurazione dei Trunks

2.1.2.5 Reports

Questa è la sezione dedicata alla reportistica ma anche alle informazioni su estensioni registrate e non registrate e chiamate in ingresso e in uscita. Risulta fondamentale anche per fare operazioni di troubleshooting

Asterisk Info – è la sezione più ampia poiché contiene tutte le informazioni in tempo reale riguardanti i canali attivi, i peers sip e iax2 attivi, una serie di notifiche e voicemail attive. Si può consultare un Full report di cui vediamo un estratto significativo qui in tabella.

Full Report

Active Channel(s)

Channel	Location	State	Application(Data)
SIP/498-000038bd	s@macro-dial-one:42	Up	Dial(SIP/214,15,trl)
SIP/214-000038be	(None)	Up	AppDial((Outgoing Line))
2 active channels			
1 active call			
8156 calls processed			

Sip Channel(s)

Peer	User/ANR	Call ID	Format	Hold	Last Message	Expiry	Peer
192.168.174.30	(None)	1968179892-5066	0x0 (nothing)	No	Rx: REGISTER		
192.168.174.203	(None)	ac5a8025d04e286	0x0 (nothing)	No	Rx: REGISTER		
192.168.174.41	(None)	1005585186-5066	0x0 (nothing)	No	Rx: REGISTER		

IAX2 Channel(s)

0 active IAX channels

Sip Peers

Name/username	Host	Dyn	Forcerport	ACL Port	Status
1001	(Unspecified)	D N	A 0	UNKNOWN	
206/206	192.168.174.1	D N	A 5072	OK (4 ms)	
210/210	192.168.174.38	D N	A 5066	OK (4 ms)	

176 sip peers [Monitored: 136 online, 40 offline Unmonitored: 0 online, 0 offline]

IAX2 Peers

Name/Username	Host	Mask	Port	Status
casaccia/IAX_br	192.107.x.x (\$)	255.255.255.255	4569 (T)	OK (15 ms)
VS_SIP_2/IAX_br	192.107.x.x (\$)	255.255.255.255	4569 (T)	UNREACHABLE

2 iax2 peers [1 online, 1 offline, 0 unmonitored]

Subscribe/Notify

-- Registered Asterisk Dial Plan Hints ==

```
*56610@keylock-hints : SIP/610&CUSTOM:KLC61 State:Unavailable Watchers 0
*56612@keylock-hints : SIP/612&CUSTOM:KLC61 State:Unavailable Watchers 0
*564655@keylock-hints : SIP/4655&CUSTOM:KLC4 State:Unavailable Watchers 0
*56616@keylock-hints : SIP/616&CUSTOM:KLC61 State:Unavailable Watchers 0
498@ext-local : SIP/498 State:InUse Watchers 0
```

634 hints registered

Voicemail Users

Context	Mbox	User	Zone	NewMsg
default	202	MauroDEMARCO		11
default	210	GiovanniDECASTRO		0
default	212	AntonellaCARAMIA		0
default	214	VivianaLONGO		0

102 voicemail users configured.

Summary

Active SIP Channel(s): 54		Active IAX2 Channel(s): 0	
Sip Registry: 1		IAX2 Registry: 1	
Sip	Peers:	IAX2	Peers:
Online:	136	Online:	1
Online-Unmonitored:	0	Offline: 1	
Offline: 40		Unmonitored: 0	
Offline-Unmonitored: 0			

Tabella 11: FreePBX - Full Report

CDR Reports - Call Detail Record Search ci fornisce il dettaglio di tutte le comunicazioni in atto, permettendoci di fare ricerche per data, chiamante, destinatario e molto altro. Tra le opzioni di ricerca abbiamo tre modalità:

- *CDR search* – visualizziamo a monitor la ricerca effettuata:

Call Date	CallerID	App	Destination	Disposition	Duration
2019-04-26 10:06:47	[REDACTED]	Dial	244	NO ANSWER	00:14
2019-04-25 21:46:43	"GiovanniCANNATARO "<244>	Dial	244	NO ANSWER	00:01
2019-04-25 21:46:03	"GiovanniCANNATARO "<244>	Dial	244	NO ANSWER	00:01
2019-04-24 10:52:26	[REDACTED]	Dial	244	ANSWERED	04:15
2019-04-24 10:39:17	[REDACTED]	Dial	244	ANSWERED	00:15
2019-04-19 15:25:01	[REDACTED]	Dial	244	NO ANSWER	00:09

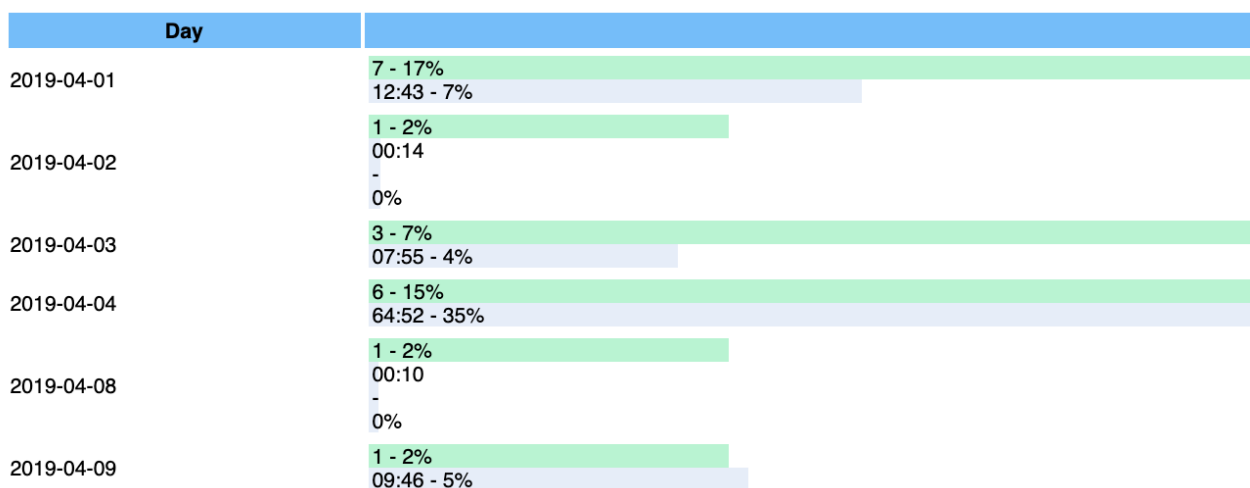
Tabella 12: FreePBX - Call Detail Record Search

- *CSV file* – per l'appunto la ricerca viene salvata in un file csv.

calldate	clid	src	dst	dcontext	dstchannel	duration
2019-04-26 10:06:47	[REDACTED]	[REDACTED]	244	Nazionali	SIP/654-000038b4	14

2019-04-25 21:46:43	GiovanniCANNATARO <654>	654	244	NazionaliCellulari	SIP/654-00003897	1
2019-04-25 21:46:03	GiovanniCANNATARO <654>	654	244	NazionaliCellulari	SIP/654-00003894	1
2019-04-24 10:52:26	██████████	████	244	InternazionaliCellulari	SIP/654-00003802	255

- *Call Graph* – viene creato un grafico



FreePBX System Status – Per default l’home page del server web ci mostra lo FreePBX System Status, ovvero lo stato in cui si trova il server, tra le informazioni più importanti sicuramente ci sono IP Phones Online, IP Trunks Online, Total active calls, e lo stato dei servizi Asterisk, MySQL, Web Server, SSH Server.

Print Extensions – questa sezione ci permette di stampare tutte le extensions presenti su asterisk, risulta molto comoda anche perché possiamo decidere dal menù quali tipologie di extensions visualizzare, tra le quali Inbound Routes, Conferences, Extensions, ecc.

2.1.2.6 Setting

Questa sezione risulta essere quella più impegnativa perché riguarda per l’appunto tutti le tipologie di setting delle impostazioni di centralino, come risulta dai nomi delle sotto sezioni. Vediamo per ciascuna le parti più interessanti e importanti.

Advanced Settings – Le informazioni contenute in questa sezione sono tantissime, tra le più importanti ci sono le seguenti.

Advanced Settings Details	Device Settings	Voicemail Module
Display Friendly Name	Show all Device Setting on Add	Create Voicemail Hints
Display Readonly Settings	Require Strong Secrets	Provide IMAP Voicemail Fields

Override Readonly Settings	Remove mailbox Setting when no Voicemail	Asterisk Manager
Asterisk Builtin mini-HTTP server	SIP canrenvite (directmedia)	Asterisk Manager Password
Enable Static Content	SIP trustpid	Asterisk Manager User
Enable the mini-HTTP Server	SIP and IAX allow	SIP and DAHDi pickupgroup
HTTP Bind Address	SIP and IAX disallow	User & Devices Mode
	SIP and DAHDi callgroup	Allow Login With DB Credentials
Follow Me Module	Backup Module	User Portal Admin Username
Default Follow Me Ring Time	Email "From:" Address	User Portal Admin Password
Default Follow Me Initial Ring Time	Enable CEL Reporting	Asterisk VMU Mask
Default Follow Me Ring Strategy		
GUI Behavior	System Setup	
Abort Config Gen on Bad Dest	FreePBX Log Routing	Browser Stats
Abort Config Gen on Exten Conflict	Disable FreePBX Log	FreePBX Web Address
Check Server Referrer	Log Verbose Messages	Use Google Distribution Network for js Downloads
Include Server Name in Browser	Send Dashboard Notifications to Log	Call Recording Format
Report Unknown Dest as Error	FreePBX Log File	Convert Music Files to WAV
Require Confirm with Apply Changes	PHP Error Log Output	Dashboard Non-Std SSH Port

Tabella 13: FreePBX - Advanced Settings Details

Asterisk IAX Settings – qui settiamo i codec di IAX, ovvero g729, gsm, alaw ed altre informazioni parametro di fax detect, ecc.

Asterisk SIP Settings – qui settiamo i codec di SIP, ovvero g729, gsm, alaw ed altre informazioni parametro di fax detect, ecc.

PIN Sets – mediante questa sezione possiamo creare dei set di pin da utilizzare per le chiamate di servizio o private con pin. Abbiamo visto, infatti, che ci sono dei custom contest creati per permettere le chiamate mediante PIN. Per la sede di Brindisi abbiamo ritenuto opportuno e necessario creare tre tipi di pin set abbinati ai relativi contesti: Nazionali, Nazionali Cellulari, Nazionali Cellulari Internazionali.

Voicemail Admin – questa sezione riguarda le caselle vocale, che vengono generate automaticamente creando la estensione, ovvero esplicitando che si deve creare la casella vocale ed inserendo la semplice e-mail per la ricezione. Di fatto questa sezione non è fondamentale per la configurazione ma piuttosto utile per la visualizzazione di tutte le caselle create.

Fax Ufficio Personale <222> (disabled)
 FAX Ambulatorio Medico <223> (disabled)
 ██████████ <224> (disabled)
 ██████████ <226> (disabled)
 ██████████ <228> (default)
 ██████████ <230> (default)
 Fax Amministrazione <231> (disabled)
 ██████████ (default)
 CED Locale Centralino <234> (disabled)
 ██████████ (default)
 ██████████ (default)
 ██████████ <242> (default)
 GiovanniCANNATARO <244> (default)

2.1.2.7 Control Panel

Astesisk FreeBBX sulla stessa interfaccia web mette a disposizione una serie sezioni per la gestione delle caselle vocali, fax, codici di chiamata, e altri servizi dedicati all'utente finale, l'utilizzatore. Questa sezione si chiama **User Control Panel**.



Al momento i servizi consultabili dall'utente sono:

Registrazioni Chiamate

Data ▼	ID Chiamante	Sorgente	Destinazione	Durata	Registrazione
2019-04-26	10:06:47	"GiacintoCARETTO" <206>	468	206	14 sec
2019-04-25	21:46:43	"GiovanniCANNATARO" <654>	654	244	1 sec
2019-04-25	21:46:03	"GiovanniCANNATARO" <654>	654	244	1 sec

Casella Vocale

Data ▼	ID Chiamante	Priorità	Casella Orig	Durata	Riproduci	Scarica
2019-04-26	11:35:16	3922290630	2	244	6 sec	  

Send Fax – questa sezione dall'interfaccia minimale ma efficace, permette all'utente di inviare FAX. Come specificato dal messaggio di introduzione, all'avvio del FAX si riceverà una notifica di Invio Riuscito o Fallito del fax, ovvero la prova di consegna.

Please use the form below to input the required information and click on "Send FAX" below. You will receive a notification about the status of your fax through the email you provide below.

Fax Header:	from GiovanniCANNATA
Local Station Identifier:	244
Notification Email Address:	giovanni.cannataro@enea.it
FAX Destination:	00831201245
Attach file:	Scegli file VoIP.drawio
Send FAX	

Da: Servizio Fax <fax@sip.brindisi.enea.it>

Oggetto: Fax inviato con SUCCESSO al numero 006*****

Data: 5 marzo 2019 12:34:26 CET

A: giovanni.cannataro@enea.it

Salve!

Il tuo fax inviato al numero 006***** in data 05/03/19 : 12:32:21 è stato inviato con successo.

Destinazione = 006*****

Data e ora = 05/03/19 : 12:32:21

Esito = SUCCESS , Numero di pagine = 2, Per informazioni contattare: fax@sip.brindisi.enea.it

Tabella 14: FreePBX - Invio Fax e Email di notifica

2.2 Gateway VoIP

Abbiamo in precedenza visto che il VoIP, ovvero il Voice over Internet Protocol è una tecnologia basata su pacchetti per la trasmissione di voce digitalizzata su una rete IP. Poiché molte aziende offrono il traffico voce a pacchetto in Internet per ridurre i costi telefonici, il VoIP è talvolta chiamato anche Telefonia IP.

Un gateway VoIP, è un dispositivo di rete che converte un segnale telefonico tradizionale (analogico o digitale) in un flusso di comunicazione (IP) basato dunque su pacchetti. Il gateway funge da punto di conversione tra la rete telefonica – Time Division Multiplexed (TDM) e una rete basata su IP come la LAN aziendale privata o internet. I tradizionali servizi di telefonia comprendono PRI (flusso primario), E1 e T1, interfacce POTS come FXS e FXO e interfacce BRI e PRI per la rete digitale di servizi integrati (ISDN). Il gateway converte la voce ricevuta dal PBX in pacchetti IP adatti alla trasmissione su una rete di dati. Allo stesso modo, il gateway riformatta il flusso di pacchetti di dati IP in ingresso per l'utilizzo da parte del sistema PBX. I gateway VoIP supportano numerosi casi d'uso e implementazioni di telefonia IP. Un gateway multimediale può fornire diversi tipi di conversione bidirezionale, inclusi SIP-to-TDM e TDM-to-SIP e quindi un gateway VoIP può essere utilizzato per risolvere diversi problemi che si possono venire a creare quando si crea una rete IP e/o si migra da una rete esistente ad una rete IP.

Il centro di Brindisi è dotato delle seguenti numerazioni telefoniche.

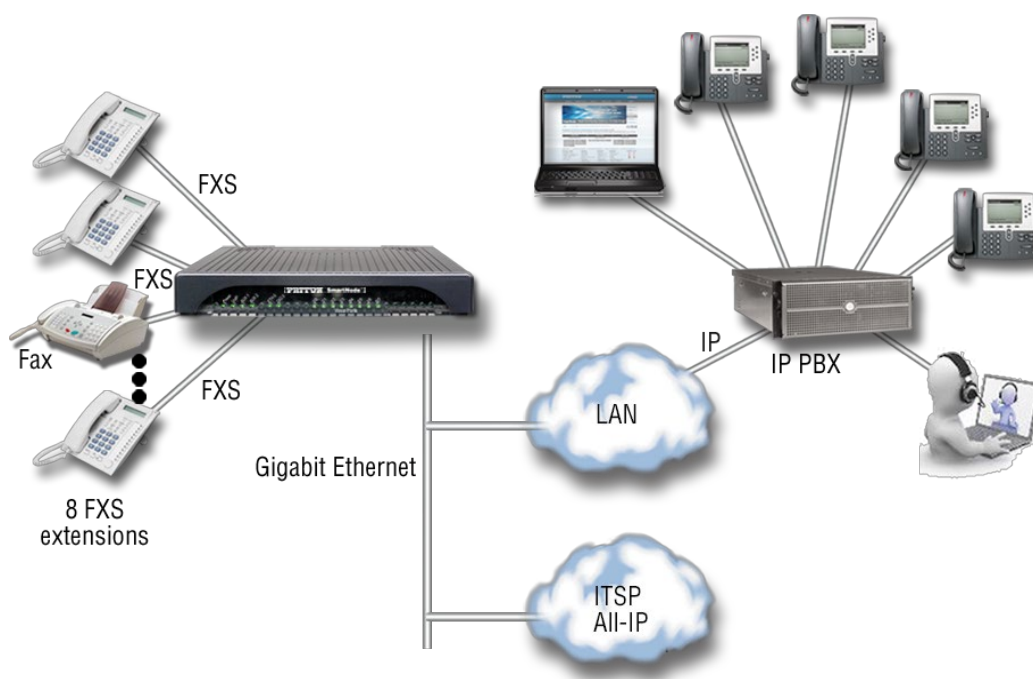
- Una linea ISDN di supporto al centralino, ancora attiva ma messa in stand-by con l'uso della telefonia VoIP. In futuro verrà smantellata;
- Una linea PRTG in gestione alla Direzione di Brindisi;
- Un Flusso Primario 10+10 linee, ovvero la linea principale che è collegata al Patton.

Il prodotto scelto, lo SmartNode SN4970 ben supporta caratteristiche della rete telefonica di Brindisi, anche considerando il fatto che la migrazione della telefonia da tradizionale a VoIP ha visto una fase molto importante di convivenza dei due sistemi.

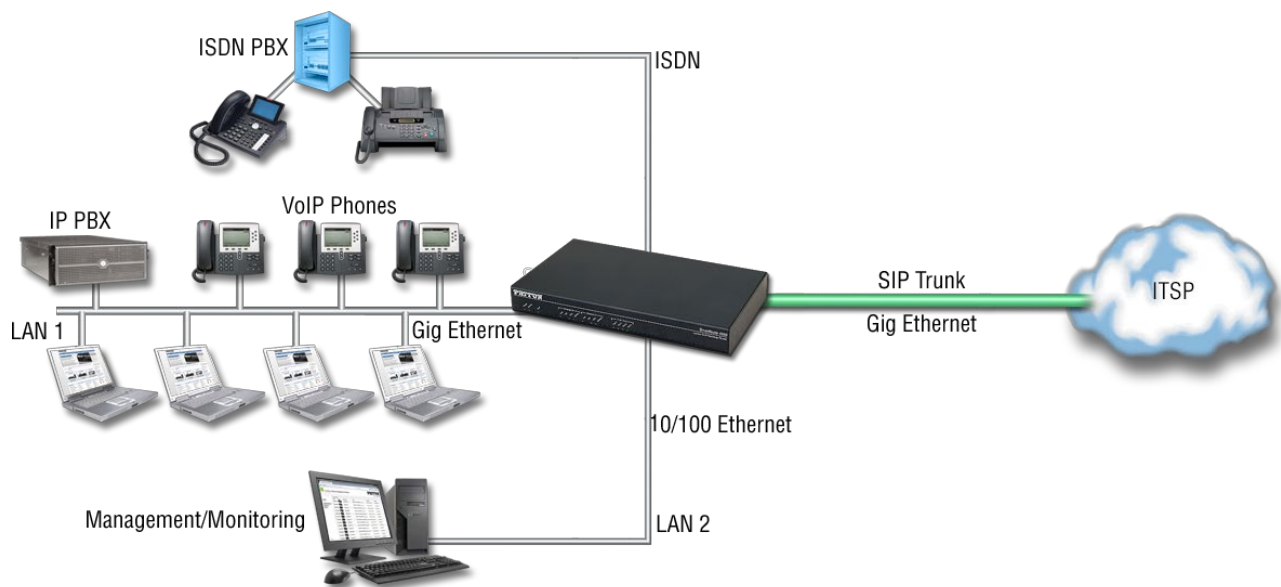
2.2.1 Casi d'uso

Vediamo quali sono i casi d'uso più comuni:

Legacy TDM-to-IP / SIP – PSTN (T1 / E1 / PRI) su All-IP Voice System. Il driver principale per la distribuzione TDM-to-SIP è noto come "toll bypass" che riduce i costi operativi di un'azienda evitando i costosi pedaggi riscossi da una rete telefonica pubblica commutata (PSTN). Invece di un trunk Telco, il gateway VoIP collega un sistema telefonico aziendale legacy a un trunk SIP molto più economico, fornito da un provider di servizi di telefonia Internet (ITSP).



Provider VoIP in Legacy PBX – ITSP o SIP virtualizzato a POTS analogici o PBX ISDN digitale. Un gateway VoIP può collegare un sistema di comunicazione All-IP all'avanguardia (IP PBX virtualizzato) a un trunk PTSN legacy. È possibile aggiornare un sistema telefonico aziendale legacy utilizzando un gateway multimediale IP in modo che possa connettersi a un ITSP su un trunk SIP. I trunk SIP sono molto meno costosi delle linee T1 legacy basate su pagamento di abbonamenti anche molto salati.



Migrazione da legacy a IP PBX – Viceversa, in una distribuzione SIP-to-TDM, il gateway connette un moderno sistema di comunicazione SIP con un servizio T1 / E1 / PRI fornito da un gestore legacy. Con questa soluzione si può mantenere attivo il sistema telefonico aziendale esistente durante la transizione a un nuovo sistema telefonico basato su IP. E' proprio il caso di ENEA di Brindisi.



2.2.2 Configurazione per Brindisi

Vediamo di seguito sono i casi reali della rete telefonica di Brindisi, che ha sostanzialmente attraversato, per la sua realizzazione, due fasi distinte:

Gateway tra SIP – Norton Networks – PSTN Telecom – In questo momento il sistema è ibrido e consente la comunicazione tra le 2 centrali e il mondo esterno. Il VoIP Media Gateway modello SN4970 funge da Gateway tra SIP – Norton Networks – PSTN Telecom.

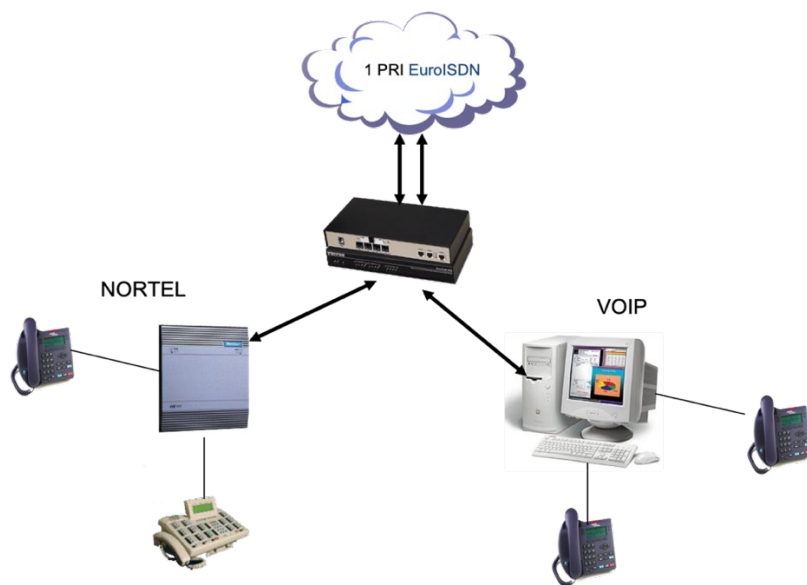


Figura 20: Passaggio da Norton a VoIP – fase transitoria – i due sistemi coesistono

Gateway tra SIP e PSTN Telecom – In questo momento il sistema Nortel Networks è stato spento. Il VoIP Media Gateway modello SN4970 funge da Gateway tra SIP e PSTN Telecom.

Totale migrazione al nuovo sistema



Figura 21: Passaggio da Norton a VoIP – fase finale – Full VoIP con presenza di utenze ATA

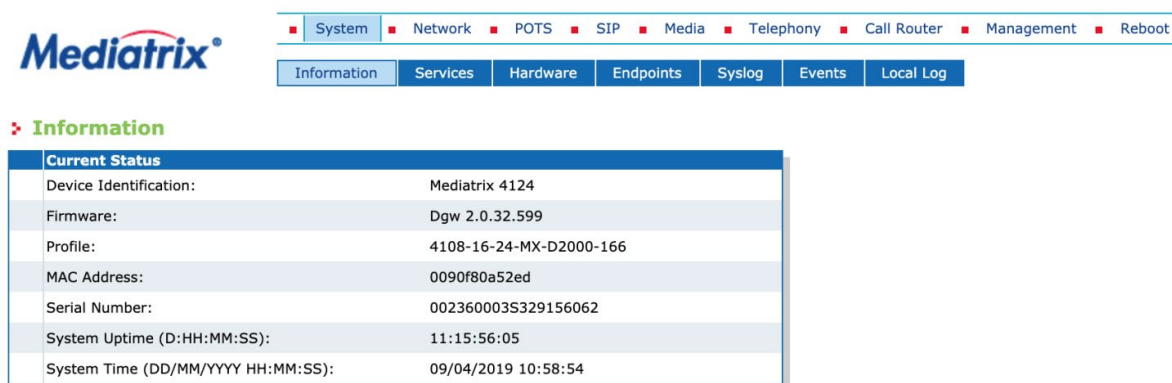
2.3 ATA

Un Analog Telephone Adapter (ATA) è un dispositivo necessario per il collegamento di telefoni analogici alla centrale VoIP. In altre parole, il dispositivo ATA è una sorta di switch telefonico che viene configurato in rete e collegato alla centrale VoIP. Questo dispositivo ha una o due porte ethernet RJ45 che lo connettono alla infrastruttura IP e un numero ampio di porte Ethernet RJ11 a cui vengono collegati

telefoni analogici senza alcun tipo di configurazione. Il dispositivo ha l'onere di distribuire su ciascuna porta (possono essere a seconda dei modelli 12, 24, 48) una numerazione telefonica.

```
SipEp.Gateway[Name=default].Port = "5060"
SipEp.UserAgent[EpId=Port02].Username = "581"
SipEp.Authentication[Index=2].Password = "12345678"
Port02      581      default      192.168.174.252:5060      Registered
```

Il vantaggio dei dispositivi ATA, nonostante il loro costo abbastanza alto, è la configurabilità e alta affidabilità, dovuta anche al fatto che un apparato possiede 24 numeri telefonici. Ahimè questo è anche uno svantaggio nel caso di guasti. Gli ATA in commercio non sono molto affidabili in termini di componentistica elettronica e presentano per la maggior parte di modelli una sola alimentazione. Tuttavia questi oggetti, nella realizzazione di una rete VoIP, possono risultare comodi – almeno per una prima fase – ed indispensabili, per la configurazione di servizi di tipo analogico. Il modello utilizzato è stato il mediatrix 4124.



The screenshot shows the Mediatrix 4124 web interface. At the top, there is a navigation bar with tabs: System, Network, POTS, SIP, Media, Telephony, Call Router, Management, and Reboot. Below this is a secondary bar with tabs: Information, Services, Hardware, Endpoints, Syslog, Events, and Local Log. The 'Information' tab is selected, displaying a table with the following data:

Current Status	
Device Identification:	Mediatrix 4124
Firmware:	Dgw 2.0.32.599
Profile:	4108-16-24-MX-D2000-166
MAC Address:	0090f80a52ed
Serial Number:	002360003S329156062
System Uptime (D:HH:MM:SS):	11:15:56:05
System Time (DD/MM/YYYY HH:MM:SS):	09/04/2019 10:58:54

Figura 22: ATA mediatrix 4124 24 porte

2.4 Telefoni VoIP

Come riportato in Tabella 6, sono stati numerosi i telefoni, di diversi vendor e modelli, testati e utilizzati. Vediamo di seguito le parti salienti di configurazione di alcuni di essi, ricordando che tutti i telefoni e/o dispositivi VoIP sono configurati in modalità DHCP attiva. Nessuna configurazione viene effettuata direttamente sul telefono dal gestore, bensì, la configurazione che vediamo nelle figure riportate è scaricata in modalità automatica e/o semi automatica dai server di provisioning.

I parametri configurabili sono tantissimi, tuttavia quelli fondamentali per il corretto funzionamento sono sostanzialmente tre ovvero **la coppia di parametri ID e Password** associati alla nostra estensione SIP, e il **nome del server SIP**, li indicheremo con un asterisco, tutti gli altri sono opzionali. La nomenclatura potrebbe variare in base al brand utilizzato, ma il significato non cambia. Vediamo i più significativi nel dettaglio:

- **Account Attivo** – Indica se l'account è attivo;

- **Nome Account** – Il nome associato a ciascun account da visualizzare sull'LCD, ad esempio ENEA;
- **Server SIP*** – URL o indirizzo IP e la porta del server SIP;
- **Server SIP secondario** – URL o l'indirizzo IP e la porta del server SIP. Verrà utilizzato in caso di errore del server SIP primario;
- **ID Utente** – Informazioni sull'account utente;
- **ID Autenticazione* / User ID** – ID di autenticazione dell'utente usato per l'autenticazione. Può essere identico o diverso dall'ID utente;
- **Password Autenticazione*** – La password dell'account richiesta per l'autenticazione al server SIP prima che l'account possa essere registrato;
- **Nome** – Il nome dell'utente del server SIP (opzionale) che verrà utilizzato per la visualizzazione dell'ID chiamante, ad esempio Giovanni Cannataro;
- **UserID Segreteria** – Consente agli utenti di accedere ai messaggi vocali premendo il tasto MESSAGE sul telefono. Questo ID è in genere il numero di accesso al portale VM;
- **Firmware Server** – Definisce il percorso del server del firmware;
- **Configuration Server** – Definisce il percorso del server per il provisioning;
- **Upgrade Tramite** – Consente agli utenti di scegliere il metodo di aggiornamento del firmware tramite TFTP, HTTP o HTTPS;
- **LDAP server** – Configura l'indirizzo IP o il nome DNS del server LDAP;
- **Ricerca LDAP** – Configura l'attivazione della ricerca di numeri LDAP mentre si effettuano o ricevono chiamate.

2.4.1 Reboot dei telefoni

Esistono alcune procedure e utility create allo scopo di fare il reboot della centrale e/o il reboot dei telefoni. Alcune di queste utility sono integrate in asterisk e FreePBX altre utilizzano delle procedure di bash e API messe a disposizione. Una di queste utility valida per i telefoni del marchio Grandstream si chiama gsreboot.

Reboot all phones – Esegue il reboot di tutti i telefoni.

```
arp -an | grep 00:0b | gsrebootall admin
```

Reboot dei telefoni in base al loro indirizzo IP

```
start "" "http://192.168.169.24/cgi-bin/api-sys_operation?passcode=*****&request=REBOOT"
```

2.4.2 Astra 6731i

Configuration Line 1

Basic SIP Authentication Settings

Screen Name	*****
Screen Name 2	
Phone Number	630
Caller ID	630
Authentication Name	630
Password	*****
BLA Number	
Line Mode	Generic
Call Waiting	Global

Basic SIP Network Settings

Proxy Server	sip.brindisi.enea.it
Proxy Port	0
Backup Proxy Server	siplan.brindisi.enea.it

Figura 23: Modello Astra 6731i – Basic Setting

2.4.3 Grandstrem GXP 1625-2130-2160

Account Status

Account	SIP User ID	SIP Server	SIP Registration
Account 1	480	sip.brindisi.enea.it	YES
Account 2			NO

Figura 24: Modello Grandstream GXP 2130 – Account Status

General Settings

Account Active ☐ No ☒ Yes

Account Name	*****
SIP Server	sip.brindisi.enea.it
Secondary SIP Server	siplan.brindisi.enea.it
Outbound Proxy	
Backup Outbound Proxy	
BLF Server	
SIP User ID	480
Authenticate ID	480
Authenticate Password	
Name	*****
Voice Mail UserID	*97

Figura 25: Modello Grandstream GXP 2130 – General Setting

Upgrade Tramite ☐ TFTP ☒ HTTP ☐ HTTPS

Indirizzo Firmware Server	provisioning.brindisi.er
Stringa Configurazione Server	provisioning.brindisi.er

Figura 26: Modello Grandstream GXP 2130 – Upgrade e Provisioning

LDAP protocol

Indirizzo server

Porta

Base

Figura 27: Modello Grandstream GXP 2130 – Phonebook Setting

2.4.4 Cisco SPA 301-303

System Information			
Connection Type:	DHCP	Current IP:	192.168.174.97
Host Name:	SEP34DBFD5FFB88	Domain:	brindisi.enea.it
Current Netmask:	255.255.255.0	Current Gateway:	192.168.174.254
Primary DNS:	192.168.173.200		
Secondary DNS:	192.107.88.200 192.107.51.2		

Figura 28: Modello Cisco SPA 303 – System Information

Ext 1 Status	
Registration State:	Registered
Next Registration In:	2771 s
Mapped SIP Port:	

Figura 29: Modello Cisco SPA 303 – Ext 1 Status

Proxy and Registration			
Proxy:	sip.brindisi.enea.it		
Outbound Proxy:			
Alternate Proxy:	siplan.brindisi.enea.it		
Alternate Outbound Proxy:			
Use Outbound Proxy:	no	Use OB Proxy In Dialog:	yes
Register:	yes	Make Call Without Reg:	no
Register Expires:	3600	Ans Call Without Reg:	no
Use DNS SRV:	no	DNS SRV Auto Prefix:	no
Proxy Fallback Intvl:	3600	Proxy Redundancy Method:	Normal
Dual Registration:	no		
Subscriber Information			
Display Name:	UgoDECORATO	User ID:	616
Password:	*****	Use Auth ID:	no
Auth ID:	616	Reversed Auth Realm:	

Figura 30: Modello Cisco SPA 303 – Proxy and registration

2.4.5 Grandstream BT 200

Grandstream Device Configuration	
STATUS	BASIC SETTINGS
Account Name:	Giovanni Cannataro (e.g., MyCompany)
SIP Server:	siplan.brindisi.enea.it (e.g., sip.mycompany.com, or IP address)
Outbound Proxy:	(e.g., proxy.myprovider.com, or IP address)
SIP User ID:	656 (the user part of an SIP address)
Authenticate ID:	656 (can be same or different from SIP UserID)
Authenticate Password:	(not displayed for security protection)
Name:	Giovanni Cannataro (optional, e.g., John Doe)
Use DNS SRV:	☒ No ☐ Yes
User ID is phone number:	☐ No ☒ Yes
SIP Registration:	☐ No ☒ Yes
Unregister On Reboot:	☒ No ☐ Yes
Support SIP Instance ID	☒ No ☐ Yes
Register Expiration:	60 (in minutes. default 1 hour, max 45 days)
local SIP port:	5060 (default 5060)
SIP Registration Failure Retry Wait Time:	20 (in seconds. Between 1-3600, default is 20)
SIP T1 Timeout:	1 sec
SIP T2 Interval:	4 sec
SIP Transport:	☒ UDP ☐ TCP

Figura 31: Modello Granstream BT 200 – Device Configuration

2.4.6 Innovaphone IP200

The screenshot shows the web interface of an Innovaphone IP200. The title is "innovaphone IP200". On the left is a navigation menu with categories: Configuration (General, IP, ETH, Registration 1-6), Administration (Phone, Download), and Registration (selected). The main content area has tabs: Registration (selected), Preferences, Call-Lists, and Directories. Under the Registration tab, there are fields for: Enable (checked), Protocol (SIP), Primary Server Address (192.107.88.213), Secondary Server Address, Domain, CGPN (634), User ID (634), STUN Server, and an Authorization section with Username, Password (masked with dots), and Retype (masked with dots).

Figura 32: Modello Innovaphone IP200 – Registration

2.5 Telefoni analogici

Sono i telefoni analogici dipendenti dagli ATA, presenti in tutti i laboratori, utilizzati nella fase iniziale della sperimentazione e destinati a scomparire in una fase futura. Non sono previste alcune configurazioni per questi apparati.

2.6 DHCP Server

Abbiamo deciso di implementare e configurare un DHCP che rispondesse alle sole richieste degli apparati della Centrale Telefonica, ovvero telefoni, tftp server, apparati PoE, ATA ed altri, ricollegabili come oggetti della centrale. Il DHCP Server è stato configurato su una Virtual Machine Debian con pacchetto isc-dhcp che risponde al nome di dhcp_voice.brindisi.enea.it. Ha la funzione fondamentale di assegnare gli indirizzi IP ai telefoni, in modo dinamico, e agli ATA e ai dispositivi POE - Power injector, con lease statico.

List of active lease				
192.168.174.2	00:0b:82:7f:25:90	2019/04/09 10:00:08	2019/04/09 11:00:08	
192.168.174.9	00:0b:82:7f:12:f9	2019/04/09 10:00:28	2019/04/09 11:00:28	
192.168.174.33	00:0b:82:7f:25:a5	2019/04/09 10:00:44	2019/04/09 11:00:44	

Andiamo a vedere i parametri più importanti che distribuisce. Il più significativo è sicuramente il parametro

- *tftp-server-name* – tutti i telefoni quando vengono collegati e acquisiscono un indirizzo IP, se non hanno una valida configurazione, ad esempio se sono nuovi o formattati e/o se hanno bisogno di scaricare l'ultimo firmware, provano a fare il download dei contenuti da un path (Upgrade via TFTP

– HTTP – HTTPS) utilizzando il Firmware Server Path ed il Config Server Path). Il parametro *tftp-server-name* fornisce ai telefoni un tftp server dove scaricare le configurazioni ed i firmware.

Gli altri parametri, altrettanto fondamentali, sono i classici parametri che siamo abituati a configurare per un dhcp server, eccezion fatta per il parametro

- *sip-server* – fornisce ai telefoni il server SIP a cui registrarsi. Da notare come questo parametro è passato come mac-address.

```
subnet 192.168.174.0 netmask 255.255.255.0 {  
    option subnet-mask 255.255.255.0;  
    option broadcast-address 192.168.174.255;  
    option routers 192.168.174.254;  
    option sip-server 01:c0:a8:ae:fc;  
    option tftp-server-name "192.168.174.200";  
}
```

Implementare un secondo DHCP che rispondesse ai soli apparati “voice” è stata una necessità non banale, specialmente nella prima fase di produzione, ovvero quando apparati telefonici e altri dispositivi quali pc, stampanti ecc., facevano parte della stessa vlan (100 – LAN) e dunque era necessario dividere il traffico generato da pc, tablet ecc. (rete 192.168.172.0/23) dal traffico generato dagli apparati della Centrale Telefonica (192.168.174.0/24).

La premessa di cui sopra ci porta a fare altre considerazioni e porre attenzione su un’altra sezione molto importante, ovvero quella dedicata al riconoscimento degli apparati che si collegano alla rete, ovvero l’identificazione di un apparato come telefono o altro e di conseguenza il suo trattamento come telefono o altro per l’appunto. Questa implementazione è necessaria qualora gli apparati telefonici VoIP fossero dotati di uno switch interno, che gli permette di collegare su una stessa porta dello switch sia un apparato telefonico, sia un pc e/o qualora la stessa configurazione di cui sopra avvenisse a valle di uno switch da scrivania. Nei casi citati è molto importante saper riconoscere dal mac-address il tipo di apparato. Il riconoscimento viene effettuato mediante il mac-address. I telefoni, ed in generale tutti i dispositivi in rete, possono essere intercettati in base al loro mac-address poiché i primi tre ottetti identificano proprio l’organizzazione o il produttore che ha emesso l’identificatore.

L’implementazione si fa utilizzando il comando

- *match if substring* – passando come parametro una “sottostringa” del mac-address (appunto i primi tre ottetti) e verificando che sia identica alla stringa a noi nota (vedi telefoni appartenenti ai vari brand). Una volta verificata la corrispondenza, il mac-address in questione sarà catalogato come facente parte della classe “voip”.

```

class "voip" {
    match if substring (hardware,1,3) = 00:0b:82 or
    substring (hardware,1,3) = 34:db:fd or
    substring (hardware,1,3) = 00:08:5d or
#   hardware GRANDSTREAM      00:0b:82:62:da:76;
#   hardware CISCO             34:db:fd:5f:fb:70;
#   hardware Astra             00:08:5d:49:dc:b7;
#   hardware INNOVAFON         00:90:33:03:10:c5;

```

Questo sistema funziona molto bene, tutta via in fase di sperimentazione avanzata abbiamo avvisato che fosse più performante implementare nuove vlan e segmentare il traffico, creando così una vlan (100 – lan) per il traffico degli utenti finali quali PC, tablet, stampanti e quant’altro e una vlan (12 – voice) per tutto il traffico generato dagli apparati della Centrale Telefonica. Tenendo presente quest’ultima configurazione, abbiamo deciso di intercettare gli apparati telefonici implementando e utilizzando il protocollo LLDP, utilizzato da tutti i vendor di apparati di networking e rete più conosciuti. Lo vedremo poi in modo più appropriato nella sezione dedicata a LLDP.

2.7 TFTP Server

Il TFTP Server è installato nella stessa VM utilizzata per il provisioning e risponde al nome di provisioning.brindisi.enea.it. Il server fornisce la primissima configurazione ai telefoni nuovi e/o resettati. Il suo unico ma fondamentale scopo è quello di dare una minima configurazione ai telefoni che lo contattano. Questa configurazione minimale consiste nel variare i parametri P192 e P237, ovvero quelli riguardanti i path di riferimento per il download delle configurazioni e dei firmware, che altrimenti i telefoni andrebbero a cercare sui siti di riferimento Grandstream, Cisco, ecc., di default. Oltre al path di riferimento anche la modalità di download delle configurazioni e firmware viene cambiata, diventando HTTP anziché TFTP.

Dunque i telefoni che contattano il tftp server hanno rispettivamente

- upgrade via *HTTP Server*
- Firmware Server Path *provisioning.brindisi.enea.it/firmware*
- Config Server Path *provisioning.brindisi.enea.it/config*

```

<config version="1">
  <P33>*97</P33>
  <P212>1</P212>
  <P145>0</P145>
  <P192>provisioning.brindisi.enea.it/firmware</P192>
  <P237>provisioning.brindisi.enea.it/config</P237>
  <P194>2</P194>
  <!-- <P270>Account name</P270> -->
</config>
</gs_provision>

```

2.8 Provisioning Server

Il Provisioning Server è installato su una Virtual Machine con installazione Debian che risponde al nome di provisioning.brindisi.enea.it su cui è in esecuzione un HTTP Server Apache2 che pubblica due cartelle contenenti i file di firmware e configurazione. La lista delle cartelle pubblicate è:

<code>/firmware# ls -la</code>	<code>/config# ls -lah</code>
<code>gxp1600fw.bin</code>	<code>cfg.xml</code> <code>GS_Conf_TXT_to_XML.sh</code>
<code>gxp2130fw.bin</code>	<code>MAC.csv</code> <code>comando.txt</code>
<code>gxp2160fw.bin</code>	<code>Config_Example.txt</code> <code>cfg000B827F28B2.xml</code>

Nome File	Descrizione
cfg.xml	File xml che contiene la configurazione del telefono generico
MAC.csv	File .csv con le configurazioni personalizzate per utente: confine n righe, una per utente, con i seguenti dati: macaddress,estensione,password,estensione,nomeCognome,nomeCognome 000B827F1341,244,12345678,244,GiovanniCANNATARO,GiovanniCANNATARO
Config_Example.txt	File di testo che contiene la configurazione comune
GS_Conf_TXT_to_XML.sh	Script per la generazione dei file di configurazione
comando.txt	File di comando per l'esecuzione dello script
cfg000B827F28B2.xml	File xml che contiene la configurazione del telefono

Tabella 15: Lista dei file utilizzati per il provisioning delle configurazioni

Utilizziamo questo server oltre che per il download delle configurazioni e firmware, anche per la creazione di tutti i file di configurazione che si trovano nella cartella `/config`. La serie di file utilizzati, descritti in tabella, ci permettono con una serie di passaggi semi-automatici e uno script scritto per lo scopo, di realizzare i file di configurazione finali, uno per telefono.

I file di configurazione vengono generati mediante lo script `GS_Config_TXT_to_XML_v1.8.sh` che legge un file contenente una configurazione comune a tutti i telefoni (`cfg.xml`), il file contenente i dati della singola configurazione per telefono (`mac.csv`) e apporta le dovute modifiche e customizzazioni, salvando in fine il file o la serie di file contenenti la configurazione, un file per telefono (`cfg000B827F28B2.xml`).

```
# sh ./GS_Config_TXT_to_XML_v1.8.sh /config/ Config_Example.txt MAC.csv
```

2.8.1 Processo di Provisioning

Il provisioning è un processo mediante il quale un amministratore di sistema assegna risorse e privilegi, non solo agli utenti di una rete, ma anche a chi le utilizza da remoto. Nelle telecomunicazioni equivale a fornire i servizi di telecomunicazioni ad un utente, come ad esempio hardware, software, cablaggio ecc. In particolare, per ciò che concerne la telefonia, il processo di provisioning è un automatismo mediante il quale apparati di rete – telefoni VoIP – richiedono risorse ad un generico server.

I telefoni VoIP alla prima accensione e/o dopo un factory reset, entrano nel processo di provisioning contattando diversi server allo scopo di configurarsi in modo automatico.

Gli oggetti che fanno parte di questo processo sono tre:

dhcp server:

- Fornisce IP, SIP, TFTP;
- Il telefono si riavvia la prima volta.

```
@dhcp_voip:/var/log# tail messages -f
14:40:18 dhcp_voice dhcpd: DHCPACK on 192.168.174.107 to 00:0b:82:f6:53:b3 via eth0
```

tftp server:

- Fornisce la configurazione di base⁵;
- Fornisce PROVISIONING⁶ Server;
- Il telefono si riavvia la seconda volta.

```
(TFTP) provisioning:/srv/tftp# more cfg.xml

<config version="1">
  <P33>*97</P33>
  <P212>1</P212>
  <P145>0</P145>
  <P192>provisioning.brindisi.enea.it/firmware</P192>
  <P237>provisioning.brindisi.enea.it/config</P237>
  <P194>2</P194>
  <!-- <P270>Account name</P270> -->
</config>
</gs_provision>

(TFTP) provisioning:/var/log# tail -f syslog
Jun 25 14:41:36 provisioning in.tftpd[25493]: RRQ from 192.168.174.107 filename cfg.xml
```

provisioning server:

- Fornisce la configurazione finale;

```
/firmware# ls -lah
gxp1600fw.bin
gxp2130fw.bin
gxp2160fw.bin
/config# ls -lah
cfg.xml
MAC.csv
Config_Example.txt
GS_Conf_TXT_to_XML.sh
comando.txt
cfg000B827F28B2.xml

provisioning:/var/log/apache2# tail -f access.log
```

⁵ la configurazione di base cfg.xml è una configurazione minimale che cambia i path relativi al download delle configurazioni e dei firmware che di default sono quelli del costruttore, Es. fm.grandstream.com/gs.

⁶ Il provisioning server è un Apache2 http server

```

192.168.174.107 - - [25/Jun/2019:14:41:44 +0200] "GET /firmware/ring2.bin HTTP/1.1" 200
27835 "-" "Grandstream Model HW GXP1625 SW 1.0.4.128 DevId 000b82f653b3"
192.168.174.107 - - [25/Jun/2019:14:41:44 +0200] "GET /firmware/ring3.bin HTTP/1.1" 200
58935 "-" "Grandstream Model HW GXP1625 SW 1.0.4.128 DevId 000b82f653b3"
192.168.174.107 - - [25/Jun/2019:14:44:30 +0200] "GET /firmware/language.txt HTTP/1.1"
404 475 "-" "Grandstream Model HW GXP1625 SW 1.0.4.128 DevId 000b82f653b3"
192.168.174.107 - - [25/Jun/2019:14:45:29 +0200] "GET /config/cfg000b82f653b3.xml
HTTP/1.1" 301 610 "-" "Grandstream Model HW GXP1625 SW 1.0.4.128 DevId 000b82f653b3"
192.168.174.107 - - [25/Jun/2019:14:45:29 +0200] "GET /config/cfg000b82f653b3.xml
HTTP/1.1" 200 3569 "-" "Grandstream Model HW GXP1625 SW 1.0.4.128 DevId 000b82f653b3"
192.168.174.107 - - [25/Jun/2019:14:45:34 +0200] "GET /firmware/gxpl600fw.bin HTTP/1.1"
206 1017 "-" "Grandstream Model HW GXP1625 SW 1.0.4.128 DevId 000b82f653b3"
192.168.174.107 - - [25/Jun/2019:14:45:34 +0200] "GET /firmware/ring1.bin HTTP/1.1" 200
65319 "-" "Grandstream Model HW GXP1625 SW 1.0.4.128 DevId 000b82f653b3"
192.168.174.107 - - [25/Jun/2019:14:45:34 +0200] "GET /firmware/ring2.bin HTTP/1.1" 200
27835 "-" "Grandstream Model HW GXP1625 SW 1.0.4.128 DevId 000b82f653b3"
192.168.174.107 - - [25/Jun/2019:14:45:34 +0200] "GET /firmware/ring3.bin HTTP/1.1" 200
58935 "-" "Grandstream Model HW GXP1625 SW 1.0.4.128 DevId 000b82f653b3"

```

Il processo di provisioning è teminato con successo dopo circa 5 minuti, dalle **14:40:18** alle **14:45:34**.

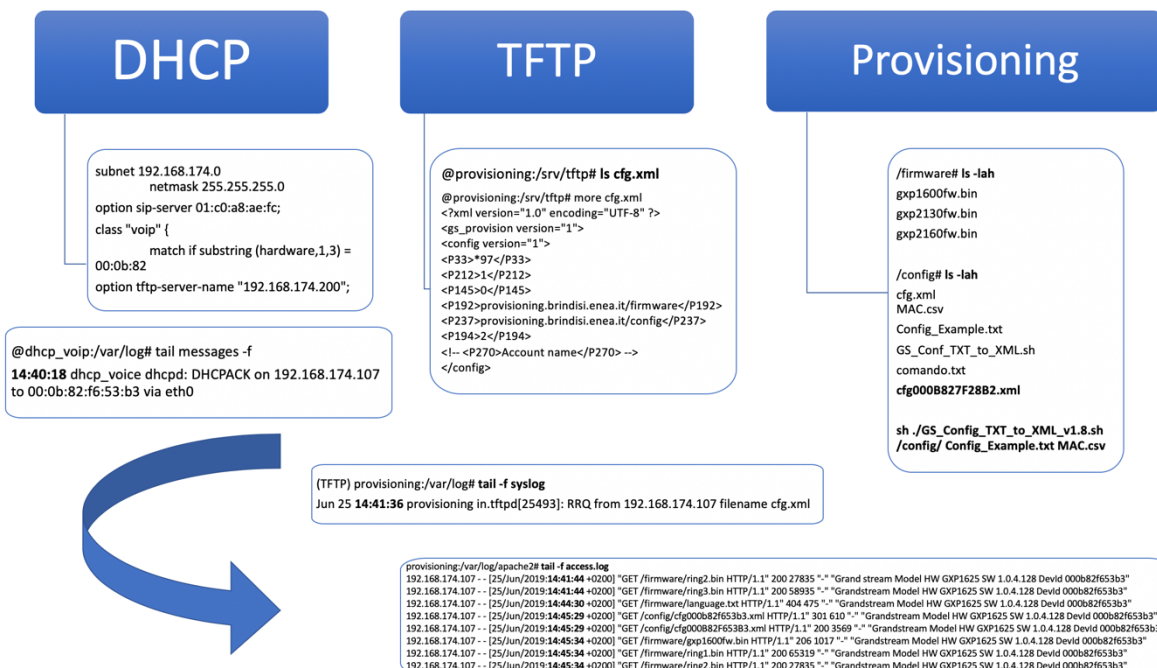


Figura 33: Processo di Provisioning

2.9 LDAP

Il server LDAP è necessario per rispondere alle esigenze di ricerca dei numeri telefonici organizzati in Active Directory. Il server gestisce tutta la rubrica telefonica ENEA e viene interrogato dai telefoni con chiave di ricerca personalizzata. In fase di implementazione abbiamo deciso quale dovesse essere la chiave di ricerca nell'albero, ovvero quali dati cercare dall'albero. Possiamo, infatti, limitare la ricerca alla sola sede d'interesse (Brindisi, Bari, ecc) o all'intera rubrica ENEA. La seconda scelta ci è apparsa più logica.

Il server è stato replicato su una Virtual Machine con installazione CentOS e pacchetto phpLDAPadmin basato su WEB, che risponde al nome di <http://phonebook.brindisi.enea.it/ldapadmin/cmd.php> con DN d'accesso: cn=Manager,dc=phonebook,dc=enea,dc=it.

2.10 DBMS

Tutte le attività legate alla telefonia sono coadiuvate dall'utilizzo di un dbms che fornisce al gestore della centrale telefonica un fondamentale strumento utile a tener traccia di tutti i dati disponibili, elenchi vari, anagrafe, configurazioni, abilitazioni telefoniche ecc. Una tipica tabella utilizzata è la tabella Elenco, dove sono inseriti tutti i dati legati al personale ENEA. Di seguito elenchiamo una parte molto sintetica dei dati contenuti.

Cognome	uff	VoIP / ATA	Struttura	Abilitazione	Matricola
reperibile-emergenza	1001	VERO		ALLOW ALL	
Ufficio Tecnico	202	FALSO	ISER-BRI	interna	111
CARETTO	206	VERO	DTE-ICT-RETE	cell + naz	
Ufficio del Personale	212	FALSO	ISER-BRI	interna	111
CANNATARO	244	VERO	DTE-ICT-RETE	cell + naz	
Laboratorio monitoraggio acque	548	VERO	SSPT-PROMAS-MATAS	interna	
Emergenza	999	VERO		interna	

Tabella 16: Vista elenco sul DB

Il DBMS viene utilizzato in modo massiccio oltre che per visualizzare le tabelle, viste e per importare dati da file csv o excel, anche per interrogare il db con le numerose query create allo scopo.

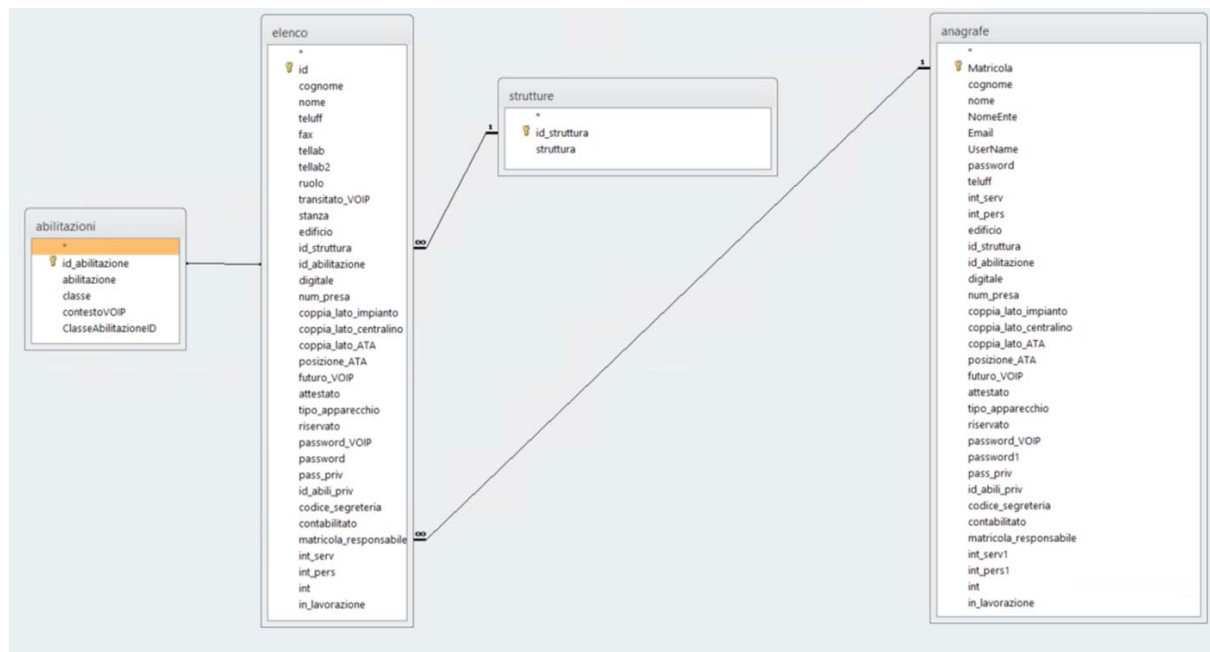


Figura 34: Query Elenco Abilitazioni Telefoniche

```

SELECT elenco.id, anagrafe.Matricola, anagrafe.cognome, anagrafe.nome,
elenco.teluff, abilitazioni.abilitazione, strutture.struttura, elenco.password,
elenco.pass_priv, elenco.id_abili_priv, anagrafe.Email, elenco.in_lavorazione
FROM strutture INNER JOIN (anagrafe INNER JOIN (elenco INNER JOIN abilitazioni ON
elenco.id_abilitazione = abilitazioni.id_abilitazione) ON anagrafe.Matricola =
elenco.matricola_responsabile) ON strutture.id_struttura = elenco.id_struttura
WHERE (((elenco.in_lavorazione)=Yes))
ORDER BY anagrafe.Matricola;

```

Il dbms presenta numerose tabelle, circa trentina e altrettante query, circa cinquanta. Sono utilizzate poi Viste, Report, Macro. In appendice sono riportate una serie di Query e Macro ritenute significativamente utili.

Il file mac.csv viene creato importando i dati da un file .xls, a sua volta generato da una serie tabelle e di query SQL.

1. La tabella “*elenco*” è stata da sempre di grande supporto per la gestione della telefonia. Essa contiene tutti i dati utili, dall’anagrafe utente, matricola, il tipo di utenza, l’ubicazione, ed anche dati specifici per la telefonia quali tipo di abilitazione telefonica, codici, ecc.
2. Il mac address del telefono è assegnato ad un utente mediante la tabella “*telefoni_voip*”. Questa tabella contiene la corrispondenza tra apparato e destinatario.

ID	Id_marca_modello	MAC	tel ufficio	attestato	NOTE
4	GXP1625	00:0b:82:76:d0:46		no	
15	GXP1625	00:0b:82:76:d0:48	180	si	
16	GXP2160	00:0b:82:62:da:75	182	si	

3. La query “*migrati_vs_voip*” fornisce una vista della tabella “*elenco*” con i soli dati utili per la creazione di nuove utenze telefoniche VoIP.
4. Infine la query “*Grandstream_configurator*” interroga tale vista, con una serie di funzioni “pulisce” il mac address dai caratteri sporchi e li rende disponibili per il file mac.csv che verrà successivamente utilizzato dallo script GS_Config_TXT_to_XML_v1.8.sh.

```

SELECT Replace([MAC],':','') AS MAC_pulito, migrati_vs_voip.teluff,
migrati_vs_voip.password_VOIP, migrati_vs_voip.teluff, [nome] & [cognome] AS
Espr1, [nome] & [cognome] AS Espr2
FROM migrati_vs_voip;

```

2.11 GASPER

Un Server molto importante che è coinvolto nella platea di oggetti che fanno parte della Centrale VoIP è il server utilizzato per la contabilizzazione della telefonia. Questo server è utilizzato anche come elenco telefonico generale ENEA ed ha altre funzioni di generazione di report telefonici di spesa, gestione delle autorizzazioni, gestione dei codici di segreteria e di telefonia ad uso privato ecc. Al momento del rilascio risponde al nome di gasper.brindisi.enea.it.

Sede Nome Sede	Numero Chiamante	Numero Chiamato	Privata	Data Chiamata	Ora Chiamata	Durata Chiamata Ss	Authorization Code	Costo	Matricola
Brindisi	244		FALSO	05/03/2019	12:05		25	0,0053	92556
Brindisi	244		FALSO	08/01/2019	09:54		9	0,0015	92556
Brindisi	244		FALSO	07/01/2019	13:59		523	0,0000	92556
Brindisi	654		FALSO	09/04/2019	10:22		235	0,0502	92556
Brindisi	654		FALSO	05/04/2019	10:40		458	0,0000	92556
Brindisi	654		FALSO	05/04/2019	11:23		382	0,0816	92556
Brindisi	654		FALSO	04/04/2019	14:37		177	0,0378	92556
Brindisi	654		FALSO	27/03/2019	09:20		87	0,0186	92556
Brindisi	654		FALSO	25/03/2019	13:58		49	0,0000	92556
Brindisi	654		FALSO	08/03/2019	09:41		50	0,0000	92556
Brindisi	654		FALSO	08/03/2019	15:51		62	0,0000	92556
Brindisi	654		FALSO	01/03/2019	10:37		156	0,0000	92556
Brindisi	654		FALSO	01/03/2019	11:40		218	0,0000	92556
Brindisi	654		FALSO	28/02/2019	11:07		40	0,0000	92556
Brindisi	654		FALSO	28/02/2019	11:37		118	0,0000	92556
Brindisi	654		FALSO	28/02/2019	12:09		42	0,0000	92556
Brindisi	654		FALSO	26/02/2019	16:57		153	0,0000	92556
Brindisi	654		FALSO	26/02/2019	17:00		5	0,0000	92556
Brindisi	654		FALSO	26/02/2019	17:00		278	0,0000	92556
Brindisi	654		FALSO	20/02/2019	14:22		270	0,0000	92556
Brindisi	654		FALSO	19/02/2019	14:12		119	0,0254	92556
Brindisi	654		FALSO	31/01/2019	10:03		39	0,0083	92556
Brindisi	654		FALSO	31/01/2019	11:03		31	0,0000	92556
Brindisi	654		FALSO	31/01/2019	11:04		640	0,0000	92556
Brindisi	654		FALSO	29/01/2019	11:13		94	0,0155	92556
Brindisi	654		FALSO	29/01/2019	11:39		129	0,0275	92556
Brindisi	654		FALSO	29/01/2019	11:41		69	0,0147	92556
Brindisi	654		FALSO	25/01/2019	10:51		22	0,0000	92556
Brindisi	654		FALSO	25/01/2019	10:52		306	0,0000	92556
Brindisi	654		FALSO	25/01/2019	10:57		797	0,0000	92556
Brindisi	654		FALSO	25/01/2019	14:53		263	0,0000	92556
Brindisi	654		FALSO	14/01/2019	10:33		104	0,1290	92556
Brindisi	654		FALSO	14/01/2019	11:37		188	0,2332	92556
Brindisi	654		FALSO	02/01/2019	12:02		143	0,1774	92556

Figura 35: Statistiche di chiamata

3 Armonizzazione della Infrastruttura

Una fase che ha riguardato tutta la durata del progetto e che lo riguarderà anche in futuro, si è esplicitata nel periodo di regime dell'utilizzo della nuova tecnologia e ha visto lo svolgersi di tutta una serie di attività necessarie per rendere più armoniosa, performante, sicura e snella tutta la gestione e il funzionamento della nuova Centrale VoIP. Quando parliamo di Centrale VoIP, infatti, intendiamo oltre che il software e l'hardware utilizzato, anche tutta l'infrastruttura a contorno, dalla rete dati alla rete elettrica ecc.

Il buon funzionamento di una tecnologia, innovativa come quella del VoIP, porta con sé particolarità che non devono essere trascurate e necessità di implementazioni mirate a migliorare le performance e la stabilità del sistema nel suo insieme. Tra le varie attività che ci hanno coinvolto nella realizzazione, alcune riguardano la rete dati e nello specifico configurazioni di switch e router di diversi brand – Cisco e Huawei – per la maggior parte. Pertanto ogni configurazione è stata studiata e implementata sia per uno sia per l'altro brand. Alcune configurazioni sono risultate pressoché identiche mentre altre hanno richiesto uno sforzo maggiore di studio e successiva implementazione.

3.1 LLDP

- **Implementazione del protocollo LLDP** – Come accennato nella sezione precedente, in abbinamento al comando *match if substring* utilizzato dal dhcp per assegnare ai telefoni⁷ un IP idoneo della rete (192.168.174.0/24) abbiamo implementato il protocollo LLDP ritenuto molto performante, utilizzato per il riconoscimento degli apparati che si collegano alla rete, ovvero l'identificazione di un apparato come telefono, ed istruito per assegnare la VLAN dedicata (voice) ai telefoni intercettati.

Implementazione su Cisco

```
lldp run
```

```
#sh lldp
```

```
Global LLDP Information:
```

```
Status: ACTIVE
```

```
LLDP advertisements are sent every 30 seconds
```

```
LLDP hold time advertised is 120 seconds
```

```
LLDP interface reinitialisation delay is 2 seconds
```

```
#sh lldp neighbors
```

Device ID	Local Intf	Hold-time	Capability	Port ID
GXP2130_00:0b:82:7f:Gi1/0/10		106	B,T	000b.827f.22e9
GXP2130_00:0b:82:7f:Gi1/0/4		95	B,T	000b.827f.22fd

Implementazione su Huawei

```
lldp compliance cdp txrx
```

```
lldp compliance cdp receive
```

```
>display lldp local
```

```
System information
```

```
LLDP Up time :2019-03-20 17:20:43+02:00 DST
```

```
>display lldp neighbor brief
```

Local Intf	Neighbor Dev	Neighbor Intf	Exptime(s)
GE0/0/1	GXP2130_00:0b:82:7f:2...	000b-827f-25a6	97
GE0/0/2	GXP2130_00:0b:82:7f:2...	000b-827f-25aa	93

Tabella 17: Implementazione del Protocollo LLDP

3.2 VLAN

- **Implementazione di vlan dedicate** – necessaria per la gestione ottimale del traffico di rete e la sua segmentazione. L'introduzione della rete 192.168.174.0/24 dedicata al VoIP ha di fatto evidenziato la necessità di veicolare il traffico mediante una vlan VOICE dedicata per l'appunto a tutti gli apparati VoIP. La vlan è stata aggiunta alle altre numerose vlan presenti nella rete di Brindisi, quali vlan DMZ (servizi WEB), vlan STORAGE (Dothill – Host Vmware), vlan LAN (dipendenti ENEA), vlan MNG (Management Apparati), ecc.

Implementazione su Cisco

```
network-policy profile 12
```

⁷ Quando parliamo di telefoni ci riferiamo a tutti gli apparati che in generale fanno parte della Centrale Telefonica

```

voice vlan 12
network-policy 12
Implementazione su Huawei
vlan 12
description VOICE
voice-vlan 12 enable
voice-vlan legacy enable
port hybrid tagged vlan 12

```

Tabella 18: Implementazione delle VLAN

3.3 PoE

- **Alimentazione in continuità di tutta la Centrale VoIP** – di fondamentale importanza per il suo corretto funzionamento sia per gli aspetti tecnici sia per quelli legali. In questa sezione è bene fare una distinzione netta tra alimentazione degli apparati telefonici e alimentazione degli armadi telematici e apparati di pertinenza ENEA e GARR.

Gli apparati telefonici sono alimentati in continuità mediante Switch PoE o Power Injector. Durante la fase preliminare è stato deciso con quali apparati alimentare i telefoni anche in base alla distribuzione del cablaggio e alla quantità di apparati telefonici da servire per singolo edificio/armadio. Gli edifici con una alta concentrazione di personale e quindi di telefoni da alimentare sono stati dotati di Power injector modello POE370U-480-24N in una prima fase di sperimentazione e di Switch PoE modello HUAWEI S5720-52X-PWR a fine progetto. Gli edifici con una scarsa densità di personale e di telefoni da alimentare sono stati dotati di singoli moduli PoE, ognuno utile per alimentare un solo telefono, da installare negli armadi di piano. I modelli utilizzati sono stati il Cisco DPSN-35FB ed il HPE Aruba PD-3501G-AC.

Implementazione su Huawei

```

>display poe-power slot 0
Slot 0
Total Available PoE Power(mW) : 1440000
Reserved PoE Power Percent    : 20 %
PoE Power Threshold Percent    : 90 %
    PoE Power 1
>display poe power-state
PORTNAME          POWERON/OFF  ENABLED  FAST-ON  PRIORITY  STATUS
-----
GigabitEthernet0/0/1    on        enable   -        Low       Powered
GigabitEthernet0/0/13   off       enable   -        Low       Power-ready
GigabitEthernet0/0/45   off       enable   -        Low       Detecting

```

Tabella 19: Implementazione del PoE

Gli armadi telematici di piano sono alimentati in continuità e in maniera protetta da piccoli sistemi UPS da marca APC modello SMC1000I tipo Tower con capacità di circa 1000VA che dovrebbero garantire un'autonomia, con l'attuale livello di carico, di circa 15 minuti.

Gli apparati di pertinenza ENEA sono alimentati in maniera protetta dall'UPS Centralizzato che serve l'intero edificio che ospita il CED. Esso dovrebbe garantire un'autonomia variabile, in funzione del carico totale, tra 10 e 60 minuti.

Gli apparati attivi di pertinenza GARR (ovvero i router, gli switch, i modem per l'accesso fuori banda e altri) sono alimentati da due linee elettriche, una non protetta ed una protetta: quella non protetta preleva l'alimentazione direttamente dalle cabine di trasformazione mentre quella protetta preleva l'alimentazione da un UPS Socomec Masterys BC da 20Kva. L'UPS dovrebbe garantire un'autonomia, con l'attuale livello di carico, di circa 8 ore.

Gli apparati passivi di pertinenza GARR (ovvero l'trasmissivo), sono alimentati da una stazione di energia da 48KW con Battery Pack 48V 180 Ah FIAM con autonomia di circa 8 ore.

Attualmente è in studio una proposta per la realizzazione di un sistema di alimentazione ausiliaria per garantire che, anche in presenza di blackout di rete elettrica prolungati, si possano distribuire i servizi telematici e telefonici, considerato che entrambi i locali che ospitano i servizi e tutti gli armadi telematici di piano sono alimentati da sistemi UPS capaci di garantire esclusivamente un "congruo tempo di spegnimento". Presso il CR ENEA di Brindisi attualmente non è disponibile un generato di corrente autonomo (gruppo elettrogeno), quindi una soluzione tecnologica plausibile dovrebbe prevedere l'acquisizione di un sistema combinato UPS/Gruppo Elettrogeno che:

- sostituisca come sorgente di alimentazione l'attuale UPS di edificio;
- funzioni, tramite opportuni adeguamenti impiantistici, come sorgente di alimentazione ausiliaria per i sistemi di condizionamento per le sale CED;
- divenga, tramite opportuni adeguamenti impiantistici, sorgente di alimentazione per gli armadi telematici di piano.

3.4 ACL

▪ Implementazione di regole ad-hoc sul firewall e sul router

Modifiche ragionevoli hanno riguardato, come prevedibile, anche le politiche di sicurezza. Più regole sono state implementate sul firewall, prima fra tutte quella che consente le connessioni tra la centrale telefonica ed i telefoni VoIP verso il mondo esterno, indispensabile per consentirne il funzionamento. Altre regole riguardano l'abilitazione dei servizi disponibili sulla rete per l'autenticazione sul server SIP ed i servizi negati. Questa regola si traduce nell'apertura necessaria sul firewall delle porte di comunicazione necessarie per la registrazione dei terminali telefonici, sia essi hardware che software, ovvero la porta TCP e UDP 5060 ed eventuali altre

porte. Questa porta nello specifico viene aperta all'intera platea internet, per consentire la registrazione di apparati remoti di cui non si può conoscere l'indirizzo IP a priori poiché facenti parte di reti di altri ISP. Nella tabella di seguito, possiamo apprezzare come, in virtù delle regole di cui sopra – di cui un estratto in Tabella 20 – che ne consentono la comunicazione, apparati telefonici di almeno quattro reti diverse si registrano sul server Sip di Brindisi. Nello specifico abbiamo reti private della LAN di Brindisi, Bari, Università di Bari e rete pubblica della sede di Casaccia e Telecom.

588/588	192.168.174.64	D	N	A	5066	OK (03 ms)
610/610	192.168.228.97	D	N	A	5060	OK (26 ms)
626/626	212.189.x.x	D	N	A	1033	OK (26 ms)
650/650	192.107.x.x	D	N	A	12760	OK (19 ms)
654/654	79.xx.113.81	D	N	A	49346	OK (53 ms)

```
Allow 212.189.172.195 192.107. 5060 5060 0-OUT 2-DMZ Allowed 687 60 (Tutto aperto da e verso tutte le reti ENEA-00) proc id="firewall" rc="100" msg id="3000-0148" geo dst="ITA"
```

```
Deny 81.22.45.32 192.107.sss 51090 32012 0-OUT 2-DMZ Denied 40 238 (Servizi NEGATIVI per internet su SIP-00) proc id="firewall" rc="101" msg id="3000-0148" tcp info="offset 5 S 2110630997 win 4" geo src="RUS" geo dst="ITA"
```

Tabella 20: Implementazione di regole per il VoIP

Referenze

- https://www.voipsupply.com/downloads/dl/file/id/320/grandstream_bt_200_and_bt_201_user_guide.pdf
- http://phihong.com/admin/uploads/Multiport_Midspan_Installation_Manual.pdf
- <https://www.digium.com/sites/digium/files/fax-for-asterisk-manual.pdf>
- Telecommunication – Prof. Enzo Baccarelli
- Fondamenti di Telecomunicazioni – Ing. Salvatore Pulitanò
- Report spese telefoniche 2017 – Antonio Manduca
- Eneatel - Servizio Centralizzato Informatica e Reti

Indice delle Figure

Figura 1: Comunicazione Telefonica mediante Livelli	11
Figura 2: : Stack ISO/OSI e TCP/IP a confronto.....	11
Figura 3: Architettura di un Sistema per Comunicazioni.....	14
Figura 5: Flusso dati in un sistema digitale.....	16
Figura 6: Flusso dati in un sistema analogico	16
Figura 7: Rete LAN – apparati attivi 2020.....	19
Figura 8: Schema Logico della Rete Dati di Brindisi.....	21
Figura 10: Schema di rete ENEATEL al 2004.....	25

Figura 11: Topologia di rete ENEATEL dal 2004 al 2018.....	26
Figura 12: Schema di Rete ENEATEL al 2018.....	27
Figura 13: Schema di impianto telefonico all'atto di installazione – 2004	30
Figura 14: Schema di funzionamento della telefonia VoIP	33
Figura 15: Evoluzione della rete telefonica ENEA	35
Figura 16: Evoluzione della rete telefonica ENEA (I)	35
Figura 17: Evoluzione della rete telefonica ENEA (II)	36
Figura 18: Evoluzione della rete telefonica ENEA (III)	37
Figura 19: Evoluzione della rete telefonica ENEA (IV).....	38
Figura 20: Telefonia ENEA - Sviluppi futuri.....	40
Figura 21: Schema di attivazione della linea telefonica VoIP	50
Figura 22: Passaggio da Norton a VoIP – fase transitoria – i due sistemi coesistono	69
Figura 23: Passaggio da Norton a VoIP – fase finale – Full VoIP con presenza di utenze ATA.....	69
Figura 24: ATA mediatrix 4124 24 porte	70
Figura 25: Modello Astra 6731i – Basic Setting.....	72
Figura 26: Modello Grandstream GXP 2130 – Account Status.....	72
Figura 27: Modello Grandstream GXP 2130 – General Setting.....	73
Figura 28: Modello Grandstream GXP 2130 – Upgrade e Provisioning	73
Figura 29: Modello Grandstream GXP 2130 – Phonebook Setting	73
Figura 30: Modello Cisco SPA 303 – System Information	73
Figura 31: Modello Cisco SPA 303 – Ext 1 Status	74
Figura 32: Modello Cisco SPA 303 – Proxy and registration	74
Figura 33: Modello Granstream BT 200 – Device Configuration.....	74
Figura 34: Modello Innovaphone IP200 – Registration.....	75
Figura 35: Processo di Provisioning.....	80
Figura 36: Query Elenco Abilitazioni Telefoniche.....	81
Figura 37: Statistiche di chiamata	83

Indice delle Tabelle

Tabella 1: Alcune VLAN e relativo indirizzamento presenti nel Centro di Brindisi	20
Tabella 2: Topologia di rete ENEATEL al 2004.....	26

Tabella 3: Configurazione Tipica di un telefono Analogico su Centrale Nortel.....	31
Tabella 5: Monitoraggio delle spese telefoniche ENEA dal 2008 al 2017	43
Tabella 6: Evoluzione delle spese telefoniche ENEA dal 2008 al 2017 – Spesa Puntuale	44
Tabella 7: Lista dei telefoni VoIP per la sede di Brindisi e Bari.....	47
Tabella 8: FreePBX - Configurazione di una extension.....	58
Tabella 9: FreePBX - Configurazione del Follow Me.....	58
Tabella 10: FreePBX - Configurazione delle Conference Call	58
Tabella 11: FreePBX - Configurazione dei Trunks.....	60
Tabella 12: FreePBX - Full Report	62
Tabella 13: FreePBX - Call Detail Record Search	62
Tabella 14: FreePBX - Advanced Settings Details.....	64
Tabella 15: FreePBX - Invio Fax e Email di notifica.....	66
Tabella 16: Lista dei file utilizzati per il provisioning delle configurazioni	78
Tabella 17: Vista elenco sul DB.....	81
Tabella 18: Implementazione del Protocollo LLDP.....	84
Tabella 19: Implementazione delle VLAN	85
Tabella 20: Implementazione del PoE	85
Tabella 21: Implementazione di regole per il VoIP	87

ENEA
Servizio Promozione e Comunicazione
www.enea.it

Stampa: Laboratorio Tecnografico ENEA - C.R. Frascati
ottobre 2019