



**REGIONE TOSCANA**  
**Giunta Regionale**

**Direzione Generale OSI -**  
Organizzazione e Sistema Informativo

**Settore IRTIC -** Innovazione e Ricerca  
nelle Tecnologie dell'Informazione e  
della Comunicazione

---

# **VOIP RTRT**

## **INFRASTRUTTURA VOIP PER LA RETE TELEMATICA REGIONALE TOSCANA (RTRT)**

Stefano Pimazzoni  
+39 055 438 3208  
stefano.pimazzoni@regione.toscana.it



DOCUMENTO:		VoIP RTRT - Infrastruttura VoIP per la Rete Telematica Regionale Toscana (RTRT)		
<b>EMISSIONE - VERIFICA - APPROVAZIONE</b>				
	Funzione	Nome	Firma	
Emissione	Responsabile tecnico	Stefano Pimazzoni		
Verifica	Referente Centro di Competenza Internet	Marco Sommani		
Approvazione	Responsabile Contratto	Angelo Marcotulli		
<b>LISTA DI DISTRIBUZIONE</b>				
<b>AGGIORNAMENTI</b>				
Vers.	Data	Modifiche	Motivo modifica	
1.0	30/04/2008		emissione	



## **Sommario**

Sommario.....	3
1 Premessa.....	5
2 Perché una sperimentazione.....	6
2.1 Iter amministrativo.....	6
2.2 I progetti selezionati.....	7
2.3 Consistenza delle sperimentazioni.....	7
3 Realizzazione ed utilizzo delle infrastrutture.....	8
3.1 Modalità previste per le installazioni.....	8
3.1.1 Tempistica.....	9
3.2 Infrastruttura logica.....	9
3.3 Stato delle installazioni.....	10
3.4 Utilizzo dell'infrastruttura.....	11
4 Primi risultati.....	13
4.1 Risultati generali.....	13
4.2 Servizi a valore aggiunto.....	14
4.2.1 Rubrica.....	14
4.2.2 Click & dial.....	15
4.2.3 Storico chiamate.....	15
4.2.4 Avviso di chiamata.....	15
4.2.5 Conferenza telefonica.....	15
4.2.6 Segreteria telefonica.....	15
4.2.7 Possibilità di registrazione audio delle chiamate.....	16
4.2.8 Chat.....	16
4.2.9 Presence.....	16
4.2.10 Follow me.....	16



---

4.2.11 Funzione direttore / segreteria.....	17
4.2.12 Compatibilità dei telefoni.....	17
4.2.13 Terminali particolari.....	17
4.2.14 Utilizzabilità di SoftPhone free.....	17
4.2.15 Più telefoni attivi sullo stesso numero.....	18
4.2.16 Integrazione fax.....	18
4.2.17 SMS gateway.....	18
4.2.18 H.323/SIP gateway.....	18
4.2.19 Linea di uscita comune presso il TIX.....	19
4.2.20 Statistiche di traffico.....	19
4.2.21 Alcune note.....	19
4.3 Il parere degli utenti.....	20
4.4 Prime conclusioni.....	21
5 Interoperabilità.....	22
5.1 Infrastruttura condivisa presso il TIX.....	22
5.2 Funzionamento dell'infrastruttura centrale.....	23
5.3 Risultati dell'interoperabilità.....	25
6 Conclusioni.....	27
6.1 Sviluppi futuri.....	27
Glossario.....	29
Valutazione della sperimentazione VoIP.....	allegato "A"
Risultati del questionario per gli utenti finali.....	allegato "B"
Funzionamento infrastruttura centrale VoIP-RTT.....	allegato "C"
Specifiche di interoperabilità VoIP.....	allegato "D"



## **1 Premessa**

L'infrastruttura della Rete Telematica Regionale Toscana (RTRT) è stata progettata con una versatilità tale da poter veicolare dati, voce e video assicurando prestazioni con livelli di servizio garantiti ed allo stesso tempo per ottimizzare gli investimenti ed i costi degli Enti locali toscani.

Servizi di rete e servizi telefonici (tipicamente erogati tramite centralini e tradizionali linee di fonia) possono utilmente essere integrati logicamente e funzionalmente in un'unica infrastruttura fisica sfruttando le innovazioni tecnologiche relative al VoIP (Voice over IP) che consente di veicolare le conversazioni vocali in modo analogo ai dati sulle reti basate su tecnologia IP.

Il contesto tecnico-organizzativo della RTRT costituisce su questo terreno una forte opportunità di razionalizzazione e risparmio: infatti la possibilità di veicolare on-net tutto il traffico voce di tutti gli Enti locali toscani e l'integrazione dei servizi di comunicazione, impossibile o quasi da affrontare con la fonia tradizionale, unito, sul fronte interno, all'abbattimento dei costi di manutenzione, rendono il VoIP e l'IP-telephony uno strumento di enorme potenziale tecnico-economico.

L'obiettivo generale è la realizzazione e messa in esercizio di un'infrastruttura regionale di servizi voce integrata nell'ambito della RTRT, a disposizione di tutti gli Enti a questa aderenti, azzerando in pratica tutti i costi relativi alle comunicazioni fra gli Enti stessi (traffico on-net) e riducendo quelli verso altre destinazioni. Tutto questo nel pieno rispetto della normativa vigente.

Non sono disponibili dati relativi alla spesa per fonia della pubblica amministrazione toscana ma al fine di formulare una stima abbiamo utilizzato elaborazioni fatte dal CNIPA per la Pubblica Amministrazione Centrale, integrata da alcune rilevazioni a campione su enti della Comunità della RTRT. Tale stima ci fornisce una percentuale dal 25% al 45% per valore annuo del risparmio per la P.A. toscana compreso tra 6 e 10 milioni di euro.

La Comunità della RTRT ha consapevolmente deciso di dare l'avvio ad una nuova sfida che cogliendo sul nascere opportunità offerte dall'innovazione tecnologica, le trasformi in vantaggi di carattere organizzativo ed economico giocando soprattutto sull'indiscusso vantaggio competitivo che le deriva dall'operare in una logica di sistema e su obiettivi condivisi.



## **2 Perché una sperimentazione**

In considerazione dello stato dell'arte della tecnologia, della non matura offerta di mercato, oltre ad altre valutazioni relative alla peculiarità delle infrastrutture telematiche presenti in Toscana al servizio della Pubblica Amministrazione, si è ritenuto indispensabile, per la messa in opera di detta infrastruttura VoIP, operare attraverso due processi:

- a) verifica della reale offerta di mercato sul VoIP, della sua rispondenza alle esigenze della P.A. toscana, dell'aderenza e complementarietà dei servizi possibili a quelli già presenti sulla RTRT, del pieno utilizzo della infrastruttura toscana ivi compresi i servizi e la logistica del TIX (Tuscany Internet eXchange). Obiettivo di tale fase era inizialmente l'individuazione di una o più piattaforme tecnologiche adeguate, di un percorso tecnico ed organizzativo per il dispiegamento successivo di tali piattaforme in tempi rapidi, la definizione dei risultati attesi in termini di riduzione dei costi successivi alla fase di investimento, nonché una esemplificazione delle opportunità e dei servizi a valore aggiunto disponibili sul mercato.
- b) realizzazione fisica della infrastruttura regionale, a seguito di affidamento tramite gara pubblica.

### ***2.1 Iter amministrativo***

E' stato pertanto pubblicato sul BURT n. 16 del 19/3/2006 un "Avviso per la sperimentazione di progetti relativi alla realizzazione di una infrastruttura VoIP per la Rete Telematica Regionale Toscana (RTRT)" con un finanziamento complessivo massimo messo a disposizione da Regione Toscana pari a € 450.000,00 e con scadenza per la presentazione dei progetti il 19/05/2006.

Contemporaneamente è stato selezionato un "Monitore" (IIT - Istituto di Informatica e Telematica del CNR - soggetto attuatore del Centro di Competenza delle Tecnologie Internet e l'integrazione delle Reti) come supporto tecnico esterno per le valutazioni di merito nel corso ed alla fine della sperimentazione.



## ***2.2 I progetti selezionati***

A fronte dell'Avviso ad evidenza pubblica, sono stati presentati 16 progetti, basati su tecnologie ed approcci architetture diversi. Tali progetti sono stati raggruppati in "categorie", tra loro differenti ed alternative, e per ogni categoria è stata scelta la proposta migliore.

La valutazione è stata fatta in base a vari criteri, tra cui: integrabilità con RTRT, flessibilità di integrazione con la fonia tradizionale, conformità agli standard, disponibilità di servizi a valore aggiunto e di monitoraggio.

Sono risultate vincenti le seguenti piattaforme:

- Dexgate, categoria "VoIP-PBX distribuiti e basati su protocollo SIP", presentata dall' A.T.S. CDC/Eutelia/Brain Technologies
- Asterisk, categoria "VoIP-PBX open source", presentata dall' A.T.S. AgesCom/Publicom/ViveLaVie/Apice/Seacom/Cima Telematica/AB Telematica
- Cisco Call Manager, categoria "VoIP-PBX centralizzati", presentata da Telecom Italia SpA.

La durata delle sperimentazioni era prevista pari a nove mesi.

## ***2.3 Consistenza delle sperimentazioni***

Nelle sperimentazioni sono stati coinvolti direttamente, tramite convenzione, 15 Enti aderenti ad RTRT: 4 ASL, 6 Comuni, 3 Province, 1 Comunità Montana, e la Regione Toscana (che ha partecipato a tutte e 3 le sperimentazioni), per un totale complessivo di circa 450 postazioni telefoniche IP.

Nella prima fase era prevista una implementazione progressiva delle infrastrutture, in modo da poter individuare in corso d'opera eventuali criticità, mentre nell'ultima fase le infrastrutture dovevano essere mantenute in esercizio, in modo da consentire al Monitore la raccolta dei dati necessari per la redazione dei risultati della sperimentazione stessa.



### **3 Realizzazione ed utilizzo delle infrastrutture**

#### ***3.1 Modalità previste per le installazioni***

Presso il TIX sono state subito installate le componenti centrali necessarie all'attivazione di tutti i servizi, sia quelli di base necessari per le normali telefonate, sia quelli a valore aggiunto.

Presso gli Enti sperimentatori, invece, le sperimentazioni selezionate sono state implementate gradualmente, secondo le seguenti macro-fasi:

- Fase 1 - Inizialmente la tecnologia VoIP è stata attivata in parallelo rispetto alle piattaforme telefoniche esistenti, senza integrazioni e/o interconnessioni. Praticamente ad ogni utente è stato consegnato un telefono IP, affiancato a quello tradizionale, con cui poter effettuare solo chiamate on-net verso gli altri utenti della stessa sperimentazione
- Fase 2 - Il VoIP-PBX (o il Voice-GW) installato presso l'Ente è stato interconnesso con il centralino esistente (tipicamente tramite linee ISDN) in modo da consentire la comunicazione tra tutti i telefoni dell'Ente (tradizionali e VoIP) nonché tra gli stessi e gli altri utenti VoIP della stessa sperimentazione
- Fase 3 - Il VoIP-PBX di alcuni Enti, che si sono offerti volontari per questa fase, è stato interfacciato direttamente con le linee telefoniche dell'Ente (quindi il VoIP-PBX diventa il centralino da cui transitano tutte le comunicazioni verso l'esterno)
- Fase 4 - In questa fase è stata sperimentata la possibilità di effettuare anche comunicazioni off-net in sola uscita verso la PSTN (la Rete Telefonica Generale), utilizzando un punto di uscita condiviso ubicato presso il TIX (con i relativi servizi di accounting, autorizzazione e billing)
- Fase 5 - L'infrastruttura è stata utilizzata in condizioni di esercizio e monitorata allo scopo di osservare funzionalità e prestazioni di tutti i servizi realizzati.

##### **3.1.1 Tempistica**

La durata prevista per le singole fasi, secondo l'Avviso, erano le seguenti:



- termine fase 1: entro 3 mesi
- termine fase 2: entro 4 mesi
- termine fase 3: entro 5 mesi
- termine fase 4: entro 6 mesi.
- termine fase 5: entro 9 mesi.

Nella pratica le convenzioni con i fornitori e con gli Enti sperimentatori sono state stipulate tra fine gennaio e inizio febbraio 2007, le installazioni sono state ultimate a fine luglio 2007.

La principale fonte di ritardo è stata l'interconnessione tra VoIP-PBX e PBX-legacy, sia per quanto riguarda l'approvvigionamento delle schede di interconnessione lato PBX-legacy, sia per quanto riguarda le relative operazioni di configurazione.

In ogni caso si è sempre riusciti ad ottenere un'interconnessione funzionante.

### ***3.2 Infrastruttura logica***

L'infrastruttura logica ottenuta è rappresentata nella figura seguente, dove i numeri evidenziano le possibili conversazioni relative alle varie fasi descritte.

Come "Soggetto A" è stato rappresentato un Ente di una certa consistenza, già dotato di PBX locale con accesso alla RTG, mentre il "Soggetto B" rappresenta una piccola sede, in cui potrebbe anche non essere necessario un accesso locale alla PSTN.

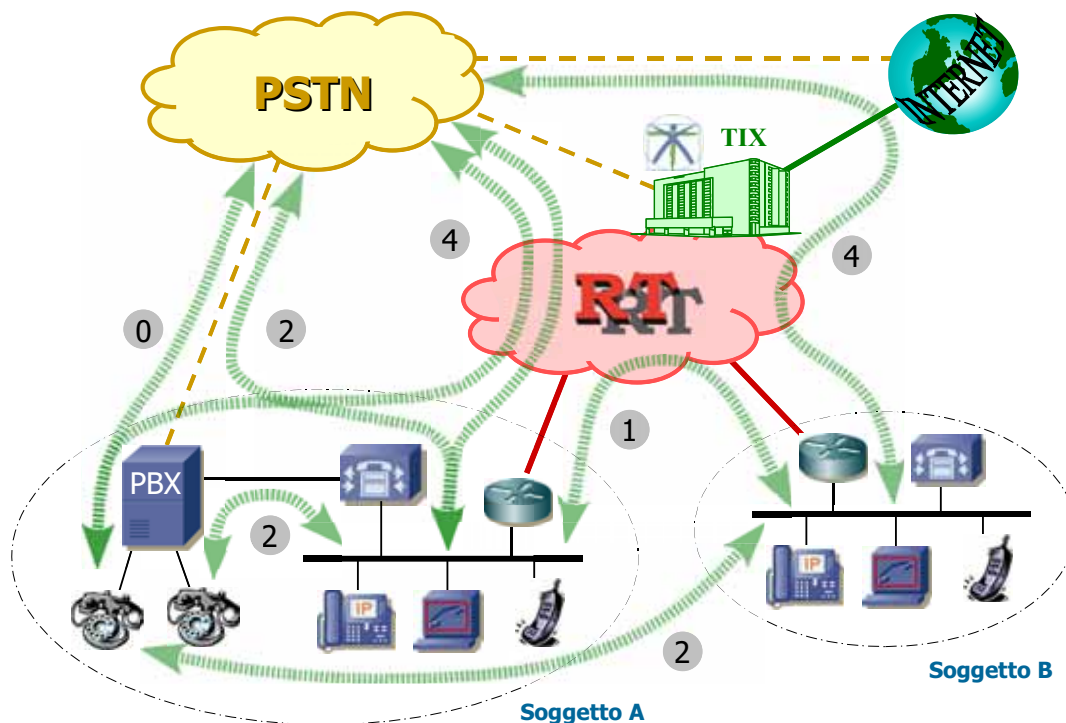
Con il numero "0" è stata rappresentata la normale modalità di comunicazione dei telefoni legacy, che non è mai stata inficiata durante tutta la sperimentazione per garantire la normale operatività degli utenti finali. Ad essi è stato semmai richiesto di "deviare" verso il telefono VoIP le chiamate entranti sul numero legacy: in questo modo il telefono VoIP poteva essere utilizzato sia in trasmissione che in ricezione, ed allo stesso tempo era banale ripristinare le normali comunicazioni in caso di malfunzionamento (era sufficiente annullare la deviazione).

La fase 3, la più significativa, ma graficamente consistente nel solo spostamento della linea PSTN dal PBX-legacy al VoIP-PBX, non è stata rappresentata per mantenere la comprensibilità della figura.

Da sottolineare che un fornitore, in quanto già presente al TIX in qualità di ISP accreditato, ha proposto di inoltrare le chiamate off-net relative alla "fase 4" fino alle proprie centrali telefoniche, senza quindi la necessità di creare un canale telefonico dedicato presso il TIX. Questa proposta apre un nuovo scenario in cui ogni



soggetto della comunità VoIP-RTRT potrebbe autonomamente comprare traffico telefonico scegliendo tra gli operatori presenti al TIX. Sarà comunque opportuno mantenere le linee PSTN locali per ridondanza o per trabocco.



### 3.3 Stato delle installazioni

Presso tutti i 16 Enti sperimentatori le installazioni hanno avuto esito positivo, come risulta dalla tabella seguente.

Da notare che, mentre nelle intenzioni iniziali vari Enti erano previsti solo in "fase 1", grazie alla disponibilità delle Ditte fornitrici, quasi tutti gli Enti hanno partecipato almeno alla "fase 2".



	Fase VoIP	Tipologia link RTRT	Stato installazione	Note
<b>Asterisk</b>				
GRT	2	primaria	OK	
ASL 6 Livorno	2	primaria	OK	
Comune di Piombino	2	estesa	OK	
Comune di Prato	2	estesa	OK	
Comune di Scandicci	2	primaria	OK	Configurata QoS su link RTRT
Provincia di Pistoia	2	primaria	OK	Configurata QoS su link RTRT
<b>Cisco</b>				
GRT	2	primaria	OK	
ASL 7 Siena	3	primaria	OK	Fase 2 annullata
ASL 10 Firenze (ASF)	2	primaria	OK	
C.M. Casentino	3	primaria	OK	Backbone HiperLAN
Provincia di Firenze	2	primaria	OK	
Provincia di Siena	2	estesa	OK	
<b>Dexgate</b>				
GRT	2	primaria	OK	
ASL 5 Pisa/Pontedera	2	primaria	OK	
Comune di Empoli	2	primaria	OK	Configurata QoS su link RTRT
Comune di Forte dei Marmi	1	primaria	OK	
Comune di Pontedera	2	estesa	OK	Problemi SIP sul routing del provider
Provincia di Pisa (C.I. Pontedera)	3	estesa	OK	

Alcune annotazioni:

- sono stati utilizzati sia Enti collegati tramite l'RTRT primaria che Enti collegati tramite l'RTRT estesa
- su 3 Enti in cui il collegamento alla RTRT primaria era saturo, è stata configurata con successo la QoS (Quality of Service)
- presso la ASL 7 di Siena la "fase 2" è stata annullata per incompatibilità dell CCM esistente (versione 4) con il CCM della sperimentazione (versione 5)
- nella sperimentazione presso la Comunità Montana del Casentino, i telefoni sono stati distribuiti tra i referenti tecnici dei vari Comuni collegati tra loro tramite un'infrastruttura wireless HiperLAN
- nel collegamento del Comune di Pontedera è stato verificato un malfunzionamento dovuto agli apparati attivi del provider (accesso tramite RTRT estesa) che intervenivano in modo errato nel contenuto del pacchetto SIP

### **3.4 Utilizzo dell'infrastruttura**

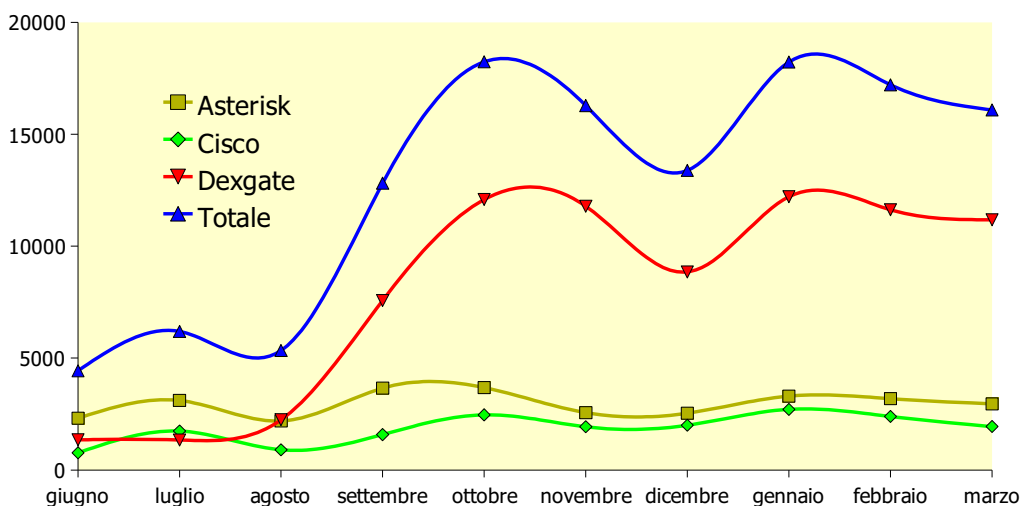
Per verificare che gli utenti finali utilizzassero effettivamente i telefoni VoIP forniti, con lo scopo di individuare eventuali criticità nascoste, ogni Ente è stato



tenuto sotto monitoraggio dal punto di vista del numero di chiamate effettuate mensilmente.

I dati sono stati ricavati, non senza difficoltà per arrivare ad informazioni omogenee, dai CDR (Call Detail Records) dei sistemi di monitoraggio delle 3 piattaforme.

Nel grafico seguente viene riportato l'andamento di tale numero (chiamate effettuate mensilmente sia interne che esterne) per ognuna delle tre sperimentazioni:



L'impennata delle chiamate "Dexgate" è dovuta al Centro per l'Impiego di Pontedera (Provincia di Pisa) che a fine estate 2007 ha definitivamente dismesso il centralino legacy per utilizzare esclusivamente quello VoIP.

Complessivamente si arriva ad un valore a regime di circa 18'000 chiamate al mese, per un totale di oltre 115'000 chiamate effettuate nel corso di tutta la sperimentazione.



## **4 Primi risultati**

Nell'allegato "A" è riportata la "Valutazione della sperimentazione VoIP" redatta dal Monitore in relazione ai risultati conseguiti. Nei prossimi paragrafi sono solo espresse alcune considerazioni di carattere generale.

### **4.1 Risultati generali**

Innanzitutto la pratica ha dimostrato che, almeno localmente, il VoIP è una soluzione sostanzialmente "plug&play": in nessuna delle reti LAN coinvolte sono stati riscontrati particolari problemi. Certamente, in occasione di eventuali ristrutturazioni, potrebbe valere la pena aggiungere ulteriori elementi di affidabilità quali: una VLAN dedicata al VoIP, configurazione della QoS anche in locale, switch PoE (Power over Ethernet) per le utenze telefoniche critiche.

Sui link geografici (sia della Intranet, sia verso l'esterno), come ci si aspettava, questa tecnologia è risultata significativamente dipendente da eventuali condizioni di saturazione. La sperimentazione ha peraltro dimostrato che con l'impostazione di opportuni parametri di QoS sugli apparati WAN il problema è facilmente risolvibile (almeno nel caso della RTRT primaria).

La qualità della voce è risultata quasi sempre buona; semmai in più di un caso è stato riscontrato qualche problema di eco, aspetto che meriterebbe sicuramente maggiori affinamenti delle configurazioni.

Anche l'integrazione con i PBX-legacy ha sempre avuto esito positivo, pur essendo al tempo stesso fonte di spesa e di ritardi, e questo aspetto è estremamente importante per una eventuale migrazione graduale verso il VoIP. Non è necessario scegliere alternativamente tra la tecnologia VoIP e quella tradizionale: è possibile avviare una migrazione graduale in cui il nuovo VoIP-PBX funge inizialmente da interfaccia verso l'infrastruttura VoIP-RTRT, per poi sostituire progressivamente i telefoni legacy con telefoni VoIP, fino ad arrivare alla dismissione completa del PBX-legacy. Da segnalare in questa fase transitoria la perdita di servizi proprietari tra telefoni legacy e telefoni VoIP (intercettazione telefonate, squillo su gruppi di telefoni,...), fatto che suggerisce una pianificazione "a gruppi" della migrazione delle utenze.



Dal punto di vista architettonico, la soluzione IP-centrex con cui è stata implementata la soluzione Cisco, pur ottenendo una significativa riduzione dei costi rispetto ad una realizzazione distribuita della stessa tecnologia, si è rivelata tecnicamente inadeguata per la realtà RTRT. Per arrivare al funzionamento è stato infatti necessario realizzare una complessa infrastruttura basata su una rete privata comune, da ruotare sulle reti degli sperimentatori, associata alla creazione di VPN dinamiche. Questo meccanismo, pur raggiungendo gli obiettivi funzionali minimi, sotto alcuni punti di vista ha penalizzato questa tecnologia nel confronto con le soluzioni distribuite.

## **4.2 Servizi a valore aggiunto**

Al di là della definizione relativa al termine "valore aggiunto", sono di seguito riportati tutti i servizi sperimentati che vanno oltre la pura e semplice telefonata così come la si può effettuare da un normale telefono analogico di base.

La maggior parte di tali servizi sono fruibili tramite l'interfaccia web associata al telefono: questo comporta una sostanziale differenza anche per servizi "tradizionali", quali ad esempio la segreteria telefonica, in quanto li rende fruibili anche a distanza.

Da notare che nel caso Asterisk i servizi erogati non dipendono strettamente dal prodotto Asterisk, quanto dall'interfaccia utente con cui tale prodotto è stato installato (nel nostro caso VoiSmart) piuttosto che da ulteriori software con cui è stato integrato.

### **4.2.1 Rubrica**

- Asterisk/VoiSmart: suddivisa tra personale, di gruppo, pubblica, LDAP
- Cisco: suddivisa tra aziendale (limitata ai soli utenti Cisco) e personale
- Dexgate: unica (integrata tra personale, locale e LDAP)

### **4.2.2 Click & dial**

- Asterisk/VoiSmart: disponibile



- Cisco: disponibile sulla rubrica aziendale (quindi limitato agli utenti Cisco), entrambe le rubriche sono selezionabili da telefono
- Dexgate: disponibile

#### **4.2.3 Storico chiamate**

- Asterisk/VoiSmart: disponibile sia via web che sul telefono
- Cisco: disponibile sul telefono
- Dexgate: disponibile sia via web che sul telefono

#### **4.2.4 Avviso di chiamata**

- Asterisk/VoiSmart: disponibile con gestione via telefono
- Cisco: disponibile con gestione via telefono (la disabilitazione del servizio può essere fatta solo dall'amministratore del sistema, non dall'utente)
- Dexgate: disponibile con gestione via web

#### **4.2.5 Conferenza telefonica**

- Asterisk/VoiSmart: disponibile con gestione via telefono (per attivare più di 3 partecipanti il meccanismo è piuttosto complicato)
- Cisco: disponibile con gestione via telefono
- Dexgate: disponibile con gestione via web

#### **4.2.6 Segreteria telefonica**

- Asterisk/VoiSmart: disponibile via telefono, via web e via e-mail (avviso con attach)
- Cisco: disponibile via telefono (Unified Messaging non previsto nella sperimentazione)



- Dexgate: disponibile via telefono, via web e via e-mail (avviso con attach e/o notifica via SMS)

#### 4.2.7 Possibilità di registrazione audio delle chiamate

- Asterisk/VoiSmart: disponibile con creazione di 2 file audio separati per i 2 interlocutori
- Dexgate: disponibile con creazione di un unico file audio

#### 4.2.8 Chat

- Asterisk/VoiSmart: implementata tramite client open source separato (Spark) con integrazione di altri sistemi di messaging (GTalk, MSN,... , no Skype)
- Dexgate: disponibile tramite interfaccia integrata ma piuttosto spartana

#### 4.2.9 Presence

- Asterisk/VoiSmart: implementata tramite il client jabber della chat (indica anche se l'utente è occupato al telefono)
- Dexgate: parzialmente disponibile tramite l'interfaccia per la chat

#### 4.2.10 Follow me

- Asterisk/VoiSmart: disponibile (dal menù "Call Hunting")
- Cisco: disponibile dalla release 6.X
- Dexgate: disponibile (dal menù "Regole di rinvio")

#### 4.2.11 Funzione direttore / segreteria

- questa funzione di fatto è stata poco testata in tutte e 3 le sperimentazioni per via del meccanismo generale adottato (deviazione da telefoni legacy a



telefoni VoIP) che non è risultato compatibile con le funzioni particolari necessarie in una segreteria (squillo su gruppo, gestione unificata delle chiamate perse, etc.)

#### **4.2.12 Compatibilità dei telefoni**

Servizio inteso come possibilità di utilizzare il telefono di una sperimentazione registrandolo sul VoIP-PBX di un'altra sperimentazione. Questo aspetto è particolarmente significativo in quanto consentirebbe ad un soggetto non soddisfatto del proprio VoIP-PBX di cambiarlo senza dover necessariamente cambiare anche tutto il parco dei terminali.

- Thomson (Asterisk): positiva tramite interfaccia web dei telefoni
- Cisco (Cisco): positiva tramite configurazione da tastiera del telefono o tramite la creazione di un file .XML da far caricare al boot del telefono da un TFTP server - è possibile avere 2 utenze attive contemporaneamente (anche verso VoIP-PBX diversi) sullo stesso telefono
- (Grandstream e Snom) Dexgate: positiva tramite interfaccia web dei telefoni

#### **4.2.13 Terminali particolari**

- Cisco: terminale WiFi (utilizza il protocollo proprietario SCCP)
- Dexgate: videotelefono compatibile H.264/H.263

#### **4.2.14 Utilizzabilità di SoftPhone free**

- Asterisk/VoiSmart: sì
- Cisco: sì
- Dexgate: sì



#### **4.2.15 Più telefoni attivi sullo stesso numero**

- Cisco: funzionalità denominata Extension Mobility, utile nel remote working abbinando il telefono VoIP ad un softphone

#### **4.2.16 Integrazione fax**

- Asterisk/VoiSmart: implementata tramite interfaccia web separata (mail server Zimbra)
- Cisco: implementata tramite ATA (Analog Telephone Adapter)
- Dexgate: implementata tramite l'interfaccia web integrata con avviso di arrivo tramite email e/o SMS (su numero configurabile per utente)

#### **4.2.17 SMS gateway**

- Asterisk/VoiSmart: implementato tramite la stessa interfaccia web del fax (Zimbra)
- Dexgate: disponibile tramite l'interfaccia web integrata con avviso di arrivo tramite email e/o SMS (su numero configurabile per utente)

#### **4.2.18 H.323/SIP gateway**

- Asterisk/VoiSmart: funzionante (verificata solo la componente audio)
- Cisco: funzionante (verificata solo la componente audio)
- Dexgate: funzionante (verificata solo la componente audio)

#### **4.2.19 Linea di uscita comune presso il TIX**

- Asterisk/VoiSmart: attivata con instradamento automatico tramite configurazione sul ENUM
- Cisco: attivata tramite preselezione



- Dexgate: attivata tramite preselezione con instradamento on-net fino alla centrale Eutelia

#### 4.2.20 Statistiche di traffico

- Asterisk/VoiSmart: disponibili con dettaglio del traffico interno, urbano, extraurbano, internazionale, verso cellulari, on-net
- Cisco: disponibili con dettaglio del traffico interno, urbano, extraurbano, internazionale, verso cellulari, on-net
- Dexgate: disponibili con dettaglio del traffico interno, urbano, extraurbano, internazionale, verso cellulari, on-net (tramite un applicativo, sviluppato da un partner locale, che utilizza ActiveX e pertanto richiede Internet Explorer)

#### 4.2.21 Alcune note

- Asterisk/VoiSmart: dal punto di vista della sicurezza, il protocollo IAX (Inter Asterisk eXchange) ha funzionato anche con firewall completamente "chiusi" in entrata: la comunicazione viene instaurata sul canale che viene aperto dall'Asterisk in uscita verso il TIX - peraltro al termine della sperimentazione lo IAX non è stato ancora ratificato come protocollo standard
- Cisco: la varietà dei telefoni IP disponibili, valutata positivamente in fase di aggiudicazione, ha comportato una maggiore complessità in fase operativa in quanto ogni tipologia di telefono ha il proprio software, per cui telefoni diversi hanno avuto problemi diversi - da segnalare inoltre che, oltre alle licenze di utente, ad ogni tipologia di telefono è associato un certo numero di "units" (più è avanzato il telefono e più units "consuma", telefoni di terze parti e soft-phone sono generalmente classificati come avanzati)
- Dexgate: dispone anche di un applicativo con pop-up che facilitano ulteriormente la fruibilità dei servizi, però funziona solo su sistema operativo Windows ed utilizza Internet Explorer



### ***4.3 Il parere degli utenti***

Per avere un feedback anche da tutti gli utenti "non tecnici" coinvolti nelle tre sperimentazioni, è stato approntato un questionario on-line con circa 50 domande di carattere generale sull'utilizzabilità dell'infrastruttura.

In allegato "B" sono riportati i risultati completi del questionario, a cui hanno risposto circa 100 dei 450 utenti complessivi.

Qui di seguito vengono anticipate le risposte relative a 3 tra le domande più significative:

domanda: qualità della voce rispetto a quella di un telefono tradizionale

equivalente	talvolta peggiore	sempre peggiore
43%	43%	14%

domanda: l'IP-PBX ha più o meno servizi utili rispetto al centralino legacy?

più servizi	meno servizi
97%	3%

domanda: giudizio complessivo

ottimo	buono	sufficiente	scarso	inaccettabile
15%	53%	27%	3%	2%

Da segnalare, in allegato "A", alcune considerazioni dedotte dal Monitore in conseguenza ai risultati del questionario.

### ***4.4 Prime conclusioni***

Provando a stilare una sintesi estrema dei risultati di questa parte della sperimentazione, si può quindi affermare che:



- il VoIP è risultata una tecnologia utilizzabile, sia a livello di rete locale degli Enti sia a livello di RTRT, senza necessità di rinnovi sostanziali delle infrastrutture locali e geografiche
- tutte e 3 le tecnologie sperimentate si sono dimostrate in grado di soddisfare le esigenze di base degli utenti, pur con diverse prestazioni per quanto riguarda disponibilità ed affidabilità
- a livello di servizi a valore aggiunto nessuna delle 3 tecnologie ha soddisfatto pienamente tutte le aspettative, ma ognuna di esse ha presentato proposte interessanti

Sulla base di quanto sopra, ma soprattutto sulla base dell'interesse suscitato da alcuni sistemi installati presso il TIX (alcuni dei quali progettati ed implementati allo stesso modo dalle sperimentazioni Asterisk e DEXgate), Regione Toscana ha chiesto ed ottenuto la disponibilità da parte di sperimentatori e fornitori a prolungare la sperimentazione di ulteriori 2 mesi al fine di verificare l'interoperabilità tra le 3 tecnologie.



## **5 Interoperabilità**

Obiettivi di questa ulteriore fase della sperimentazione:

- verificare che, tramite un'opportuna infrastruttura condivisa presso il TIX, telefoni VoIP di sperimentazioni diverse siano in grado di comunicare direttamente tra di loro on-net (utilizzando il protocollo standard SIP)
- verificare la possibilità di utilizzare un repository dinamico delle informazioni relative ai numeri di telefono raggiungibili on-net con le relative informazioni tecniche necessarie per l'instaurazione della telefonata
- verificare la possibilità di interrogare e mantenere in modo automatico un database di tutti gli utenti contattabili via VoIP all'interno di RTRT con i relativi numeri di telefono associati

### **5.1 *Infrastruttura condivisa presso il TIX***

Gli obiettivi sopra descritti sono stati raggiunti realizzando presso il TIX un'infrastruttura costituita dai seguenti elementi:

- server SIP: è un proxy-SIP (utilizzato anche come registrar-SIP) su cui i VoIP-PBX si autenticano e che gestisce centralmente l'instradamento delle chiamate tra VoIP-PBX di soggetti diversi, il tutto utilizzando esclusivamente il protocollo SIP
- server ENUM: è un server DNS che, anziché risolvere i nomi a dominio in indirizzi IP, restituisce informazioni relative al nome o all'indirizzo IP del VoIP-PBX a cui fa capo il numero telefonico on-net chiamato (verificando così anche l'esistenza o meno on-net di tale numero)
- server LDAP: per la risoluzione in modo user-friendly del numero telefonico associato all'utente desiderato; l'aggiornamento e la completezza dei dati pubblicati deve essere svolto in modo automatico dai singoli VoIP-PBX ed esclusivamente tramite protocollo LDAP.

Tramite tale infrastruttura comporta i seguenti **vantaggi**:

- non è necessario che i VoIP-PBX siano aperti alle chiamate provenienti da ogni indirizzo IP, basta aprirli al solo server SIP (alla cui protezione penserà il TIX)
- possibilità di creare una matrice del traffico on-net inter-Ente per la valutazione dei relativi risparmi di spesa conseguiti

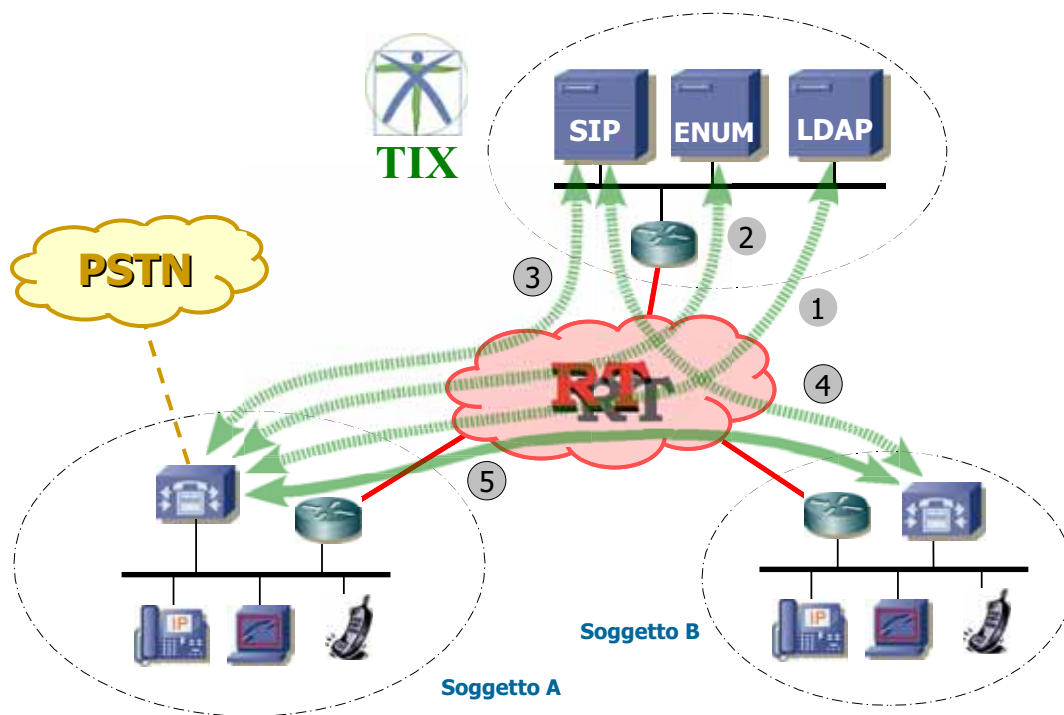


- centralizzazione delle informazioni relative ai numeri telefonici disponibili on-net con conseguente semplicità di aggiornamento in caso di nuovi utenti o di variazioni
- apertura all'albero gerarchico e.164 nazionale una volta che sarà stato assegnato (per ora apertura ad altre comunità VoIP "e.164 ready", quali il GARR)
- centralizzazione delle associazioni nome\_utente-numero\_di\_telefono aggiornate automaticamente e di facile interrogazione tramite un qualunque client LDAP

Il tutto utilizzando esclusivamente protocolli standard (SIP, ENUM, LDAP) implementati tramite software open source (SER, BIND, Penrose LDAP) a loro volta installati su server ridondati con sistema operativo Linux.

## 5.2 Funzionamento dell'infrastruttura centrale

Vediamo come funziona in pratica il setup di una chiamata da un telefono del "Soggetto A" verso un telefono del "Soggetto B" (cfr figura seguente).



- 1) L'utente "Paolo Bianchi" del Soggetto A deve chiamare l'utente "Mario Rossi" del Soggetto B. Dall'interfaccia grafica associata al suo telefono VoIP Paolo



Bianchi digita la richiesta "Mario Rossi". Il suo VoIP-PBX (di seguito VoIP-PBXa) effettua una query verso il server LDAP presso il TIX che gli restituisce il numero di telefono associato a Mario Rossi, quindi Paolo Bianchi riceverà un pagina di risposta in cui accanto al nome Mario Rossi c'è il relativo numero di telefono. Paolo Bianchi clicca sul numero di telefono di Mario Rossi, il telefono di Paolo Bianchi comincia a squillare, Paolo Bianchi alza la cornetta e così parte la chiamata vera e propria.

- 2) Il VoIP-PBXa effettua una query verso il server ENUM presso il TIX che restituisce la disponibilità o meno on-net del numero di telefono di Mario Rossi.
- 3) Se la risposta è positiva il VoIP-PBXa inoltra on-net la chiamata verso il server SIP.
- 4) Il server SIP interroga un server ENUM privato (che risiede fisicamente sulla stessa macchina del server ENUM pubblico) per reperire le informazioni relative al VoIP-PBX cui fa capo la numerazione di Mario Rossi (VoIP-PBXb) ed in base ad esse inoltra la chiamata.
- 5) Se il VoIP-PBXb risponde, inizia la conversazione vera e propria direttamente tra i due VoIP-PBX.

In caso di esito negativo ai passi 2, 4 e/o 5, il VoIP-PBXa inoltra la chiamata direttamente sulla PSTN.

Da notare che per l'utente il tutto consiste in un click su una pagina web, tutto il resto del meccanismo è assolutamente trasparente e con tempistiche comunque inferiori alla commutazione dei normali PBX-legacy.

Entrando poi nel dettaglio del server LDAP, esso è costituito da 2 componenti: un "metabase LDAP", con indirizzo [ldap.rtrt.it](http://ldap.rtrt.it), che si occupa della pubblicazione dei dati recuperandoli dalle sorgenti LDAP degli Enti o da un "directory LDAP", con indirizzo [ldap-push.rtrt.it](http://ldap-push.rtrt.it), messo a disposizione in sola scrittura per il popolamento automatico dei dati da parte dei VoIP-PBX.

Maggiori dettagli su specifiche e funzionamento dell'infrastruttura centrale sono disponibili nell'allegato "C" - Funzionamento infrastruttura centrale VoIP-RTRT - redatto in collaborazione con le Ditte fornitrici.

### **5.3 Risultati dell'interoperabilità**

Per verificare l'esito delle telefonate tra VoIP-PBX di sperimentazioni diverse, è stato fatto predisporre ai fornitori un risponditore automatico per ogni VoIP-PBX.



Utilizzando quindi i log del server ENUM e del server SIP, è stata redatta la seguente "tabella di interoperabilità", in cui:

- le telefonate sono state effettuate dai telefoni VoIP installati presso Regione Toscana ed appartenenti alle varie sperimentazioni (nonché alla normale linea PSTN)
- nella prima colonna sono riportati i numeri di telefono associati ai vari risponditori automatici
- l'ultima riga è relativa ad un numero associato ad un VoIP-PBX Dexgate forzato a risultare in linea ma anche a non rispondere alle chiamate in ingresso (per simulare l'evento negativo associato al passo 5 del paragrafo precedente)

TO ↓	FROM →	GRT-Asterisk	GRT-Cisco	GRT-Dexgate	GRT-PSTN
<b>Asterisk</b>					
GRT – 055 438 9691		✱	✱	✱	✱
ASL 6 Livorno – 0586 223 699		✱	✱	✱	✱
Comune di Piombino – 0565 63 390		✱	✱	✱	✱
Comune di Scandicci – 055 7591 536		✱	✱	✱	✱
Provincia di Pistoia – 0573 374 377		✱	✱	✱	✱
<b>Cisco</b>					
GRT – 055 438 9787		✱	✱	✱	✱
ASL 10 Firenze (ASF) – 055 8229 227		✱	✱	✱	✱
ASL 7 Siena – 0577 535 255		✱	✱	✱	✱
C.M. Casentino – 0575 527 669		✱	✱	✱	✱
Provincia di Firenze – 055 2761 969		✱	✱	✱	✱
Provincia di Siena – 0577 241 969		✱	✱	✱	✱
<b>Dexgate</b>					
GRT – 055 438 9550		✱	✱	✱	✱
ASL 5 Pisa – 0587 273 960		✱	✱	✱	✱
Comune di Empoli – 0571 757 651		✱	✱	✱	✱
Comune di Pontedera – 0587 299 500		✱	✱	✱	✱
Provincia di Pisa - 0587 255 100		✱	✱	✱	✱
<b>Test 480</b>					
<b>Temporarily Unavailable</b>					
Laboratorio CDC – 0587 466 070		✱	✱	✱	✱

Legenda:

- ✱ la telefonata è correttamente andata a buon fine off-net
- ✱ la telefonata è correttamente andata a buon fine on-net
- ✱ la telefonata non è andata a buon fine, oppure è avvenuta off-net anziché on-net

Più in dettaglio, le telefonate intra-sperimentazione relative ad Asterisk ed a Cisco non sono state fatte transitare dal server SIP per evitare di dover riconfigurare i relativi VoIP-PBX.



Da segnalare inoltre che, relativamente alla sperimentazione Cisco, non è stato possibile sperimentare il passo 1 del paragrafo precedente in quanto il CCM in oggetto non è in grado di eseguire una query ENUM ed in base ad essa decidere l'instradamento della telefonata: per ottenere ciò sarebbe stato necessario un ulteriore oggetto denominato CUBE (Cisco Unified Border Element). Il CCM pertanto instrada tutte le chiamate verso il server SIP, per poi gestire l'eventuale codice di errore di ritorno in caso di indisponibilità on-net del destinatario.

Per quanto riguarda la parte LDAP, infine, i risultati raggiunti sono i seguenti:  
Asterisk e Dexitate: i VoIP-PBX caricano automaticamente i propri interni sul server LDAP-push e gli utenti hanno a disposizione un'interfaccia grafica con possibilità di click&dial per l'interrogazione del server LDAP globale  
Cisco: è stata sviluppata da un partner locale un'interfaccia che carica automaticamente i numeri telefonici interni sul server LDAP-push, non esiste ad oggi un'interfaccia grafica di utente per l'interrogazione del server LDAP globale.

Nell'allegato "D" sono riportate le "Specifiche tecniche per l'interoperabilità" redatte dal Monitore.



## **6 Conclusioni**

Volendo sintetizzare i risultati raggiunti alla fine dell'intero anno di sperimentazione VoIP, si può affermare che:

- ✓ il VoIP è risultata una tecnologia utilizzabile, sia a livello di rete locale degli Enti sia a livello di RTRT, senza necessità di rinnovi sostanziali delle infrastrutture locali e geografiche
- ✓ la qualità delle telefonate percepita dagli utenti è in generale buona, previo un minimo di attenzione a configurare la QoS sui link geografici non sufficientemente liberi ed al tuning relativo alla problematica dell'eco
- ✓ l'interfacciamento con i PBX-legacy, realizzato sempre con interfacce standard ISDN, è fattibile ed apre lo scenario ad una possibile implementazione graduale del VoIP
- ✓ i servizi a valore aggiunto sono risultati numerosi (ma non presenti in tutte le sperimentazioni), realizzati in modalità diverse tra loro (a volte anche migliorative rispetto allo stesso servizio realizzato tramite PBX-legacy), con interfacce a volte spartane a volte poco integrate tra loro... insomma si intravedono forti potenzialità, ma c'è ancora tanto da lavorare!
- ✓ è stato possibile realizzare una infrastruttura condivisa che tramite protocolli standard, server Linux e software open source è stata in grado di far colloquiare tra loro le 3 sperimentazioni cambiando le prospettive da una infrastruttura VoIP-RTRT monotecnologica ad una infrastruttura aperta che utilizza protocolli standard in modo molto simile ad Internet

Per ulteriori dettagli, in allegato "A" è disponibile la "Valutazione della sperimentazione VoIP" ed in allegato "D" le "Specifiche di interoperabilità VoIP", entrambi documenti a cura del Monitore.

### **6.1 *Sviluppi futuri***

I prossimi passi già in programma riguardano:

- interconnessione con realtà esterne (GARR, Notartel,...)
- interoperabilità a livello di videochiamata
- interoperabilità a livello di IM (Instant messaging)
- interconnessione con Skype



## **Glossario**

ASL	Azienda Sanitaria Locale
ATA	(Analog Telephone Adapter)
ATS	Associazione Temporanea di Scopo
BIND	Berkeley Internet Name Domain
BURT	Bollettino Ufficiale della Regione Toscana
CCM	Cisco Call Manager
CDR	Call Detail Records
CNIPA	Centro Nazionale per l'Informatica nella Pubblica Amministrazione
DNS	Domain Name System
ENUM	†Elephone NUmber Mapping
GARR	Gruppo per l'Armonizzazione delle Reti della Ricerca
GW	Gateway
IAX	Inter Asterisk eXchange
IM	Instant messaging
ISDN	Integrated Services Digital Network
LAN	Local Area Network
LDAP	Lightweight Directory Access Protocol
PA	Pubblica Amministrazione
PBX	Private Branch eXchange
PoE	(Power over Ethernet)
PSTN	Public Switched Telephone Network
QoS	Quality of Service
RTRT	Rete Telematica Regionale Toscana
SER	SIP Express Router
SIP	Session Initiation Protocol
SpA	Società per Azioni
TIX	Tuscany Internet eXchange
VoIP	Voice over Internet Protocol
VLAN	Virtual Local Area Network
WAN	Wide Area Network

# VOIP RTRT

## Infrastruttura VoIP per la Rete Telematica Regionale Toscana (RTRT)

Allegato A

### Valutazione della sperimentazione VoIP

#### **1. Considerazioni generali**

La sperimentazione VoIP promossa dalla Regione Toscana ha mostrato che tutte e tre le soluzioni sperimentate sono adeguate agli obiettivi del progetto.

Il progetto ha avuto carattere innovativo, in quanto ha sposato la filosofia del VoIP globale propria degli standard sviluppati dall'Internet Engineering Task Force (IETF), costringendo tutti e tre i raggruppamenti sperimentatori a lavorare in un contesto diverso da quello abituale delle soluzioni VoIP aziendali.

Le esperienze raccolte nel corso della sperimentazione sono preziose per la pianificazione della telefonia RTRT nonché per orientare i futuri sviluppi della rete stessa.

#### **2. Punti critici**

Nelle realizzazioni VoIP devono essere affrontati quasi sempre gli stessi punti critici. È interessante verificare in quale misura questi abbiano interferito con lo svolgimento della sperimentazione.

##### **2.1 Compatibilità con il centralino tradizionale**

La sede in cui la sperimentazione ha dato i migliori risultati è stato il Centro Impiego della Provincia di Pisa a Pontedera, dove il PBX tradizionale è stato eliminato del tutto e tutta la telefonia è stata convertita in VoIP.

In tutte le altre sedi in cui la sperimentazione è andata oltre la fase 1, l'interconnessione fra il PBX tradizionale e quello IP ha richiesto il superamento di varie difficoltà, come del resto era stato già previsto in partenza. L'eterogeneità fra i diversi PBX (anche quando prodotti dallo stesso costruttore) rende impossibile l'individuazione di una ricetta valida per tutti i casi. In tutte le sedi, nonostante le difficoltà incontrate in fase di realizzazione, è stato possibile raggiungere la interoperabilità di base, grazie alla quale è possibile chiamare dai telefoni IP gli interni tradizionali e la rete pubblica e viceversa. L'interoperabilità è invece parziale o nulla per i servizi più sofisticati dei centralini.

È anche risultato evidente che in una sede le funzionalità e le modalità di utilizzo degli apparecchi telefonici controllati dall'IP PBX non possono essere rese totalmente identiche a quelle degli apparecchi dipendenti dal PBX tradizionale. In una sede in cui coesistano apparecchi controllati dai due tipi di PBX, gli utilizzatori devono essere messi a conoscenza del contesto in cui opera il loro telefono.

Quanto sopra porta a concludere che bisogna incoraggiare quei progetti VoIP che prevedono l'eliminazione totale del PBX tradizionale in tempi brevi. Nei casi in cui ciò non sia possibile (per esempio per mancanza di fondi o per inadeguatezza della rete locale), conviene lasciare la maggior parte de-

gli apparecchi telefonici sul PBX tradizionale, interporre fra il PBX tradizionale e la rete pubblica un VoIP gateway e sfruttare il VoIP per destinazioni esterne, per nuovi servizi (fax-mail, segreteria, risponditore) e per altri tipi di destinazioni interne (telefoni wi-fi, videotelefoni, telelavoro, uffici distaccati).

## 2.2 Capacità dei collegamenti geografici

Si è potuto constatare, come del resto era già noto, che il VoIP dà pessimi risultati sui collegamenti con scarsa capacità o prossimi alla saturazione. Ciò è risultato evidente soprattutto nel caso dei Comuni di Empoli, Prato e Scandicci, dove la sperimentazione è stata fatta disponendo di collegamenti WAN prossimi alla saturazione. In questi tre comuni, le difficoltà sono state superate grazie al ricorso ai codec con elevato livello di compressione ed ai meccanismi di Quality of Service del protocollo IP. Va detto, tuttavia, che questi rimedi diventano sempre meno efficaci con l'aumentare del livello di saturazione dei collegamenti e che l'idea di dare alta priorità al traffico voce è valida solo se questo rappresenta una frazione molto piccola del traffico totale, altrimenti si finisce per penalizzare eccessivamente gli altri tipi di traffico.

Sarebbe in realtà più corretto affrontare in maniera più radicale la questione del dimensionamento dei collegamenti. Oggi la rete costituisce uno strumento centrale in tutte le attività dell'Amministrazione Pubblica. Continuare a contenere le spese per la trasmissione limitandosi, come avveniva negli anni '90, ad assegnare a ciascuno una capacità tale da assicurare solo livelli di servizio minimi penalizza eccessivamente la produttività delle amministrazioni e impedisce di fruire efficacemente di quei risparmi che la telematica può favorire. Tenendo conto del fatto che negli ultimi anni i prezzi dei collegamenti a capacità elevata sono crollati, occorre avere il coraggio di riprogettare le reti puntando il più possibile al sovradimensionamento: un aumento modesto della spesa rende possibile ottenere notevoli risparmi in tutte le altre attività delle amministrazioni.

Nei casi in cui lo stato dei collegamenti è tale da richiedere speciali accorgimenti anche per le comunicazioni via voce, sicuramente sono impossibili le comunicazioni via video e tutte le nuove forme di cooperazione via rete in tempo reale.

## 2.3 Firewall e NAT

Nelle comunicazioni basate sullo standard SIP e, in misura ancora maggiore, in quelle basate sullo standard H.323, l'attraversamento dei Firewall e dei Network Address Translator (NAT) è sempre piuttosto problematico. Fortunatamente non sembra che questo aspetto abbia impressionato negativamente i referenti tecnici degli enti: nel questionario utilizzato per la valutazione, su 13 referenti che hanno risposto alla domanda "per l'attivazione del servizio cosa hai dovuto aprire sul tuo firewall?", uno ha risposto "niente" e gli altri 12 "un numero ragionevole di porte".

I problemi maggiori si sono avuti alla ASL5 di Pontedera, proprio nell'unica sede in cui era presente un firewall "SIP aware", che in teoria avrebbe dovuto permettere il transito del traffico telefonico senza ricorrere a configurazioni complesse. Sfortunatamente, la presenza di un errore nel software del firewall ha reso problematiche le comunicazioni VoIP con le altre sedi.

La presenza dei NAT ha penalizzato soprattutto il raggruppamento Telecom Italia, che ha utilizzato una soluzione centralizzata, con un unico IP-PBX (Call Manager) presso il TIX. Allo scopo di permettere comunicazioni IP "native" fra Call Manager e telefoni IP o fra coppie di telefoni IP, è stata attivata una VPN dinamica, basata su tunnel IP-in-IP attestati sui VoIP gateway presenti in ogni sede. Ulteriori complicazioni si sono verificate nella Comunità Montana del Casentino, dove un solo VoIP gateway serviva più sedi, ciascuna dotata del suo apparato NAT e di un suo piano di indirizzamento RFC 1918. Grazie alla VPN il raggruppamento Telecom ha potuto concludere la sperimentazione con successo. Occorre tuttavia evidenziare il fatto che il ricorso alla VPN, benché pienamente accettabile nel corso di una sperimentazione, sarebbe da sconsigliare in regime di produzione, perché la presenza di due piani di instradamento diversi (uno per il VoIP e uno per tutto il re-

sto) richiede configurazioni ad hoc su un numero non trascurabile di apparati e quindi fa crescere eccessivamente le probabilità di malfunzionamenti dovuti a configurazioni sbagliate. Va inoltre segnalato il fatto che con la soluzione adottata le comunicazioni voce con apparati non facenti parte della VPN non possono avvenire in maniera diretta, ma solo forzando il transito del traffico voce attraverso un B2BUA (back to back user agent). Quanto sopra non deve portare a concludere che le soluzioni centralizzate siano necessariamente da evitare; anzi, il fatto di poter gestire più sedi con un unico PBX è proprio uno dei punti di forza del VoIP. L'esperienza del raggruppamento Telecom, però, insegna che, prima di introdurre la centralizzazione, occorre verificare che l'organizzazione preesistente della rete sia compatibile con il progetto o, in caso contrario, quanto sia complesso renderla compatibile. I casi in cui la centralizzazione è sicuramente proponibile sono quelli in cui tutte le sedi interessate fanno parte della stessa amministrazione e comunicano con il resto di Internet attraverso lo stesso accesso.

Occorre qui precisare che è ormai giunto il momento di riaffrontare la questione della sicurezza informatica in maniera radicalmente diversa da quella del passato decennio. La vecchia impostazione, in cui per la protezione si faceva affidamento quasi esclusivamente sul firewall perimetrale, che operava tenendo conto quasi esclusivamente di indirizzi IP e numeri di porte, ormai non protegge più dai nuovi tipi di attacco, mentre, in molti casi, impedisce anche attività lecite. È ormai necessario affidare sempre di più la protezione ai sistemi per il controllo degli accessi alla rete e ai sistemi di prevenzione delle intrusioni capaci di analizzare anche i dati in transito.

## **2.4 Altri inconvenienti**

I punti critici veri e propri sono stati quelli segnalati nei precedenti paragrafi. Per completezza, occorre tenere conto anche di altre segnalazioni fatte dagli enti partecipanti alla sperimentazione.

Un inconveniente che meriterebbe un approfondimento è quello degli echi segnalati soprattutto da alcune persone partecipanti alla sperimentazione Asterisk. In mancanza di dati precisi, è difficile stabilire se fossero dovuti a difetti dell'apparecchio telefonico, a qualche comportamento difettoso del collegamento ISDN fra PBX IP e legacy, ad eccessive latenze sulla rete o ad altro. Questo, così come altri inconvenienti, probabilmente avrebbe potuto essere risolto disponendo di più tempo per le prove.

Altre segnalazioni riguardano difetti di specifici apparecchi telefonici (es. eccessivo riscaldamento).

Sono poi state messe in evidenza incongruenze nelle rubriche telefoniche; è prevedibile che questo tipo di problemi sia destinato a trovare presto una soluzione, grazie all'intenso lavoro che la Regione Toscana sta tuttora portando avanti, in collaborazione con le ditte sperimentatrici, proprio sull'omogeneizzazione delle rubriche.

Quasi tutte le altre segnalazioni sono riconducibili a quanto già menzionato riguardo ai problemi di interoperabilità o alle diversità funzionali fra PBX IP e PBX tradizionali. Anche se parte degli inconvenienti segnalati avrebbe probabilmente potuto essere risolta disponendo di maggior tempo per analizzare i problemi, occorre ripetere quanto già detto in precedenza circa l'impossibilità di nascondere interamente agli utenti le differenze fra telefoni VoIP e telefoni tradizionali presenti in una stessa sede.

## **3. Questionario**

Il monitoring del progetto è stato effettuato prevalentemente attraverso un intenso scambio di informazioni fra il Centro Competenze Internet e la Direzione Tecnica del progetto presso la Regione Toscana. Persone del Centro Competenze Internet sono state presenti a tutti gli incontri che la Regione ha organizzato con le ditte sperimentatrici e/o con gli enti. Il Centro Competenze è inoltre intervenuto in alcune occasioni per fornire pareri in presenza di particolari problemi tecnici.

Anche se le interazioni suddette hanno permesso al Centro Competenze di monitorare adeguata-

mente l'andamento del progetto, si è ritenuto utile raccogliere un feedback dagli utilizzatori del VoIP e dai referenti tecnici degli enti. A questo scopo dal 5 novembre al 6 dicembre 2007 è stato reso disponibile un questionario su web. Il questionario è stato completato in tutto o in parte da 93 persone, distribuite fra le Amministrazioni come indicato nella seguente tabella.

	<b>Referenti</b>	<b>Utilizzatori</b>	<b>Totale</b>
ASL 6 Livorno	1	1	2
Comune di Piombino	1		1
Comune di Prato	1	5	6
Comune di Scandicci	1	6	7
Provincia di Pistoia	1	1	2
Regione Toscana 3		13	13
<b>Totale sperimentazioni Asterisk</b>	<b>5</b>	<b>26</b>	<b>31</b>
ASL 7 Siena	1	3	4
Provincia di Firenze	1	10	11
Regione Toscana 2		15	15
<b>Totale sperimentazioni Cisco</b>	<b>2</b>	<b>28</b>	<b>30</b>
ASL 5 Pisa	2	3	5
Comune di Empoli	3	3	6
Provincia di Pisa	1	8	9
Regne Toscana 1		12	12
<b>Totale sperimentazioni Dexitgate</b>	<b>6</b>	<b>26</b>	<b>32</b>
<b>Totali</b>	<b>13</b>	<b>80</b>	<b>93</b>

Dal questionario è emersa una sostanziale conferma di quanto segnalato dalla Direzione Tecnica del progetto. Non è pensabile utilizzare i risultati del questionario per stabilire graduatorie fra le tre soluzioni, anche perché le differenze numeriche non sono mai tali da escludere la casualità.

Rivestono comunque qualche interesse le risposte ad alcune domande a carattere più soggettivo, che verranno qui riportate a titolo informativo.

Si richiama l'attenzione sul fatto che ad alcune delle domande era possibile dare più di una risposta. Per questo motivo il totale delle risposte in alcuni casi è maggiore di 93.

Risposte alla domanda 2: "Durante il periodo della sperimentazione ho telefonato...":

	<b>Asterisk</b>	<b>Cisco</b>	<b>Dexitgate</b>
Più con il tradizionale che con il VoIP	6	12	5
Con VoIP e tradizionale in ugual misura	5	2	6
Più con il telefono VoIP che con il tradizionale	13	7	6
Sempre con il telefono VoIP	8	10	15

Risposte alla domanda 3: "Come giudica le informazioni che ha ricevuto dalla ditta sperimentatrice riguardo all'uso del VoIP?":

	<b>Asterisk</b>	<b>Cisco</b>	<b>Dexitgate</b>
Non sono a conoscenza di informazioni passateci dalla ditta sperimentatrice	8	11	3
Abbiamo ricevuto informazioni parziali e comunque insufficienti per comprendere in pieno i benefici della soluzione proposta	10	8	2

	<b>Asterisk</b>	<b>Cisco</b>	<b>Dexgate</b>
Giudico sufficiente la quantità di informazioni che ci è stata fornita	13	10	18

Risposte alla domanda 13: “Cosa puo' dire sulla qualità della voce nelle chiamate originate o ricevute su un telefono VoIP?”

	<b>Asterisk</b>	<b>Cisco</b>	<b>Dexgate</b>
È quasi sempre peggiore	7	0	2
Talvolta è peggiore di quella che si avrebbe su un telefono tradizionale	14	10	11
Non è mai peggiore di quella che si avrebbe su un telefono tradizionale	8	20	19

Risposte alla domanda 40: “Per quanto riguarda il telefono VoIP fisico, provi ad esprimere un giudizio scegliendo fra le seguenti risposte:”

	<b>Asterisk</b>	<b>Cisco</b>	<b>Dexgate</b>
Funzionale	19	21	21
Intuitivo	2	6	3
Scarso	4	1	2
Malfunzionante	1	0	0
Altro	3	2	5

Risposte alla domanda 41: “Le chiamate sono sempre andate a buon fine?”

	<b>Asterisk</b>	<b>Cisco</b>	<b>Dexgate</b>
Si	20	21	26
No	5	6	3
Talvolta...	5	3	3

Risposte alla domanda 44: “Il VoIP, rispetto al telefono tradizionale, ha piu' o meno servizi utili?”

	<b>Asterisk</b>	<b>Cisco</b>	<b>Dexgate</b>
Più servizi utili	27	25	30
Meno servizi utili	2	2	0

Risposte alla domanda 47: “Qual'è il suo giudizio complessivo sulla sua sperimentazione VoIP?”

	<b>Asterisk</b>	<b>Cisco</b>	<b>Dexgate</b>
Ottimo	1	6	6
Buono	16	12	16
Sufficiente	7	7	8
Scarso	2	2	0
Inaccettabile	1	0	0
Altro	5	2	3

## **4. Confronti fra le tre soluzioni**

### **4.1 Premessa**

Da quanto sopra esposto risulta che tutte e tre le soluzioni sperimentate possono essere considerate valide ai fini della diffusione del VoIP nell'Amministrazione Pubblica della Regione Toscana. Non è necessario imporre una soluzione unica, dal momento che durante l'ultima fase della sperimentazione è stata dimostrata anche l'interoperabilità delle tre soluzioni.

Qui nel seguito si cerca di indicare quali considerazioni possono essere alla base della scelta per una Amministrazione che intenda avviare la conversione della propria telefonia al VoIP. Ogni scelta presenta i propri vantaggi e svantaggi.

## 4.2 Soluzione Cisco

I vantaggi della soluzione Cisco (comuni anche ad altre soluzioni proprietarie) si fanno tanto più evidenti quanto più grande è la rete telefonica. Caratteristica comune alla maggior parte delle soluzioni proprietarie è quella di essere state progettate attribuendo un'alta priorità all'esigenza di poter rimpiazzare i PBX minimizzando i cambiamenti organizzativi all'interno dell'azienda. Ne consegue che le funzionalità degli IP PBX proprietari sono di solito molto simili a quelle dei PBX tradizionali. L'IP PBX viene fornito insieme a telefoni dello stesso costruttore, progettati allo scopo di sfruttare al meglio le funzionalità del PBX e facilmente configurabili in modalità centralizzata.

Uno dei pregi della soluzione proprietaria è quello di prestarsi ad essere utilizzata “a scatola chiusa”. Nel caso delle soluzioni di alcuni costruttori, la filosofia della “scatola chiusa” è spinta al punto di rendere impossibili o estremamente difficili le interazioni VoIP con altre realtà. Fortunatamente, non è questo il caso di Cisco. Durante l'ultima fase della sperimentazione, le sedi con apparati Cisco hanno potuto comunicare in VoIP con le altre sedi. Occorre dire, tuttavia, che generalmente le società certificate dalla Cisco per i prodotti di telefonia sono addestrate per realizzare soluzioni di tipo chiuso e che si trovano in difficoltà quando devono operare in contesti diversi. Durante la fase di sperimentazione dell'interoperabilità, il raggruppamento che proponeva la soluzione Cisco ha dovuto interagire intensamente con il Technical Assistance Center Cisco, proprio perché il tipo di realizzazione che veniva loro richiesta era abbastanza diversa dalla classica soluzione aziendale.

Riassumendo, a favore della soluzione Cisco vanno citati il pieno rispetto degli standard SIP, l'elevato livello di interoperabilità con i PBX tradizionali ottenuto utilizzando varie funzionalità del protocollo QSIG e la facilità con cui può essere gestito un vasto parco di telefoni. I punti deboli si manifestano quando si vuole utilizzare la piattaforma in contesti diversi dalla classica rete telefonica aziendale chiusa, perché le funzionalità necessarie sono scarsamente documentate e spesso i comandi di configurazione disponibili non offrono la necessaria flessibilità.

## 4.3 Soluzione Asterisk

Asterisk è il nome di una soluzione software Open Source, che permette ad un computer di svolgere le funzioni di IP PBX basato su vari protocolli VoIP (incluso il SIP) e di fungere da gateway fra tutti i protocolli VoIP supportati. Il computer, se attrezzato con porte ISDN, può funzionare anche da gateway verso la telefonia tradizionale. Inoltre, se attrezzato con porte telefoniche analogiche, il computer con Asterisk può fare da PBX anche per telefoni analogici tradizionali. Il software Asterisk viene prodotto e mantenuto da una vasta comunità di sviluppatori volontari coordinata dalla Digium, una società specializzata nella produzione di componenti hardware per la telefonia. Attraverso il programma “Asterisk Training”, la Digium organizza in tutto il mondo corsi intensivi sul prodotto e fornisce le certificazioni dCAP (Digium-Certified Asterisk Professional). Documentazione su Asterisk è abbondantemente reperibile anche su siti non necessariamente legati alla Digium.

La versione free di Asterisk, che è quella che è stata utilizzata nella sperimentazione, “comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY”. In realtà, visto che il prodotto è diffuso fra una vastissima comunità di utilizzatori, basta adottare una versione non troppo recente che sia giudicata stabile per essere ragionevolmente certi di non correre rischi. Eventuali problemi possono essere risolti rivolgendosi ad una ditta con esperti certificati dCAP. Per chi preferisce un prodotto garantito dal costruttore, esiste la “Asterisk Business Edition”, a pagamento e pienamente garantita e supportata dalla Digium.

Per quanto riguarda le funzionalità SIP di Asterisk, va messo in evidenza il fatto che, quando una chiamata transita attraverso l'Asterisk (per esempio perché almeno uno dei due telefoni è controllato da Asterisk), dal punto di vista dello standard SIP è come se si avessero due telefonate concatenate: una dal primo telefono ad Asterisk e una da Asterisk al telefono destinatario. Da ciò derivano vantaggi e svantaggi. I vantaggi sono una forte riduzione delle difficoltà legate all'attraversamento di fi-

rewall e NAT, l'eliminazione dei problemi derivanti da incompatibilità tecnologiche fra i due apparati interessati alla comunicazione e la semplificazione della gestione dei servizi accessori (segreteria, voicemail, faxmail, risponditore...). Il principale svantaggio sta nel fatto che, nella sua funzione di server SIP, Asterisk non è "agnostico" nei riguardi delle modalità e dei contenuti della comunicazione, per cui sono possibili solo quei tipi di comunicazione che Asterisk è in grado di comprendere. Da ciò può derivare, per gli apparati terminali dipendenti da Asterisk, l'impossibilità di comunicare usando codec video o audio ignoti ad Asterisk. Tutto ciò non deve preoccupare in maniera eccessiva, perché la pura e semplice telefonia può funzionare benissimo nonostante queste caratteristiche particolari. Una sede in cui, oltre ai telefoni, si volessero usare apparati SIP con caratteristiche ignote ad Asterisk (per esempio apparati di videoconferenza ad alta definizione) potrebbe affiancare ad Asterisk un altro server SIP (magari sempre Open Source anche se diverso da Asterisk) con cui controllare tali apparati.

Per una caratterizzazione conclusiva di Asterisk si può dire che costituisce un'ottima scelta per chi non si accontenta della filosofia della "scatola chiusa", ma è interessato a costruire un sistema telefonico destinato col tempo a divenire sempre più integrato con il resto dei servizi informatici aziendali.

#### **4.4 Soluzione Dextgate**

Dextgate è una soluzione software, prodotta e distribuita dalla CDC, che permette ad un computer di svolgere le funzioni di IP PBX basato su SIP. La caratteristica più innovativa di Dextgate è l'interfaccia web attraverso la quale ogni assegnatario di numero telefonico della rete interna può amministrare le modalità di uso della propria telefonia: consultare il registro delle chiamate, attivare chiamate in partenza dal proprio telefono fisico, gestire complessi piani di ridirezione delle chiamate entranti, registrare le conversazioni, etc. Sono escluse dal software Dextgate le funzionalità di gateway, per le quali si ricorre a prodotti di terzi.

Il prodotto è relativamente giovane e poco noto a livello mondiale, ma, cominciando proprio dalla Toscana, la CDC sta allargando la sua rete di partner con cui diffondere e mantenere il prodotto. Nel caso delle Amministrazioni Pubbliche toscane, il fatto che la ditta abbia sede nella nostra regione facilita le interazioni fra gli utilizzatori e gli sviluppatori.

Il miglior contesto per Dextgate sono gli uffici in cui l'integrazione telefono-computer tipica del prodotto può veramente aumentare la produttività. Ciò non esclude la possibilità di utilizzare Dextgate anche come puro e semplice centralino: interessante è il caso della Provincia di Pisa, che è l'unica sede in cui la soluzione sperimentata è passata subito in produzione, anche se dal questionario risulta che nel corso della sperimentazione le peculiarità di Dextgate sono state sfruttate in misura minima. Occorre inoltre tenere presente che, visto l'elevato livello di integrabilità della piattaforma Dextgate con altre soluzioni, internamente ad una Amministrazione può avere perfettamente senso appoggiare su Dextgate i telefoni di quei reparti in cui l'integrazione computer-telefono è più utile (es.: l'ufficio relazioni col pubblico) e mantenere in altri settori soluzioni più tradizionali.

### **5. Interoperabilità**

I tre raggruppamenti delle società sperimentatrici hanno accettato di proseguire la sperimentazione per compiere alcune verifiche relative alla interoperabilità delle tre soluzioni, anche se ciò non era previsto nel contratto. In particolare, questo periodo supplementare di sperimentazione è stato dedicato a:

- verificare che, tramite un'opportuna infrastruttura condivisa presso il TIX, telefoni VoIP di sperimentazioni diverse siano in grado di comunicare direttamente tra di loro on-net (utilizzando il protocollo standard SIP)
- verificare la possibilità di utilizzare un repository dinamico delle informazioni relative ai nu-

meri di telefono raggiungibili on-net con le relative informazioni tecniche necessarie per l'instaurazione della telefonata

- verificare la possibilità di interrogare e aggiornare in modo automatico un database di tutti gli utenti contattabili via VoIP all'interno di RTRT con i relativi numeri di telefono associati

## 5.1 Infrastruttura condivisa SIP

È stata messa a punto una soluzione che tiene conto sia delle esigenze di scalabilità (graduale estensione a tutte le Amministrazioni e, se desiderato, ad altre realtà) e che, al tempo stesso, non espone gli IP PBX degli enti al rischio di diventare bersaglio di attacchi di provenienza sconosciuta.

Il problema del corretto instradamento delle chiamate, che presuppone, dato un numero telefonico di destinazione, l'individuazione di un server VoIP in grado di raggiungerlo, è stato risolto ricorrendo alla tecnologia ENUM. In un contesto SIP, ENUM (RFC 3761) utilizza il sistema dei Name Server del Domain Name System (DNS) di Internet per archiviare le regole con cui associare ad un numero telefonico E.164 (numerazione internazionale) indirizzi nativi SIP (detti SIP URI) del tipo `<sip:user@domain>`. Per conoscere la SIP URI associata al numero internazionale +123456789, occorre cercare nel DNS il nome a dominio

9.8.7.6.5.4.3.2.1.enum-root.

Il nome ufficiale da usare al posto di *enum-root* è *e164.arpa*, quindi ai numeri italiani (prefisso internazionale +39) corrispondono nomi a dominio del tipo `.....9.3.e164.arpa`. In molte nazioni, fra cui l'Italia, il ramo ENUM ufficiale non è ancora operativo, per cui chi usa la tecnologia ENUM spesso lo fa su rami diversi da quello ufficiale. Per l'infrastruttura SIP della Regione Toscana si è deciso di attivare il ramo *e164.rtrt.it*: per esempio, per conoscere la SIP URI corrispondente al numero +390554389550 occorre cercare sul DNS il nome a dominio

0.5.5.9.8.3.4.5.5.0.9.3.e164.rtrt.it.

Il ramo *e164.rtrt.it* fa parte del DNS globale, per cui è consultabile da qualunque sistema collegato a Internet. Ciò significa che le informazioni pubblicate sul ramo suddetto sono a disposizione di chiunque abbia accesso a Internet. Diventa quindi facile per un malintenzionato risalire agli indirizzi dei server VoIP associati ai domini SIP pubblicati sul DNS e “bombarli” con messaggi SIP di disturbo. Si è perciò deciso di non pubblicare sul ramo *e164.rtrt.it* i domini SIP dei vari IP PBX, ma di farvi comparire tutti gli archi di numerazione delle Amministrazioni partecipanti come se appartenessero al dominio SIP “voip.rtrt.it”. Presso il TIX è stato attivato un SIP Proxy (nel seguito chiamato “SER del TIX”), basato su software Open Source, che funge da server competente sul dominio *voip.rtrt.it*. La consultazione di *e164.rtrt.it* restituisce sempre una SIP URI del tipo `<sip:numero-e164@voip.rtrt.it>`, con il risultato che il messaggio SIP viene inviato al SER del TIX, a cui spetta il compito di individuare il vero IP PBX di destinazione.

Il SER del TIX, quando riceve una chiamata diretta ad una SIP URI del tipo `sip:numero-e164@voip.rtrt.it`, per individuare il vero IP PBX di destinazione sfrutta la tecnologia ENUM, ma lo fa consultando il ramo *enum.rtrt.it*, che, non essendo agganciato al sistema globale dei Name Server, è consultabile solo da chi invia l'interrogazione direttamente ad un Name Server autoritativo su tale ramo. Il ramo *enum.rtrt.it* è dunque quello che fornisce le regole di trasformazione dal numero e.164 ad una SIP URI scritta nella forma desiderata dall'IP PBX finale (o da un server SIP di transito comunque in grado di instradare la chiamata verso l'IP PBX finale).

Dunque, il ramo *enum.rtrt.it* contiene le regole di trasformazione da numero e.164 a SIP URI così come vengono specificate dai gestori degli IP PBX. Nella sperimentazione si è voluto prevedere anche il caso di eventuali IP PBX che non dispongano di SIP URI permanenti (per esempio, perché l'indirizzo IP pubblico dell'IP PBX viene assegnato dinamicamente). Per questi casi è stata scelta la seguente soluzione:

- l'IP PBX si registra sul registrar del SER del TIX come se fosse uno User Agent SIP (telefono), specificando, come user-id, il numero e.164 più basso del suo arco di numerazione;
- la regola inserita nel ramo dell'ENUM privato (enum.rtrt.it) è identica a quella del ramo pubblico (e164.rtrt.it): la consultazione del ramo privato restituisce una SIP URI del tipo `<sip:numero-e164@voip.rtrt.it>`.
- il SER del TIX, se la consultazione di enum.rtrt.it restituisce una SIP URI con “voip.rtrt.it” a destra del segno “@”, cerca, fra gli utenti registrati, quello la cui user-id indica l'arco di numerazione cui appartiene il numero chiamato e invia la richiesta SIP ad una SIP URI del tipo `<sip:numero-e164@ip-address:port-number>`, dove “ip-address” e “port-number” sono quelli con cui l'IP PBX si è registrato.

L'autenticità dei chiamanti attualmente è ragionevolmente garantita dalle seguenti regole:

- gli IP PBX, oltre ad accettare le chiamate provenienti da utenti interni al loro dominio (inclusi eventuali gateway controllati dal PBX stesso), accettano anche quelle provenienti dall'indirizzo IP del SER del TIX;
- il SER del TIX, quando riceve una chiamata, invia all'originatore una *challenge* con il messaggio “SIP/2.0 407 Proxy Authentication Required”, imponendogli di autenticarsi con user-id e password; possono pertanto inviare chiamate attraverso il SER del TIX solo gli User Agent SIP in grado di farsi riconoscere dal SER con user-id e password.

Un IP PBX, che non sia in grado di usare la tecnologia ENUM, quando deve inoltrare chiamate dirette a numeri e.164 esterni, può inviare in tutti i casi la richiesta al SER del TIX, usando come SIP URI di destinazione il valore `<sip:numero-e164@voip.rtrt.it>`. Naturalmente, l'IP PBX deve essere configurato in modo da poter inoltrare la chiamata attraverso una strada alternativa (per esempio la PSTN) nel caso in cui il SER risponda con un messaggio di errore.

Con questa organizzazione è stato possibile effettuare chiamate on-net fra telefoni di tutte e tre le sperimentazioni. Il risultato è stato positivo anche per la soluzione Cisco, dove in un primo momento un errore nel software del Call Manager aveva impedito il reinstradamento delle chiamate restituite con errore dal SER del TIX.

Ulteriori sviluppi sono auspicabili per superare i seguenti limiti.

- Attualmente il SER del TIX rifiuta le chiamate provenienti da entità SIP che non siano in grado di autenticarsi, per cui le Amministrazioni non possono ricevere telefonate on-net provenienti da soggetti esterni alla comunità RTRT. L'apertura a soggetti esterni alla comunità presuppone un approfondimento dei metodi di protezione da attacchi “denial of service” e delle tecniche per verificare l'autenticità del chiamante.
- Gli IP PBX, per poter rispondere alle *challenge* del SER del TIX, devono operare in modalità B2BUA; occorrerà studiare anche soluzioni basate sul trasporto SIP/TLS per rendere l'infrastruttura utilizzabile anche dai server VoIP che operano in modalità SIP Proxy.

## 5.2 Rubrica condivisa

Presso il TIX è stato attivato un server LDAP (ldap.rtrt.it), detto “LDAP metabase”, che funge da rubrica condivisa. Le applicazioni usate dagli utenti per consultare la rubrica telefonica devono inviare interrogazioni a questo LDAP metabase. Il metabase non possiede archivi locali, ma rilancia le interrogazioni alle rubriche LDAP presenti nei vari enti; il metabase si basa sul valore dell'attributo Organization (O) per individuare la rubrica periferica a cui rilanciare l'interrogazione.

Agli enti viene consigliato di popolare gli attributi “ou, cn, sn, facsimileTelephoneNumber, telephoneNumber, mail” di “inetOrgPerson, person, organizationalPerson”.

Poiché non tutti gli enti mantengono le loro rubriche in una forma consultabile via LDAP, presso il TIX è stato attivato un altro server LDAP, che può essere usato in sola scrittura dagli enti per inseri-

re i dati relativi alla loro Organization. Le interrogazioni relative a questi enti vengono rilanciate dal metabase verso questo server LDAP.

Sono da preferire le soluzioni di telefonia che utilizzano una rubrica LDAP locale, perché in tal caso viene minimizzata la probabilità di disallineamento fra le risposte fornite dal metabase e quelle fornite dalle rubriche locali.

Un altro aspetto da considerare riguarda le funzionalità di “click & dial”. Tutti gli utenti RTRT possono consultare il metabase usando un qualunque strumento in grado di interrogare un server LDAP. Saranno più apprezzati dagli utenti quegli strumenti di consultazione che comprendono anche una funzione di “click and dial” con cui provocare l'attivazione della chiamata fra il telefono dell'utente interrogante e quello restituito dalla ricerca. Tale funzionalità è stata messa a punto per le soluzioni Asterisk e Dextgate, ma è tuttora assente per la soluzione Cisco.

## **6. Conclusioni**

Tutte e tre le piattaforme soddisfano le esigenze dell'Amministrazione Pubblica della Regione, pur rispondendo a filosofie di utilizzo abbastanza diverse. Ogni Amministrazione, nel fare le sue scelte, dovrà tenere conto in primo luogo di quali sono le modalità in cui intende utilizzare il VoIP. Va inoltre ricordato che le tre piattaforme rispettano pienamente gli standard, per cui le possibilità di interoperare sono notevoli e non è fuori luogo immaginare realizzazioni in cui diverse piattaforme vengano fatte coesistere, allo scopo di sfruttare ciascuna nel contesto più appropriato.

Con l'adozione del VoIP, anche la telefonia diventa una delle tante applicazioni informatiche dell'Amministrazione. Così come avviene per tutte le altre applicazioni informatiche, anche per il VoIP occorre prevedere una continua crescita ed evoluzione. Per questo motivo, nel caso in cui si voglia affidare la manutenzione della telefonia a società esterne, queste devono essere selezionate fra quelle con buone competenze informatiche ed elevate capacità di integrazione e di innovazione.



# Sperimentazione VoIP RTRT

## Risultati questionario

### Dati generali

#### Sperimentazioni

ASTERISK            **A**  
CISCO                **C**  
DEXGATE            **D**

UTILIZZATORI	UTENTI	Domande
REFERENTI TECNICI	83	29
	15	45
	<hr/>	
	98	

## Risultati questionario VoIP RTRT

Le celle in verde evidenziano le domande riferite SOLO ai "Referenti Tecnici"		Risposte		Asterisk		Cisco		Dexgate	
Id	Domande	%	A %	C %	D %	num. risp.			
1	Quale è stato il suo ruolo nel corso della sperimentazione?	84.54%	81.82%	90.32%	81.82%	82			
	Utilizzatore								
	Coinvolto anche negli aspetti tecnici della sperimentazione (referente tecnico)	15.46%	18.18%	9.68%	18.18%	15			
		tot. risp.	33	31	33	97			
2	Durante il periodo della sperimentazione ho telefonato	34.74%	25.00%	33.33%	45.45%	33			
	Sempre con il telefono VoIP								
	Più con il telefono VoIP che con quello tradizionale	27.37%	40.63%	20.00%	21.21%	26			
	Con VoIP e tradizionale in ugual misura	13.68%	15.63%	6.67%	18.18%	13			
	Più con il tradizionale che con il VoIP	24.21%	18.75%	40.00%	15.15%	23			
		tot. risp.	32	30	33	95			
3	Come giudica le informazioni che ha ricevuto dalla ditta sperimentatrice riguardo all'uso del VoIP?	23.66%	25.81%	37.93%	9.09%	22			
	Non sono a conoscenza di informazioni passateci dalla ditta sperimentatrice								
	Abbiamo ricevuto informazioni parziali e comunche insufficienti per comprendere in pieno i benefici della soluzione proposta	32.26%	32.26%	27.59%	36.36%	30			
	Giudico sufficiente la quantità di informazioni che ci è stata fornita	44.09%	41.94%	34.48%	54.55%	41			
		tot. risp.	31	29	33	93			
4	Se, pur disponendo del telefono VoIP, ha fatto ricorso anche al telefono tradizionale, fornire qualche motivazione	18.89%	29.03%	13.79%	12.12%	17			
	Avevo provato prima con il VoIP ma non funzionava								
	Sapevo che il mio destinatario non era raggiungibile dal telefono VoIP	21.11%	12.90%	34.48%	15.15%	19			
	Non ricordavo se per raggiungere il destinatario dal VoIP serviva un prefisso particolare	3.33%	0.00%	3.45%	6.06%	3			
	Per le telefonate serie uso il telefono tradizionale per non correre rischi	3.33%	3.23%	3.45%	3.03%	3			
	Altro (specificare)	53.33%	61.29%	51.72%	42.42%	48			
		tot. risp.	33	31	26	90			
5	Dal mio telefono VoIP posso chiamare gli altri telefoni VoIP della mia Amministrazione	98.94%	100.00%	96.67%	100.00%	93			
	Si								
	No	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0			
	Non so	1.06%	0.00%	3.33%	0.00%	1			
		tot. risp.	31	30	33	94			

## Risultati questionario VoIP RTRT

Le celle in verde evidenziano le domande riferite SOLO ai "Referenti Tecnici"		Risposte				
Domande		Asterisk	Cisco	Dexgate	num. risp	
Id		%	A %	C %	D %	
6	Dal mio telefono VoIP posso chiamare tutti i telefoni della mia Amministrazione	90.32%	90.32%	90.00%	90.63%	84
	Si	6.45%	9.68%	10.00%	0.00%	6
	No	3.23%	0.00%	0.00%	9.38%	3
	Non so	tot. risp.	31	30	32	93
7	Dal mio telefono VoIP posso chiamare anche i telefoni esterni	98.92%	96.77%	100.00%	100.00%	92
	Si	1.08%	3.23%	0.00%	0.00%	1
	No	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0
	Non so	tot. risp.	31	30	32	93
8	Il mio telefono VoIP può essere chiamato dagli altri telefoni VoIP della mia Amministrazione	96.74%	100.00%	93.10%	96.88%	89
	Si	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0
	No	3.26%	0.00%	6.90%	3.13%	3
	Non so	tot. risp.	31	29	32	92
9	Il mio telefono VoIP può essere chiamato da tutti i telefoni della mia Amministrazione	83.87%	93.55%	63.33%	93.75%	78
	Si	5.38%	3.23%	13.33%	0.00%	5
	No	10.75%	3.23%	23.33%	6.25%	10
	Non so	tot. risp.	31	30	32	93
10	Il mio telefono VoIP può essere chiamato anche dai telefoni esterni	82.80%	90.32%	63.33%	93.75%	77
	Si	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0
	No	17.20%	9.68%	36.67%	6.25%	16
	Non so	tot. risp.	31	30	32	93
11	Quando arriva una chiamata al mio telefono VoIP, sul display	3.23%	0.00%	10.00%	0.00%	3
	Non compare l'identificatore del chiamante	67.74%	61.29%	66.67%	75.00%	63
	Compare l'identificatore del chiamante corretto	29.03%	38.71%	23.33%	25.00%	27
	Compare un identificatore del chiamante ma non è sempre quello che mi aspetterei (se possibile, descrivere meglio il problema)	tot. risp.	31	30	32	93

## Risultati questionario VoIP RTRT

Le celle in verde evidenziano le domande riferite SOLO ai "Referenti Tecnici"		Asterisk		Cisco		Dexgate	
Id	Domande	Risposte	%	A %	C %	D %	num. risp.
12	Cosa compare sul display di un telefono tradizionale della sua sede di lavoro quando riceve una chiamata da un telefono VoIP?	Non ho avuto la possibilità di usare telefoni tradizionali con display	21.35%	30.00%	3.45%	30.00%	19
		Non compare l'identificatore del chiamante	14.61%	23.33%	13.79%	6.67%	13
		Compare l'identificatore del chiamante corretto	49.44%	33.33%	58.62%	56.67%	44
		Compare un identificatore del chiamante ma non è sempre quello che mi aspetterei (se possibile, descrivere meglio il problema)	14.61%	13.33%	24.14%	6.67%	13
			tot. risp.	30	29	30	89
13	Cosa può dire sulla qualità della voce nelle chiamate originate o ricevute su un telefono VoIP?	Non è mai peggiore di quella che si avrebbe su un telefono tradizionale	51.09%	26.67%	66.67%	59.38%	47
		Talvolta è peggiore di quella che si avrebbe su un telefono tradizionale (se è noto, specificare in quali casi la qualità è peggiore)	39.13%	50.00%	33.33%	34.38%	36
		E' quasi sempre peggiore	9.78%	23.33%	0.00%	6.25%	9
			tot. risp.	30	30	32	92
14	Ha chiamato in VoIP qualche telefono VoIP di altre sedi controllate dalla sua ditta sperimentatrice?	No	11.11%	14.29%	25.00%	0.00%	2
		Ho fatto alcune chiamate, ma non so se si andava direttamente in VoIP o se si passava da rete pubblica	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0
		Ho fatto alcune chiamate passando da rete pubblica	5.56%	0.00%	0.00%	14.29%	1
		Ho fatto alcune chiamate interamente su VoIP, ma non sono soddisfatto della qualità ottenuta	33.33%	42.86%	0.00%	42.86%	6
		Ho fatto alcune chiamate interamente su VoIP e sono soddisfatto della qualità ottenuta	50.00%	42.86%	75.00%	42.86%	9
			tot. risp.	7	4	7	18
15	Mi è capitato di non poter utilizzare il mio telefono VoIP perché non funzionava	Oltre	3.26%	6.67%	3.33%	0.00%	3
		Da 10 a 20 volte	5.43%	3.33%	13.33%	0.00%	5
		Da 5 a 10 volte	7.61%	16.67%	0.00%	6.25%	7
		Da 1 a 5 volte	32.61%	36.67%	33.33%	28.13%	30
		Non mi sono mai accorto di malfunzionamenti	51.09%	36.67%	50.00%	65.63%	47
			tot. risp.	30	30	32	92

## Risultati questionario VoIP RTRT

Le celle in verde evidenziano le domande riferite SOLO ai "Referenti Tecnici"		Asterisk		Cisco		Dexgate	
Id	Domande	Risposte	%	A %	C %	D %	num. risp.
16	Cosa può dire sui malfunzionamenti del servizio VoIP?	Qualche volta nel corso di una telefonata la voce è scomparsa all'improvviso	18.52%	15.63%	25.00%	16.00%	15
		Qualche volta la voce andava in una direzione sola	11.11%	9.38%	16.67%	8.00%	9
		Altro (specificare)	70.37%	75.00%	58.33%	76.00%	57
		tot. risp.		32	24	25	81
17	Quali fra queste affermazioni sono vere riguardo al ripristino del servizio VoIP in seguito a interruzioni?	Non lo so	16.50%	18.42%	12.12%	18.75%	17
		Talvolta è stato necessario un intervento dei tecnici della ditta sperimentatrice	20.39%	36.84%	9.09%	12.50%	21
		Talvolta è stato sufficiente un intervento dei tecnici dell'amministrazione	9.71%	18.42%	6.06%	3.13%	10
		Talvolta il servizio si è riattivato senza la necessità di interventi	19.42%	13.16%	30.30%	15.63%	20
		Non ho avuto problemi	33.98%	13.16%	42.42%	50.00%	35
		tot. risp.		38	33	32	103
18	Ha provato a registrare sul suo server VoIP telefoni SIP (anche softphone) diversi da quelli forniti dalla ditta sperimentatrice?	No	88.24%	85.71%	100.00%	85.71%	15
		Sì, con successo	11.76%	14.29%	0.00%	14.29%	2
		Sì, ma era complicato ed ho preferito rinunciare	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0
		Sì ed ho concluso che non era possibile	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0
		Sì, ma non funzionavano in maniera soddisfacente	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0
		tot. risp.		7	3	7	17
19	Ha potuto partecipare all'attività di configurazione del server VoIP?	No	41.18%	71.43%	33.33%	14.29%	7
		Sì e la giudico un'attività alla portata dei tecnici interni alla nostra Amministrazione	23.53%	28.57%	33.33%	14.29%	4
		Sì, ma non sono ancora in grado di giudicare se l'attività di configurazione sia alla portata dei tecnici interni all'Amministrazione	17.65%	0.00%	33.33%	28.57%	3
		Sì e mi sembra che sia preferibile l'affidamento dell'attività, almeno in parte, ad una ditta esterna	17.65%	0.00%	0.00%	42.86%	3
		tot. risp.		7	3	7	17
20	Per quanto riguarda l'audioconferenza, provi ad esprimere un giudizio scegliendo fra le seguenti risposte:	Utilizzata con successo	17.59%	10.00%	16.67%	25.00%	16
		Utilizzata con inconvenienti (specificare quali)	4.35%	3.33%	3.33%	6.25%	4
		Non utilizzata	78.26%	86.67%	80.00%	68.75%	72
		tot. risp.		30	30	32	92

## Risultati questionario VoIP RTRT

Le celle in verde evidenziano le domande riferite SOLO ai "Referenti Tecnici"						
Domande	Risposte	Asterisk		Cisco		Dexgate
Id		%	A %	C %	D %	num. risp.
21	Per quanto riguarda la segreteria telefonica, provi ad esprimere un giudizio scegliendo fra le seguenti risposte: Non utilizzata Utilizzata con successo Utilizzata con inconvenienti (specificare quali)	77.17% 18.48% 4.35%	53.33% 33.33% 13.33%	96.67% 3.33% 0.00%	81.25% 18.75% 0.00%	71 17 4
		tot. risp.	30	30	32	92
22	Per quanto riguarda il fax, provi ad esprimere un giudizio scegliendo fra le seguenti risposte: Non utilizzata Utilizzata con successo Utilizzata con inconvenienti (specificare quali)	68.75% 18.75% 12.50%	83.33% 16.67% 0.00%	100.00% 0.00% 0.00%	42.86% 28.57% 28.57%	11 3 2
		tot. risp.	6	3	7	16
23	Per quanto riguarda la funzionalità di click & dial (attivazione della chiamata da web), provi ad esprimere un giudizio scegliendo fra le seguenti risposte: Non utilizzata Utilizzata con successo Utilizzata con inconvenienti (specificare quali)	71.74% 26.09% 2.17%	76.67% 23.33% 0.00%	96.67% 0.00% 3.33%	43.75% 53.13% 3.13%	66 24 2
		tot. risp.	30	30	32	92
24	Per quanto riguarda la funzionalità di direttore/segretaria, provi ad esprimere un giudizio scegliendo fra le seguenti risposte: Non utilizzata Utilizzata con successo Utilizzata con inconvenienti (specificare quali)	80.00% 20.00% 0.00%	66.67% 33.33% 0.00%	100.00% 0.00% 0.00%	83.33% 16.67% 0.00%	12 3 0
		tot. risp.	6	3	6	15
25	Come giudicherebbe un progetto di conversione al VoIP di tutta la telefonia della sua Amministrazione? Uno spreco di soldi e di energie con cui si rischia di far funzionare peggio ciò che funzionava bene Una trasformazione utile, ma non prioritaria Una trasformazione da affrontare al più presto, in considerazione dei benefici che ne derivano Altro (specificare)	0.00% 47.06% 17.65% 35.29%	0.00% 66.67% 16.67% 16.67%	0.00% 50.00% 25.00% 25.00%	0.00% 28.57% 14.29% 57.14%	0 8 3 6
		tot. risp.	6	4	7	17
26	L'installazione si è conclusa con successo o ha dovuto accettare dei compromessi? Se sì, quali? Conclusa con successo Ho dovuto accettare dei compromessi L'installazione non è ancora conclusa	53.33% 46.67% 0.00%	83.33% 16.67% 0.00%	33.33% 66.67% 0.00%	33.33% 66.67% 0.00%	8 7 0
		tot. risp.	6	3	6	15

## Risultati questionario VoIP RTRT

Le celle in verde evidenziano le domande riferite SOLO ai "Referenti Tecnici"						
Domande	Risposte	Asterisk		Cisco		Dexgate
Id		%	A %	C %	D %	num. risp.
27	Quali problemi ha riscontrato nell'attivazione del VoIP?	40.91%	44.44%	100.00%	27.27%	9
	Interfaciamento con il centralino legacy	18.18%	11.11%	0.00%	27.27%	4
	Problemi sulle prestazioni WAN	4.55%	11.11%	0.00%	0.00%	1
	Malfunzionamenti del centralino VoIP	9.09%	22.22%	0.00%	0.00%	2
	Mentalità degli utenti	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0
	Malfunzionamenti dei telefoni	27.27%	11.11%	0.00%	45.45%	6
	Altro	tot. risp.	9	2	11	22
28	Per l'attivazione del servizio cosa ha dovuto 'aprire' sul tuo firewall?	7.69%	20.00%	0.00%	0.00%	1
	Niente	92.31%	80.00%	100.00%	100.00%	12
	Un numero ragionevole di porte	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0
	Troppo (altrimenti non funzionava)	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0
	Altro (specificare)	tot. risp.	5	2	6	13
29	Per quanto riguarda la rubrica, provi ad esprimere un giudizio scegliendo fra le seguenti risposte:	44.57%	43.33%	50.00%	40.63%	41
	Non utilizzata	41.50%	33.33%	36.67%	53.13%	38
	Utilizzata con successo	14.13%	23.33%	13.33%	6.25%	13
	Utilizzata con inconvenienti (specificare quali)	tot. risp.	30	30	32	92
30	Per quanto riguarda la funzionalità di storico delle chiamate, provi ad esprimere un giudizio scegliendo fra le seguenti risposte:	24.18%	10.34%	33.33%	28.13%	22
	Non utilizzata	69.23%	72.41%	66.67%	68.75%	63
	Utilizzata con successo	6.59%	17.24%	0.00%	3.13%	6
	Utilizzata con inconvenienti (specificare quali)	tot. risp.	29	30	32	91
31	Per quanto riguarda la funzionalità di deviazione di chiamata, provi ad esprimere un giudizio scegliendo fra le seguenti risposte:	30.77%	40.00%	50.00%	16.67%	4
	Non utilizzata	38.46%	20.00%	50.00%	50.00%	5
	Utilizzata con successo	30.77%	40.00%	0.00%	33.33%	4
	Utilizzata con inconvenienti (specificare quali)	tot. risp.	5	2	6	13

## Risultati questionario VoIP RTRT

Le celle in verde evidenziano le domande riferite SOLO ai "Referenti Tecnici"		Risposte		Asterisk		Cisco		Dexgate	
Id	Domande			%	A %	C %	D %	num. risp.	
32	Per quanto riguarda la funzionalità di chat, provi ad esprimere un giudizio scegliendo fra le seguenti risposte:	Non utilizzata		69.23%	80.00%	100.00%	50.00%	9	
		Utilizzata con successo		15.38%	20.00%	0.00%	16.67%	2	
		Utilizzata con inconvenienti (specificare quali)		15.38%	0.00%	0.00%	33.33%	2	
			tot. risp.		5	2	6	13	
33	Per quanto riguarda l'interoperabilità H.323, provi ad esprimere un giudizio scegliendo fra le seguenti risposte:	Non utilizzata		92.31%	80.00%	100.00%	100.00%	12	
		Utilizzata con successo		7.69%	20.00%	0.00%	0.00%	1	
		Utilizzata con inconvenienti (specificare quali)		0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0	
			tot. risp.		5	2	6	13	
34	Per quanto riguarda la funzionalità di report e statistiche, provi ad esprimere un giudizio scegliendo fra le seguenti risposte:	Non utilizzata		76.92%	80.00%	100.00%	66.67%	10	
		Utilizzata con successo		23.08%	20.00%	0.00%	33.33%	3	
		Utilizzata con inconvenienti (specificare quali)		0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0	
			tot. risp.		5	2	6	13	
35	Qual'è la funzionalità complessiva del VoIP percepita dai suoi utenti?	Ottima		13.33%	14.29%	0.00%	14.29%	2	
		Buona		20.00%	14.29%	100.00%	14.29%	3	
		Sufficiente		26.67%	28.57%	0.00%	28.57%	4	
		Scarsa		20.00%	42.86%	0.00%	0.00%	3	
		Inaccettabile		0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0	
		Altro (specificare)		20.00%	0.00%	0.00%	42.86%	3	
			tot. risp.		7	1	7	15	
36	Qual'è stata la 'operatività' della ditta installatrice a fronte di problemi?	Ottima		30.77%	20.00%	0.00%	50.00%	4	
		Buona		69.23%	80.00%	100.00%	50.00%	9	
		Sufficiente		0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0	
		Scarsa		0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0	
		Inaccettabile		0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0	
		Altro (specificare)		0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0	
			tot. risp.		5	2	6	13	

## Risultati questionario VoIP RTRT

Le celle in verde evidenziano le domande riferite SOLO ai "Referenti Tecnici"		Risposte				
Id	Domande	Asterisk	Cisco	Dexgate	num. risp	
37	Per quanto riguarda il telefono VoIP fisico, provi ad esprimere un giudizio scegliendo fra le seguenti risposte:	Funzionale	67.78%	70.00%	67.74%	61
		Intuitivo	12.22%	20.00%	9.68%	11
		Scasso	7.78%	3.33%	6.45%	7
		Malfunzionante	1.11%	0.00%	0.00%	1
		Altro	11.11%	6.67%	16.13%	10
		tot. risp.	29	30	31	90
38	Le chiamate sono sempre andate a buon fine?	Si	72.53%	70.00%	81.25%	66
		No	15.38%	20.00%	9.38%	14
		Talvolta..	12.09%	10.00%	9.38%	11
			tot. risp.	29	30	32
39	Ha provato ad utilizzare l'interfaccia web?	Non utilizzata	62.64%	93.33%	37.50%	57
		Utilizzata con successo	30.77%	3.33%	46.88%	28
		Utilizzata con inconvenienti (specificare quali)	6.59%	3.33%	15.63%	6
		tot. risp.	29	30	32	91
40	Preferisce sfruttare i servizi utilizzando il telefono o l'interfaccia web?	Il telefono	79.31%	88.46%	71.88%	69
		L'interfaccia web	20.69%	11.54%	28.13%	18
			tot. risp.	29	26	32
41	Il VoIP, rispetto al telefono tradizionale, ha più o meno servizi utili?	Più servizi utili	95.35%	92.59%	100.00%	82
		Meno servizi utili	4.65%	7.41%	0.00%	4
			tot. risp.	29	27	30
42	Qual'è il suo giudizio complessivo sulla sua sperimentazione VoIP?	Ottimo	13.83%	20.69%	18.18%	13
		Buono	46.81%	41.38%	48.48%	44
		Sufficiente	23.40%	24.14%	24.24%	22
		Scasso	4.26%	6.90%	0.00%	4
		Inaccettabile	1.06%	3.13%	0.00%	1
	Altro (specificare)	10.64%	15.63%	9.09%	10	
		tot. risp.	32	29	33	94

# VoIP RTRT

## **Infrastruttura VoIP per la Rete Telematica Regionale Toscana (RTRT)**

Allegato C

### **Funzionamento infrastruttura centrale VoIP-RTRT**

#### **Sommario**

1	Specifiche di interconnessione all'infrastruttura VoIP.....	2
1.1	Provisioning dell'account.....	2
1.2	Registrazione e autenticazione.....	2
1.3	Instradamento on-net.....	2
1.4	Invio e ricezione di chiamate.....	3
2	Interazioni tra IP PBXs, Proxy SIP e DNS Enum.....	4
2.1	Scenario.....	4
2.2	Centro stella.....	4
2.3	Provisioning e configurazione IP PBX Enti.....	5
2.4	Setup di una chiamata tra due sedi.....	5
3	Architettura e modalità di accesso al server LDAP presso il TIX.....	8
3.1	Descrizione della soluzione LDAP.....	10

# 1 Specifiche di interconnessione all'infrastruttura VoIP

In questo paragrafo sono fornite le informazioni necessarie per interconnettere un IP PBX di un generico Ente all'infrastruttura VoIP di RTRT.

## 1.1 Provisioning dell'account

L'Ente che vorrà interconnettersi all'infrastruttura dovrà fornire i seguenti dati obbligatori:

- arco di numerazione RTG gestito dall'IP PBX

Facoltativamente potrà fornire anche:

- una o più espressioni regolari per il mapping da numerazione e164 a sip uri (contenente un nome a dominio o IP dell'IP PBX) da inserire nell'Enum privato (**enum.rtrt.it**).

Verrà fornito all'Ente una coppia username/password, dove lo username sarà per convenzione il capofila dell'arco.

## 1.2 Registrazione e autenticazione

Ogni IP PBX si registrerà sul Proxy/Registrar dell'infrastruttura con le credenziali fornite in fase di provisioning. Le stesse credenziali verranno richieste per le chiamate dirette verso il proxy.

Il meccanismo di autenticazione è la digest authentication.

Oltre alle credenziali i dati necessari per la registrazione sono:

- dominio: **voip.rtrt.it**
- indirizzo: **voip.rtrt.it**

## 1.3 Instradamento on-net

L'IP PBX potrà decidere di instradare la chiamata on-net in base ad una query Enum sulla numerazione E164 del chiamato sulla zona pubblica **e164.rtrt.it**.

Tale query dovrà essere effettuata sulla numerazione chiamata comprensiva di prefisso internazionale: ad esempio, per il numero 055.1234567, verrà effettuata una query per i record NAPTR relativi a:

**7.6.5.4.3.2.1.5.5.0.9.3.e164.rtrt.it**

Se il risultato è positivo (a prescindere da quanto ritornato) ha senso l'instradamento verso il proxy SIP di RTRT.

E' altresì vero che:

1. il PBX periferico può analizzare la risposta e comportarsi secondo diverse policy definite dall'amministratore di sistema: ad ogni modo, nella zona pubblica dell'Enum non sarà riportato l'IP dell'IP PBX corrispondente, ma solo una espressione regolare che darà origine ad un sip uri del tipo:

`"sip:+390551234567@voip.rtrt.it"`

in generale nella zona pubblica potranno comunque essere inseriti più URI qualora la stessa numerazione sia raggiungibile attraverso diversi protocolli (es. IAX, ecc.).

2. qualora l'IP PBX periferico non supporti Enum, potrà comunque inoltrare un INVITE con request-URI del tipo:

`"sip:+390551234567@voip.rtrt.it"`

demandando l'effettuazione della query Enum al proxy SIP: in caso di numerazione non presente sull'Enum il proxy risponderà con un codice d'errore **404**, permettendo all'IP PBX di effettuare failover su PSTN.

3. qualora l'INVITE venga inoltrato senza prefisso internazionale nel **Req-URI**, il proxy considererà implicitamente il numero chiamato come numero italiano e vi anteporrà il prefisso internazionale.

## **1.4 Invio e ricezione di chiamate.**

**L'IP PBX che intende inviare una chiamata** ad un numero raggiungibile via voip costruisce un INVITE con i campi valorizzati in modo opportuno.

In particolare, per una chiamata dal numero 055.7654321 allo 055.1234567, il campo **Req-URI** sarà valorizzato in base al risultato della query Enum oppure tenendo presenti la note 2 e 3 di cui sopra:

`sip:+390551234567@voip.rtrt.it`

Gli altri headers possono essere valorizzati a discrezione dell'IP PBX chiamante, tenendo presente che le user part degli header **From** e del **Req-URI** verranno utilizzate in linea di massima dall'IP PBX ricevente per la ricostruzione delle informazioni di CgPtyNum e CdPtyNum.

**L'IP PBX di destinazione riceverà** quindi l'INVITE da cui potrà estrapolare le informazioni su numero chiamante e numero chiamato dai campi **From** e **Req-URI**.

Mentre il campo **From** sarà valorizzato dal sistema chiamante (e quindi non è possibile fare assunzioni a priori sul suo contenuto), la **Req-URI** sarà invece elaborata dal proxy secondo la corrispondente espressione regolare fornita in fase di provisioning dall'Ente e inserita nella zona privata **enum.rtrt.it**.

Qualora l'Ente non abbia fornito alcuna espressione regolare da inserire nell'Enum, la user part della **Req-URI** sarà il numero chiamato completo di prefisso internazionale (+39 per l'Italia), mentre la domain part sarà l'IP (ed un'eventuale porta) ricavato dalla procedura di registrazione sul proxy (quindi aggiornato dinamicamente).

## 2 Interazioni tra IP PBXs, Proxy SIP e DNS Enum

In questo paragrafo viene chiarito come avviene il setup di una chiamata on net tra due sedi di sperimentazione del progetto.

### 2.1 Scenario

Si considerino due sedi di sperimentazione generiche: Ente A ed Ente B.

L'IP PBX dell'Ente A gestisce un arco di numerazione PSTN (sia essa di fase 2 o fase 3) 0550000100 -> 0550000199 e una corrispondente numerazione di fase 4 0558888100-0558888199, ove presente.

L'IP PBX dell'Ente B gestisce un arco di numerazione PSTN (sia essa di fase 2 o fase 3) 0550001100 -> 0550001199 e una corrispondente numerazione di fase 4 0558889100-0558889199, ove presente.

L'IP PBX dell'Ente A è raggiungibile, per la segnalazione sip, all'indirizzo ip 100.100.100.100:2060

L'IP PBX dell'Ente B è raggiungibile, per la segnalazione sip, all'indirizzo ip 200.200.200.200:4060

Si noti che questi dati sono i più generici possibili:

per quanto riguarda la fonia, il dato consiste nel sottoarco della numerazione gestita dall'IP PBX *oppure* in tutta la numerazione gestita dall'Ente (che è totalmente servito da IP PBX) *oppure* nella numerazione gestita dall'IP PBX + la numerazione legacy dell'Ente; **in generale**, tutte quelle numerazioni per cui l'IP PBX è in grado di instradare la chiamata verso l'interno corrispondente.

per quanto riguarda l'indirizzamento IP, il dato consiste nell'IP pubblico statico assegnato all'IP PBX *oppure* in un IP pubblico natato 1a1 su un IP privato nella LAN dell'Ente *oppure* un IP pubblico e una porta natata/forwardata verso una porta su un IP privato nella LAN dell'Ente; **in generale**, è una coppia IP-Porta verso cui si invia la segnalazione SIP relativa a tale Ente.

### 2.2 Centro stella

Il centro stella dell'architettura è composto da un proxy SIP basato su SER e un DNS Enum basato su Bind.

Per quanto riguarda il DNS Enum, esso è configurato per rispondere a query su due zone:

- una pubblica, **e164.rtrt.it**
- una privata, **enum.rtrt.it**, interrogabile solo effettuando query dirette al server presso il TiX

L'utilizzo di queste due zone verrà chiarito in seguito in questo documento.

Il DNS Enum è implementato con due server (installati presso la server farm del TiX) con sistema operativo GNU/Linux che fungono dunque da DNS Enum primario e secondario, rispettivamente con indirizzi IP 159.213.226.65 e 159.213.226.66.

Per quanto riguarda il proxy SIP SER esso è configurato come Proxy e Registrar per il dominio voip.rtrt.it ed è installato in alta affidabilità su due server con sistema operativo GNU/Linux: esso risponde sulla porta 5060 all'indirizzo IP virtuale **voip.rtrt.it** (159.213.226.82).

## 2.3 Provisioning e configurazione IP PBX Enti

I dati minimi che ogni Ente dovrà fornire per la configurazione a livello di centro stella sono:

- arco di numerazione PSTN
- ove presente, arco di numerazione VoIP

Gli Enti potranno fornire anche delle regole personalizzate da inserire nella zona privata dell'Enum.

Gli IP PBX degli Enti si registrano sul Registrar voip.rtrt.it con le seguenti impostazioni:

Registrar: voip.rtrt.it

Domain: voip.rtrt.it

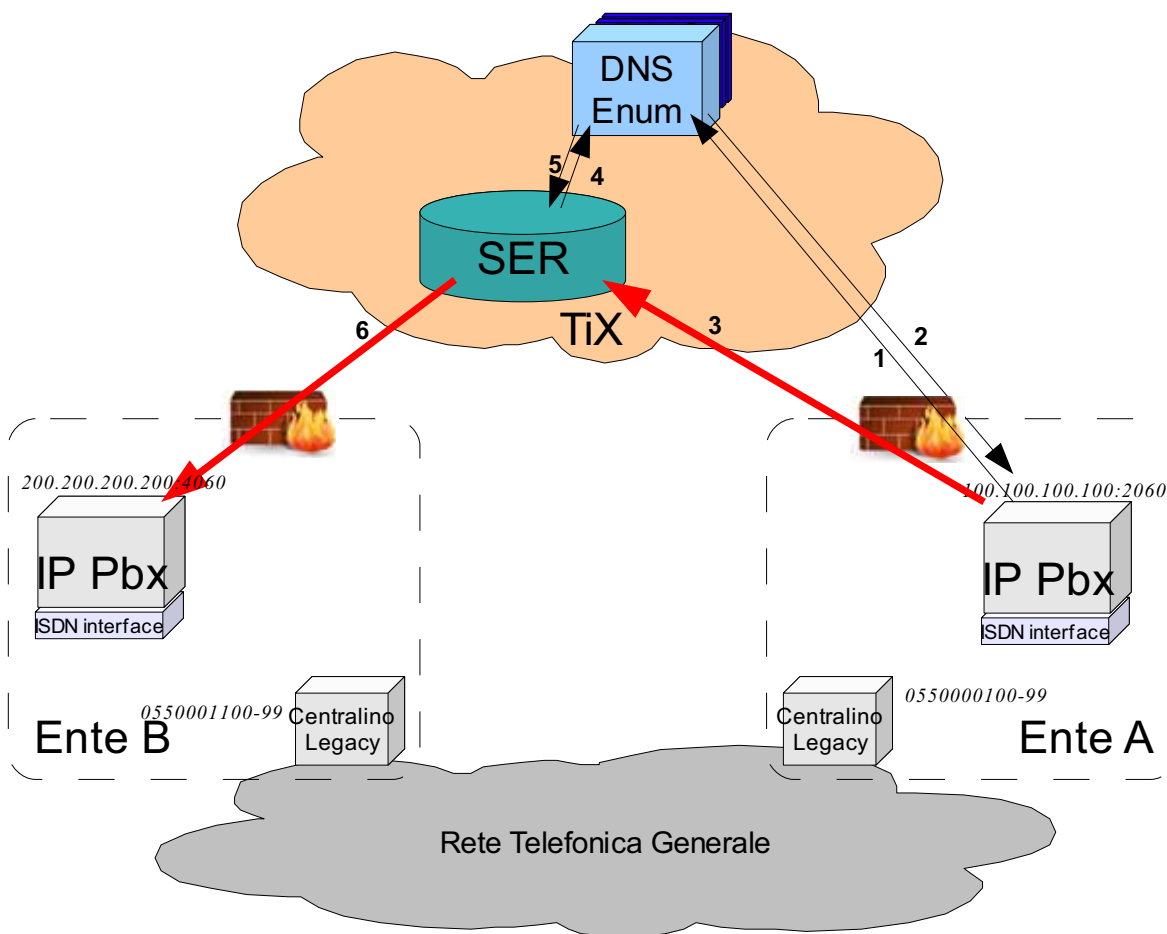
Username: <capofila\_numerazione\_pstn>

Password: <fornita\_in\_fase\_di\_provisioning>

Ad esempio l'Ente A si registrerà con lo username 0550000100 e una password comunicata all'attivazione dell'account.

L'utilizzo del capofila come username è una convenzione.

## 2.4 Setup di una chiamata tra due sedi



*Legenda:*            *in nero, query e relative risposte DNS*  
                      *in rosso, SIP request (INVITE)*  
  
                      *(lo schema si riferisce a due Enti in fase 2, ma l'algoritmo di routing è applicabile anche alle altre situazioni)*

Qui di seguito viene descritto l'algoritmo di instradamento di una telefonata.

Poniamo il caso di una chiamata telefonica da un interno dell'Ente A ad un altro interno dell'Ente B (entrambi raggiungibili con selezione passante), ad esempio da 055.0000120 a 055.0001130.

L'IP PBX dell'Ente A effettua una query DNS (freccia 1) per il numero chiamato 0550001130 sulla zona pubblica **e164.rtrt.it** (tale query potrà essere fatta su qualsiasi DNS), ovvero:

```
0.3.1.1.0.0.0.5.5.0.9.3.e164.rtrt.it.
```

Il DNS Enum, grazie al provisioning effettuato in fase di prima configurazione, conterrà un record del tipo:

```
1.1.0.0.0.5.5.0.9.3.e164.rtrt.it. .... "!^(.*)$!sip:\\1@voip.rtrt.it!"
```

Il DNS Enum risponde (freccia 2) alla query in modo positivo: al momento, **non è necessario** che l'IP PBX esamini il risultato della query, ma può direttamente inoltrare la chiamata verso il SER in quanto la risposta positiva sta a significare che il numero è raggiungibile via VoIP.

*L'IP PBX può comunque analizzare il risultato della query e comportarsi secondo policy diverse se, ad esempio, l'URI ritornato non è un SIP URI. In futuro sarà possibile anche ricevere risposte positive con SIP URI che rimandino ad altre community voip, ma è auspicabile che la segnalazione relativa alle chiamate in outbound verso queste altre community passi comunque attraverso il proxy SIP di RTRT.*

*Si noti inoltre che l'Enum ritorna non un SIP URI subito utilizzabile, ma l'espressione regolare configurata per il record richiesto. E' a carico del centralino l'applicazione dell'espressione regolare al numero chiamato, in modo da ottenere un SIP URI consistente ed utilizzabile per l'instradamento della chiamata VoIP.*

Quindi l'esito positivo della query DNS comporta l'instradamento della chiamata verso il SER di RTRT: l'IP PBX invia una sip request INVITE (freccia 3).

*La query DNS (1) teoricamente dovrebbe essere effettuata per ogni chiamata uscente dal sistema IP PBX: qualora il chiamato non sia un numero raggiungibile via VoIP, il fallimento della query indica al centralino IP che la chiamata deve essere instradata attraverso le linee PSTN con le metodologie proprie di ogni sperimentazione; equivalenti procedure di trabocco dovrebbero essere adottate dall'IP PBX chiamante in caso di server DNS non raggiungibile o funzionante.*

Tale request dovrà essere valorizzata come indicato nel documento "Specifiche di interconnessione all'infrastruttura VoIP".

L'INVITE viene quindi ricevuto dal proxy, autenticato (con il meccanismo di Proxy-Authentication qui non riportato) ed elaborato; il proxy SIP effettua quindi una seconda query DNS Enum sulla zona privata **enum.rtrt.it** per il numero che appare nella user part della Req-URI, cioè il numero chiamato, ovvero 0550001130.

La query (freccia 4) è esattamente la stessa che ha effettuato l'IP PBX periferico, soltanto che stavolta viene effettuata sulla zona privata e ne viene valutato il risultato (freccia 5).

Il risultato dipende dal tipo di provisioning che è stato fatto sull'Enum privato.

*Attualmente dal proxy SIP viene fatta, come riportato qui sopra, un'unica query DNS (4) sulla zona privata: in futuro, quando sarà attiva una gerarchia Enum nazionale o sarà necessario interconnettersi verso altre community con altri "private Enum", il proxy dovrà effettuare una o più query aggiuntive. Questo per lasciare come punto di concentrazione della segnalazione (e della risoluzione Enum) il proxy SIP.*

A questo punto possono aversi due casi:

Nel caso in cui l'Ente abbia provveduto a popolare i propri record Enum, il nuovo Request-URI sarà il risultato dell'applicazione della corrispondente espressione regolare al numero chiamato.

Nel caso dell'Ente B l'Enum privato potrebbe essere stato popolato così:

```
1.1.0.0.0.5.5.0.9.3.enum.rtrt.it. .. "!^(.*)$!sip:\\1@200.200.200.200:4060!"
```

(in generale l'Ente può scegliersi la propria regola di mapping)

In questo caso quindi la Request-URI risultante sarà:

```
sip:+390550001130@200.200.200.200:4060
```

Nel caso particolare in cui l'Ente chiamato non abbia fornito proprie regole di mapping, il risultato sarà un sip uri del tipo:

```
sip:<username>@voip.rtrt.it
```

dove <username> è il nome utente con cui si registra l'IP PBX su cui è attestato il numero chiamato: in questo caso, ad esempio, il sip uri ritornato sarà sip:0550001100@voip.rtrt.it .

Tale risultato sarà dovuto a dei record Enum creati automaticamente in fase di provisioning dell'account sip.

In questo caso il proxy, riconoscendo il dominio **voip.rtrt.it**, provvede ad effettuare una ricerca dello username 0550001100 tra gli account registrati, individua l'IP e la porta verso cui inoltrare l'INVITE, effettua il rewrite del Request-URI ottenendo nel caso in esame:

```
sip:+390550001130@100.100.100.100:2060
```

si noti che in questa Request-URI è comunque presente il numero effettivamente chiamato e non il capofila; quest'ultimo infatti, viene utilizzato solo per scopi interni al SER, ovvero l'individuazione dell'account chiamato.

Il proxy provvederà quindi ad effettuare il relay del messaggio (freccia 6) verso la Request-URI ottenuta.

Si noti che:

1. le numerazioni di fase 4 possono essere gestite in maniera analoga aggiungendo ulteriori regole (sia nella zona pubblica che nella zona privata) per gli archi di numerazione relativi.
2. il sistema così pensato garantisce l'integrazione di sistemi che non supportano la risoluzione tramite Enum; infatti un IP PBX che non ha capacità Enum può direttamente instradare ogni chiamata uscente verso il proxy SIP (secondo i parametri riportati nelle "Specifiche d'interconnessione"): sarà quest'ultimo che, qualora ottenga un risultato "negativo" alla query DNS sulla zona **enum.rtrt.it**, si occuperà di notificare all'IP PBX il fallimento dell'instradamento tramite un codice d'errore opportuno (ad esempio un response code 404): a questo punto l'IP PBX adotterà le opportune politiche di trabocco.
3. il sistema prevede anche la gestione del failover in caso di chiamato non raggiungibile temporaneamente (a causa di down sulla connettività IP di RTRT, ad esempio); in questo caso il proxy SIP si accorge della mancata risposta del chiamato e invia al chiamante un opportuno codice d'errore (diverso dal precedente, ad esempio il response code 480).
4. è previsto inoltre che il proxy **non** funzioni in modalità mediaproxy, migliorando la scalabilità della soluzione, e quindi lo stream RTP sarà instaurato direttamente tra i due IP PBX coinvolti nella sessione: solo la segnalazione SIP continuerà a passare attraverso il proxy.

### 3 Architettura e modalità di accesso al server LDAP presso il TIX

Gli elementi di una *directory LDAP* presentano una struttura gerarchica che riflette confini geografici e/o organizzativi che ben si adatta alla pubblicazione dei dati della rubrica per il VOIP della Regione Toscana.

Nel caso della directory che pubblicherà l'address book degli Enti della Regione Toscana raggiungibili tramite VOIP, ogni Ente verrà identificato come Organization (O) che potrà contenere al suo interno delle Organizational Unit (OU) per riflettere l'organizzazione interna e facilitare le ricerche e rendere più dettagliati i risultati.

Gli Enti dovranno rendere fruibili tramite query LDAP i dati dei propri contatti siano essi su PBX legacy o su IP PBX.

L'Ente dovrà fornire le credenziali e i dati per l'accesso ad un proprio server LDAP (modalità POP), abilitando le connessioni dall'indirizzo IP del metabase LDAP presso il TIX e comunicando tutti i dati relativi per l'accesso:

- Indirizzo IP del server
- Porta
- DN
- Credenziali per il binding.

Si farà riferimento agli attributi di inetOrgPerson, person, OrganizationalPerson ed in particolare si consiglia di popolare i seguenti attributi:

ou, cn, sn, facsimileTelephoneNumber, telephoneNumber, mail.

Potranno essere popolati altri attributi, e l'attributo distintivo per l'utente sarà **UID**.

Qualora un ente non disponga di un server LDAP da cui prelevare i dati, saranno fornite delle credenziali di accesso in scrittura per la propria Organization sulla directory LDAP presso il TIX (modalità PUSH). In pratica l'amministratore della Directory creerà un account con gli apposti diritti di scrittura per la sua Organization tipo:

```
uid=ente, cn=Directory Administrators, l=Toscana, c=IT  
Password
```

Sarà cura dell'Ente provvedere all'aggiornamento dei dati.

I dati provenienti dalle sorgenti LDAP remote o locali verranno aggregati e pubblicati dal metabase LDAP che avrà indirizzo: **ldap.rtrt.it**. Questo server

sarà accessibile in sola lettura e potrà quindi essere completamente pubblico. La directory LDAP in cui scriveranno gli Enti che non dispongono di una sorgente dati LDAP sarà completamente privata ed accessibile dagli enti con filtraggio sia a livello di firewall che di credenziali.

Qualora, per motivi di performance, si rendesse necessario un accesso locale (presso l'Ente) ai dati della rubrica, sarà possibile abilitare la funzione di LDAP replica fra il metabase LDAP del TIX con funzioni di master e un LDAP slave presso l'Ente.

La responsabilità delle informazioni pubblicate sulla rubrica centralizzata, in termini di veridicità e di gestione della privacy, sarà a carico dei singoli Enti. Le informazioni fornite dagli Enti saranno accessibili dal personale di ogni altro Ente.

Di seguito la rappresentazione schematica delle possibili connessioni. La distinzione dei server al TIX è puramente "logica" e non fisica. A livello fisico ci saranno due server in cluster su cui "gireranno" tutti i servizi.

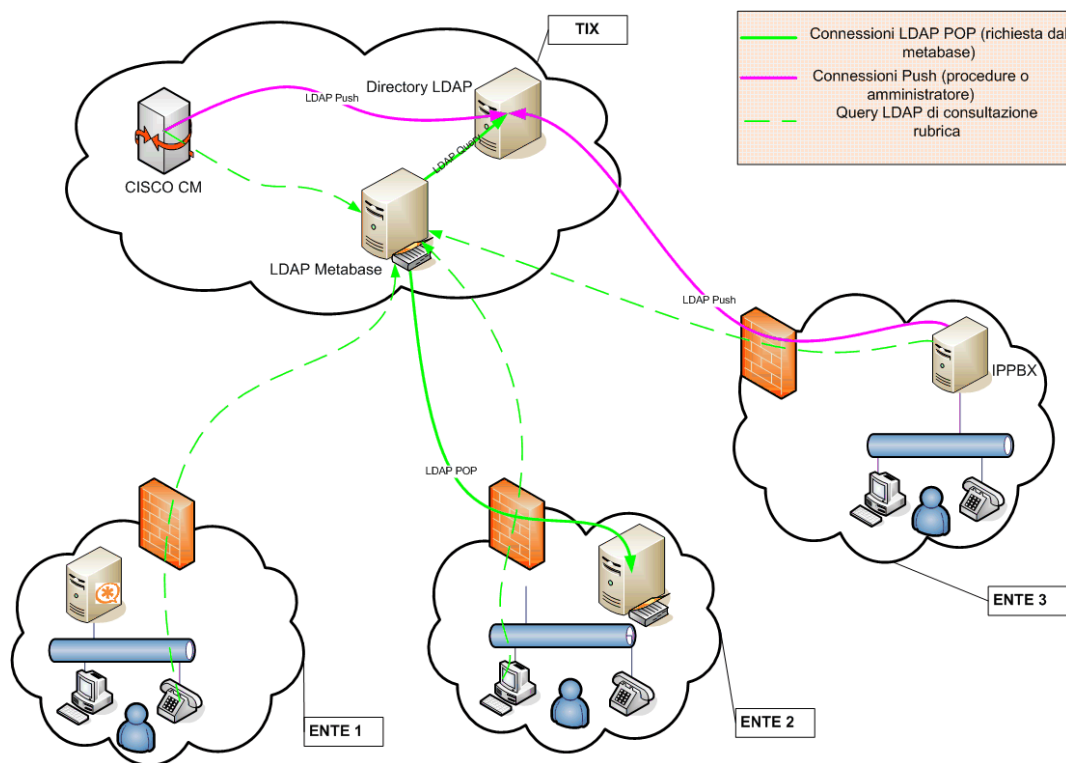


Figura 1: Architettura LDAP

### 3.1 Descrizione della soluzione LDAP

Il server indicato in figura 1 come Directory LDAP è un DIT di sola scrittura; agli Enti che ne faranno richiesta saranno fornite le credenziali di accesso per amministrare le proprie Organization, ed eventualmente Organizational Unit, con delega anche ad altri utenti.

In pratica questi potranno popolare il database LDAP manualmente o con delle procedure automatiche presenti sugli IPPBX o altri programmi installati presso l'Ente.

Il metabase LDAP è un DIT di sola lettura che pubblica i dati prelevati da sorgenti LDAP locali o remote.

Per chiarire il meccanismo di seguito viene riportato il meccanismo di funzionamento per un caso pratico:

GRT dispone di una sorgente LDAP: ldap.regione.toscana.it con DN

ou=Giunta Regionale, o=Regione Toscana, c=IT

i dati vengono prelevati dinamicamente da questa.

Il metabase si occupa inoltre di ripulire i numeri di telefono da caratteri inutili o completarli con radici o prefissi.

Eventuali numeri di telefono aggiuntivi andranno pubblicati utilizzando più volte l'attributo telephoneNumber - in altre parole per ogni persona l'attributo sarà ripetuto tante volte quanti sono i suoi numeri di telefono.

Il directory server ed il metabase potranno avere degli alberi (DIT - Directory Information Tree) diversi; sulla directory LDAP si farà ricorso a un unico albero con root l=Toscana, c=IT e delle Organization per ogni ente; queste al loro interno potranno contenere delle Organizational Unit per evidenziare l'organizzazione interna dell'Ente.

Parametri per il binding in scrittura:

**ldap-push.rtrt.it**

**porta 389**

*Le credenziali per l'accesso verranno assegnate ad ogni "Organization"*

Parametri per la consultazione:

**ldap.rtrt.it**

**porta 389**

**L'RDN è l=Toscana, c=IT**

# VoIP RTRT

## **Infrastruttura VoIP per la Rete Telematica Regionale Toscana (RTRT)**

Allegato D

### **Specifiche di interoperabilità VoIP**

#### **1 Premessa**

La telefonia basata su IP si sta gradualmente diffondendo nelle aziende e nelle amministrazioni pubbliche. Molto spesso, però, si finisce per utilizzare il trasporto su IP solo all'interno dell'azienda. Per le telefonate dirette o provenienti dall'esterno si ricorre ad un gateway (collocato presso l'azienda stessa oppure presso un operatore di telefonia VoIP), che garantisce le comunicazioni fra il mondo VoIP aziendale e il mondo esterno, dove si continuano ad usare le soluzioni tradizionali. Il risultato è che le chiamate fra due aziende dotate di telefonia su IP continuano a transitare attraverso la rete pubblica tradizionale (Public Switched Telephone Network o PSTN). Le telefonate inter-aziendali continuano pertanto ad essere tariffate come prima e mantengono le limitazioni tecniche della telefonia tradizionale, come il taglio delle frequenze audio superiori a 4 KHz e la scarsa utilizzabilità delle comunicazioni video.

Alcuni operatori commerciali VoIP si stanno confederando, allo scopo di permettere ai loro clienti di telefonarsi senza transitare attraverso la PSTN. Ogni operatore facente parte della federazione, quando vede che la chiamata è diretta ad un cliente di un altro operatore federato, la passa direttamente in modalità VoIP all'operatore destinatario. In questo modo le chiamate fra soggetti diversi, pur evitando l'attraversamento della PSTN, transitano comunque attraverso operatori telefonici commerciali. Gli operatori contribuiscono all'affidabilità del sistema in vari modi: per esempio, ogni operatore si assume nei confronti dei suoi clienti e degli altri operatori la responsabilità di assicurare che le chiamate vadano a buon fine e che vengano inoltrate solo se il mittente è stato autenticato. Talvolta, però, l'intermediazione dell'operatore dà anche luogo a conseguenze negative: possono nascere vincoli sulla scelta delle forme di codifica utilizzabili per voce e video e quasi sempre viene impedito l'uso di flussi voce e video crittografati end-to-end, anche perché l'operatore ha l'obbligo di permettere all'autorità giudiziaria la registrazione delle telefonate; va ricordato infine che l'operatore può chiedere un compenso economico per il servizio.

Gli standard per la telefonia su IP elaborati dalla Internet Engineering Task Force (IETF) permettono al sistema telefonico di svilupparsi senza dipendere dagli operatori di telefonia commerciali. I messaggi di segnalazione per l'attivazione delle chiamate possono viaggiare direttamente dal server dell'organizzazione di origine a quello dell'organizzazione destinataria senza transitare da centri di smistamento di operatori commerciali, in maniera assai simile a quanto avviene per il sistema di posta elettronica di Internet. La tecnologia ENUM permette di individuare il server competente su un numero telefonico pubblico (numerazione internazionale E.164) attraverso la consultazione del Domain Name System (DNS), lo stesso archivio distribuito di Internet che viene consultato per tradurre i nomi a dominio in indirizzi IP.

La telefonia su IP “senza operatori” è la modalità in cui il VoIP sfrutta al meglio le potenzialità di Internet, tuttavia va adottata con le dovute cautele perché:

1. non esistono garanzie riguardo all'effettiva raggiungibilità della destinazione risultante dalla consultazione del DNS
2. chi pubblica sul DNS la raggiungibilità di prefissi telefonici attraverso il proprio server deve essere pronto a trattare anche chiamate provenienti da sorgenti sconosciute e non autenticate, aumentando in tal modo il rischio di rendere il server bersaglio di attacchi “denial of service”

La Regione Toscana intende favorire l'uso della telefonia “senza operatori”, in un primo tempo limitatamente alle comunicazioni fra le Amministrazioni Pubbliche della regione e, in un secondo tempo, anche nelle comunicazioni fra queste ed altri soggetti. Allo scopo di circoscrivere i rischi segnalati al secondo punto, la Regione ha messo a disposizione delle Amministrazioni toscane un server VoIP “tampono”. Quest'ultimo ha accesso alle informazioni necessarie per inoltrare ogni prefisso verso il server dell'Amministrazione competente; a loro volta, le Amministrazioni possono pubblicare i loro prefissi sul DNS indicando come server competente il “tampono”. In tal modo i server delle Amministrazioni possono essere configurati in maniera da accettare le chiamate VoIP esterne solo se provenienti dal “tampono”, mentre è sufficiente proteggere il solo server “tampono” dai denial of service e da altri tipi di abuso.

Questo documento è destinato alle Amministrazioni Pubbliche toscane interessate alle soluzioni VoIP e contiene suggerimenti per

1. la scelta di soluzioni che permettano l'uso della telefonia “senza operatori” secondo le modalità proposte dalla Regione
2. la scelta di soluzioni che permettano di sfruttare al meglio l'elenco telefonico online centralizzato messo a disposizione dalla Regione
3. altri aspetti della telefonia su IP non strettamente dipendenti dalle scelte della Regione, ma che devono essere tenuti presenti quando si progetta un sistema VoIP destinato a interoperare con altre realtà.

## **2 Caratteristiche del VoIP PBX**

Anche se nel seguito si parla del VoIP PBX come se si trattasse necessariamente di una singola apparecchiatura, sono accettabili anche soluzioni in cui le stesse funzionalità complessive siano distribuite su più componenti.

Il VoIP PBX deve essere in grado di interoperare con altre entità VoIP utilizzando il protocollo SIP (RFC3261).

Quanto segue serve a specificare quali delle funzionalità del protocollo SIP sono da ritenersi indispensabili.

### **2.1 Metodo di trasporto**

Dei tre metodi previsti dall'RFC3261 per il trasporto dei messaggi SIP (UDP, TCP, TLS), è obbligatorio l'UDP e, per i server che possono operare in modalità “SIP Proxy”, il TLS.

### **2.2 Autenticazione di altre entità SIP**

Dei metodi di autenticazione descritti sull'RFC3261, è obbligatoria la HTTP authentication, come descritta nel capitolo 22 del suddetto documento.

Il VoIP PBX deve essere in grado di inviare la *challenge* per chiedere a entità esterne di fornire le loro credenziali.

Se il VoIP PBX opera in modalità “Back-to-back User Agent (B2BUA)”, deve essere in grado di ri-

spondere con le proprie credenziali alle *challenge* ricevute da entità esterne.

Se il VoIP PBX opera in modalità “SIP Proxy”, deve essere in grado di comunicare con altre entità SIP usando il trasporto TLS.

## 2.3 Funzioni di Registrar

Il VoIP PBX deve essere in grado di svolgere le funzioni di SIP Registrar, processando le richieste REGISTER indirizzate ai domini SIP locali come descritto nel capitolo 10 dell'RFC3261. Fra i tipi di URI inseribili, secondo lo standard, nei campi “To:” e “Contact:”, devono essere accettate almeno le SIP URI. I caratteri accettati nella parte “user” delle SIP URI devono essere tutti quelli ammessi dall'RFC2396.

## 2.4 Inoltro delle richieste SIP

Sono accettabili sia i VoIP PBX che inoltrano le richieste comportandosi come SIP Proxy, sia quelli che si comportano come Back-to-back User Agent (B2BUA). La modalità SIP Proxy garantisce la massima trasparenza ed è più vicina a quanto specificato negli standard, tuttavia esistono casi in cui la modalità B2BUA può essere più utile: per esempio, quando la comunicazione deve avvenire fra due terminali che non hanno codec in comune o quando è necessario superare firewall e/o NAT. Sono da ritenersi ideali i VoIP PBX che possono funzionare sia in modalità SIP Proxy sia in modalità B2BUA. Sono accettabili soluzioni in cui la doppia modalità di funzionamento del VoIP PBX viene realizzata affiancando due server distinti: uno che lavora in modalità SIP Proxy ed uno che lavora in modalità B2BUA.

Il VoIP PBX deve essere in grado di inoltrare richieste SIP dirette a qualunque SIP URI valida, sia del proprio dominio sia di domini remoti. L'inoltro delle SIP URI di domini remoti deve avvenire secondo le modalità specificate nell'RFC3263. Nel caso in cui il VoIP PBX non sia pienamente conforme all'RFC3263, deve essere possibile inoltrare le richieste dirette a domini remoti ad un SIP server esterno, che sia pienamente conforme all'RFC3263.

Per l'inoltro delle richieste dirette a un dominio locale e che abbiano nella parte “user” della SIP URI un identificatore interpretabile come un numero di telefono E.164, deve essere possibile, prima di inviare la chiamata sulla rete telefonica pubblica, effettuare una interrogazione ENUM per vedere se il destinatario è raggiungibile via SIP senza passare da rete pubblica. Deve essere possibile interrogare in successione più di un albero ENUM (per esempio, prima e164.arpa, poi e164.rtrt.it, etc.). Qualora il VoIP PBX non sia in grado di eseguire le interrogazioni ENUM, deve essere possibile passare le richieste ad un SIP server esterno, che provi ad inoltrarle servendosi della tecnologia ENUM e che segnali al VoIP PBX l'eventuale fallimento, in modo che quest'ultimo possa provvedere ad inoltrare la chiamata su strade alternative (p. es. la PSTN). Da notare che, nel momento in cui una richiesta viene inoltrata verso un SIP server esterno (per effetto di una interrogazione ENUM o per effetto di una configurazione statica), la “request URI” viene necessariamente sostituita con una nuova contenente, a destra del segno “@”, il dominio locale del server esterno; il VoIP PBX deve memorizzare la request URI originaria, per essere in grado di inoltrare la richiesta lungo strade alternative nel caso in cui il server esterno segnali il fallimento della chiamata.

Si aggiungono qui alcune precisazioni riguardanti la soluzione predisposta dalla Regione Toscana per le comunicazioni fra Amministrazioni distinte.

1. Il server “tampone” menzionato nella premessa può anche svolgere la funzione di “interrogatore ENUM” per i VoIP PBX privi della funzionalità ENUM
2. Il server “tampone” opera in modalità “SIP Proxy” e risponde alle richieste non autenticate inviando la *challenge* nel messaggio “SIP/2.0 407 Proxy Authentication Required”
3. Tutti i VoIP PBX usati nella sperimentazione possono operare in modalità B2BUA e quindi

possono autenticarsi correttamente

4. In futuro, per ottenere una maggiore trasparenza nelle comunicazioni SIP, potrebbe divenire necessario evitare il transito della segnalazione attraverso i B2BUA; quando si verificherà questa esigenza, il VoIP PBX dell'Amministrazione (operante in modalità SIP Proxy) e il server “tampona” verranno istruiti affinché comunichino utilizzando il trasporto TLS
5. I VoIP PBX delle Amministrazioni Pubbliche non devono inviare la *challenge* in risposta alle richieste non autenticate provenienti dal “tampona”, perché questo opera in modalità “SIP Proxy”. La provenienza delle richieste può pertanto essere verificata solo esaminando l'indirizzo IP sorgente nel header IP della richiesta. In futuro il controllo potrà essere reso più sicuro ricorrendo al trasporto TLS al posto dell'UDP

Il VoIP PBX deve anche essere in grado di riconoscere le richieste dirette ad una SIP URI locale e che abbiano nella parte “user” un identificatore ISN (ITAD Subscriber Number, vedasi <http://freenum.org/>). Un identificatore ISN è composto da due campi numerici separati dal carattere “\*”. Il VoIP PBX deve inoltrare queste richieste o effettuando lui stesso la ricerca ENUM sull'albero freenum.org o passandole ad un SIP server esterno in grado di processarle correttamente. Questa esigenza viene segnalata solo in vista di possibili utilizzi futuri, perché per il momento il VoIP della Regione Toscana non fa uso della numerazione ISN.

## 2.5 Conformità all'RFC3581

Il VoIP PBX deve trattare il parametro “rport” presente nel “Via-Header” come specificato nell'RFC3581.

## 2.6 Codec audio

Esistono casi in cui il VoIP PBX deve utilizzare dei codec audio (per esempio, quando opera in modalità B2BUA, quando svolge funzioni di gateway fra apparati disomogenei o quando funge da segreteria telefonica o da risponditore automatico). Per queste operazioni è bene che il VoIP PBX disponga almeno dei seguenti codec audio: G.711a, G.711u, G.729, GSM RPE-LTP. È da valutare positivamente la disponibilità dei codec Speex e iLBC.

## 2.7 Codec video

Sono da sconsigliare le soluzioni che prevedono che i flussi video transitino attraverso il VoIP PBX, perché ciò può degradare le prestazioni del PBX e la qualità delle comunicazioni video. Ancora più sconsigliabili sono le soluzioni che prevedono da parte del PBX la codifica/decodifica dei flussi video, perché, essendo la tecnologia dei codec video in evoluzione, si finirebbe per non potere sfruttare nuovi codec disponibili sui nuovi apparati terminali perché non disponibili sul VoIP PBX. Dunque, per quanto riguarda la videotelefonata basata sul protocollo SIP, è bene che il VoIP PBX entri in gioco solo nella fase di segnalazione.

Laddove sia inevitabile il transito dei flussi video attraverso il VoIP PBX (per esempio quando svolge funzioni di gateway fra apparati disomogenei), valgono le seguenti considerazioni. Fra i codec video comunemente utilizzati nella videotelefonata i migliori risultati si hanno con l'H.264. Un'organizzazione che voglia mettere in piedi una nuova infrastruttura per comunicazioni video dovrebbe dare la preferenza all'H.264. Se è importante la compatibilità con apparati preesistenti, è utile la presenza dei codec H.263 e H.261.

## 2.8 Confidenzialità

Se si intende utilizzare flussi audio e/o voce crittografati, un VoIP PBX che codifichi e decodifichi i flussi deve poter gestire la crittografia. A tale scopo si rimanda a quanto specificato nel paragrafo

4.5. Si tenga presente che in questo modo il VoIP PBX diventa un elemento in cui il flusso è intercettabile in forma non crittografata, mentre per garantire la massima confidenzialità il flusso dovrebbe viaggiare inalterato dalla sorgente fino alla destinazione.

## **2.9 Altre funzioni del VoIP PBX**

Nel VoIP PBX devono essere presenti funzionalità che permettano, in determinate condizioni, il dirottamento delle chiamate dirette ad utenti locali anche verso SIP URI non facenti parte di uno dei domini controllati dal PBX. Ciò può tornare utile in varie situazioni, per esempio quando si vuole distribuire su sistemi distinti funzioni che nel mondo della telefonia tradizionale sono considerate parte integrante del PBX (segreteria telefonica, risponditori automatici, teleconferenza,...).

Deve pertanto essere possibile configurare il VoIP PBX in modo che, all'arrivo di una chiamata diretta ad un destinatario locale, il PBX tenti di passare la chiamata a più destinatari locali e/o remoti in successione. Il PBX deve inoltre essere in grado di effettuare scelte diverse in base al motivo che ha causato il fallimento della chiamata al destinatario precedente (timeout, occupato, irraggiungibilità, etc.).

È altresì altamente desiderabile la possibilità di replicare una chiamata entrante diretta ad un destinatario locale su più richieste dirette a più destinatari locali e/o remoti, con successiva cancellazione automatica di tutte le richieste inoltrate verso i destinatari diversi dal primo che risponde.

È opportuno che queste funzionalità siano configurabili attraverso un'interfaccia accessibile anche a utenti non specializzati e che il titolare di un identificatore telefonico locale possa configurare da solo il comportamento del PBX in relazione alle chiamate dirette al proprio identificatore.

## **3 Caratteristiche del VoIP gateway**

### **3.1 Interfacce verso la rete telefonica tradizionale**

Le interfacce verso la rete tradizionale devono essere di tipo ISDN (BRI o PRI), sia nel caso di un collegamento diretto del gateway verso la rete pubblica sia nel caso di un collegamento con il PBX locale.

Aspetti più specifici relativi alle caratteristiche del collegamento ISDN devono essere determinati basandosi sulle caratteristiche dell'oggetto all'altra estremità del collegamento.

### **3.2 Utilizzo del protocollo SIP**

Il gateway deve interfacciarsi con il mondo SIP comportandosi come un SIP User Agent. Per l'instradamento delle chiamate verso il mondo SIP, è sufficiente che il gateway possa inoltrarle verso un SIP Outbound Proxy. Sono da valutare positivamente eventuali modalità di instradamento più sofisticate (es.: RFC3263, consultazione ENUM...).

### **3.3 Codec audio**

Per la scelta dei codec audio vale quanto si è detto nel paragrafo 2.6.

### **3.4 Codec video**

Nel caso in cui si preveda che attraverso il gateway possano transitare anche videotelefonate, per i codec video da utilizzare vale quanto si è detto nel paragrafo 2.7.

### 3.5 Confidenzialità

Per l'uso della crittografia nei flussi audio/video si rimanda a quanto specificato nel paragrafo 4.5.

### 3.6 Fax relay

Il gateway deve essere in grado di trasmettere i fax su rete VoIP come specificato sulla raccomandazione ITU T.38.

### 3.7 DMTF relay

Il gateway deve essere in grado di trasmettere i toni DMTF su rete VoIP come specificato sull'RFC2833.

## 4 Caratteristiche dei telefoni VoIP

I telefoni VoIP devono comportarsi come User Agent SIP, conformemente alle specifiche dell'RFC3261. Nei paragrafi che seguono sono evidenziate alcune funzionalità che meritano particolare attenzione.

### 4.1 Destinatari chiamabili

Deve essere data la preferenza a quei telefoni SIP che permettono non solo l'invio di chiamate verso destinatari con identificatori numerici, ma anche verso URI SIP fornite esplicitamente. Sono accettabili anche quei telefoni che, pur disponendo solo di tastierino numerico, offrono comunque la possibilità di chiamare URI SIP esplicite (per esempio, memorizzandole nella rubrica del telefono attraverso un'interfaccia Web).

### 4.2 Funzioni necessarie per l'attraversamento dei NAT

Le funzioni qui elencate sono indispensabili se si prevede l'eventualità che le comunicazioni fra il telefono SIP e il suo VoIP PBX transitino attraverso un NAT (per esempio nel caso di un telefono dislocato in una sede diversa da quella del VoIP PBX). Queste funzioni sono utili anche nel caso in cui sia il telefono sia il VoIP PBX utilizzino indirizzi RFC1918 trovandosi sullo stesso lato di un NAT, ma si vuole che il telefono possa comunicare direttamente con destinatari situati ad di là del NAT.

Occorre precisare che queste caratteristiche permettono l'attraversamento del NAT solo se questo è del tipo detto “full cone” (a “cono pieno”). Sono di tipo full cone quei NAT che, una volta che hanno mappato una coppia indirizzo-porta interna  $\langle \text{addr}_i, \text{port}_i \rangle$  su una coppia indirizzo-porta esterna  $\langle \text{addr}_e, \text{port}_e \rangle$ , utilizzano quel mapping per tutti i pacchetti uscenti con indirizzo sorgente  $\langle \text{addr}_i, \text{port}_i \rangle$ , qualunque sia la loro destinazione, e inviano ad  $\langle \text{addr}_i, \text{port}_i \rangle$  tutti i pacchetti provenienti dall'esterno e indirizzati a  $\langle \text{addr}_e, \text{port}_e \rangle$ , qualunque sia la loro provenienza. Generalmente sono di tipo “full cone” i NAT residenziali e quelli degli Internet Point o dei WiFi Hotspot. Non sono invece di tipo “full cone” quelli della maggior parte dei firewall messi a protezione delle intranet aziendali; per questi ultimi il problema dell'attraversamento deve essere risolto configurando opportunamente il firewall.

Le funzionalità necessarie per transitare attraverso i NAT full cone sono le seguenti.

- Il telefono deve potersi servire del protocollo STUN (RFC3489) per apprendere su quali coppie  $\langle \text{addr}_e, \text{port}_e \rangle$  vengono mappate le proprie coppie  $\langle \text{addr}_i, \text{port}_i \rangle$ .
- Devono essere configurabili l'indirizzo IP e il port number delllo STUN server da interrogare.

- Deve essere configurabile la frequenza con cui il telefono invia i messaggi di “NAT refresh”
- Il telefono deve utilizzare il parametro “rport” nel Via-Header come specificato nell’RFC3581
- Il telefono deve trasmettere pacchetti RTP usando come source-port lo stesso numero di porta su cui intende ricevere i pacchetti RTP
- Il telefono, appena riceve il messaggio SDP con l’indicazione dell’indirizzo IP e del port number a cui deve trasmettere pacchetti RTP, deve iniziare immediatamente l’invio del flusso RTP, anche in assenza di suoni da trasmettere. La trasmissione dei pacchetti RTP non deve essere mai interrotta, anche nei momenti di silenzio.

### 4.3 Codec audio

È auspicabile la presenza degli stessi codec indicati nel paragrafo 2.6. È inammissibile l’assenza dei codec G.711a e G.711u.

### 4.4 Codec video

È auspicabile la presenza degli stessi codec indicati nel paragrafo 2.7. È inammissibile l’assenza del codec H.264.

### 4.5 Confidenzialità

La soluzione standard per scambiare flussi audio/video crittografati è il Secure Real Time Protocol (SRTP), definito nell’RFC3711. Sono pertanto da valutare positivamente i telefoni dotati di supporto SRTP.

Va segnalata la proposta Zfone, attualmente allo stato di Internet Draft (<http://tools.ietf.org/html/draft-zimmermann-avt-zrtp-04>), nella quale viene suggerito un metodo di scambio delle chiavi che, pur non richiedendo l’uso di certificati, rende estremamente improbabili le possibilità di intercettazione. La tecnica Zfone per il momento è utilizzabile solo dai softphone attivi su determinati sistemi operativi, ma potrebbero presto diventare disponibili telefoni hardware con il supporto Zfone. L’eventuale presenza del supporto Zfone deve essere valutata molto positivamente.

## 5 Altre funzionalità

### 5.1 Directory condiviso

Uno dei vantaggi del VoIP è quello di poter sfruttare, per la ricerca dei destinatari delle chiamate, un database condiviso. Presso il TIX è stata attivata una rubrica LDAP, detta “LDAP metabase”, che è destinata a fungere da server centrale a cui inviare le interrogazioni. Perché le informazioni disponibili sul server centrale restino attendibili e aggiornate è necessaria la cooperazione delle varie Amministrazioni. Tale cooperazione può avvenire in due modi:

1. le Amministrazioni che mantengono le informazioni interne su una propria rubrica LDAP possono renderla accessibile in sola lettura al “LDAP metabase”
2. alle altre Amministrazioni viene fornito accesso in sola scrittura ad un altro server LDAP attivo presso il TIX, in modo che vi possano trasferire periodicamente i contenuti delle loro rubriche interne

In entrambi i casi, interessano gli attributi “ou, cn, sn, facsimileTelephoneNumber, telephoneNumber, mail” di inetOrgPerson, person, organizationalPerson.

La prima soluzione è senz'altro preferibile perché permette al “LDAP metabase” di fornire sempre le stesse risposte che verrebbero fornite dagli LDAP locali.

Si suggerisce alle Amministrazioni di dare la preferenza alle soluzioni VoIP in cui siano presenti le funzionalità necessarie ad assicurare che lo “LDAP metabase” sia il più possibile aggiornato e di facile utilizzazione. In particolare, sono da preferire le soluzioni in cui:

- gli strumenti utilizzati per aggiungere o modificare le utenze sul VoIP PBX possano provocare l'aggiornamento automatico di un server LDAP
- le interfacce web usate per attivare le chiamate da web consultino un server LDAP
- i telefoni in grado di accedere a rubriche esterne possano interrogare un server LDAP
- sia possibile importare sulla rubrica interna dei telefoni le informazioni di un server LDAP