

14 Aprile 2015

Valutazione dei requisiti dei servizi di telecomunicazione per applicazioni associate alle Smart Grid



Gianluigi Proserpio - RSE
Flavio Cucchietti - Telecom Italia
Raffaele Bolla - Università di Genova

Come agevolare il dialogo tra i contesti «Telecom» ed «Energy» ?

- **Motivazione**

La realizzazione delle Smart Grid comporta una crescente necessità di interazione tra i contesti «Telecom» ed «Energy»

- **Obiettivo**

Definizione di un approccio che agevoli la specifica dei requisiti dei servizi di telecomunicazione necessari alla realizzazione di applicazioni Smart Grid

- **Metodo**

Individuazione della corrispondenza tra la rappresentazione dei requisiti posti dai «casi d'uso» del contesto «Energy» e la “Qualità del Servizio” del contesto “Telecom”.

Metodologia per individuare le soluzioni offerte dagli operatori di telecomunicazione sulla base dei requisiti posti dalle Smart Grid

- Analisi di applicazioni Smart Grid mediante la metodologia dei casi d'uso
- Individuazione degli scambi informativi e dei relativi requisiti tecnici
- Applicazione su soluzioni standard in termini di architettura / protocollo
- Individuazione della corrispondente offerta tecnologica «Telecom»

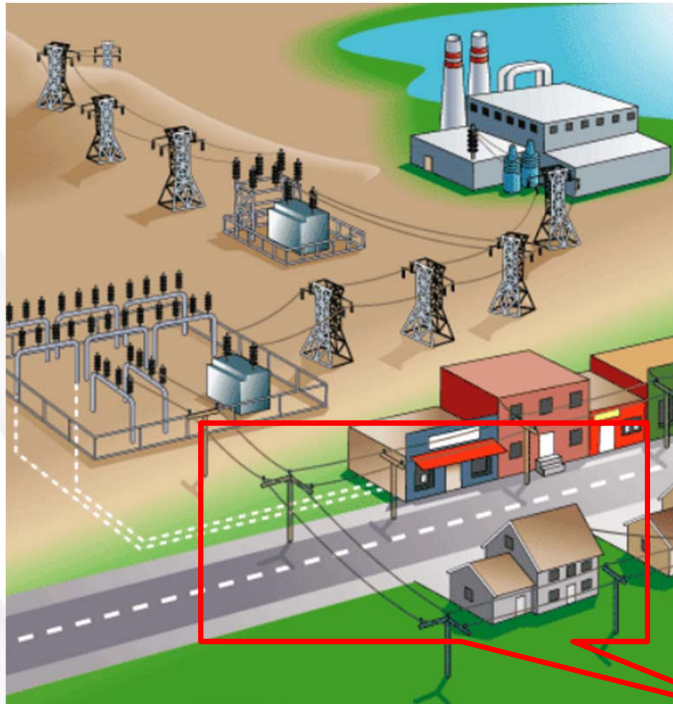
Contesti applicativi considerati nella sperimentazione della metodologia

- I casi d'uso associati alle Smart Grid presentano diverse “sfide” per la rete di telecomunicazione:
 - Casi d'uso relativi a funzioni legate alla sicurezza della rete elettrica richiedono alla rete telecom elevate prestazioni in termini di “**qualità del servizio**” (*)
 - Casi d'uso di natura tecnico/commerciale enfatizzano altri tipi di requisiti, quali **scalabilità e sicurezza**

(*) bassa latenza, basso tasso di perdita/errore, elevata disponibilità, garanzia del funzionamento in caso di black-out

Applicazione dell'approccio proposto nel contesto dell'automazione delle reti di Distribuzione

Caso d'uso associato alla selettività logica per il coordinamento delle protezioni di una linea in media tensione

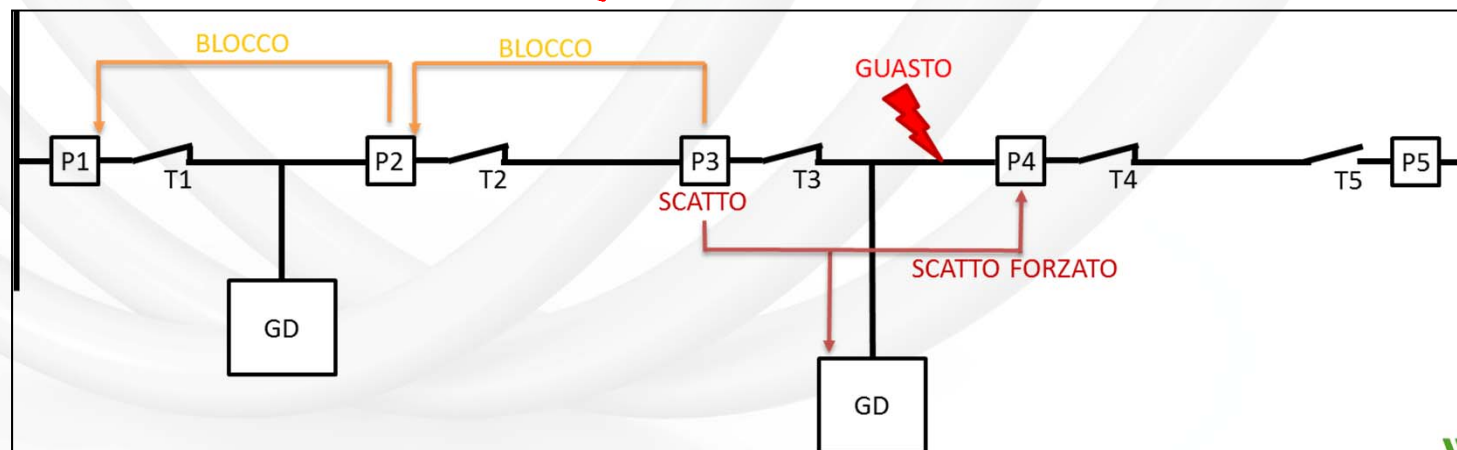


- **Messaggio di BLOCCO**

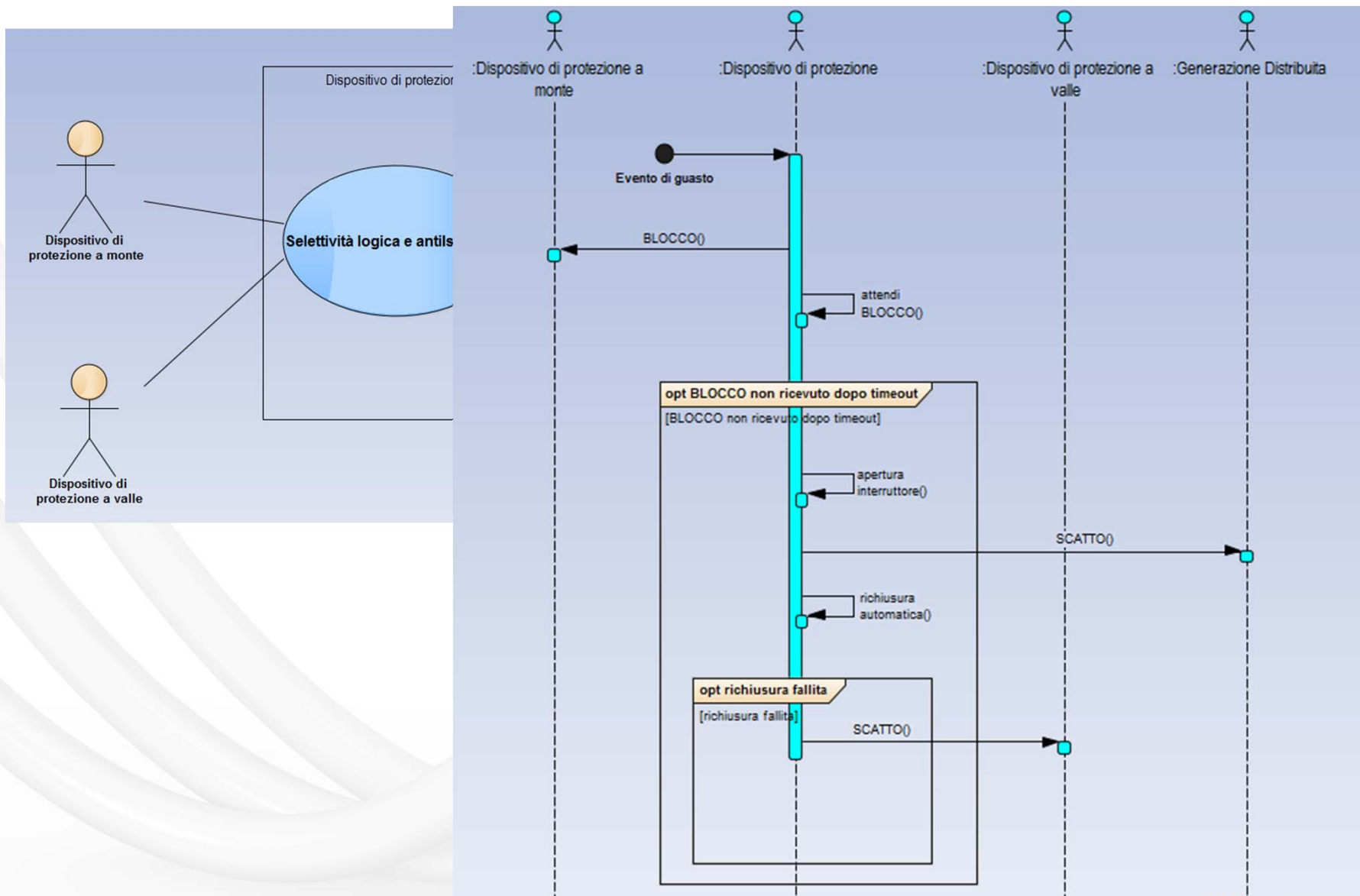
la protezione che riceve questo messaggio viene bloccata, evitando di intervenire anche nel caso che essa abbia rilevato un guasto;

- **Messaggio di SCATTO**

la protezione che riceve questo messaggio comanda l'apertura dell'interruttore ad essa associato, indipendentemente dalle proprie impostazioni e dall'eventuale rilievo di guasti.



Attori e scambi informativi associati al Caso d'uso



Requisiti tecnici associati ai messaggi individuati dal caso d'uso

Requisiti	
CATEGORIA	Interoperabilità sintattica (SIN)
ID Requisito	Descrizione Requisito
SIN-1	La trasmissione dei messaggi BLOCCO e SCATTO deve essere effettuata mediante protocollo GOOSE, definito nello standard IEC 61850-8-1. La trasmissione di tali messaggi su una rete IP implica l'uso di tecnologie di tunneling, come una VPN (Virtual Private Network)
CATEGORIA	Sicurezza e privacy (IS)
ID Requisito	Descrizione Requisito
IS-1	Lo modalità di scambio di messaggi deve essere in linea con i requisiti di sicurezza previsti dalla norma IEC 62351
CATEGORIA	Qualità del servizio (QS)
ID Requisito	Descrizione Requisito
QS-1	La massima latenza associata a un segnale di BLOCCO deve essere minore di 100 ms. Il messaggio viene generato nello stesso istante da tutte le protezioni che rilevano il guasto (un numero realistico di dispositivi coinvolti potrebbe essere cinque)
QS-2	La massima latenza associata a un segnale di SCATTO inviato ai generatori distribuiti deve essere minore di 400 ms
QS-3	Il segnale di SCATTO coinvolge generalmente più di un generatore distribuito, ad esempio 10 unità
QS-4	L'affidabilità della comunicazione risulta importante per il corretto funzionamento della logica. L'eventuale perdita di un messaggio di BLOCCO determinerebbe l'intervento indesiderato della protezione che non riceve il blocco
CATEGORIA	Configurazione fisica (CONF)
ID Requisito	Descrizione Requisito
CONF-1	La comunicazione deve essere nell'ambito di un feeder di media tensione, la cui lunghezza media si può assumere nell'intervallo 10-20 km
CATEGORIA	Evoluzione del sistema e scalabilità (SCAL)
ID Requisito	Descrizione Requisito
SCAL-1	In futuro, il messaggio di SCATTO potrebbe riguardare anche i generatori distribuiti connessi alla rete di bassa tensione
CATEGORIA	Caratteristiche dei messaggi scambiati (DATA)
ID Requisito	Descrizione Requisito
DATA-1	La dimensione tipica di un messaggio GOOSE è dell'ordine di 100-200 byte

Riferimenti per la definizione della Qualità del Servizio associata ai requisiti emersi dall'analisi del Caso d'Uso «Automazione della Distribuzione»

- **Focus**

Prestazioni della rete in termini di Qualità del Servizio per applicazioni Real Time

- **Riferimenti**

- ITU Y.1540: «Internet protocol data communication service – IP packet transfer and availability performance parameters» 2011
- ITU Y.1541: «Network performance objectives for IP-based services» 2011
- ITU Y.1221: «Traffic control and congestion control in IP-based networks» 2011

Qualità del Servizio associata ai requisiti tecnici individuati

Caso d'uso "selettività logica e anti islanding"		
Parametro	Tipologia di traffico	
	Dati di Controllo – Protezione	Dati di Monitoraggio
IPTD (medio)	80 ms	Secondi (TBD)
IPDV (massimo)	< 20ms nel 99% dei casi	non specificato
IPLR (massimo)	< 10 ⁻⁵	TBD
IPER (massimo)	< 10 ⁻⁵	TBD
PIA (minimo)	99%	TBD
Traffic Distribution	Unicast, Multicast	Unicast, Multicast
M	130 bytes	Kilobytes (TBD)
R	1300 bytes/s	Kilobytes/s (TBD)
B	1300 bytes	TBD

Parametri di Qualità del Servizio significativi definiti in ITU-T Y.1540 :

- **IPTD** : IP Transfer Delay – ritardo di propagazione medio del pacchetto
- **IPDV** : IP Delay Variation – massima variazione del ritardo di propagazione del pacchetto rispetto alla media
- **IPLR** : IP Loss Rate – massimo tasso di pacchetti persi
- **IPER** : IP Error Rate – massimo tasso di pacchetti errorati
- **M, R, B** : caratterizzazione del profilo di traffico in ingresso alla rete in termini di massima dimensione del pacchetto (M), bit-rate medio del flusso di traffico (R), dimensione massima del «burst» di traffico (B).

Analisi di corrispondenza dei requisiti con le Classi di Servizio associate ad altri servizi

	QoS Classes							
	Defined						Provisional	
	Class0	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Class 5	Class 6	Class 7
Application Examples	Real time, jitter sensitive, highly interactive (VoIP, Videoconference)	Real time, jitter sensitive, interactive (VoIP, Videoconference)	Transaction data, highly interactive (Signaling)	Transaction data, interactive (Signaling)	Low loss only (short transactions, bulk data, video streaming)	Traditional applications of IP networks	To be defined; under study for high quality video)	To be defined; under study for high quality video)
Network Techniques	Constrained routing and distances	Less constrained routing and distances	Constrained routing and distance	Less constrained routing and distance	Any route/path	Any route/path	unspecified	unspecified
	Network Performance Parameter							
IPTD	100ms	400ms	100ms	400ms	1s	unspecified	100ms	400ms
IPDV	50ms	50ms	unspecified	unspecified	unspecified	Unspecified	50ms	
IPLR	1×10^{-3}	1×10^{-3}	1×10^{-3}	1×10^{-3}	1×10^{-3}	unspecified	1×10^{-5}	
IPER		1×10^{-4}				Unspecified	1×10^{-6}	
IPRR		unspecified					1×10^{-6}	

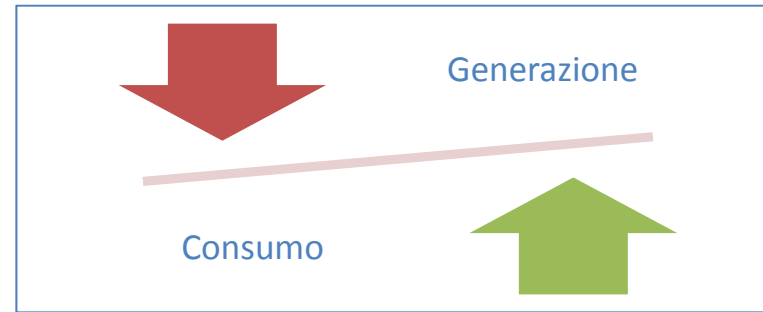
Classi di servizio previste in ITU-T Y.1541:

I requisiti per l'automazione della Distribuzione eccedono i requisiti imposti dagli altri servizi (Voce, Video, Internet)

Ricerca sul Sistema Energetico - RSE S.p.A.

Applicazione dell'approccio proposto nel contesto associato a servizi di Demand Response

Il bilanciamento e la flessibilità del sistema elettrico



Necessità di costante bilanciamento tra Generazione e Consumo

- **Cos'è la Flessibilità ?**

La flessibilità è la variazione di generazione e/o consumo degli utenti che viene attivata in reazione ad un segnale di prezzo

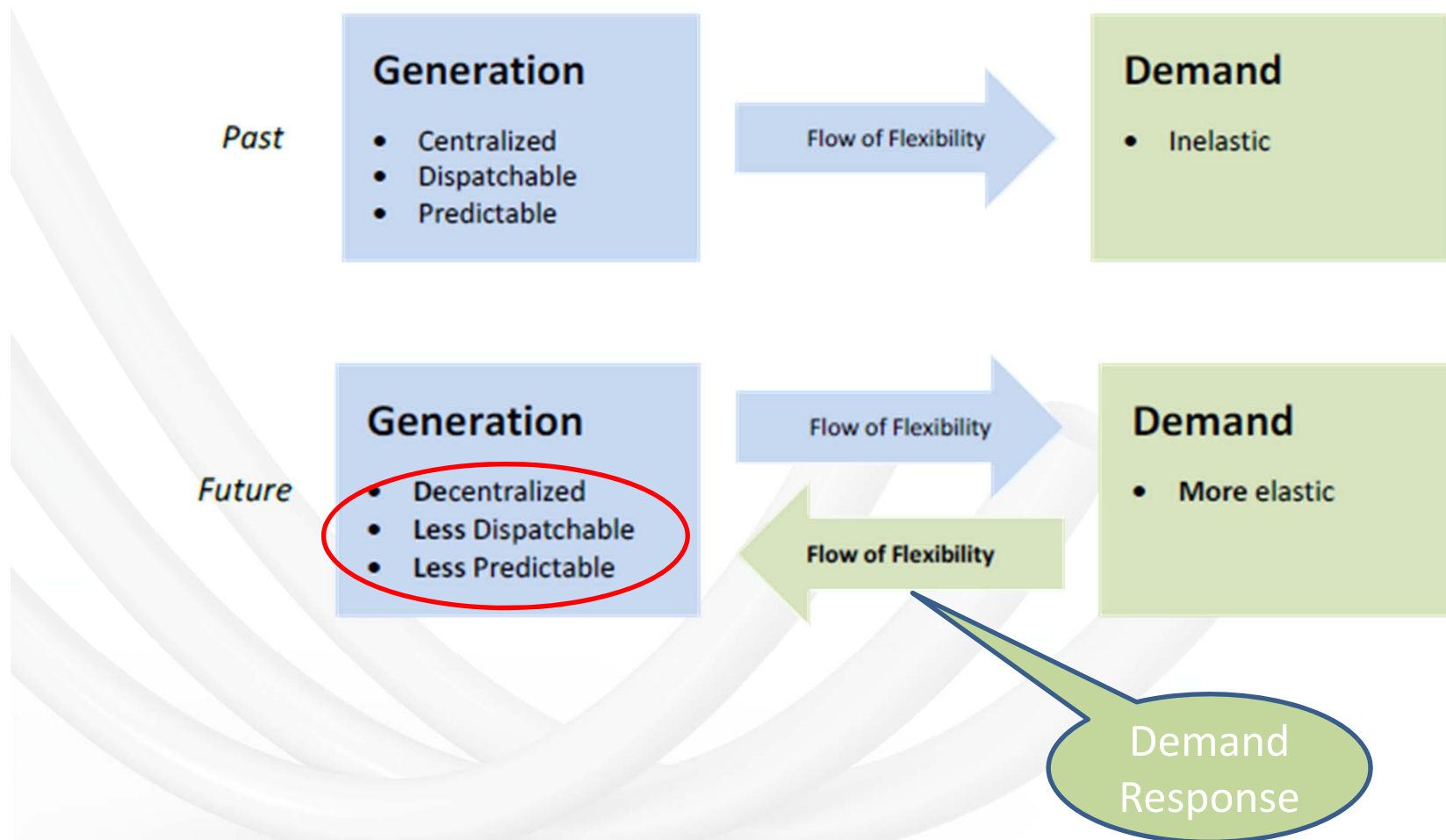
- **A cosa serve?**

E' un servizio fornito dagli utenti per supportare la gestione del sistema energetico

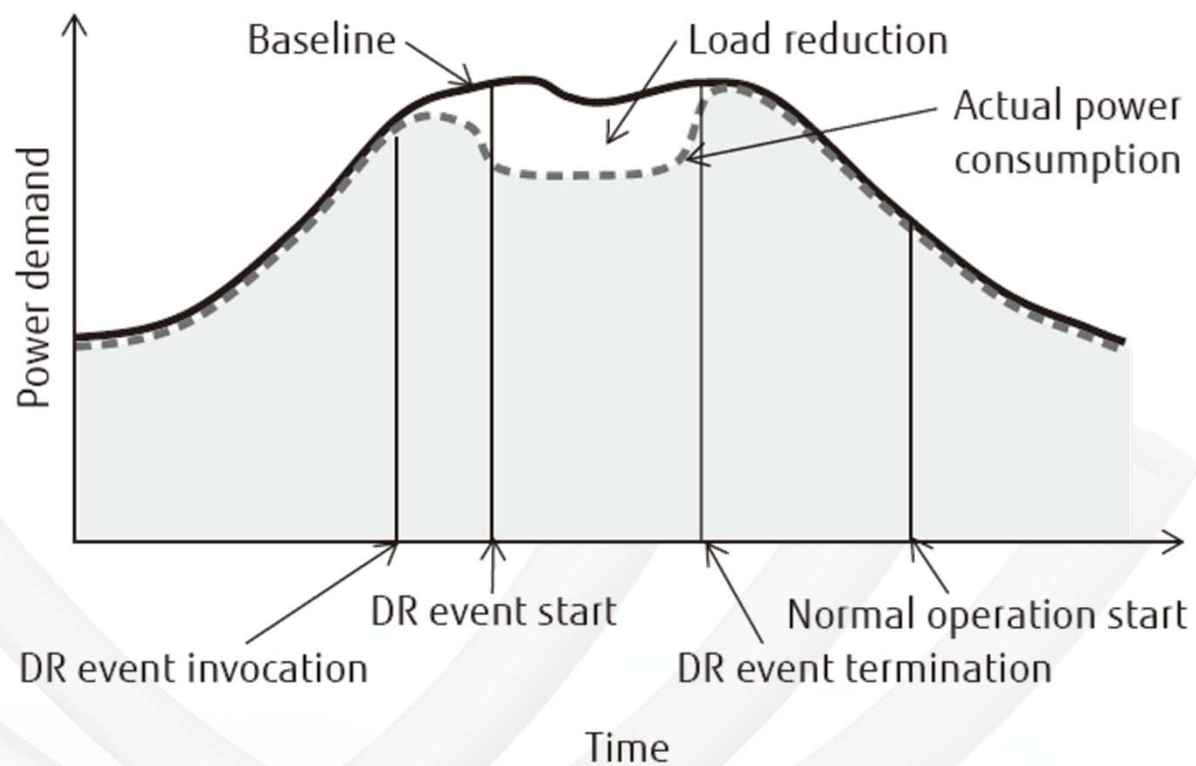
- **Perchè oggi il sistema elettrico necessita maggiore flessibilità ?**

L'aumento della quota di energia rinnovabile prodotta da fonti non programmabili, richiede un crescente coinvolgimento degli utenti in grado di compensare l'aleatorietà di tale tipologia di generazione

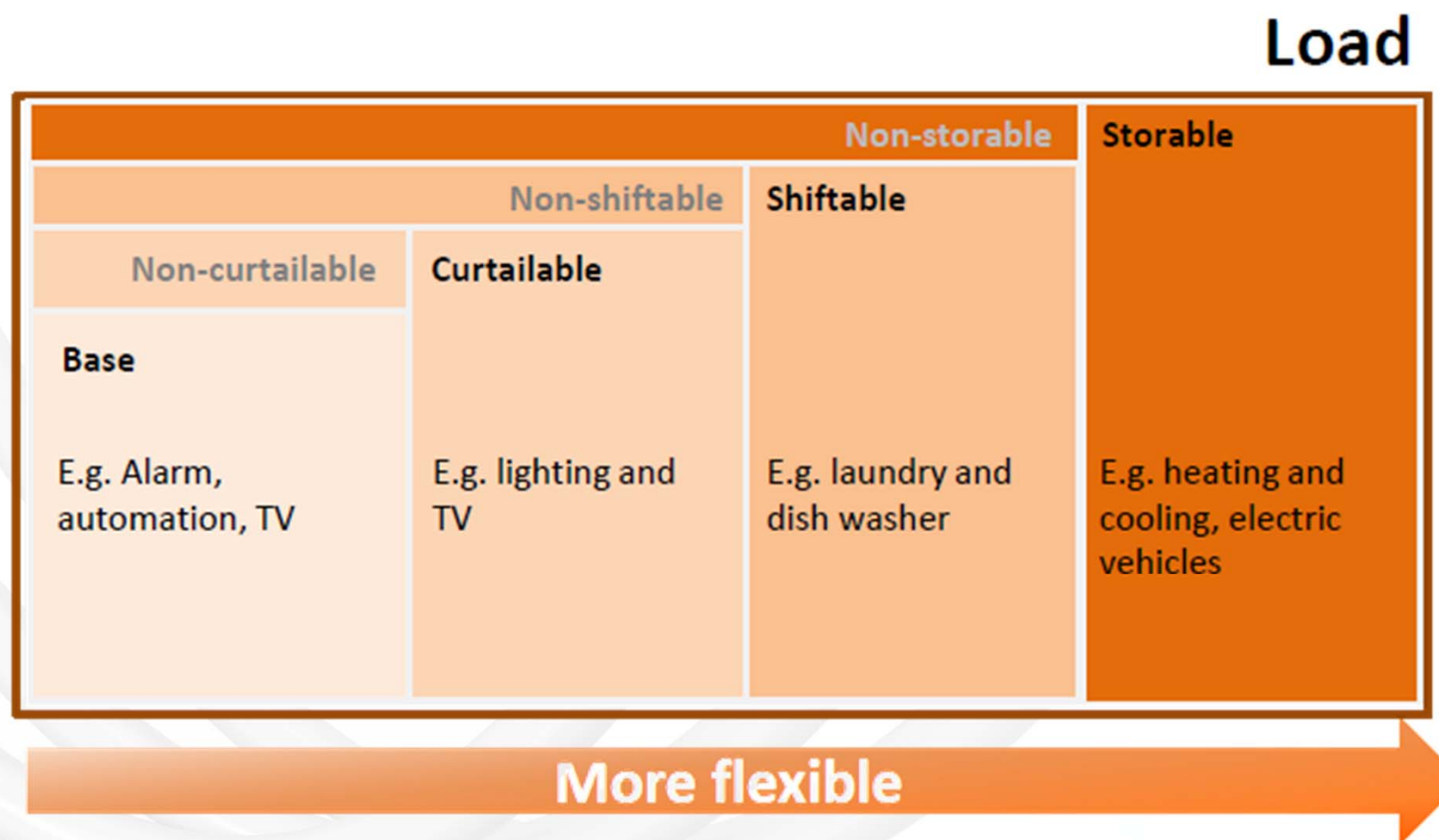
L'evoluzione del concetto di flessibilità del sistema elettrico (*)



Impatto di un evento di Demand Response sulla curva di consumo (*)



Differenti tipologie di contributo della domanda residenziale alla flessibilità del sistema elettrico (*)



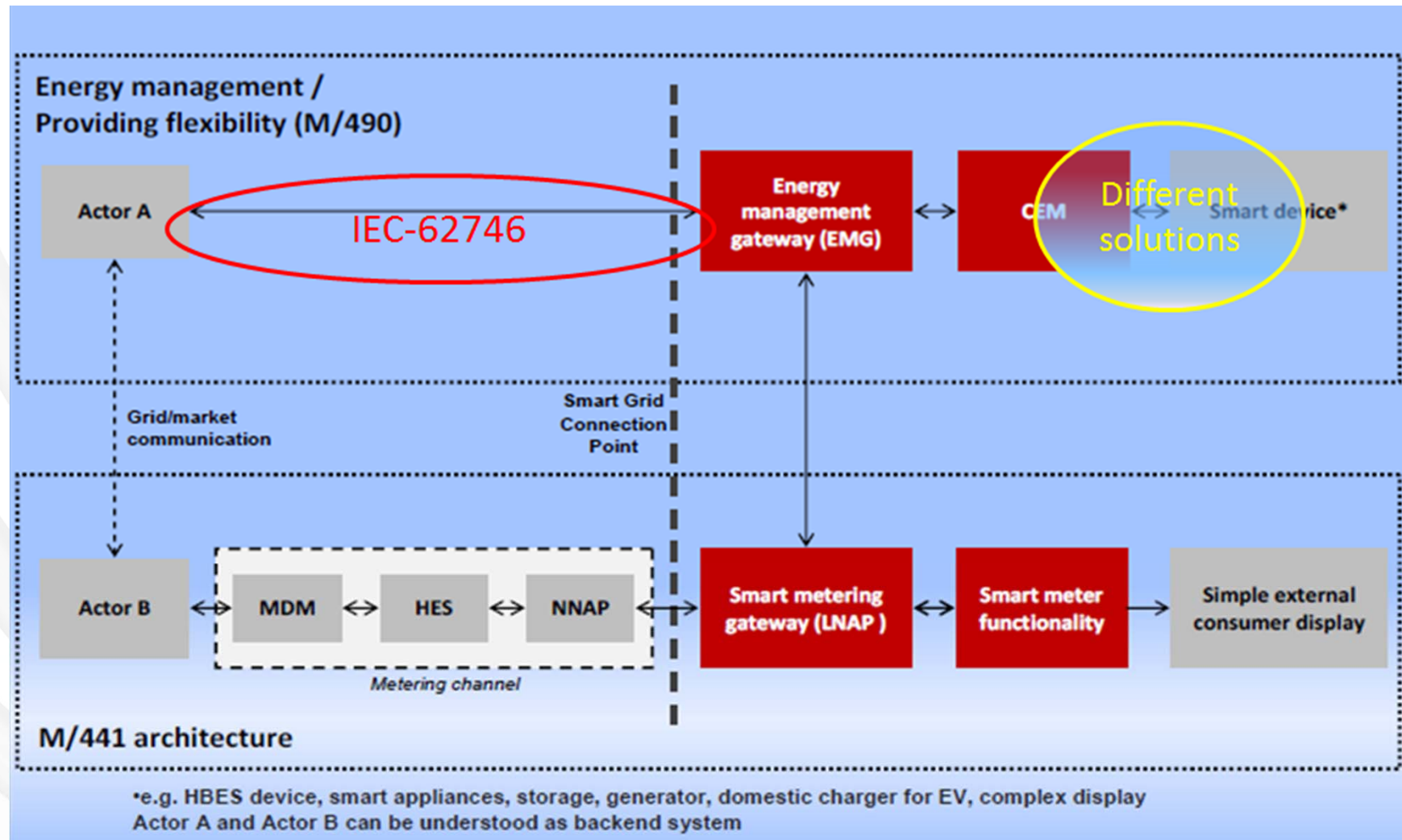
Il potenziale contributo dei fornitori di servizi ICT per la flessibilità del sistema elettrico

- I fornitori di servizi ICT sono dotati di propri sistemi energetici allo scopo di garantire la continuità dei servizi e ridurre i costi energetici
- Disponibilità di notevoli riserve di energia, pari al 2% della domanda nazionale
- Notevole diversificazione delle fonti di generazione:
 - batterie, generatori diesel, cogeneratori, celle a combustibile
- Disponibilità intrinseca dell'infrastruttura di comunicazione
- Fornitura di flessibilità con tempi di reazione molto breve

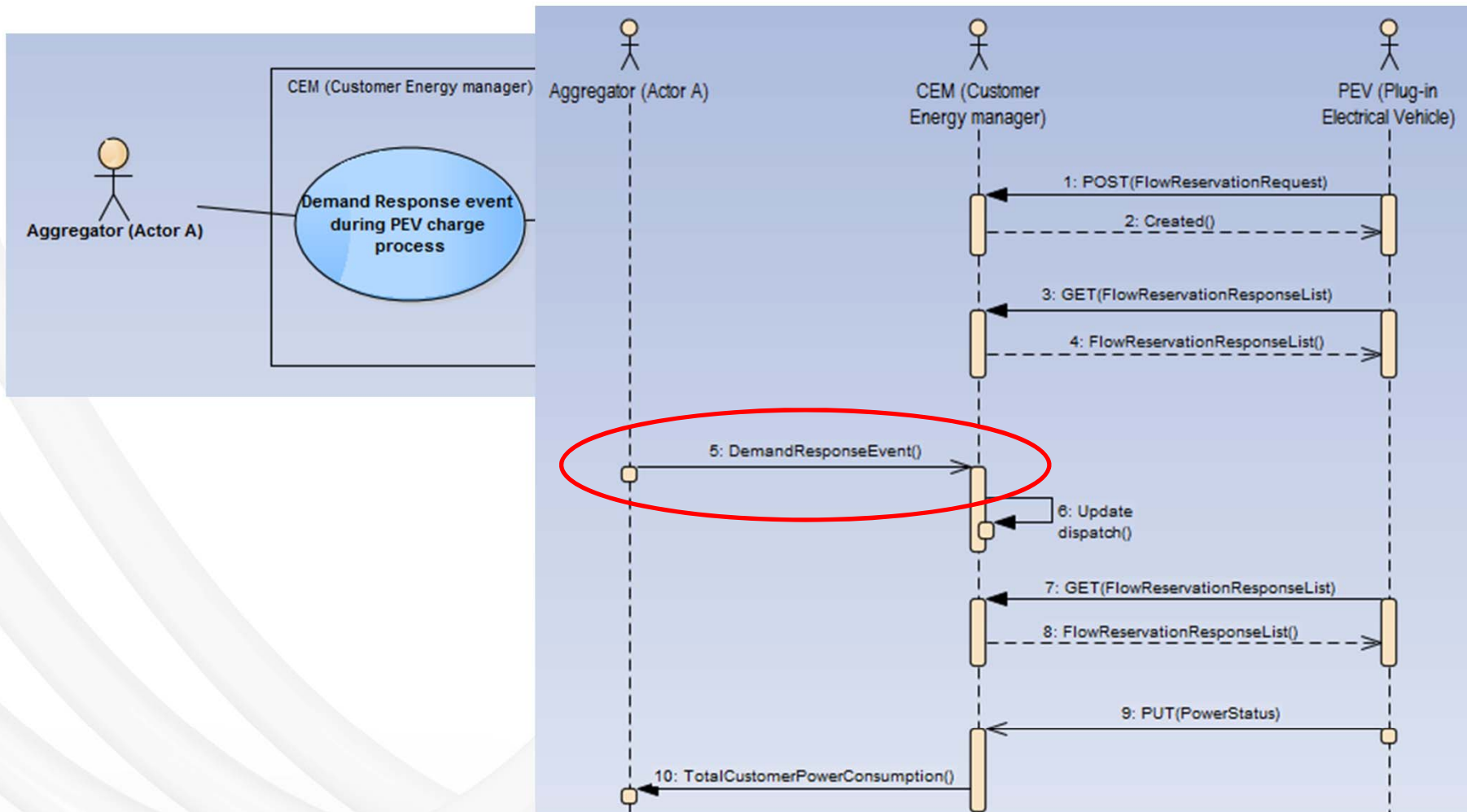


Ricerca sul Sistema Energetico - RSE S.p.A.

Architettura funzionale per la gestione della flessibilità (*)



Analisi del caso d'uso associato ad eventi di Demand Response per la regolazione secondaria di frequenza



Estratto dei requisiti tecnici associati al caso d'uso

Scenario						
Scenario Name :		No. 1 : Demand Response related to PEV charging				
Step No.	Event	Description of Process/ Activity	Information Producer (Actor)	Information Receiver (Actor)	Information Exchanged	Requirements, R-ID
5	Demand Response Event	The Aggregator send a new DR event to CEMs	Aggregator	CEM	DemandResponseEvent	IS-1 QS-2 SCAL-1 DIS-1/2

Requisiti	
CATEGORIA	Sicurezza e privacy (IS)
Requirements, R-ID	Descrizione Requisito
IS-1	La modalità di scambio di messaggi deve essere conforme con i requisiti di sicurezza (authentication, authorization, confidentiality, integrity e non-repudiation) previsti dalla norma IEC 62351
CATEGORIA	Qualità del servizio (QS)
ID Requisito	Descrizione Requisito
QS-1	La massima latenza associata ad uno scambio informativo associato al consumo/produzione di ciascun cliente deve essere compatibile con le esigenze di verifica della sua effettiva partecipazione all'evento di Demand Response (es. 15 minuti)
QS-2	La massima latenza associata ad uno scambio informativo relativo all'invio di un offerta di partecipazione di un cliente ad un evento di Demand Response, deve essere compatibile con i requisiti di attivazione del servizio energetico richiesto (es. 200 secondi per controllo secondario di frequenza). I tempi di ripetizione di un evento di DR sono normalmente dell'ordine delle ore.
QS-3	La minima disponibilità del sistema per lo scambio di messaggi deve essere 99% nel corso di un anno solare, ovvero la comunicazione tra due qualunque elementi del sistema non deve subire interruzioni per più di 315000 secondi nel corso di un anno.
CATEGORIA	Evoluzione del sistema e scalabilità (SCAL)
Requirements, R-ID	Descrizione Requisito
SCAL-1	L'architettura prevista deve consentire un'alta scalabilità della soluzione, in quanto i soggetti potenzialmente interessati a tali servizi possono raggiungere l'ordine dei milioni.
CATEGORIA	Distribuzione del traffico (DIS)
Requirements, R-ID	Descrizione Requisito
DIS-1	L'invio di singoli messaggi di DR ad un notevole numero di interlocutori necessita di pattern di comunicazione a livello applicativo in grado di indirizzare messaggi a specifici gruppi di utenti
DIS-2	Al fine di ridurre il traffico di rete, deve essere implementato un meccanismo di invio di messaggi basato su evento, evitando ove possibile la necessità di polling
CATEGORIA	Identità (ID)
Requirements, R-ID	Descrizione Requisito
ID-1	Ogni dispositivo deve essere individuato all'interno della rete mediante un identificativo logico univoco, inclusi i dispositivi mobili (es. Veicolo Elettrico)

Riferimenti per la definizione della Qualità del Servizio associata ai requisiti emersi dall'analisi del Caso d'Uso «Demand Response»

- **Focus**

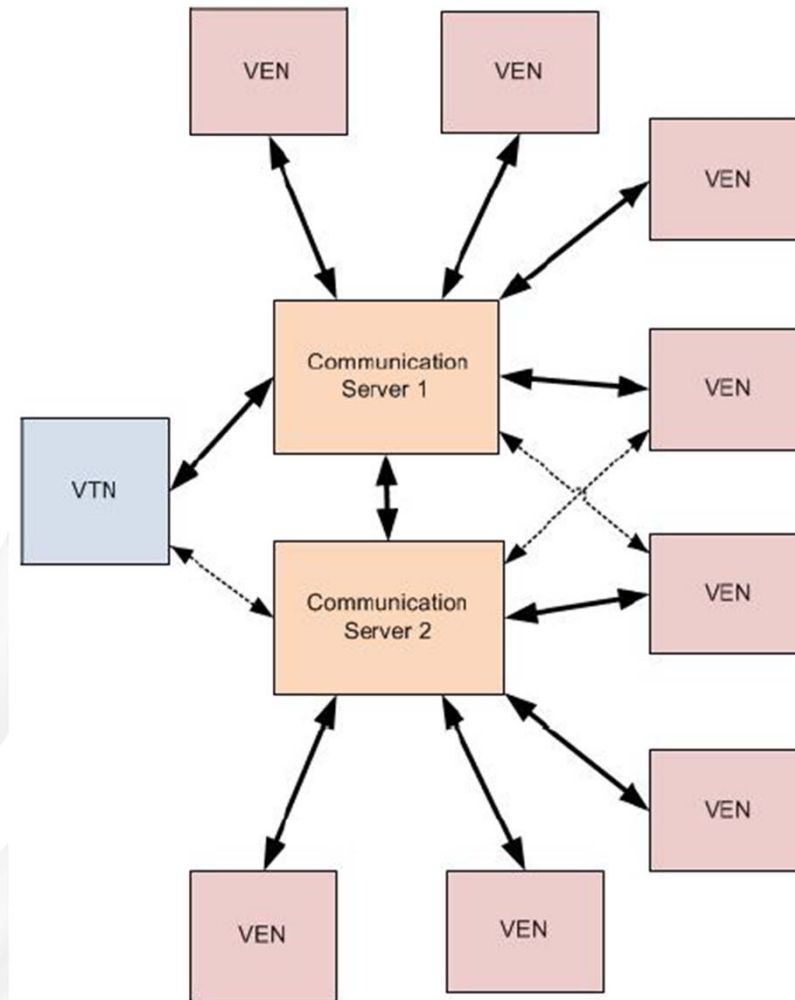
Scalabilità e sicurezza della soluzione di rete

- **Riferimenti**

- IEC 62746-3, «Systems interface between customer energy management system and the power management system - Architecture»
- XMPP (eXtensible Messaging and Presence Protocol)

Il contributo di un overlay network in termini di sicurezza e scalabilità

Applicazione dell'architettura
XMPP prevista dalla specifica
IEC 62746-10-1 (OpenADR)



VTN (Virtual Top Node) => Aggregatore
VEN (Virtual End Node) => CEM

Requisiti di capacità trasmissiva e di Qualità del Servizio

- **Requisiti in termini di capacità**
 - **Ipotesi**
 - Ogni CEM di un utente dispone 1kW di flessibilità
 - Livello di partecipazione pari al 50%
 - Intervallo per l'invio dei messaggi pari alla metà di 200 secondi
 - Ogni messaggio ha una dimensione di circa 2kByte
 - **Banda in upload necessaria all'Aggregatore**
 - Capacità di circa **3,2 Mbit/secondo** in upload per ogni **10 MW** di flessibilità
- **Requisiti in termini di Qualità del Servizio considerando l'architettura XMPP**
 - L'architettura XMPP fornisce prestazioni che migliorano le caratteristiche di affidabilità della soluzione complessiva (ridondanza dei communication server, gestione della connessione, ritrasmissione)
 - Necessità di considerare sia le prestazioni dell'architettura XMPP che del sottostante livello di rete (sistemi di accesso wireless e wireline, router IP, sistemi di aggregazione e trasporto)

Classe di Qualità del Servizio necessarie per l'implementazione del caso d'uso Demand Response con architettura XMPP

	QoS Classes								
	Defined						Provisional		
	Class0	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Class 5	Class 6	Class 7	
Application Examples	Real time, jitter sensitive, highly interactive (VoIP, Videoconference)	Real time, jitter sensitive, interactive (VoIP, Videoconference)	Transaction data, highly interactive (Signaling)	Transaction data, interactive (Signaling)	Low loss only (short transactions, bulk data, video streaming)	Traditional applications of IP networks	To be defined; under study for high quality video)	To be defined; under study for high quality video)	
Network Techniques	Constrained routing and distances	Less constrained routing and distances	Constrained routing and distance	Less constrained routing and distance	Any route/path	Any route/path	unspecified	unspecified	
Network Performance Parameter									
IPTD	100ms	400ms	100ms	400ms	1s	unspecified	100ms	400ms	
IPDV	50ms	50ms	unspecified	unspecified	unspecified	Unspecified	50ms		
IPLR	1x10 ⁻³	1x10 ⁻³	1x10 ⁻³	1x10 ⁻³	1x10 ⁻³	unspecified	1x10 ⁻⁵		
IPER	1x10 ⁻⁴					Unspecified	1x10 ⁻⁶		
IPRR	unspecified						1x10 ⁻⁶		

Classi di servizio definiti in ITU-T Y.1541:

I requisiti per i sistemi di Demand Response sono soddisfatti da reti con prestazioni non estreme

Ricerca sul Sistema Energetico - RSE S.p.A.

Conclusioni

- Analizzati casi d'uso ritenuti significativi per l'implementazione delle Smart Grid
- Individuati requisiti funzionali e tecnici mediante metodologia dei «Casi d'uso»
- Mappatura dei requisiti tecnici emersi dai caso d'uso sui requisiti dei Servizi Telecom
- Sintesi dei risultati di applicazione della metodologia
 - L'ambito «Automazione Distribuzione» risulta sfidante in termini di QoS richiesta
 - L'ambito «Demand Response» può essere gestito mediante overlay network



Grazie

Gianluigi.Proserpio@rse-web.it
Flavio.Cucchietti@telecomitalia.it
Raffaele.Bolla@unige.it