



Isole Minori *Possibili avanguardie della transizione energetica*

Gian Piero Celata

Direttore

Dipartimento Tecnologie Energetiche

celata@enea.it

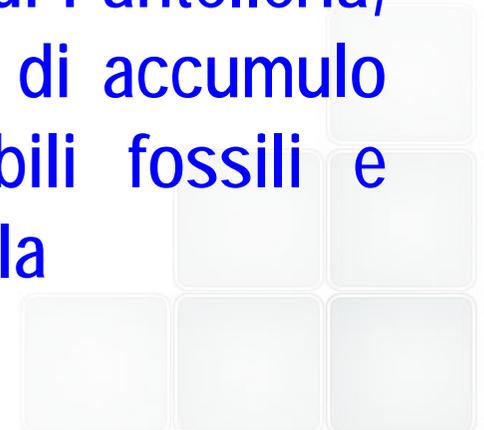
***ENEA – Rinnovabili e smart grid per le isole
minori***

4 maggio 2016

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare

- **PROGETTO LAMPEDUSA** – Finanziato MiSE (2014-15)
Sistema fotovoltaico con accumulo per applicazioni residenziali e/o commerciali per l'isola di Lampedusa
- **PROGETTO POLISTAR *POL*generation and *S*Storage for *smARt green islands*** – Finalista Bando Edison Pulse 2015

Progettazione di una Smart Grid per l'isola di Pantelleria, con energia da fonti rinnovabile e sistemi di accumulo per ridurre la dipendenza dai combustibili fossili e rendere attiva la rete di distribuzione dell'isola



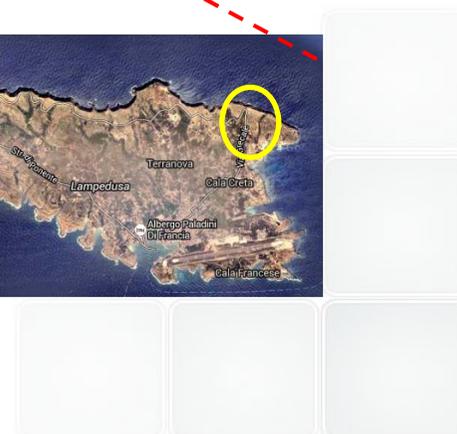
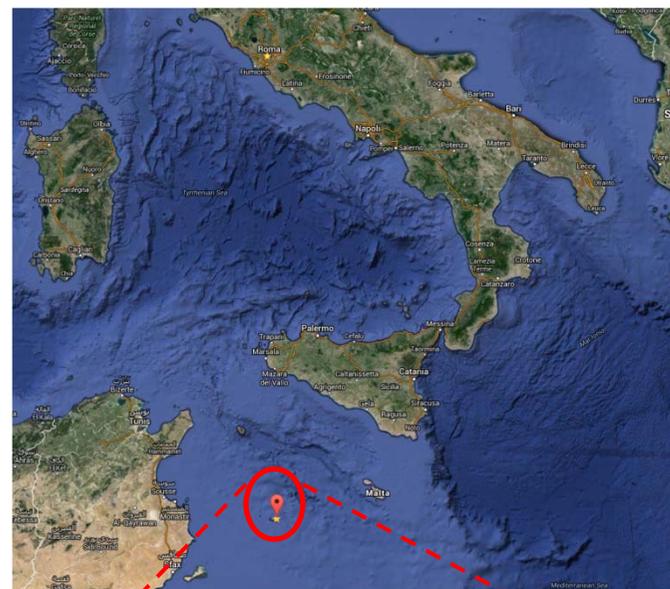
- L'uso dell'accumulo elettrico (ESS) a livello di utente finale è di crescente interesse a livello internazionale in quanto riduce l'impatto sulla Rete delle FER intermittenti (PV in primis) consentendo di incrementare la loro penetrazione
- L'accumulo garantisce l'utente finale contro *black-out* elettrici e unitamente al PV può fornire Servizi di Rete in ottica *smart-grid* (fornitura potenza attiva e reattiva per compensare variazioni di f e V , *peak shaving*)



Progetto LAMPEDUSA - Motivazioni



- Ricercare soluzioni e modelli adeguati a garantire una gestione intelligente dei flussi energetici fra impianto fotovoltaico, batterie, rete di distribuzione elettrica e utenza
- Lampedusa è stata scelta sia perché dotata di una piccola rete elettrica compatibile con la taglia dell'impianto dimostrativo, sia perché può rappresentare un modello da replicare sulle altre isole minori
- Sinergia con altre attività svolte presso il Centro ENEA (Contrada Capo Grecale Lampedusa)



Progetto LAMPEDUSA – Elementi costitutivi



- Realizzazione di un impianto dimostrativo PV+ESS grid-connected nell'isola di Lampedusa per utenti residenziali e commerciali, costituito da due sistemi: monofase (4 kWp - 10 kWh) e trifase (10 kWp - 16 kWh), dotati di differenti tecnologie di accumulo (Pb e Li)
- Realizzazione di un simulatore avanzato per sistemi ESS, PV, Rete elettrica e Utenza in grado di modellare il loro comportamento e valutarne l'impatto sulla Rete
- Validazione dei modelli elettrici mediante attività sperimentali sull'impianto dimostrativo
- Sviluppo e sperimentazione di strategie Smart di gestione e controllo dei sistemi ESS (Smart Grid scenario)



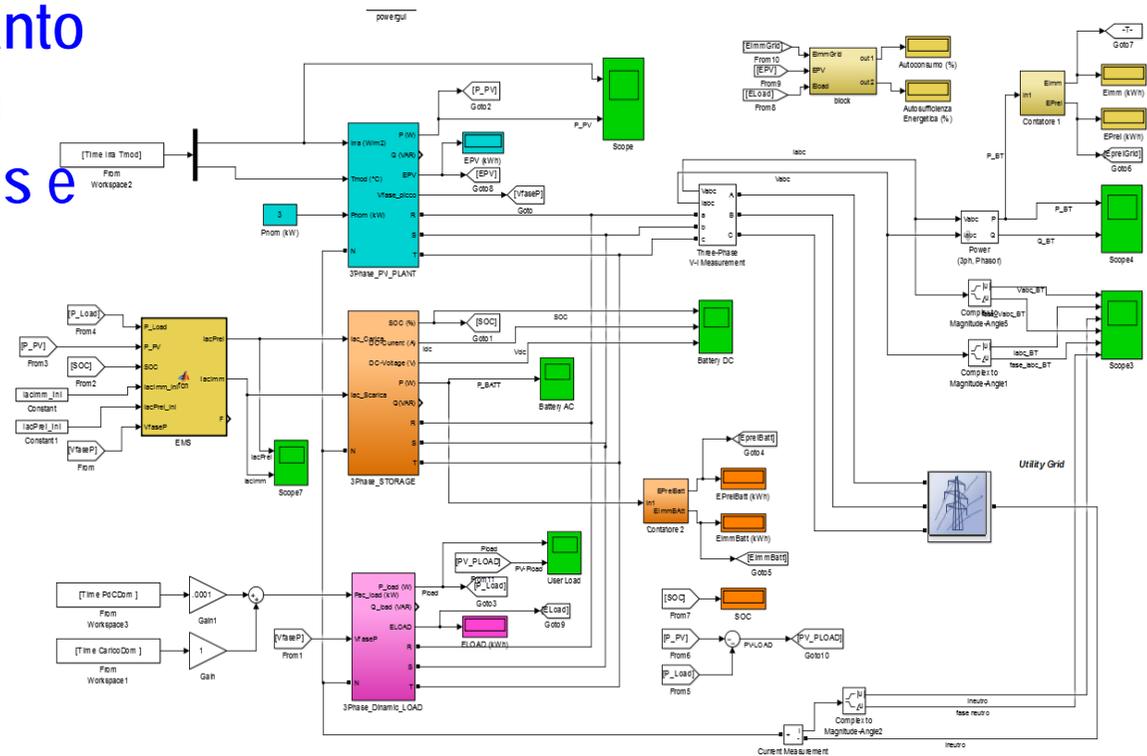
sono in corso di sviluppo strategie di gestione smart dell'accumulo in ottica Smart Grid (Forecast-based charging strategies)

Progetto LAMPEDUSA – Simulatore ENEA (Matlab Simulink)



Il Simulatore è in grado di:

- valutare tutte le grandezze elettriche presenti sull'impianto e sulla Rete (V, I, Pa, Pr, E...) con un campionamento di 1 s e può estendere le analisi per uno o più anni
- quantificare il reale autoconsumo e l'autosufficienza energetica dell'utente
- quantificare il reale beneficio economico per gli utenti che adottino sistemi PV+ESS



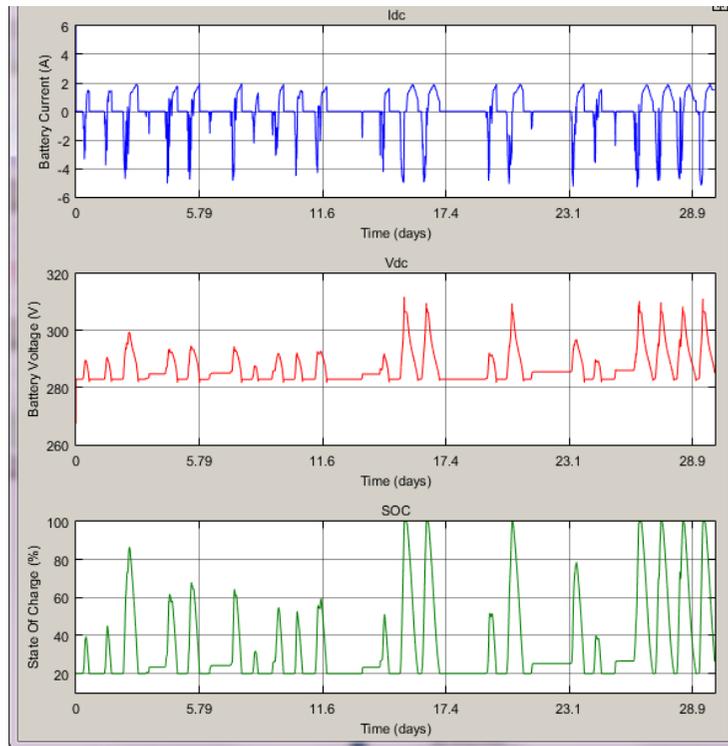
Progetto LAMPEDUSA – Simulatore ENEA (Matlab Simulink)



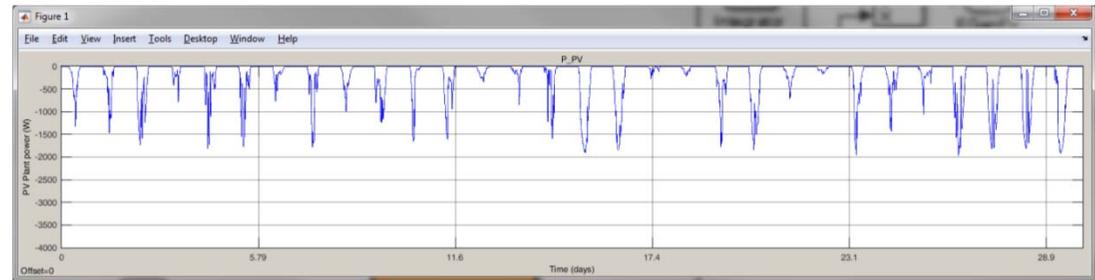
ESEMPIO DI UTENZA RESIDENZIALE

- PV: 2,5 kW
- Consumo: 3100 kWh/anno

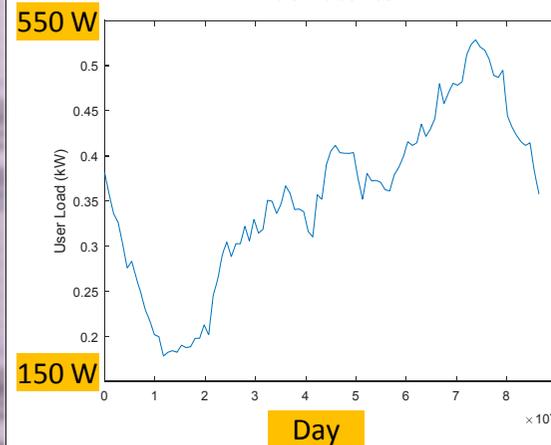
ESS: 6 kWh (Li-Ion) - DOD=80% - C=20Ah - 1..31 Gennaio



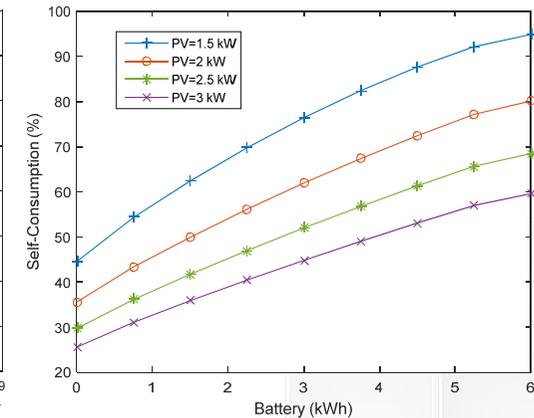
Produzione dell'impianto PV nel mese di Gennaio



Profilo di carico medio giornaliero dell'utente



Autoconsumo annuo

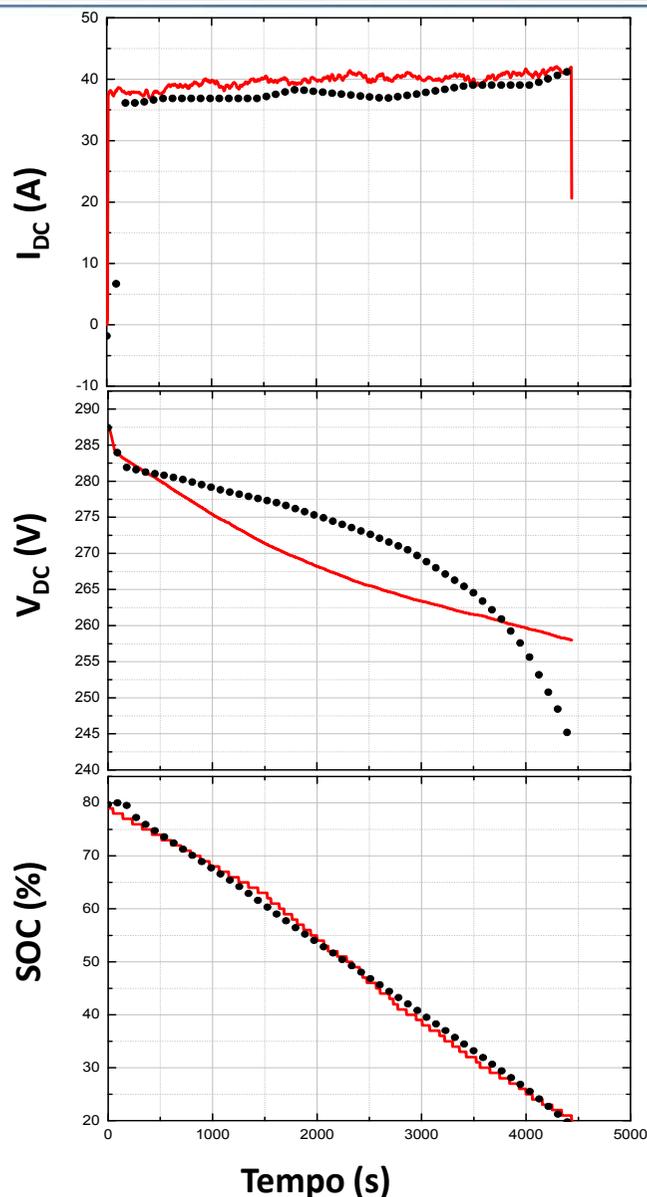


Progetto LAMPEDUSA – Valutazione modellistica

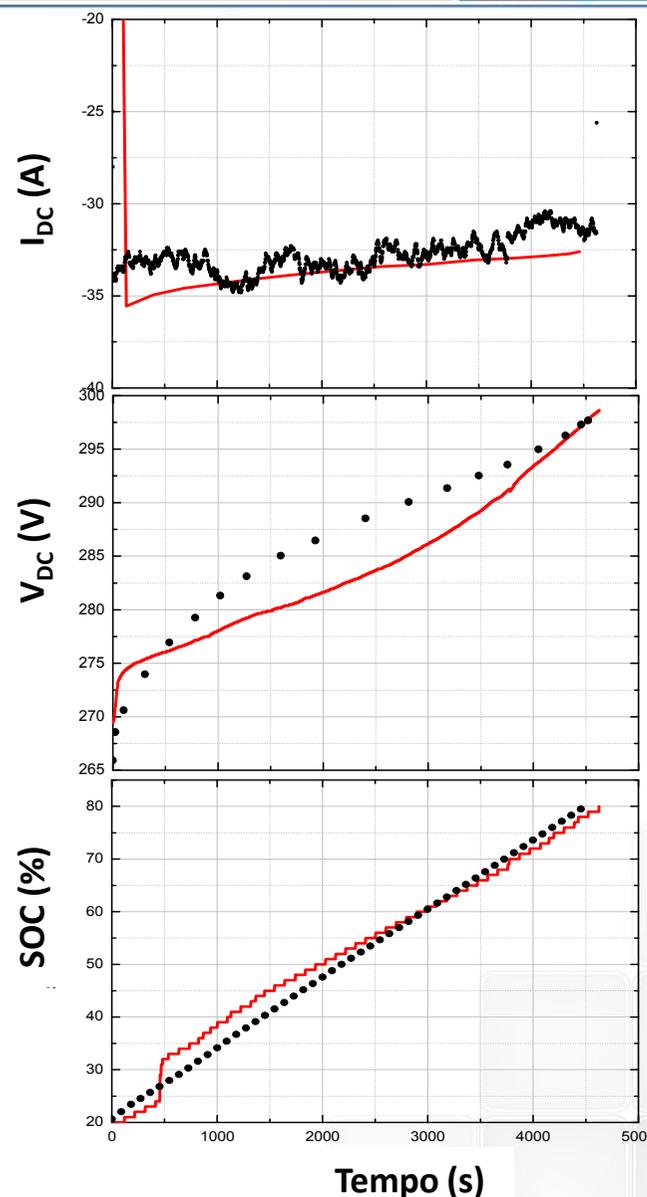


Confronto fra le grandezze elettriche del pacco batterie al Litio:

- *misure in campo (punti ●)*
- *simulazioni (linee)*

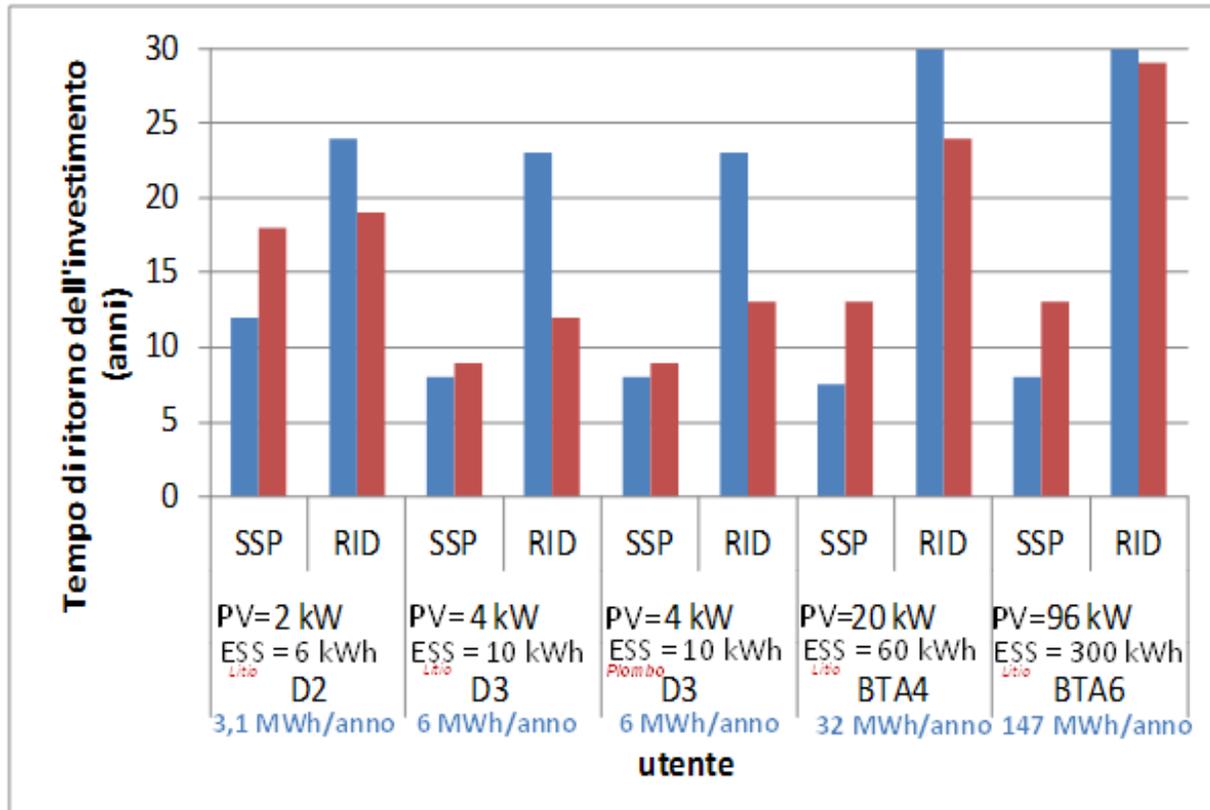


Scarica delle batterie potenza costante ($P=10\text{ kW}$)



Carica delle batterie a potenza costante ($P=10\text{ kW}$)

Progetto LAMPEDUSA – Analisi economica



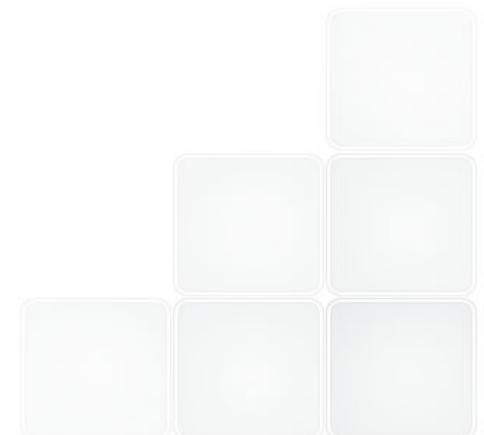
I sistemi accumulo abbinati ad impianti PV per uso residenziale/commerciale iniziano ad essere convenienti se il loro costo scendesse almeno a 100 €/kWh e se non ci fosse SSP

Tempo di ritorno dell'investimento di un impianto PV (con e senza ESS) per varie tipologie di utenza (D2, D3, BTA4, BTA6), varie taglie di impianto PV e di capacità del sistema di accumulo, ipotizzando un costo del ESS pari a 100€/kWh, in presenza di scambio sul posto (SSP) o di ritiro dedicato (RID)



- PROGETTO POLISTAR *POL*generation and *S*torage for *smARt green islands* – Finalista Bando Edison Pulse 2015

Progettazione di una Smart Grid per l'isola di Pantelleria, con energia da fonti rinnovabile e sistemi di accumulo per ridurre la dipendenza dai combustibili fossili e rendere attiva la rete di distribuzione dell'isola



SMART ISLAND: lo stato dell'arte

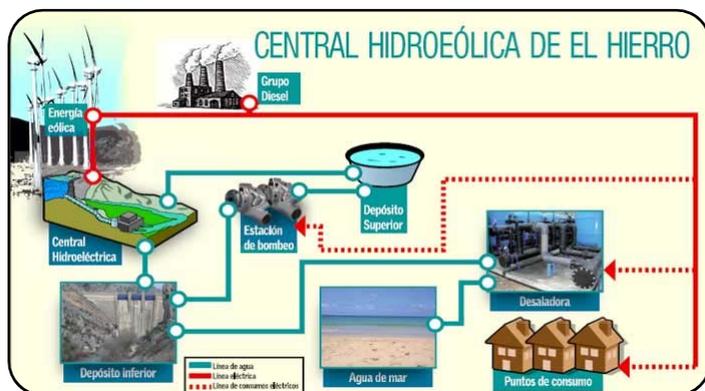


- ▶ Le isole non interconnesse rappresentano un interessante laboratorio naturale per la sperimentazione di micro-reti energetiche prevalentemente alimentate da fonti rinnovabili; ad oggi, in Italia, non esistono isole minori autonome dal punto di vista energetico. A ciò va aggiunta la marginalità della presenza di impianti a fonte rinnovabile sulle isole minori, in contrasto con quanto accaduto sul territorio peninsulare.
- ▶ A livello nazionale le micro-reti esistenti si fermano ad applicazioni per lo più a livello di laboratorio; in Europa, sono presenti, invece, alcuni interessanti dimostratori di isole «smart».

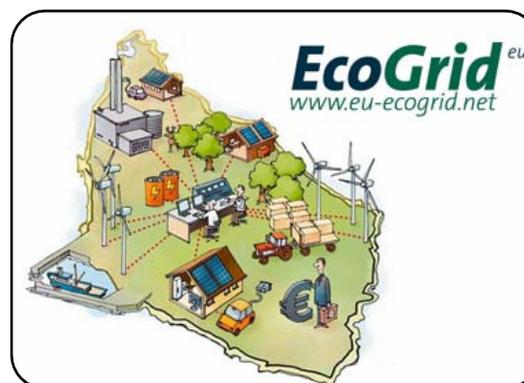
- | | |
|------------|---------------|
| #ALICUDI | #PALMAROLA |
| #ASINARA | #PANAREA |
| #CAPRAIA | #PANTELLERIA |
| #CAPRERA | #PONZA |
| #CAPRI | #PORTOVENERE |
| #ELBA | #PROCIDA |
| #FAVIGNANA | #SALINA |
| #FILICUDI | #SAN PIETRO |
| #GIAMMUTRI | #SANT'ANTIOCO |
| #GIGLIO | #STROMBOLI |
| #ISCHIA | #TREMITI |
| #LAMPEDUSA | #USTICA |
| #LIPARI | #VENTOTENE |
| #MADDALENA | #VULCANO |

SMART ISLANDS

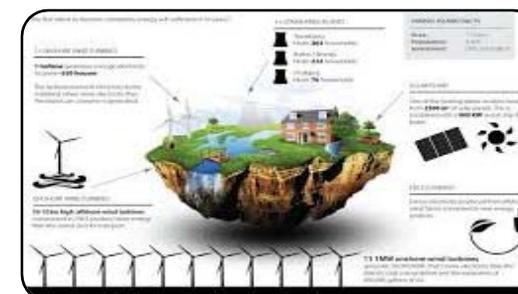
EL HIERRO



BORNHOLM



SAMSO



POLISTAR: lo scenario di riferimento



- L'isola di Pantelleria appartiene al territorio di Trapani ed è la **prima delle isole siciliane** per estensione territoriale (la quinta delle isole italiane).
- Rientra tra le **isole minori non interconnesse**: il sistema elettrico a servizio dell'isola non è collegato al sistema elettrico nazionale ed il suo **fabbisogno energetico** (ca. 44 GWh/anno), è prevalentemente **soddisfatto da combustibili fossili importati**.
- La popolazione residente sull'isola è pari a circa **7800 unità** e **raddoppia** durante la stagione estiva. Il **consumo elettrico pro-capite annuo supera del 30% la media nazionale** ed è in continua ascesa.
- Il **clima dell'isola è estremamente favorevole per l'utilizzo delle rinnovabili**. La radiazione solare incidente annua nell'isola è pari a **1.860 kWh/m² anno** (valori medi in Italia: 1.150 kWh/m² anno nelle zone alpine - 1.750 kWh/m² nelle zone meridionali della Sicilia e della costa occidentale della Sardegna).

POLISTAR: il contesto legislativo



Il costo medio di produzione delle isole minori, pur con notevoli variazioni tra isola e isola, è risultato pari nel 2013 a 0,39 €/kWh, valore 6 volte maggiore rispetto al valor medio del resto del Paese.

Decreto Legge
24 giugno 2014, n. 91

- Il **decreto**, anche noto come «**taglia-bollette**» ha tagliato i sussidi a parziale remunerazione dei costi fissi dei distributori elettrici sulle Isole Minori caratterizzati da una ridotta base di utenza, remunerato dalla componente degli oneri di sistema della bolletta (UC4).

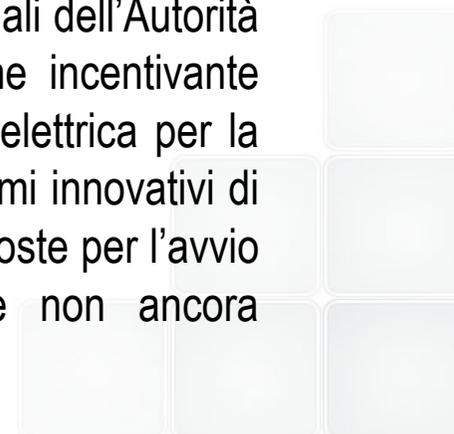


Documento per la
Consultazione
255/2015/R/EEL



Deliberazione
22 dicembre 2015
646/2015/R/EEL

- Il documento «**SMART DISTRIBUTION SYSTEM: PROMOZIONE SELETTIVA DEGLI INVESTIMENTI NEI SISTEMI INNOVATIVI DI DISTRIBUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA**», a partire dalle risultanze dei progetti pilota smart grid avviati nel 2011, illustra gli orientamenti iniziali dell'Autorità in merito a possibili meccanismi di regolazione incentivante rivolti alle imprese di distribuzione dell'energia elettrica per la trasformazione delle reti di distribuzione in sistemi innovativi di distribuzione. Il documento contiene anche proposte per l'avvio di ulteriori sperimentazioni in aree tecniche non ancora esplorate dai progetti pilota smart grid conclusi.



POLISTAR: obiettivi



Il progetto POLISTAR mira a:



- ▶ **Ridurre la dipendenza da fonti fossili** e gli approvvigionamenti esterni da combustibile fossile, incrementando l'autonomia dell'isola.
- ▶ **Ridurre il costo dell'energia elettrica** anche alla luce degli sviluppi del Decreto Taglia-Bollette.
- ▶ **Ridurre le emissioni climalteranti.**
- ▶ **Promuovere la partecipazione attiva degli abitanti dell'isola** (residenti e stagionali) ad un **nuovo modello di gestione integrata** (sistema elettrico, trattamento rifiuti, mobilità).
- ▶ Promuovere il concetto di «**isola sostenibile**».
- ▶ Ottenere un **modello** testato sull'interessante laboratorio delle Isole Minori, **replicabile, anche su differente scala, in molteplici contesti** con interessanti **potenziali sviluppi industriali di mercato.**



Il progetto POLISTAR crea benefici per:



Abitanti dell'Isola

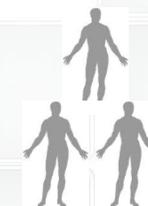
Ambiente

Economia locale (SMART ISLAND)

Gestori dei sistemi elettrici delle isole minori

Enti locali ed amministrativi

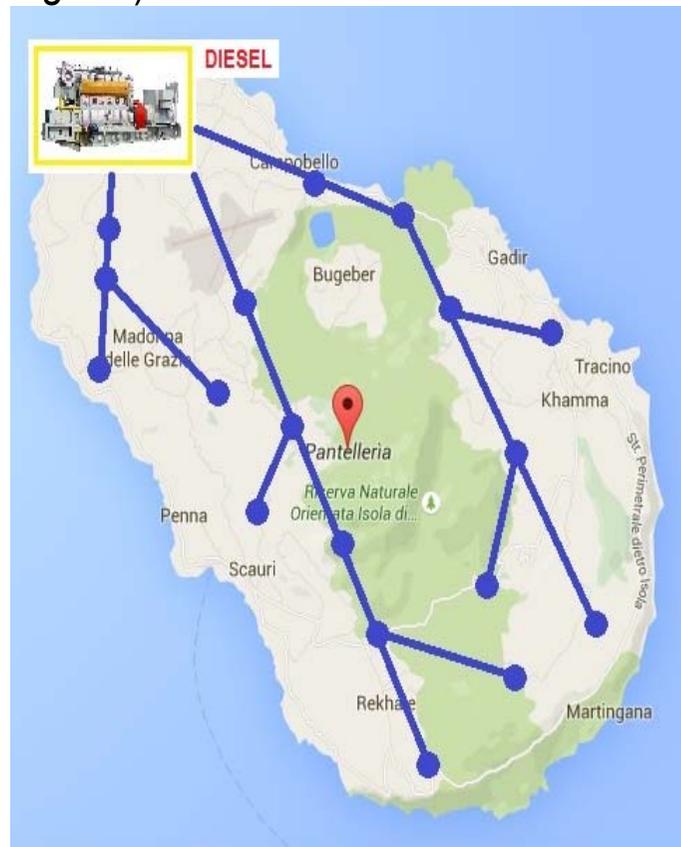
Collettività



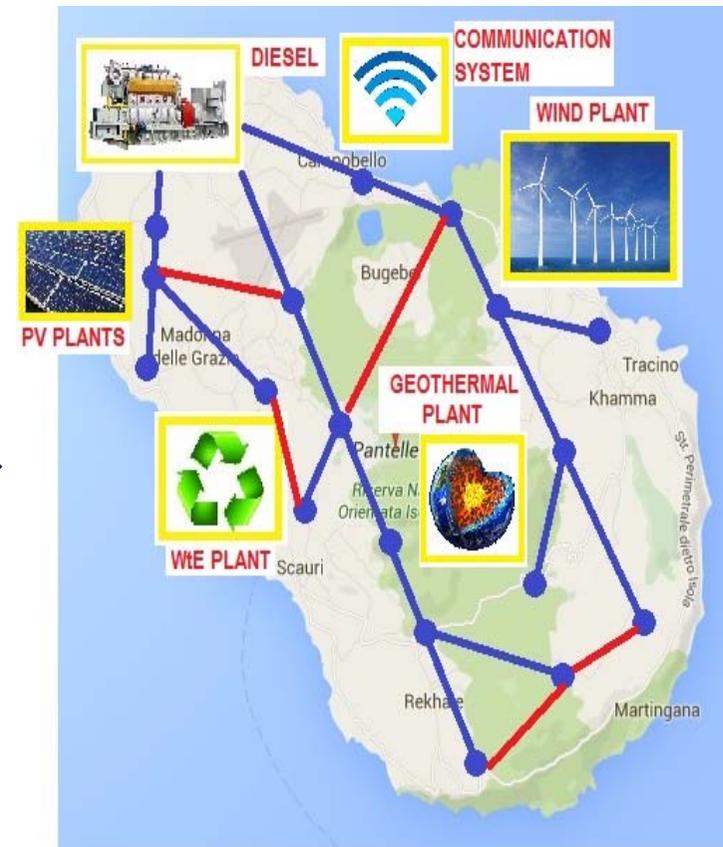
POLISTAR: transizione vs. smart grid



Il progetto POLISTAR mira ad individuare architetture, logiche di controllo innovative e caratteristiche dei principali componenti della rete intelligente, comprese le unità di generazione da fonte rinnovabile e i sistemi di accumulo elettrico da installare, per rendere attiva la rete di distribuzione dell'isola su specifici scenari operativi rappresentativi del maggior numero di casi d'uso (es. diversi mix energetici).



ORIGINAL CLASSICAL DISTRIBUTION GRID



INNOVATIVE SMART-GRID

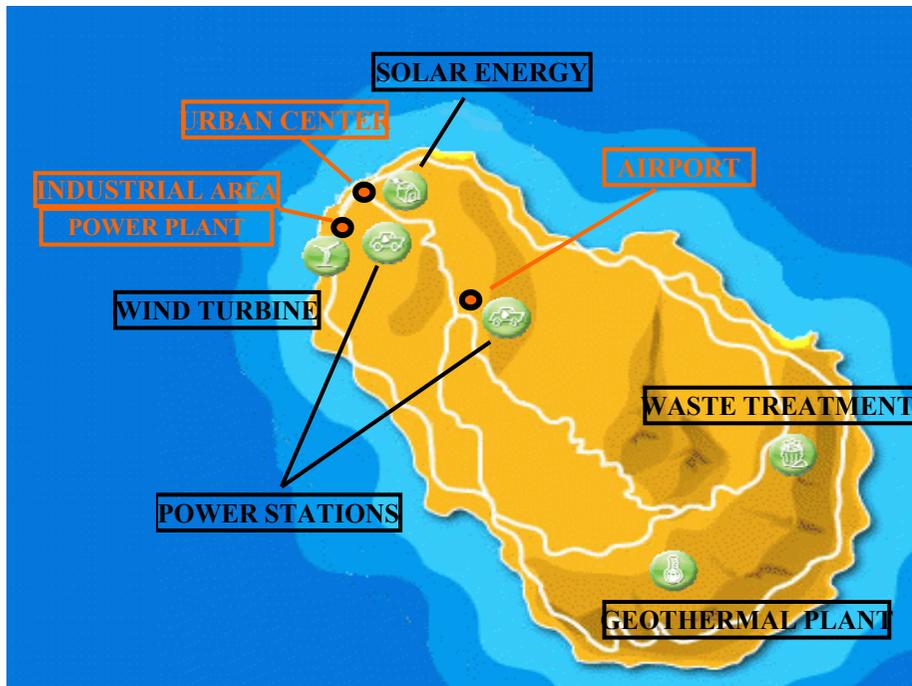
POLISTAR: energia e sistema di controllo



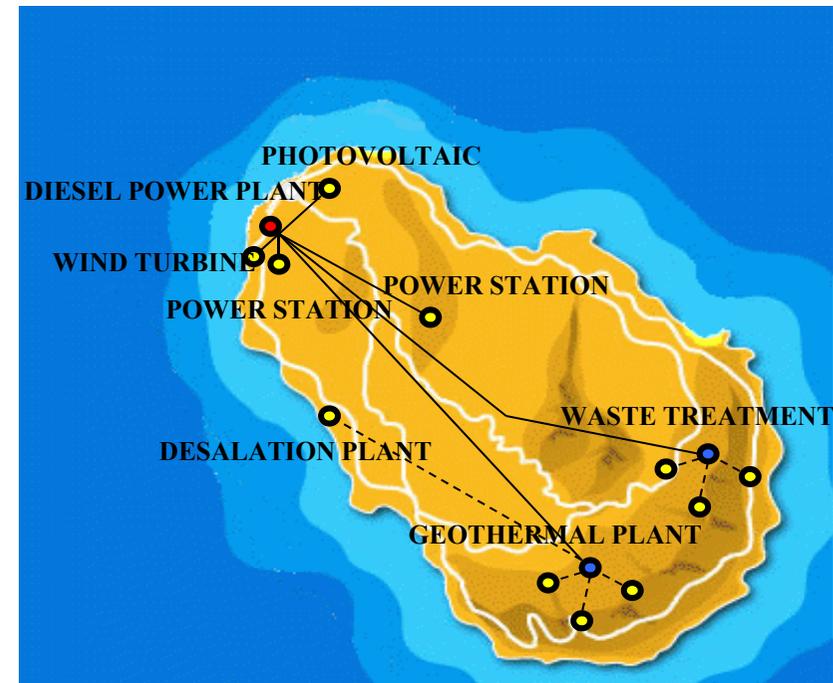
- SOLAR ENERGY (PV AND THERMAL COLLECTORS)
- WIND TURBINE
- GEOTHERMAL POWER GENERATION
- WASTE TREATMENT PLANT
- POWER STATIONS (ELECTRIC VEHICLES)

- GLOBAL NETWORK COORDINATOR (MGCC - SC)
- ROUTER/COORDINATOR (SC)
- END NODE (LC)
- COMMUNICATION CHANNELS

ENERGY SYSTEM



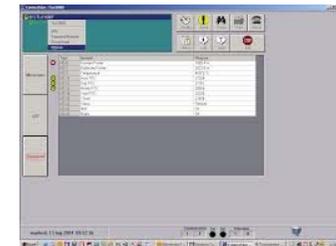
CONTROL SYSTEM



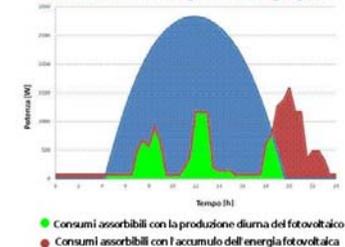
POLISTAR: logiche di controllo della domanda elettrica



- ▶ Le logiche di controllo applicate si baseranno sull'acquisizione, tramite telemisure e telesegnalazioni, di tutte le informazioni necessarie a controllare in sicurezza il sistema elettrico dell'isola con **l'obiettivo di commisurare la produzione al fabbisogno energetico.**
- ▶ Il sistema considererà tutte le **componenti** che rendono **variabili la richiesta e la produzione di energia elettrica**: fattori climatici, componenti socio-economiche, aleatorietà delle fonti rinnovabili, incremento della domanda nel periodo estivo.
- ▶ L'implementazione di tecniche di gestione della domanda elettrica del tipo **Demand-Response** consentirà di modificare la curva della domanda elettrica per tenere conto dell'intermittenza della produzione da fonti rinnovabili, di una gestione ottimizzata della generazione tradizionale e della possibilità di attuare tariffe orarie dinamiche.



Andamento a campana della produzione fotovoltaica in una giornata di giugno



***POLISTAR*: impianti di generazione da fonti rinnovabili e assimilabili**



La scelta degli impianti di generazione da fonti rinnovabili da integrare nella Smart Grid è stata effettuata tenendo conto dei **vincoli del territorio**, delle sue **risorse energetiche**, delle nuove **tecnologie disponibili** sul mercato. Sono state esaminate diverse soluzioni in funzione dei vari **livelli di penetrazione della generazione distribuita**.

- **impianti fotovoltaici**, possibilmente dotati di accumulatori



- **impianti ibridi e solari termici**



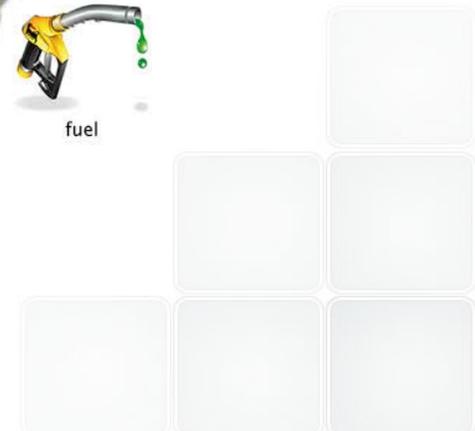
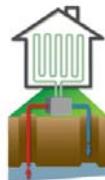
- **impianti eolici**, in particolare **mini e micro-eolico**



- **impianti di produzione di energia da rifiuti solidi urbani**



- **impianti geotermici**



POLISTAR: sistema di telecomunicazione e telecontrollo



Il sistema di telecomunicazione e di telecontrollo sarà progettato in modo da attuare le tecniche di gestione del carico elettrico ed implementare un sistema di diagnostica e di ricerca guasti che consentirà di ridurre le interruzioni del servizio. Le principali funzioni da assolvere sono:

- ▶ **connettere** i nodi della rete (preesistenti e nuovi);
- ▶ **monitorare**, in tempo reale, il funzionamento dell'intero sistema elettrico ed intervenire a distanza in caso di anomalie o guasti;
- ▶ **integrare** in modo ottimale impianti da fonte rinnovabile con i sistemi di accumulo (storage);
- ▶ **gestire** con flessibilità gli sbalzi di carico che derivano dall'immissione in rete dell'energia proveniente da fonti rinnovabili o da repentine disconnessioni di elevate porzioni di carico elettrico.

- ▶ **tenere sotto controllo** i valori di caduta di tensione, in particolare nei tratti più estremi della rete;
- ▶ **monitorare** l'isolamento di alcuni tratti critici di rete in modo tale da prevenire guasti fase-fase o verso terra, archi intermittenti o guasto trasferito;
- ▶ **regolare** la potenza reattiva e il fattore di potenza medio della rete;
- ▶ **gestire** l'impianto di illuminazione pubblica con regolazione del flusso luminoso.

POLISTAR: sistemi di accumulo di ultima generazione



- ▶ Lo studio dei sistemi di accumulo sarà effettuato concentrandosi sulla possibilità di utilizzare accumulatori al LiFePO_4 abbinati a sistemi di controllo che, interfacciati con i Battery Energy Management Systems (BEMS) dei pacchi batterie, possano assicurare contemporaneamente la sicurezza dell'esercizio e la gestione integrata ed ottimizzata dei banchi di accumulatori distribuiti sul territorio.



- ▶ La progettazione dei sistemi di accumulo sarà orientata non solo al dimensionamento del sistema ma terrà anche conto di:

- problemi di sicurezza legati alla creazione di locali batterie,
- costo degli interventi di manutenzione,
- problematiche termiche connesse all'influenza delle elevate temperature estive sui sistemi di controllo e sulle celle dei pacchi batteria.



POLISTAR: punti di forza



- ▶ Il progetto Polistar è in linea con gli orientamenti individuati dal quadro regolatorio nazionale (Documento per la Consultazione 255/2015/R/EEL recepito nella Deliberazione 22 dicembre 2015 646/2015/R/EEL).
- ▶ Il tema proposto è coerente con le indicazioni comunitarie di riduzione delle emissioni di CO₂ e di sfruttamento delle fonti rinnovabili e sostiene temi fortemente supportati dalla comunità internazionale.
- ▶ Il PAES dell'isola di Pantelleria prevede l'installazione di impianti da fonti rinnovabili, interventi coerenti con la proposta POLISTAR.
- ▶ Le novità introdotte dal D. L. 24 giugno 2014, n. 91, dalla Legge n.116/2014, rendono lo studio di grande interesse per i gestori dei sistemi elettrici delle isole minori non interconnesse.
- ▶ Le isole minori del Mediterraneo rappresentano un laboratorio di grande interesse per la realizzazione di micro-reti energetiche e per la messa a punto di modelli energetici replicabili in altri contesti.

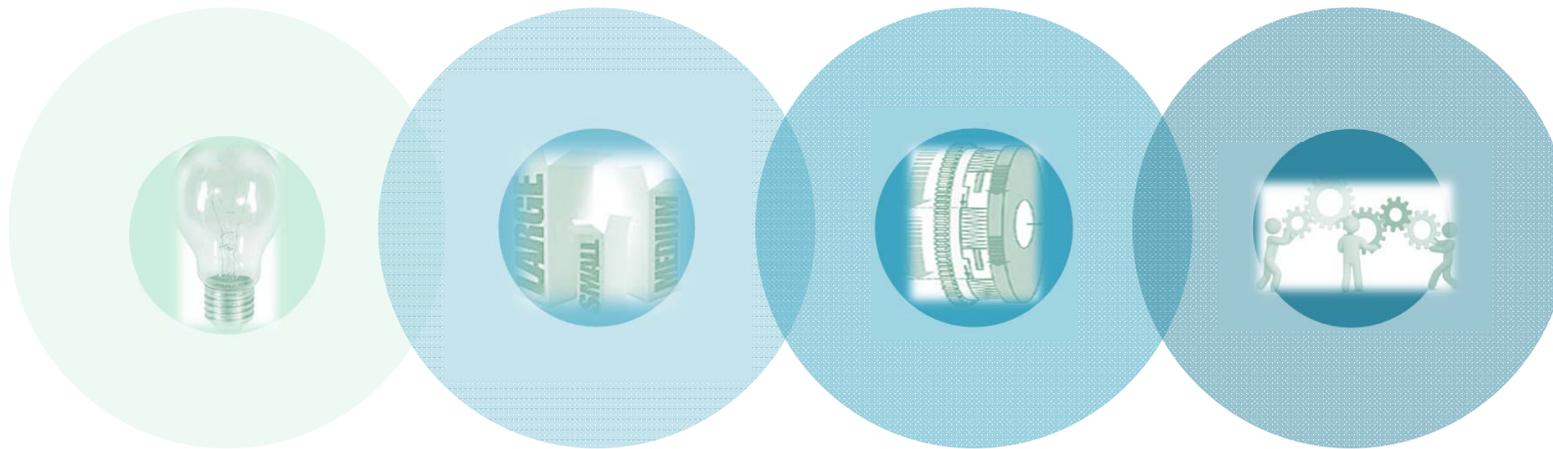


POLISTAR...in finale ad EDISONPULSE!



***POLISTAR...INSIEME PER UNA
PANTELLERIA GREEN***

FIRST MOVER TRA LE ISOLE MINORI ITALIANE



**Non solo un'idea
ma un progetto
con effettive
possibilità di
realizzazione
concreta**

**Replicabilità e
scalabilità
...
innovatività per
un'isola minore
Italiana**

Effetto Volano

**Collaborazione
«qualificata»
pubblico-privato
in un'ottica di
potenziamento
reciproco ed
interesse comune**



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PALERMO

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

