

In particolare, si è concluso il Progetto preliminare del sistema di isolamento sismico del reattore e si è definita la campagna di prove sperimentali da effettuarsi, sotto la supervisione dell'ENEA e con nostre attrezzature, in appoggio alla qualifica degli isolatori.

Inoltre, è iniziata l'attività di coordinamento della task sulla mitigazione del rischio sismico del progetto CP-ESFR, riguardante lo sviluppo del reattore a sodio europeo di IV generazione.

È proseguita l'attività di formazione e informazione attraverso l'organizzazione di seminari, convegni, giornate di lavoro in collaborazione con le associazioni GLIS e ASSISI, nonché la partecipazione a numerosi convegni nazionali e internazionali, soprattutto a seguito del terremoto in Abruzzo del 6 aprile.

È stato firmato un Protocollo d'intesa tra ENEA e Dipartimento di Protezione Civile per lo sviluppo di forme di collaborazione in materia di prevenzione e mitigazione dei rischi sismico, idrogeologico ed antropico e sulle relative attività di formazione ed informazione.

A seguito del terremoto in Abruzzo, numerosi esperti della Sezione hanno partecipato alle attività di protezione civile e di censimento dei danni al patrimonio culturale a L'Aquila e nei borghi circostanti.

Nell'ambito della attività sul rischio costiero e percezione antropica dei rischi, è stata effettuata una elaborazione a scala nazionale sulla capacità potenziale delle regioni italiane a sviluppare azioni di adattamento ai cambiamenti climatici nelle aree costiere, in risposta agli accordi internazionali vigenti; i risultati e la metodologia sono state presentate e discusse in sedi nazionali ed internazionali.

Infine, si è partecipato con relazioni ad invito alla conferenza ASITA e con relazioni scientifiche oggetto di pubblicazione su atti e su riviste scientifiche internazionali, a convegni internazionali (tra cui in particolare CLIMATE 2009) e nazionali.

Nell'ambito delle attività di valutazione di *hazard*, vulnerabilità strutturale e rischio dovuti a catastrofi naturali in habitat urbani, è stato ultimato il progetto "MAR VASTO-Manejo de Riesgos en Valparaíso", finanziato dal Banco InterAmericano de Desarrollo. Il lavoro è proseguito con la definizione di progetto di intervento di emergenza (redatto da un'equipe Italo-Cilena) per la Chiesa di San Francisco del Baron di Valparaíso, che presentava preoccupanti lesioni a seguito di eventi sismici. L'intervento sarà finanziato dall'Intendencia V Region Valparaíso.

Sono proseguite le attività del Progetto Europeo COST Azione C26 ("Urban Habitat Constructions under Catastrophic Events"), in cui ENEA è co-chair del Working Group 4 ("Risk Assessment for Catastrophic Scenarios in Urban Areas") e referente per lo studio pilota riguardante gli effetti catastrofici di un'eventuale eruzione del Vesuvio sugli edifici.

È stato definito e presentato il progetto MAMAS, finanziato dal MiUR, su materiali avanzati per l'edilizia (leghe a memoria di forma, ecc.).

Esperti ENEA hanno partecipato alla redazione del Rapporto sullo Stato dell'Ambiente della Regione Lazio 2008, coordinando le attività del Gruppo di Lavoro "Suolo" e collaborando all'editing finale. Inoltre, sono state sviluppate competenze nel campo della dinamica dei processi erosivi del suolo a scala di bacino in risposta ai fattori climatici.

Nell'ambito delle attività del rischio da frana sono state svolte in collaborazione con le Università di Roma Tre, Palermo e Messina, attività mirate alla valutazione della pericolosità geomorfologica dell'area del Torrente Fiumicino (Rm) del Vallone Spinasantà (Pa) e dell'area messinese colpita dall'evento del 1.10.2009. In questo ambito si è collaborato con la Protezione Civile per la gestione del rischio.

È stato sviluppato e portato a termine il progetto Forgeo per la valutazione del rischio in due aree peruviane (Valle del Colca e Aguas Calientes). Congiuntamente sia in Italia sia in Perù è proseguita l'attività di formazione studenti e per tecnici anche a favore delle AALL.

Nell'ambito del Laboratorio GIS è stato organizzato un corso per il Polo Formativo Energia e Ambiente, Corso di Formazione tecnico Superiore sull'applicazione di fonti energetiche rinnovabili – Fer, Regione Lazio.

Sono state avviate le procedure per ottenere l'accreditamento di ENEA come sede di esame per la certificazione GIS (ECDL-GIS).

A seguito della stipula della Convenzione tra ENEA e Regione Abruzzo, sono state concluse con la consegna e illustrazione della Relazione finale le attività previste dalla Convenzione avente per oggetto la valutazione dei possibili scenari di risalita del livello marino sulla fascia costiera abruzzese e strumenti di supporto alla gestione del territorio della regione Abruzzo.

Sono state predisposte le seguenti proposte di attività:

- Concertated methods and tools for a dynamic monitoring and planning in Med coast risk adaptation.
- Northern Adriatic Coastal and Sea RESource's Management Program, con il Magistrato alle Acque del Po.
- Analisi macrosismiche di dettaglio nei Comuni di Alvito, Amatrice, Antrodoto, Borgorose e Cassino, e caratterizzazione della risposta sismica locale mediante misure strumentali in due siti campione, con la Regione Lazio.
- Sviluppo di un metodo biologico per il recupero di suoli di aree industriali contaminate da idrocarburi policiclici aromatici: monitoraggio dell'attività della microflora endogena, con la Regione Campania.
- Definizione dei valori di fondo geochimico naturale di elementi potenzialmente tossici/nocivi, con la Regione Lazio.
- Valorizzazione energetica di residui organici di attività agroindustriali mediante utilizzo in celle a combustibile del biogas da digestione anaerobica per il Ministero delle Politiche agricole e forestali.

#### TECNOLOGIE ECO-COMPATIBILI

L'obiettivo generale di quest'attività è quello di contribuire alla riduzione di barriere per industria e consumatori all'adozione di misure e comportamenti eco-compatibili.

Tale obiettivo strategico viene perseguito con attività svolte nei settori dello sviluppo di tecnologie per la gestione della risorsa idrica e la tutela delle acque, e dello sviluppo di tecnologie per la riduzione dell'impatto antropico.

#### **Sviluppo di tecnologie per la gestione della risorsa idrica e la tutela delle acque**

Le attività hanno riguardato lo sviluppo e l'applicazione di tecnologie innovative per il trattamento dei reflui, anche attraverso la realizzazione di impianti sperimentali sostanzialmente indirizzati ai seguenti obiettivi:

- abbattimento degli inquinanti presenti a fine di ridurre l'impatto sull'ambiente e favorirne ogni possibile riuso;
- riduzione dei consumi energetici degli impianti di trattamento;
- produzione di energia.

In questo ambito proseguono le attività avviate già nel 2008 relative al trattamento di acque reflue industriali ("Aquafit for use" progetto del 7°FP, Moncada Energy Group, VEBA), alla valutazione del potenziale di biometanazione dei rifiuti urbani e al trattamento dei percolati in discarica (Progetto FIRB).

Sono proseguite, inoltre, le collaborazioni con le aziende, o hanno trovato nuovo finanziamento:

- prove di digeribilità anaerobica di reflui di origine agroindustriale (CRPA, VEBA; Moncada Energy Group),
- trattamento dei reflui di origine zootecnica con sistemi biologici innovativi (EUBiogasfinanziata dal MiPAAF, Eukrasia, Az. Agr. Sant'anna),
- modellazione di impianti di trattamento acque reflue (HERA),

- sviluppo di sistemi di controllo e gestione automatica degli impianti di trattamento acque reflue (HERA).

È stata realizzata, all'interno del progetto DIVA (finanziamento MATTM), una ricerca riguardante il trattamento della componente Acqua negli Studi di Impatto Ambientale (SIA) prodotti ai fini della procedura di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) nazionale. L'attività prosegue con l'intento di mettere a punto metodologie di valutazione di impatto per i SIA, specificamente per la componente Acqua.

È stata avviata un'attività di collaborazione con l'Autorità di Bacino del Liri, Volturno e Garigliano con la quale si sta costruendo una Convenzione specifica al fine di fornire un supporto tecnico-scientifico su tematiche quali il riutilizzo delle acque reflue e il risparmio idrico, da sviluppare nel contesto del Piano di Gestione del Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale.

Sono terminate, infine, le attività relative al progetto comunitario del Programma LIFE, denominato "BATTLE", del quale l'ENEA era coordinatore. Il Progetto, iniziato nel dicembre 2005, prevedeva lo sviluppo e la sperimentazione di BAT (Best Available Technique) per il recupero e riciclo dell'acqua nel settore tessile.

Nell'anno 2009, a seguito di una proroga chiesta alla CE, nei primi tre mesi dell'anno si è portato avanti presso la Stamperia di Martinengo (BG), un'attività sperimentale relativa alla marcia in continuo dell'impianto di recupero acque reflue.

Contestualmente sono stati prodotti i report finali tecnico-scientifici e amministrativi relativi all'intero progetto, comprensivo di auditing finale.

La partecipazione al Laboratorio LISEA *Laboratorio per l'Innovazione industriale e la Sostenibilità Energetico-Ambientale*, che opera nel settore delle tecnologie e metodologie per lo sviluppo ed è finanziato nell'ambito del programma regionale PRRIIT, si è concretizzata in due obiettivi realizzativi riguardanti la valutazione della produzione di energia da fonti rinnovabili e da prodotti di scarto (biomasse), analizzandone l'impatto diretto sull'ambiente in relazione alle possibili alternative di utilizzo, e la verifica delle metodologie per l'identificazione delle sorgenti prevalenti di Carbonio e Azoto connesse con le attività antropiche agricole, zootecniche e industriali.

#### **Sviluppo di tecnologie per la riduzione dell'impatto antropico dei processi industriali e dei sistemi di impresa**

La realizzazione di questa linea di attività è stata perseguita attraverso le seguenti iniziative progettuali:

- Progetto "Romania"

Nell'ambito di tale Progetto sono state svolte le seguenti attività:

- elaborazione di programmi per il miglioramento della rimozione di inquinamento per diverse tipologie di attività;
- identificazione di tecnologie ecologiche alternative per le sostanze della Lista I oggetto del Progetto;
- corsi di formazione e addestramento per il personale coinvolto nelle attività di autorizzazione, monitoraggio e controllo.

- Convenzione "REACH"

A gennaio sono partite le attività relative alla Convenzione con il MiSE inerente la fornitura di servizi di "Supporto tecnico-scientifico" nel settore dell'implementazione del Regolamento del Parlamento Europeo e del Consiglio (CE) 1907/2006 (REACH) per gli aspetti di competenza del

Ministero dello Sviluppo Economico nell'ambito delle attività svolte dallo sportello di assistenza alle imprese Helpdesk.

Le attività previste dalla Convenzione sono le seguenti:

- diffusione dell'iniziativa presso gli importatori, i fabbricanti e gli utilizzatori;
- studio della catena di approvvigionamento per determinare gli usi della sostanza;
- determinazione degli scenari di esposizione;
- valutazione critica delle attuali schede di sicurezza;
- elaborazione dei risultati finali.

Le attività sono state focalizzate sulle prime tre task e sono state oggetto di un primo rapporto intermedio al MiSE.

- "Regional Plan of metallurgical sector for the BAT and BEP Forum for East and South East Asia (ESEA) Region"

L'incarico affidato da UNIDO (United Nations Industrial Development Organization) ha come obiettivo la definizione di un programma regionale per facilitare i paesi della regione ESEA nell'individuazione di strategie per la riduzione delle emissioni di inquinanti organici persistenti non intenzionali (U-POPs) dal settore metallurgico. Le attività sono state oggetto di apposito rapporto all'UNIDO.

- Progetto INTEXUSA

Il Progetto è iniziato a giugno 2009 e prevede attività di ecoinnovazione dei processi produttivi ed in particolare dei processi di tinteggiatura del settore tessile.

In questo ambito sono state effettuate una serie di riunioni e svolte ricerche sullo "Stato dell'arte" relativo alla tematica in oggetto. Parallelamente sono stati effettuati acquisti delle apparecchiature necessarie per lo svolgimento dei test sperimentali e la progettazione di alcune macchine prototipali che possano integrare test su varie tipologie di tessuti e/o processi tintoriali e/o prodotti finali.

Nell'ambito di questa linea di attività, con riferimento al Programma Made in Italy di Industria 2015 relativo al settore calzaturiero, dal titolo *"Fast footwear, le radici nel futuro"* è stata messa a punto una proposta con l'obiettivo di ottimizzare la produzione calzaturiera dal punto di vista dei tempi intercorrenti tra ideazione delle collezioni e produzione e dal punto di vista della lotta alla falsificazione del prodotto. In particolare l'attività consisterà nello sviluppo di una metodologia di gestione ambientale integrata degli stabilimenti e nella produzione di un software per l'applicazione della metodologia. La proposta ha superato la prima fase di selezione.

#### RISANAMENTO AMBIENTALE

##### Il Ciclo dei rifiuti

L'obiettivo della linea è lo sviluppo di tecnologie innovative di trattamento termico dei rifiuti per il recupero di energia e materie prime, attraverso attività di ricerca e sperimentazione in laboratorio.

L'ENEA fornisce in questo settore anche supporto tecnico-scientifico alla P.A. centrale e locale e alle imprese sulle tematiche della gestione e dei cicli dei rifiuti e delle bonifiche di siti inquinati.

Per quanto concerne le attività di R&S sui rifiuti, i progetti e le attività più rilevanti sono rappresentate da:

- Convenzione con il Ministero dell'Ambiente "Valutazione e sperimentazione di tecnologie non convenzionali di trattamento di frazioni derivate da processi di selezione meccanica di rifiuti urbani indifferenziati"



Nel corso dell'anno sono state espletate tutte le attività preliminari alla validazione sperimentale degli effetti stabilizzanti di additivi di origine vegetale a rifiuti indifferenziati, da svolgersi presso la discarica di Cupinoro in collaborazione con la Bracciano Ambiente.

- Contratto per lo "Studio dei sistemi di trattamento dei rifiuti costituiti da assorbenti igienici usati" (Fater, Associazione Europea di categoria EDANA)  
E' stata realizzata la prima fase dello studio, che ha riguardato l'effettuazione della caratterizzazione analitica, mediante analisi elementare e determinazione calorimetrica, delle dieci differenti tipologie di materiale costituente il rifiuto igienico-sanitario.  
Per l'effettuazione di tale attività si è preliminarmente proceduto alla riorganizzazione ed al parziale riammodernamento del laboratorio. Sono state, in particolare, ripristinati, calibrati e testati il sistema di preparazione dei campioni, la strumentazione atta ad effettuare misure di analisi elementare, il calorimetro – bomba di Mahler e le apparecchiature per l'analisi termogravimetrica e termica differenziale.

E' stato presentato, nell'ambito del Bando della Regione Toscana POR CREO FESR 2007-2013, Attività 1.1 - Linea di Intervento 1.1b, il Progetto inerente "Frazioni combustibili (bioetanolo e lignina) ottenute dal trattamento della frazione organica proveniente dalla raccolta differenziata e da materiali di scarto a base di cellulosa (carta/legno)". Il Progetto, coordinato da Severa S.p.A., è stato giudicato ammissibile al cofinanziamento.

Per quanto concerne i servizi tecnici avanzati e gli studi di sistema le attività nel corso dell'anno sono state sviluppate nell'ambito di:

- Convenzione ENEA-Italferro srl, divisione Ecofer  
Le attività della Convenzione avente per oggetto studio, analisi e valutazione della fattibilità tecnico-economica ed ambientale del recupero delle frazioni combustibili ("car-fluff") presenti nei rifiuti derivanti dalla rottamazione di autoveicoli sono state svolte circa per l'80%.
- Convenzione ENEA-Federambiente  
Le attività della Convenzione avente come oggetto "Esecuzione di attività di studio, analisi e valutazione di sistemi, tecniche e tecnologie finalizzate all'ottimizzazione della valorizzazione di flussi di rifiuti di origine urbana in un contesto di sviluppo sostenibile" sono state concluse ad ottobre 2009 con l'elaborazione del relativo rapporto, che sarà oggetto di un workshop a marzo 2010.
- Supporto all'elaborazione del Piano d'Ambito dell'ATO Barletta-Andria-Trani  
E' stato formalizzato un incarico ad ENEA a fine settembre e sviluppata una prima bozza dei fabbisogni impiantistici.
- Rapporto presentato a Ecomondo  
Analisi degli scenari di produzione rifiuti nella programmazione regionale e provinciale dal 1996 al 2007.

#### **Tecnologie per la gestione sostenibile dei rifiuti**

Obiettivo di questa linea è l'attuazione di un intervento dimostrativo, nell'ottica di un sistema integrato di gestione dei rifiuti, per la diffusione di tecnologie innovative di trattamento, con il fine di incrementare l'eco-efficienza dei cicli, la loro sostenibilità complessiva e indurre positive ricadute sullo sviluppo industriale nazionale e locale.

In quest'ambito l'ENEA ha acquisito nel 2009 un progetto finanziato dalla CE (Progetto Tygre) e le attività si sono concentrate essenzialmente sulla fase iniziale del Progetto con la firma del Grant Agreement (n. 226549) con la CE e con i partner progettuali e con la organizzazione del *kick-off* meeting che ha riguardato essenzialmente l'impostazione ed il coordinamento progettuale e tecnico-scientifico della fase propedeutica di sperimentazione in scala laboratorio.

Il Progetto Tygre (*High added value materials from waste tyre gasification residues*), del quale ENEA è Coordinatore è finanziato nell'ambito del Programma Specifico "Cooperation" Linea "Environment" — del 7° Programma Quadro di R&S dell'Unione Europea, ha un costo complessivo stimato in 4,34 Meuro, dei quali 3,35 MEuro coperti dal contributo CE, ed una durata di 42 mesi; il costo delle attività ENEA è stimato in 1,69 MEuro, con un contributo CE pari a 1,33 MEuro.

Il Progetto coinvolge competenze ENEA nei Centri di Casaccia, Portici e Trisaia.

#### **Bonifiche dei siti inquinati**

Nel corso del 2008 l'ENEA ha sottoscritto con il MiSE una Convenzione per il supporto tecnico-scientifico al Ministero nel settore della bonifica dei siti inquinati, nell'ambito degli interventi di reindustrializzazione di siti inquinati, Siti d'Interesse Nazionale, per la valutazione tecnico-economica dei progetti di bonifica, in siti d'interesse nazionale e regionale, per la migliore realizzazione che consenta di ottenere dal recupero della qualità dello stato ambientale anche lo sviluppo e il rilancio economico dell'area.

Sono state svolte principalmente attività di supporto al MiSE nelle varie istruttorie in sede di conferenze di servizi attualmente in corso, nei 57 siti di bonifica nazionale (SIN), con partecipazione alle varie conferenze di servizi ed incontri e valutazione di documenti tecnici progettuali e di studio presentati da vari "attori" per le aree oggetto di bonifica.

Di seguito si citano alcuni dei siti più rilevanti sui quali si è intervenuti:

Marghera, Gela, Priolo, Manfredonia, Brindisi, Taranto, Piombino, Carrara, Pitelli, Pieve Vergante, Tito, Crotone, Basso bacino fiume Chienti, Sulcis, Livorno, Val Basento, Bacino fiume Sacco.

E' stato completato, inoltre, uno studio delle tecniche di messa in sicurezza e bonifica di corpi idrici e sedimenti contaminati da attività industriali, svolto in collaborazione, con il Dipartimento di Idraulica Trasporti e Strade della Facoltà d'Ingegneria dell'Università "La Sapienza" di Roma.

L'attività è stata momentaneamente sospesa per difficoltà di finanziamento delle attività dal parte del Committente.

Si è partecipato a convegni nazionali ed internazionali sulla materia, tra cui i più rilevanti sono: Bosicon, Remtech, Ecomondo: Reclaim expo e, parallelamente, sono state avviate tutta una serie di attività di partecipazione a richieste di finanziamento di progetti in ambito europeo.

#### **Ingegneria ambientale**

Nell'ambito delle attività d'ingegneria sperimentale finalizzate al recupero di materiali ed energia da rifiuti e reflui le attività hanno riguardato principalmente:

- Progetto "Valorizzazione Chimica di rifiuti urbani ed industriali" (legge 297-MIUR).

Sono state svolte una serie di prove di gassificazione per la definizione-produzione dei tar e per l'individuazione di tecniche di valorizzazione dei tar stessi.

Le prove sono state svolte in scala laboratorio in un letto mobile tipo up-draft per la gassificazione del CDR pelletizzato in miscela con biomasse. L'attività è svolta con la Sezione TESE.

- Attività di gassificazione Car-fluff: - finanziata dal Politecnico di Bari Taranto nell'ambito di una collaborazione con Ferramenta Pugliese

Sono state svolte una serie di prove di gassificazione del Car-fluff proveniente da un demolitore di autoveicoli pugliesi finalizzate alla individuazione dei parametri ottimali di trattamento per la produzione di un gas combustibile da utilizzare a fini energetici.

Le attività sono state anche occasione di stage e tesi di laurea con studenti del politecnico stesso. L'attività svolta è in pubblicazione presso Ecomondo 2009.

- Progetto SIRPAR : "Strategie Integrate per il Riuso produttivo di Acque Reflue municipali in Puglia". Progetto finanziato nell'ambito dell'Accordo di Programma Quadro in materia di ricerca Scientifica nella Regione Puglia

L'impianto a Membrane Bio-Reactor (MBR) di ENEA è stato trasferito presso il depuratore "Bella Vista" di Taranto, lo stesso è stato collaudato ed è stata avviata l'attività sperimentale. È stato implementato un sistema di telecontrollo da ENEA Trisaia per la gestione corretta del suo funzionamento.

Sono in fase di svolgimento le attività sperimentali di verifica del corretto funzionamento dell'impianto nel lungo periodo e il monitoraggio delle acque prodotte dall'impianto in confronto con i limiti di legge previsti per il loro riuso in agricoltura.

- Supporto al Comune di Canosa : "Relativo al monitoraggio delle aree industriali in località Contrada Tufarelle e per la formulazione di pareri non vincolanti per l'Amministrazione Comunale per quanto attiene alle scelte nel settore ambientale, energetico, dei rifiuti e delle fonti rinnovabili". Finanziato da uno specifico contratto del Comune

È stata effettuata una revisione della documentazione prodotta negli anni sul sito "contrada Le Tufarelle", ove sono ubicate 2 discariche di rifiuti speciali ed un impianto di trattamento reflui industriali. Il sito industriale è stato oggetto di numerosi contenziosi legali che si sono ripetuti negli ultimi 10 anni fra le aziende gestori degli impianti e l'amministrazione comunale.

Sono state definite le azioni necessarie per una migliore conoscenza del sito (aspetti geologici ed idrogeologici) e per lo sviluppo delle attività di monitoraggio future da effettuare.

Sono state formulati pareri di ENEA circa le scelte nel settore energetico e delle fonti rinnovabili a valle di una richiesta di realizzazione sul sito di una centrale a Biomasse e la dislocazione in contrada Tufarelle di ulteriori impianti di trattamento reflui, oggi ubicati nel territorio urbano.

Sono stati analizzati i dati delle analisi svolte da ARPA sul sito nonché quelle realizzate dalle aziende proprietarie degli impianti di smaltimento di rifiuti ubicati nell'aria (attività svolta dalla Sezione PROTHIM - gruppo di Portici)

Il lavoro svolto ha prodotto un ulteriore coinvolgimento di ENEA per la definizione del "Piano di ambito per lo smaltimento dei rifiuti urbani dell'ATO di competenza della VI provincia pugliese.

- Sviluppo attività relative alla valorizzazione delle fibre di carbonio  
Sono in atto studi di fattibilità relativi alla valorizzazione delle fibre riciclate (come feltri e filati) ed alla definizione del miglioramento del processo di recupero delle fibre per la funzionalizzazione della superficie.  
È in atto un'azione di supporto alla Karborek per l'avvio dell'attività industriale.  
In uno studio di fattibilità per sviluppo attività, sono state effettuate campagne analitiche per le analisi dei test di cessione effettuati su campioni di laterizi per l'inertizzazione di rifiuti e relativa emissione di rapporto tecnico "utilizzo di rifiuti nella produzione di laterizi: test analitici preliminari".

In collaborazione con l'Università LA SAPIENZA di Roma sono state effettuate prove di triturazione e dissoluzione di schede elettroniche di cellulari per il recupero di metalli preziosi.

- Attività di ricerca nell'ambito del progetto Carbone pulito  
In collaborazione con la Sezione ENEIMP, si è svolta una attività di ricerca relativa alla pirolisi e gassificazione del carbone del Sulcis. L'attività di ricerca prevede un primo stadio di pirolisi per eliminare gli inquinanti dal carbone ed un successivo stadio di gassificazione con vapore d'acqua per la produzione di idrogeno.

Sono state predisposte le seguenti proposte di attività:

- Realizzazione di nanocompositi a matrice elastomerica ad elevate prestazioni rinforzati con cariche ceramiche ottenute attraverso processi innovativi di trasformazione di rifiuti", con la Regione Campania;
- Captazione del particolato submicronico e nanometrico mediante processi di scrubbing elettrostatico e di condensazione, con la Regione Campania;
- Filiera energetica di Autoconsumo mediante GASsificazione di biomasse lignocellulosiche per il Ministero delle Politiche agricole e forestali.
- Progetto *CARING* - *CAR*bon *fibRe* *recyclING*, finalizzato all'ottimizzazione del processo di recupero fibre di carbonio ed allo sviluppo di un processo di riciclo delle stesse, sotto forma di feltri e filati, per il loro riuso nel settore aeronautico.  
I partner del progetto *CARING* sono Alenia, Boeing, Cytec, Karborek ed ENEA.

#### QUALITÀ DELL'ARIA

Obiettivo prevalente è analizzare, sviluppare e aggiornare le conoscenze relative alla caratterizzazione dell'ambiente atmosferico, con riferimento all'inquinamento atmosferico e alla qualità dell'aria e fornendo anche un supporto tecnico-scientifico alla P.A. centrale e locale.

Nell'ambito della convenzione tra MATTM ed ENEA, relativa allo sviluppo del sistema modellistico MINNI, sono stati calcolati i campi meteorologici tridimensionali, sull'intero territorio nazionale per l'anno 2003, alla risoluzione temporale oraria e a due diverse risoluzioni spaziali:  $12 \times 12 \text{ km}^2$  (da usare per il calcolo delle matrici di trasferimento alla risoluzione di  $20 \times 20 \text{ km}^2$ ) e di  $4 \times 4 \text{ km}^2$ .

Per il calcolo è stato utilizzato il modello prognostico RAMS (*regional atmospheric modeling system*) e le risorse di calcolo fornite dalla grid ENEA, in particolare dal nuovo sistema HPC Cresco di Portici.

Nell'ambito della convenzione, è stata acquisita dallo IIASA e messa a punto con il supporto dei ricercatori dello IIASA la versione personalizzata per l'Italia del modello GAINS, denominata GAINS-Italia. Sono stati anche aggiornati tutti gli scenari relativi alle attività produttive, sia energetiche che non. In particolare è stato caricato nel modello un nuovo scenario energetico ufficiale, e cioè quello trasmesso ad Aprile da MATTM e MiSE alla Commissione Europea nell'ambito del cosiddetto pacchetto energia e clima, aggiornato con i dati a consuntivo 2009 per tenere conto della crisi economica in atto, e sono stati sviluppati scenari relativi alle attività produttive non energetiche responsabili di emissioni significative di inquinanti atmosferici e gas serra (agricoltura, solventi, rifiuti, processi industriali ecc.). I dati di emissione calcolati dal modello per l'anno base da cui proiettare le emissioni sono stati armonizzati con l'inventario nazionale delle emissioni realizzato dall'ISPRA. Sono stati così generati scenari emissivi nazionali aggiornati per i principali inquinanti tradizionali e gas serra. Ciò ha consentito tra l'altro all'ENEA di rispettare quanto stabilito nel d. lgs. n. 171 del 2004, che stabilisce che l'ENEA sviluppi le proiezioni delle emissioni per gli inquinanti oggetto del decreto. Tali proiezioni sono state poi trasmesse alla Commissione Europea dal MATTM.

Per quantificare il contributo degli incendi boschivi, sia nazionali che europei, alla qualità dell'aria in Italia, si è iniziato lo sviluppo di un modello di emissioni da fuochi con alta risoluzione spaziale e temporale. Sono state effettuate attività di screening dei prodotti che segnalano la presenza dei fuochi e la loro estensione; sono stati effettuati test di sensibilità del modello alla descrizione delle caratteristiche dei fuochi e della superficie e un confronto con dati di letteratura e/o inventari emissivi regionali/globali.

E' stato sviluppato un metodo per l'individuazione degli episodi di trasporto di sabbie sahariane sul Paese e per la loro quantificazione in termini di contributo alle concentrazioni giornaliere di  $\text{PM}_{10}$ .



Sono state effettuate campagne sperimentali sulle emissioni non esauste in agricoltura legate alle operazioni di trebbiatura e aratura dei campi; è stato messo a punto il laboratorio di analisi del particolato con l'acquisizione e la prova di nuovi e sofisticati strumenti di misura.

E' stata garantita la partecipazione a tavoli tecnici nazionali ed internazionali a supporto del MATTM; esperti hanno aderito e iniziato a contribuire al nuovo esercizio pan-europeo (organizzato da ONU-ECE, *task force on Modelling and Monitoring*) sulla verifica dei modelli per la simulazione dei metalli pesanti e degli IPA.

Per quanto riguarda la tematica sulla valutazione dell'impatto dell'inquinamento atmosferico sull'ambiente e sui beni artistici e culturali, l'ENEA continua a svolgere un ruolo di coordinamento internazionale nell'ambito del Programma Internazionale dell'UNECE che si occupa della valutazione dei danni causati dall'inquinamento atmosferico sui materiali, con particolare riferimento ai beni artistici e culturali. In tale contesto, l'ENEA riceve un contributo annuale per l'attività di coordinamento.

Le attività svolte hanno consentito di effettuare un efficace supporto tecnico-scientifico al MATTM, sia in ambito internazionale, per l'attuazione dei protocolli UNECE sull'Inquinamento Atmosferico Transfrontaliero a lunga distanza, sia a livello nazionale nell'ambito delle attività sviluppate dal tavolo tecnico tra MATTM e Regioni sulla qualità dell'aria.

ENEA ha infine collaborato, insieme a Sviluppo Italia Aree Produttive alla realizzazione del Progetto DIVA del MATTM, per la definizione di Linee Guida ad uso degli *stakeholders* nazionali, da usare nella predisposizione di domande da sottoporre a procedure di Valutazione di Impatto Ambientale - VIA - e di Autorizzazione Integrata Ambientale - AIA - per la matrice Aria.

#### **Valutazione impatto antropico atmosferico**

Questa linea di attività si svolge attraverso i seguenti progetti:

- Progetto Valle del Biferno  
Il Progetto prevede attività di ricerca applicata per lo sviluppo di un sistema integrato di gestione globale delle informazioni sulla qualità dell'aria nell'agglomerato industriale di Termoli. Le attività del 2009 hanno riguardato principalmente la messa a punto di simulazioni matematiche della realtà territoriale della Valle del Biferno ai fini della identificazione delle aree più esposte all'inquinamento, la conduzione di due campagne sperimentali di misura in atmosfera con strumenti di remote sensing per approfondire le conoscenze meteo diffusive dell'area e la realizzazione di un convegno di presentazione dei nuovi approcci scientifici delle attività di ricerca. Le attività sono state anche oggetto di rapporti al committente relativi alle indagini sugli scenari micrometeorologici e sullo stato ecologico del fiume Biferno. Inoltre è stato realizzato materiale editoriale e video per la divulgazione in seminari e conferenze internazionali.
- Convenzione con il Comune di Roma  
Le attività della Convenzione aventi per oggetto la determinazione sperimentale della massa totale e della distribuzione granulometrica delle emissioni di materiale particolato da quadricicli leggeri sono state regolarmente concluse e consuntivate.

Nell'ambito di tale linea di attività è stata messa a punto una proposta di cui al Programma Efficienza energetica di Industria 2015 relativa alla "Mobilità Urbana ed infraurbana Sostenibile e Sicura". La proposta è stata accettata per il finanziamento e le attività, in collaborazione con la Sezione ENETEC, riguarderanno il miglioramento dell'efficienza dei propulsori dei veicoli a due ruote, e specificatamente la qualificazione dei motori alimentati a combustibili alternativi (bioetanolo).

**CERTIFICAZIONE E VALUTAZIONE AMBIENTALE**

La finalità di quest'attività è quella di assicurare la sperimentazione e l'impiego di strumenti per l'attuazione delle politiche di sostenibilità.

Nell'ambito di queste attività ENEA fornisce supporto tecnico scientifico alla P.A. nazionale, attraverso la partecipazione ad Organismi e Commissioni istituzionali (Valutazione di Impatto Ambientale - VIA, Autorizzazione Integrata Ambientale - AIA) e la messa a punto di strumenti innovativi di supporto alle decisioni, e alle P.A. locali, anche con attività di formazione e training specialistico; sviluppa inoltre metodologie di progettazione eco-sostenibile (Life Cycle Assessment, Life Cycle Thinking ed Eco-design) e opera nel settore degli strumenti volontari di gestione ambientale e le certificazioni (SGA, ISO 14001, EMAS, Ecolabel, GPP, accordi volontari, Agenda21, etc.), politiche ambientali (CPS-IPP), comunicazione e reporting ambientali.

**Analisi del Ciclo di Vita (LCA) ed Ecodesign**

Le principali attività hanno riguardato le seguenti tematiche:

- Ricerca e sviluppo di metodologie per la valutazione della sostenibilità di sistemi energetici e tecnologie, basate su approccio di ciclo di vita, con il proseguimento del coordinamento e il completamento del Progetto CALCAS Coordination Action for innovation in Life Cycle Analysis (6° PQ).
- Valutazione della sostenibilità di tecnologie e sistemi energetici innovativi mediante Life Cycle Assessment, Life Cycle Costing and Social Life Cycle Analysis, stato dell'arte metodologico e analisi del sistema tecnologico per la produzione di energia e Carburante di Silicio da pneumatici a fine vita.
- Valutazione della sostenibilità di tecnologie e sistemi energetici innovativi mediante integrazione di Risk Assessment e LCA: progetto HENIX, stato dell'arte metodologico e analisi della pericolosità delle nano particelle candidate per la produzione di nano fluidi refrigeranti ad elevate prestazioni di scambio termico.
- Tecnologie per lo sviluppo sostenibile e per la competitività delle PMI, con il progetto ACT CLEAN del programma INTERREG. Analisi dei bisogni delle PMI, raccolta e sistematizzazione di tecnologie ambientali, organizzazione dell'offerta di tecnologie ambientali.
- Ricerca industriale con il progetto LISEA (PRRITT regione Emilia-Romagna): attività del laboratorio LCA e ecodesign in collaborazione con industrie (Coop Italia e Carpi) e pubbliche amministrazioni; sviluppo di strumenti e metodi per lo sviluppo di aree produttive ecologicamente attrezzate: analisi delle migliori pratiche.
- Seconda annualità del progetto sulle Politiche Integrate per la Regione Emilia Romagna (PIPER incarico conferito da ERVET) per l'applicazione sperimentale di *Carbon Footprint* e LCA ad una società di servizi.
- Attività nell'ambito del Comitato ministeriale per il supporto al Piano d'Azione per la sostenibilità ambientale della P.A. e lo sviluppo della Politica Integrata di Prodotto, con lo sviluppo di criteri ecologici per acquisti verdi, supporto per il coordinamento e la gestione del Piano di Azione di acquisti verdi.
- Partecipazione con due ricercatori agli organi dirigenti della società scientifica SETAC Europe (*Council* e *LCA steering committee*)
- Infine a livello nazionale è stato assicurato il Coordinamento della Rete Italiana per la LCA.

Un impegno particolare è stato dedicato alla predisposizione di nuove proposte progettuali in ambito FP7 europeo (Hydrogen and Fuel Cell Life Cycle Analysis H2FC-LCA, valutato eligibile; Life cycle Knowledge Exchange for SMEs LIKE-SME; Framework for applying Recycling in Major Urban Renewal Schemes FARMORE; Life Cycle Analysis for Industrial Applications LICIA, in valutazione)

e in ambito nazionale (Imballaggi riusabili innovativi FREE PACK NET per il programma Made in Italy Industria 2015, in corso di valutazione). Altre attività hanno riguardato la registrazioni di lezioni on-line per il progetto DesireNet, attività di disseminazione e divulgazione verso imprese e scuole e di formazione con ospitalità di tirocinanti e tesisti.

Nel 2009 sono terminate le attività che hanno portato alla redazione e relativa consegna all'ARPA Lazio del RSA della Regione Lazio.

Sono continuate le attività relative alla certificazione ambientale dei centri ENEA con particolare riferimento a quella della sede centrale di Roma.

Sono stati avviati i contatti con il Consorzio Venezia Nuova che dovrebbero portare ad un Contratto riguardante la supervisione delle attività di implementazione di sistemi di gestione ambientale nel distretto turistico dei comuni veneti della Riviera del Garda.

E' stata presentata una proposta di progetto con richiesta di finanziamento al Programma Eco Innovation della CE.

Esperti dell'ENEA hanno partecipato al GdL istituito dal MATTM per il Green Public Procurement (GPP) del settore legno-arredo.

### 3.3 TECNOLOGIE PER L'ENERGIA, FONTI RINNOVABILI E RISPARMIO ENERGETICO

#### SOLARE TERMODINAMICO

Per quanto riguarda l'attività relativa al Progetto Archimede di Priolo Gargallo, prevista nell'ambito della collaborazione tra ENEA ed ENEL, nel corso del 2009 è stata completata la fase di revisione del progetto ed è iniziata l'attività di supervisione alla costruzione dell'impianto, con particolare attenzione ai principali componenti solari. Alla fine dell'anno è iniziata, secondo la procedura ENEL, la fase di "avviamento dell'impianto", che prevede la definizione di tutte le procedure operative, l'effettuazione di prove preliminari, la fusione dei sali, il caricamento nei serbatoi di accumulo e la messa in esercizio dell'impianto. ENEL ha chiesto ad ENEA di partecipare a questa fase in qualità di consulente vista l'esperienza acquisita dal suo personale nel corso degli ultimi anni.

Sono inoltre proseguite le attività relative all'ottimizzazione dei rivestimenti selettivi del ricevitore solare (progetto ELIOLAB), la riduzione dei costi di produzione dei componenti, le interazioni tra fluido termovettore e materiali metallici, le modifiche e gli ampliamenti degli impianti sperimentali.

#### Rivestimenti selettivi

Nel corso del 2009 le attività hanno prevalentemente riguardato le tematiche del Progetto ELIOLAB con la definizione e sperimentazione di nuovi coating, nuovi processi e nuovi impianti di deposizione del rivestimento selettivo sul tubo ricevitore. Altre linee tematiche sono state sviluppate con riferimento alle specifiche esigenze tecnologiche del partner industriale (Archimede Solar Energy).

Per quanto riguarda il progetto ELIOLAB l'oggetto di studio prevalente è stato il rivestimento solare a doppio nitrato protetto da brevetto ENEA. Le linee strategiche condotte durante l'anno sono state: messa a punto dei processi reattivi più affidabili e della strategia di gestione dei suddetti processi per la fabbricazione dei materiali costituenti il coating solare; fabbricazione degli strati costituenti il coating, ripetibilità dei materiali prodotti e loro completa caratterizzazione; realizzazione di un impianto ad hoc per condurre quei processi affidabili con alta velocità di produzione e ottima riproducibilità.

Sempre per ottimizzare ed estendere l'utilizzo del coating solare ENEA, è stato fatto un ampio studio preliminare sul problema della permeazione dell'idrogeno attraverso l'acciaio per i tubi ricevitori operanti con olio diatermico e sulle barriere utili a limitare il fenomeno.

Inoltre è stata supportata la società KENOSISTEC nel lavoro di definizione del progetto preliminare per il nuovo impianto di produzione da 70.000 tubi l'anno, con processo e materiali di brevetto ENEA, commissionato dalla Archimede Solar Energy.

#### Ricevitore solare

Le attività d'ingegneria sul ricevitore solare sono proseguite in collaborazione con l'industria nazionale. E' stata effettuata l'analisi del comportamento strutturale di una nuova giunzione vetro-metallo realizzata con leghe metalliche ad alto tenore di nichel e tubi di vetro prodotti dalla Gerrehsheimer SpA di Pisa; sono state apportate modifiche alla struttura portante e sostituzione dei pannelli riflettenti del collettore solare dell'impianto PCS (Prova Collettori Solari), per l'adattamento al progetto dei collettori solari dell'impianto Archimede. Tali modifiche permetteranno di avere dati sperimentali confrontabili con i risultati sperimentali dell'impianto ENEL di Priolo Gargallo.

In particolare, per quanto riguarda i pannelli riflettenti, è stato consolidato il lavoro di sviluppo svolto fino ad oggi attraverso la produzione di un brevetto ENEA del pannello in vetro sottile e supporto in SMC e la caratterizzazione ottica, meccanica e termo-meccanica dei pannelli riflettenti montati



sull'impianto PCS al fine di effettuare test sia di comportamento meccanico che di durabilità in campo. Invece, per poter effettuare delle prove sperimentali accelerate di invecchiamento delle superfici riflettenti ed analisi accelerate di durabilità è stata acquisita una camera climatica con controllo di temperatura, umidità e livello di UV.

Relativamente alla struttura di supporto dei collettori ed al sistema di movimentazione, è iniziata una fase di analisi e riprogettazione dell'intero concentratore parabolico lineare sulla base delle esperienze maturate durante la realizzazione degli impianti PCS della Casaccia ed Archimede di Priolo Gargallo. In particolare, si sono identificati, da un lato, tutti quegli elementi che hanno evidenziato particolari criticità e necessitano di un miglioramento delle soluzioni tecniche adottate (motorizzazione, cuscinetti, ...) e, dall'altro, lo studio di soluzioni innovative tese alla riduzione degli elementi critici e dei costi (sistema supporto centine, torri).

#### **Impianti sperimentali**

Le attività relative agli impianti sperimentali hanno riguardato la sperimentazione sull'impianto PCS dei tubi ricevitori 'industriali' fabbricati da Archimede Solar Energy per l'impianto Archimede di Priolo Gargallo e la progettazione definitiva della sezione di prova da 300 kW e di tutta la strumentazione ad essa dedicata (termocoppie e sensori) per le esperienze di scambio termico e termo fluidodinamico dei sali, da inserire nel serbatoio di accumulo dell'Impianto PCS;

Inoltre, è proseguita l'attività di collaborazione dell'ENEA con l'industria nazionale (Meccanotecnica Umbra) per realizzare alcuni elementi prototipali di giunti idraulici rotanti, che sono stati provati in laboratorio con sali fusi in pressione ad alta temperatura: i risultati delle prove hanno fornito utili indicazioni per arrivare ad un prodotto finale funzionante e più affidabile, per una sua eventuale diffusione su ampia scala negli impianti solari a sali.

Si sono concluse le prove di corrosione in sale fluente della durata di 8000 h, svolte presso l'impianto MOSE, su due acciai austenitici della serie AISI 300 ad una temperatura di 550°C a due differenti velocità 0,25 e 1 m/s. Attualmente si stanno concludendo le ultime analisi sui campioni estratti dopo 8000 h. I risultati ottenuti costituiscono una base di conoscenza e di informazioni unica al mondo, per quanto riguarda il comportamento di questi materiali in sale fluente, in quanto è la prima volta che vengono eseguite a livello mondiale prove di durata di tale lunghezza.

Per quanto riguarda le attività del Laboratorio di Ottica, a fine novembre è stato consegnato il primo prototipo di VISfield, uno dei due strumenti brevettati da ENEA per la verifica, in campo, del mutuo allineamento dei collettori solari, costituito da un carrello trainabile (omologabile), su cui è installato il binario motorizzato con la relativa elettronica di controllo, per la movimentazione della camera firewire che acquisisce i dati di allineamento. Sempre nel 2009 sono state condotte le prime prove sul secondo strumento deputato alla verifica dell'allineamento ottico del campo specchi: il VISfly, ossia un drone equipaggiato con videocamera. Allo scopo di ottenere l'industrializzazione di tale prototipo è stato firmato un accordo con Elettronica Giani volto all'offerta commerciale di un servizio congiunto di verifica aerea dell'allineamento di un campo specchi. Durante tutto il 2009 è stata inoltre condotta una intensa campagna di misure profilometriche per la caratterizzazione della produzione industriale dei pannelli riflettenti di varie aziende italiane ed estere che ha dato indicazioni sui diversi tipi di collanti utilizzati o sulla scelta dei diversi tipi di vetro disponibili.

#### **Progettazione**

Nel 2009 è continuata l'attività di collaborazione con l'ENEL per la realizzazione e messa in esercizio dell'impianto Archimede di Priolo Gargallo. Per quanto riguarda lo sviluppo componenti è proseguita la progettazione di componenti di linea, dispositivi e strumentazioni speciali per circuiti a sali fusi. In particolare, nell'ambito del Progetto ELIOSLAB, sono stati completati gli obiettivi relativi allo sviluppo di metodologie per la progettazione di un serbatoio conico di accumulo di grandi dimensioni per sali fusi. Nell'ambito del progetto TEPsi, finanziato dal Fondo Integrativo Speciale per la Ricerca, si è conclusa la fase di progettazione ed è iniziato l'allestimento dell'impianto in scala di laboratorio

del ciclo termochimico Zolfo-Iodio per la produzione di idrogeno dall'acqua. Questo impianto, che verrà avviato nei primi mesi del 2010, risulta il primo del genere in Europa e il terzo nel mondo dopo Stati Uniti e Giappone e consentirà la sperimentazione e la messa a punto del ciclo, necessari alla progettazione e realizzazione di un successivo impianto pilota al fine di permettere l'utilizzo dell'energia solare concentrata per la produzione massiva di idrogeno dall'acqua.

#### **CARBONE PULITO/ZERO EMISSION**

Sono state svolte attività teorico-sperimentali sull'intera filiera cattura-storage della CO<sub>2</sub>, puntando anche alla valorizzazione delle infrastrutture di ricerca esistenti: è di notevole prestigio l'avvenuto inserimento dell'ENEA nel gruppo di partecipanti alla proposta di Infrastruttura di Ricerca Europea ECCSEL (European Carbon Dioxide Capture and Storage Laboratory Infrastructure) avente come obiettivo la realizzazione di una rete europea di Infrastrutture di Ricerca di eccellenza sulle problematiche legate alle CCS. E' stata, poi, rafforzata la presenza in sedi internazionali, quali CSLF (Carbon Sequestration Leadership Forum), WG della piattaforma europea ZEP, EERA (European Energy Research Alliance), COSCO (European Coal & Steel Committee), e nell'IFRF (International Flame Research Foundation).

In particolare:

##### **Cattura della CO<sub>2</sub>**

Le attività di ricerca sono state focalizzate sulle tecnologie per gli impianti integrati di gassificazione del carbone con cattura e stoccaggio definitivo dell'anidride carbonica, e si sono basate su impianti esistenti presso l'area sperimentale di SOTACARBO (partecipata ENEA) e del Centro ENEA della Casaccia, oltre che sulle infrastrutture minerarie di CARBOSULCIS, società concessionaria dell'area del bacino minerario; in questo ambito sono state adeguate le infrastrutture esistenti e realizzati nuovi laboratori.

Si è concluso nei primi mesi dell'anno il progetto COHYGEN che ha portato alla realizzazione degli impianti di gassificazione del carbone relativi alla Piattaforma Pilota per la coproduzione di idrogeno ed energia elettrica da carbone e dell'annesso centro di ricerca Sotacarbo sito nell'area del bacino carbonifero del Sulcis nel sud-ovest Sardegna. In particolare, è stata realizzata una piattaforma pilota costituita da due impianti sperimentali: uno comprende un gassificatore da 700 kg/h di combustibile in alimentazione, uno scrubber e una torcia e l'altro comprende un gassificatore da 35 kg/h, uno scrubber, una torcia e due linee di trattamento del syngas: una linea a freddo (costituita dal primo stadio di desolforazione a freddo, filtro elettrostatico, secondo stadio di desolforazione a freddo e motore a combustione interna) e una linea a caldo (costituita da desolforazione a caldo, CO-shift (conversione CO), rimozione CO<sub>2</sub> e purificazione idrogeno (PSA)).

Sono state condotte, nell'ambito dell'AdP MSE-ENEA, attività teorico-sperimentali presso il C.R. ENEA di Casaccia e presso gli impianti di SOTACARBO, volte allo sviluppo, sperimentazione e dimostrazione di sistemi e componenti avanzati per un unico impianto di generazione elettrica da carbone, cattura e sequestro della CO<sub>2</sub> in bacini carboniferi profondi, con miglioramento delle efficienze e riduzione dei costi di investimento e gestione. Le attività teoriche e sperimentali sono state orientate verso il miglioramento dei processi di produzione di syngas mediante gassificazione di carbone a varie granulometrie per produzione di energia elettrica attraverso l'approfondimento di aspetti relativi a gassificazione con CO<sub>2</sub> come agente gassificante, desolforazione a caldo del syngas da carbone e confinamento della CO<sub>2</sub> con tecniche ECBM. Sono stati sviluppati i processi di produzione e di desolforazione a caldo di syngas da carbone col risultato di incrementare notevolmente le prestazioni di impianti commerciali di piccola-media taglia, cui la piattaforma pilota si riferisce, con una riduzione dei costi di investimento e di gestione. Parte di tali attività è stata effettuata sulla piattaforma pilota SOTACARBO opportunamente adeguata dal punto di vista impiantistico. Sono stati altresì messi a punto alcuni degli strumenti necessari per la realizzazione dei

modelli delle sezioni di gassificazione e desolfurazione dell'impianto, che ne rappresentano il funzionamento nelle diverse condizioni.

#### **Storage della CO<sub>2</sub>**

Sono stati condotti studi sullo stoccaggio della CO<sub>2</sub>, in collaborazione con Carbosulcis, con particolare riferimento alla tecnologia ECBM, per la valutazione delle potenzialità di stoccaggio della CO<sub>2</sub> nell'area del bacino minerario del Sulcis. Sono state condotte diverse prove di caratterizzazione dei carboni e di desolfurazione a caldo e prove sul processo di gassificazione con CO<sub>2</sub>, sia presso il Centro Ricerche ENEA Casaccia sia presso la piattaforma pilota del Centro Ricerche SOTACARBO. Sono state effettuate valutazioni preliminari per la selezione del sito idoneo all'applicazione delle tecniche ECBM nell'area del bacino carbonifero del Sulcis, individuando le principali sorgenti antropiche di CO<sub>2</sub> utili per lo sviluppo del progetto ed effettuando delle attività di campionamento e primo screening geologico dei siti. Sono stati approntati dei modelli di assorbimento della CO<sub>2</sub> e desorbimento del metano su substrati uniformi costituiti da matrici carbonifere.

Sono state progettate modifiche della piattaforma pilota SOTACARBO per l'inserzione di una linea di cattura e trattamento della CO<sub>2</sub> su scala industriale. Sono stati condotti studi preliminari per l'applicazione delle tecnologie ECBM al bacino del Sulcis ed è stato predisposto un sistema di valutazione dei siti idonei allo stoccaggio tramite l'analisi di dati georeferenziati. È stato inoltre predisposto un modello descrittivo dei fenomeni di assorbimento della CO<sub>2</sub> e desorbimento del metano in strati carboniferi profondi.

#### **NUOVE TECNOLOGIE PER IL FOTOVOLTAICO**

##### **Fotovoltaico a film sottili**

Allo scopo di migliorare l'efficienza dei dispositivi a film sottili di silicio a struttura tandem micromorfe, nei laboratori del C.R. di Portici sono stati messi a punto dei materiali con proprietà ottiche ed elettriche opportune per l'impiego come riflettori intermedi tra le due celle componenti la struttura tandem. Sono stati depositati con tecnica PECVD film di nitruro di silicio e ossido di silicio drogati con fosforo variando la composizione della miscela di gas di reazione e la potenza elettrica di alimentazione. Nel caso dei film di ossido di silicio sono state individuate le condizioni di crescita idonee per realizzare materiali con indice di rifrazione tra 2 e 2,5, valore necessario per riflettere la componente verde dello spettro solare in modo da poter ridurre lo spessore della cella frontale amorfa e quindi aumentare la stabilità dell'intero dispositivo. A questi valori di indice di rifrazione le condizioni di processo sono state regolate per ottenere valori della conducibilità elettrica nell'intervallo  $10^{-4}$  -  $10^{-5}$  S/cm. Tali valori sono sufficientemente elevati per il tunneling delle cariche elettriche all'interfaccia tra le due celle.

##### **Fotovoltaico emergente**

Nel corso del 2009 è proseguita l'attività di sperimentazione e studio sulle celle polimeriche. È stato dimostrato che, oltre alle condizioni di deposizione, anche i processi di trattamento termico influenzano le caratteristiche ottiche dello strato fotoattivo. Utilizzando come materiale base una miscela composta da un derivato del politiofene e un derivato del fullerene C<sub>60</sub> è stata studiata l'evoluzione delle costanti ottiche in funzione della temperatura di annealing. Inoltre, determinando con tecniche ellissometriche le costanti ottiche di tutti gli strati costituenti una cella solare polimerica, è stato possibile mettere a punto un modello per correlare la variazione delle costanti ottiche del materiale fotoattivo prodotte dall'annealing con l'output del dispositivo fotovoltaico in termini di corrente.



**Processi innovativi per celle fotovoltaiche in silicio cristallino**

Nell'ambito del progetto europeo Lab2Line, è stata dimostrata l'efficacia della metallizzazione per serigrafia nelle celle fotovoltaiche a contatti sepolti (Laser Grooved Buried Contact) e sono state prodotte centinaia di celle in collaborazione con un partner inglese del progetto (NaREC), impiegando la serigrafia sia per il riempimento delle groove, che per la formazione del contatto posteriore con Back Surface Field. I risultati ottenuti sono di eccellenza: l'efficienza media su 200 celle prodotte con tecnica industriale è stata del 17.5% con punte del 18%. Le stesse tecnologie applicate su celle per sistemi a concentrazione hanno portato ad ottenere efficienze medie nel range 19.6-19.8% a concentrazioni dell'ordine di 50x.

In collaborazione con il Dipartimento di Ingegneria Elettronica dell'Università di Roma "Sapienza" e con il gruppo del CNR IMM di Bologna è stato messo a punto un processo a bassa temperatura applicabile a substrati di silicio cristallino sottili ( $<160\mu\text{m}$ ) al fine di ottenere maggiori rese di processo. Sono state realizzate due tipi di strutture, una adatta al silicio multicristallino e l'altra a quello monocristallino. La prima è una doppia eterogiunzione frontale e posteriore e con essa è stata raggiunta una efficienza del 15%. Su silicio monocristallino si può invece realizzare una struttura più sofisticata con la giunzione ed entrambi i contatti sul retro (Struttura BEHIND, brevetto ENEA). Nonostante questa struttura sia ancora in fase di ottimizzazione, è stata già raggiunta una efficienza record del 15.1 %.

E' stato realizzato infine mediante tecniche di deposizione a film sottile uno specchio dielettrico (Riflettore di Bragg) da introdurre nel retro della cella fotovoltaica al fine di migliorare la raccolta dei portatori fotogenerati nel caso di spessori di silicio molto sottili. Questo specchio è costituito da coppie alternate di film sottili di silicio amorfo a-Si:H e nitruro di silicio SiNx, comunemente usati in ambito fotovoltaico. Questi strati hanno una duplice funzione: garantiscono un'ottima passivazione della superficie ed effettuano una funzione di specchio nei confronti della radiazione che emergerebbe dal retro del dispositivo, consentendo un ulteriore passaggio nel silicio ed una conseguente maggiore probabilità di generazione di cariche.

**Fotovoltaico a concentrazione**

Sono state progettate e realizzate le modifiche ai componenti del modulo a concentrazione tipo PhoCUS necessarie per l'impiego di celle a multigiunzione della Spectrolab di area pari a  $1\text{ cm}^2$  e efficienza nominale del 36,7% (a  $25^\circ\text{C}$ , 500X e spettro ASTM G173-03  $768\text{ W/m}^2$  di radiazione diretta). In particolare, è stato semplificato il sistema di dissipazione termica passiva realizzandolo con una semplice piastra in alluminio anodizzato nero sulla quale è possibile montare 4 celle; semplificazione resa possibile grazie alla maggiore resistenza alla temperatura dei materiali a base di arseniuro di gallio rispetto al silicio cristallino usato in precedenza. Inoltre, è stato ridisegnato il concentratore secondario per permettere di migliorare l'allineamento sistema ottico-cella e aumentare il fattore di concentrazione geometrico fino a 240X. Infine, è stato migliorato il sistema di interconnessione elettrica tra le celle incrementandone l'affidabilità. Tutte le modifiche apportate comportano una riduzione dei costi sia per il tipo di componenti utilizzati sia perché favoriscono l'automazione delle procedure di montaggio, nonché per che l'aumento delle prestazioni. I nuovi moduli da 24 celle, infatti, sono stati testati presso il CR di Portici in outdoor dimostrando una efficienza operativa pari a 26,9% rispetto all'area otticamente attiva, un risultato tra i migliori a livello internazionale.