

# **Allegato 4**

**Piano di dettaglio dei lavori**

**del Progetto:**

**Cooperazione Italia-USA su Scienza e  
Tecnologia dei Cambiamenti Climatici**

## Sommario

<b>INTRODUZIONE</b> .....	<b>3</b>
<b>I PARTECIPANTI</b> .....	<b>5</b>
P1: Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) .....	6
P2: <i>Earth Institute, Columbia University</i> (CU) .....	7
P3: Fondazione Eni Enrico Mattei (FEEM).....	8
P4: The Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics (ICTP) .....	9
P5: Servizio Meteorologico Regionale, Agenzia Regionale Prevenzione e Ambiente dell'Emilia Romagna ....	10
P6: Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima (ISAC).....	11
P7: Istituto di Matematica, Fisica e Applicazioni, Università degli Studi Parthenope (IMFA-UPa) .....	12
P8: Dipartimento di Scienze dell'Ambiente Forestale e delle sue Risorse (DISAFRI), Università della Tuscia	14
P9: Centro Europeo Ambiente e Salute, Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS).....	15
P10: Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di BioMeteorologia (IBIMET) .....	15
P11: Istituto di Biologia AgroAmbientale e Forestale (IBAF) .....	17
P12: Solvay-Solexis .....	18
P13: Centro Ricerche FIAT (CRF) .....	19
P14: Nuvera Fuel Cells Europe.....	20
P15: Ansaldo Fuel Cells.....	21
<b>STRUTTURA DEL PROGETTO IN WORKPACKAGES</b> .....	<b>23</b>
<b>PIANO DI LAVORO</b> .....	<b>26</b>
<b>Descrizione dettagliata in Workpackage</b> .....	<b>26</b>
WORKPACKAGE 1: La variabilità accoppiata oceano-atmosfera interannuale, decadale, multidecadale dei regimi regionali climatici.....	26
WORKPACKAGE 2: Miglioramento di schemi di mescolamento verticale e orizzontale nei modelli fisici marini per scenari climatici.....	27
WORKPACKAGE 3: Gli impatti dei cambiamenti climatici e le politiche nazionali ed internazionali nel settore dell'energia .....	28
WORKPACKAGE 4: Regionalizzazione delle simulazioni climatiche .....	29
WORKPACKAGE 5: Downscaling.....	30
WORKPACKAGE 6: Studi dell'aerosol, della composizione chimica dell'atmosfera, dei processi di scambio e degli impatti dei cambiamenti climatici nei climi Mediterranei dell'Emisfero Nord (USA ed Italia).....	31
WORKPACKAGE 7: Osservazioni in Situ di Aereosol.....	34
WORKPACKAGE 8: Ciclo del carbonio .....	36
WORKPACKAGE 9: Nuove metodologie di misura del bilancio del carbonio a scala regionale.....	37
WORKPACKAGE 10: Esperimenti di manipolazione degli ecosistemi terrestri.....	38
WORKPACKAGE 11: Sviluppo di scenari sanitari futuri .....	39
WORKPACKAGE 12: Gestione del Progetto e supporto al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio.....	40
WORKPACKAGE 13: Workshops sulla Sviluppo di Tecnologie energetiche pulite.....	42
WORKPACKAGE 14: Veicolo a Pila a Combustibile con Membrane ad Alta Temperatura.....	43
WORKPACKAGE 15: Sistemi multi-fuels per la produzione di energia "low carbon" con celle a combustibile a sali fusi (MCFC) .....	48
<b>CRONOGRAMMA DEL PROGETTO</b> .....	<b>51</b>
<b>RICHIESTA FINANZIARIA</b> .....	Errore. Il segnalibro non è definito.

## INTRODUZIONE

Gli Stati Uniti e l'Italia hanno organizzato un *Convegno Bilaterale sulla Ricerca Congiunta sui Cambiamenti Climatici* a Roma, il 22-23 Gennaio 2002, in seguito all'impegno del Presidente George W. Bush e del Primo Ministro Silvio Berlusconi di intraprendere ricerche sui cambiamenti climatici in collaborazione. Questo impegno riconosceva la necessità di basarsi su solidi risultati scientifici e sulla potenza della tecnologia per ridurre le incertezze associate con i futuri cambiamenti climatici e ambientali.

I due Paesi hanno identificato più di 20 progetti di ricerca nel campo dei cambiamenti climatici pronti ad un avvio a breve e medio termine nelle aree delle simulazioni globali e regionali, studi di processo atmosferici, ciclo del carbonio e tecnologie energetiche a basso contenuto di carbonio. I progetti di ricerca immediatamente pronti all'implementazione miglioreranno la nostra capacità di capire, sorvegliare e prevedere le variazioni climatiche e i loro impatti. Inoltre, le attività di ricerca tecnologiche attivabili a breve contribuiranno allo sviluppo di tecnologie avanzate a basso contenuto di carbonio per limitare le emissioni dei gas serra.

Gli studi condotti recentemente hanno mostrato che esiste una buona possibilità di cambiamenti climatici nei prossimi 50 anni. Questi cambiamenti sono stati definiti con un buon margine di confidenza nelle proprietà medie del sistema climatico (temperatura media globale, precipitazione media globale), ma non nel tipo di variabilità climatica.

Questo è un punto essenziale, perché il "clima medio" è un concetto astratto, mentre è la variabilità interannuale e decadale che forma la media a lungo termine (*long-term mean*). In altre parole, il cambiamento nella media temporale della temperatura globale probabilmente risulterà in cambiamenti dei maggiori regimi di variabilità come si sta cominciando a comprendere negli ultimi venti anni. I cambiamenti regionali risulteranno essere i regimi dominanti della variabilità climatica. Inoltre anche i cambiamenti della dinamica di base del sistema Terra potranno essere modificati dall'effetto dell'aumento delle concentrazioni dei Gas ad Effetto Serra (*GreenHouse gases – GHG*)

I modelli numerici sono ancora il migliore strumento per studiare la variabilità climatica, ma finora i modelli usati per gli scenari climatici non hanno avuto una buona rappresentazione della variabilità, specialmente quella tropicale, e perciò è plausibile credere che questi modelli potrebbero aver riprodotto non correttamente la modulazione/modificazione indotta dai cambiamenti climatici sulla variabilità climatica. Questo è particolarmente rilevante nel caso degli scenari a livello regionale (*downscaling* o *time-slicing*), perché è la variabilità climatica a queste scale temporali che forma le caratteristiche regionali climatiche. Ragionevolmente si può aspettare che modifiche in queste caratteristiche e teleconnessioni climatiche saranno il fattore più importante nei mutamenti a livello regionale.

Quindi una azione concordata è necessaria per mettere insieme gli esperti di scenario, di dinamica accoppiata di variabilità climatica interannuale e interdecadale al fine di migliorare la rappresentazione della variabilità climatica nei modelli usati per gli scenari.

Come già detto, i segnali di cambiamento climatico, pur con differenze anche talvolta elevate, sono rilevabili anche su scale spaziali minori. Ad esempio il segnale di riscaldamento è rilevabile anche sulla maggior parte delle aree europee (aumenti di temperatura sino a 0.8 °C in media su questo secolo). Le precipitazioni in questo secolo sono sicuramente aumentate nel settore settentrionale europeo (a partire dalle Alpi sino alle regioni scandinave), con aumenti variabili tra il 10% ed il 50%. Al contrario nella regione che si estende dal Mediterraneo attraverso l'Europa centrale sino alla Russia "europea" le precipitazioni sono calate anche abbastanza considerevolmente (sino al 20%).

Sicuramente la conoscenza di questi aspetti del clima locale è quello che più interessa sia il cittadino comune che i “*policy makers*” che si occupano di pianificazione del territorio in diversi settori ed attività umane. Viste le ricadute sulle attività umane che un clima diverso dall’attuale potrà avere, inizia ad essere imperativo iniziare a considerare la variabile “clima” come una delle più importanti nella catena delle decisioni. Una maggiore conoscenza delle caratteristiche del clima locale, dei suoi cambiamenti nel recente passato (40-50 anni) e la definizione di scenari climatici futuri a scala locali è altrettanto fondamentale.

Il nostro paese è sicuramente un’area a rischio per le problematiche connesse ai cambiamenti climatici. Al di là della comprensione “accademica” se il nostro paese sia “predestinato” ad avere un clima “medio” diverso in futuro (ad esempio temperature più alte o precipitazioni minori, meno fenomeni nevosi, innalzamento dei mari Tirreno e Adriatico), è necessario prestare molta attenzione anche alle eventuali modifiche nella frequenza di accadimento di eventi meteo-climatici anomali: periodi di caldo anomalo, precipitazioni molto intense, eventi temporaleschi grandinigeni, ecc.

Una maggior frequenza di precipitazioni più intense avrebbe sicuramente un impatto devastante nel nostro paese, viste le condizioni di dissesto idrogeologico in cui gran parte di esso si trova, come purtroppo è stato reso palese dai recenti episodi alluvionali che hanno colpito sia il Nord che il Sud d’Italia. Solo questo semplice esempio dovrebbe far riflettere sull’urgenza di conoscere adesso quali potrebbero essere gli scenari climatici futuri in modo da avere tempo sufficiente per pensare a possibili rimedi.

## I PARTECIPANTI

Partner	Acronimo	Istituzione	Workpackage	Responsabile
P1	<b>INGV</b>	<i>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Roma</i>	1, 12	Antonio Navarra
P2	<b>CU</b>	<i>Columbia University, New York, NY, USA</i>	2	Vittorio Canuto
P3	<b>FEEM</b>	<i>Fondazione Eni Enrico Mattei, Milano</i>	3, 13	Carlo Carraro
P4	<b>ICTP</b>	<i>International Centre for Theoretical Physics, Trieste</i>	4	Filippo Giorgi
P5	<b>ARPA-SMR</b>	<i>ARPA Emilia Romagna, Bologna</i>	5	Stefano Tibaldi, Carlo Cacciamani
P6	<b>ISAC-CNR</b>	<i>Istituto delle Scienze dell'Atmosfera e del Clima, Bologna</i>	6	Franco Prodi, Sandro Fuzzi, Francesco Tampieri, Teresa Nanni
P7	<b>IMFA-Upa</b>	<i>Istituto di Matematica, Fisica e Applicazioni, Università Parthenope, Napoli</i>	7	Pasquale Palumbo, Alessandra Rotundi
P8	<b>DISAFRI.UNITUS</b>	<i>Dipartimento di Scienze dell'Ambiente Forestale e delle sue Risorse, Università della Tuscia, Viterbo</i>	8	Riccardo Valentini
P9	<b>OMS</b>	<i>Centro Europeo Ambiente e Salute, Organizzazione Mondiale della Sanità, Roma</i>	11	Bettina Menne
P10	<b>IBIMET-CNR</b>	<i>Istituto di Biometeorologia, Firenze</i>	9	Franco Miglietta
P11	<b>IBAF-CNR</b>	<i>Istituto di Biologia Agroambientale e Forestale</i>	10	Giuseppe Scarascia Mugnozza
P12	<b>Solvay Solexis</b>	Solvay Solexis, Milano	14	Alessandro Ghielmi
P13	<b>CRF</b>	<i>Centro Ricerche FIAT, Torino</i>	14	Paolo Delzanno
P14	<b>Nuvera</b>	<i>NUVERA Fuel Cells Europe</i>	14	Antonino Toro
P15	<b>AFCo</b>	Ansaldo Fuel Cells SpA, Genova	15	Bartolomeo Marcenaro

## **P1: Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV)**

L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) è nato nel 1999 diventando uno dei più grandi Enti di ricerca europei. L'INGV opera nel settore delle ricerche geofisiche ambientali, sismologiche e vulcanologiche. L'ente è formato da sette sezioni ed un centro nazionale localizzati in cinque sedi di ricerca principali (Roma, Milano, Catania, Palermo, Napoli); include inoltre anche due Gruppi Nazionali.

L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia ha raccolto le risorse intellettuali e materiali dell'Istituto Nazionale di Geofisica e di diverse istituzioni pubbliche di ricerca operanti in campo geofisico, tra cui l'Osservatorio Vesuviano ed alcuni istituti del CNR. La sua costituzione ha permesso di valorizzare le competenze ed ha promosso uno sviluppo sinergico delle potenzialità di ricerca. Al nuovo Ente sono stati assegnati importanti compiti di gran rilevanza sociale nel campo della prevenzione delle calamità naturali. L'INGV si è quindi collocato tra le grandi strutture e gruppi attivi in Europa nel settore delle ricerche in campo geofisico, sismologico, vulcanologico e geochimico.

Nell'ambito delle tecnologie ambientali alcune aree scientifiche di grande valore applicativo hanno rilevanza particolare tra le attività dell'Ente, quali la prevenzione degli effetti dei terremoti e delle eruzioni vulcaniche, lo studio dei cambiamenti climatici e l'oceanografia operativa, tutte di grande importanza per l'area euro-mediterranea.

Dalla sua costituzione l'INGV ha focalizzato le sue attività di ricerca su alcune priorità ed ha intrapreso azioni strategiche di supporto della ricerca specialmente nei campi riguardanti l'ottimizzazione dei sistemi di monitoraggio del territorio, lo studio della struttura e dinamica dell'interno della Terra e lo studio dell'atmosfera, dell'oceano, del clima e dell'ambiente. Particolare attenzione è stata data allo sviluppo delle infrastrutture e alle attività di formazione e divulgazione.

All'interno della sezione di Roma 2, Geomagnetismo, Aeronomia e Geofisica Ambientale, l'Unità Funzionale (U.F.) "*Climatologia Dinamica*" di Bologna ha come obiettivo l'aggiornamento e l'ulteriore sviluppo delle attività di valutazione dei cambiamenti climatici a livello globale, con una speciale enfasi sulle aree dove gli interessi italiani sono più forti (Piccoli Stati Insulari, il Mediterraneo, l'area Euro-Atlantica) e per le aree di più alta rilevanza scientifica (Tropici, sistemi monsonici, teleconnessioni con le alte latitudini).

Lo studio della variabilità del clima a diverse scale temporali, con un'enfasi particolare all'area Atlantica e alle teleconnessioni che potrebbero interessare il Mediterraneo, e la valutazione dei cambiamenti climatici dovuti ad effetti antropici a livello globale e a livello dell'area Mediterranea costituiscono gli obiettivi scientifici fondamentali. L'Unità Funzionale di Climatologia Dinamica si concentra quindi sullo studio, principalmente attraverso simulazioni numeriche e studi teorici, della variabilità del sistema climatico, sulle sue cause e i suoi effetti, con un'enfasi sull'area Mediterranea e sulla possibilità di applicazioni come le previsioni operative del Mediterraneo.

Gli strumenti a disposizione dell'U.F. di Bologna consistono in modelli numerici di diversa complessità e realismo, da semplici modelli lineari a più completi modelli accoppiati atmosfera-oceano e biosfera marina.

L'unico modo per cercare di comprendere la dinamica degli oceani e dell'atmosfera e, possibilmente, di prevedere la variabilità climatica è attraverso l'uso di modelli numerici. All'interno dell'U.F. una delle principali linee di ricerca riguarda lo sviluppo, l'implementazione e l'utilizzo di modelli di circolazione

globale degli oceani, dell'atmosfera e di modelli accoppiati oceano-atmosfera. In particolare, uno degli obiettivi principali dell'U.F. di climatologia dinamica è l'implementazione di un modello climatico a multi componenti interattive che prevede lo sviluppo di codici compatibili tra le diverse istituzioni europee attive nel campo del clima. All'interno dell'U.F. è inoltre particolarmente sviluppata l'attività di ricerca inerente all'assimilazione di dati idrografici ed altimetrici nei modelli oceanici. Le applicazioni in questo settore sono finalizzate all'utilizzo di banche dati di variabili

Questa U.F. di Bologna partecipa come INGV a diversi progetti della UE come Partner e/o Coordinatore:

- *PREDICATE (Mechanisms and Predictability of Decadal Fluctuations in Atlantic-European Climate)*
- *ENACT (Enhanced Ocean data Assimilation and Climate prediction)*
- *PRISM (Programme for Integrated Earth System Modelling)*
- *DEMETER (Development of a European Multi-Model Ensemble System for Seasonal to Interannual Prediction)*
- *MERSEA (Marine Environment and Security for the European Area)*
- *MFSTEP (Mediterranean ocean Forecasting System: Toward Environmental Predictions)*

ed ad altri progetti internazionali e nazionali:

- *ADRICOSM (ADRIatic sea integrated COastal areas and river basin Management system pilot project)*
- *SINAPSI (Seasonal INterannual and decAdal variability of the atmosPhere, oceanS and related marIne ecosystems)*
- *CLIMAGRI (Cambiamenti Climatici e Agricoltura)*
- *WBLESS (Western BLack sea integrated Environmental SyStem)*

Infine la U.F. di Bologna ha svolto un ruolo cruciale nella preparazione dei documenti, a partire dalle "Linee Guida del Piano Nazionale di Ricerca per la Protezione del Clima" per arrivare al più recente documento del Gruppo Informale di Lavoro dell'estate 2000, che hanno senz'altro contribuito a definire i contenuti per Piano Nazionale di Ricerca sul Clima, così come è stato recepito dal Piano Nazionale delle Ricerche 2001.

## **P2: Earth Institute, Columbia University (CU)**

L'Earth Institute alla Columbia University è un centro accademico di eccellenza per lo studio integrato della Terra, il suo ambiente e la società. Questo istituto tratta le seguenti discipline con un approccio fortemente interdisciplinare: scienze terrestri, scienze biologiche, scienze ingegneristiche, scienze sociali e scienze mediche. Fornisce *training* nel campo della ricerca e tecnologia al fine di promuovere lo sviluppo sostenibile specialmente nei paesi in via di sviluppo.

L'Earth Institute comprende vari centri di ricerca ed accademici, che sono:

1. *Lamont-Doherty Earth Observatory,*
2. *Goddard Institute for Space Studies at Columbia University*
3. *Biosphere 2 Center*
4. *Center for Environmental Research and Conservation*
5. *Earth Engineering Center*
6. *International Research Institute for Climate Prediction*
7. *Center for International Earth Science Information Network*
8. *Laboratory of Populations*

9. *Center for Global Health and Economic Development*
10. *Center for Globalization and Sustainable Development*
11. *The Columbia University/UNESCO Joint Program on Biosphere and Society*
12. *The Center for the Study of Science and Religion*
13. *The Center for Economy, Environment & Society*

### **P3: Fondazione Eni Enrico Mattei (FEEM)**

La **Fondazione Eni Enrico Mattei (FEEM)** è un'istituzione *non profit* che svolge attività di ricerca nel campo dell'economia, dell'energia, dell'ambiente e dello sviluppo sostenibile. Fondata dall'Eni e dalle sue società caposettore nel luglio 1989, la Fondazione è operativa dal febbraio 1990. Lo scopo della Fondazione è quello di *promuovere e di assicurare, con la propria attività, una interazione continua tra la sfera della ricerca accademica, le conoscenze e le esperienze di impresa e la sfera delle decisioni pubbliche.*

Il lavoro della Fondazione è ispirato a quattro criteri: i) l'analisi di temi di ricerca innovativi e rilevanti; ii) l'attenzione ai problemi del mondo reale; iii) l'integrazione di approcci multidisciplinari; iv) la creazione di reti di ricerca transnazionali.

Ricerca, diffusione della ricerca e formazione rappresentano le tre aree di attività principali della Fondazione. La **ricerca** è articolata in otto *programmi di ricerca*: modellistica e politica del cambiamento climatico; gestione d'impresa sostenibile; mercati energetici internazionali; regolamentazione, privatizzazione ed antitrust; conoscenza, tecnologie e capitale umano; gestione delle risorse naturali; indicatori di sostenibilità e valutazione ambientale; *global e local governance*.

Questi programmi hanno perseguito importanti risultati, come l'elaborazione di metodi per la redazione di rapporti ambientali e sociali per l'impresa, di modelli di valutazione del cambiamento climatico, di database per l'analisi dei processi di privatizzazione, di nuove teorie in tema di accordi volontari ambientali, di sistemi di indicatori per il monitoraggio e la valutazione ambientale e infine lo sviluppo di strutture di analisi degli incentivi economici alla diffusione e alla creazione della conoscenza. Importanti ricerche empiriche, realizzate spesso con il sostegno dell'Unione Europea, che ha finanziato circa 50 progetti di ricerca, hanno riguardato la valutazione delle esternalità ambientali nella produzione energetica, l'analisi del comportamento ambientale delle imprese europee, lo studio delle interazioni tra crescita economica e ambiente, la quantificazione dei costi delle politiche di riduzione delle emissioni a effetto serra, l'esame dei lineamenti istituzionali dei programmi di privatizzazione internazionale.

Le più recenti attività del programma di ricerca sul cambiamento climatico si concentrano sulla valutazione comparativa di modelli esistenti, l'elaborazione di nuovi modelli di valutazione per lo studio delle politiche volte al controllo del cambiamento climatico, come Nordhaus' RICE99 o McKibbin's G-Cubed, e i modelli derivati dal database del *Global Trade Analysis Project (GTAP)*. Il programma mira a incorporare il commercio internazionale in modelli di valutazione integrata, partendo dal presupposto che questo tipo di interdipendenza costituisca un nodo focale di ogni dibattito sul cambiamento climatico e sulle misure per contrastarlo. Sul piano del cambiamento tecnologico endogeno, il programma si sta confrontando inoltre con le problematiche del *learning by doing*, gli effetti di spillover, le backstop technologies e le spese in R&S ambientali e non. Grande rilievo ha anche la ricerca della Fondazione nel campo della valutazione degli impatti socio economici dei cambiamenti climatici, ricerca su cui sta collaborando sia col *Max Plack Institute* di Amburgo, sia con l'ICTP di Trieste sia con l'ENEA per quanto riguarda gli impatti in Italia.

La Fondazione ha svolto un'importante attività di collaborazione e di **supporto tecnico** al processo decisionale in campo economico ed ambientale. Tale attività di supporto si esplica a livello nazionale ed

internazionale. In particolare, la Fondazione ha contribuito all'elaborazione delle politiche e strategie di adattamento e mitigazione del cambiamento climatico a livello internazionale, collaborando con i principali attori nel campo della ricerca climatica europea ed internazionale, come le Nazioni Unite (UNEP, UNDP, UNSO, CSD e IPCC), l'Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico (OCSE), la Comunità Europea, diversi Ministeri (Ambiente, Lavori Pubblici, Finanze), regioni ed autorità locali italiani. La Fondazione ha anche collaborato con la Banca Mondiale, il *National Bureau of Economic Research (NBER)*, *Resources for the Future*, il *Centre for Economic Policy Research (CEPR)*, l'Associazione Europea degli Economisti Ambientali (EAERE), il *Beijer Institute of Ecological Economics* della *Royal Swedish Academy*, *Climate Strategies* e diverse Università europee e nordamericane.

La Fondazione è inoltre partner nei maggiori progetti europei di ricerca sul tema climatico, tra cui CAT&E “*Concerted Action on Trade and the Environment*”, TRANSUST “*Modelling the Transition to Sustainable Economic Structures*”, CATEP “*Concerted Action for Tradable Emission Permits*”, NEMESIS “*New Econometric Models, research oriented for development of Energy Strategies*”, cCASHh “*Climate Change and Adaptation Strategies*”, CFEWE “*Carbon Flows between Eastern and Western Europe*” e MFSTEP “*Mediterranean Ocean Forecasting System: Toward Environmental Predictions*”, ed è presente nei maggiori network europei che hanno svolto e svolgono ricerche legate al cambiamento climatico, come l'*European Forum on Integrated Environmental Assessment (EFIEA)* o l'*European Climate Forum*.

La Fondazione ha anche sviluppato un'ampia capacità di **diffusione** dei risultati delle ricerche svolte, attraverso l'utilizzo di un insieme variegato di strumenti (conferenze, pubblicazioni, sito web). In dodici anni la Fondazione ha organizzato oltre 230 tra seminari e conferenze, tra cui il primo Congresso dell'Associazione degli Economisti Ambientali (Venezia, 1990) e il primo Congresso mondiale degli Economisti Ambientali (Venezia, 1998). Tra gli eventi più importanti, nel 2002 la Fondazione ha organizzato la Conferenza annuale dell'Associazione degli Economisti Europei e la Conferenza Europea della Società di Econometria, ospitando oltre 2.200 partecipanti provenienti da ogni parte del mondo.

La Fondazione è attiva anche nel campo della **formazione**, attraverso l'organizzazione di corsi in materie economiche e ambientali. In particolare, dal 1999 la Fondazione organizza annualmente, in collaborazione con altre istituzioni private e pubbliche, un Master in logistica integrata (*Master in integrated logistic*) nella sede di Genova. Dal 2000 la FEEM, in collaborazione con l'Associazione Europea degli Economisti Ambientali e l'Università Internazionale di Venezia, organizza la scuola estiva in economia ambientale (*European Summer School in Resource and Environmental Economics*), per studenti già laureati. Nel 2002 infine la FEEM è stata riconosciuta dalla Commissione Europea come Training Site per l'assegnazione di borse di studio Marie Curie finanziate dalla Commissione su temi relativi alle politiche ambientali.

#### **P4: The Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics (ICTP)**

Fondato nel 1964 da Abdus Salam (Premio Nobel), l'ICTP opera all'interno di due agenzie delle Nazioni Unite: *UNESCO (United Nations organization for Education, Science and Culture)* e *IAEA (International Atomic Energy Agency)*. In aggiunta, l'ICTP è regolato da un accordo internazionale fra queste agenzie e il governo Italiano, che contribuisce alla maggior parte dei finanziamenti per le operazioni del centro.

L'obiettivo principale dell'ICTP è di promuovere la crescita della ricerca scientifica nelle scienze fisiche e matematiche, in particolare nei paesi in via di sviluppo. L'ICTP costituisce un forum internazionale di

comunicazione scientifica fra ricercatori di tutti i paesi e mette a disposizione risorse di ricerca avanzate per ricercatori, visitatori, e studenti da tutto il mondo, e in particolare dai paesi in via di sviluppo. In media, l'ICTP accoglie circa 3600 visitatori scientifici all'anno, 60 per cento dei quali sono da paesi in via di sviluppo, provenienti da 150 nazioni e 45 organizzazioni internazionali.

I campi di ricerca di interesse all'ICTP sono:

- Fisica delle Alte Energie;
- Fisica della Materia Condensata;
- Matematica;
- Fisica del Clima e Meteorologia;
- Fisica dei Sistemi Complessi;
- Biofisica;
- Fisica Computazionale.

Il gruppo di Fisica del Clima e Meteorologia (*Physics of Weather and Climate group*, o *PWC*) e' stato formato nel 1998 e si occupa di una ampia gamma di aree tematiche: cambiamenti climatici di origine antropogenica;

- variabilità naturale del clima;
- simulazioni climatiche a scala regionale;
- modellistica atmosferica e oceanografica;
- dinamica di larga scala;
- effetti climatici di inquinanti e pulviscolo atmosferico;
- interazioni atmosfera-biosfera.

#### **P5: Servizio Meteorologico Regionale, Agenzia Regionale Prevenzione e Ambiente dell'Emilia Romagna**

Istituito nel 1985, il **Servizio Meteorologico Regionale (SMR)** è dal 1996 struttura tematica dell'**Agenzia Regionale Prevenzione e Ambiente (ARPA)** dell' Emilia Romagna. Compito principale del Servizio è produrre previsioni meteorologiche su tutto il territorio regionale, diffuse ed accessibili tramite Internet e casella vocale ad utenti istituzionali, specializzati e al pubblico in generale. Il Servizio svolge inoltre attività operative, di ricerca e di sviluppo nel settore della meteo-climatologia, dell'agrometeorologia, della meteorologia ambientale e dell'idrologia.

Dal 2001 **SMR**, su incarico della Regione Emilia Romagna, è il **Centro Funzionale Regionale**: questo significa che, oltre ad essere gestore unico della rete osservativa idro-meteo-pluviometrica regionale, gestendone la manutenzione ordinaria ed evolutiva, il Servizio è il riferimento regionale per le funzioni di monitoraggio e di previsione dei rischi naturali di origine idro-meteo-geologica. La presenza di tecnici specializzati, con operatività di 365 giorni all'anno, garantisce costantemente all'utenza, regionale e nazionale, un servizio informativo costituito da bollettini e segnalazioni. In qualità di **Centro Funzionale** per la Regione Emilia Romagna **SMR** fornisce anche l'informazione idro-meteorologica in tempo reale alle strutture di Protezione Civile Regionale, per supportarle nel compito di emissione di allarmi indirizzati alle Prefetture. Tutto questo ha determinato, di fatto, la trasformazione di **SMR** da **Servizio Meteorologico** a **Servizio Idrometeorologico**.

L'attività di ricerca svolta da SMR è finalizzata a:

- sviluppo di modellistica numerica previsionale ad altissima risoluzione spaziale e sperimentazione di un sistema di previsioni probabilistiche per l'individuazione a medio termine (3-5 giorni) di scenari di rischio meteo-idrologico;

- sviluppo del sistema radarmeteorologico regionale (radar di *San Pietro Capofiume* - BO e di *Gattatico* - RE) e sua integrazione nella rete radarmeteorologica nazionale; sviluppo e messa a punto operativa di tecniche radarmeteorologiche avanzate;
- sviluppo di un sistemi che integrino osservazioni e previsioni a brevissimo termine (3-6 ore *nowcasting*) per la gestione di eventi meteorologici estremi;
- gestione ordinaria ed evolutiva della rete idro-meteo-pluviometrica regionale;
- studi su stato ed evoluzione del clima della Regione Emilia Romagna;
- messa a punto di un sistema integrato, composto da preprocessori meteorologici, modellistica chimico-diffusionale e modelli previsionali, per la valutazione e previsione della qualità dell'aria;
- implementazione di modellistica idrologico-idraulica a supporto dello studio dei bacini idrologici regionali;
- completamento del sistema di integrazione, elaborazione e restituzione dei dati meteo e agrometeo osservati dalle diverse reti regionali (sistema GIAS);
- sviluppo di sistemi integrati, basati su tecniche GIS e modelli matematici, a supporto delle politiche agro-ambientali della Regione Emilia Romagna;
- implementazione di uno strumento modellistico oceanografico a supporto dello studio degli episodi eutrofici e mucilluginosi dell'Adriatico e della gestione integrata della zona costiera;
- integrazione nel Servizio Meteorologico Nazionale Distribuito e nel sistema dei Centri Funzionali a supporto della Protezione Civile Nazionale per la condivisione di prodotti e l'ottimizzazione delle risorse.

#### **P6: Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima (ISAC)**

Questo Istituto nasce nel 2002, dall'accorpamento, previsto nelle norme di riordino generale del CNR, di quattro entità precedentemente esistenti, e precisamente:

- Istituto di Fisica dell'Atmosfera (IFA) , di Roma
- Istituto di Scienze dell'Atmosfera e dell'Oceano (ISAO), di Bologna
- Istituto per lo Studio dell'Inquinamento Atmosferico e l'Agrometeorologia (ISIATA), di Lecce
- Istituto di Cosmo-geofisica (Sezione di Geofisica) (ICGF), di Torino

L'ISAC ha un organico di circa 100 ricercatori e tecnici che afferiscono a 4 “*Sezioni Tematiche*” e una “*Struttura Tecnica di Servizio*”, le cui attività vengono di seguito descritte.

##### *Meteorologia Dinamica.*

Le principali tematiche sviluppate da questa Sezione riguardano la meteorologia di base e applicata, la dinamica dell'atmosfera e la turbolenza su tutte le scale del moto, dallo strato limite alla circolazione planetaria, includendo la climatologia dinamica e la regionalizzazione del clima. Le metodologie utilizzate (analitiche, numeriche, modellistiche e di analisi dati sia di campagne osservative che di esperimenti di laboratorio) sono quelle proprie della fluidodinamica geofisica. Temi di ricerca applicata riguardano la modellistica della turbolenza e della dispersione degli inquinanti nello strato limite planetario, la modellistica di previsione meteorologica a breve, medio e lungo termine, la modellistica globale meteo-climatica, anche accoppiata atmosfera-oceano.

Aree geografiche di specifico interesse generale e applicativo sono quelle delle medie latitudini, con particolare riguardo all'area Mediterranea e Alpina.

##### *Clima e sue variazioni.*

Le tematiche principali riguardano lo studio del comportamento del sistema climatico terrestre, rivolgendo particolare attenzione ai processi fisici che definiscono gli scambi di energia tra superficie

terrestre ed atmosfera e i processi d'interazione della radiazione solare e della radiazione terrestre con l'atmosfera del nostro pianeta. In questo contesto, le attività di ricerca sono principalmente dedicate (1) allo studio dei vari processi fisici capaci di generare variazioni di notevole rilevanza sul bilancio di energia del sistema climatico terrestre, ed in particolare la forzatura radiativa da aerosol e nubi ed della modellistica (fisica e chimica) degli aerosol e degli altri costituenti atmosferici reattivi sulle scale locali e regionali, e (2) alla ricostruzione ed analisi delle serie storiche di dati climatici e meteorologici, con il fine di trarre accurate informazioni sulle variazioni climatiche avvenute nel passato e di ricavare utili indicazioni sulle previsioni dei futuri cambiamenti climatici.

#### *Osservazioni della Terra*

. L'elemento unificante di questa Sezione è l'uso di dati rilevati dallo spazio, dal suolo terrestre ed *in situ* per l'osservazione e lo studio di processi e fenomeni fisici che avvengono nell'atmosfera terrestre e nel mare. Molti degli strumenti utilizzati per misure dal suolo od *in situ* sono stati sviluppati, perlomeno in parte, in Istituto, mentre l'Istituto stesso è spesso coinvolto nei gruppi di lavoro internazionali relativi alla definizione di nuove missioni spaziali, allo sviluppo degli algoritmi ed all'uso dei dati. Le tematiche scientifiche presentano ampie zone di sovrapposizione con le altre Sezioni Tematiche e comprendono problematiche di fisica e chimica dell'atmosfera e del mare.

#### *Processi atmosferici*

Questa Sezione comprende due settori di forte interesse per le problematiche del clima:

- (1) **Chimica dell'atmosfera:** Le attività di ricerca si articolano schematicamente su tre filoni fra loro interdipendenti: i) interazione aerosol/nubi, chimica delle nubi ed effetti sul clima; ii) fisica e chimica dell'aerosol in diverse regioni del globo ed effetti sul clima; iii) modelli chimici di trasporto a scala regionale.
- (2) **Nubi e Precipitazioni:** L'interesse di questo gruppo riguarda aspetti cruciali dello studio delle nubi, delle precipitazioni, e dei sistemi precipitanti, senza restrizione di scale o di metodologie. I temi principali sono: a) microfisica delle nubi e fisica dell'aerosol atmosferico, b) formazione delle precipitazioni, con particolare interesse alla grandine ed alla fisica del ghiaccio atmosferico, c) interazione fra onde e.m. ed idrometeore, anche come base per la radarmeteorologia fondamentale, d) meteorologia da satellite e Nowcasting, per la stima dell'intensità di precipitazione e lo studio del ciclone extratropicale.

#### *Basi e grandi apparecchiature*

Questa struttura è stata istituita per dotare l'istituto di strumenti adeguati per rispondere alle sfide tecnologiche più avanzate. Essa dovrebbe fungere da elemento trainante per le diverse sezioni scientifiche nel filone delle attività sperimentali, mantenendo pur sempre un carattere "trasversale" nel suo operato, rispetto a quello delle sezioni tematiche. L'ISAC dispone di quattro stazioni di misura sparse sul territorio nazionale:

### **P7: Istituto di Matematica, Fisica e Applicazioni, Università degli Studi Parthenope (IMFA-UPa)**

L'Istituto di Matematica, Fisica e Applicazioni dell'Università Parthenope (IMFA-UPa), attualmente in fase di confluenza nel neonato Dipartimento di Scienze e Tecnologie, supporta i corsi base e specialistici nelle aree di chimica, fisica, matematica e informatica nell'ambito dei corsi di laurea attivi presso l'Università Parthenope: Scienze Ambientali, Meteorologia e Oceanografia, Informatica, Scienze Nautiche e Ingegneria delle Telecomunicazioni.

Le attività di ricerca all'interno dell'Istituto sono principalmente indirizzate alla modellizzazione dell'inquinamento atmosferico e diffusione di aerosol, modelli di fluidodinamica ambientale, planetologia, rilievi geofisici e oceanografici.

Nell'ambito di una collaborazione con l'INAF – Osservatorio Astronomico di Capodimonte, il Laboratorio di Fisica Cosmica (LFC) di Napoli è stato fondato dall'IMFA-UPa nel 1985 e si è sviluppato progressivamente arricchendo la propria dotazione strumentale ed incrementando la qualificazione del personale scientifico e tecnico dei due Istituti, che in esso operano congiuntamente.

Oggi il LFC rappresenta una struttura di ricerca di avanguardia, riconosciuta a livello internazionale sia per la qualità del lavoro scientifico svolto che per la ricca dotazione strumentale. Le linee strategiche che hanno guidato la costituzione e lo sviluppo del Laboratorio sono riconducibili ai seguenti filoni principali di attività tecnico-scientifica:

1. produzione, processo ed analisi di materiali in forma di polveri microniche e sub-microniche per riprodurre composti solidi presenti in vari ambienti terrestri (particelle da combustione di sostanze a base di carbonio) o spaziali (mezzo interstellare, comete, superfici di pianeti);
2. caratterizzazione di materiali e minerali terrestri ed extraterrestri, quali meteoriti raccolte sulla Terra, particelle collezionate in stratosfera e raccolte in orbita terrestre, orientata anche alla identificazione di indicatori di evoluzione dei materiali ed eso-biologici;
3. studio, progettazione e realizzazione di strumentazione dedicata ad impiego in missioni spaziali e planetarie.

Dotazione strumentale dell'IMFA-UPa:

Produzione di materiali con granulometria controllata

- Camera per scarica ad arco voltaico in atmosfera controllata di Argon e/o di Idrogeno
- Laser IR Nd-Yag di potenza per vaporizzazione in atmosfera controllata
- Camera di evaporazione con crogioli ad elevata temperatura
- Mulino automatico
- Setacciatore a controllo elettronico

Caratterizzazione morfologica e strutturale

- Microscopio elettronico a scansione ad effetto di campo
- Apparato di misura elementare in microanalisi quantitativa

Caratterizzazione spettroscopica

- Spettrofotometro a doppio fascio operante tra 2.5 e 25  $\mu\text{m}$  per misure in assorbimento e trasmissione
- Spettrofotometro a doppio fascio operante tra 0.19 e 3.1  $\mu\text{m}$  per misure in trasmissione, assorbimento e riflessione
- Spettrometro per misure di assorbimento e diffusione nell'UV pompato e di emissione IR stimolata da radiazione UV
- Interferometri per misure spettrali dall'IR al millimetrico in assorbimento e riflessione
- Dispositivo per micro-spettroscopia IR
- Sistema per spettroscopia e micro-spettroscopia Raman

Processamento materiali

- Sistema per irraggiamento UV e bombardamento ad idrogeno atomico
- Fornaci da vuoto a temperatura variabile (fino a 1200 °C)
- Criostato a temperatura variabile (10 – 300 K)

Altra strumentazione di supporto

- Sistema di sputtering per realizzazione coatings
- Bilancia analitica di precisione  $\pm 1 \mu\text{g}$

- Gruppi di pompaggio (rotativa + turbomolecolare) con teste di misura connessi a camere da vuoto
- Sistema automatico di micro-manipolazione granuli
- Laboratorio di elettronica di supporto
- Officina meccanica di supporto
- Computer asserviti alla strumentazione
- Centro di calcolo

**P8: Dipartimento di Scienze dell'Ambiente Forestale e delle sue Risorse (DISAFRI), Università della Tuscia**

**Il Dipartimento di Scienze dell'Ambiente Forestale e delle sue Risorse (DISAFRI)** dell'**Università della Tuscia (UNITUS)** svolge istituzionalmente ricerche finalizzate alla comprensione della struttura e del funzionamento degli ecosistemi forestali e all'individuazione delle forme più appropriate per la loro gestione sostenibile e multiuso. DISAFRI è costituito attualmente da 10 unità di docenti, (4 professori di prima fascia, tra cui il Prof. Riccardo Valentini che svolge anche funzioni di direttore e 6 ricercatori) e 9 unità di personale tecnico-amministrativo.

L'attività scientifica di DISAFRI, organizzata a livello interdisciplinare secondo un approccio globale e integrato all'ambiente forestale e alla sua gestione, parte dallo studio dell'ecosistema bosco e dell'influenza di questo sul territorio per finire con gli aspetti di pianificazione degli usi delle risorse legnose e non-legnose ed è incentrata sulle discipline che costituiscono il peculiare nucleo scientifico delle Scienze Forestali: Arboricoltura da legno, Assestamento forestale, Dendrometria, Ecologia forestale, Inventari forestali, Miglioramento genetico delle piante forestali, Selvicoltura, Protezione dagli incendi boschivi. In questo contesto, DISAFRI, in particolare, promuove e attua ricerche su:

1. produttività, scambi gassosi ed energetici e il ciclo dell'acqua e del carbonio di foreste mediterranee e di montagna;
2. variabilità genetica in popolazioni naturali di specie forestali mediterranee; valutazione e selezione di cloni di alberi forestali;
3. struttura e dinamismi naturali nei boschi italiani, aspetti produttivi e gestione selvicolturale dei boschi italiani;
4. inventario e monitoraggio degli ecosistemi forestali tramite tecniche innovative, inclusa la geomatica, il telerilevamento satellitare e lo sviluppo di tecniche di statistica inferenziale;
5. analisi e messa a punto di modalità di attuazione operativa di principi, criteri e indicatori di sostenibilità ai fini della pianificazione e gestione delle risorse ambientali;
6. produzione di biomasse legnose;
7. tecniche di recupero di biocenosi forestali e ambienti degradati;
8. pianificazione forestale e pianificazione ecologica del territorio;
9. ruolo protettivo del bosco contro le catastrofi naturali;
10. strumenti e metodi di prevenzione e lotta contro gli incendi boschivi.

Presso DISAFRI è operativo il *Centro di Eccellenza Nazionale "Foreste e clima"* finanziato dal Ministero per l'Istruzione, l'Università e la Ricerca, finalizzato alla realizzazione di studi sulla risposta degli alberi, dei boschi e delle coltivazioni forestali ai cambiamenti climatici. Inoltre, attraverso il "Centro Studi Alpini" dell'Università della Tuscia sito a Pieve Tesino (TN), DISAFRI svolge indagini sulle caratteristiche delle biocenosi forestali del piano montano superiore e subalpino e sull'effetto su di esse da parte di fattori ambientali e colturali diversi.

A supporto delle attività di ricerca, nell'ambito di DISAFRI sono presenti le seguenti strutture: *Laboratorio di Assestamento forestale (AFlab)*, *Laboratorio di Ecologia forestale*; *Laboratorio di Inventari forestali e Sistemi informativi (sisFOR)*; *Laboratorio di Microscopia ottica*; *Laboratorio di Selvicoltura ed Ecofisiologia forestale*; *serre climatizzate*; *vivaio*. A DISAFRI fanno capo insegnamenti afferenti ai seguenti Corsi di Laurea dell'*Università della Tuscia*: Scienze Forestali e Ambientali; Tecniche Forestali e Tecnologie del Legno; Scienze della Pianificazione Rurale e Ambientale.

Nell'ambito di DISAFRI sono infine operanti, anche in collaborazione con altre strutture universitarie, due corsi di Dottorato di Ricerca: *Ecologia forestale*; *Scienze e tecnologie per la gestione delle risorse forestali e ambientali*. Nel corso degli anni il DISAFRI ha sviluppato collaborazioni scientifiche con istituzioni scientifiche internazionali come *Oregon State University*, *University of California Berkley*, *University of California Davis*, *San Diego State University College of Forest Resources - University of Washington - Seattle (USA)*, *USDA/Forestry Science Lab-Rhineland (USA)*, *University Institute of Ecology - University of Edinburgh*, *Academy of Science-Brno*, *Institute of Ecology-Technical University of Berlin*, *Department of Biology - University of Antwerpen*, *Max-Planck Institute for Biogeochemistry - Jena*. Il DISAFRI coordina progetti europei mirati alla quantificazione del bilancio delle emissioni di gas serra europei, con particolare riferimento al bilancio del carbonio.

#### **P9: Centro Europeo Ambiente e Salute, Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS)**

Il *Centro Europeo Ambiente e Salute* è nato su mandato della 1<sup>a</sup> Conferenza Ministeriale su Ambiente e Salute, promossa dall'*Ufficio Regionale Europeo dell'OMS*, che nel 1989 ha riunito per la prima volta a Francoforte tutti i ministri europei della sanità e dell'ambiente.

Il Centro Europeo Ambiente e Salute ha il mandato di studiare le esposizioni ambientali e di fornire supporto agli stati membri per le politiche di tutela dell'ambiente miranti alla tutela della salute, alla diffusione della informazione e al miglior uso delle risorse per la sanità pubblica. Il Centro fa parte dell'ufficio OMS per la Regione Europea, la *Divisione per il Supporto Tecnico, Fattori Determinanti per la Salute*. L'unità di coordinamento è situato a Copenhagen ed altri Centri si trovano a Bonn e Venezia. L'ufficio di Roma ha svolto dal 1991 ad oggi numerose attività nell'ambito della valutazioni del rischio ambientale. Include i programmi di sicurezza alimentare; acqua e igiene; bambini ambiente e salute; valutazione dell'impatto sulla salute, metodi e strategie; cambiamento globale e salute; incidenti, trasporto e salute. Il programma cambiamenti globali e salute fu creato nel 1999 basato sulle richieste della terza Conferenza Ministeriale per ambiente e salute. Il programma ha il compito di valutare gli effetti sulla salute dei cambiamenti globali, di monitorare gli effetti e di fornire consulenza e proposte su azioni di prevenzione. Ulteriori informazioni sono presenti su <http://www.euro.who.int/globalchange>

#### **P10: Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di BioMeteorologia (IBIMET)**

L'*IBIMET, Istituto di Biometeorologia del Consiglio Nazionale delle Ricerche (ex IATA-CNR)*, con sede a Firenze, Bologna e Sassari, opera da oltre un ventennio nei settori della Meteorologia e della Climatologia applicata, della gestione, salvaguardia e sviluppo del territorio e dello studio dei cambiamenti globali, con attività di ricerca, trasferimento tecnologico e formazione, curando il rapporto fra la Ricerca, territorio e sistema produttivo. Particolare attenzione viene rivolta all'impiego di metodologie innovative, quali la modellistica matematica che viene utilizzata negli studi sull'innovazione e l'ottimizzazione di sistemi agro-forestali, sull'analisi del clima e del tempo atmosferico, sulla valutazione dell'impatto dei Cambiamenti Globali sull'agricoltura, sulle foreste e

sull'uomo. Le linee di ricerca istituzionali dell'IBIMET si articolano su 10 tematiche principali che riguardano:

- Meteorologia e Climatologia: attraverso lo sviluppo ed il trasferimento delle conoscenze e delle nuove tecnologie concernenti la meteorologia e lo studio dei cambiamenti a scala globale, nonché l'applicazione degli studi climatici al settore agricolo-forestale, urbano e relativo alla salute umana.
- Agrometeorologia ed Ecofisiologia: dove viene studiata la risposta degli ecosistemi naturali ai cambiamenti globali e vengono fatte analisi delle interazioni tra i fattori meteorologici, le colture e le attività agricole.
- Osservazione della terra e monitoraggio ambientale: mediante l'applicazione di metodi per l'indagine a distanza del territorio tramite l'elaborazione di immagini aeree e satellitari o l'utilizzazione di metodi di misura diretta.
- Modellistica ambientale: con lo studio delle dinamiche degli eventi climatici e ambientali (foreste, colture agrarie, fitopatie, ecc.) tramite simulazioni matematiche e lo sviluppo di software e sistemi operativi.
- Sensoristica e strumentazione: per la progettazione e realizzazione di strumenti e sistemi automatici di rilevamento e misura.
- Salvaguardia e sviluppo del territorio: studio ed analisi dei possibili interventi sul territorio per la sua valorizzazione e per garantire il più a lungo possibile la pluralità di espressioni naturali, culturali e sociali.
- Cambiamenti globali e rischio ambientale: che mira a comprendere i motivi delle variazioni ambientali e prevederne gli sviluppi, allo scopo di valutarne gli effetti sugli esseri viventi e sull'uomo.
- BioMeteorologia marina e costiera: dove vengono studiate dell'influenza delle condizioni meteorologiche e della pressione antropica sull'ambiente costa/mare.
- Valorizzazione del patrimonio ambientale e culturale: finalizzata alla classificazione di particolari elementi del patrimonio artistico e ambientale e individuazione di metodologie di recupero, conservazione e fruizione in relazione alla loro vulnerabilità rispetto agli elementi del clima.
- Sviluppo rurale: dove viene svolta un'attività di supporto alla programmazione delle attività agricole e di gestione del territorio, finalizzata al miglioramento delle condizioni socioeconomiche di particolari ambienti rurali.

Inoltre l'IBIMET opera, attraverso l'attività del *LAMMA (Laboratorio per la Meteorologia e la Modellistica Applicata)* nei settori della meteorologia, climatologia, diffusione di inquinanti atmosferici, modellistica marina, monitoraggio di inquinanti e dello stato di salute del mare, monitoraggio della vegetazione, sistemi informativi territoriali per la gestione delle risorse e dei rischi ambientali, tramite l'applicazione di modellistica avanzata e l'elaborazione di dati da sorgenti eterogenee, in primis satellitari.

L'attività complessiva dell'IBIMET prende avvio, a partire dai primi anni '80, dalle esperienze maturate a livello nazionale ed internazionale nel cui ambito sono state avviate relazioni con i principali centri europei ed extraeuropei attivi nel settore. Sono stati quindi avviati specifici accordi di collaborazione con l'Agenzia Spaziale Europea, con l'Istituto per le applicazioni spaziali del Centro Comune di Ricerca della U.E. di Ispra, con l'Agenzia per l'ambiente della U.E. con sede a Copenaghen, con *EUMETSAT* attraverso la partecipazione al SAF sul *Land-use*, con l'*ECMWF (European Center for Medium-range Weather Forecast)* dei Servizi meteorologici europei e con le agenzie delle Nazioni Unite quali il *WMO*, la *FAO*, l'*UNEP*, con diverse Università italiane e straniere e con diverse industrie. IBIMET è anche *Centro Mediterraneo di Addestramento per l'Agrometeorologia* in seno all'Organizzazione Meteorologica Mondiale.

Il gruppo CNR dell'Istituto di Biometeorologia che si occupa di temi relativi al Ciclo Globale del Carbonio, è guidato dal Dr. Franco Miglietta, Dirigente di Ricerca. Si tratta di un team con esperienza decennale nel settore che gestisce attualmente una serie di impianti sperimentali e stazioni di misura in varie località italiane, europee e d'oltreoceano. Il Dr Miglietta, in particolare, è stato coordinatore di diversi progetti Europei *EU-Medeflu* ed *EU-MIND* ed ha partecipato ad altri importanti progetti di settore a livello comunitario e nazionale.

#### **P11: Istituto di Biologia AgroAmbientale e Forestale (IBAF)**

Il profilo dell'attività di studio e ricerca dell'*Istituto di Biologia AgroAmbientale e Forestale* è individuato chiaramente dai seguenti campi di ricerca:

- Studio delle interazioni tra le specie vegetali e l'ambiente.
- Studio degli effetti degli interventi antropici sugli equilibri ecologici.
- Studio dei processi e dei meccanismi biologici ed evolutivi nei vegetali in relazione all'ambiente.
- Meccanismi eco-fisiologici e produttività delle piante agrarie e forestali.

L'Istituto di Biologia AgroAmbientale e Forestale presenta sicuramente notevoli potenzialità all'interno della rete, completamente rinnovata, degli Istituti del CNR, potenzialità difficilmente riscontrabili in altri Istituti, in particolare per la capacità di collegare le ricerche fisiologiche ed ecologiche con quelle sull'evoluzione e l'adattabilità delle specie, condotte sia in ambiente naturale che in condizioni controllate e di laboratorio. Gli aspetti scientifici di base dovranno poi raccordarsi con la sperimentazione di tipo applicativo per contribuire alla risoluzione dei grandi problemi di natura ambientale e produttiva che ci sono di fronte, soprattutto in ambiente mediterraneo. Alcune tra le più promettenti tematiche di ricerca dell'Istituto possono essere così delineate:

- identificazione e applicazione dei meccanismi di resistenza e di stabilizzazione della produttività agraria e forestale a stress ambientali quali salinità, disponibilità idrica, temperatura, fotoinibizione, mutata composizione atmosferica (CO<sub>2</sub>, inquinanti atmosferici), inquinamento del terreno (*Sezioni di Monterotondo e Porano*);
- studio dei parametri ecofisiologici e loro basi molecolari che sottendono la capacità di piante e sistemi agrari e forestali per il recupero (*ecological restoration, phytoremediation*) di ambienti degradati (desertificazione, terreni e acque inquinate) e di ambienti urbani e periurbani con elevati livelli di ozono e smog fotochimico (Sezione di Monterotondo), e per la mitigazione dei cambiamenti ambientali a livello globale (interazioni tra funzionalità degli ecosistemi agrari e forestali e i cicli del carbonio e dell'acqua, biomasse agroforestali a scopo energetico e produttivo) (*Sezione di Porano*);
- analisi dei meccanismi ecofisiologici alla base delle interazioni competitive intra- e interspecifiche tra piante in popolazioni e comunità naturali o coltivate, compresa la competizione tra piante di interesse agrario e forestale e piante infestanti (Sezione di Legnaro); di notevole importanza è anche l'analisi e la definizione di modelli colturali polispecifici, agricoli e agroforestali (*agroforestry*) che consentano un più efficiente uso delle risorse ecologiche, la conservazione dei fattori della fertilità del terreno e, anche, un miglioramento ambientale e paesaggistico per la difesa e la valorizzazione del territorio (*Sezione di Porano*);
- studio e applicazione dei meccanismi evolutivi di adattamento delle piante agrarie e forestali ai diversi fattori ecologici anche mediante l'impiego di marcatori molecolari, biochimici e genetici, secondo le più avanzate tecniche di biologia molecolare, su piante coltivate e su popolazioni naturali di interesse agroambientale e forestale (*Sezioni di Monterotondo e Porano*).

L'istituto ha sede in *Porano* (TR) con sezioni territoriali a *Montelibretti* (RM) e *Legnaro* (PD). Il personale strutturato comprende 28 Ricercatori, 20 Tecnici, 4 Amministrativi e 2 Associati Universitari. Inoltre all'attività dell'Istituto collaborano numerose unità di personale non strutturato (dottorandi, borsisti, assegnisti ecc.).

#### **P12: Solvay-Solexis**

Ausimont è nata nel 1982 come parte di Montedison con il compito di sviluppare la chimica del fluoro. Nel 2002 Ausimont è stata acquisita da Solvay cambiando nome in Solvay Solexis (SOLvay EXcellence In Science).

Solvay Solexis è ora il secondo produttore mondiale di materiale al fluoro e impegna 1800 persone in 5 paesi: 1400 in Italia, 280 in USA, 70 in Francia e 50 negli uffici commerciali in Brasile e Giappone. La società possiede 450 brevetti e negli ultimi 5 anni ne ha prodotti almeno 30 all'anno. Nel 2002 Solvay Solexis S.p.A. ha totalizzato vendite per 361 M€

L'unità operativa dedicata al progetto, facente capo alla funzione Fluoropolimeri, opera all'interno del Centro di Ricerca e Sviluppo (CRS) di Solvay Solexis a Bollate. Tale CRS rappresenta la principale unità di Ricerca della Società, presso cui vengono sviluppati i temi di maggiore rilevanza, in special modo quelli relativi alla chimica del fluoro, fluoropolimeri e fluidi fluorurati e perfluorurati, con una superficie di 20.600 m<sup>2</sup>.

Presso il CRS Bollate operano circa 200 ricercatori, di cui circa 80 laureati.

Il CRS è dotato di (dati al 31/12/2001):

- apparecchiature per analisi e caratterizzazione strutturale (spettroscopia NMR, assorbimento atomico, spettroscopia IR e UV, raggi X, cromatografia) per un valore pari a €10,529 milioni.
- apparecchiature per laboratori di caratterizzazione polimeri e ricerca applicativa (laboratori chimica-fisica soluzioni, chimica-fisica stato solido, reologia e viscoelasticità, fisico-chimica, studi tecnologici) per un valore pari a €6,670 milioni.
- attrezzature per lo sviluppo per un valore pari a €6,680 milioni.
- attrezzature ed impianti pilota per ricerche e tecnologie per un valore pari a €13,358 milioni.

La funzione Fluoropolimeri possiede al suo interno come risorsa primaria ruoli specialistici in design di polimeri fluorurati e tecnologie di polimerizzazione e post-trattamento necessari al loro ottenimento.

Essa è costituita da 56 persone, di cui 22 scienziati e 34 operatori, e contiene direttamente al suo interno laboratori di sviluppo, caratterizzazione e processing in grado di appoggiare lo sviluppo di prodotti fino alla fase di commercializzazione e di fornire altresì assistenza tecnica a clienti per i prodotti con cui l'azienda è presente sul mercato.

Con particolare riferimento al Progetto in questione, all'interno di questi laboratori sono presenti competenze ed apparecchiature per il processing di polimeri (es. presse, estrusori), la loro caratterizzazione tecnologica (es. melt-indexer) e applicativa (es. 3 stazioni per test in cella a combustibile).

La funzione Fluoropolimeri si coordina con altre funzioni di ricerca, quali la funzione Monomeri e Intermedi nell'ambito dello sviluppo di nuovi monomeri per materiali polimerici innovativi, e la funzione Scienza dei Materiali e Tecniche di Caratterizzazione, dotati delle possibilità analitiche sopra indicate. Essa si coordina inoltre con la funzione Tecnologie per lo sviluppo e la progettazione dei processi e degli impianti necessari allo scale-up dei prodotti concepiti e sviluppati al suo interno. Infine, la funzione si appoggia all'interno del Centro di Ricerca e Sviluppo al reparto Impianti Pilota per lo sviluppo e la produzione di prodotti ad una scala intermedia tra quella di laboratorio e la scala propriamente industriale.

## **P13: CRF S.c.p.a.**

Il Centro Ricerche Fiat (CRF) è uno dei più importanti centri di ricerca privati italiani, fa parte del Gruppo Fiat, e, per prioritarie finalità statutarie, opera, senza scopo di lucro, nel settore della ricerca a medio-lungo termine, multisettoriale ed a più alto rischio tecnico e di mercato, al fine di contribuire alla competitività dei prodotti e servizi dei Clienti, in un quadro di sviluppo sostenibile che migliori l'ambiente, riduca il consumo energetico e permetta una migliore qualità della vita in termini di sicurezza e benessere.

Nel 2002 si è distinto per risultati tecnici altamente significativi e ricevendo diversi riconoscimenti, tra i quali si citano:

- "The Economist Innovation Award - 2002", nella categoria "Energy and Environment" per il lavoro svolto nello sviluppo della tecnologia del motore Diesel Common Rail;
- "Legambiente 2002" per il Motore Ibrido a Metano, premiato come la tecnologia più promettente a ridurre consumi ed emissioni;
- "Ferrari Technology Awards" come il miglior partner tecnico dell'anno 2002.

Per rispondere alle sfide presenti nello scenario di riferimento e in coerenza con gli obiettivi sociali, industriali e competitivi indicati dal Piano Nazionale di Ricerca (PNR) e dal VI Programma Quadro dell'Unione Europea, il CRF raggruppa le proprie linee di ricerca in tre aree prioritarie: Ambiente & Energia, Sicurezza & Benessere, Crescita Competitiva Sostenibile. Su queste opera con tre aree di eccellenza:

1. Veicoli: Veicoli ibridi e a idrogeno; Controllo integrato del veicolo; Architetture modulari; Trasmissioni automatiche e ibride; Qualità percepita; Metodologie di target setting e sviluppo prodotto.
2. Motori: Tecnologie motori diesel; Sistemi Common Rail avanzati; Tecnologie e motori a metano e GPL; Controllo elettronico delle valvole; Sistemi avanzati di controllo motore.
3. Tecnologie: Ingegneria dei materiali e tecnologie innovative di processo per l'efficienza e la flessibilità dei sistemi produttivi; Telematica, mobilità e intermodalità; Micro e Nano Tecnologie, Metodologie organizzative e Business oriented.

La Società si caratterizza per un trend delle attività in forte crescita. L'organico attuale è di 965 persone (al 1/1/2003), di cui circa 900 ricercatori e tecnici addetti alla Ricerca e Sviluppo, altamente qualificati (circa il 57% laureati).

Dispone oggi di un patrimonio di 631 brevetti, 19 marchi e 28 software ed ha in esame 444 domande di brevetto. Oltre alla sede centrale di Orbassano (Torino), il CRF ha quattro sedi decentrate a Bari, Napoli, Trento, Catania ed una società controllata, il Centro Ricerche Plast-optica di Udine. Ha sviluppato negli ultimi anni una rete di oltre 1000 partner tra Università, enti di ricerca ed industrie nazionali ed internazionali. Nell'ambito della collaborazione internazionale, il CRF svolge un ruolo trainante per la ricerca europea sulla mobilità competitiva e sostenibile: sia nel IV sia nel V Programma Quadro di Ricerca della U.E. è leader europeo per numero di progetti accettati (nel solo V Programma Quadro ha vinto 198 progetti).

Per quanto riguarda le attività nel campo dell'idrogeno il CRF ha maturato competenze nelle seguenti aree:

1. Impostazione veicolo con sistema di propulsione fuel cells:
  - Impostazione dell'architettura del Fuel Cell System (FCS) e del powertrain;

- Dimensionamento di massima dei principali componenti e sottogruppi sulla base dei target di consumi e prestazioni veicolo.
2. Progettazione e realizzazione dei principali componenti e sottosistemi del FCS:
    - Progettazione fluidodinamica e meccanica di compressori dinamici per un FCS di impiego veicolistico
    - Progettazione e realizzazione del circuito dell'alimentazione aria per un FCS per uso veicolistico: pipeline, airbox, pressurizzatori, dispositivi per umidificazione aria e recupero acqua.
  3. Progettazione esecutiva veicolo con sistema a celle di combustibile:
    - Studio layout linea alimentazione idrogeno con identificazione dei componenti critici sulla base dell'identificazione dei rischi associati all'impiego del gas su veicolo.
    - Studio di layout di un veicolo con sistema di propulsione a fuel cells
    - Progettazione esecutiva e posa in opera di un FCS
    - Progettazione esecutiva di un veicolo con sistema di propulsione con fuel cells
  4. Caratterizzazione statica e dinamica dei sottosistemi del FCS e del powertrain completo per verifica prestazioni e sviluppo modellistica per controllo e gestione (virtual prototyping).
  5. Controllo FCS:
    - Sviluppo strategie di gestione e controllo
    - Progettazione e verifica degli anelli di regolazione dei sottosistemi che compongono il FCS
    - Sviluppo e definizione strategie di supervisione , gestione e diagnosi FCS
    - Verifiche e validazione controllo con test su prototipo FCS
  6. Analisi e studio di sistema relativo alle principali catene energetiche di produzione combustibili e di stoccaggio idrogeno.

Nel 2001 il CRF ha ricevuto il premio Legambiente per il prototipo Seicento H2 a FC fase 1 (con architettura ibrida a batterie di tipo *Auxiliary Power Unit* - APU) sviluppata con il cofinanziamento del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio.

#### **P14: Nuvera Fuel Cells Europe**

Nuvera Fuel Cells Europe ha per unico oggetto di attività la ricerca, sviluppo produzione e commercializzazione di celle a combustibile (Fuel Cells) di tipo PEM (Proton Exchange Membrane). Le risorse umane consistono di 42 dipendenti al 28.02.03, e lo stabilimento di produzione si trova a Milano.

La struttura di ricerca e sviluppo e di progettazione è composta al 28.02.03 da 33 persone. Il gruppo progettazione dispone di sistemi CAD (2D e 3D) e di codici a elementi finiti per lo studio della fluidodinamica e dello scambio di calore, la simulazione elettrochimica è svolta con modelli sviluppati internamente su Excel.

Il gruppo sperimentale dispone di laboratori per un area totale di circa 500 m2 in cui sono utilizzate le seguenti apparecchiature:

1. 20 impianti di prova per celle a combustibile a membrana polimerica (da celle singole da pochi Watt fino a stack da 50 kW);
2. 2 catene elettrochimiche (potenziostato/galvanometro + analizzatore di risposta in frequenza);

3. gascromatografo;
4. analizzatore di monossido di carbonio;
5. colorimetro.

Le competenze presenti nel gruppo abbracciano l'ingegneria chimica e meccanica, la chimica e l'elettrochimica. In particolare sono svolte con regolarità le seguenti attività:

1. progettazione meccanica, fluidodinamica e termica di celle a combustibile a membrana polimerica;
2. caratterizzazione meccanica, elettrica, termica fluidodinamica, elettrochimica dei componenti primari di una cella a combustibile a membrana polimerica;
3. assemblaggio e sperimentazione di celle a combustibile a membrana polimerica (prove di caratterizzazione e di durata);
4. sviluppo ed esercizio di sistemi integrati di celle a combustibile a membrana polimerica (stack più ausiliari).

Nell'ambito di progetti finanziati e di collaborazione privata, la struttura è in continuo contatto con ENEA (Casaccia, Roma), CNR-ITAE (Messina), Centro Ricerche Fiat (Orbassano, Torino) e università italiane ed europee. Negli ultimi 6 anni De Nora FC prima e Nuvera FC Europe poi ha preso parte a più di 10 progetti europei di ricerca e dimostrativi su idrogeno e celle a combustibile, collaborando con partner industriali come Renault, PSA-Peugeot, Air Liquide, ALCATEL ed altri.

Per le attività di progettazione, assemblaggio e sperimentazione vengono seguite procedure redatte in conformità del sistema di qualità (Certificazione ISO 9001: 2000). Per le attività di assemblaggio di stack di celle a combustibile a membrana polimerica viene utilizzato un sistema gestionale (ERP).

#### **P15: Ansaldo Fuel Cells**

*Ansaldo Fuel Cells (AFCo)*, costituita nel dicembre 2001 per scissione da Ansaldo Ricerche del Gruppo Finmeccanica (Società di ingegneria Hi-Tech, precedentemente centro di ricerca *corporate* ANSALDO), è uno dei principali attori europei nello sviluppo di celle a combustibile, ed è focalizzata allo sviluppo, produzione e commercializzazione di celle a combustibile a carbonati fusi (MCFC). AFCo beneficia di oltre 20 anni di investimenti in sviluppo tecnologico delle celle MCFC effettuati da Ansaldo Ricerche. Quest'ultima, dopo aver operato nelle diverse filiere di celle a combustibile (PAFC, PEM, MCFC) ha focalizzato i suoi sforzi sulla tecnologia MCFC, considerata più' attraente per applicazioni di media taglia (fino a 20-30 MW).

Conclusasi, nel 1999, una prima fase di sviluppo, culminata con la prova di un impianto "*proof of concept*" da 100 kW presso Enel Ricerca a Milano e Iberdrola in Spagna, è stato avviato un articolato programma dimostrativo che prevede la realizzazione di numerosi impianti per diverse applicazioni ed alimentati con differenti combustibili, in parallelo al completamento dello sviluppo tecnologico ed alla messa a punto dei processi produttivi. La fase dimostrativa è prevista concludersi nel 2006 e sarà seguita da alcune repliche dei dimostrativi per applicazioni specifiche, in ottica pre-commerciale, quale transizione alla fase di produzione in massa e commercializzazione.

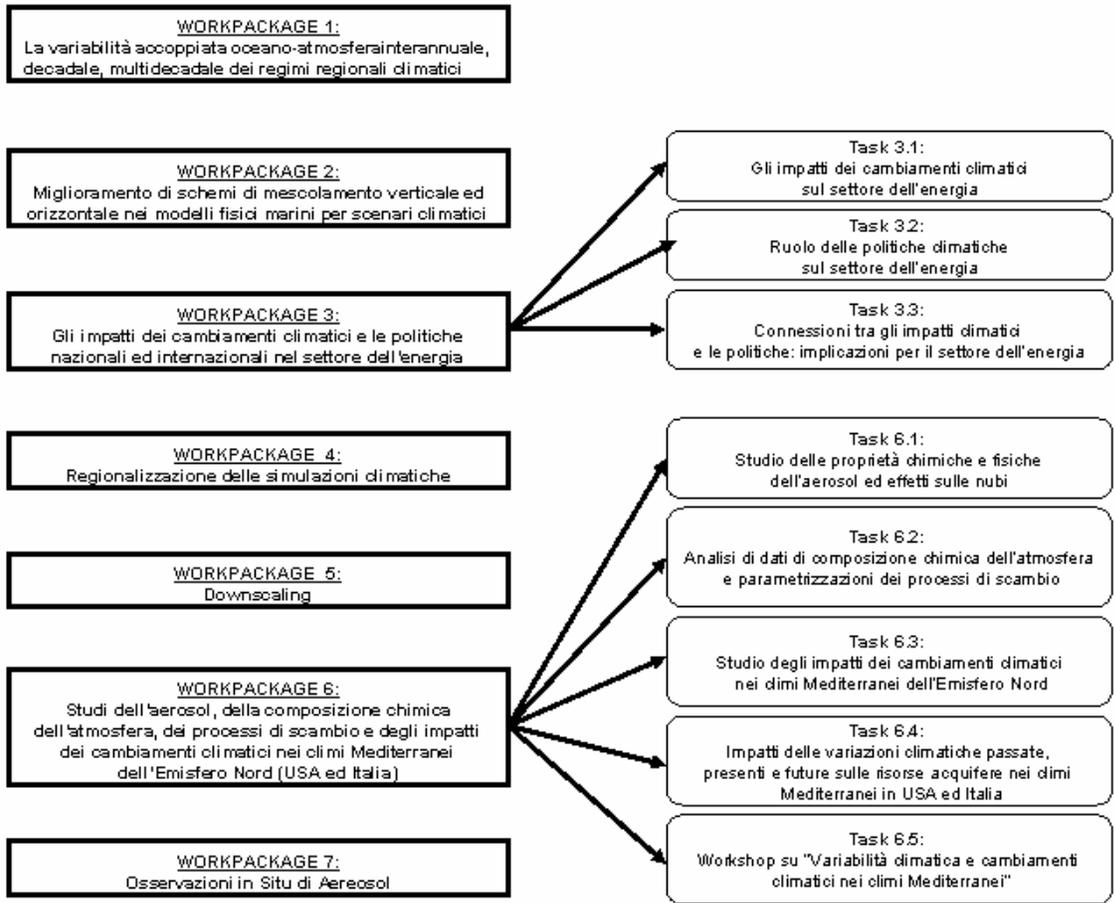
Attualmente l'attività è concentrata sullo sviluppo di un generatore di energia elettrica package da 500 kW nominali funzionante a Gas Naturale. Sono in corso di realizzazione anche altri dimostrativi alimentati con diversi combustibili e finalizzati a specifici obiettivi tecnologici. Tra questi il dimostrativo per uso navale alimentato a gasolio, da realizzare a terra in Turchia e gli impianti Serie 100 di Trisaia (alimentato a gas da biomasse) e di Giugliano (alimentato a gas da discarica), oltre alle unità

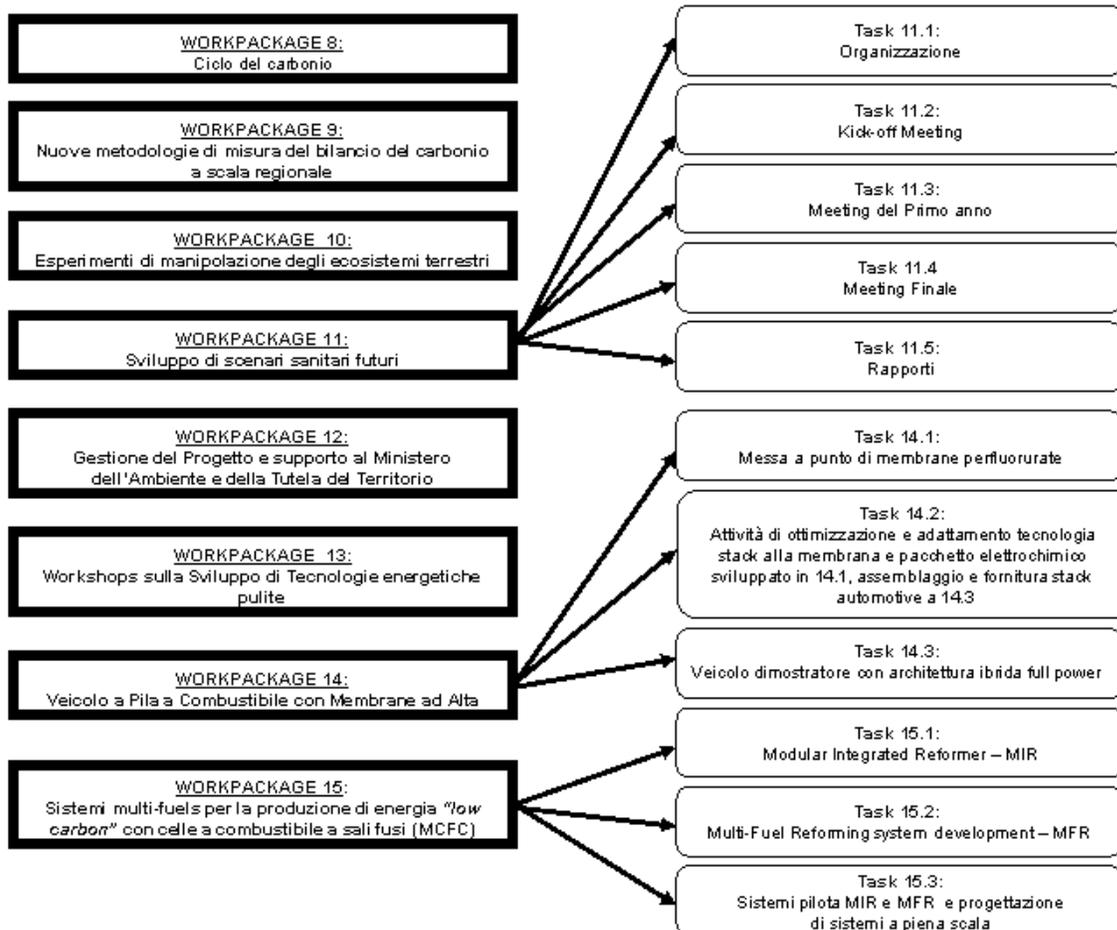
Serie 100 di Bosco Marengo (presso la società FN) e di Milano (presso il CESI), finalizzati alla messa a punto dell'accoppiamento ibrido delle celle con microturbine a gas. Per quanto riguarda i processi produttivi, è in corso l'installazione di un primo nucleo di insediamento produttivo su scala pilota, destinato a successivi ampliamenti.

# STRUTTURA DEL PROGETTO IN WORKPACKAGES

Il Progetto si divide in 14 *Workpackage* che sono:

1. **WP1**: La variabilità accoppiata oceano-atmosfera interannuale, decadale, multidecadale dei regimi regionali climatici
2. **WP2**: Miglioramento di schemi di mescolamento verticale ed orizzontale nei modelli fisici marini per scenari climatici
3. **WP3**: Gli impatti dei cambiamenti climatici e le politiche nazionali ed internazionali nel settore dell'energia
4. **WP4**: Regionalizzazione delle simulazioni climatiche
5. **WP5**: Downscaling
6. **WP6**: Studi dell'aerosol, della composizione chimica dell'atmosfera, dei processi di scambio e degli impatti dei cambiamenti climatici nei climi Mediterranei dell'Emisfero Nord (USA ed Italia)
7. **WP7**: Osservazioni in Situ di Aerosol
8. **WP8**: Ciclo del carbonio
9. **WP9**: Nuove metodologie di misura del bilancio del carbonio a scala regionale
10. **WP10**: Esperimenti di manipolazione degli ecosistemi terrestri
11. **WP11**: Sviluppo di scenari sanitari futuri
12. **WP12**: Gestione del Progetto e supporto al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio
13. **WP13**: Workshops sulla Sviluppo di Tecnologie energetiche pulite
14. **WP14**: Veicolo a Pila a Combustibile con Membrane ad Alta Temperatura
15. **WP15**: Sistemi multi-fuels per la produzione di energia "low carbon" con celle a combustibile a sali fusi (MCFC)





# PIANO DI LAVORO

## Descrizione dettagliata in Workpackage

### **WORKPACKAGE 1: La variabilità accoppiata oceano-atmosfera interannuale, decadale, multidecadale dei regimi regionali climatici**

Questo *Workpackage* ha come **obiettivi**:

1. **migliorare la comprensione delle scale di interazione del sistema climatico accoppiato;**
2. **potenziare la simulazione della variabilità interannuale e decadale nei modelli numerici accoppiati;**
3. **analizzare i cambiamenti nei regimi climatici regionali dovuti a cambiamenti globali;**
4. **valutare l'estensione degli errori sistematici nei modelli numerici ad alta risoluzione.**

Tali obiettivi verranno affrontati con un approccio multiplo che comprenderà esperimenti di simulazione, miglioramenti di rappresentazioni di processi fisici e valutazione degli errori sistematici e la loro influenza sulla riproducibilità dei risultati.

Si condurranno un *ensemble* di esperimenti climatici a sufficiente alta risoluzione (T106) con i modelli disponibili (NCAR, GFDL, COLA, INGV) e sufficientemente lunghi temporalmente (220-300 anni) per permettere uno studio statistico delle variabilità. La variabilità di riferimento (*baseline variability*) sarà valutata con esperimenti di controllo (condizioni climatiche attuali) che stabiliranno la qualità delle simulazioni. Inoltre esperimenti di scenario verranno condotti con la stessa scala temporale per valutare i cambiamenti nella statistica dei regimi climatici e il loro impatto sul clima regionale.

Varie procedure saranno utilizzate al fine di aumentare la confidenza nei risultati:

- 1) *ensemble* a più bassa risoluzione;
- 2) esperimenti ad alta risoluzione con modelli globali accoppiati;
- 3) esperimenti “*time-slice*” all'interno di scenari per aumentare ulteriormente la risoluzione spaziale.

Gli scenari usati saranno almeno due: lo scenario ad alta emissione A2 e lo scenario a bassa emissione B2. Il livello di confidenza delle previsioni di cambiamenti climatici sarà analizzata usando il “*multimodel ensemble*”. Questo metodo permetterà di avere stime di errori sulle previsioni regionali in termini di affidabilità dei risultati, analizzando la “riproducibilità” (la tendenza dei modelli a riprodurre la stessa previsione) e la capacità predittiva dei modelli oltre il rumore naturale del sistema climatico.

Gli schemi di miscuglio turbolento (*turbulent mixing schemes*) negli oceani e nell'atmosfera verranno analizzati e nuove parameterizzazioni verranno esaminate. Infine la parameterizzazione degli aerosol sarà migliorata con una nuova formulazione.

**Responsabile:** INGV

**Partecipanti:** ICTP; ARPA

**Collaborazioni USA:** NCAR, GFDL, COLA, IPRC, CU

**Durata:** 0 - 24 mesi

**Elementi da fornire:** *Data-set* di simulazioni climatiche, rapporti dei workshop.

## **WORKPACKAGE 2: Miglioramento di schemi di mescolamento verticale ed orizzontale nei modelli fisici marini per scenari climatici**

Questo *Workpackage* ha come **obiettivo**:

- 1. il miglioramento degli schemi di mescolamento verticale ed orizzontale nei codici dei modelli fisici marini al fine di poter usare tali modelli marini in maniera più efficace per realizzare delle proiezioni climatiche.**

Tutti i codici climatici oggi in uso devono accontentarsi di risolvere scale orizzontali non inferiori ai 100 Km. Per quanto riguarda le scale verticali, non si possono usare scale inferiori ai 30 metri. Il che significa che sia in orizzontale che in verticale esiste tutta una serie di processi fisici di mescolamento che non può essere "risolta" numericamente. Per includere tali processi fisici, ci vogliono dei modelli. Si sa da molti anni che una delle caratteristiche più generali in oceanografia, il trasporto di calore dalle regioni equatoriali verso il Nord, dell'ordine di qualche Petawatt, è molto sensibile al valore della diffusione verticale che si usa. Poiché un codice climatico deve essere in grado di fare prognostici del clima nei prossimi 50-100 anni, c'è una necessità di base che tali modelli di mescolamento siano quanto più possibile prognostici.

Un gruppo di ricercatori della *Columbia University (CU)* ha da anni dedicato i loro sforzi per costruire modelli fisici per descrivere tali processi. Il lavoro svolto sinora ha dato origine ad un modello di mescolamento verticale che è senza dubbio quello con il maggior contenuto fisico di tutti quelli esistenti. Tale modello è stato ampiamente provato ed una prima parte della collaborazione con il gruppo dei ricercatori del INGV sarà quella di inserirlo nei loro codici oceanografici. Per dare maggior credibilità ai tali modelli, è anche importante usare un modello oceanografico diverso da quello usato al INGV. Tale nuovo modello, che in Italia non esiste ancora ma che negli USA sta assumendo uno stato di chiara supremazia, è il modello *HYCOM* sviluppato da anni alla *University of Miami* (R. Bleck). In tale modello, la coordinata verticale  $z$  è sostituita dalla densità, in osservanza del fatto ben noto che i fenomeni fisici avvengono su superfici di densità costante, non a  $z$ -costante. Quindi tali codici sono una interpretazione più fisica della realtà oceanografica. Si apporterebbero quindi due novità:

- un modello oceanografico alternativo a quello esistente al INGV;
- un modello fisico più completo dei processi di mescolamento turbolento.

Per quanto riguarda il mescolamento orizzontale, il gruppo di CU ha finito da poco uno studio durato quattro anni di un nuovo modello assai più completo di quello usato universalmente sinora. Quest'ultimo è totalmente empirico mentre quello sviluppato all'CU è derivato dalle equazioni basiche della fluidodinamica. Tale nuovo modello non può però ancora essere usato in uno studio climatico. Bisogna infatti fare delle prove usando un codice oceanografico a se stante onde accertare se si apportano miglioramenti significativi rispetto ai modelli empirici usati sinora da tutti. Anche in questo caso, si useranno due codici oceanografici, quello in coordinate  $z$  usato all'INGV ed il modello HYCOM.

In conclusione, questo programma di lavoro ha come finalità quella di migliorare i modelli di mescolamento verticale ed orizzontale nei codici oceanografici onde dare maggior credibilità alle predizioni climatiche dei medesimi.

**Responsabile:** CU

**Partecipanti:** INGV

**Durata:** 0 - 12 mesi

**Elementi da fornire:** codici di modelli fisici marini ed esperimenti di simulazioni numeriche.

## **WORKPACKAGE 3: Gli impatti dei cambiamenti climatici e le politiche nazionali ed internazionali nel settore dell'energia**

Questo *Workpackage* ha come **obiettivo**:

- 1. la valutazione quantitativa e qualitativa delle implicazioni dei cambiamenti climatici e delle relative politiche di controllo sul settore energetico.**

Lo studio sarà strutturato secondo le seguenti linee:

1. gli impatti dei cambiamenti climatici in termini di richiesta e fornitura energetica saranno identificati e misurati;
2. le principali politiche nazionali e internazionali nel campo dei cambiamenti climatici saranno descritti ed il loro effetto sul settore energetico sarà analizzato.

Infine sarà fornito uno studio coerente e comprensivo delle interrelazioni tra gli impatti dei cambiamenti climatici e le politiche nel contesto del settore energetico.

### **Task 3.1: Gli impatti dei cambiamenti climatici sul settore dell'energia**

Gli effetti degli impatti climatici sul settore energetico (cambiamenti nella fornitura energetica, nella richiesta energetica ed effetti diretti sui trasporti, ed industrie) saranno simulati con un approccio modellistico CGE e misurati secondo le tecniche integrate econometriche *top-down*.

### **Task 3.2: Ruolo delle politiche climatiche sul settore dell'energia**

Verranno identificati tutte le conseguenze delle politiche nazionali ed internazionali di adattamento e mitigazione analizzando dei casi di studio dove sono applicate differenti politiche climatiche. In particolare, sarà intrapresa una analisi dello stato dell'arte delle politiche climatiche nel campo energetico, valutando la loro efficacia ed il loro potenziale per futuri sviluppi.

### **Task 3.3: Connessioni tra gli impatti climatici e le politiche: implicazioni per il settore dell'energia**

Verrà applicato un approccio integrato combinando le opzioni delle politiche identificate nel Task 2.2 con le simulazioni di impatti del Task 2.1, al fine di individuare le migliori strategie in termini di bassi impatti economici per il settore energetico ed alta efficacia ambientale.

**Responsabile:** FEEM

**Partecipanti:** ENI

**Collaborazioni USA:** EPRI, Stanford University, EXXON-MOBIL

**Durata:** 0 - 24 mesi

**Elementi da fornire:** Rapporto di sintesi degli impatti dei cambiamenti climatici sul settore energetico e rapporto policy per le implicazioni per il settore energetico e per le possibili strategie.

## **WORKPACKAGE 4: Regionalizzazione delle simulazioni climatiche**

Questo *Workpackage* ha come **obiettivi**:

- 1. produzione di un primo *run* di (max) 30 anni, per il periodo 1960-1990 avente lo scopo di simulare il clima attuale sul nostro paese. Tale simulazione verrà svolta ad una risoluzione di 20 Km. utilizzando il *Regional Climate Model (RegCM)* disponibile presso l'ICTP.**
- 2. realizzazione di due simulazioni di scenario futuro (A2 e B2) per il periodo 2070-2100 usando lo stesso modello regionale *RegCM* ad una risoluzione di 20 km che copra il territorio italiano (più regioni adiacenti necessarie per il *nesting*).**
- 3. Sviluppo di modelli di aerosol atmosferico che includano in particolare solfati e aerosol carbonacei; inclusione di questi modelli nel modello climatico regionale *RegCM* e simulazione del forcing radiativo associato agli aerosol di origine Europea.**

Le condizioni al contorno per le simulazioni di cui ai punti 1) e 2) saranno fornite dallo stesso modello usato (sia come simulazione di clima attuale che come scenario) ad una risoluzione di 50 km (ottenute nell'ambito del progetto UE "*Prudence*" di cui ICTP è partner) su un dominio europeo. Tali simulazioni a 50 Km useranno invece come BC le simulazioni fornite dal modello globale dell'*Hadley Centre*. Gli scenari delle emissioni usati per le simulazioni di scenario saranno gli scenari A2 e B2 dell'IPCC.

Lo sviluppo dei modelli di cui all'Obiettivo 3 si gioverà delle attività di modellistica attualmente in corso all'ICTP. Uno schema di emissione, trasporto, calcolo di forcing radiativo e rimozione di tracers atmosferici è già disponibile nel modello *RegCM*. Questo schema sarà adattato e migliorato per includere le emissioni e la chimica che porta alla formazione degli aerosols sulla regione Europea. Lo schema di aerosol sviluppato per questo workpackage sarà reso disponibile per altri modelli sviluppati come parte della collaborazione Italia-USA.

**Responsabile:** ICTP

**Partecipanti:** ARPA

**Collaborazioni USA:** NCAR, NASA

**Durata:** 0 - 24 mesi

**Elementi da fornire:** *Dats-sets* di simulazioni climatiche, rapporti dei workshop,

## **WORKPACKAGE 5: Downscaling**

Questo *Workpackage* ha come **obiettivi**:

1. **validazione delle simulazioni del clima attuale (1960-1990) ottenute nel WP 3 usando diverse serie temporali di dati a diversa risoluzione spazio/temporale (dati giornalieri/mensili) e tipologia (dati puntuali di osservazione e analisi su grigliato) relativi al territorio nazionale e che saranno messi a disposizione ed elaborati da ARPA-SMR. Verrà in particolare data enfasi alla validazione delle simulazioni dei parametri al suolo e degli eventi meteorologici più intensi (precipitazioni intense, periodi di anomalia termica ecc.).**
2. **definizione di schemi di *downscaling* di tipo statistico dei modelli di circolazione generale dell'atmosfera-oceano (AOGCM) sull'area del Nord Italia con possibile estensione anche al resto del territorio nazionale.**

In dettaglio le attività al punto 2) prevedono:

- costruzione dei data set osservati necessari alla validazione delle simulazioni;
- Individuazione di indici della circolazione di larga scala che possano fungere da potenziali predittori delle tecniche di *downscaling* da realizzare;
- Analisi del *link* statistico tra tali predittori estratti dalle rianalisi ed il *weather* al suolo (i predittandi) sul territorio del nord Italia con possibile estensione anche al resto del territorio nazionale (\*). Selezione di un set ottimale di predittori;
- Costruzione del modello di *downscaling* statistico tra predittori e predittandi e definizione di serie temporali di grandezze al suolo "*downscaled*"; Validazione di tali grandezze al suolo con i dati osservati;
- Applicazione delle stesse metodologie di *downscaling* ai modelli AOGCM relativamente al periodo 1960-2000 e validazione;
- Applicazione delle stesse metodologie di *downscaling* alle simulazioni di scenario (A2e B2) per la definizione di scenari climatici futuri a scala locale.

**Responsabile:** ARPA-SMR

**Collaborazioni USA:** NCAR, NASA

**Durata:** 0 - 24 mesi

**Elementi da fornire:** *Dats-sets* di simulazioni climatiche, rapporti dei workshop,

## **WORKPACKAGE 6: Studi dell'aerosol, della composizione chimica dell'atmosfera, dei processi di scambio e degli impatti dei cambiamenti climatici nei climi Mediterranei dell'Emisfero Nord (USA ed Italia)**

### **Task 6.1: Studi sulle forzature radiative dirette indotte dagli aerosol e dalle nubi cirriformi nell'area del Mediterraneo (65.000 euro)**

Questo Task ha come **obiettivi**:

1. ottenere una caratterizzazione delle proprietà radiative degli aerosol di origine naturale e antropica presenti nell'area del Mediterraneo, per mezzo di misure di irradianza solare diretta e diffusa, misure lidar e misure *in-situ* del materiale particolato, dedicando particolare attenzione al problema di ottenere una calibrazione omogenea dei radiometri operanti nell'area (AERONET);
2. eseguire *closure studies* sui parametri radiativi degli aerosol mediante misure di confronto tra misure *in-situ* e misure di radiometria solare, misure *in-situ* e misure lidar, misure *in-situ* e osservazioni da satellite, misure lidar e osservazioni da satellite, misure di radiometria solare e misure lidar, misure di radiometria solare e osservazioni da satellite; e
3. valutare gli effetti radiativi prodotti sul bilancio di radiazione del sistema superficie-atmosfera dalle nubi cirriformi sottili (cirri e cirrostrati).

**E' noto che gli aerosol di origine naturale e antropica producono importanti effetti diretti sul bilancio di radiazione del nostro pianeta, principalmente a causa dei processi di scattering e assorbimento della radiazione solare che determinano di fatto cambiamenti nelle caratteristiche di albedo del sistema superficie-atmosfera. Anche le nubi stratificate, come i cirri e i cirrostrati generano importanti effetti sul bilancio di radiazione della Terra, sia agendo sulla radiazione solare incidente sia sulla radiazione infrarossa emessa verso lo spazio. Il presente programma intende approfondire le conoscenze sulle proprietà radiative di aerosol di diversa origine (marina, vulcanica, desertica, rurale, continentale, urbana) e sulle proprietà radiative di nubi d'alta quota.**

In particolare, lo studio sarà mirato a:

- (1) sviluppare procedimenti di calibrazione dei fotometri solari (IR-RAD e CIMEL) e degli aureolametri (PREDE) per ottenere insiemi omogenei di dati multispettrali di irradianza solare diretta e diffusa, dai quali ricavare precise valutazioni dei parametri radiativi di aerosol e nubi (spessore ottico, funzione di fase, indice complesso di rifrazione del materiale colonnare, albedo di singolo scattering. ....): in tale contesto, sono programmate campagne di calibrazione per i summenzionati fotometri solari in modo da uniformarne le prestazioni anche in riferimento alla rete AERONET operante nel Mediterraneo;
- (2) verificare l'attendibilità dei risultati forniti dalle misure di radiometria solare, profili lidar, misure *in-situ* della composizione del materiale particolato, mediante attenti e sistematici confronti eseguiti con tecniche di *closure* al suolo e nella colonna verticale atmosferica;
- (3) sviluppare codici di calcolo per la messa a punto di modelli di trasporto radiativo in polidispersioni di particelle di aerosol, goccioline di nube e strati sottili di cristalli di ghiaccio;
- (4) svolgere studi sui processi di generazione di aerosol, riservando particolare attenzione alla capacità di agire come nuclei di ghiacciamento e ai processi di scavenging degli aerosol dovuti a goccioline di nube e cristalli di ghiaccio.

### **Task 6.2: Studio delle proprietà chimiche e fisiche dell'aerosol ed effetti sulle nubi (150.000 euro)**

Questo *Task* ha come **obiettivi**:

- 1. ottenere una caratterizzazione chimica e fisica di alcune tipologie di popolazioni di aerosol: aerosol urbano, aerosol di siti confinanti con aree urbane, aerosol rurale, aerosol marino e aerosol nella troposfera libera**
- 2. utilizzare questi dati sperimentali per predire, mediante un “*cloud parcel model*”, con microfisica e chimica dettagliata, la distribuzione dimensionale in numero delle goccioline. Il risultato delle simulazioni permetterà di ottenere parametrizzazioni più accurate di quelle attualmente utilizzate, da introdurre in modelli a più larga scala.**

La caratterizzazione delle proprietà chimiche e fisiche delle diverse popolazioni di aerosol studiate durante il progetto sarà essenziale anche per quanto riguarda lo studio dell'effetto climatico diretto dell'aerosol. Tali proprietà infatti definiscono le caratteristiche ottiche di assorbimento e di riflessione della popolazione di particelle, la sua igroscopicità e determinano quindi l'effetto diretto dell'aerosol.

In particolare si il lavoro si articolerà:

- 1) sviluppo del modello di nube e “riduzione” dei dati sperimentali disponibili a dati di input per il modello di nube .
- 2) Calcolo dei coefficienti di attività dell'acqua per soluzioni complesse di sali inorganici e composti organici e modifica delle equazioni che governano la formazione delle goccioline (che attualmente sono valide solo per soluzioni elettrolitiche di sali inorganici escludendo l'effetto dei componenti organici). Tali coefficienti di attività permetteranno anche di calcolare i parametri igroscopici utili per lo studio dell'effetto diretto dell'aerosol
- 3) simulazioni mediante *cloud parcel model* di distribuzioni dimensionali in numero per le diverse popolazioni di goccioline corrispondenti alle diverse tipologie di CCN.
- 4) Sviluppo di parametrizzazioni per modelli a più ampia scala (regionali o globali)

### **Task 6.3: Analisi di dati di composizione chimica dell'atmosfera e parametrizzazioni dei processi di scambio (70.000 euro)**

Questo *Task* ha come **obiettivi**:

- 1. derivare informazioni sulla concentrazione e distribuzione spaziale di gas in tracce e particolato nello strato limite atmosferico allo scopo di identificare i principali processi di trasporto e di scambio in relazione alla collocazione e proprietà delle sorgenti ed alla circolazione atmosferica.**
- 2. formulare parametrizzazioni dei processi di scambio suolo-strato limite e strato limite-troposfera libera da utilizzarsi in modelli climatici a scala regionale e globale.**

In particolare il lavoro si articolerà in:

- analisi di banche dati di concentrazione di gas in tracce e di particolato e delle relative condizioni meteorologiche a scala europea.
- sviluppo di parametrizzazione dei processi di scambio nello strato limite finalizzati all'impiego in modelli di trasporto e trasformazione chimica

### **Task 6.4: Cambiamenti Climatici (130.000 euro)**

#### **6.4a Studio degli impatti dei cambiamenti climatici nei climi Mediterranei dell'Emisfero Nord**

E' noto che per fare previsioni climatiche è necessario ricostruire il clima del passato. Le variazioni

climatiche hanno un andamento fluttuante e non vanno nella stessa direzione in tutto il globo, è quindi importante ricostruire le variazioni climatiche per aree limitate. Di particolare interesse è il bacino del Mediterraneo sia per il carattere peculiare della situazione meteorologica, sia perché si trova in una zona semiarida della fascia subtropicale che comprende regioni molto sensibili anche a non vistose variazioni del totale annuo di precipitazione e che possono avere analogie, dal punto di vista climatico con zone della parte sud occidentale degli USA. Allo stato attuale manca una ricostruzione attendibile del clima del Mediterraneo negli ultimi secoli per carenza di dati disponibili sia strumentali che *proxy*. L'Italia, in virtù della sua posizione geografica, può essere considerata un osservatorio privilegiato per tali studi.

Questa area ha come **obiettivi:**

1. **la creazione, per l'Italia, di una banca dati climatologica, relativa agli ultimi 200 anni, il più completa possibile per numero di parametri (temperatura, precipitazioni, pressioni, copertura nuvolosa, ecc.) e a più alta risoluzione spaziale possibile;**
2. **la descrizione e, dove è possibile anche il recupero, delle serie storiche strumentali disponibili per il bacino del Mediterraneo;**
3. **lo studio integrato di output di modelli numerici e risultati di analisi storiche di record strumentali per comprendere i meccanismi responsabili delle anomalie in questi climi Mediterranei, cercando di mettere in evidenza teleconnessioni (ENSO, NAO, OA).**

#### **6.4b Impatti delle variazioni climatiche passate, presenti e future sulle risorse acquifere nei climi Mediterranei in USA ed Italia**

Questa area ha come **obiettivo:**

1. **dare un quadro completo, derivato dall'analisi di serie giornaliere sull'evoluzione del comportamento delle precipitazioni in Italia durante gli ultimi due secoli, sia per quanto riguarda gli eventi precipitativi intensi ed estremi, sia per quanto riguarda i periodi siccitosi.**

I risultati delle analisi saranno valutati come indicatori di cambiamenti climatici, infatti variazioni di questo tipo sono spesso connesse con uno *shift* nei contributi relativi di precipitazioni originate da meccanismi di tipo frontale, orografico e convettivo dovuto a variazioni nella circolazione atmosferica. Di particolare interesse sarà il confronto tra i risultati ottenuti dall'analisi delle serie italiane con quelli ottenuti dall'analisi di serie analoghe relative alle zone occidentali degli USA

#### **6.5 Workshop su “Variabilità climatica e cambiamenti climatici nei climi Mediterranei” (25.000 euro)**

Questo *Task* ha come **obiettivo:**

1. **l'organizzazione di un *workshop* focalizzato sui climi Mediterranei dell'area occidentale degli USA e del Sud-Europa, che sono fortemente modulati dalle oscillazioni climatiche a larga-scala, come ENSO, PDO e AO/NAO.**

**Responsabile:** ISAC-CNR

**Collaborazioni USA:** CDC-NOAA, CALTECH, Colorado State University, GSFC-NASA, AMES NASA, Wisconsin University.

**Durata:** 0 - 24 mesi

**Elementi da fornire:** serie di dati sulle caratteristiche fisico-chimiche dell'aerosol atmosferico, parametrizzazione di processi in nube, sviluppo di modelli, simulazioni numeriche, analisi dati climatici, creazione di una banca dati climatologica e organizzazione di 1 workshop.

## **WORKPACKAGE 7: Osservazioni in Situ di Aerosol**

Questo *Workpackage* ha come **obiettivi**:

1. **la messa a punto di un apparato per misure di aerosol stratosferico;**
2. **lo studio e la realizzazione di missioni su piattaforma stratosferica, in base alle opportunità di volo che verranno identificate, dedicate alla raccolta di aerosol di dimensioni microniche e submicroniche presenti in atmosfera a quote comprese tra i 30 e i 40 km dalla superficie terrestre;**
3. **misure di calibrazione su tale apparato e analisi dati stratosferici, raccolti grazie alle opportunità di volo di cui al punto 2, mediante una o più tra le seguenti tecniche: FE-SEM (Field Emission Scanning Electron Microscopy), EDX (Energy Dispersive X-ray), spettroscopia micro-IR, mineralogia, TEM (Transmission Electron Microscopy), XRF (Synchrotron X-Ray Fluorescence) FTIR (Synchrotron Fourier Transform), InfraRed spectroscopy e SIMS (Secondary Ions Mass Spectrometry).**

Le caratteristiche dello strumento da sviluppare sono brevemente elencate di seguito:

- possibilità di effettuare operazioni autonome per alcune decine di ore, in modo da operare in modo indipendente su piattaforma stratosferica;
- le risorse necessarie devono essere minimizzate, per permetterne l'uso anche come *payload* secondario in lanci di pallone che prevedono uno strumento principale;
- possibilità di recuperare lo strumento per successive analisi dei campioni e riutilizzo dello strumento con minimi riadattamenti;
- possibilità di raccogliere aerosol nell'intervallo dimensionale superiore a 0.1  $\mu\text{m}$ ;
- possibilità di raccogliere particelle direttamente sui substrati utilizzati nell'analisi di laboratorio successive.

Lo strumento dovrà essere realizzato e calibrato; a causa delle diverse condizioni ambientali in stratosfera non sarà possibile utilizzare impattori commerciali, ma si dovrà sviluppare uno studio fluidodinamico ad hoc per realizzare il disegno dello strumento. Anche se la realizzazione e caratterizzazione dello strumento fa parte della prima fase di questo WP, il suo disegno di massima è già stato sviluppato sulla base di precedenti esperienze e collaborazioni. Un sistema di pompaggio campionerà il gas atmosferico contenente gli aerosol e permetterà la raccolta di questi ultimi per mezzo di impattori inerziali costituiti direttamente dai substrati per le analisi di laboratorio che si intendono eseguire. Questo permetterà di ridurre al minimo la contaminazione successiva. Un sistema di controllo elettronico si occuperà della gestione degli apparati nel modo il più autonomo possibile dai sistemi di bordo. La completa calibrazione dello strumento si potrà ottenere solo utilizzando una camera di simulazione delle condizioni stratosferiche. Mentre alcune prove potranno essere effettuate grazie ad apparati già presenti nel *Laboratorio di Fisica Cosmica UPa-OAC (LFC)*, si considererà la possibilità di utilizzare dispositivi presenti presso istituti danesi o statunitensi.

Le possibilità di volo dovranno essere individuate all'interno del programma di palloni stratosferici dell'*Agenzia Spaziale Italiana* e di altri programmi in cui si possa individuare la necessaria disponibilità di risorse; il costo di questi voli, se realizzati con lo strumento utilizzato come *payload* aggiunto e indipendente, sarà limitato al semplice supporto di personale per l'integrazione e le operazioni di lancio, oltre che per il recupero. In linea di principio si potranno effettuare alcuni voli l'anno, in funzione della disponibilità di piattaforme, oppure organizzare un lancio ad hoc, anche in funzione di eventi di particolare interesse (ad es. eruzioni vulcaniche con immissione di materiale in stratosfera).

Successivamente al recupero dei campioni stratosferici, se ne potrà realizzare la completa caratterizzazione grazie alla strumentazione disponibile presso il LFC. In particolare l'indagine FE-SEM

(*Field Emission Scanning Electron Microscopy*) permette di ottenere la distribuzione dimensionale e la morfologia del campione, l'analisi EDX (Energy Dispersive X-ray) fornisce lo spettro di abbondanza degli elementi, la spettroscopia micro-IR, eseguibile sulle particelle di dimensioni maggiori, la mineralogia. Altre analisi potranno essere eseguite su campioni di particolare interesse attraverso delle collaborazioni esterne per mezzo di altre tecniche quali la Transmission Electron Microscopy (TEM), Synchrotron X-Ray Fluorescence (XRF), Synchrotron Fourier Transform (FTIR) InfraRed spectroscopy, e Secondary Ions Mass Spectrometry (SIMS).

Le informazioni che sarà possibile raccogliere con questo apparato sperimentale potranno essere correlate e messe in relazione con osservazioni contemporanee effettuate con apparati *LIDAR*, in modo che sia possibile confrontare risultati ottenuti con tecniche di *remote sensing* con quelli ottenuti *in situ* (oltre alla concentrazione misurata alle quote di raccolta, saranno possibili analisi di laboratorio sulle particelle, come elencato sopra). La definizione dei parametri della suddetta popolazione assume un ruolo importante quando si studia il sistema climatico, in relazione al lungo tempo di residenza di queste particelle nella stratosfera ed alla diffusione di esse su larga scala. Gli effetti degli aerosol stratosferici di origine vulcanica sulla chimica stratosferica e sul budget di radiazione globale dipendono dalla quantità e dal tipo di materiale immesso in atmosfera.

**Responsabile:** IMFA-UPa

**Partecipanti:** INAF-Osservatorio Astronomico di Capodimonte

**Collaborazioni USA:** Los Alamos National Laboratory, University of New Mexico

**Durata:** 0 - 24 mesi

**Elementi da fornire:** Messa a punto di un apparato per raccolta di campioni, realizzazione di misure, analisi dati.

## **WORKPACKAGE 8: Ciclo del carbonio**

Questo *Workpackage* ha come **obiettivi**:

- 1. lo sviluppo di un programma per quantificare il ciclo del carbonio a scala regionale usando metodologie innovative e nuovi approcci scientifici;**
- 2. la misurazione e la modellizzazione dei *carbon sinks/sources* a scala regionale;**
- 3. l'adozione degli schemi più appropriati per lo *scaling* regionale e verifica.**

In dettaglio le attività saranno:

1. l'identificazione della variabilità spaziale e temporale dei *carbon sinks/sources* e il relativo contributo delle differenti componenti antropogeniche e biogeniche;
2. lo studio dell'impatto i cambiamenti del *land-use* e della dinamica della popolazione del ciclo del carbonio;
3. la quantificazione degli effetti del clima e dei *disturbances* naturali sugli stock e flussi di carbonio terrestre;
4. l'applicazione di nuove metodologie per studiare il metabolismo di carbonio a *plot* e alla scala di ecosistema;
5. l'integrazione dei dati degli esperimenti di manipolazione di ecosistema al fine di prevedere le future traiettorie delle risposte dell'ecosistema.

Queste attività si inseriscono nel contesto del progetto *Carbon Regional Balance - Italy and USA Program (CARBIUS)* che sarà implementato in una vasta regione occidentale degli Stati Uniti (California e Oregon) ed in Italia. La California, Oregon ed Italia presentano molti lati comuni: tipi di clima, struttura della vegetazione terrestre e evoluzioni convergenti degli ecosistemi terrestri, lunghe coste, catene montuose parallele alle coste, coesistenza di differenti tipi di *land-use*, economie industriali, forte urbanizzazione e una pressione di popolazione significativa. Nello stesso tempo queste tre aree hanno anche interessanti differenze negli aspetti sociali: la costa occidentale degli Stati Uniti sta sperimentando una rapida crescita di popolazione ed economica, mentre l'Italia è stabilizzata.

**Responsabile:** DISAFRI.UNITUS

**Collaborazioni USA:** Oregon State University, University of California Berkley, University of California Davis, San Diego State University

**Durata:** 0-24 mesi

**Elementi da fornire:** Mappe mensili del bilancio del carbonio (*sources and sinks*) dell'Italia, quantificazione dei sinks divisi per categoria di uso del suolo, quantificazione del ruolo degli incendi boschivi sulla perdita di carbonio, parametri per l'implementazione di modelli di simulazione del bilancio del carbonio

## **WORKPACKAGE 9: Nuove metodologie di misura del bilancio del carbonio a scala regionale**

Questo *Workpackage* ha come **obiettivi**:

1. lo sviluppo congiunto di nuove *airborne facilities* per misurare gli scambi gassosi dell'ecosistema a scala regionale (*airborne eddy correlation, boundary-layer budgeting methods*);
2. l'applicazione di queste tecnologie per l'esecuzione di campagne di misura atte a verificare sperimentalmente le stime ottenute attraverso misure puntuali e modelli di *up-scaling* degli scambi di CO<sub>2</sub>, vapor acqueo ed energia
3. la stima del bilancio netto, ovvero la differenza fra *source* e *sink* del Carbonio, delle aree di studio individuate nell'ambito del progetto CARBIUS.

In dettaglio le attività saranno:

1. attività di sviluppo tecnologico e di metodologie di misura e calcolo per l'uso di sistemi aerei di misura dello scambio di Carbonio,
2. pianificazione ed esecuzione di appropriate campagne di misura a scala regionale,
3. elaborazione dei dati osservati e sviluppo di adeguati modelli di calcolo,
4. messa a punto di relazioni modellistiche in grado di integrare i dati su scale temporali più lunghe,
5. analisi e verifica delle stime degli scambi di Carbonio a scala regionale per mezzo di confronti fra i risultati ottenuti con diverse tecniche di studio e monitoraggio.

Così come nel caso del WP precedente, anche queste attività si inseriscono nel contesto del progetto *Carbon Regional Balance - Italy and USA Program (CARBIUS)* che sarà implementato in una vasta regione occidentale degli Stati Uniti (California e Oregon) ed in Italia. Le evidenti similarità fra gli ecosistemi delle due regioni consentirà di mettere a punto metodiche e protocolli comuni fra gli Enti che collaborano alla ricerca,

**Responsabile:** CNR-IBIMET, Firenze

**Partecipanti:** CNR-ISAFOM, Napoli - Iniziative Industriali Italiane Spa, Roma, Università di Udine

**Collaborazioni USA:** NOAA-ATDD (*Atmospheric Turbulence and Diffusion Division*), Oak Ridge, TN  
- *Global Change Research Group*, San Diego State University, CA

**Durata:** 0-24 mesi

**Elementi da fornire:** Realizzazione del sistema Aereo per la misura dei flussi di carbonio su scala regionale, realizzazione del software di acquisizione e calcolo, produzione di mappe regionali di flussi di carbonio, analisi della accuratezza delle misure mediante confronto con altre tecniche

## **WORKPACKAGE 10: Esperimenti di manipolazione degli ecosistemi terrestri**

Questo *Workpackage* ha come **obiettivi**:

1. lo sviluppo di nuovi sistemi per la realizzazione di esperimenti di manipolazione dell'ecosistema che permettano di esporre la vegetazione a condizioni ambientali simili a quelle attese in scenari di cambiamento globale;
2. lo studio, l'analisi e la comprensione dei principali meccanismi di risposta della vegetazione e degli ecosistemi mediterranei ai diversi fattori di cambiamento (temperatura, precipitazioni ed aumento della concentrazione di CO<sub>2</sub> atmosferica);
3. la quantificazione degli effetti complessivi del cambiamento sulla produttività e sulla vulnerabilità degli ecosistemi (fertilizzazione da CO<sub>2</sub>, variazione della disponibilità idrica ed aumento di temperatura).

In dettaglio le attività saranno:

1. l'esecuzione di attività di ricerca eco-fisiologica su diversi siti sperimentali italiani dove vengono modificate artificialmente le condizioni ambientali a cui è esposta la vegetazione
2. l'approfondimento e la migliore conoscenza dei meccanismi di risposta delle piante attraverso la misura diretta dello scambio gassoso in condizioni di pieno campo
3. la verifica in campo di ipotesi sviluppate nell'ambito di esperimenti di laboratorio
4. la progettazione di tecnologie per la manipolazione delle condizioni ambientali con particolare riferimento al controllo della temperatura e della concentrazione atmosferica di CO<sub>2</sub>

Italia e Stati Uniti collaborano già da tempo su queste tematiche e hanno sviluppato insieme progetti di ricerca e metodologie sperimentali. Questo WP si inserisce anch'esso fra gli obiettivi del Progetto CARBIUS nella prospettiva di fornire elementi conoscitivi utili per prevedere le future traiettorie della risposta globale degli ecosistemi terrestri al cambiamento globale. Questa risposta sarà studiata ed analizzata in termini di produttività e di vulnerabilità con esplicito riferimento al futuro ruolo dei *sink* biosferici e alla loro capacità di sequestrare Carbonio.

**Responsabile:** CNR-IBAF

**Partecipanti:** DISAFRI.UNITUS, IBIMET

**Collaborazioni USA:** DOE Oak Ridge National Laboratory, TN - DOE Brookhaven National Laboratory, NY - *Global Change Research Group*, San Diego State University, CA

**Durata:** 0-24 mesi

**Elementi da fornire:** Implementazione e miglioramento dei siti di manipolazione sperimentali (CO<sub>2</sub> POPFACE, Temperatura VULCAN, acqua MIND), parametri per l'implementazione di modelli ecofisiologici, data-base sulla risposta delle specie ed ecosistemi ai cambiamenti ambientali, nuove tecnologie per conduzione di esperimenti di manipolazione su ecosistemi a larga scala.

## **WORKPACKAGE 11: Sviluppo di scenari sanitari futuri**

I cambiamenti climatici globali possono seriamente affliggere la salute delle popolazioni e delle generazioni a venire tramite vari fattori. Scenari di salute possono presentare una serie di futuri sviluppi e possono rappresentare un “*tool*” per valutare ed includere effetti globali, come il clima. Lo sviluppo degli scenari sanitari richiede una serie di metodologie, ed innumerevoli esempi sono già presenti in altri settori, come gli SRES e Image per i cambiamenti climatico.

Per questo motivo una prima riunione sarà organizzato dalla USEPA con lo scopo di:

1. identificare attività, istituzioni ed altri che stanno sviluppando scenari e di valutare e paragonare i vari approcci e la utilità per la salute;
2. identificare ostacoli allo sviluppo;
3. valutare il valore aggiunto dei scenari;
4. sviluppare raccomandazioni e strategie.

Questa prima fase di lavoro sarà presentata in un *side event* alla COP9 della UNFCCC a Milano. La seconda fase del lavoro riguarda la implementazione delle raccomandazioni, e lo sviluppo di alcuni scenari.

Questa prima riunione sarà seguita da una seconda riunione organizzata dall’INGV. La parte scientifico-tecnica sarà gestita dall’OMS. L’OMS si impegnerà inoltre a sviluppare una serie di documenti tecnico-scientifici che saranno discussi come “*follow-up*” della riunione a Washington. Come fase finale verrà svolta la revisione, sensitività, *quality control* e finalizzazione dei documenti e scenari.

**Responsabile:** OMS (scientifico tecnico); organizzazione della riunione INGV

**Collaborazioni USA:** Environmental Protection Agency

**Durata:** 0 - 24 mesi

**Elementi da fornire:** incontri, sviluppo di scenari.

## **WORKPACKAGE 12: Gestione del Progetto e supporto al Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio**

### **Task 12.1: Organizzazione**

Verranno organizzati i vari Comitati che gestiranno il Progetto:

1. il **Comitato di Gestione**, composto da due rappresentanti del *Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio*, due rappresentanti dell’INGV e dal Coordinatore Scientifico. L’unità gestirà tutte le attività con il *Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio*.
2. la **Commissione Guida Scientifica**, composta dal *Coordinatore Scientifico*, dai leader dei vari WP e dai responsabili dei Task. Questo gruppo:
  - coordinerà il lavoro di tutti i partecipanti,
  - controllerà ed aggiornerà il piano del Progetto,
  - preparerà e parteciperà ai vari meeting del Progetto,
  - controllerà la realizzazione di tutti gli elementi del Progetto da fornire.

**Responsabile:** INGV

**Durata:** 0 – 2 mesi

**Elementi da fornire:** Organizzazione gestionale.

### **Task 12.2: Meeting del Primo anno**

Questi workshop saranno necessari per definire e risolvere i vari problemi tecnici. I workshop verranno proposti ogni anno dal Coordinatore Scientifico e dal *Project Manager*.

**Responsabile:** INGV

**Durata:** 0 – 12 mesi

**Elementi da fornire:** Organizzazione di meeting

### **Task 12.3: Meeting Finale**

Verso la fine del Progetto sarà organizzato un meeting finale dove si farà una valutazione dei risultati raggiunti e si imposterà il rapporto finale scientifico.

**Responsabile:** INGV

**Durata:** 22 – 24 mesi

**Elementi da fornire:** Organizzazione di un meeting

### **Task 12.4: Rapporti**

Il Coordinatore Scientifico ed il *Project Manager* prepareranno, con il materiale fornito dai responsabili dei WP e Task, i vari rapporti gestionali da consegnare al *Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio*.

In particolare l’INGV, come coordinatore del Progetto, fornirà:

1. la rendicontazione delle spese del progetto al raggiungimento del 50% delle attività del Progetto, con in allegato gli atti di disposizione della spesa secondo quanto previsto dal decreto ministeriale di attribuzione;
2. il rapporto gestionale del progetto al raggiungimento del 50% delle attività;
3. la rendicontazione delle spese del progetto a conclusione della attività, con in allegato gli atti di disposizione della spesa secondo quanto prevista dal decreto ministeriale di attribuzione;
4. il rapporto gestionale del progetto a conclusione delle attività;

**Responsabile:** INGV

**Durata:** 0 – 24 mesi

**Elementi da fornire:** Rapporti, rendicontazioni di spese.

### **Task 12.5: Supporto tecnico/scientifico alle attività del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio**

Personale dell’INGV fornirà durante tutto il Progetto supporto tecnico-scientifico al *Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio* nell’ambito degli impegni multilaterali assunti dall’Italia (*UNFCCC, UNCCD, IPCC, UE*, ecc.), includendo anche la partecipazione alle conferenze nazionali ed internazionali, attività di promozione e rappresentanza ed altre attività come saranno concordate con il *Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio*.

**Responsabile:** INGV

**Durata:** 0 – 24 mesi

**Elementi da fornire:** Supporto tecnico-scientifico.

## **WORKPACKAGE 13: Workshops sulla Sviluppo di Tecnologie energetiche pulite**

Una delle prossime sfide globali consisterà nel soddisfare la crescente domanda di energia sempre più pulita. Tutte le fonti di produzione di energia sono in gioco: fossili, rinnovabili e nucleari. L'impegno è di fornire sempre più energia pulita in condizioni di sostenibilità economica, sociale e ambientale a tutti i livelli, globali, regionali e locali. In questo ambito alcuni aspetti stanno assumendo sempre maggiore rilevanza e tra questi, la sicurezza degli approvvigionamenti, l'impatto ambientale, la stabilizzazione della CO2 e l'emergere di nuove tecnologie in grado di ridurre i livelli di emissioni di inquinanti.

Obiettivo del workshop oggetto del presente WP è fornire un quadro degli aspetti globali e locali che possono costituire un incentivo allo sviluppo ed alla diffusione delle tecnologie pulite sia dal punto di vista tecnologico che da un punto di vista economico e sociale.

In particolare nel workshop in oggetto saranno affrontati i temi dello sviluppo delle tecnologie e della loro diffusione a livello globale e locale attraverso considerazioni che concernono:

- aspetti tecnologici legati allo sviluppo di tecnologie a basse emissioni quali le tecnologie per l'utilizzo delle fonti rinnovabili (solare, eolico, geotermico, bionergia, idrogeno e risorse fossili pulite);
- aspetti economici legati alla realizzazione e diffusione delle suddette tecnologie (costi associati alla produzione, costi legati alla commercializzazione, dimensione del mercato delle fonti rinnovabili);
- aspetti finanziari legati alla mobilitazione di capitali per gli investimenti in infrastrutture e tecnologie a basso impatto ambientale;
- aspetti legati alla presenza di incentivi e politiche per la diffusione delle tecnologie in oggetto a livello nazionale ed internazionale;
- aspetti sociali legati alla diffusione delle tecnologie a basso impatto ambientale.

Il workshop avrà un carattere internazionale con il coinvolgimento di diversi partner accademici, scientifici e di impresa tra cui NREL, CRED, CEEP, US DOE, FEEM, Enea, Politecnico di Milano, EIA, IEA, ICTP; Università di Milano, Facoltà di Chimica, INCA, Eni, Eurosolare, Edison, BP Amoco, Shell e alcune Società del settore delle fonti rinnovabili di minori dimensioni ma molto attive sul mercato nazionale ed Europeo. I temi saranno trattati in un'ottica di cooperazione Italia Usa per la diffusione delle tecnologie a basso impatto ambientale anche nei Paesi in via di sviluppo.

**Responsabile:** FEEM

**Partecipanti:** ENEA, Politecnico di Milano, EIA, IEA, ICTP; Università di Milano, Facoltà di Chimica, INCA, Eni, Eurosolare, Edison, BP Amoco, Shell

**Collaborazioni USA:** NREL, CRED, CEEP, US DOE

**Durata:** 0-24 mesi

**Elementi da fornire:** workshop e rapporti.

## **WORKPACKAGE 14: Veicolo a Pila a Combustibile con Membrane ad Alta Temperatura**

Le pile a combustibile rappresentano un'opportunità in campo energetico per la loro caratteristica di convertire direttamente energia chimica in energia elettrica, evitando così le limitazioni termodinamiche tipiche dei generatori termici e raggiungendo efficienze nette che superano il 50%. Questa conversione è istantanea ed avviene, nel caso delle celle a combustibile con membrana polimerica PEM (*Proton Exchange Membrane*), a temperature moderate, ad esempio intorno a 60÷80°C. L'energia chimica è in questo caso resa disponibile dalla reazione fra Idrogeno (eventualmente estratto da un combustibile idrocarburo) ed Ossigeno contenuto nell'aria, che alimentano separatamente le regioni anodiche e catodiche della cella a combustibile.

Le pile a combustibile sono quindi generatori elettrici caratterizzati intrinsecamente da una elevata risposta dinamica alle variazioni di carico, nelle quali la natura del funzionamento e l'impiego di Idrogeno comportano un elevato rendimento di conversione energetica cui si accompagna l'azzeramento delle emissioni inquinanti. Si comprende da ciò l'interesse e lo sforzo di Ricerca e Sviluppo che numerose società automobilistiche stanno affrontando per sviluppare sistemi basati su pile a combustibile adatti all'impiego in autotrazione elettrica.

Questi sistemi, per avere possibilità di successo nell'applicazione automobilistica, dovranno essere sostenuti da una adeguata infrastruttura di produzione, distribuzione capillare e stoccaggio dell'idrogeno. Per quanto riguarda l'impatto sul veicolo, gli aspetti essenziali sono i seguenti:

- L'idrogeno puro deve poter essere stoccato a bordo in quantità adeguate e con ingombri limitati per consentire al veicolo missioni generali (600÷800 km). Tra le opzioni proposte - composti di idruri, idrogeno liquido, idrogeno compresso a pressioni elevate (sino a 700 bar od oltre) - quest'ultima appare nel breve periodo la soluzione preferita.
- La densità di potenza (kW/l) e la potenza specifica (kW/kg) devono essere sufficientemente elevate (rispettivamente dell'ordine di almeno 1kW/l ed 1kW/kg) in modo da rendere compatibili le dimensioni del sistema con gli spazi ridotti disponibili a bordo di un autoveicolo, in particolare nelle automobili per uso privato, senza gravare in modo eccessivo sul peso globale.
- Le condizioni in cui si troverà ad operare la Pila a Combustibile per autotrazione sono quelle tipiche dei veicoli attuali, caratterizzate da vibrazioni, shock meccanici e termici, elevate gamme di variazione di temperatura, umidità e pressione ambientale.

La gamma delle temperature dell'ambiente (-25°C÷45°C) rappresenta in particolare una delle maggiori criticità per le Pile a Combustibile PEM e i loro componenti.

Queste funzionano attualmente a temperature massime di circa 80°C, compromesso che consente di contenere dimensioni e pesi delle necessarie masse radianti a bordo veicolo per temperature ambientali inferiori ai 35÷40°C. Il funzionamento dello Stack a temperature più elevate comporta il danneggiamento irreversibile della membrana elettrolitica.

L'innalzamento della temperatura di funzionamento rappresenta il tema su cui si focalizzerà la ricerca su materiali e processi per la membrana della Pila a Combustibile oggetto del presente Workpackage.

Le membrane polimeriche necessitano di acqua per la conduzione protonica. Per evitare il loro essiccamento alle alte temperature di funzionamento che si intendono raggiungere, si deve sviluppare un polimero capace di evitare la disidratazione anche a temperature superiori a 80°C e in assenza di preumidificazione dei gas reagenti. Infatti, senza ridurre i requisiti di umidificazione dei gas reagenti, le quantità di acqua in gioco che dovrebbe gestire il Fuel Cell System a temperature superiori a 80°C non consentirebbero l'installazione su vettura; infatti un efficiente recupero dell'acqua formata dalla reazione

nella Pila a Combustibile a bordo del veicolo comporta costi, ingombri, complessità e perdite di affidabilità che si aggravano allorché le temperature ambientali superano i 40°C.

Questo *Workpackage* rappresenta il primo step di un più ampio Progetto di Ricerca che ha come obiettivo lo sviluppo di un primo prototipo di propulsore con Pila a Combustibile, capace di operare a temperature elevate (> 80°C), adatto all'uso automobilistico anche in condizioni operative estreme, annullando o minimizzando l'esigenza di utilizzo di acqua di ricircolo per l'umidificazione delle membrane elettrolitiche. Inoltre tale progetto porterà alla validazione del propulsore, completo dei nuovi ausiliari e delle logiche di gestione. La validazione verrà effettuata tramite sperimentazione a banco e su un veicolo laboratorio appositamente sviluppato. Il sistema prevedrà a tal pro un'opportuna strategia di gestione che verrà implementata su centralina controllo veicolo.

Il presente *Workpackage* avvierà questo processo affrontando lo sviluppo preliminare di prime soluzioni di membrane perfluorate a carico di Solvay-Solexis che verranno integrate da Nuvera all'interno di ministack di tipo PEM (Proton Exchange Membrane) con circuito di raffreddamento separato (a cooling cells) per verificare la funzionalità in assenza di umidificazione o con umidificazione fortemente ridotta. In parallelo CRF preparerà un veicolo dimostratore di segmento A/B ad architettura ibrida di tipo full power con batterie comprensivo di tutto il Fuel Cells System (ad eccezione dello stack) adatto per effettuare prove di regolazione variabile dell'umidificazione anche al variare della strategia di gestione (da ibrida load follower fino a puro full power). Il veicolo sarà dotato di una specifica strumentazione dedicata per la sperimentazione degli stack innovativi ed in questa fase verrà valicato utilizzando stack PEM convenzionali Nuvera rappresentanti il miglior stato dell'arte che rappresenteranno anche il termine di confronto per i futuri stack a membrane perfluorate.

Le principali caratteristiche obiettivo del sistema oggetto del Progetto sono:

- Veicolo segmento A/B, 4 posti e bagagliaio, 400 km autonomia
- Temperatura ambiente operativa: -25°C ÷ 45°C
- Temperatura minima di stazionamento veicolo: -30°C, senza danneggiamento o degrado del sistema
- Temperatura operativa massima della Pila a Combustibile: > 90°C
- Potenza massima elettrica netta del Sistema a Pila a Combustibile: ≥ 40kW

La ricerca si articola in tre Task.

#### **Task 14.1: Messa a punto di membrane perfluorate**

Lo sviluppo di membrane perfluorate adatte al raggiungimento degli obiettivi sarà basato sullo "*short side chain monomer*", per il quale Solvay Solexis ha brevettato una favorevole tecnologia di sintesi basata sul processo proprietario della sintesi dei perfluoropolietere. I suoi copolimeri con tetrafluoroetilene (TFE) sono ionomeri perfluorurati adatti per la fabbricazione di membrane a scambio protonico.

Le membrane oggetto di questo Progetto avranno peso equivalente 500-1000 g/eq, con possibilità di funzionamento nell'intervallo di temperatura compreso tra 90°C e 120°C, aventi elevata permeabilità all'acqua. Questa caratteristica è fondamentale per assicurare la retrodiffusione di acqua necessaria a garantire l'idratazione della membrana in tutto lo spessore, ed in particolare sul lato anodico, dove la migrazione dei protoni determina una continua asportazione di acqua con possibile caduta della conducibilità ionica. La struttura del polimero risulta critica poiché al decrescere del peso equivalente si accompagna generalmente la caduta delle proprietà meccaniche, che tuttavia non devono scendere al di

sotto di certi livelli pena rotture in esercizio a causa essenzialmente di meccanismi di scorrimento viscoso.

L'attività di sviluppo sarà concentrata sui seguenti punti:

- sviluppo di dispersioni del polimero in forma acida utili per la preparazione di strati catalitici da applicare direttamente sulle membrane o sulle strutture porose di distribuzione, ovvero utili per la preparazione di membrane per casting;
- studio a scala pilota di processi alternativi per la produzione di membrane (estrusione del polimero fluosolfonico in film continuo di spessore maggiore o uguale a 25 µm e sua idrolisi alla forma acida; casting delle membrane a partire dalla soluzione acida; eventuali altre tecniche);
- preparazione di assemblati elettrodo-membrana (MEA) adatti all'utilizzo nel campo di temperatura compreso tra 90°C e 120°C mediante processo di deposizione degli strati catalitici (contenenti il catalizzatore, lo ionomero ed eventualmente altri leganti) su supporto inerte e successivo trasferimento alle superfici della membrana per pressaggio a caldo (processo 'decal'); in alternativa, deposizione degli strati catalitici sulle superfici della membrana mediante processo serigrafico o per stampa a getto d'inchiostro;
- caratterizzazione delle membrane in termini di conducibilità in funzione della temperatura e dell'umidità relativa; in previsione, questo studio sarà effettuato, oltre che nei laboratori di Solvay Solexis, anche presso laboratori di ricerca universitari;
- caratterizzazione delle membrane e dei MEA ottenuti in celle a combustibile di prova (cella singola, max. 25 cm<sup>2</sup>).

**Responsabile:** Solvay Solexis SpA

**Partecipanti:** Nuvera, CRF

**Collaborazioni USA:** Solvay Solexis Inc

**Durata:** 0 – 24 mesi

**Elementi da fornire:** membrana perfluorurata e MEA per alta temperatura

#### **Task 14.2: Attività di ottimizzazione e adattamento tecnologia stack alla membrana e pacchetto elettrochimico sviluppato in 14.1, assemblaggio e fornitura stack automotive a 14.3**

Nuvera, nell'ambito di questo Task avrà il compito di collaborare con Solvay per la validazione della tecnologia di membrana e MEA HT sviluppate in 3.1 e fornite da Solvay, e con CRF mediante fornitura di uno stack a bassa temperatura che andrà integrato sul veicolo CRF in modo da procedere al debugging del sistema (per questo si veda Task 14.3).

L'attività principale, che sarà avviata nel corso di questo progetto, e che porterà a risultati definitivi su stack full-scale nel corso della continuazione del progetto (fase II), sarà quella dell'ottimizzazione dei componenti di stack, tale da ottenere le performance più soddisfacenti dalla tecnologia membrana/MEA HT fornita da Solvay.

Per quanto riguarda le attività di validazione della tecnologia Solvay, che saranno condotte da Nuvera Fuel Cells Europe, queste possono essere descritte come segue:

- **Test preliminari della membrana Solvay su cella singola:**  
Questa attività avrà l'obiettivo di caratterizzare la nuova membrana, e di testarla sotto diverse condizioni di processo, in modo da ricavare dati utili in modo da adattare le performance a livello di stack a parità di condizioni di processo;
- **Attività di Screening dei diversi fornitori di MEA:**

Nuvera procederà a testare e caratterizzare diverse tipologie di MEA, basate su membrana Solvay, su cella singola in modo da ottenere dati che permettano l'individuazione della 2-3 tecnologie MEA più adatte alla tecnologia di stack Nuvera; tali MEA verranno sviluppate in 13.1 e fornite da Solvay;

- Screening dei materiali e componenti stack adatti per condizioni di alta temperatura e bassa umidificazione:  
le caratteristiche della nuova membrana e dei nuovi MEA sarà differente rispetto alle tecnologie tradizionali, in termini di proprietà meccaniche, di conducibilità, di resistenza agli shock, etc., per questo è necessario che vengano individuati i materiali e i componenti di stack più adatti ai nuovi pacchetti elettrochimici. Questa attività sarà condotta mediante screening delle proprietà dei diversi materiali e componenti di stack necessari.
- Validazione delle migliori tecnologie di MEA e ottimizzazione delle condizioni di processo su ministack:  
Nuvera procederà all'assemblaggio di 2 ministacks (o più, qualora sia necessario), da 10 celle l'uno (la potenza prevista è dell'ordine di 1-2 kW e dipenderà dalle performance delle nuove MEA), e di geometria simile a quella dello stack che verrà fornito a CRF e installato su veicolo; sui ministack verranno 1) verificate le caratteristiche meccaniche dei nuovi pacchetti elettrochimici in fase di assemblaggio, 2) la ripetibilità delle performance ottenute su cella singola, ed eventuali scostamenti dovuti allo "scale-up"; 3) l'aggiustamento dei parametri di processo che garantiscono le migliori performance e la migliore affidabilità nel tempo (una delle attività principali consisterà nel regolare opportunamente i flussi di idrogeno e aria in modo da mantenere una concentrazione di acqua all'interno degli stack comunque superiore al livello minimo necessario per garantire una sufficiente idratazione delle membrane, indipendentemente dalle condizioni di funzionamento);
- Report contenente l'elaborazione dei dati ottenuti:  
Tale report costituirà la base di partenza per l'ulteriore ottimizzazione della tecnologia Solvay che avverrà nella fase successiva del progetto, e permetterà di procedere alla reingegnerizzazione della tecnologia di stack (a livello fluidodinamica e di scambio termico), che verrà condotto nella seconda fase del progetto.

Per quanto riguarda le attività di Nuvera con CRF, in questa prima fase del progetto Nuvera procederà all'assieme e alla fornitura di uno stack (con membrane a bassa T) di tecnologia adatta ad essere installata sul veicolo (potenza prevista 15 kW); Nuvera darà inoltre supporto tecnico a CRF in fase di installazione a avviamento del veicolo. La fornitura dello stack ad alta temperatura full-scale sarà invece effettuata nel corso della fase successiva del progetto.

**Responsabile:** Nuvera

**Partecipanti:** Solvay Solexis, CRF

**Collaborazioni USA:**

**Durata:** 0 – 24 mesi

**Elementi da fornire:** - stack a CRF per installazione su veicolo e debug del sistema; test di validazione membrana Solvay su celle singola; test e screening di MEA basati su membrana Solvay su cella singola; ottimizzazione condizioni di processo per operazione alta temperatura su mini-stack; 2 ministack ad alta temperatura e relativo report test condotti; dati di performance necessari per la reingegnerizzazione di stack da condurre nella fase successiva del progetto

### **Task 14.3: Veicolo dimostratore con architettura ibrida full power**

Nel presente *Task*, CRF provvederà a preparare un veicolo di segmento A/B con architettura ibrida di tipo full power con prestazioni coerenti a quanto indicato prima..

Il veicolo sarà caratterizzato dalla presenza:

- di un buffer di potenza a batterie interfacciato attraverso un'opportuna elettronica di potenza;
- da uno storage di idrogeno gassoso ad elevata pressione (> 300 bar) con serbatoio conformabile in materiale composito;
- da tutti gli ausiliari del Fuel Cell System tali da permettere l'integrazione dello stack fornito Nuvera.

Il sistema sviluppato permetterà una regolazione completa e variabile con continuità del grado di umidificazione dello stack.

L'architettura del powertrain identificata di tipo full power ibrida, abiliterà la valutazione del comportamento del sistema al variare del grado di umidificazione dello stack non soltanto al crescere della densità della corrente erogata ma anche della differente strategia di gestione modulando il contributo in potenza del Fuel Cell System e del buffer si potenza secondo le tre seguenti tipologie principali:

- load follower ibrida (con il supporto del buffer a -batterie);
- full power ibrida (con il supporto del batterie);
- full power pura (senza il supporto del buffer a batterie).

Al fine di permettere le varie prove su veicolo, oggetto del secondo step del Progetto, il prototipo dimostratore sarà attrezzato con una specifica strumentazione dedicata che permetterà l'acquisizione di tutte le grandezze di interesse (di tipo elettrico, termico, meccanico...) necessarie per la completa ed esaustiva analisi del comportamento del Fuel Cell System ed in particolare degli stack nelle diverse condizioni di utilizzo al variare del grado di umidificazione.

Per validare la funzionalità del veicolo dimostratore CRF provvederà a testare il prototipo utilizzando degli stack PEM ad umidificazione tradizionale Nuvera. In tal modo si potrà assicurare da un lato il completo debug funzionale del veicolo laboratorio per il successivo step del Progetto inerente il test degli stack a membrana perfluorata e dall'altra si potrà definire un riferimento quantitativo dello stato dell'arte attuale con il quale si potranno confrontare le soluzioni innovative oggetto della presente attività di Ricerca. Al di fuori del presente Workpackage rimangono tutte le future attività di test funzionale, prestazionale ed in condizioni termiche estreme, a banco e su veicolo, del futuro Fuel Cell System con stack a membrane perfluorate, la loro integrazione/adattamento nel Fuel Cell System, lo sviluppo ed implementazione delle strategie di gestione, sicurezza e controllo.

**Responsabile:** CRF

**Partecipanti:** Solvay Solexis, Nuvera

**Collaborazioni USA:**

**Durata:** 0 – 24 mesi

**Elementi da fornire:** prototipo di veicolo dimostratore con architettura full power ibrida compatibile per l'integrazione con stack a membrana polimerica fornito da Nuvera.

## **WORKPACKAGE 15: Sistemi multi-fuels per la produzione di energia “low carbon” con celle a combustibile a sali fusi (MCFC)**

L'utilizzo dell'idrogeno come vettore energetico è universalmente riconosciuto come uno degli elementi chiave per garantire adeguate disponibilità di energia “low carbon” in uno scenario futuro di sviluppo sostenibile. Tale obiettivo, molto ambizioso tenuto conto del panorama energetico attuale, appare ragionevolmente conseguibile attraverso un percorso di avvicinamento, necessariamente graduale, al quale lo sviluppo e l'impiego delle celle a combustibile può dare un contributo determinante.

In questo percorso, e con particolare riferimento all'impiego con celle a combustibile come fondamentale strumento di produzione di energia “low carbon”, si possono schematicamente individuare tre principali fasi:

- nel breve-medio termine: incrementare l'uso del gas naturale e dei suoi derivati, migliorare la qualità dei combustibili liquidi e promuovere l'impiego di combustibili da fonti rinnovabili migliorando e sviluppando sistemi di “cleaning” e di trattamento atti ad “estrarre” idrogeno pulito da tali combustibili primari;
- nel medio termine: avviare l'impiego dell'idrogeno come vettore energetico e impostare azioni di controllo e contenimento delle emissioni di CO<sub>2</sub> (riduzione effetto serra) e di altri inquinanti connessi con l'impiego di combustibili di origine fossile o anche rinnovabile;
- nel medio-lungo termine: estendere l'impiego dell'idrogeno come vettore energetico, ampliare in parallelo il ricorso a fonti rinnovabili o a combustibili primari con tecnologie “low carbon”, minimizzare le emissioni degli impianti convenzionali esistenti.

Tali fasi possono efficacemente giovare delle opportunità offerte dalle celle a combustibile, tra le quali quelle a carbonati fusi (*Molten Carbonate Fuel Cells – MCFC*) presentano caratteristiche assai favorevoli sia di natura intrinseca sia per la possibilità di efficace integrazione con opportuni sistemi di trattamento dei combustibili primari.

Le ricerche condotte da Ansaldo Fuel Cells (AFCo) puntano a massimizzare queste sinergie attraverso lo sviluppo di sistemi originali di trattamento del combustibile strettamente integrati con lo *stack* di celle grazie ad una configurazione proprietaria denominata TWINSTACK® concepita per il gas naturale (“*Modular Integrated Reformer – MIR*”) ma caratterizzata da forti flessibilità anche rispetto agli altri combustibili primari. In un'ottica di revisione complessiva del processo sono previste in particolare sia l'ottimizzazione delle condizioni operative degli *stack*, sia il miglioramento dei sistemi di *cleaning* del combustibile che rappresentano, unitamente a sviluppi tecnologici paralleli sui componenti di cella, strumenti essenziali per l'estensione delle vita utile degli *stack*.

Una particolare specificità delle MCFC, in qualche misura sinergica rispetto agli obiettivi di un “mondo a idrogeno”, è rappresentata dalla loro capacità di operare come separatori attivi/concentratori di CO<sub>2</sub> candidandole ad un ruolo chiave tra le tecnologie “low carbon” e “clean coal”. Ciò permette, in una prospettiva di medio-lungo termine, una integrazione delle MCFC sia in impianti convenzionali sia in impianti utilizzando combustibili da fonti rinnovabili (*landfill*, digestori anaerobici, gas da biomasse) o da gassificazione del carbone con un aumento dei rendimenti complessivi e con la possibilità di ridurre drasticamente le relative emissioni di CO<sub>2</sub>.

La ricerca proposta nel seguito, che AFCo intende svolgere in stretta collaborazione con la *Marley* (USA) sfruttandone le competenze di base nel campo della termofluomeccanica e dello scambio termico mira a coprire una parte qualificante del programma complessivo di sviluppo di sistemi di trattamento di

tipo *multi-fuel* dei combustibili primari per la produzione di idrogeno e CO da impiegare nell'alimentazione di celle MCFC come generatori di energia “*low carbon*”.

In particolare l'attività prevista per AFCo sarà finalizzata a migliorare l'integrazione tra il sistema di trattamento del combustibile (MIR) e lo *stack* di celle, a massimizzare le caratteristiche “*multi-fuel*” complessive, a validare sperimentalmente le soluzioni sviluppate, a individuare soluzioni che contribuiscano al miglioramento della durata di vita e facilitino le operazioni di manutenzione riducendone i costi, a standardizzare componentistica e sistemi in un'ottica industriale.

### **Task 15.1: Modular Integrated Reformer – MIR**

Il combustibile di riferimento per il sistema MIR, concettualmente basato sull'accoppiamento di un bruciatore catalitico e di uno *steam reforming*, è il gas naturale ma, con minimi adattamenti, il sistema può essere impiegato anche con altri combustibili gassosi contenenti significative quantità di metano. Nel caso di combustibili con quantità minime o totale assenza di metano (es. gas provenienti da processi di gassificazione nei quali sono presenti principalmente idrogeno e CO, quest'ultimo, come l'idrogeno, direttamente utilizzabile dalle MCFC come combustibile) il sistema può essere ugualmente utilizzato mantenendo la sola sezione del bruciatore catalitico.

In dettaglio il *Task* comprenderà le **seguenti attività:**

- 1. Analisi di processo e studio di geometrie e varianti idonee a migliorare l'integrazione tra il sistema di trattamento del combustibile e lo *stack* di celle in relazione alle condizioni operative, alla taglia di impianto e ai combustibili primari previsti.**
- 2. Confronti e scelta tra i vari materiali base inclusi i catalizzatori, anche sulla base di test di laboratorio relativi a prestazioni e vita utile.**
- 3. Sviluppo di una stazione sperimentale per prove funzionali su prototipi “sub-scale” con gas puliti.**
- 4. Test sui combustibili primari di interesse pratico e identificazione delle soglie critiche per i vari contaminanti potenzialmente presenti.**
- 5. Individuazione dei processi e dei trend di invecchiamento fisiologico, “*failure analysis*” e studio/development di soluzioni costruttive, varianti geometriche e trattamenti di rigenerazione atti a migliorare la durata di vita e ad evitare/minimizzare costi di manutenzione.**

**Responsabile:** AFCo

**Collaborazioni USA:** *Marley cooling technologies*

**Durata:** 0 – 12 mesi

**Elementi da fornire:** Elenco possibili geometrie e varianti progettuali, selezione del progetto di riferimento per il MIR. Elenco possibili catalizzatori e analisi di sensibilità. Sviluppo della tecnologia di deposizione/applicazione del catalizzatore nelle sezioni “*steam reforming*” e “*catalytic burning*” di scambiatori. Documentazione di prova relativa al *clean gas*.

### **Task 15.2: Multi-Fuel Reforming system development – MFR**

L'impiego di combustibili diversi, in particolare liquidi (es. diesel oil e GPL), di rilevante interesse per applicazioni remote o per impieghi navali, richiede opportuni sistemi di pre-trattamento. Per motivi di standardizzazione e riduzione costi, sarebbe desiderabile un unico sistema, eventualmente realizzato con più moduli standard intercambiabili, compatibile col MIR. L'attività proposta mira quindi a sviluppare e validare un sistema MFR per quanto possibile capace di rispondere a queste esigenze.

In dettaglio il *Task* comprenderà le **seguenti attività:**

1. **Analisi di processo e sviluppo di una configurazione modulare con moduli standard funzionali al tipo di combustibile da trattare.**
2. **Individuazione e scelta di catalizzatori commerciali e/o sviluppo di catalizzatori ottimizzati per particolari combustibili.**
3. **Test di laboratorio sui catalizzatori prescelti per verifiche funzionali e di durata.**

**Responsabile:** AFCo

**Collaborazioni USA:** *Marley cooling technologies*

**Durata:** 9 – 20 mesi

**Elementi da fornire:** Rapporto sulla scelta del catalizzatore. Rapporto sulle prove in laboratorio del catalizzatore scelto per GPL e gasolio e sulla sua ottimizzazione.

### **Task 15.3: Sistemi pilota MIR e MFR e progettazione di sistemi a piena scala**

Per la validazione funzionale dei sistemi sviluppati, è necessario realizzare, mettere a punto, e provare in condizioni operative dei sistemi di *reforming* e/o di pre-trattamento su scala pilota. Allo scopo di pervenire ad un progetto di sistema a piena scala, saranno effettuate simulazioni con codici di calcolo tarati sulla base dei risultati sperimentali su scala pilota con diversi combustibili.

In dettaglio il *Task* comprenderà le **seguenti principali attività:**

1. **Progettazione, realizzazione e prova di un sistema di pre-trattamento e/o di *reforming* con caratteristiche *multi-fuel* in una scala adeguata per ottenere risultati estrapolabili alla piena scala.**
2. **Validazione sperimentale di codici di calcolo per diversi tipi di combustibile e in diverse condizioni operative.**
3. **Progettazione di un sistema di trattamento combustibile a piena scala con particolare attenzione all'efficienza dell'intero processo.**

**Responsabile:** AFCo

**Collaborazioni USA:** *Marley cooling technologies*

**Durata:** 13 – 24 mesi

**Elementi da fornire:** Sistema pilota di *reforming* multi-combustibile, in scala adeguata ad ottenere i dati tecnici necessari al progetto “full scale”. Simulazione numerica dell'impianto. Progetto del sistema multi-combustibile *full scale*.

# CRONOGRAMMA DEL PROGETTO

Il Progetto avrà una durata di 2 anni.

		Anno 1												Anno 2											
Mese		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
WP 1																									
WP 2																									
WP 3																									
WP 4																									
WP 5																									
	Task 6.1																								
	Task 6.2																								
WP 6	Task 6.3																								
	Task 6.4																								
	Task 6.5																								
WP 7																									
WP 8																									
WP 9																									
WP 10																									
WP 11																									
	Task 12.1																								
	Task 12.2																								
WP 12	Task 12.3																								
	Task 12.4																								
	Task 12.5																								
WP 13																									
	Task 14.1																								
WP 14	Task 14.2																								
	Task 14.3																								
	Task 15.1																								
WP 15	Task 15.2																								
	Task 15.3																								
WP 16																									