

La pianificazione dei fabbisogni di flessibilità Il contributo EnSiEI

Prof. Fabrizio Pilo

Consorzio Interuniversitario Energia e Sistemi Elettrici – EnSiEI

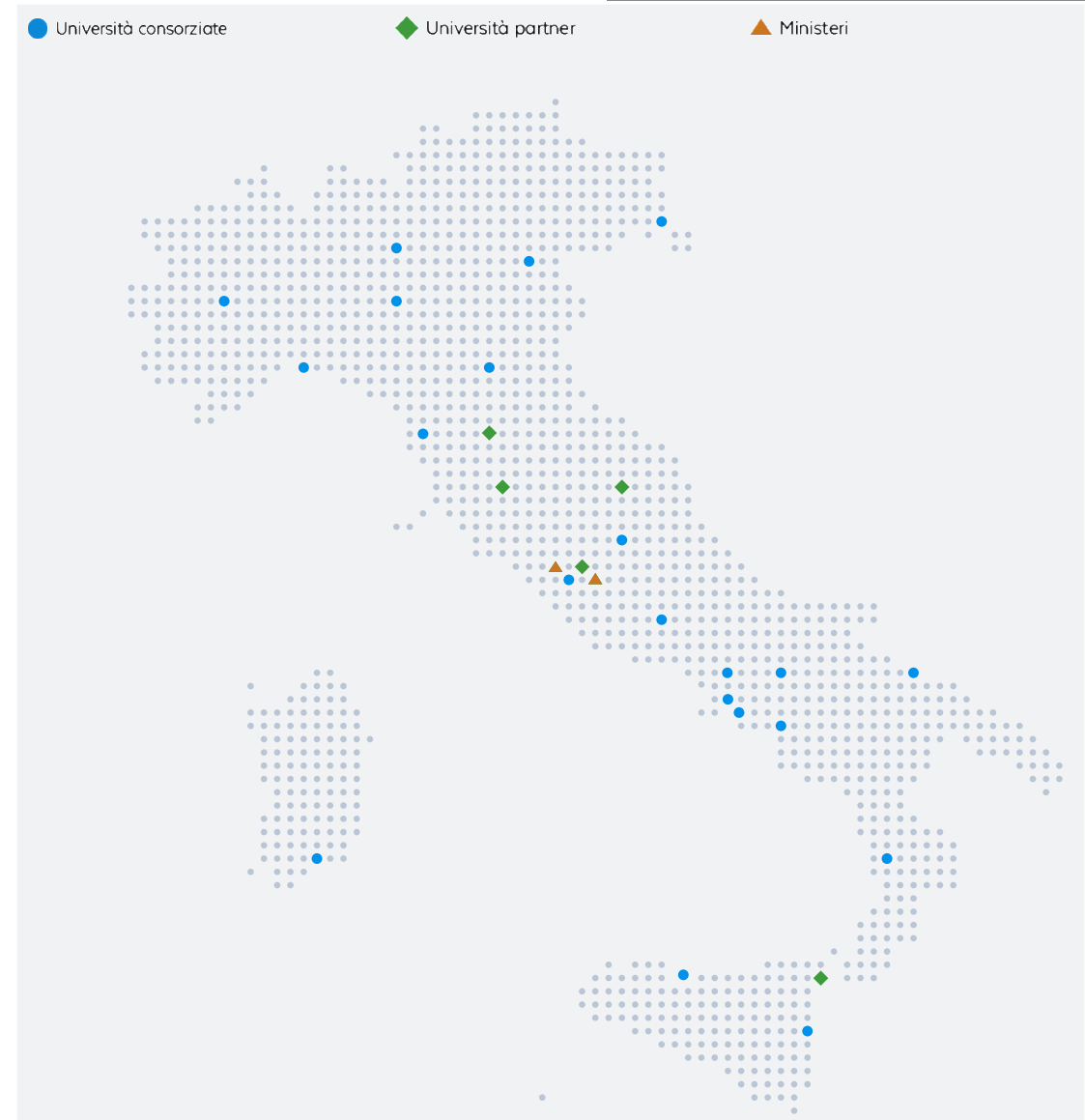
Sezione di Ricerca presso Università degli Studi di Cagliari

Struttura della presentazione

- EnSiEl – Consorzio Interuniversitario Energia e Sistemi Elettrici
- Gruppo di Lavoro EnSiEL
- Stato dell'arte
- Approccio Metodologico
- Scenari e dati di ingresso
- Metodologia di analisi
- Primi risultati e considerazioni conclusive

Consorzio Interuniversitario Energia e Sistemi Elettrici

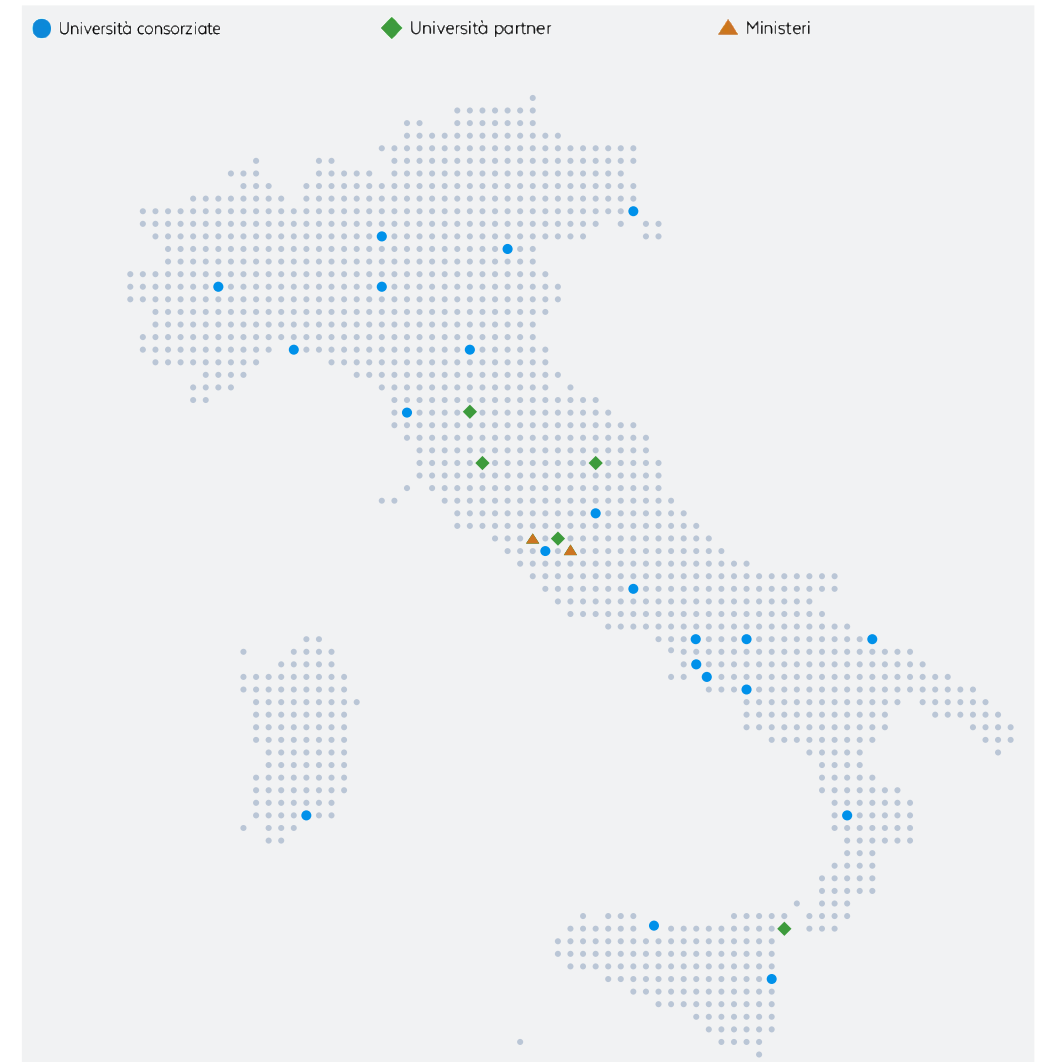
- Consorzio Interuniversitario con MISE e MUR (da cui è vigilato)
- Aderiscono Università aventi competenze in Sistemi Elettrici per l'Energia (22 Atenei)
- Presente anche presso Università con Settori Disciplinari e competenze affini o complementari ai Sistemi Elettrici ("Unità Cluster Energia").



EnSiEL in EDGE

- Università di Cagliari – Coordinamento
- Università di Cassino e LM
- Politecnico di Milano
- Università di Padova
- Università di Pisa

Ulteriori Sezioni di Ricerca saranno coinvolte durante la realizzazione del Progetto Pilota



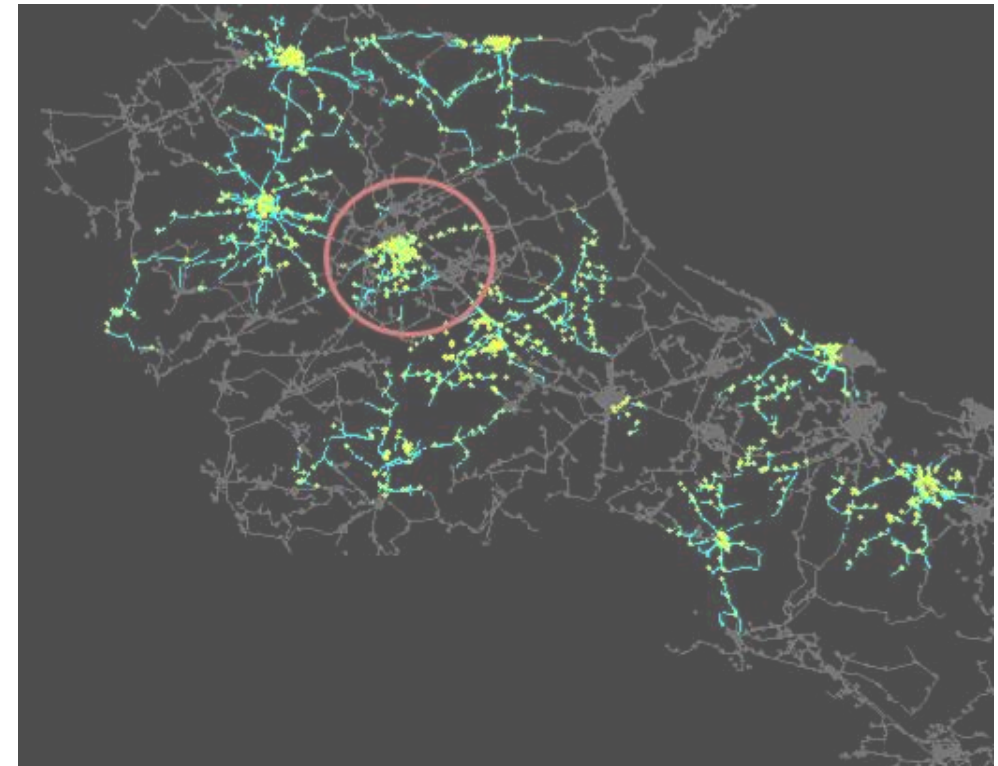
Perché EnSiEL (la Ricerca) in EDGE?

- L'utilizzo delle risorse di flessibilità per gestire la crescente non programmabilità / stocasticità della produzione dell'energia elettrica è tema di ricerca (ad es., programmi UE CETPartnership)
- La ricerca propone soluzioni innovative per
 - Modelli previsionali e scenari (spesso georeferenziati)
 - La gestione delle risorse energetiche distribuite (DERMS)
 - La pianificazione dello sviluppo del sistema di distribuzione
 - La gestione dell'incertezza e del rischio
 - Modelli di mercato per l'energia e i servizi (anche a scala locale)
 - Individuazione e caratterizzazione dei perimetri di flessibilità
 - ...
- Molte ricerche hanno ancora basso TRL, necessità di sviluppo di prototipi e test sul campo
- Rafforzare l'integrazione con i DSO (già in atto a giudicare dalle attività in CIRED e CIGRE, PNRR e progetti europei)

EnSiEL in EDGE

- Individuazione di aree potenzialmente critiche nelle quali usare servizi ancillari locali
- Definizione di scenari energetici di breve termine per la valutazione dell'impatto atteso dei servizi ancillari locali
- Definizione dei prodotti di flessibilità, dei perimetri di flessibilità, e della struttura di un mercato locale dei servizi di flessibilità
- Pianificazione innovativa finalizzata a quantificare volumi, durata e tipologia dei servizi ancillari locali di flessibilità attesi nell'arco di vita del pilota
- Analisi in itinere e valutazione ex-post dei risultati

Le attività si sono sviluppate in gruppi di lavoro misti, che hanno messo a sistema competenze accademiche e esperienze industriali



Pianificazione dei fabbisogni e sviluppo del sistema di distribuzione

- La pianificazione della distribuzione è oggetto di una profonda rivoluzione culturale/filosofica per la possibilità di utilizzo di servizi di flessibilità (CIGRE, CIRED, E.DSO, EPRI, IEEE, IEA-ISGAN)
- R&D su:
 - Modelli previsionali e scenari dettagliati e georeferenziati
 - Modellazione accurata della rete di bassa tensione
 - Modellazione di aree e regioni di flessibilità
 - Integrazione TSO/DSO
 - Sviluppo e modellazione dei **DERMS** e loro inserimento nelle analisi di **pianificazione**
 - **Modelli per la previsione del fabbisogno di flessibilità e gestione delle incertezze**
 - Strumenti di analisi tecnico economica



Flessibilità

Coordinare diversi attori al fine di modificare il loro naturale comportamento per:

- Per fornire supporto alla gestione del sistema elettrico
- Per ridurre/eliminare le violazioni tecniche nella rete

Fornitori di flessibilità (Balance Service Provider, BSP)

- Impianti di produzione, consumo e prosumers (tutti eventualmente dotati di accumulo energetico)
- MT e BT
- Forma singola o aggregata

What? Where? When?

What?

- Quale servizio di flessibilità e con quale probabilità d'uso?
- Ampiezza del servizio di flessibilità?
- Per quanto tempo?

Where?

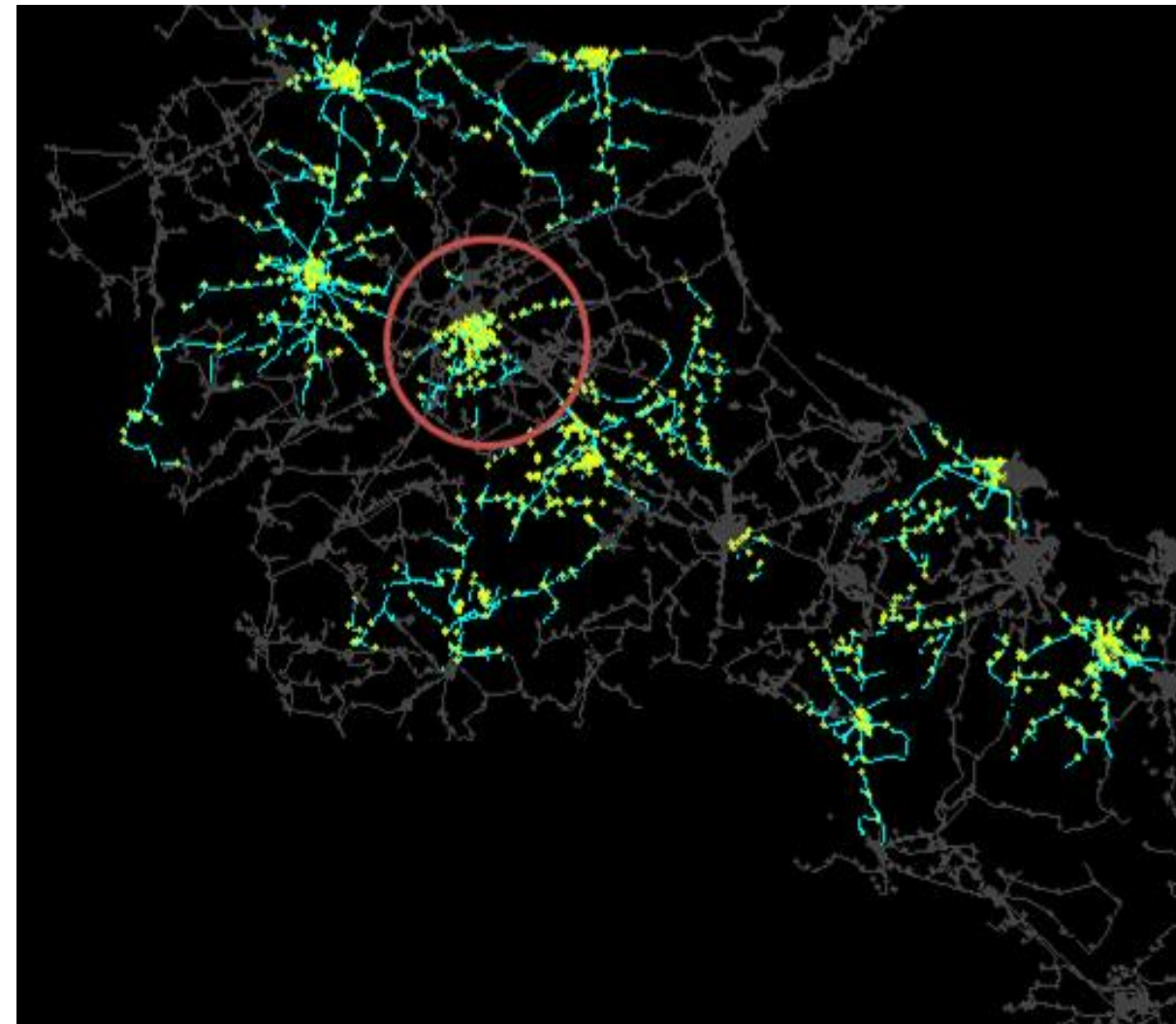
- Perimetro di flessibilità?
- Analisi e correlazioni fra posizione e numero dei fornitori di flessibilità e le criticità di rete

When?

- In quali giorni?
- In quale fascia oraria?

Metodologia

- Definire i prodotti di flessibilità e i servizi
- Individuare aree con potenziali criticità future
- Definire scenari energetici combinando modelli top-down e bottom-up
- Sviluppare nuovi modelli capaci di considerare incertezza e rischio
- Applicare modelli di pianificazione con DERMS (soluzioni non-network o non-wires)
- Considerare l'esigenza di continuità del servizio
- Analizzare diversi modelli di remunerazione dei servizi locali di distribuzione



Input principali

- Topologia delle reti (database e-distribuzione)
- Profili di carico e generazione per ogni nodo MT e/o cabina secondaria di trasformazione, su 3 giorni rappresentativi (feriale-sabato-domenica nei 12 mesi dell'anno)
- Periodo di pianificazione
- Rischio massimo ammesso con riferimento al rispetto dei parametri di progetto
- Scenari di crescita per carico e generazione

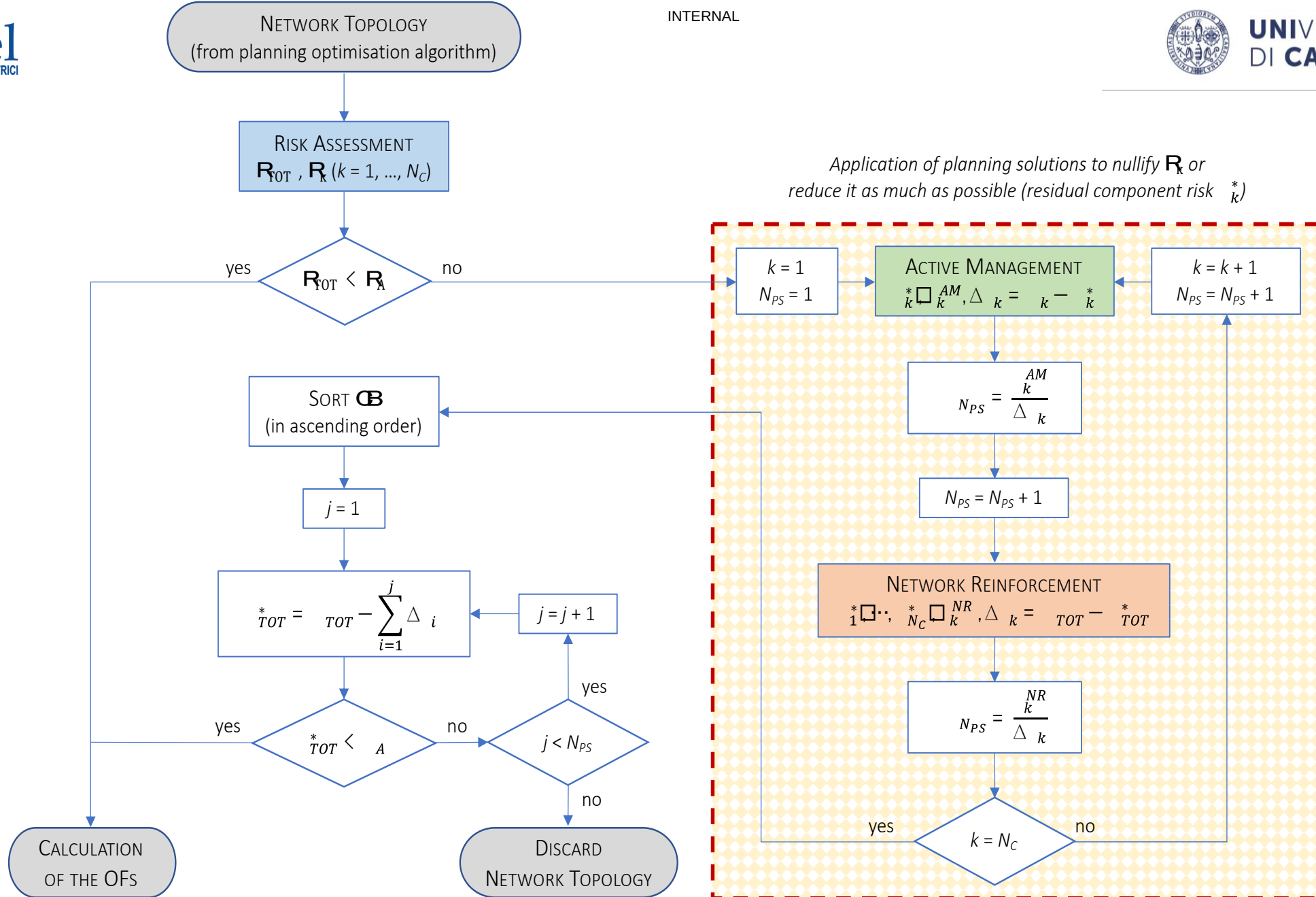
Output principali

Definizione dei prodotti di flessibilità necessari:

- In un determinato perimetro di flessibilità (porzione di rete insieme dei POD)
- In un determinato giorno tra quelli analizzati
- In una determinata fascia oraria

Modelli di pianificazione innovativa

- Perfezionato un algoritmo di ottimizzazione per la pianificazione dello sviluppo della rete di media tensione in un predefinito orizzonte temporale
 - Espansione brown-field
 - Gestione delle incertezze di generazione e carico con calcolo probabilistico
 - Ottimizzazione vincolata al contenimento del rischio di violazione di vincoli tecnici entro valori predefiniti
 - Analisi n-1 e vincoli di continuità del servizio
 - Impiego combinato di opzioni di sviluppo tradizionali e dei servizi di flessibilità
- I modelli di calcolo sono implementati in un software realizzato dai ricercatori dell'Università di Cagliari



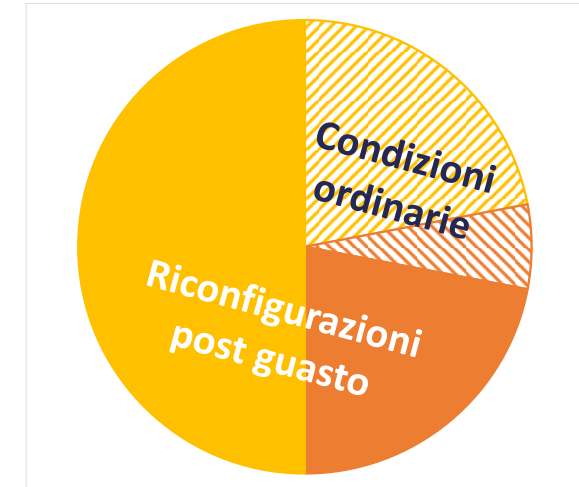
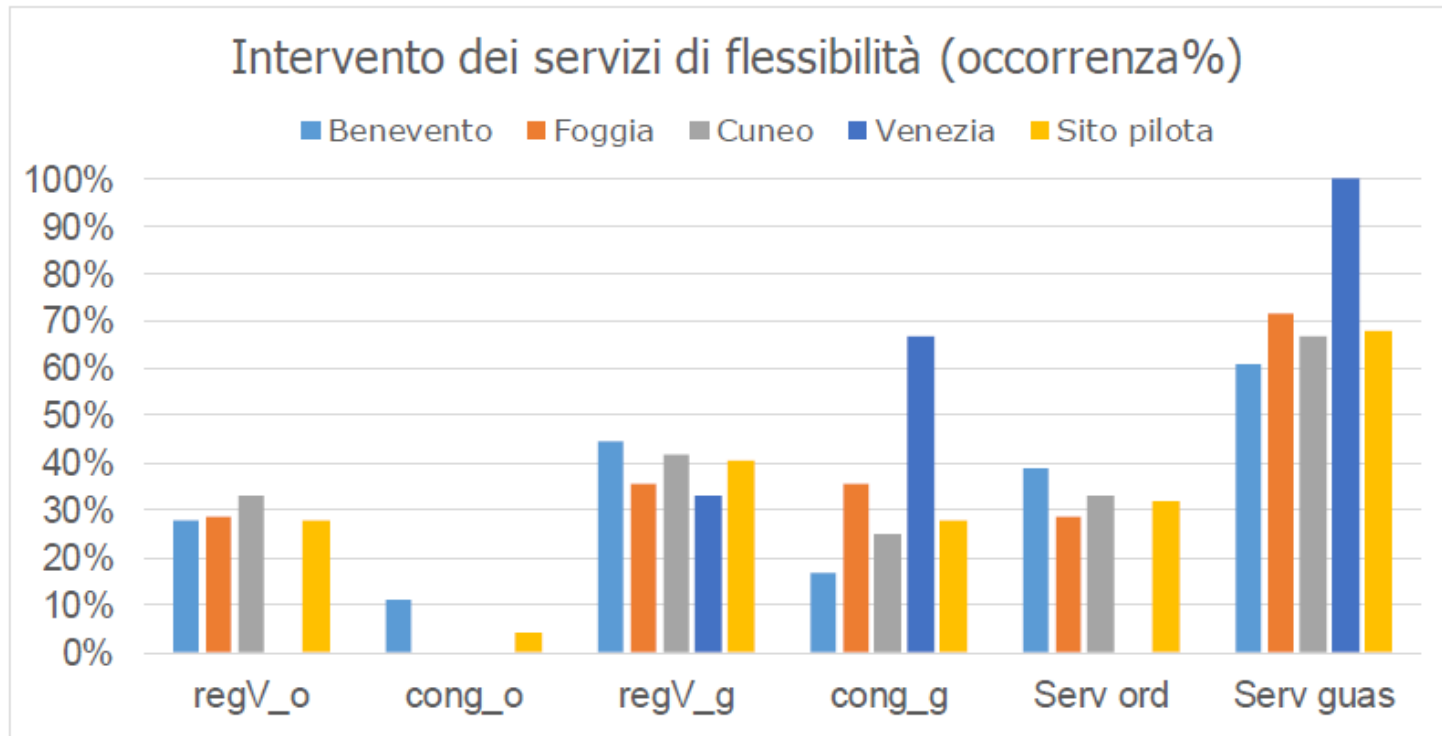
Pseudo codice del modello decisionale

1. Costruzione di molteplici alternative di pianificazione
2. Esamina un'alternativa di pianificazione
 1. Valutazione del rischio associato alla singola alternativa con calcoli di rete probabilistici che tengono delle incertezze negli scenari energetici nel periodo di pianificazione
 2. Se il rischio è superiore alla soglia di accettabilità (ad esempio 5 ore/anno)
 1. Si usa la flessibilità disponibile in modo ottimale e si valuta il rapporto costo/riduzione del rischio ottenibile
 2. Si esaminano singolarmente tutte le possibili azioni di rete per contenere il rischio. Per ogni azione si calcola il rapporto costo/riduzione del rischio
 3. Le azioni sono usate in modo sequenziale per riportare il rischio entro il valore accettabile partendo da quella con minore rapporto costo/riduzione del rischio
 4. Se il rischio è ricondotto entro il valore accettabile, l'alternativa di pianificazione, inclusi la flessibilità utilizzata e gli interventi infrastrutturali, sono memorizzati per eseguire il confronto di diverse opzioni di sviluppo e scegliere la più conveniente
 5. Se non è possibile ricondurre il rischio entro la soglia, l'alternativa è definitivamente scartata
3. Torna a 2)
4. Scegli la migliore delle alternative di pianificazione

Livello di dettaglio necessario per impiego della flessibilità

Feeder	'Cong_o'	'regV_o'	'Cong_g'	'regV_g'
F1	+225kW Fer Feb h18-19	---	---	---
F2	---	---	---	+150kW Sab Gen h17
F3	---	+200kW Fer Gen h18-20	---	---
F4	---	+150kW Sab Gen h08-10	---	+50kW Fer Gen h11-12
F5	---	---	+275kW Fer Feb h15-18	---
F6	---	---	---	+50kW Fer Lug h20-21
F7	---	---	---	-25kW Sab Giu h11-12
F8	---	---	---	-75kW Sab Giu h14
F9	---	---	---	-75kW Fer Lug h12
F10	---	---	---	-250kW Dom Giu h12
F11	---	+75kW Sab Ago h17-18	---	---
F12	---	---	+75kW Sab Ago h11-12	+75kW Sab Ago h11-12
F13	---	+50kW Dom Set h19	---	---
F14	---	---	---	-75kW Sab Mar h17-18
F15	---	---	+150kW Fer Gen h17-21	---
F16	---	---	+75kW Fer Gen h18-19	---

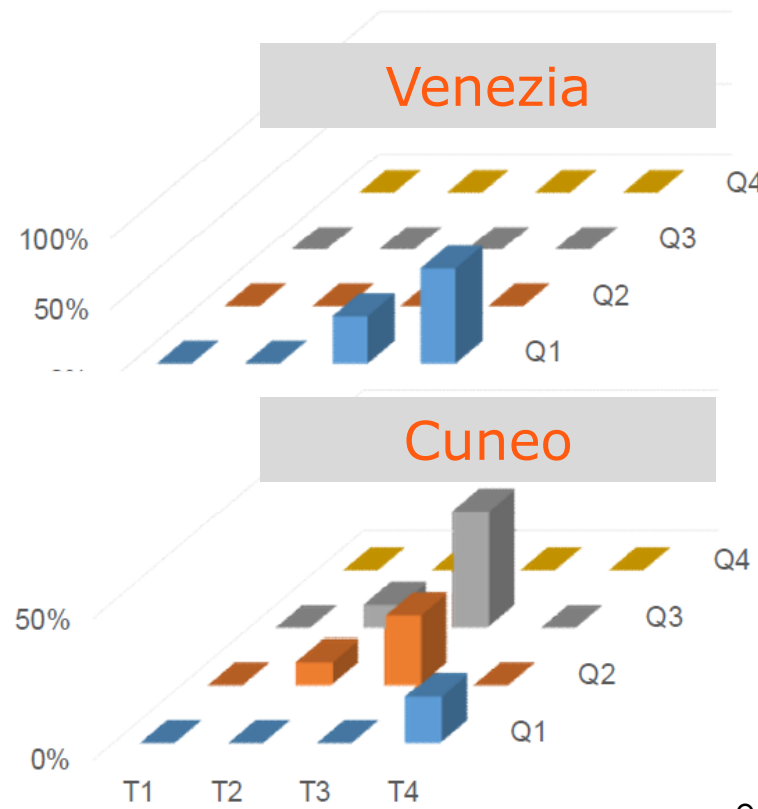
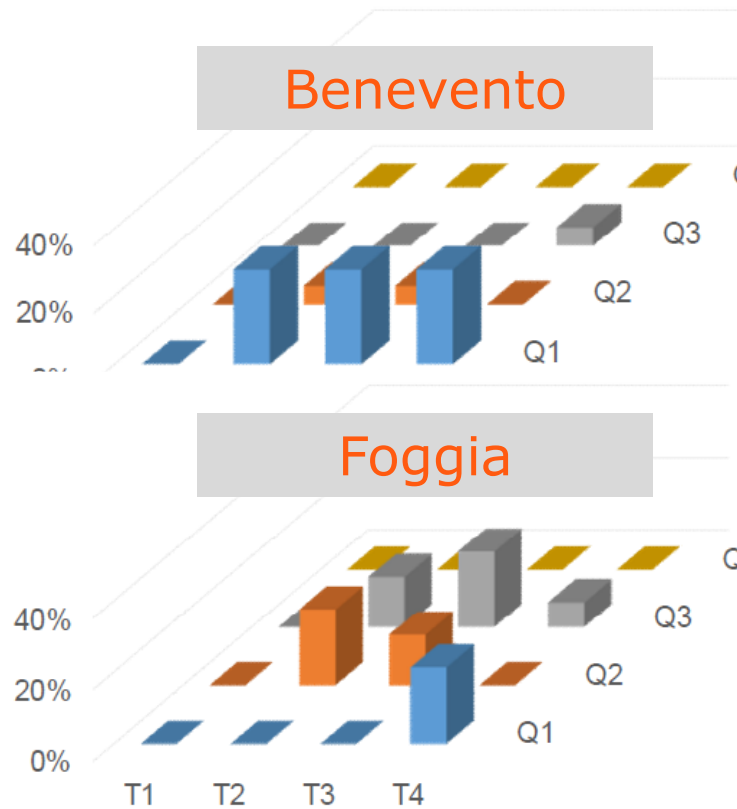
Probabilità di necessità dei servizi ancillari locali



- Oltre due terzi dei servizi *ancillari locali* per assetti di rete derivanti da riconfigurazione per guasti
- Meccanismi per favorire la partecipazione al mercato

N.B. Valori indicativi e non definitivi esito della preliminare validazione dei modelli. La campagna di simulazione con dati aggiornati è in atto.

Quando serve flessibilità?



Benevento / Venezia

- Q1 critico
- CdT serali o notturne

Foggia / Cuneo

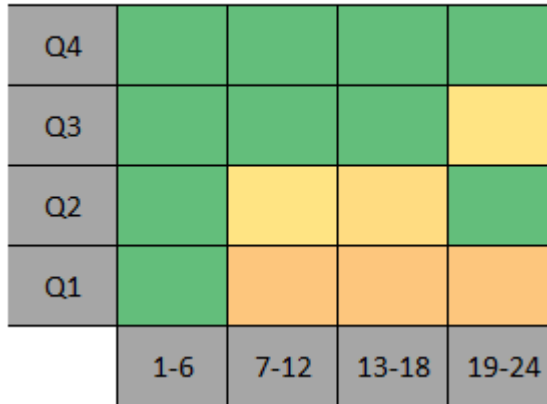
- Q2/Q3
- Impatto produzione fotovoltaica

Q1-Q2-Q3-Q4 → trimestri dell'anno («quarter»)

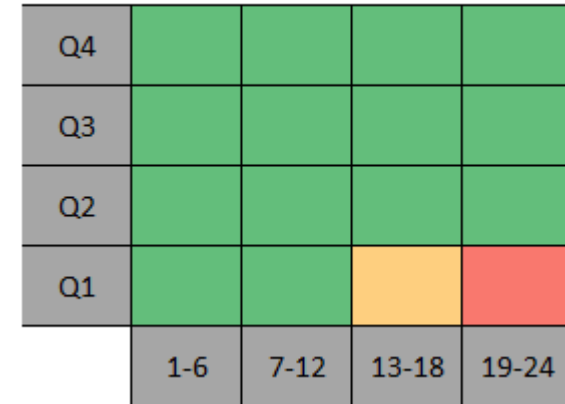
T1-T2-T3-T4 → gruppi orari della giornata: 0-6, 6-12, 12-18, 18-24

Quando serve la flessibilità?

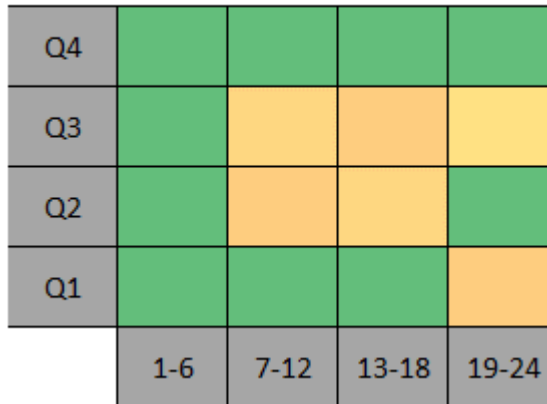
BENEVENTO



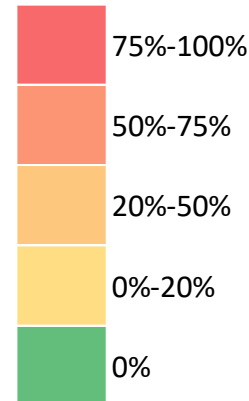
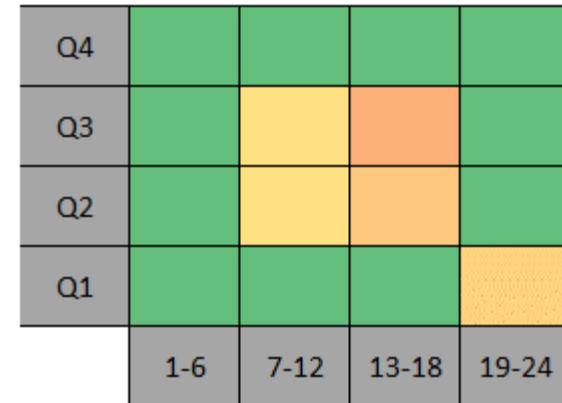
VENEZIA



FOGGIA



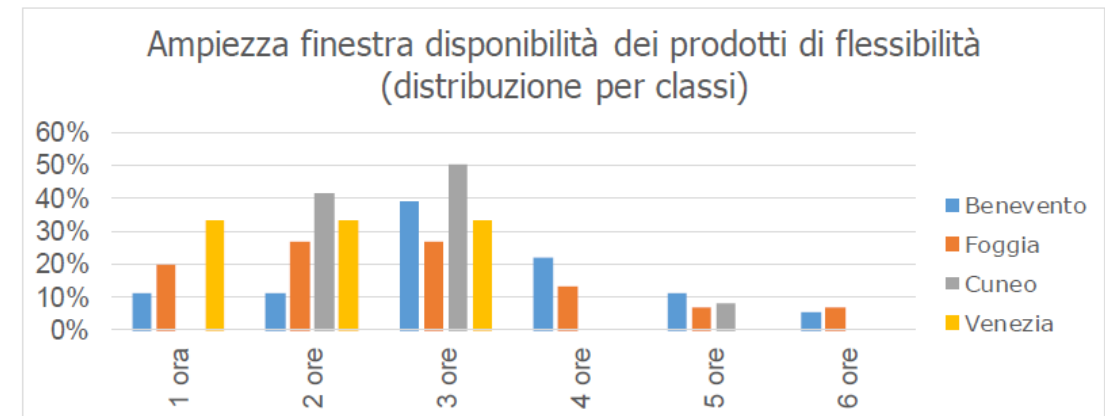
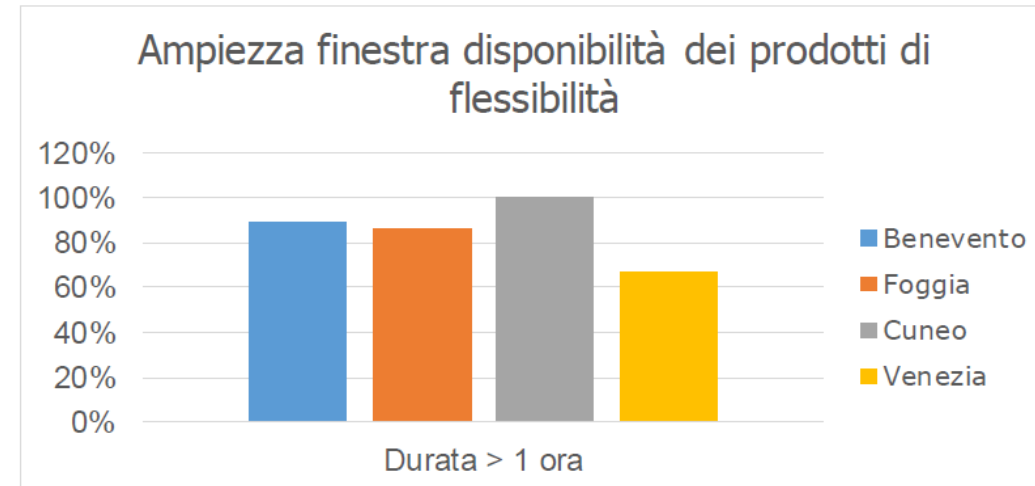
CUNEO



N.B. Valori indicativi e non definitivi esito della preliminare validazione dei modelli. La campagna di simulazione con dati aggiornati è in atto.

Finestra di disponibilità dei prodotti

- Nel 90 % dei casi la durata del servizio di flessibilità supera l'ora
- La durata media è compresa fra 2 e 3 ore
- Una durata di 6 ore si manifesta solamente nel 5% dei casi

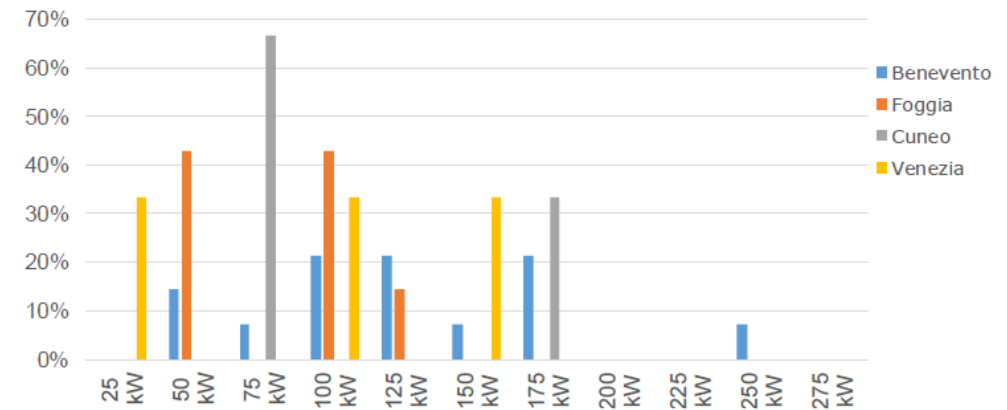


N.B. Valori indicativi e non definitivi esito della preliminare validazione dei modelli. La campagna di simulazione con dati aggiornati è in atto.

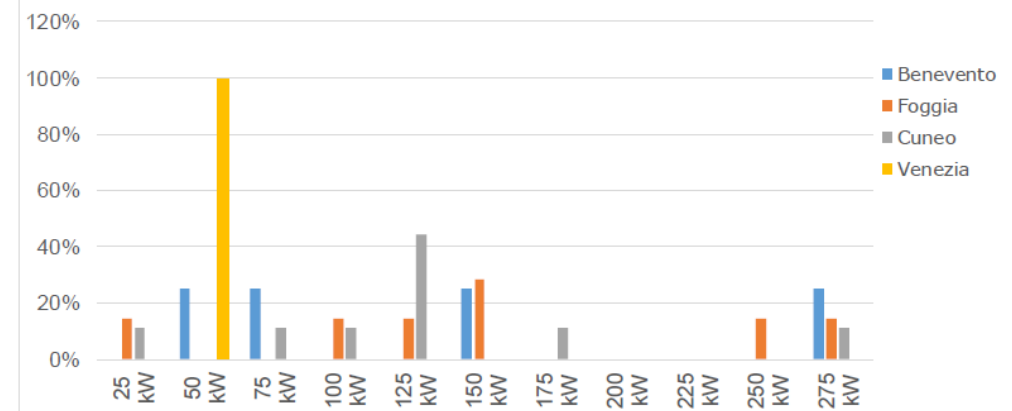
Quantità dei servizi richiesta

- Taglie di disponibilità per singolo prodotto piccole o medie
- Prodotti di taglia nel range 25 - 300 kW
- Mediamente 130 kW
- Comportamenti abbastanza simili nei prodotti a scendere e a salire

Occorrenza prodotti di flessibilità
(Potenza attiva "a salire" [kW])



Occorrenza prodotti di flessibilità
(Potenza attiva "a scendere" [kW])



N.B. Valori indicativi e non definitivi esito della preliminare validazione dei modelli. La campagna di simulazione con dati aggiornati è in atto.

Valutazioni economiche

- Servizi di flessibilità remunerati con meccanismo binomio
 - quota di capacità messa a disposizione (“prezzo per disponibilità”)
 - quota per il suo effettivo utilizzo (“prezzo per utilizzo”)
- Analisi di sensitività al fine di rilevare, per ciascun perimetro di flessibilità e ciascun servizio, i costi limite delle due componenti
- La stimata bassa probabilità di ricorso alla flessibilità richiede adeguata proporzione fra le due voci con particolare riferimento alla valorizzazione della disponibilità

Conclusioni

- Realizzato un modello di studio che permette di bilanciare interventi infrastrutturali ed il ricorso ai servizi di flessibilità
- Confermata la robustezza del sistema di distribuzione di e-distribuzione
- Le criticità derivanti dallo scenario energetico di breve periodo sono per la gran parte dei casi confinate in assetti di rete derivanti da riconfigurazioni post-guasto
- Servizi di flessibilità con variazioni di potenza non superiori a 300 kW per una durata media di due o tre ore appaiono risolutivi per le criticità temporanee evidenziate