



Ricerca di Sistema elettrico

## Diffusione dei risultati e partecipazione a reti internazionali inerenti l'accumulo elettrochimico

Pier Paolo Prosinì

DIFFUSIONE DEI RISULTATI E PARTECIPAZIONE A RETI INTERNAZIONALI INERENTI L'ACCUMULO  
ELETTOCHIMICO

Pier Paolo Prosini

Settembre 2018

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

Piano Annuale di Realizzazione 2017

Area: Trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica

Progetto: Sistemi di accumulo di energia per il sistema elettrico

Obiettivo: Comunicazione e diffusione dei risultati

Responsabile del Progetto: Pier Paolo Prosini, ENEA

## Indice

SOMMARIO.....	4
1 INTRODUZIONE .....	5
2 PARTECIPAZIONE A GRUPPI DI LAVORO INTERNAZIONALI .....	5
2.1 PARTECIPAZIONE ALL' AGENZIA INTERNAZIONALE DELL'ENERGIA.....	5
2.2 PARTECIPAZIONE ALL'EUROPEAN ENERGY RESEARCH ALLIANCE .....	12
3 PAR MEETING: INCONTRO CON I BENEFICIARI .....	18
4 PAR MEETING: INCONTRO CON I COBENEFICIARI.....	21
5 WORKSHOP: INSIEME PER RAFFORZARE LA SICUREZZA E LA PREVENZIONE DEI RISCHI DI INCENDIO ED ESPLOSIONE.....	26
6 NANOINNOVATION 2018 .....	30
7 PARTECIPAZIONE A CONFERENZE NAZIONALE E INTERNAZIONALI .....	31
8 PUBBLICAZIONI.....	33
9 CONCLUSIONI .....	34

## Sommario

In questo rapporto sono riportate le principali collaborazioni internazionali intraprese dall'ENEA da ottobre 2017 a settembre 2018 ed ad alcune delle iniziative intraprese al fine di comunicare o scambiare i risultati delle attività svolte all'interno del Progetto "Sistemi avanzati di accumulo dell'energia". La partecipazione è stata anche funzionale al ruolo di supporto tecnico-scientifico e programmatico che l'ENEA svolge per i Ministeri competenti e per l'industria nazionale nel suo complesso. Come negli anni precedenti sono proseguite le attività relative alla partecipazione alle attività dell'Implementing Agreement (IA) dell'International Energy Agency (IEA) su "Energy Conservation through Energy Storage" (ECES) e quelle relative all'European Energy Research Alliance (EERA), contribuendo principalmente al tema "Energy storage". Le azioni di comunicazione e diffusione dei risultati della ricerca svolte all'interno del Programma "Ricerca di Sistema Elettrico", sono state effettuate mediante partecipazione ad iniziative nazionali ed europee (convegni, mostre e workshop) con la presentazione di relazioni che illustrano le attività e i principali risultati ottenuti.

## 1 Introduzione

L'accordo di programma "Ricerca di Sistema Elettrico" stipulato tra ENEA e Ministero dello Sviluppo Economico prevede, tra l'altro, un'attività specifica di divulgazione e diffusione dei risultati. Questo risultato è principalmente ottenuto attraverso la pubblicazione di rapporti tecnici, lavori su riviste specializzate e la partecipazione a congressi e seminari. Parte delle attività portate avanti a livello nazionale sono finalizzate al confronto con gli altri partner del programma di Ricerca, RSE e CNR, al fine di favorire lo scambio di informazione tra i tre enti di ricerca ed evitare sovrapposizioni. Le attività di divulgazione e diffusione dei risultati è anche espletata attraverso la partecipazione dell'ENEA a vari gruppi di lavoro, nazionali e internazionali, riguardanti l'accumulo di energia per applicazioni stazionarie. A livello internazionale le attività hanno lo scopo di creare alleanze e favorire una maggiore integrazione tra i programmi nazionali di R&S portati avanti all'interno del programma "Ricerca di Sistema Elettrico" con quanto si sta facendo nel resto dell'Europa e nel mondo. Oltre a confrontarsi sui programmi una particolare attenzione è data alla validazione e all'aggiornamento di norme specifiche in funzione delle varie applicazioni cui è dedicato l'accumulo elettrochimico.

## 2 Partecipazione a gruppi di lavoro internazionali

### 2.1 Partecipazione all' Agenzia Internazionale dell'Energia

In questa annualità, il programma di collaborazione tecnica (TCP) chiamato Energy Conservation and Energy Storage (ECES) si è riunito in due occasioni: a Montreal (Canada) il 16-17 novembre 2017 (84<sup>th</sup> Executive Committee Meeting) ed ad Adana (Turchia) il 24 aprile 2018 (85<sup>th</sup> Executive Committee Meeting). Quest'ultima riunione è stata indetta in occasione del congresso EnerSTOCK 2018, tenuto ad Adana tra il 25 ed il 28 aprile.

La conferenza *EnerSTOCK 2018*. La conferenza EnerSTOCK 2018 è la conferenza triennale che presenta e discute lo stato dell'arte nella ricerca e nella diffusione dello stoccaggio di energia. La 14<sup>a</sup> conferenza internazionale sullo stoccaggio dell'energia - EnerSTOCK 2018 - si è tenuta ad Adana (Turchia), all'Università di Çukurova, dal 25 al 28 aprile 2018 ([www.enerstock2018.org](http://www.enerstock2018.org)). L' organizzatrice del congresso è la delegata ECES per la Turchia Hdine Paksy. Lo slogan che è stato scelto per lanciare la conferenza è " *The Earth Cannot Wait*". Partendo dalla considerazione che il nostro sistema energetico globale sta cambiando rapidamente occorre tenere presente i rapidi cambiamenti climatici e le nuove politiche e azioni derivanti dall'accordo di Parigi. Questa considerazione, in combinazione con una crescente domanda di energia da parte delle industrie e dei consumatori di tutto il mondo, è la sfida che si propone attualmente all'utilizzo dell'energia. La transizione energetica, in cui il combustibile fossile viene rapidamente sostituito da fonti di energia rinnovabile come l'energia eolica, solare, biologica, geotermica, ecc. ci impone di adeguare la produzione di per se variabile (in quanto da fonti rinnovabili non costanti) ai diversi profili di carico nel consumo energetico. Non è solo una questione di produrre abbastanza energia rinnovabile; è anche questione di avere abbastanza energia rinnovabile disponibile al momento giusto del consumo. Lo stoccaggio di energia è quindi fondamentale per una transizione energetica di successo.

*Descrizione di ECES.* ECES è uno dei 39 programmi di collaborazione tecnica (TCP) all'interno dell'Agenzia Internazionale dell'Energia (IEA). Attualmente al TCP ECES partecipano attivamente 18 paesi e 2 sponsor. I paesi rappresentati sono: Belgio, Canada, Cina, Danimarca, Finlandia, Francia, Germania, Italia, Giappone, Norvegia, Slovenia, Sud Corea, Olanda, Svezia, Turchia, Inghilterra, e Stati Uniti. La Svizzera ha recentemente chiesto l'adesione ma questo presuppone una conferma formale da parte della segreteria della IEA, pertanto la sua adesione è temporaneamente sospesa. Altri potenziali paesi partecipanti sono la Croazia (che sarà contattata dal delegato degli Stati Uniti), che ha mostrato interesse a diventare parte contraente e l'Austria che potrebbe essere interessata a diventare parte contraente. Nel meeting di Adana il delegato degli Stati Uniti ha riferito che la Croazia è interessata all'adesione. Per accelerare i tempi di

ingresso sarebbe opportuno discuterne durante una riunione faccia a faccia in caso non sia possibile combinare l'incontro con un altro evento o riunione dell'ExCo. Per quanto riguarda l'Austria occorre considerare che la richiesta di adesione è stata recapitata. L'Austria è ora in fase di valutazione interna. Altri potenziali paesi partecipanti sono il Cile la Grecia e l'Australia. Questi paesi saranno contattati prossimamente per verificare lo stato del proprio interesse. Gli sponsor sono l'Irlanda tramite la Dublin Energy Lab e la Spagna, tramite l'Università di Barcellona e di Lleida. Il gruppo Vaillant della Germania ha mostrato interesse a diventare uno sponsor. La partecipazione della Vaillant è ancora in forse in quanto, pur essendo ancora interessata a diventare uno sponsor, le modifiche occorse all'interno dell'azienda richiedono che sia necessario ancora del tempo per una decisione finale. Anche la BVES ha dichiarato di voler aderire all'ECES come sponsor. BVES è l'associazione tedesca per lo stoccaggio di energia e rappresenta gli interessi di aziende che hanno l'obiettivo comune di sviluppo e marketing, nonché il funzionamento dello stoccaggio di energia nei settori dell'elettricità, del riscaldamento e della mobilità.

*Task attivi all'interno di ECES.* Ci sono attualmente cinque task attivi all'interno di ECES. I task attualmente attivi sono i seguenti:

Task 28	Distributed Energy Storage for the Integration of Renewable Energies
Task 30	Thermal Energy Storage for Cost-Effective Energy Management & CO2 Mitigation
Task 31	Energy storage with Net Zero Energy Buildings and Districts: Optimisation and Automation
Task 32	Modelling of Energy Storage for Simulation/ Optimization of Energy Systems
Task 33	Material and Component Development for Thermal Energy Storage

Gli obiettivi generali degli Annex sono descritti nel seguito.

ANNEX 28. L'obiettivo generale dell'Annex 28 è di promuovere il ruolo del DIS (Distributed Energy Storage) e di valutare meglio le potenziali capacità di stoccaggio per l'integrazione delle energie rinnovabili a un livello economico competitivo. Per questo sono state intraprese le seguenti azioni:

- Identificare le attuali applicazioni per gli accumuli di energia distribuita (DES) per integrare le fonti di energia rinnovabile nei sistemi energetici;
- Esaminare i DES e le loro proprietà (incluso approcci meccanici, elettrochimici, termici, chimici e biogas);
- Revisionare i requisiti sulle proprietà di stoccaggio in base alle diverse fonti di energia rinnovabile (eolica, fotovoltaica, solare termica, ...);
- Studiare possibili strategie di controllo e funzionamento per DES e tecnologie tramite reti intelligenti;
- Quantificare il potenziale dei sistemi DES per l'integrazione delle energie rinnovabili sulla base dell'attuale domanda finale di energia;
- Sviluppare linee guida per la scelta della tecnologia DES più adatta per l'applicazione corrente;
- Promuovere esempi di buone pratiche e storie di successo.

ANNEX 30. Alla base di questa azione vi è l'evidenza che lo stoccaggio di energia termica è una tecnologia importante per migliorare l'efficienza energetica dei sistemi di energia rinnovabile. In particolare, migliorando l'efficacia dello stoccaggio termico, è possibile migliorare l'efficacia di tutte le tecnologie di energia rinnovabile che forniscono calore. Entrando ancora più nel dettaglio è possibile affermare che per i sistemi solari termici, l'accumulo di energia termica è essenziale. Per raggiungere alte efficienze, è necessario immagazzinare calore (o freddo) per periodi di tempo molto lunghi. Fino ad ora, non sono disponibili tecnologie di accumulo compatte e allo stesso tempo convenienti per farlo. Per i sistemi ad alta componente solare, i depositi di acqua calda sono costosi e richiedono grandi volumi di spazio. Tecnologie di stoccaggio alternative, come materiali a cambiamento di fase (PCM) e materiali termochimici (TCM) sono

disponibili solo su scala di laboratorio. Tuttavia, sono necessarie più attività di ricerca e sviluppo prima che queste tecnologie possano essere sviluppate in soluzioni commerciali. L'obiettivo generale dell'ANNEX 29 è quello di sviluppare materiali e sistemi avanzati per lo stoccaggio compatto di energia termica. Gli obiettivi specifici del programma sono:

- identificare, progettare e sviluppare nuovi materiali e materiali compositi per l'accumulo di energia termica;
- sviluppare procedure di misurazione e prova per caratterizzare i nuovi materiali di stoccaggio in modo affidabile e riproducibile;
- migliorare le prestazioni, la stabilità e l'economicità dei nuovi materiali di stoccaggio;
- sviluppare modelli numerici multi-scala, descrivendo e prevedendo le prestazioni di nuovi materiali nei sistemi di stoccaggio termico;
- sviluppare e dimostrare nuovi sistemi di accumulo di energia termica compatti che impiegano materiali avanzati;
- valutare l'impatto di nuovi materiali sulle prestazioni di stoccaggio di energia termica nelle diverse applicazioni considerate;
- diffondere la conoscenza e l'esperienza acquisite in questo ambito.

Un obiettivo secondario della task è quello di creare una rete di ricerca attiva ed efficace in cui i ricercatori e l'industria che lavorano nel campo dello stoccaggio dell'energia termica possano collaborare attivamente.

ANNEX 31. L'obiettivo principale dell'Annex 31 è incoraggiare l'implementazione di sistemi di accumulo di energia termica e valutarne il potenziale in relazione alla diminuzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> e ad una gestione dell'energia termica economicamente vantaggiosa. Questi obiettivi generali devono essere supportati dall'integrazione dei sistemi di accumulo dell'energia termica al fine di migliorare l'efficienza energetica complessiva dei processi, aumentare la flessibilità del processo, aumentare l'utilizzo delle tecnologie di energia rinnovabile (comprese le tecnologie del solare termico e la produzione di energia da parte del fotovoltaico e del vento) e aumentare la flessibilità del sistema energetico attraverso applicazioni di peak shaving e di risposta alla domanda.

In definitiva, l'Annex 31 tende a creare una metodologia per determinare gli indicatori chiave di prestazione dei sistemi di accumulo dell'energia termica. Questo approccio globale è incentrato su 4 settori: industria, applicazioni per centrali elettriche, edifici non residenziali e trasporti. La metodologia è stata applicata a vari casi di studio provenienti da progetti dimostrativi in cui i sistemi di accumulo di energia termica sono applicati in un ambiente reale. Il coinvolgimento industriale è fondamentale per questo Annex in cui si cercherà di raggiungere l'obiettivo cruciale di armonizzare la ricerca scientifica con le esigenze industriali. In questo Annex l'Italia partecipa tramite con Valeria Palomba del CNR-ITAE.

ANNEX 32. Il presente Annex riguarda l'integrazione, il controllo e l'automazione dello stoccaggio di energia in edifici, distretti e/o servizi pubblici locali. L'attenzione si concentra sullo sviluppo di metodi di progettazione, ottimizzazione e strumenti di controllo relativi alla previsione, al funzionamento e alla valutazione delle prestazioni di edifici e distretti energeticamente efficienti quando è disponibile lo stoccaggio di energia. In questo Annex l'Italia partecipa tramite con Claudio del Pero (Politecnico di Milano) e Enrico Fabrizio (Politecnico di Torino).

ANNEX 33. L'Annex 33 riguarda i materiali avanzati per lo stoccaggio di energia termica latente e chimica, i materiali a cambio di fase (Phase Change Materials -PCM) e i materiali termochimici (Thermo Chemical Materials -TCM). L'immagazzinamento stagionale del calore solare per il riscaldamento solare degli edifici rappresenta l'obiettivo principale di questa Taskk. Tuttavia, poiché ci sono molte altre applicazioni rilevanti

per l'accumulo termico di energia, e poiché la ricerca sui materiali non è e non può essere limitata a una sola applicazione, questa attività includerà più aree di applicazione.

L'attività riguarda la ricerca sui materiali su tre diverse scale:

Proprietà dei materiali, focalizzate sul loro comportamento dalla scala molecolare a quella di bulk, compresa la sintesi dei materiali, il trasporto di massa su micro scala e le reazioni di assorbimento;

Prestazioni dei materiali all'interno del sistema di stoccaggio, incentrate sul comportamento dei materiali e del loro implemento nello storage, inclusi il trasporto di calore, massa e vapore, interazioni parete-parete e materiale parete e progettazione del reattore;

Implementazione del sistema di storage, incentrata sulle prestazioni di uno storage all'interno di un sistema di riscaldamento o raffreddamento, inclusi ad esempio studi di fattibilità economica, studi di casi e test di sistema.

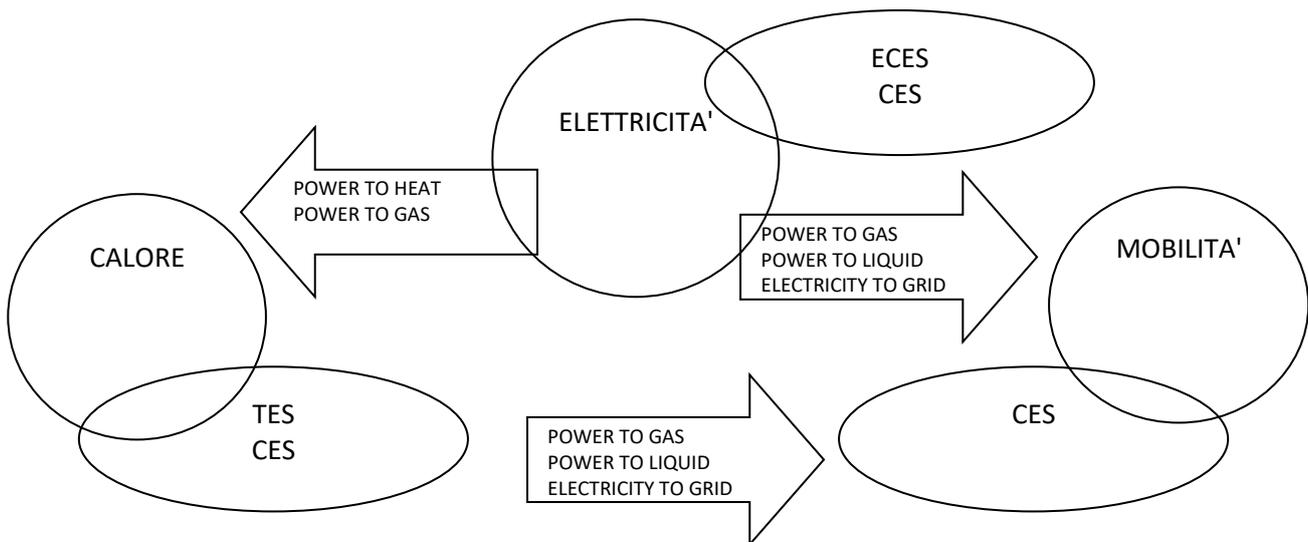
*Compiti dell'ECES alla luce delle nuove direttive dell'IEA.* Il compito di ECES è quello di facilitare la ricerca, lo sviluppo, l'implementazione e l'integrazione di tecnologie di immagazzinamento dell'energia come: accumulo di energia elettrica, accumulo di energia termica, accumulo di energia distribuita e accumulo di energia geotermica. A seguito di un cambiamento nel focus della IEA, dove il focus era sulla sicurezza energetica, ora l'attenzione si sta concentrando sull'accordo di Parigi e su come contribuire al problema del riscaldamento climatico. L'obiettivo dell'ECES pertanto si sposta nel trovare soluzioni tecniche per mitigare i problemi legati al cambiamento climatico attraverso l'integrazione di diverse tecnologie. Pertanto l'obiettivo dell'IEA potrà essere raggiunto solo collaborando tra i diversi gruppi in modo da integrare le diverse tecnologie. Le crescenti economie (e popolazioni) dell'Asia, dell'Africa e del Sud America portano ad un aumento del parco immobiliare e, conseguentemente, si acuisce il problema del loro riscaldamento e raffreddamento. Non solo occorre risolvere i problemi di riscaldamento e raffreddamento, ma anche quelli di stoccaggio dell'energia termica. Il punto principale è che per il raffreddamento, nonostante lo stesso rappresenti in alcuni punti del globo un'attività estremamente importante, occorre evitare soluzioni elettriche. Le soluzioni naturali (ventilazione, ombra), l'accumulo di energia fotovoltaica e di ghiaccio potrebbero rappresentare soluzioni percorribili.

*Ruolo di ECES all'interno di Mission Innovation.* L'obiettivo di Mission Innovation (MI) è quello di raddoppiare la spesa in ricerca e sviluppo di paesi e investitori privati. Una delle aree prioritarie per gli investimenti è il Task n°7 "Riscaldamento e raffreddamento a prezzi abbordabili". All'interno del Task n°7, lo stoccaggio dell'energia è identificato come una delle attività prioritarie. La proposta di TCP ECES e TCP Heat Pumping Technologies (HPT) è quella di diventare protagonisti all'interno di MI Task n°7. Infatti, entrambi i TCP hanno una infrastruttura fatta di organizzazioni governative di ricerca e aziende rilevanti. Pertanto la proposta è quella di utilizzare questa rete per raggiungere gli obiettivi posti all'interno di MI Task n°7.

*Nuovi Task Proposti.* La proposta che si sta cercando di elaborare è un progetto per realizzare una CONFORTE CLIMATE BOX, un'unità integrata e concreta di riscaldamento/raffreddamento completa di tutti gli accessori per il controllo e la misurazione dei parametri, facile da installare e disegnata per essere fabbricata per un uso di massa. Tale sistema richiede la possibilità di raffreddare e riscaldare un fluido vettore, è dotato di un sistema di accumulo termico, deve prevedere la possibilità di essere allacciata ad un generatore fotovoltaico od ad un sistema di riscaldamento da fonte solare. La realizzazione della CONFORTE CLIMATE BOX potrebbe essere inquadrata all'interno di un "super" Annex dedicato completamente a MI. Una seconda proposta ha per titolo "Flexible Sector Coupling by Energy Storage Implementation". Per spiegare l'obiettivo di questo Annex, è stato fatto riferimento alla parola "SETTORE". Nella definizione di settore vi è implicita la nozione di energia. Il settore è una forma di energia ed anche un'area di consumo. L'elettricità, il calore, la mobilità sono settori. Questi settori hanno diverse fonti di origine. Ad esempio il settore elettricità è alimentato da diversi combustibili fossili quali gas, olio carbone o varie energie rinnovabili quali solare o eolico. Quello che ci interessa in questo ambito è che ogni settore

può essere accoppiato con sistemi di accumulo di diverso tipo. I settori possono poi essere accoppiati tra loro. Si viene a realizzare così un grafo come quello riportato in figura 1. L'obiettivo primario del nuovo Annex è proprio quello di identificare i differenti sistemi di stoccaggio dell'energia più pertinenti per ogni settore individuato.

La terza proposta si intitola "Energy Storage with Heat Pumps in Smart Energy Grids". Questo Annex prevede di accoppiare i sistemi di generazione elettrica rinnovabili con pompe di calore provviste di sistemi per lo stoccaggio di energia. Questo approccio permetterebbe di aumentare l'efficienza di produzione da rinnovabile e risolverebbe i problemi di immissione in rete di energia.



**Figura 1. I cerchi rappresentano forme di vari settori, elettricità, calore, mobilità mentre gli ovali rappresentano i modi di stoccaggio dei diversi settori: stoccaggio elettrochimico (ECES), stoccaggio chimico (CES) e stoccaggio termico (TES). Le frecce rappresentano i vari modi di interconversione dei settori.**

*Rapporto dei diversi paesi.* In questa sezione alcuni dei Paesi membri hanno riportato lo sviluppo nel campo dell'accumulo di energia nel proprio paese. La **Slovenia** ha come obiettivo prioritario quello di ridurre le emissioni e di regolamentare l'uso efficiente dell'energia negli edifici. La **Danimarca** ha presentato due nuovi progetti sul solare ed due nuovi progetti per la rete elettrica. I due progetti sul solare prevedono l'accumulo di calore a 350°C per generare elettricità e calore refluo per scaldare le abitazioni. Il secondo prevede lo stoccaggio tramite materiali a cambio di fase e riutilizzo del calore tramite pompe di calore. Il primo dei progetti sulla rete elettrica prevede il suo bilanciamento tramite l'accumulo locale di calore mentre il secondo prevede di utilizzare batterie al litio per lo stoccaggio dell'energia elettrica studiando come aumentare la vita delle batterie. Il **Giappone** prevede di ridurre il consumo elettrico del 13% entro il 2030 attraverso il risparmio energetico, il 20% a carico del settore industriale, il 24 % a carico del settore commerciale, il 32% a carico del settore dei trasporti ed il 24 % a carico del settore civile. Per ridurre le emissioni è stato pensato di utilizzare un riscaldatore di acqua sanitaria per abitazioni elettrico chiamato ECO-CUTE capace di scaldare acqua con elevata efficienza. Il sistema utilizza pompe di calore ed un sistema pressurizzato in grado di scaldare acqua fino a 100°C. Il prodotto è solo per il mercato interno. Nel giro di 16 anni sono stati venduti 567 milioni di unità. Una seconda innovazione è stata fatta a livello industriale nel settore della fabbricazione del tofu ed è chiamata ICE. Durante il processo di fabbricazione il tofu dopo la sterilizzazione a 80°C deve essere raffreddato rapidamente per limitare la formazione di carica batterica. Il processo di raffreddamento è molto energivoro. E' stato quindi studiato un sistema di raffreddamento di acqua a 0°C che avviene durante la notte utilizzando energia elettrica in eccesso prodotta da reattori nucleari. L'energia è stoccata nell'acqua raffreddata a 0°C che viene utilizzata il giorno seguente per

raffreddare rapidamente il tofu. La **Turchia** ha annunciato che la capacità di produzione elettrica da fonti rinnovabili installata è aumentata del 2.5% a partire dal dicembre 2016. Sono stati realizzati sei impianti ciascuno da 1 GW di potenza, uno fotovoltaico e cinque eolici. Inoltre in collaborazione con la Danimarca è stato messo a punto un progetto di raffreddamento/riscaldamento per ridurre le emissioni di anidride carbonica. Il progetto sarà implementato entro il 2030. Per diffondere l'efficienza energetica sono stati promossi diversi workshop sulle pompe di calore. Per aumentare lo scambio di ricercatori, la Turchia ha aderito ad un progetto europeo per la mobilità dei dottorati di ricerca che studiano lo stoccaggio dell'energia. Il 25-28 Aprile 2018 la Turchia ospiterà il congresso ENERGYSTOCK 2018. La Turchia ospiterà lo spring meeting EXCO 2018 che si terrà durante ENERGYSTOCK 2018. La **Corea** ha come obiettivo quello di ridurre del 37% la quantità di emissioni entro il 2030 attraverso l'uso di fonti energetiche rinnovabili che sono destinate a crescere dall'attuale 9.2 GW a 68 GW e passando dal 4.8 del totale al 20%. E' attivo un progetto SMARTZEC (Città intelligenti a zero emissioni) utilizzando soprattutto l'accumulo elettrochimico in batterie con tecnologia al litio e sodio-zolfo ad alta temperatura. Le attività di ricerca prevedono sia la realizzazione di batterie al litio di elevata capacità, sia l'incremento della sicurezza in uso delle batterie tramite lo sviluppo di materiali innovativi e il test estensivo. La Corea ospiterà il fall meeting EXCO 2018 che si terrà con buona probabilità il 16.11.2018. Il **Canada** ha 140 GW di produzione elettrica installati di cui il 55% proviene da fonti rinnovabili. la strategia energetica in Canada è regionale. Alcune attività dimostrative sull'accumulo hanno visto la realizzazione del progetto e-camion, basato su sistemi di accumulo al litio e il sistema Deployed Wind R&D Park and storage System con 204 MW di accumulo installati operato dall'Ontario Independent Electricity System Operator. Le attività R&D prevedono lo studio delle batterie al litio per il trasporto urbano, il GIR09 per aumentare l'efficienza delle fonti rinnovabili tramite l'accumulo, il NSERC project che coinvolge una platea di soggetti differenti per creare una rete di collaborazioni multidisciplinare con un investimento da 8.5 M\$ in 4 anni. Il progetto durerà fino al 2020 e vede coinvolti 15 università, 27 differenti professori e 24 progetti. La **Germania** sta vivendo attualmente una situazione politica incerta e questo stato di cose non facilita lo sviluppo di nuovi progetti. I progetti in corso riguardano l'accumulo termico tramite sali fusi (progetto TESIS) che sono utilizzati per surriscaldare il vapore che poi viene utilizzato come carrier in impianti di cogenerazione. Sono utilizzate 135 tonnellate di sali ( $\text{NaNO}_3$ ) contenuti in un volume di 20 metri cubi, in grado di stoccare 4 MWh di energia. La temperatura dei sali può essere portata da 150 a 560°C. Il vapore surriscaldato alimenta turbine da 6 MW di potenza per generare elettricità. Il calore residuo è utilizzato per il teleriscaldamento degli edifici. Un altro progetto è la realizzazione di Energy Storage Tower (EST) in grado di stoccare elevate quantità di energia termica. La torre ha dimensioni pari a 12 m di altezza, 2.9 m di diametro e ha un volume di 50 metri cubi. Può ospitare 75 tonnellate di sali ed ha una capacità di stoccaggio pari a 3.6 MWh. In **Olanda** si prevede di poter ridurre le emissioni di anidride carbonica del 49% entro il 2030 aumentando la quota di rinnovabili, principalmente l'eolico e il PV off-shore. Si assiste ad un flusso continuo di finanziamento per l'integrazione del PV con l'accumulo. Per il riscaldamento si cerca di utilizzare pompe di calore accoppiate con sistemi di accumulo termico per evitare di utilizzare il gas naturale. Si sta sviluppando anche il geotermico a bassa temperatura (60°C). Per poter fornire le richieste della rete elettrica durante i momenti di maggior uso si sta cercando di accoppiare la rete con sistemi di accumulo. Vi sono già dei dimostrativi di accumulo a livello domestico (PV+batterie) e a livello di distretto con accumulo sia termico (sviluppato sotto terra) che elettrico.

La riunione di Adana, dopo le consuete formalità di rito, si è aperta con la descrizione dello stato di avanzamento delle azioni in corso:

1. Contatto con Vaillant per diventare sponsor dell'ECES;
2. BVES come nuovo sponsor;
3. Invito alla Croazia a partecipare all'ECES;
4. Contatto con l'Austria per partecipare all'ECES;
5. Altri Paesi potenzialmente partecipanti
6. Sommario esecutivo della relazione annuale.

Per quanto riguarda queste azioni occorre registrare quanto segue: 1) il presidente della Vaillant si è mostrato ancora interessato a diventare uno sponsor, tuttavia le modifiche interne richiedono che sia

necessario tempo per una decisione finale. 2) BVES ha dichiarato ufficialmente di voler aderire all'ECES come sponsor. L'ExCo ha accettato l'opportunità offerta da parte di BVES e li ha accolti come futuri sponsor. BVES ha richiesto quali siano le formalità e le procedure da adempiere per diventare sponsor. Attualmente ECES non dispone di tali procedure; per questo è stato suggerito e deciso che verrà elaborata una proposta per tali procedure, tramite il recepimento di tali informazioni dalla segreteria seguendo l'esempio di altri TCP. La segreteria di ECES presenterà una bozza di proposta per tali procedure che sarà discussa nel prossimo Executive meeting. 3) Gli Stati Uniti (che hanno contattato la Croazia) hanno riferito che la stessa ha mostrato un interesse reale a diventare membro dell'ECES e consiglia di discutere dell'adesione durante una riunione ad hoc o in combinazione con un altro evento o riunione. 4) Il contatto con l'Austria è stato effettuato ed è ora in corso una valutazione interna per la formale adesione. Per facilitare questo passaggio al rappresentante austriaco è stato dato l'accesso al sito (dietro login) per ottenere tutte le informazioni necessarie per valutare l'adesione all'ECES. 5) Altri potenziali paesi partecipanti sono il Cile e l'Australia. Il Cile sarà presto contattato per verificare lo stato del proprio interesse. L'Australia ha mostrato interesse ad aderire all'ECES, la cui partecipazione è attualmente in discussione all'interno del ministero australiano. 6) Per quanto riguarda il Sommario esecutivo della relazione annuale, lo stesso deve ancora essere redatto.

Quindi il segretario dell'ECES ha riportato il suo Rapporto all'IEA, le riunioni del Building Coordination Group (BCG) e del Comitato per le tecnologie sugli usi finali dell'energia (EUWP) e la relazione del presidente:

=> 85.1.6.1 Bollettino IEA EUWP primavera 2018

=> 85.1.6.2 Rapporto della segreteria IEA aprile 2018

=> 85.1.7.1 Rapporto ECES a EUWP / CERT

=> 85.1.7.2 Relazione del presidente ECES 2018

L'IEA ha dato molto risalto al lavoro svolto dai TCP, inoltre, è stato intrapreso uno sforzo per aumentare ulteriormente la visibilità e la comunicazione del lavoro svolto dai TCP. Il rapporto EUWP è stato molto apprezzato dal Comitato Esecutivo, che ha approvato il rapporto del presidente.

Stato di Mission Innovation. Come tutti sappiamo l'obiettivo di Mission Innovation (MI) è quello di raddoppiare la spesa per la ricerca e lo sviluppo dei Paesi e degli investitori privati. Uno dei settori prioritari per gli investimenti è il riscaldamento e il raffreddamento degli edifici a prezzi accessibili. La proposta portata avanti in unione tra TPC ECES e TCP HPT rappresenta proprio uno sforzo collaborativo per favorire le attività su questo tema che è di primaria importanza ed allo stesso tempo contribuire a MI#7. I leadership di MI # 7 e l'IEA sono molto interessati all'iniziativa congiunta ECES/HPT ed hanno richiesto di preparare una presentazione di questa iniziativa nel corso di un evento collaterale in occasione della riunione ministeriale di Malmö che si è tenuto a maggio 2018. In questo frangente è stato notato che l'accumulo di energia può anche essere di interesse per altre sfide portate avanti da MI quali MI#1 e la MI#2 (smart Grids e off-grid) e forse MI#6 (materiali). E' stato deciso di sondare questo potenziale interesse preparando una breve proposta sull'accumulo di energia da inserire in queste sfide (almeno in MI#1 e MI#2). La proposta verrà inviata attraverso i canali governativi ufficiali e verrà anche inviata alla segreteria dell'IEA

Da un punto amministrativo risulta che alcune quote non sono state ancora pagate. La relazione finanziaria 2017 si è chiusa con un modesto risultato positivo di 4,5 k\$. Tuttavia, l'importo dei contributi non pagati nel corso 2017 è (a metà aprile) 16,8k \$. E' stato stabilito un contatto con la maggior parte dei paesi per risolvere questo problema. Tuttavia, nessun contatto è stato possibile stabilire ancora con due dei partecipanti per cui, nel caso non ci siano ulteriori novità è stato deciso che il rapporto con questi due partner dovrà essere "congelato" fino a quando non saranno stati ricevuti i pagamenti in ritardo. Ciò implica, per questi partner, l'impossibilità di una partecipazione attiva negli Annex. Con questa decisione conclusiva la relazione finanziaria 2017 è stata approvata.

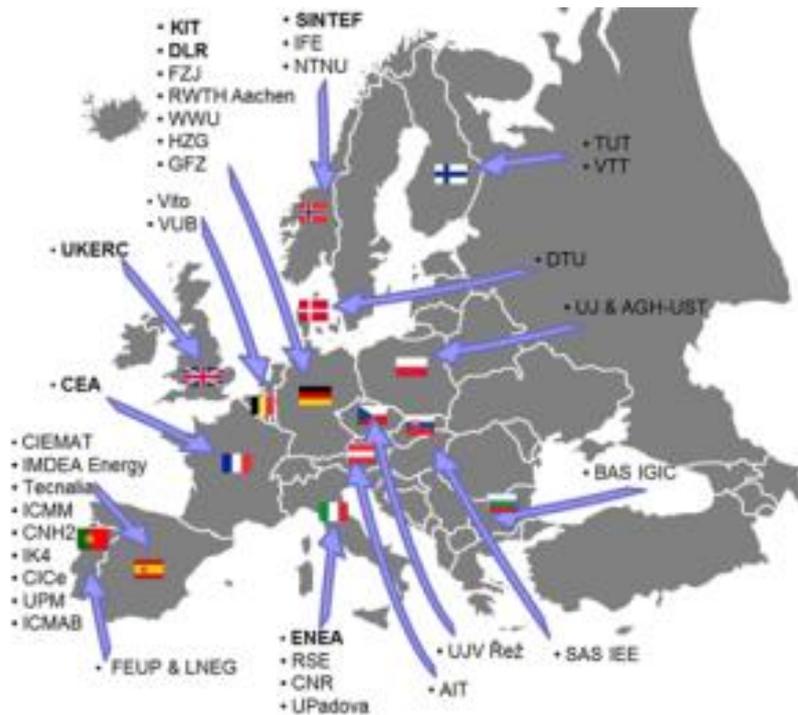
Aggiornamento del sito Web e proposte di comunicazione. Sono stati discussi ed approvati i miglioramenti da apportare al sito Web. La necessità di modernizzare lo stile ed il marchio ECES è stata particolarmente voluta dalla segreteria IEA. L'IEA mira a creare un migliore allineamento tra il suo stile e il logo con lo stile ed il logo dei vari TCP. Inoltre IEA propone che il logo dovrebbe riflettere il campo di applicazione del

protocollo TCP. Per ECES questo significherebbe che il logo dovrebbe avere un chiaro riferimento all'accumulo di energia. E' stata discussa ed approvata una proposta che prevede la combinazione di colori blu/verde con il riferimento al Programma di collaborazione tecnologica con l'IEA. Il segretariato è stato incaricato di implementare il nuovo logo e continuare ad apportare le modifiche necessarie sul sito Web.

Aggiornamento sulla EnerSTOCK. Sono stati presentati i risultati della conferenza EnerSTOCK, alla quale hanno aderito 25 Paesi ed attesi oltre 200 partecipanti. Parte della sessione di apertura sarà dedicata ai rapporti nazionali con 8 paesi pronti a dare una breve riassunto (5 minuti) delle attività portate avanti (B, DK, JP, Kor, Slo, Swe, Tr, UK). Non si è ancora trovato un candidato per l'organizzazione della prossima conferenza: il Belgio non ha potuto prendere questo ruolo a causa di un'altra conferenza all'Università di Leuven organizza nel 2021. Altri paesi sono stati invitati a proporre la loro candidatura. Inaspettatamente il giorno dopo la riunione del Comitato organizzativo, è stata ricevuta l'offerta dalla Slovenia per organizzare la prossima conferenza del 2021. Questa offerta è stata comunicata ai membri del Comitato organizzativo e la stessa è stata accettata con gratitudine. L'annuncio ufficiale è stato dato durante la cerimonia di chiusura del 17° EnerSTOCK per cui il prossimo congresso EnerSTOCK si terrà in Slovenia in maggio 2021. Il prossimo meeting dell'ECES si terrà in Corea ed il successivo a Londra.

## 2.2 Partecipazione all'European Energy Research Alliance

EERA, acronimo di European Energy Research Alliance, è un'alleanza delle principali organizzazioni europee di ricerca energetica (oltre 150) con l'obiettivo di rafforzarle e ottimizzare le attività di ricerca e sviluppo mediante l'uso congiunto delle infrastrutture e l'organizzazione di programmi comuni europei. Il programma congiunto Joint Program Energy Storage (JPES) è il primo programma paneuropeo nato per riunire tutti i principali temi della ricerca sullo stoccaggio dell'energia. Pertanto, il JPES rappresenta un'opportunità unica per allineare la ricerca e le attività di sviluppo nel campo dell'accumulo energetico e per integrare le ricerche nazionali portate avanti dai paesi membri con i programmi e progetti europei al fine ultimo di ottimizzare risorse e sforzi. EERA sostiene gli obiettivi e le priorità del Piano Energetico Tecnologico Strategico (Strategic Energy Technology Plan - SET Plan) con "la messa in comune e con l'integrazione delle attività e delle risorse, inclusi i partner internazionali" a tutti i livelli della catena del valore: (1) materiali, (2) linea di processo, (3) progettazione di componenti e sistemi, (4) integrazione del sistema con applicazioni specifiche e (5) integrazione generale del sistema. Anche il JPES stabilisce roadmap generali per le esigenze di ricerca di Orizon 2020 oltre e crea migliori consorzi con cui cooperare con l'industria in progetti mirati e stimolanti. Una priorità tematica per EERA è lo sviluppo di sistemi ibridi di stoccaggio dell'energia. La visione del JP è quello di istituire una piattaforma europea di simulazione di stoccaggio dell'energia integrata (EIESP) e un'energia integrata europea tramite lo Storage Virtual Laboratory (EIESVL) tenendo conto delle interfacce con ad es. JP's su Fuel Cells, Smart Grid e Smart Cities in modo da sviluppare lo Smart Energy Storage. I forti legami con i partner industriali supportano il trasferimento delle conoscenze all'innovazione e ai prodotti in modo da stabilire una leadership europea strategica nello stoccaggio di energia. EERA coinvolge 30 partecipanti attivi e 6 partecipanti associati provenienti da 15 Stati membri della Comunità Europea (vedi figura 2) con circa 410 persone per anno impegnati. Il sotto-programma n°1 (SP1) è dedicato all'accumulo elettrochimico dell'energia (Electrochemical Energy Storage -EES) ed è capitanato da Edel Sheridan del SINTEF. Il programma SP1 si concentra sul riunire e coordinare le iniziative dei principali istituti di ricerca e università che operano nel campo delle batterie agli ioni di litio, delle batterie post ioni di litio e dei supercondensatori per lo stoccaggio dell'energia. L'obiettivo è dare una voce collettiva ai ricercatori sul campo e generare una piattaforma per la discussione aperta e lo scambio di idee tra ricercatori, industria e altri soggetti interessati, che spesso porta a solide collaborazioni a lungo termine. Il programma SP1 è strutturato in cinque gruppi di lavoro tecnologici, che coprono l'intera catena del valore dai materiali fino all'integrazione della tecnologia di immagazzinamento dell'energia.



**Figura 2. Descrizione pittorica dei partecipanti ad EERA e degli Stati membri di provenienza.**

Questa struttura a gruppi di lavoro riflette la situazione attuale, in cui vi è un rapido sviluppo nello stoccaggio di energia elettrochimica non solo a livello di materiali, ma anche in metodologie di produzione avanzate, sistemi di gestione della batteria ed integrazione di processi. L'obiettivo finale è migliorare le prestazioni, l'energia e la densità di potenza mantenendo il livello di sicurezza delle diverse soluzioni di accumulo di energia elettrochimica. I cinque gruppi di lavoro (Working Groups - WG) sono i seguenti:

- WG1 - Preparazione e caratterizzazione dei materiali
- WG2 - Meccanismi di degradazione e analisi post-mortem
- WG3 - Scala pilota Produzione a livello di cella
- WG4 - Battery Pack Design e sistemi di gestione della batteria
- WG5 - Modellazione e sicurezza delle batterie
- WG6 - LCA, economia circolare e riciclo delle batterie.

Questa suddivisione è intesa solo come dichiarazione da parte dei partner dei loro interessi principali in modo da facilitare la ricerca di eventuali collaborazioni in progetti di ampio respiro.

I membri del SP1 sono i seguenti:

1. Austrian Institute of Technology (AIT)
2. Brno University of Technology (VUTBR)
3. CIC Energigune
4. CIDETEC- Centro Tecnológico
5. Advanced Energy Technology Institute (ITAE)
6. German Aerospace Center (DLR)
7. Technical University of Denmark
8. Italian Agency for New Technologies (ENEA)
9. Federal Institute of Technology of Lausanne
10. Research Center Jülich
11. Institute for Energy Technology (IFE)

12. IMDEA Energy Institute
13. Karlsruhe Institute of Technology (KIT)
14. Norwegian University of Science and Technology (NTNU)
15. Politecnico di Torino (POLITO)
16. Ricerca Sistema Energetico (RSE)
17. Power Electronics and Electrical Drives (ISEA)
18. Foundation for Scientific and Industrial Research at the Norwegian Institute of Technology (SINTEF)
19. TecNALIA Corporación Tecnológica (TECNALIA)
20. Marmara Research Center (TÜBITAK)
21. University of Padua (UNIPD)
22. University of Oulu
23. University of Uppsala
24. VTT Technical Research Center of Finland Ltd
25. University of Brussel (VUB)

Le principali attività portate avanti dal SP1 durante il periodo di riferimento sono state le seguenti:

- Partecipazione alla Conferenza sull'anniversario dell'ETERA di EERA, Sessione V: La natura sistemica della transizione energetica, 26-27 giugno 2018, Bruxelles, Belgio.
- Tavola rotonda virtuale, numero speciale EERA JPSC 1/2018 "Percorsi europei verso le città intelligenti".
- Break Out Session: Materials, Converting Sunlight and Storage "alla conferenza DTU / EERA a fianco della Nordic Clean Energy Week, 24 maggio 2018 a Copenaghen, in Danimarca.
- Mobilità sostenibile "al seminario scientifico EERA, 19 aprile 2018, Bruxelles, Belgio.
- Studio sullo stoccaggio dell'energia per accelerare la transizione energetica, febbraio 2018.
- Presentazione delle proposte Flagship FET con il coinvolgimento di JP ES "CLEAN ENERGY" e "BATTERY 2030+"
- "Symposium on rSOC technology", 1 febbraio 2018, Delft, Paesi Bassi.
- "Energyspeicher sind für die Energiewende essentiell", Springer Professional, Onlineartikel, 15 gennaio 2018.

A febbraio del 2018 EERA ha presentato il lavoro "STUDY ON MISSION ORIENTED R&I ENERGY STORAGE TO SPEED UP THE ENERGY TRANSITION", Lo scopo generale di questo studio è stato quello di aumentare la comprensione su come a la missione guidata dalla tecnologia, in questo caso l'immagazzinamento dell'energia, può essere progettata e come potrebbe essere una tale missione nel campo dello stoccaggio dell'energia. La metodologia utilizzata in questo studio combina la ricerca bibliografica con le conoscenze e interviste agli esperti. Lo studio riassume la presente politica dell'UE sullo stoccaggio di energia, fornisce esempi di missioni di varie società e istituzioni e presenta i risultati principali delle più recenti roadmap sulla conservazione dell'energia. Insieme a interviste ad esperti su R & I orientate alla missione le informazioni servono da sfondo per proporre due di quelle che potrebbero essere la missione della conservazione dell'energia. In primo luogo viene proposta una cosiddetta "missione di trasformazione" intesa come sviluppo di un sistema energetico paneuropeo interconnesso, affidabile e in grado di non aumentare la percentuale di carbonio nell'atmosfera. Mentre questa missione dovrebbe trasformare l'intero sistema energetico in Europa, la seconda proposta è destinata ad accelerare lo sviluppo tecnico di batterie post-Li-ion. Questa cosiddetta missione acceleratrice viene proposta come lo sviluppo di batterie europee postioni di litio più potenti e pulite, principalmente per essere usate nel campo dell'elettromobilità. Si spera che queste nuove batterie possano essere disponibili sul mercato entro il 2030. Il risultato principale di queste attività è lo sviluppo accelerato di una industria manifatturiera europea. Questo rendere l'Europa più resiliente contro i fattori esterni che colpiscono la catena di approvvigionamento delle batterie e renderebbe l'elettromobilità accessibile ai cittadini. Inoltre, questo ridurrebbe l'impatto ambientale in generale e le emissioni di CO<sub>2</sub> in particolare. Il lavoro si conclude sostenendo che vi sono grandi sfide per la

ricerca sullo stoccaggio di energia al fine di migliorare il rapporto costi-prestazioni dello stoccaggio di energia, adattandosi al quadro normativo e rendendo la produzione di batterie in Europa una realtà. Nel periodo che va dal 1.10.2017 al 30.09.2017 si sono svolte due riunioni EERA-ES-SP1 entrambe di grande importanza, dato il periodo di grande fermento europeo sulle batterie, la prima a Brussels e la seconda ad Eindhoven. Di seguito si riporta l'agenda per entrambe le riunioni e un breve resoconto delle stesse.

## Agenda - EERA JP ES SP1 Meeting

Date 13<sup>th</sup> – 14<sup>th</sup> December 2017

Location: – Rue du Trone 98, 1050 Brussels

### Day 1

Wednesday 13<sup>th</sup> December

Location : 6<sup>th</sup> Floor: Helmholtz Office – Rue du Trone 98, 1050 Brussels

Time	Topic	Responsible	
10.30	Introduction and brief Review of SP1 Status	Edel	20'
10.50	Deputy to SP1	All	10'
11.00	<u>Session 1 : Presentation of members</u> AIT – Brno – CIC Energigune – CIDETEC - CIEMAT – CNR – DLR – DTU – ENEA – EPFL – FZJülich – ICMAB – ISEA RTWH	All	(7'+3') each
12.45	<b>Lunch</b>		<b>45'</b>
13.30	<u>Session 2 : Presentation of members</u> IFE – IMDEA – KIT – NTNU – POLITO – RSE – SINTEF – UNIPD – TECNALIA – TÜBITAK MAM – UKERC – VUB – VITO – VTT	All	(7'+3') each
15.15	<b>Coffee break</b>		<b>15'</b>
15.30	Activities of EG VIA	Oscar	15'+5'
15.30	Description of Work : status	Edel	15'
16.00	<u>Session 3: WP descriptions – Aims and suggested activities for each WP</u> WP1 – Materials preparation and characterization WP2 – Degradation mechanisms and post-mortem analysis WP3 – Prototyping to pilot scale, recycling and LCA WP 4 – Battery pack design and BMS WP5 – Integration – modeling at system level (safety and social incl.)	<u>WP leaders</u>  Silvia / Max Cristina/Ann-Mari Oscar/Jesús Mikko/Thomas Noshin/Alberto	(5'+5') each
17.00	Report of activities 2017	Edel	15'
17.15	Initial Discussion – Tasks for 2018 and Strategy of SP1	All	15'
17.30	<b>End of first day</b>		

### Day 2

Thursday 14<sup>th</sup> December

Location : **7<sup>th</sup> Floor: DLR Office** – Rue du Trone 98, 1050 Brussels

Time	Topic	Responsible	
<b>9.00</b>	Review of conclusions from day 1	All	15'
9.15	Presentation of Implementation Plan – "Become competitive in the global battery sector to drive e-mobility and stationary storage forward" – Actions of TWG7 And EU Battery Alliance	Edel	60'
10.15	Missions and Upcoming Calls	Holger	30'
<b>10.45</b>	<b>Coffee Break</b>		<b>15'</b>
11.00	Funding Opportunities for SP1 – Review of Calls	TBD	60'
12.00	Activities of EMIRI in relation to batteries	TBD	30'
<b>12.30</b>	<b>Lunch</b>		<b>45'</b>
13.15	Activities of ETIP SNET WP Energy Storage	Omar / Jesus	30'
13.45	Activities of InnoEnergy - suggestion.	TBD	15'
14.00	Discussion and task follow up for 2018	All	30'
14:45	AOB	Edel	15'
<b>15:00</b>	<b>End of second day</b>		

In questa riunione ogni membro ha presentato il gruppo di ricerca o istituto che rappresenta per avere una panoramica di quanto viene coperto dalla value chain delle batterie. Non tutti i partner erano presenti, ma è stato comunque utile portarsi confrontare con le strategie e le linee di ricerca di altri grandi istituti/università a livello europeo.

La coordinatrice ha poi relazionato riguardo al fatto che all'interno di EERA stava nascendo una proposta di nuova flagship su "Clean Energy" e che la deadline della prima fase era febbraio 2018. Essere presenti in EERA ci ha quindi fornito un posto di primo piano in tale organizzazione che è poi sfociata con la presentazione della proposal di secondo livello a settembre 2018. I risultati delle valutazioni sono attesi per gennaio 2019.

La coordinatrice Edel Sheridan in quanto EERA-ES-SP1 è anche coinvolta nel gruppo che ha stilato il piano di implementazione europeo del SetPlan action 7, per ENEA partecipa l'Ing. Vellucci.

Durante questa riunione si sono mostrate le call aperte che riguardavano l'ambito accumulo elettrochimico in modo da facilitare i partner nella formazione di proposte. Inoltre i partner che oltre in EERA, sono presenti su altre piattaforme correlate alle batterie hanno raccontato le attività in atto, da EASE, EMIRI, ETIP-SNET, EGVA, KIC InnoEnergy, e dell'European Battery Alliance all'epoca appena lanciata.

Nella riunione di Eindhoven sono stati presentati alcuni nuovi associati (tra cui Università di Uppsala) e si è focalizzata l'attenzione sulla forte accelerazione voluta dall'Europa nel campo delle batterie sia dal punto di vista industriale (non direttamente attinente con la mission di EERA) sia dal punto di vista della ricerca anche di base. Infatti a partire da gennaio 2018 i direttorati DG-GROW e DG-Connect della commissione europea hanno messo in atto una serie di iniziative per far nascere delle attività e dei progetti flagship sulle batterie. La parola chiave è fare network per battere la competizione di attori al momento più forti: per cui la EC spinge affinché le strutture di ricerca mettano a rete i loro pilot plan; ma anche che le eccellenze della ricerca sull'accumulo elettrochimico europeo collaborino in un grande progetto: è stata fortemente caldeggiata la creazione e la successiva proposta di una flagship specifica sulle batterie (BATTERY2030+) che è ancora in fase di finalizzazione.

Alla riunione ci è stata fatta una panoramica di tutto quello che sta andando avanti in Europa, dei target a breve medio e lungo termine che l'Europa ha adottato sulle batterie [1] e delle opportunità di progetti,

## Agenda - EERA JP ES SP1 Meeting

Date 4th May 2018

Time: 09:00 SHARP – 13:00

Location: Lecture room 2nd Floor, DIFFER, Eindhoven, Netherlands

Time	Topic	Topic	Responsible
<b>09:00</b>	<b>1</b>	<b>Introduction &amp; Status</b>	Edel Sheridan
	1.1	Approval of agenda	
	1.2	Deputy 2018	Jesus Palma
	1.3	Budget and current membership <sup>(15')</sup>	
<b>09:25</b>	1.4	Introduction and current membership	
		University of Oulu <sup>(5')</sup>	Ulla Lassi
		University of Uppsala <sup>(5')</sup>	Kristina Edström
	1.5	Website and SharePoint <sup>(10')</sup>	Edel Sheridan
<b>09:45</b>	<b>2</b>	<b>2018 Dissemination of activities to date</b>	
	2.1	FET workshop <sup>(10')</sup>	Noshin Omar
	2.2	RTD workshop <sup>(10')</sup>	Silvia Bodoardo
	2.3	ETIP – SNET Vision of the Energy System at 2030-50 <sup>(10')</sup>	Jesus Palma
	2.4	EMIRI – Roadmap contribution <sup>(10')</sup>	Preben Vie
	2.5	Pilot Plants Network Europe <sup>(10')</sup>	Oscar Miguel
	2.6	European Battery Alliance <sup>(10')</sup>	Edel Sheridan
<b>10:45</b>		<b>Coffee Break</b>	
<b>11:00</b>	<b>3</b>	<b>Flagship proposals and status</b>	
	3.1	Clean Energy <sup>(10')</sup>	TBD
	3.2	Battery 2030+ <sup>(10')</sup>	Kristina Edström
	3.3	Actions to support flagships <sup>(10')</sup>	Edel Sheridan
<b>11:30</b>	<b>4</b>	<b>SP1 goal 2018 (60')</b>	
	4.1	Upcoming and Preparation for Review of EERA ES	Edel Sheridan
	4.2	DoW status and plan, how to work with SP6	Group task
	4.3	Position paper	Group task
	4.4	Developing Hybrid energy storage systems workshop	Group task
<b>12:30</b>	<b>5</b>	<b>Upcoming call and events</b>	
	5.1	Review of upcoming calls and funding possibilities <sup>(10')</sup>	Silvia Bodoardo
	5.2	Tender: Batteries e-mobility and stationary storage <sup>(10')</sup>	Cristina Luengo
	5.3	EERA Conference – June <sup>(10')</sup>	Edel Sheridan
<b>13:00</b>	<b>6</b>	<b>Discussion and AOB</b>	
		<b>Lunch</b>	
		Labtour	

finanziati ancora in H2020, ma con un occhio al prossimo programma quadro. EERA si vuole affermare come rappresentate della comunità della ricerca europea e sta lavorando intensamente per questo. Si organizzeranno infatti anche dei workshop di esperti a Brussels per invitare i rappresentanti della EC.

### 3 PAR Meeting: incontro con i beneficiari

Nel corso di questa annualità è stata effettuata una riunione tra i tre enti beneficiari volta a finalizzare le attività e rafforzare le sinergie nello sviluppo di obiettivi comuni ed evitare sovrapposizioni nelle tematiche di lavoro. Per rendere effettive queste finalità sono stati costituiti gruppi di lavoro cui fanno parte i soggetti affidatari con lo scopo di coordinare le attività dei singoli soggetti e massimizzare i risultati conseguiti. Ci si è poi riuniti presso il CR Casaccia per consolidare i risultati ottenuti. Nel seguito è riportata l'agenda del meeting svoltosi dal 12 al 14 marzo 2018 e di seguito la lista dei partecipanti.



## PAR MEETING AGENDA

Casaccia

12-14 marzo 2018



Consiglio Nazionale delle Ricerche

1° giorno, lunedì 12 Marzo 2018

#### Location:

ENEA Casaccia  
Via Anguillarese 301  
00123 Santa Maria di Galeria, Roma  
Sala conferenze C24, terzo piano.

11:30	30'	<b>3.1 Arrivo e operazioni di accreditamento</b>	
<b>12:00</b>	<b>60'</b>	<b>Pranzo (mensa ENEA) opzionale</b>	<b>ENEA</b>
<b>13:00</b>	10'	<b>Benvenuto e inizio lavori</b>	ENEA, Giulia Monteleone
<b>13:10</b>	30'	<b>Presentazione ENEA, attività PAR DTE-PCU-SPCT</b>	ENEA, Giulia Monteleone, Pier Paolo Procini
<b>13:40</b>	30'	<b>Presentazione RSE, attività PAR</b>	RSE, Omar Perego
<b>14:10</b>	30'	<b>Presentazione CNR-ITAE, attività PAR</b>	CNR-ITAE, Enzo Antonucci
<b>14:40</b>	10'	<b>Coffee Break</b>	<b>ENEA</b>
<b>14:50</b>	60'	<b>Tavola rotonda</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gruppo di Coordinamento</li> <li>• Definizione delle sinergie da attivare</li> <li>• Condivisione delle informazioni di interesse comune</li> </ul>	ENEA, RSE, CNR-ITAE
<b>15:50</b>		<b>Fine prima giornata</b>	

## 2° giorno, martedì 13 Marzo 2018

9:00	15'	<b>3.2</b> <i>Arrivo e operazioni di accreditamento</i>	
9:15	15'	<b>Benvenuto e inizio lavori</b>	ENEA
9:30	30'	<b>Presentazione attività DTE-PCU-STMA</b>	ENEA
10:00	60'	<b>Visita ai laboratori di DTE-PCU-STMA</b>	
11:00	20'	<i>Coffee Break</i>	ENEA
11:20	40'	<b>Presentazione attività DTE-PCU-SPCT e visita laboratori</b>	ENEA
12:00	90'	<b>Pranzo (mensa ENEA)</b>	ENEA
13:30	90'	Giro dei laboratori di ENEA-DTE-SPCT	ENEA
15:00	40'	Discussione e pianificazione attività di collaborazione	ENEA, RSE, CNR-ITAE
15:40		<i>Fine seconda giornata</i>	

## 3° giorno, mercoledì 14 Marzo 2018

9:00	15'	<b>3.3</b> <i>Arrivo e operazioni di accreditamento</i>	
9:15	15'	<b>Benvenuto e inizio lavori</b>	ENEA
9:30	75'	<b>3.4</b> <i>Discussione su PAR 18-20</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prossime attività previste</li> <li>• Possibili sovrapposizioni</li> <li>• Attività in europa comuni (EBA, EERA, ecc)</li> <li>• Possibilità di presentare progetti insieme</li> </ul>	ENEA, RSE, CNR-ITAE
10:45	15'	<i>Coffee Break</i>	ENEA
11:00	60'	Tavolo tecnico: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definizione dei target e delle possibili diverse applicazioni (anche non convergenti) per tecnologia in studio</li> <li>• aggiornamento e condivisione delle procedure di prova tenendo conto delle differenze introdotte dalle diverse chimiche e applicazioni.</li> </ul>	ENEA, RSE, CNR-ITAE
12:00	30'	<b>Conclusioni</b>	<b>3.4.1</b> ENEA
12:30	90'	<b>Termine dell'incontro</b>	ENEA

## Elenco dei Partecipanti

Nome	Mail	Unità
Enrica Micolano	<a href="mailto:enrica.micolano@rse-web.it">enrica.micolano@rse-web.it</a>	RSE-TGM
Omar Perego	<a href="mailto:omar.perego@rse-web.it">omar.perego@rse-web.it</a>	RSE-TGM
Maria Broglia	<a href="mailto:maria.brogli@rse-web.it">maria.brogli@rse-web.it</a>	RSE-TGM
Irene Quinzeni	<a href="mailto:irene.quinzeni@rse-web.it">irene.quinzeni@rse-web.it</a>	RSE-TGM
Enzo Antonucci	<a href="mailto:vincenzo.antonucci@itae.cnr.it">vincenzo.antonucci@itae.cnr.it</a>	CNR-ITAE
Alessandra Di Blasi	<a href="mailto:alessandra.dibiasi@itae.cnr.it">alessandra.dibiasi@itae.cnr.it</a>	CNR-ITAE
Marco Ferraro	<a href="mailto:marco.ferraro@itae.cnr.it">marco.ferraro@itae.cnr.it</a>	CNR-ITAE
Giulia Monteleone	<a href="mailto:giulia.monteleone@enea.it">giulia.monteleone@enea.it</a>	ENEA
Pier Paolo Prosinì	<a href="mailto:pierpaolo.prosini@enea.it">pierpaolo.prosini@enea.it</a>	ENEA
Paola Gislon	<a href="mailto:paola.gislon@enea.it">paola.gislon@enea.it</a>	ENEA
Cinzia Cento	<a href="mailto:cinzia.cento@enea.it">cinzia.cento@enea.it</a>	ENEA
Stefano Galli	<a href="mailto:stefano.galli@enea.it">stefano.galli@enea.it</a>	ENEA
Margherita Moreno	<a href="mailto:margherita.moreno@enea.it">margherita.moreno@enea.it</a>	ENEA
Livia Della Seta	<a href="mailto:livia.dellaseta@enea.it">livia.dellaseta@enea.it</a>	ENEA
Mariasole Di Carli	<a href="mailto:mariasole.dicarli@enea.it">mariasole.dicarli@enea.it</a>	ENEA
Nataascia Andrenacci	<a href="mailto:nataascia.andrenacci@enea.it">nataascia.andrenacci@enea.it</a>	ENEA
Antonino Genovese	<a href="mailto:antonino.genovese@enea.it">antonino.genovese@enea.it</a>	ENEA
Manlio Pasquali	<a href="mailto:manlio.pasquali@enea.it">manlio.pasquali@enea.it</a>	ENEA
Francesco Vellucci	<a href="mailto:francesco.vellucci@enea.it">francesco.vellucci@enea.it</a>	ENEA
Francesco D'annibale	<a href="mailto:francesco.dannibale@enea.it">francesco.dannibale@enea.it</a>	ENEA

Le principali azioni portate avanti in comune tra i tre enti beneficiare ed identificate durante l'incontro sono state le prove di vita e i test sulle batterie. Per questo tipo di prove ci si è trovati d'accordo che occorre mettere in comune le procedure utilizzate fin ora in modo da ottenere una procedura comune più ampia (cioè applicabile a diverse tipologie di batterie o a batterie al litio funzionanti con diverso chimismo). Altro punto importante è risultato essere lo scambio dei dati con la creazione di un output comune (data-base condiviso) che potrebbe contenere sia dati grezzi che dati di risultato. Si è convenuto che i limiti non risiedono sulle attrezzature utilizzate ma piuttosto sul tipo di batteria da testare. Il diverso tipo di batterie e le diversità di prestazioni tra le diverse batterie fa sì che, per le finalità che sono state convenute, occorra utilizzare un protocollo molto vasto. Una volta scritto il protocollo, a seconda del tipo di batteria, si potrà scegliere la procedura di prova più adatta. Un'altra variabile importante da considerare è la possibilità di realizzare procedure di test standard o procedure disegnate per specifiche applicazioni. Sicuramente un buon punto di partenza è l'utilizzo di procedure utilizzate per l'auto elettrica. Quindi attraverso un'analisi critica ci si può distaccare dalla procedura standard per crearne una finalizzata alle esigenze dell'accumulo stazionario. Per quanto riguarda le procedure disegnate per specifiche applicazioni occorre trovare un profilo che rispecchi la missione d'uso attuale e futura (cioè che possa tener conto delle modifiche della normativa). Quindi si è affrontato il tema di come stressare la cella per ridurre i tempi di test (invecchiamento accelerato). Sono state sottolineate le peculiarità della collaborazione dei 3 enti: sovrapposizione vs. complementarità ed individuate le modalità per portare avanti la complementarità. Le azioni che sono state evidenziate essere attuabili nell'immediato sono:

- Realizzazione di un data-base delle attrezzature disponibili nei tre enti (ciclatori, camere climatiche, ecc.)

- Raccolta delle procedure utilizzate (stress a singolo parametro vs. stress multipli)
- Stesura di un indice che rappresenti l'expertise del gruppo di lavoro (così come avviene in altri ambiti in cui i vari attori presentano le proprie peculiarità)

Un'altra argomentazione che tutti e tre i beneficiari sono in grado di trattare è risultata l'analisi post mortem delle celle. L'analisi post-mortem può essere effettuata sia ai materiali sia attivi che sugli altri componenti della batteria, utilizzando varie tecnologie di imaging quali la microscopia SEM o strutturali quali la diffrazione dei raggi X. E' stata innanzitutto valutata la modalità di conduzione dell'analisi. Il primo passo riguarda l'apertura della cella. Sono state valutate due opzioni di apertura (apertura della cella a tensione nulla vs. apertura a capacità nulla) onde evitare di danneggiare i materiali ed evitare corto-circuiti.

## 4 PAR Meeting: incontro con i cobeneficiari

Nel corso di questa annualità è stata effettuata una riunione con i cobeneficiari del progetto accumulo attivi sulle linea a1. Accumulatori elettrochimici innovativi volta a fare il punto della situazione ed indirizzare le future attività di ricerca. Nel seguito si riporta l'agenda della riunione svoltasi dal 9 al 10 aprile 2018:



### **Workshop AGENDA: Riunione progetto accumulo Roma, 9-10 Aprile, 2018**

**9 Aprile 2018**

**Location:** Salone centrale, ENEA Sede Legale, Lungotevere Thaon Di Revel 76, 00196 Rome

11:15	15'	<i>4.1 Arrivo partecipanti</i>	
11:30	15'	<b>Welcoming</b> Giulia Monteleone – Capo Laboratorio DTE-PCU-SPCT Pier Paolo Prosini – Responsabile Progetto C.5 <i>Materiali e tecnologie per l'accumulo di energia per il sistema elettrico</i>	ENEA
<b>Sessione 1</b> – (Chairperson: Pier Paolo Prosini)			
11:45	10'	<b>Margherita Moreno</b> <i>Attività ENEA Par16-17: Ottimizzazione di catodi ed elettroliti per batterie Li-ione e Li-S</i>	ENEA

12:00	10'	<b>Claudio Gerbaldi</b> <i>Nanostructured electrodes and polymer electrolytes for Na-ion cells</i>	Politecnico di Torino
12:15	10'	<b>Sergio Brutti</b> <i>Stabilization of the Li-metal/electrolyte interface by pre-formed SEI layers</i>	Università della Basilicata
12:30	10'	<b>Alfonso Pozio</b> <i>Attività ENEA PAR16-17: materiali anodici e catodici per sodio-ione</i>	ENEA
12:45	10'	<b>Antonino Santoni</b> <i>Crescita CVD di nanofili di Si catalizzati con Cu su acciaio e carbon paper</i>	ENEA
13:00	10'	<b>Gabriele Tarquini</b> <i>Attrezzature per l'analisi di materiali elettrodici: analisi SEM e XRD di materiali elettrodici per batterie sodio-ione.</i>	Università La Sapienza
13:30	75'	<b>Pranzo</b>	
<b>Sessione 2</b> (Chairperson: Mariasole Di Carli)			
14:45	10'	<b>Catia Arbizzani</b> <i>Stabilizzazione delle interfasi elettrodo/elettrolita nella cella Li/zolfo</i>	Università di Bologna
15:00	10'	<b>Francesco Nobili</b> <i>Anodi sostenibili ad alta capacità per celle al Li e al Na</i>	Università di Camerino
15:15	10'	<b>Stefania Panero</b> <i>Materiali elettrodici ed elettrolitici per dispositivi ad elevata tensione</i>	Università La Sapienza
15:30	10'	<b>Silvia Bodoardo</b> <i>Long cycling Li-air cells</i>	Politecnico di Torino
15:45	15'	<b>Coffee break</b>	
<b>Sessione 3</b> (Chairperson: Margherita Moreno)			
16:00	10'	<b>Susanna Insogna</b> <i>Caratterizzazione di celle o di effluenti emessi a fine vita o dopo prove di stress o di abuso</i>	Università di Roma La Sapienza

16:15	10'	<b>Giovanni Lutzenberger</b> <i>Analisi dell'invecchiamento di sistemi di accumulo elettrochimico attraverso attività di modellazione e validazione sperimentale</i>	Università di Pisa
16:30	10'	<b>Carla Menale</b> <i>Studio dell'ottimizzazione dello scambio termico all'interno di un pacco batterie</i>	Università La Sapienza
16:45	10'	<b>Francesco D'Annibale</b> <i>Dispositivo sperimentale per la simulazione del comportamento termico di celle al litio</i>	ENEA
17:00	15'	<b>Chiusura prima giornata</b>	

## 10 Aprile 2018

**Location:** Salone centrale, ENEA Sede Legale, Lungotevere Thaon Di Revel 76, 00196 Rome

08:30	15'	<b>4.2 Arrivo partecipanti</b>	
08:45	30'	<b>Definizione dei tavoli e degli obiettivi Pier Paolo Prosinì</b> <b>-presentazione sito BIA (Sergio Brutti)</b>	ENEA
<b>Tavola rotonda – primo round</b>			
09:15	105'	<b>Tutti i partecipanti</b>	
11:00	15'	<b>Coffee break</b>	
<b>Tavole rotonde parallele – secondo round</b>			
11:15	105'	<b>Tutti i partecipanti</b>	
13:00	30'	<b>Produzione documenti riassuntivi</b>	
13:30	75'	<b>Pranzo</b>	
<b>Sessione plenaria</b>			
14:45	60'	<b>Lettura relazioni dei singoli tavoli e annotazione interessi e collaborazioni inter-tavoli</b>	
15:45		<b>Chiusura workshop</b>	

Dalla riunione sono emerse le principali linee di ricerca che saranno perseguite nel prossimo triennio. Per raggiungere queste linee guida si è partiti dalla considerazione che la rete elettrica del futuro dovrà senza dubbio soddisfare maggiori richieste di energia senza penalizzare le sue caratteristiche di affidabilità e resilienza. A questo scopo, l'uso di sistemi di immagazzinamento di energia potrà risultare determinante per migliorare le funzionalità della rete, riducendo i costi di esercizio e garantendo un livello elevato di affidabilità, oltre a differire e ridurre gli investimenti in infrastrutture. Infine occorre considerare che i sistemi di accumulo possono essere utilizzati per fronteggiare situazioni di emergenza a causa della loro capacità di fornire potenza di backup e di servizi di stabilizzazione della rete. Affinché l'accumulo elettrochimico dell'energia possa diventare ampiamente diffuso occorre che si verifichino le seguenti condizioni:

1. le tecnologie di stoccaggio elettrochimico dell'energia dovrebbero essere competitive in termini di costo con altre tecnologie che forniscono servizi analoghi;
2. dovrebbe essere riconosciuto il valore aggiunto dell'immagazzinamento elettrochimico di energia che risulta capace di soddisfare contemporaneamente più necessità;
3. le tecnologie dello stoccaggio elettrochimico dell'energia dovrebbero integrarsi senza problemi con i sistemi e i sottosistemi esistenti.

per questi motivi le attività di ricerca sugli accumulatori elettrochimici dovranno focalizzarsi su tre direttive principali:

Linea A. Sviluppo e sperimentazione di materiali e componenti per sistemi di accumulo elettrochimico post litio-ione.

Linea B. Realizzazione di dispositivi post litio-ione e loro caratterizzazione.

Linea C. Sviluppo e sperimentazione di materiali di frontiera per batterie sodio-ione e litio-ione avanzate.

Le tre attività di ricerca sono contraddistinte da un diverso grado di maturità tecnologica ed indirizzate a due differenti tipologie di sviluppatori tecnologici. Le linee A e B sono chiaramente nella loro infanzia e potrebbero essere indirizzate a soddisfare le esigenze di una parte industriale attratta dalla possibilità di entrare in un segmento di mercato ancora inesplorato. Questa attività potrebbe essere intrapresa da piccole medie imprese o start up innovative interessate a sviluppare sistemi alternativi a quelli esistenti. Questo permetterebbe loro di evitare il rischio di entrare in competizione con gruppi di grandi dimensioni già affermati nel campo della realizzazione di batterie, in grado già di offrire un prodotto di buone prestazioni e costo competitivo. La linea di ricerca C si contraddistingue per un livello di maturità tecnologica maggiore. Ciononostante racchiude in sé un grande potenziale in quanto si propone di sviluppare materiali innovativi a più elevata capacità o potenza per la realizzazione di batterie litio-ione tradizionali. Sempre in questa linea è previsto lo studio di batterie sodio-ione, meno costose rispetto alle attuali litio-ione. Questa linea ha come sbocco naturale l'unica realtà industriale in Italia che potrebbe riconvertire parte delle strutture di produzione per realizzare sistemi litio-ione di concezione innovativa o sodio-ione dai costi ridotti.

Linea A. Sviluppo e sperimentazione di materiali e componenti per sistemi di accumulo elettrochimico post litio-ione. Questa attività di ricerca ha lo scopo di sviluppare batterie post litio ione dotate di una maggiore capacità rispetto alle attuali batterie. In effetti la possibilità di realizzare questo tipo di batterie è legata essenzialmente allo sviluppo di un anodo metallico (litio o sodio) stabile. Le batterie con anodo al litio-metallo sono state concepite per la prima volta nel

1912. Rispetto all'anodo di una litio ione quello di una litio-metallo ha la possibilità di accumulare una maggior quantità di energia. Purtroppo le batterie con anodo metallico soffrono di un difetto che le rende altamente problematiche: la formazione dei dendriti. I dendriti sono filamenti di litio impilati l'uno sull'altro che si formano sull'anodo durante il processo di carica, diffondendosi nel separatore fino a raggiungere l'altro elettrodo. In questo modo possono cortocircuitare la batteria e ciò può causare l'incendio o addirittura l'esplosione della stessa. La chiave per poter risolvere il problema della formazione dei dendriti è la protezione dell'anodo di litio. L'idea di base è quella di sviluppare un materiale di rivestimento in grado di proteggere la superficie del litio metallico e rendere la deposizione degli ioni litio uniforme, evitando la sua deposizione preferenziale su alcuni punti. Uno studio fondamentale deve essere dovrà essere condotto per evidenziare la morfologia e la natura dello strato di protezione. Lo studio non è limitato all'anodo ma si estende anche agli altri componenti della cella: l'elettrolita ed il catodico. Studi mirati devono essere infatti condotti anche nei confronti dell'elettrolita il quale può contribuire o deprimere la formazione dei dendriti. Ad esempio, l'uso di un elettrolita solido potrebbe ridurre notevolmente la formazione dei dendriti per un semplice effetto meccanico di compressione. L'uso di un anodo di litio metallico sarebbe poi compatibile con una serie di catodi ad alta e bassa tensione di lavoro, ad elevata o media capacità. Pertanto si potrebbero sviluppare tutta una serie di coppie elettrochimiche Li-metallo/X in cui X potrebbe essere rappresentato da S, O o da una serie di composti contenenti un metallo di transizione, similmente per quanto avviene nelle tradizionali batterie litio-ione. L'idea di base per ottenere questo risultato è quella di formare una interfaccia stabile sulla superficie dell'anodo metallico. Parte integrante di questa attività è lo studio fondamentale dell'interfaccia elettrolita/metallo. Parallelamente verranno sviluppati gli altri componenti necessari per la realizzazione del sistema di accumulo quali il compartimento catodico e quello elettrolitico. Per il compartimento catodico verranno privilegiati elementi contraddistinti da un basso livello di criticità quali lo zolfo o l'ossigeno o catodi contenenti metalli di transizione di facile reperibilità.

Linea B. Realizzazione di dispositivi post litio-ione e loro caratterizzazione. In questa attività saranno condotti studi per realizzare dispositivi di taglia significativa (2-10 Wh) utilizzando gli anodi metallici sviluppati nella linea A. All'interno di questa attività si provvederà a mettere a punto la tecnica necessaria per preparare quantità significative dell'anodo metallico protetto. Quindi si accoppierà l'anodo metallico con elettrodi commerciali per realizzare sistemi di taglia dell'ordine del Wh di energia. I dispositivi verranno quindi testati per valutare le loro prestazioni, in termini di energia e potenza, la loro ciclabilità e la loro sicurezza in condizioni di uso e di abuso.

Linea C. Sviluppo e sperimentazione di materiali di frontiera per batterie sodio-ione e litio-ione avanzate. Lo scopo di questa linea è di sviluppare e sperimentare materiali di frontiera per batterie metallo-ione che abbiano o una densità di energia/potenza superiore o un costo nettamente inferiore rispetto a quello dei materiali attualmente utilizzati per la realizzazione delle batterie litio-ione. Pur se le batterie agli ioni di litio si sono dimostrate estremamente competitive nel campo dell'elettronica di consumo avendo sostituito in pratica tutti gli altri tipi di batterie, per altre applicazioni, come ad esempio lo stazionario, il costo delle batterie litio-ione è ancora troppo alto. Infatti il successo dello sviluppo di batterie per lo stoccaggio stazionario dell'energia elettrica dipende in modo significativo da diverse condizioni. Oltre alle considerazioni ambientali, quelle sui potenziali acquirenti, la pressione politica e la concorrenza, è fuori di dubbio che i costi sono un fattore sostanziale nel determinare lo sviluppo per applicazioni future. Il principale driver di costo di una batteria agli ioni di litio è rappresentato dai materiali in quanto durante il processo di produzione si fa ricorso all'uso di materie prime che sono critiche per il nostro Paese. Infatti le

tecnologie per la realizzazione di sistemi di accumulo dell'energia devono fare i conti con potenziali problemi di approvvigionamento di alcune materie prime strategiche. Elementi naturali la cui scarsità potrebbe dare seri problemi alla sostenibilità del processo. Lo studio pubblicato dal Joint Research Center della Commissione europea valuta la disponibilità presente e futura per i paesi dell'Unione di 60 materiali usati nelle tecnologie strategiche per l'energia. Per quanto riguarda l'accumulo elettrochimico i materiali critici individuati dallo studio sono il cobalto, il vanadio e lo stagno (definiti a rischio medio nel rating di valutazione della criticità di reperibilità), il litio ed il molibdeno (inseriti tra i materiali a rischio medio-basso) ed infine il nichel il piombo, il cadmio ed il rame (che sono classificati con un basso rischio). Pertanto le nuove coppie elettrochimiche da sviluppare all'interno del progetto dovrebbero tenere in giusto conto questa criticità dei materiali. In questa ottica si prefigura anche la possibilità di utilizzare il sodio al posto del litio al fine di rendere i dispositivi di accumulo simili alle litio-ione ma funzionanti con ioni sodio in modo da eliminare qualsiasi criticità relativa al litio. Per quanto riguarda queste batterie uno specifico tema di ricerca riguarderà lo sviluppo di elettroliti stabili capaci di lavorare ad alta tensione. Per la realizzazione degli elettrodi di entrambi i sistemi (litio e sodio) è auspicabile il ricorso a materiali di facile reperibilità e quindi a bassa criticità. I materiali potranno essere anche accoppiati con gli anodi a base metallica studiati nella linea di ricerca precedente.

## 5 Workshop: Insieme per rafforzare la sicurezza e la prevenzione dei rischi di incendio ed esplosione

Il tema della sicurezza dei sistemi di accumulo ha avuto un'ampia eco nel mondo accademico ed industriale. Per rispondere in maniera approfondita alle numerose richieste su questo argomento e per mostrare le attività portate avanti all'interno del PAR è stato organizzato un workshop dal titolo : "Sicurezza dei sistemi di accumulo elettrochimico nell'accumulo e nella elettromobilità. Il workshop si è tenuto all'interno dello spettacolare scenario offerto dal Museo dell'Aeronautica di Vigna di Valle il 19 aprile 2018 ed ha riscosso un notevole successo di pubblico. Nel seguito è riportata l'agenda del workshop.

## INSIEME

per rafforzare la sicurezza e la prevenzione dei rischi di incendio ed esplosione

# Sicurezza dei sistemi di accumulo elettrochimico nell'accumulo e nella elettromobilità

Museo storico dell'aeronautica Militare  
19 APRILE 2018 | Vigna di Valle

[9:00]	<b>Saluto ai convenuti:</b> Direttore Museo Stato Maggiore AM Presidente ENEA Capo del CNVVF Capo Dipartimento ENEA DTE Capo Dipartimento Prevenzione CNVVF
[9:25]	<b>L'Accordo Quadro ENEA-CNVVF del 21 giugno 2017<sup>1</sup></b> <i>Michele Mazzaro, CNVVF, I Dirigente Responsabile del Nucleo Investigativo Antincendio</i>
[9:35]	<b>La Ricerca di Sistema elettrico e i Progetti Accumulo ed Elettromobilità</b> <i>A. Genovese, P.P. Prosini</i>
<b>I SESSIONE: SISTEMI DI ACCUMULO LITIO IONE E CICLO DI VITA</b> <i>Chairman: Gian Piero Celata</i>	
[9:55]	<b>I sistemi di accumulo Litio-ione e Sodio: generalità e individuazione dei pericoli lungo il ciclo di vita</b> <i>C. Di Bari, ENEA DTE PCU STMA</i>
[10:15]	<b>Accumulo stazionario e Direttiva Seveso</b> <i>M. Carcassi, UNIPISA</i>
[10:30]	<b>Impieghi automotive: DAFI e ricarica elettrica</b> <i>M. Mazzaro, CNVVF-NIA</i>
[10:45]	<b>La ricarica di veicoli elettrici: studio preliminare alla modellazione delle distanze di sicurezza e norme tecniche</b> <i>P. Russo, UNIROMA 1</i>
[11:00]	<b>Second life: definizione, opportunità e criticità</b> <i>N. Andrenacci, ENEA DTE PCU STMA</i>
[11:15 - 11:35]	<i>Coffee break</i>

<sup>1</sup> Ne possono parlare anche i firmatari, se intervengono

<b>II SESSIONE: CASISTICA INCIDENTALE E PRIMI TEST</b>	
<i>Chairman: Tolomeo Litterio</i>	
<b>[11:40]</b>	<b>Abuso termico ed elettrico: l'impianto FARO</b> <i>I. Moriello, ENEA ISER CAS SPI</i>
<b>[11:50]</b>	<b>Ipotesi per la realizzazione di un Laboratorio per la sicurezza dei sistemi per l'energia</b> <i>C. Di Bari, ENEA DTE PCU STMA</i>
<b>[12:00]</b>	<b>Casistica incidentale e caratterizzazione del fuoco con tecniche calorimetriche: dall'accumulo alla elettromobilità</b> <i>P. Russo, UNIROMA 1</i>
<b>[12:15]</b>	<b>Prove di corto circuito e sovraccarica</b> <i>E. Rossi, già ENEA DTE PCU STMA</i>
<b>[12:30]</b>	<b>Esposizione a fiamma e prove di estinzione: le prove, insieme, a Capannelle</b> <i>M. Mazzaro, CNVVF-NIA</i>
<b>[12:50]</b>	<b>Caratterizzazione chimico- analitica ex ante e post abuso delle fasi solide e degli aerodispersi: primi risultati</b> <i>A. Bacaloni, UNIROMA 1</i>
<b>[13:05]</b> – <b>[14:05]</b>	<b>PRANZO</b>
<b>III SESSIONE: PRIMI RISULTATI DELLA ANALISI DI RISCHIO, GESTIONE TERMICA E NUOVE TECNOLOGIE</b>	
<i>Chairman: Stefano Giammartini</i>	
<b>[14:10]</b>	<b>Applicazione della Analisi FMEA a sistemi di accumulo elettrochimico realizzati con tecnologie Litio-ione (EiGC020)</b> <i>R. Bubbico, UNIROMA 1</i>
<b>[14:25]</b>	<b>Caratterizzazione dei parametri e dei sistemi di gestione termica di batterie Litio-ione: capacità termica; calore generato; distribuzione della temperatura. (EiGC020)</b> <i>F. D'Annibale, ENEA DTE PCU SPCT</i>
<b>[14:40]</b>	<b>Studio sulla caratterizzazione dei vari livelli di protezione di sistemi di accumulo Litio-ione per uso automotive, mediante "Layer of Protection Analysis (LOPA) e applicazione dell'HAZOP: studi preliminari.</b> <i>M. Carcassi, UNIPISA</i>
<b>[14:55]</b>	<b>Progettazione, affidabilità e ratei di guasto del BMS</b> <i>Roberto Roncella, UNIPISA</i>
<b>[15:10]</b>	<b>Nuove tecnologie di accumulo elettrochimico: Litio e non Litio</b> <i>G. Monteleone</i>
<b>[15:30]</b> – <b>[16:30]</b>	<b>TAVOLA ROTONDA</b> I relatori rispondono alle domande. Conclusioni

Il workshop si è aperto con l'intervento del redattore di questo documento che ha relazionato la platea sulle attività portate avanti dall'ENEA sul tema sicurezza all'interno del PAR. Si riporta di seguito il sunto della presentazione intitolata " La sicurezza dei sistemi di accumulo elettrochimici nel triennio 2015-2017: studi finanziati dal MiSE". Le attività sui Sistemi di Accumulo Stazionari (SAS) finanziate dal MiSE nel triennio 2015-2017 sono state suddivise in cinque linee: 1) ricerca e sviluppo di accumulatori elettrochimici innovativi; 2) studi sulla realizzazione di sistemi ibridi; 3) studio dei fenomeni di invecchiamento, sicurezza e second-life; 4) studi sulla gestione di sistemi di accumulo integrati con sistemi di produzione e/o consumo; 5) comunicazione e diffusione dei risultati. Il PAR 2015 ha avuto un finanziamento di 800 k€. Parte degli studi sono stati finalizzati alla sicurezza in uso delle batterie. Infatti, all'interno della linea 3 - studio dei fenomeni di invecchiamento, sicurezza e second-life - è stata svolta una attività dedicata alla definizione di

procedure di prova per l'analisi di sicurezza di sistemi di accumulo elettrochimico. Al termine delle attività sono stati prodotti due rapporti tecnici (RT). Il primo verteva sul calcolo del carico di fuoco, sulla metodologia di prova adottata e presentazione dei risultati delle prove di incendio (partecipazione al fuoco) ed estinzione effettuate su litio metallico e su celle litio-ione mentre il secondo descriveva la catena degli eventi termici che può condurre a esplosione ed incendio nelle batterie litio-ione. In collaborazione con il Dipartimento Ingegneria Chimica Materiali e Ambiente dell'Università degli Studi di Roma "La Sapienza" (DICMA), al fine di identificare le principali condizioni di pericolo, e definizione della procedura di applicazione a sistemi di accumulo realizzati con tecnologie litio-ione, è stato realizzato un terzo RT sull'applicazione di metodologie standardizzate di analisi di rischio a sistemi di accumulo. A partire dal 2016 l'impegno economico è stato più che raddoppiato in quanto alle attività sull'accumulo elettrochimico è stato assegnato un budget di 2.000 k€ per anno. In virtù di questo aumento di finanziamento, le attività di ricerca sulla sicurezza delle batterie sono state raddoppiate. Da una parte sono continuate le prove di sicurezza sulle batterie e dall'altra è stato intrapreso un lavoro per l'analisi termica dei sistemi di accumulo. Nel PAR 2016 sono state raccolte le norme tecniche applicabili ai sistemi di accumulo stazionario realizzati con celle litio-ione e con il sodio metallico. Inoltre è stata effettuata un'analisi critica per valutare la loro rispondenza alle indagini sulla sicurezza. E' stata studiata l'esposizione a fiamma e a calore di celle litio-ione *soft-pouch*, mettendo a punto delle prove e sperimentando diversi agenti estinguenti. Infine sono state definite le procedure di prova di sovratensione e cortocircuito su sistemi di accumulo litio-ione. Tra le varie attività occorre menzionare anche la progettazione preliminare per la realizzazione di un laboratorio di caratterizzazione incendio ed esplosione di sistemi di accumulo elettrochimico. Il Dipartimento di Chimica, dell'Università degli studi di Roma "La Sapienza" (DC) ha effettuato studi sulle problematiche igienistico industriali e di caratterizzazione dei gas prodotti nel corso di prove di abuso condotte in ambienti confinati su sistemi di accumulo litio-ione mentre il Dipartimento di Ingegneria Civile ed Industriale dell'Università di Pisa (DICI) ha proceduto all'analisi di rischio su SAS realizzati con tecnologie al sodio ad alta temperatura. Per quanto riguarda l'analisi termica sono l'ENEA ha realizzato un dispositivo sperimentale per la caratterizzazione delle prestazioni del sistema di gestione termica di moduli di batterie, finalizzato alla diminuzione dei rischi di thermal runaway mentre il DICMA ha studiato l'ottimizzazione dello scambio termico all'interno di un pacco batterie, con particolare riguardo ai sistemi di raffreddamento passivi. Le attività in corso nel PAP 2017 (che si concluderà a fine settembre 2018) comprendono sia ricerche sulla sicurezza che sulla gestione termica. Per valutare la sicurezza delle batterie al litio verranno effettuate prove calorimetriche condotte tramite calorimetro a Cono, saranno effettuate delle prove di abuso in campo aperto, continuerà l'analisi delle norme tecniche e giuridiche per la sicurezza dei sistemi di accumulo al sodio e Li-ione e si provvederà alla caratterizzazione di celle litio-ione con sistemi di imaging. Il DICI effettuerà analisi aprendo e campionando celle al litio mentre il DICI completerà gli studi di analisi di rischio su sistemi di accumulo stazionario realizzati con tecnologie al sodio ad alta temperatura. Le attività sulla gestione termica delle batterie proseguiranno con uno studio sperimentale del comportamento termico di batterie agli ioni di litio e con la realizzazione di un modello per il raffreddamento delle batterie con sistemi innovativi, attività condotta dal DICMA. In ENEA verrà valutato il comportamento termico di un modulo batteria utilizzando un impianto di simulazione: i test sperimentali di raffreddamento saranno condotti sia in condizioni normali sia sottoponendo le celle a condizioni di abuso. In conclusione possiamo affermare che la "Ricerca di Sistema elettrico" rappresenta un'occasione unica per migliorare le nostre conoscenze non solo sulle tecnologie e le applicazioni ma anche sulla sicurezza in uso dei SAS. Quest'ultima attività ha un rapporto costi/benefici particolarmente favorevole in quanto il dato a denominatore comprende non solo i benefici pratici ma anche e soprattutto benefici in termini di diminuzione del rischio di incidenti.

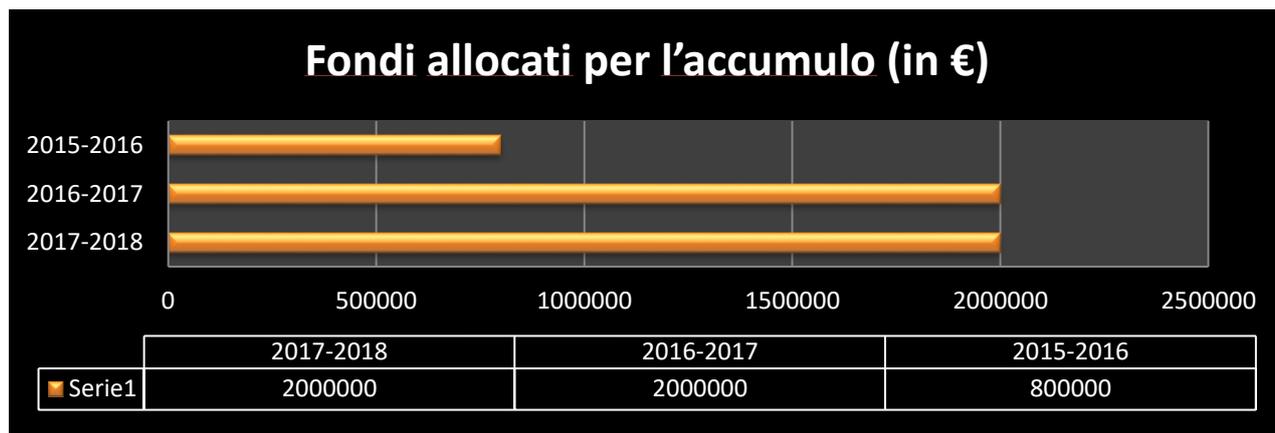


Figura 3. Fondi destinati a finanziare la ricerca sui sistemi di accumulo nel triennio 2015-2018 da parte del MiSE all'interno del progetto "Ricerca di Sistema Elettrico".

## 6 Nanoinnovation 2018

La seconda edizione di NanoInnovation, Conference and Exhibition si è tenuta dall'11 al 14 settembre 2018 a Roma, ospitata nel chiostro rinascimentale della facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Roma "La Sapienza". L'evento ha visto la presenza di oltre 1.200 partecipanti. Le sessioni tecnico-scientifiche sono stati proposte e organizzate da 26 co-organizzatori. Il programma è stato piuttosto intenso: 5 lezioni tutoriali, 1 seduta di benvenuto, 3 sessioni plenarie, 11 keynote lectures, 62 simposi tecnici tematici, 2 sessioni speciali, 3 sessioni poster, 5 workshop multi-sessioni, e 2 eventi satellite. All'edizione 2018 hanno contribuito oltre 300 relatori, 23 espositori e 17 sponsor industriali e scientifici. L'edizione è stata patrocinata da 9 tra enti istituzionali e scientifici, il cui contributo ha permesso di rendere NanoInnovation un evento aperto con accesso gratuito per tutte le persone interessate alle nano-bio-tecnologie. A causa delle numerose partecipazioni e alla grande quantità dei relatori, espositori, sostenitori e organizzatori, NanoInnovation 2018 è stato un momento di incontro molto attivo per gli imprenditori, accademici, ricercatori, manager, studenti e investitori. All'interno di NanoInnovation è stata ospitata una sezione tematica dal titolo "Stoccaggio di energia elettrochimica: uso di nanomateriali come componenti di batterie.". Lo scopo di questa sezione era quello di presentare nuovi materiali per lo stoccaggio di energia elettrica che avrebbe potuto portare ad aumentare la densità energetica e la durata delle batterie. Una possibile risposta a questa sfida è rappresentata dai nanomateriali che appaiono come uno tra i candidati più promettenti per cercare di superare i limiti che affliggono le batterie attuali. Per di più i nanomateriali oltre che rappresentare il materiale attivo della batteria, potrebbero trovare applicazione anche in altri ambiti all'interno della batteria. Infatti dall'uso di nanomateriali potrebbero trarre vantaggio anche componenti passivi della batteria come il separatore o il collettore di corrente: ad esempio l'aggiunta di nanomateriali al separatore potrebbe portare ad un aumento della sua conduttività. Lo scopo del simposio è stato appunto quello di illustrare come i nanomateriali possono risolvere efficacemente alcune limitazioni che affliggono le batterie attuali, sia dal punto di vista meccanico o chimico e di esplorare tutte le possibili applicazioni dei nanomateriali nel campo dell'immagazzinamento dell'energia. Il simposio è stato utilizzato come vetrina per mostrare le attività che si stanno portando avanti all'interno del PAR. Infatti al simposio sono stati invitati cinque tra i partecipanti alle attività PAR che hanno presentato le loro ultime ricerche nel campo dei nanomateriali applicati all'energetica. Il primo contributo al simposio proviene dalla Scuola di Chimica dell'Università di Camerino e dal Dipartimento di Farmacia dell'Università di Chieti. Il titolo della presentazione era "Anodi nanocompositi a base di Si ad alta capacità per batterie Li-ione". Gli autori sono stati Gilberto Carbonari, Fabio Maroni e Fausto Croce. Il lavoro è stato presentato da: Francesco Nobili. Il secondo contributo era intitolato "Elettro-catalisi sinergica core/shell di nanoparticelle Pd/PdO e nanofibre di NiCo<sub>2</sub>O<sub>4</sub> drogato con Cr (III) nelle batterie aprotiche Li-O<sub>2</sub>" con autori Antonio Gentile, Daniela Giacco, Angela De Bonis, Roberto Teghil, Andrea G. Marrani, provenienti dal Dipartimento di Scienze dell'Università della Basilicata e dal Dipartimento di Chimica dell'Università di Roma "La Sapienza". Il lavoro è stato

presentato da Sergio Brutti. Quindi è stato il turno di Claudio Gerbaldi che ha tenuto una presentazione intitolata: " Verso batterie solide che funzionano a temperatura ambiente sfruttando elettroliti polimerici composti a base di polietilene altamente reticolati". Il lavoro è stato svolto da Marisa Falco, Francesca Colò, Giulia Piana, Federico Bella, Giuseppina Meligrana, tutti appartenenti al Gruppo per Applied Materials ed Electrochemistry - Game Lab del Dipartimento di Scienza Applicata e Tecnologia del Politecnico di Torino. Il contributo successivo è stato intitolato "Nanomateriali per nuovi separatori per batterie litio/zolfo". Questo lavoro è stato svolto presso l' Università di Bologna Alma Mater Studiorum , al Dipartimento di Chimica e Ingegneria in unione con CAT Progetti, una società con sede a Pontecchio Marconi (Bo). La presentazione è stata tenuta da C. Arbizzani. L'ultimo intervento di questa sezione era intitolato: "Nanofibre elettrofilate come separatori per batterie agli ioni di litio". Questo lavoro è stato realizzato con i contributi di Maria Federica Caso, Antonio Rinaldi e Pier Paolo Prosini. Il lavoro è stato svolto in Enea, l'Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile in collaborazione con Nanofaber, una start-up company. il lavoro è stato presentato da Mariasole di Carli. Il simposio ha ricevuto notevole apprezzamento sia da parte della platea che da parte dei relatori stessi.

## 7 Partecipazione a conferenze nazionale e internazionali

Durante l'annualità le attività sono state divulgate mediante partecipazione a diversi congressi ed incontri nazionali e internazionali tra i quali:

1. Modified carbon paper interlayers in Li/S batteries, D. Brady, A. La Monaca, F. De Giorgio, C. Arbizzani. Giornate dell'Elettrochimica (GEI2018) 1st Winter Edition. Olympic Village, Sestriere, 21-25/01/2018.
2. Electrode/electrolyte interfaces in next generation lithium batteries. C. Arbizzani, F. De Giorgio, D. Marchese, F. Temperini. XLVI Congresso della Divisione di Chimica Fisica, Bologna (25-28/06/2018)
3. Coatings and electrode protection: new needs from next-generation battery technology. C. Arbizzani, F. De Giorgio, F. Temperini. 69<sup>th</sup> Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry, Bologna, 2-7/09/2018.
4. Li/sulfur and Li/polysulfide systems: an investigation on electrode protections and electrode/electrolyte interfaces. A. La Monaca, F. De Giorgio, I. Ruggeri, F. Soavi, C. Arbizzani. 19<sup>th</sup> Meeting on Lithium Batteries (IMLB). Kyoto (JP), 17-22/06/2018.
5. A Simplified Model for improving Thermal Stability of Lithium-ion Batteries. Roberto Bubbico, Francesco D'Annibale, Barbara Mazzarotta, Carla Menale, 16<sup>th</sup> International Symposium on Loss Prevention and Safety Promotion in the Process Industries.
6. Thermal model of cylindrical Lithium ion batteries. Roberto Bubbico, Francesco D'Annibale, Barbara Mazzarotta, Carla Menale. 14<sup>th</sup> International Conference on Chemical and Process Engineering 26-29 May, 2019 - Bologna, Italy.
7. Ultra-fast charging infrastructure for vehicle on-board ultracapacitors in urban public transportation applications, F. Ortenzi, M. Pasquali, G. Pede, A. Lidozzi, M. Di Benedetto. EVTeC and APE Japan on Sept.30-Oct.3, 2018
8. Preliminary study on the use of dissolved polysulfides as catholyte for high performances Lithium-Sulfur storage system. Margherita Moreno, Gabriele Tarquini, Mariasole Di Carli, Majka Carewska, and Pierpaolo Prosini. Giornate dell'Elettrochimica (GEI2018) 1st Winter Edition. Olympic Village, Sestriere, 21-25/01/2018.

9. G. Carbonari, F. Maroni, F. Nobili, Synthesis and Characterization of  $V_2O_5$ -Nanosheet Buffered Si Nanoparticles as Anode Material for Lithium-ion Batteries. International Electrochemical Society (ISE) 69<sup>th</sup> annual meeting, Bologna (Italy), 03-07/09/2018, Poster presentation S06a-010.
10. F. Maroni, G. Carbonari, F. Croce, R. Tossici, F. Nobili, Buffering Silicon based anodes with Anatase- $TiO_2$  nanoparticles a slow-impact filler in Lithium batteries. International Electrochemical Society (ISE) 69<sup>th</sup> annual meeting, Bologna (Italy), 03-07/09/2018, Poster S06a-010, Poster presentation S06a-037.
11. F. Nobili, High-capacity Si-based nanocomposite anodes for Li-ion batteries. Nano Innovation 2018, Rome (Italy), 11-14/09/2018, Oral communication I.F.1.
12. F. Nobili, High-capacity Si-based nanocomposite anodes for Li-ion batteries. Materials.it, Bologna (Italy), 22-26/10/2018, Oral communication.
13. G. Carbonari, F. Maroni, F. Nobili, Synthesis and Characterization of a  $Si/V_2O_5$  Nanocomposite as Anode Material for Lithium-ion Batteries. 6<sup>th</sup> Scientific Day of School of Science and Technology, Camerino (Italy), 28/10/2018, Poster presentation.
14. H. Darjazi, F. Nobili, R. Tossici, Facile route for the synthesis of activated hard carbon as anode material for Lithium/Sodium-ion batteries. 6<sup>th</sup> Scientific Day of the School of Science and Technology, Camerino, 28/09/2018. Poster presentation.
15. Ruggero Poiana, Akiko Tsurumaki, Lucia Lombardo, Maria Assunta Navarra, Stefania Panero: "Mixtures of Py14PF6 ionic liquid and commercial LP30 electrolyte: from liquid systems to gel polymer electrolytes for high voltage batteries", International Meeting on Ionic Liquids for Electrochemical Devices, ILED-6, 9-11 September 2018, Rome – Italy.
16. Alessio Rigano, Akiko Tsurumaki, Mario Branchi, Maria Assunta Navarra, and Stefania Panero "Use of novel ionic liquids based on oxalate borate anions (BOB-/DFOB-) as additives in electrolytes for high potential cathode  $LiNi_{0.5}Mn_{1.5}O_4$ ", International Meeting on Ionic Liquids for Electrochemical Devices, ILED-6, 9-11 September 2018, Rome – Italy.
17. Ruggero Poiana, Lucia Lombardo, Maria Assunta Navarra, Stefania Panero "Investigation on electrolytes for high voltage batteries: from liquid systems to gel polymer electrolytes", The 69<sup>th</sup> Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry, 2 - 7 September 2018, Bologna, Italy.
18. Maria Assunta Navarra, Akiko Tsurumaki, Ruggero Poiana, Marco Agostini, Priscilla Reale, Aleksandar Matic, Stefania Panero, "Long cycle-life high-voltage lithium batteries based on Ionic Liquid electrolyte mixtures", The 69<sup>th</sup> Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry, 2 - 7 September 2018, Bologna, Italy. (
19. Maria Assunta Navarra, Akiko Tsurumaki, Ruggero Poiana, Lucia Lombardo, Stefania Panero, "From Liquid to Gel Polymer Electrolytes, based on Ionic Liquids, for high-voltage Lithium Batteries", The 16<sup>th</sup> International Symposium on Polymer Electrolytes, ISPE-16, June 24 - 29, 2018, Yokohama, Japan.
20. Maria Assunta Navarra, Akiko Tsurumaki, Ruggero Poiana, Marco Agostini, Priscilla Reale, Aleksandar Matic, Stefania Panero "Ionic Liquid-based electrolyte mixtures for high-voltage lithium batteries with enhanced safety and cycle-life", 19<sup>th</sup> International Meeting on Lithium Batteries, IMLB, June 17 - 22, 2018, Kyoto, Japan.
21. Akiko Tsurumaki, Marco Agostini, Lucia Lombardo, Aleksandar Matic, Maria Assunta Navarra, and Stefania Panero "Ionic liquids as additive salts for electrolytes of lithium ion batteries with the intent of improved stability", Giornate dell'elettrochimica italiana - GEI 2018, 21 - 25 January 2018, Sestriere, Torino, Italy.

## 8 Pubblicazioni

1. PEEK-WC/Nanosponge Membranes for Lithium-Anode Protection in Rechargeable Li-O<sub>2</sub> Batteries. Julia Amici, Mojtaba Alidoost, Fabrizio Caldera, Daniele Versaci, Usman Zubair, Francesco Trotta, Carlotta Francia, Silvia Bodoardo. *ChemElectroChem*, 5 (2018) 1599-1605.
2. 1,3-Dioxolane: a Strategy to Improve Electrode Interfaces in Lithium Ion and Lithium-Sulfur Batteries. A. La Monaca, F. De Giorgio, F. Soavi, G. Tarquini, M. Di Carli, P. P. Prosini, C. Arbizzani, *ChemElectroChem*, 5 (2018) 1272-1278.
3. Protection of lithium surfaces in secondary battery by artificial solid electrolyte itnerphases. S.Brutti, A.De Bonis. *Electrochimica Acta*, submitted (October 2018).
4. Analysis of Passive Temperature Control Systems Using Phase Change Materials for Application to Secondary Batteries Cooling. Roberto Bubbico, Francesco D'Annibale, Barbara Mazzarotta, Carla Menale. *Journal of Thermal Science and Engineering Applications*, 10 (2018) 061009-10.
5. Resoconto attività europea e internazionale. Federico Maria Cernuschi, Omar Perego Francesco Vellucci, Margherita Moreno. Febbraio 2018.
6. Synthesis and Characterization of Si Nanoparticles wrapped by V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Nanosheets as a Composite Anode Material for Lithium-Ion Batteries. G. Carbonari, F. Maroni, A. Birrozzi, R. Tossici, F. Croce, F. Nobili. *Electrochimica Acta* (2018), Vol. 281, pp.676-683. doi: 10.1016/j.electacta.2018.05.094.
7. Combined Structural, Chemometric, and Electrochemical Investigation of Vertically Aligned TiO<sub>2</sub> Nanotubes for Na-ion Batteries, F. Bella, A.B. Muñoz-García, F. Colò, G. Meligrana, A. Lamberti, M. Destro, M. Pavone, C. Gerbaldi. *ACS Omega* 3 (2018) 8440–8450.
8. Room temperature ionic liquid (RTIL)-based electrolyte cocktails for safe, high working potential Li-based polymer batteries. J.R. Nair, F. Colò, A. Kazzazi, M. Moreno, D. Bresser, R. Lin, F. Bella, G. Meligrana, S. Fantini, E. Simonetti, G.B. Appetecchi, S. Passerini, C. Gerbaldi. *J. Power Sources* (2018) in stampa.
9. Metal organic framework laden poly(ethylene oxide) based composite electrolytes for all-solid-state Li-S and Li-metal polymer batteries. S. Suriyakumar, S. Gopi, M. Kathiresan, S. Bose, E.B. Gowd, J.R. Nair, N. Angulakshmi, G. Meligrana, F. Bella, C. Gerbaldi, A. M. Stephan. *Electrochimica Acta* 285 (2018) 355-364.
10. Combined Structural, Chemometric, and Electrochemical Investigation of Vertically Aligned TiO<sub>2</sub> Nanotubes for Na-ion Batteries. F. Bella, A.B. Muñoz-García, F. Colò, G. Meligrana, A. Lamberti, M. Destro, M. Pavone, C. Gerbaldi. *ACS Omega* 2018 3 (7), 8440-8450.DOI: 10.1021/acsomega.8b01117.
11. A. The effect of ether-functionalisation in ionic liquids analysed by DFT calculation, infrared spectra, and Kamlet–Taft parameters. Tsurumaki, F. Trequattrini, O. Palumbo, S. Panero, A. Paolone and M. A. Navarra. *Phys.Chem.Chem.Phys.*, 20 (2018) 7989.
12. Novel bis(fluorosulfonyl)imide-based and ether-functionalized ionic liquids for lithium batteries with improved cycling properties. Akiko Tsurumaki, Hiroyuki Ohno, Stefania Panero, Maria Assunta Navarra. *Electrochimica Acta* 293 (2019) 160-165.
13. Carbon powder material obtained from an innovative high pressure water jet recycling process of tires used as anode in alkali ion (Li, Na) batteries. A. Dell'Era, M. Pasquali, G. Tarquini, F.A. Scaramuzzo, P.De Gasperis, P.P. Prosini, A. Mezzi, R. Tuffi, L. Cafiero. *Solid State Ionics*, 324 (2018) 20-27.

14. Effectiveness of dioxolane/dimethoxyethane mixed solvent for the fabrication of lithium-sulfur semiflow batteries. Gabriele Tarquini, Mariasole Di Carli, Livia Della Seta, Margherita Moreno, Pier Paolo Prosini. *Solid State Ionics*, 317 (2018) 170-174.

## 9 Conclusioni

Come negli anni precedenti, l'ENEA ed i partner Universitari beneficiari hanno partecipato attivamente a diverse iniziative e collaborazioni internazionali, utilizzate da una parte per divulgare le attività portate avanti all'interno del Programma "Ricerca di Sistema Elettrico" e dall'altra per dare un giusto indirizzo alle attività proposte al Ministero. Inoltre il dialogo con partner stranieri è stato fondamentale per trovare le giuste sinergie in vista di possibili cooperazioni internazionali. La partecipazione alle attività dell'IEA è ritenuta da sempre uno strumento importante nella definizione di attività e programmi di ricerca, sviluppo e diffusione di diverse tecnologie dell'accumulo dell'energia e delle applicazioni collegate. E' inoltre di importanza fondamentale nello scambio di informazioni ed esperienze provenienti da tutte le parti del mondo. Le collaborazioni sviluppate ed avviate in iniziative europee hanno avuto il pregio di permettere, non soltanto l'integrazione tra iniziative nazionali e quelle comunitarie, ma anche la creazione di punti di riferimento della strategia europea a supporto del SET Plan sull'accumulo di energia e nella preparazione di piattaforme di collaborazione che mettono in comune infrastrutture di ricerca all'avanguardia (laboratorio europeo virtuale) e competenze ed esperienze coordinate per la ricerca più avanzata. Inoltre sono state colte diverse opportunità di comunicazione e diffusione delle attività di ricerca e sviluppo, per poter aggiornare e confrontare le attività svolte e per allargare i gruppi di interesse sull'accumulo di energia, sia in campo nazionale che in quello internazionale. In totale sono stati realizzati 13 lavori a stampa con il metodo della peer review, un resoconto congiunto RSE-ENEA sulle attività europee e internazionali e si è avuta l'opportunità di partecipare a 21 conferenze nazionali ed internazionali nelle quali sono stati presentati i lavori svolti all'interno dell'accordo di Programma.