



4.2 principali risultati scientifici raggiunti dai singoli dipartimenti

Le attività di ricerca promosse attraverso l’interazione fra Istituti di diversi Dipartimenti favoriscono l’interdisciplinarietà e la collaborazione delle iniziative.

Questa interazione fra gli Istituti appartenenti ai diversi Dipartimenti è esposta nella tabella seguente, nella quale viene testimoniato il forte carattere interdisciplinare delle attività di ricerca. Infatti si nota come, a prescindere dall'appartenenza formale del personale ricercatore e tecnologo a un dato Dipartimento, questo svolga attività progettuale anche all'interno di altri Dipartimenti.

Dipartimento	Svolgimento Attività/Progetti											<i>Total</i>
	TA	ET	AG	ME	SV	PM	MD	SP	ICT	IC	PC	
Afferenza	TA	89,55		7,24			0,15	4,31	1,92	0,64	7,27	15,27
	ET		98,30									4,23
	AG	2,85		87,25					0,69	0,21	0,98	8,16
	ME	0,15			90,94	23,38	1,37		0,91			12,36
	SV	0,82		3,55		72,15	0,82				0,06	4,45
	PM	0,86		1,89	4,95	0,85	95,60		3,72	1,23	0,43	7,72 11,57
	MD	2,66	0,68	0,06		1,40	2,21	96,82	5,69	12,48		9,26 18,53
	SP	2,14	0,77		1,01			2,86	81,86	0,08		8,00 4,45
	ICT	0,98	0,25			1,60		0,17	3,95	76,35	0,87	2,92 12,00
	IC				1,50	2,22			0,46	6,33	97,85	10,27 7,13
	PC										53,53	1,85
<i>Total</i>		100,0										

Tabella 2. Percentuale di Anni Uomo di Ricercatori e Tecnologi impegnati sui Progetti di un dipartimento rispetto al Dipartimento di afferenza. Dati dal Piano di Gestione Preliminare 2008.

Di seguito vengono esposti i principali risultati per progetto Dipartimentale

Dipartimento Terra e Ambiente**Progetto 1. Il sistema terra: interazioni tra terra solida, mare, acque interne, atmosfera e biosfera**

Il progetto si articola su 11 commesse che svolgono attività di studio sia sui singoli comparti ambientali, che sui processi di interazione che hanno luogo tra di loro. Per una maggiore comprensibilità delle varie iniziative le ricerche possono essere accorpate in 4 aree tematiche: Terra solida, Atmosfera, Oceano ed aree costiere, Ecosistemi. Sono trattati in ogni area risultati e attività di sviluppo tecnologico e di supporto.

I risultati del Progetto, con riferimento alle 4 tematiche individuate, comprendono uno spettro di prodotti assai ampio tra cui si citano: pubblicazioni, know-how, cartografia terrestre e marina, modellistica, metodologie analitiche, database, sviluppi tecnologici ed applicativi, ecc.

Tra i risultati maggiormente significativi si possono citare:

Terra Solida - I risultati conseguiti spaziano in diversi settori e ricordiamo in sintesi alcuni dei principali risultati ottenuti. Vi è stato l'allargamento del data set di cartografia geologica e petro-fisica con modellizzazione tridimensionale. Tecniche satellitari e lidar e uso di Gis hanno consentito la condivisione e la messa in rete delle conoscenze geologiche acquisite. Si è giunti alla realizzazione di cartografia geologica informatizzata in scala 1:50.000, 1:25.000 e 1:10.000 (CARG) dei fogli geologici ricadenti nell'intera regione Campania ed in scala 1:50.000 dei fogli geologici 351 Pescara, 339 Teramo e 372 Vasto; sono stati ampliati gli studi del Margine calabro di fondamentale importanza per stabilire la formazione ed evoluzione del bacino tirrenico.

Per l'Adriatico è terminata la realizzazione la carta geologica a scala 1:250.000 e anche azioni di cartografia al 50.000 con le Regioni (esp. Abruzzo). Applicazioni sono effettuate sulle frane sottomarine, vulcani di fango ed emissioni di fluidi. Le conoscenze sui margini continentali hanno permesso di avere risultati di rilievo su variazioni climatiche, variazioni del livello del mare nel recente passato e scenari futuri, fattori climatici e impatto antropico e la ricerca di risorse tra cui depositi di sabbie per il ripascimento delle coste.

Di particolare rilevanza è stata la mappatura, per la prima volta, del Golfo di Cadice che ha permesso di scoprire strutture tettoniche e sedimentarie di importanza regionale altrimenti mai rivelate prima. Tra di esse spicca un sistema trascorrente destro di circa 600 km di lunghezza, orientato ONO-ESE che con ogni probabilità, rappresenta il limite di placca che separa l'Europa dall'Africa a ovest dello stretto di Gibilterra.

Nell'ambito di tematiche sul ruolo dei materiali si citano molteplici risultati sia in ambito di sviluppo tecnologico, ambientale e nel campo medicale. Fra questi ricordiamo lo sviluppo di un metodo di caratterizzazione di materiale standard nei processi produttivi industriali, importanti progressi nella sistematica dei minerali e nei modelli struttura-funzione nei geomateriali, avanzamenti nella caratterizzazione di minerali fibrosi (anfiboli e zeoliti) e quindi dei reali fattori di rischio da esposizione, progresso degli studi delle proprietà di superficie per ottimizzare l'efficacia di materiali biomimetici utilizzati in medicina e ortopedia. Non vanno dimenticati alcuni risultati di impatto per l'archeologia e i beni culturali, sia riguardanti materiali lapidei che metalli, che stanno tra l'altro portando a una collaborazione con i Musei Egizi di Torino e di Il Cairo. La banca dati CROP entrata in produzione già da anni è consolidata, fornisce dati analogici e digitali alla comunità nazionale ed internazionale con continuità anche grazie ai servizi del CMS (Plone) in cui la banca dati risiede. Ulteriori risultati conseguiti riguardano la messa a punto di un approccio scientifico mirato ad ottenere un sistema solistico, auto-regolato, che consenta di individuare gli strumenti politico-decisionali determinanti per uno sviluppo equilibrato delle componenti ecologiche, sociali ed economiche nella gestione dei sistemi costieri. Lo sviluppo tecnologico ha consentito anche la messa a punto di un programma interattivo SeisPrho per l'elaborazione e l'interpretazione di profili sismici a riflessione ad alta risoluzione, particolarmente adatto per dati raccolti in mare.

Oceano e aree costiere - Le indagini nel comprensorio della Laguna di Venezia sono state intense e molteplici. Fra i principali risultati ricordiamo: lo sviluppo di modelli tridimensionali accoppiati di trasporto e dinamica dei sedimenti; studi di subsidenza e realizzazione di una carta altimetrica al fine della gestione del rischio idraulico nelle aree di bonifica; analisi dell'assetto stratigrafico dei depositi olocenici e tardo pleistocenici e

dell'evoluzione geologica e geomorfologica a partire dal Last Glacial Maximum; realizzazione e pubblicazione di un Atlante di distribuzione dei Foraminiferi. In area mediterranea un forte impulso alla ricerca ed agli studi di circolazione oceanografica è stato possibile grazie all'implementazione di un sistema di previsione del moto ondoso, alla messa a punto di una tecnica innovativa per identificare la dinamica delle masse d'acqua bottom-trapped ed all'analisi integrata di turbolenza e sismica per il tracciamento di dettaglio dei processi di bottom-boundary layer in discesa lungo la scarpata continentale. Oltre a questo, mediante modelli numerici meteorologici, idrodinamici e di onde ad alta risoluzione e osservazioni in situ di parametri quali nutrienti disciolti, materiale sospeso e fitoplancton, sono stati analizzati gli effetti di una serie di intensi episodi di bora che si sono verificati nel bacino nord Adriatico nel tardo settembre 2002. A questi vanno aggiunti la realizzazione di un sistema pre-operativo per la previsione della circolazione, del trasporto e dispersione di idrocarburi in mare, la Produzione di scenari e mappe di rischio da inquinamento marino (idrocarburi) nell'area delle Bocche di Bonifacio e arcipelago di La Maddalena. Dal punto di vista tecnologico i principali siti osservativi di ISMAR Trieste sono stati potenziati al fine di creare una rete meteomarina in near real time

Atmosfera - In questo settore si è raggiunta la messa a punto di una catena di previsioni meteorologiche a breve termine in tempo reale con BOLAM-MOLOCH con due domini ad alta risoluzione sull'intero territorio nazionale, è stato ottenuto un miglioramento dell'efficienza e della qualità delle previsioni meteorologiche numeriche dalla scala planetaria a quella convettiva, sulla base di verifiche iniziate nel corso del 2009; si sono ottenuti risultati relativi alla comprensione dei processi fisici e dinamici che presiedono allo sviluppo della convezione atmosferica e nell'ambito dello studio e della simulazione dei vortici freddi in quota e dei cicloni mediterranei. Gli studi sulle proprietà di crescita e dispersione di particelle con inerzia in flussi turbolenti hanno condotto a diversi risultati (oggetto di 3 pubblicazioni su riviste internazionali), riguardanti rispettivamente l'intermittenza nelle distribuzioni di velocità di particelle pesanti in presenza di turbolenza, la dispersione turbolenta di coppie di particelle e la crescita di goccioline per condensazione in turbolenza omogenea e isotropa. E' stata sviluppata la nuova versione del modello RAMS per la simulazione della fluidodinamica in applicazioni con presenza di ostacoli e in ambiente urbano nonché la nuova versione del sistema modellistico MicroRMS per la simulazione della meteorologia e della dispersione di inquinanti alla microscala e in ambiente urbano. Su queste tematiche sono state messe a punto 4 pubblicazioni su riviste internazionali e numerose presentazioni a congressi. Altri progressi si sono ottenuti grazie allo sviluppo di algoritmi di tipo deterministico per il calcolo del bilancio di massa atmosferico e quantificate le emissioni di CO₂ di ecosistemi agricoli di tipo e di distretti industriali ad elevato impatto ambientale in Sardegna. È stato pubblicato il rapporto tecnico "Mercury Fate and Transport in the Global Atmosphere" a cui hanno contribuito le maggiori istituzioni universitarie e di ricerca al mondo. Questo report rappresenta la base tecnico-scientifica del futuro trattato internazionale finalizzato a ridurre l'inquinamento da mercurio e del conseguente impatto sugli ecosistemi e salute pubblica. In ultimo, importanti studi hanno rivelato che l'emissione di propano e metano da sorgenti geologiche naturali influisce fortemente su scala globale spiegando le elevate concentrazioni di questi gas in alcune aree della terra.

Ecosistemi terrestri e acquatici - In ambito terrestre gli studi sono articolati e difformi ma in sintesi i risultati ottenuti possono riassumersi in diverse categorie: ruolo della vegetazione terrestre nei cicli biogeochimici e biogeofisici, interazione piante-inquinamento atmosferico e risposte agli stress ambientali, aspetti evolutivi di taxa microbici ed animali in aree temperate e tropicali terrestri ed acquatiche, tecniche analitiche innovative nell'ambito delle indagini sugli incendi, flussi di Composti Organici Volatili (VOC) e gas serra (CH₄, N₂O e CO₂) da ecosistemi forestali ed agricoli, Variabilità genetica e genomica inter ed intrapopolazione di alberi forestali. In particolare, fra i principali risultati, si ricorda: identificazione di limitazioni diffusive e non diffusive della fotosintesi in piante di riso e olivo; identificazione di limitazioni fisiche e biochimiche all'assimilazione del carbonio ed i meccanismi di controllo dell'emissione di isoprene in piante di pioppo; evidenziazione differente comportamento di salici e pioppi nell'accumulo e nella tolleranza al cadmio; sviluppo di marcatori (microsatelliti) associati ad EST in specie forestali; identificazione di un aplotipo di *Sciurus vulgaris* (Scoiattolo) della Calabria geneticamente molto differenziato da tutte le altre popolazioni paleartiche; sviluppo di marcatori mitocondriali che hanno permesso di rilevare bassi livelli di differenziazione genetica tra le popolazioni italiane di occhione; utilizzo dei flussi di BVOC misurati nell'area costiera di Castelporziano come sistema di riferimento per calcolare l'emissione da macchie mediterranee dunali nell'inventario nazionale delle emissioni di BVOC in corso di sviluppo, realizzazione di mappe vegetazionali specie-specifiche per la stima dell'emissione di BVOC da ecosistemi forestali misti, Pubblicazione di 3 lavori su alcune specie nuove della

Croazia, Sardegna e dell'Isola di Socotra. Fruttuose ricerche nell'ambito degli studi sulla desertificazione hanno accertato, grazie all'utilizzo di tecniche di eddy-covariance, che solo alcune delle parametrizzazioni usate nei modelli più avanzati per predire l'emissione da erosione eolica in aree desertiche funzionano correttamente e che contrariamente a quanto comunemente creduto, la vegetazione può giocare un ruolo importante nell'aumentare l'emissione. È stato dimostrato come la produttività primaria netta (ovvero la capacità di assorbimento del Carbonio) di ecosistemi forestali artificiali aumenterà di circa il 25% se la concentrazione atmosferica di CO₂ crescerà fino a 550 ppm (rispetto a 380 ppm attuali), ovvero il livello di CO₂ atmosferica che si prevede sarà raggiunto dal pianeta intorno all'anno 2050, se non si interverrà prontamente per ridurre le emissioni di gas serra.

In ambito acquatico è importante ricordare che sono stati messi a punto 5 indici numerici per valutare la qualità dei laghi e degli invasi italiani a partire dalla composizione e dall'abbondanza del fitoplancton, dei macroinvertebrati, della flora acquatica e della fauna ittica. Un ulteriore risultato riguarda la scoperta che come negli oceani, nel lago Maggiore (profondità massima 370 m) i microrganismi del dominio degli *Archaea* sono relativamente più abbondanti dei *Bacteria* con l'aumentare della profondità.

Progetto 2. Cambiamenti globali

Le attività sperimentali, l'acquisizione e analisi di serie temporali di dati in ambito atmosferico, marino e terrestre e lo studio dei processi relativi ai cambiamenti globali procedono nell'ambito di numerosi progetti nazionali e internazionali. È tuttavia carente il legame fra le molteplici attività sperimentali e quelle modellistiche a varie scale e in vari ambiti. Questo costituisce un *gap* molto importante per l'efficacia della ricerca del DTA in questo settore, in quanto impedisce una efficace sintesi dei risultati sperimentali di grande importanza che gli Istituti del CNR continuano a ottenere in questo settore. Questo inoltre limita fortemente la possibilità per i ricercatori del CNR di poter contribuire efficacemente a determinare l'agenda della ricerca internazionale, fattore di fondamentale importanza per lo sviluppo ulteriore della ricerca nazionale.

Porre rimedio a questa situazione è uno degli obiettivi del coordinamento e dello stimolo che il DTA sta compiendo, ma superare questa situazione dipende anche dalla capacità che il DTA e i singoli gruppi di ricerca hanno di attivare *partnership* internazionali ed anche da un'effettiva collaborazione con gli altri Enti nazionali che si occupano della ricerca nel settore dei Cambiamenti Globali (Università, ENEA, INGV, OGS, ecc.). Infatti, l'eccellenza della ricerca CNR nel campo dei cambiamenti globali rispetto alla situazione internazionale si manifesta nei settori quali i cambiamenti della composizione dell'atmosfera, le ricerche polari, la paleoclimatologia, lo studio degli ecosistemi, le ricerche in alta quota, settori dove, per l'appunto, la collaborazione internazionale è particolarmente attiva.

Le Commesse del Progetto coprono ampiamente le tematiche sui cambiamenti globali: clima, cicli biogeochimici, ecosistemi terrestri ed acuatici, cambiamenti della composizione dell'atmosfera e del ciclo idrologico, ambienti polari.

Cambiamenti climatici

Per quanto riguarda la modellistica del clima sono stati sviluppati metodi di regionalizzazione per la valutazione degli impatti della variabilità climatica: ecosistemi alpini, risposte dei ghiacciai, regime dei venti.

Il database ultrasecolare per la valutazione dei cambiamenti climatici recenti comprende ora 5000 stazioni a livello nazionale, in base alle quali è stata realizzata una griglia climatologica a risoluzione spaziale di 1km x 1km. È stato quindi messo a punto un metodo statistico che permette di completare la serie di precipitazioni giornaliere.

Per quanto riguarda la paleoclimatologia, sono state portate a termine le interpretazioni di dati micro paleontologici di una carota di sedimento ubicata sulla piattaforma continentale nel Golfo di Salerno. L'integrazione di questi dati con misure isotopiche ha permesso una dettagliata cronologia del record sedimentario degli ultimi 10.000 anni.

Tecniche paleolimnologiche applicate a sedimenti lacustri del Lago Maggiore hanno messo in luce gli effetti diretti ed indiretti del riscaldamento climatico sul popolamento zooplanctonico e fitoplanctonico. Inoltre, le ricerche svolte su molteplici successioni lacustri in Italia settentrionale hanno permesso di avanzare nuove teorie sulla migrazione della vegetazione ed inoltre di ottenere risultati originali sulle relazioni fra paleo clima e civiltà umana nell'Olocene.

E' stata inoltre documentata una potenziale connessione fra eventi sismici ed emissione di gas serra, principalmente metano.

Cicli biogeochimici, ecosistemi acquatici e terrestri

Nell'ambito degli ecosistemi terrestri, l'impiego di metodologie isotopiche ha portato alla valutazione dell'efficienza di sequestro di CO₂ da parte della biomassa vegetale. Inoltre, l'analisi delle relazioni causa-effetto fra uso del territorio, erosione dei suoli e desertificazione ha permesso di quantificare l'entità geografica del rischio in comprensori collinari marginali dell'Italia centrale. In ambito internazionale è poi stata condotta un'analisi ecologica e socio-economica di due eco-regioni dello Stato del Parà (Amazzonia, Brasile). In seguito a questi studi è stato proposto un modello di recupero graduale delle aree a pascolo brado da riconvertire a foresta pluviale secondaria.

In ambito marino sono stati analizzati gli eventi estremi di variazione del livello marino giornaliero nell'Adriatico settentrionale, oltre ad una valutazione, nella stessa area, dell'impatto antropico nell'ultimo secolo da un'analisi multiparametrica condotta alle foci di Adige, Brenta e Po. Sono poi stati ottenuti risultati sulla dinamica del picoplanton in ambienti costieri a diverso grado di stress ambientale antropico. Confrontando inoltre dati sperimentali attuali con quelli ottenuti 25 anni fa si è giunti ad individuare, a livello statisticamente significativo, un'acidificazione dell'acqua dell'Adriatico di 0.06 unità di pH.

Per quanto riguarda gli scambi atmosfera-mare è stata invece sviluppata una funzione sorgente dello spray marino per l'inclusione in un modello a larga scala. Il modello TM4 ha quindi stimato la sorgente primaria di carbonio organico dallo spray marino in 12 TgC/anno, che rappresenta una frazione molto significativa delle sorgenti globali di carbonio organico nel particolato atmosferico.

Cambiamenti della composizione dell'atmosfera e del ciclo idrologico

Il Network di Eccellenza Europeo ACCENT, coordinato dal CNR, ha pubblicato, al termine dei sei anni di attività di coordinamento delle ricerche europee sui cambiamenti atmosferici, una *review* internazionale alla quale hanno contribuito 180 autori, che riguarda gli effetti dei cambiamenti della composizione atmosferica sul clima, la qualità dell'aria e gli ecosistemi.

Nell'ambito delle attività di studio in ambito himalayano, è stato presentato in occasione del vertice sul clima di Copenhagen, l'unico database disponibile nella regione himalayana di concentrazione di *black carbon* ottenuto presso l'osservatorio Piramide a 5000 m di altezza.

Sono anche stati ulteriormente integrati i database ottenuti da misure *in-situ* e di *remote sensing* (fotometri, lidar) relativi alle intrusioni di polveri sahariane sulla nostra penisola.

Nell'ambito della ricerca sul ciclo idrologico è stata completata l'analisi climatologica sulla convezione nella regione Euromediterranea (10 anni di dati) e nell'Africa tropicale (5 anni di dati). E' inoltre stata ottenuta una migliore metodica di quantificazione dell'errore associato alla stima di precipitazione da satellite. E' poi stata elaborata una nuova metodologia di *downscaling* statistico delle precipitazioni giornaliere prodotte da modelli climatici che è stata applicata ad alcuni bacini dell'Italia meridionale per il supporto alle decisioni rivolto agli enti gestori della risorsa idrica.

Ambienti polari

Il *Climate Change Tower Integrated Project* (CCT) ha portato alla realizzazione della piattaforma di misura da 30 metri presso la base artica del CNR che sarà alla base delle attività future in Artico.

Le ricerche in campo microbiologico negli ambienti polari ha evidenziato una elevata eterogeneità nelle emoglobine di diverse specie ed evidenziato una bassa sensibilità delle emoproteine di vari pesci antartici alle variazioni di temperatura. Inoltre, l'esame condotto per 6 anni sulla colonizzazione primaria di aree deglaciate sul fronte di ghiacciai in arretramento nelle isole Svalbard ha messo in evidenza uno stretto legame fra dinamiche di colonizzazione e composizione e struttura del substrato minerale, oltre che della disponibilità idrica.

Progetto 3. Qualità dei sistemi ambientali

Il Progetto "Qualità dei Sistemi Ambientali" raggruppa un ampio insieme di attività finalizzate allo studio del grado di alterazione degli ecosistemi e alla messa a punto di strategie e interventi finalizzati alla salvaguardia e al ripristino ambientale. Il Progetto comprende tre Commesse finalizzate allo studio degli ambienti acquatici

(Mare e acque costiere, Acque interne, Ambienti lagunari e di transizione), due Commesse relative allo studio del suolo (Suolo e Sistema suolo-biocenosi), una Commessa inerente la qualità dell'Atmosfera e una Commessa indirizzata allo studio della Contaminazione chimica nei vari compatti ambientali. Tutte le commesse del progetto hanno permesso di raggiungere risultati significativi in merito alla conoscenza dei processi che hanno effetti sulla qualità delle diverse matrici ambientali. In questo progetto un contributo di rilievo è fornito dagli istituti partecipanti a dimostrazione della necessità di continuare nel processo di integrazione di competenze diverse. Ciò è dimostrato da alcuni dei risultati ottenuti che interessano l'ambito agroalimentare quali il problema di contaminazione in Marocco legato all'uso intensivo di fertilizzanti o gli effetti del selenio sulla produzione, maturazione e conservazione post-raccolta in piante di pomodoro e aglio.

Qualità del mare e delle acque costiere - sono stati ottenuti importanti risultati riguardanti la contaminazione da petrolio, fra cui la caratterizzazione della risposta adattativa delle comunità microbiche marine, la valutazione della tossicità su organismi target tipici della catena trofica, lo studio degli effetti del petrolio nei sedimenti tramite l'utilizzo di marker molecolari e biologici e di parametri che forniscono indicazioni sulle cinetiche di detossificazione naturale dei sedimenti stessi.

Le attività di ricerca relative alla **qualità delle acque interne** hanno ottenuto interessanti risultati nell'area del Nord Italia: le acque dei laghi profondi (Maggiore, Lugano bacino nord, Como, Iseo, Garda) hanno evidenziato una non completa circolazione con conseguenze sullo stato di anossia in profondità. I dati isotopici hanno inoltre permesso di individuare le aree di ricarica di sorgenti e approfondire le conseguenze prodotte da cambiamenti climatici recenti. Nell'area della laguna di Venezia sono stati evidenziati livelli elevati di CH_3Hg^+ nei sedimenti e nelle acque interstiziali, nonché composti dell'arsenico, del selenio e del cromo nelle acque della laguna. È stato infine dimostrato che le sostanze umiche hanno una forte affinità per un grande numero di elementi in tracce in soluzione, confermando le capacità complessanti, sequestranti, surfattanti e ammelloranti delle sostanze umiche naturali.

Nell'ambito delle attività relative allo studio della **qualità dei suoli** sono stati raggiunti significativi risultati mediante l'utilizzo dell'attività della biomassa microbica per l'individuazione di indicatori di qualità e funzionalità del suolo e il monitoraggio della mesofauna del suolo come indice di qualità e dispensatore di nutrienti. Altri punti di arrivo delle ricerche condotte in questo ambito riguardano gli effetti del selenio sulla produzione, maturazione e conservazione post-raccolta in piante di pomodoro e aglio, la messa a punto della tecnica dell'ossidazione controllata della sostanza organica del suolo mediante plasma freddo di ossigeno, la comprensione dei meccanismi di assorbimento nel suolo del prione della TSE, l'identificazione degli intervalli termici della combustione di frazioni specifiche di sostanza organica.

I principali prodotti delle attività relative allo studio della **qualità dell'atmosfera** sono costituiti da banche dati di qualità dell'aria (inquinanti gassosi e in fase particolare) derivanti da attività sperimentali effettuate in numerose aree italiane (Regione Lazio, Emilia Romagna, Calabria) ed estere (Francia, Serbia, Montenegro, Tunisia, Israele). I dati raccolti sono interpretati sulla base del legame con le condizioni meteo-climatiche e con le principali sorgenti, sia naturali (emissioni biogeniche, trasporto a lunga distanza di sabbia, aerosol marino) che antropogeniche (traffico, emissioni industriali). Ulteriore prodotto di queste attività è la realizzazione di cartografie tematiche di inquinanti in aree industriali ed urbane.

In ambito **modellistico**, è stata ampliata la possibilità di applicare recenti soluzioni analitiche e/o semianalitiche dell'equazione di trasporto e dispersione in atmosfera a scenari meteorologici realistici: in particolare è stata introdotta nella soluzione la possibilità di descrivere e valutare la deposizione al suolo degli inquinanti trasportati. Nel campo delle applicazioni LES (Large Eddy Simulation) è stato messo a punto un filtro per la turbolenza convettiva basato sul meccanismo di Heisemberg per il trasferimento di energia. Inoltre, sono stati realizzati nuovi moduli numerici per la simulazione della dispersione di gas a densità diversa da quella dell'aria nella nuova versione alla microscala del modello lagrangiano a particelle SPRAY, detto MicroSpray. È stato infine sviluppato un Indice di Stabilità Atmosferica per la valutazione degli eventi di inquinamento atmosferico acuto e per la stima dell'incremento del materiale particellare sospeso in atmosfera dovuto al trasporto di aerosol da lunga distanza.

Gli studi effettuati in Marocco e in Vietnam (bacino scolante e sedimenti della laguna di Tam Giang Cau-Hai) nell'ambito della Commessa riguardante la Contaminazione chimica nei vari compatti ambientali ha portato a evidenziare un crescente problema di contaminazione in Marocco legato all'uso intensivo di fertilizzanti e a confermare la notevole influenza dell'input terrestre rispetto alle altre possibili sorgenti nella laguna di Tam Giang Cau-Hai. Gli studi condotti sul territorio italiano hanno permesso di stimare il contributo diretto del traffico navale passeggeri nel periodo estivo e autunnale alle immissioni di inquinanti (PM_{10} e $\text{PM}_{2.5}$, NO_2 e SO_2)

nella laguna di Venezia e di mettere in luce, nel bacino padano, il rischio connesso all'uso potabile di acque superficiali e sotterranee inquinate dalla presenza di sostanze polari di facile trasporto ma anche persistenti come per fluorurati e residui farmaceutici.

Progetto 4. Sostenibilità dei sistemi ambientali

Le attività del progetto spaziano da tematiche estremamente vaste quali la gestione sostenibile della fascia marina costiera e degli ecosistemi terrestri, produttivi e naturali ad altre più specifiche quali l'uso sostenibile delle risorse viventi o la valutazione e gestione delle georisorse e la gestione sostenibile delle acque interne. Il progetto gode di forti legami con le Amministrazioni locali e con i Ministeri e ha una forte azione federativa sul territorio nazionale, come dimostrato dalle estese collaborazioni con Università ed Enti Pubblici di ricerca. Alcuni casi specifici (p.es. la commessa riguardante l'ecologia marina e la pesca sostenibile) portano eccezionalmente diversi Ministeri (Ministero per le Politiche Agricole Alimentari e Forestali, Ministero degli Affari Esteri, Ministero della Ricerca) a convergere sullo stesso argomento, di interesse comune.

Queste occasioni sono preziose per il CNR per avere posizioni leader nelle attuali strategie europee di convergenza e governance multisettoriale. Nonostante le potenzialità applicative delle attività di ricerca portate avanti nell'ambito del progetto, i rapporti di collaborazione con le Imprese sono esigui, così come la produzione di brevetti. Le attività riguardanti la modellistica ambientale per la sostenibilità dovrebbero essere incrementate dato che questo strumento, ancora poco sviluppato, è sempre più richiesto dagli stake-holders.

Si è effettuata la valutazione acustica della biomassa di specie pelagiche sulla piattaforma continentale a sud della costa meridionale della Sicilia e del mar Tirreno e la stima del tasso di sfruttamento della popolazione di acciuga nella Geographical Sub-Area 16 della General Fisheries Commission for the Mediterranean (FAO). E' stato ulteriormente perfezionato e testato il modello intelligente per la gestione integrata delle zone costiere.

Si è estesa la conoscenza su tassonomia e variabilità spazio-temporale delle comunità fito e zooplanktoniche (stadi attivi e cisti) in diversi ambienti, anche in relazione alla presenza di specie produttrici di tossine. Si è completato l'elenco di microalge responsabili di bloom potenzialmente tossici lungo le coste pugliesi. Si è caratterizzata la struttura biochimica di sostanze con attività antibatterica in estratti di macroalghe ed invertebrati marini perfezionando anche idonee tecniche di estrazione.

Si sono messe a punto di tecniche di interpretazione sismosstratigrafica, già utilizzate nella ricerca degli idrocarburi, e tecniche di inversione dei dati aeromagnetici. Si sono sviluppate le ricerche che hanno prodotto la nuova Carta Metallogenica della Sardegna. Nell'ambito di diversi Programmi si è realizzata la campionatura, l'analisi e l'elaborazione di dati geochimici.

Si è valutato un modello globale dell'evoluzione della chimica del mercurio emesso da sorgenti antropogeniche e naturali e si è applicato un modello per determinare l'impatto dell'ossidazione *in situ* relativa alle emissioni dirette sulla concentrazione di mercurio(II) nell'atmosfera mediterraneo.

Si sono sviluppati metodi geofisici innovativi per l'esecuzione di misure tempo-variante, realizzando uno strumento dedicato. E' stata ricostruita in dettaglio la struttura idrogeologica della zona tra il fiume Ticino ed il fiume Oglio, relativa a sette province lombarde. Sono stati stimati i quantitativi d'acqua presenti nel sottosuolo milanese, acquisendo così un valore di taratura del sistema di ricarica e prelievo per garantire un livello minimo sostenibile. L'attività di sviluppo modellistico ha portato ad una migliore descrizione dei processi idrologici in condizioni di clima semiarido mediante la rappresentazione delle dinamiche della vegetazione. Si sono evidenziati i limiti dei metodi a resistività legati alle elevate concentrazioni della soluzione salina. Si è appurata l'origine naturale della contaminazione da CrVI delle acque sotterranee, da imputare all'interazione delle acque con matrici solide contenenti ofioliti.

Si è confermata la trasferibilità di 10 microsatelliti nucleari tra *J. nigra* e *J. regia* e si è realizzata una prima classificazione hot-spot di variabilità genetica nel Continente Euroasiatico. Si è verificato che l'andamento del contenuto in zuccheri solubili nella zona in divisione ed espansione del cambio evidenzia una stretta correlazione con il livello di attività metabolica del meristema secondario. Si sono organizzati numerosi cantieri sperimentali di raccolta della biomassa e sono stati ottenuti profili resistenti di due specie legnose. Sono stati realizzati prototipi di complementi d'arredo con legname di frassino e ciliegio proveniente da diradamenti in impianti di arboricoltura da legno. Si sono acquisite importanti informazioni sull'uso delle radiofrequenze per l'incollaggio del legno con adesivi acetovinilici e si è conclusa la caratterizzazione preliminare del trattamento a base di sol gel-rame, dimostrando che tale trattamento è efficace contro un fungo della carie bruna del legno e che il rame si fissa stabilmente al legno. E' pure stata messa a punto una metodologia per la classificazione del

degrado di legno archeologico. Infine il biomonitoraggio terrestre nell'Area mineraria del Medio Campidano ha permesso di fornire un profilo faunistico di alcuni degli habitat rappresentati nei siti minerari e di verificare le condizioni strutturali e di gestione più favorevoli alla biodiversità in generale.

E' stato prodotto l'inventario dei potenziali di energie rinnovabili nazionali a medio termine e l'implementazione di modulo per la rappresentazione della produzione di tali energie (Italia e Slovenia). Si è completata l'analisi statistica di dati modellistici per l'individuazione di cluster di nazioni omogenei rispetto ai consumi energetici finali e alle emissioni di CO₂ settoriali per l'identificazione delle aree di applicazione di target di riduzione delle emissioni. È stata verificata la sostanziale stazionarietà dell'attività fotosintetica negli ultimi 25 anni e si sono realizzate mappe di parametri fenologici per il continente europeo, giungendo a distinguere due grandi macro-regioni fenologiche, approssimativamente coincidenti con l'Europa dell'Est e dell'Ovest.

L'assorbimento di carbonio è stato misurato e confrontato in diversi siti, per uno dei quali si è realizzato un bilancio di carbonio di medio-lungo termine (1992-2008), comparando la misura diretta a scala di copertura (eddy covariance) con tecniche biometriche classiche. L'analisi dei dati del progetto BioSoil ha portato a quantificare lo stock di carbonio nella componente minerale ed organica (lettiera e humus) dei suoli forestali italiani. Il campionamento è stato realizzato su 239 siti. In collaborazione con partner europei, è stato pubblicato un lavoro sul bilancio del carbonio delle foreste europee, ottenuto integrando diverse fonti di dati raccolti tra il 1990 ed il 2005.

Progetto 5. Rischi naturali ed antropici

Il consuntivo è basato: (i) sull'analisi dei risultati raggiunti rispetto agli obiettivi prefissati, (ii) sulla produttività scientifica e tecnologica, e (iii) sulla capacità di conquistare risorse nel mercato della ricerca e dello sviluppo tecnologico. In linea di massima, anche se con qualche rallentamento connesso a fattori esterni non previsti, e in particolare all'intensa attività a supporto del Dipartimento della Protezione Civile a seguito del sisma che ha colpito l'Abruzzo nell'aprile del 2009, le attività svolte e i risultati ottenuti sono in linea con quanto pianificato e previsto. La produttività scientifica, in termini di quantità e qualità, è buona e sostanzialmente invariata rispetto al triennio precedente. La capacità di recuperare risorse economiche, condizionata dalla cadenza e dal contenuto delle chiamate Europee e nazionali (POR, PON, PRIN, ecc.), resta buona, ma il peso delle attività gestionali, in particolare per le proposte e i progetti di natura o con prevalente componente industriale (ad esempio, fondi ASI), ha raggiunto limiti insopportabili nel medio - lungo periodo, senza un adeguato supporto di risorse e di personale.

I risultati raggiunti sono consistiti in nuove conoscenze e strumenti metodologici e operativi, per la prevenzione, la gestione e la mitigazione di differenti "rischi" naturali. Particolarmente rilevanti, anche per le modalità operative di collaborazione inter-istituto e per il carattere multi-displinare, sono state le attività condotte a seguito del sisma che ha colpito l'Abruzzo nel 2009. L'analisi interferometria differenziale di immagini SAR riprese dai satelliti Envisat, TarraSAR-X e COSMO-SkyMed ha consentito di misurare l'estensione geografica, la grandezza e il verso della deformazione topografica prodotta dal terremoto del 6 aprile 2009. Il risultato ha guidato la mappatura degli effetti al suolo prodotti dal sisma, e ha permesso di verificare come il 70% delle frane sismo-indotte sia avvenuto nell'area racchiusa dalla frangia di deformazione più esterna misurata da satellite, con una densità di dissesti che è diminuita allontanandosi dall'area epicentrale con una legge esponenziale. Un sistema di monitoraggio topografico in continuo, di precisione e a controllo remoto, ha permesso di monitorare la deformazione post-sismica della faglia di Paganica-Tempera. Attraverso indagini geomorfologiche e geologiche di dettaglio sono state caratterizzate le condizioni di risposta sismica di alcuni dei centri abitati più colpiti dal sisma, fra i quali Onna, Paganica, San Gregorio e il centro storico di L'Aquila. È anche stato progettato e realizzato un sistema informativo per la gestione di dati geologico-tecnici utili alla microzonazione sismica. Infine, rilievi sismici ad alta risoluzione dell'area di Pettino-Coppito effettuati da Istituti del CNR hanno permesso di caratterizzare le strutture che hanno prodotto il sisma abruzzese.

Nella Commessa *Piene e inondazioni* sono stati ottenuti risultati innovativi nel monitoraggio idro-meteorologico, nella modellistica idrologica-idraulica, e nella previsione e mitigazione della pericolosità idraulica. Nel campo del monitoraggio, sono stati caratterizzati fenomeni di piena in diversi ambiti climatici e fisiografici Europei, ed è stata stimata la velocità del flusso durante eventi di piena rilevanti. Gli sviluppi modellistici hanno riguardato: (i) la stima della relazione livello-portata a partire da deflussi noti in una diversa sezione, (ii) un modello di trasferimento dell'onda di piena basato su sezioni fluviali equivalenti, e (iii) un modello afflussi-deflussi che assimila dati di contenuto d'acqua osservati in situ e da satellite. Per la mitigazione della pericolosità idraulica sono state definite

metodologie per lo studio del rischio in bacini carsici, e per la valutazione della sicurezza idrologica delle dighe, ed è stato sviluppato un sistema di supporto alla gestione del rischio idraulico in Umbria.

Le ricerche nell'ambito della Commessa *Frane e altri movimenti in massa* mirano ad analizzare i meccanismi responsabili dell'innesto, della propagazione, e dell'arresto delle frane. Sono studiati fenomeni di frana s.s. e colate detritiche, con attività di laboratorio e di campagna in siti di test strumentati. Nel 2009, sono proseguiti le attività di gestione dei siti esistenti, ed è stato implementato un nuovo sistema per il monitoraggio di spandimenti laterali lungo la costa nord-occidentale di Malta. E' proseguito l'aggiornamento di archivi storico-bibliografici utili alla definizione della ricorrenza temporale dei dissesti. In campo geotecnico, è stata analizzata la stabilità di fianchi di edifici vulcanici attivi, sono state studiate le relazioni tra precipitazioni, pressioni interstiziali, e movimenti in versanti in argille sovraconsolidate, e sono state studiate frane in calcari con interstati argillosi. Infine, sono proseguiti le analisi del regime di filtrazione tipico di grandi frane appenniniche riattivate dalle precipitazioni in formazioni marnoso-calcaree.

Nell'ambito della Commessa sulla *valutazione dei rischi* i risultati innovativi consistono: (i) nello sviluppo di strategie innovative per la definizione della suscettibilità, della pericolosità, e del rischio geo-idrologico a differenti scale geografiche, (ii) nello sviluppo di metodi oggettivi per la definizione di soglie pluviometriche per il possibile innesto di fenomeni franosi, e nell'applicazione delle soglie al Sistema d'Allertamento Nazionale per la previsione del possibile innesto di Fenomeni franosi (SANF), sviluppato nell'ambito del Progetto; e (iii) nella stima dei livelli di rischio sociale da frana e da inondazione nelle 20 Regioni italiane. Nel corso del 2009, alcuni ricercatori sono stati impegnati in attività di protezione civile, i cui risultati consistono: (i) nell'identificazione dei legami fra il pattern della deformazione topografica indotta dal sisma del 6/4/2009 in Abruzzo, e la distribuzione e la tipologia delle frane sismo-indotte, e (ii) nello sviluppo di tecniche per il riconoscimento e la mappatura delle frane basate sull'analisi di immagini satellitari ottiche ad alta risoluzione, in Sicilia nord-orientale.

Le attività per lo *sviluppo e l'applicazione di tecnologie per il monitoraggio* sono mirate alla caratterizzazione e allo studio di fenomeni franosi e di corsi d'acqua. Per quanto concerne il monitoraggio delle frane, è proseguita l'attività di monitoraggio di frane e versanti instabili in Piemonte, sia in condizioni "ordinarie" che di "emergenza". Nell'ambito delle attività di sviluppo tecnologico, due strumenti oggetto di brevetto CNR nel corso del 2008 - IDMS e SIA - sono stati utilizzati in situazioni reali, con ottimi risultati. Per lo studio dei corsi d'acqua, sono state effettuate sperimentazioni tecnologiche per l'utilizzo di sistemi Georadar per l'esecuzione di rilevamenti batimetrici lungo corsi d'acqua minori, anche in assenza di condizioni di navigabilità continua.

Oltre a quelle già citate in Abruzzo, le attività di studio sull'*evoluzione geologica recente* condotte nell'ambito del progetto UrbiSIT hanno portato alla caratterizzazione geologica dell'area archeologica del Colle Palatino, a Roma, per la Sovrintendenza Archeologica del Ministero Beni Culturali. Le ricerche in *pedogenesi ed erosione del suolo* hanno riguardato: (i) misure di erosione e sedimentazione in versante e stima della connettività dei flussi in diverse condizioni; (ii) lo sviluppo e l'applicazione di modelli matematici per la stima delle variazioni di produzione di sedimenti a seguito di variazioni culturali, in Calabria; (iii) l'identificazione di variabili ambientali correlate alla siccità e alla desertificazione, con particolare riferimento a quelle stimabili con il telerilevamento satellitare; e (iv) la valutazione degli stock di carbonio organico nei suoli, correlata alla diminuzione della sostanza organica del suolo, il rischio di erosione, e la contaminazione da metalli pesanti in Emilia-Romagna, Toscana e Veneto.

Le ricerche nell'ambito dei *rischi geologici sottomarini e costieri* hanno riguardato: (i) l'identificazione e la mappatura di faglie sottomarine, inclusa la loro interazione con apparati vulcanici sottomarini o emersi; (ii) indagini sullo stato di attività degli edifici vulcanici, in relazione al chimismo delle lave, alle morfologie eruttive, alla posizione e profondità delle camere di frazionamento, e all'emissione di fluidi; e (iii) l'individuazione e la ricostruzione di eventi di trasporto di massa in ambienti di scarpata profonda, inclusi i fattori d'innesto, la caratterizzazione dei materiali, e le condizioni di sedimentazione dei depositi. Parte dell'attività è stata svolta nell'ambito del progetto Europeo NEAREAST, per lo sviluppo di un sistema di monitoraggio – con scopi di allertamento – di strutture "tsunamigeniche" nel Mediterraneo.

Nell'ambito del progetto MaGIC, per lo studio della *geomorfologia dei margini continentali italiani*, sono stati effettuati oltre 150 giorni-nave per l'acquisizione di dati ecometrici multi-fascio, e sono state condotte attività di interpretazione dei dati e di produzione di mappe. Le unità di ricerca dell'IAMC, dell'ISMAR, dell'OGS, e del CoNISMa, hanno prodotto i risultati attesi senza particolari criticità e con la soddisfazione del DPC. Nel maggio 2009, MaGIC ha organizzato il convegno *Seafloor Mapping for Geohazard Assessment*, che ha visto la partecipazione di oltre 100 ricercatori di quindici paesi, di cui 1/3 appartenenti a industrie o servizi geologici. Fra i risultati scientifici innovativi vi sono: (i) l'identificazione di un'elevata e inattesa frequenza spaziale e temporale di fenomeni d'instabilità geologica lungo i margini continentali italiani, e (ii) l'individuazione di strutture di emissione di fluidi a fondo mare, d'interesse anche quali indicatori di attività di strutture tettoniche.

Progetto 6. Osservazione della Terra

L'attività spaziale, con il suo alto contenuto tecnologico e logistico e con la caratteristica di lunghi tempi di sviluppo per gli strumenti e per le metodologie appartiene in modo quasi esclusivo al progetto OT e come tale è il campo in cui OT deve fare i maggiori investimenti. I finanziamenti di ESA (European Space Agency) vengono da un periodo in cui i gruppi Italiani sono stati reiteratamente penalizzati nelle selezioni internazionali a causa dell'*'overspending* di ESA in Italia per i contratti industriali. La ricerca spaziale italiana nel campo delle Earth Sciences ha difficoltà a essere competitiva in quanto accanto alla carenza di progetti nazionali atti a favorire lo sviluppo di nuove idee e nuove capacità è spesso anche tecnicamente precluso l'accesso agli ITT (*Invitation to Tender*) di ESA. I finanziamenti di ASI sono focalizzati nella direzione delle applicazioni per la protezione civile e nel campo dell'utilizzo del satellite Cosmo-Skymed. Per quanto limitate, queste opportunità possono essere utilizzate dal CNR. Dal punto di vista dello sviluppo di nuovi *payloads* è in corso una discussione con ASI per il coordinamento all'interno di una "Missione climatologica" delle sparute iniziative in corso nell'ambito delle OT.

*Risultati Conseguiti***Tecniche di telerilevamento e metodi di analisi**

Sono state sviluppate metodologie per la stima del profilo di temperatura nei primi metri della calotta Antartica da dati satellitari di radiometri a microonde che hanno consentito di individuare negli ultimi 20 anni un trend di riscaldamento della superficie antartica correlabile ai cambiamenti climatici. Sempre in Antartide, nella base di DOME C, è stata fatta una campagna di misure con un radiometro in banda L per la stima della profondità di penetrazione della radiazione nell'intervallo di frequenze 1-37 GHz finalizzata alla calibrazione del satellite ESA SMOS recentemente lanciato.

Nell'ambito dell'emergenza Abruzzo, a seguito del terremoto dell'aprile 2009, sono state fornite informazioni di supporto mediante l'analisi del campo di deformazione derivato dall'inversione di interferogrammi DInSAR multisensore oltre ad attività di supporto tecnico-scientifico per il Dipartimento di Protezione Civile fornite con un mezzo mobile per misure geofisiche e con i sistemi di ricezione e trasmissione dati (in questo caso va anche sottolineato il contributo fornito per la microzonazione sismica dell'area).

Sono state effettuate diverse campagne di misura nella zona di Tivoli in provincia di Roma, volte a prelevare campioni di coperture in cemento-amianto, ed analizzate in laboratorio in collaborazione con l'ISPESL ed ASL RMG. Questa attività d'archiviazione è finalizzata all'individuazione di parametri chimico/fisici che caratterizzano i diversi stati di alterazione delle coperture in cemento-amianto, da correlare ai dati telerilevati con lo strumento MIVIS.

Le tecniche lidar sono utilizzate per determinare le proprietà ottiche e microfisiche di aerosol nello strato limite ed i profili di concentrazione degli aerosol in troposfera e stratosfera. In questo ambito è stato espletato il coordinamento del progetto EU FP6 EARLINET-ASOS che include come partecipanti 21 istituzioni europee e che contribuisce a numerose attività di validazione ed intercomparison. E' inoltre terminata la messa a punto del sistema lidar RMR e del relativo software operativo per il profiling verticale del vapore d'acqua ed è stato sviluppato un sito web <http://lidarmax.altervista.org> relativo alla monitoraggio continuo dell'aerosol e delle nubi nell'area di Firenze.

Lo strumento REFIR-PAD ha partecipato alla campagna di misura RHUBC-II organizzata in Cile nell'ambito del programma americano ARM. Lo strumento è stato installato a 5380 m di quota ed ha eseguito misure sistematiche di OLR (Outgoing Longwave Radiation) per lo studio del riscaldamento radiativo dell'atmosfera nelle bande spettrali inesplorate del lontano infrarosso.

Il metodo di rappresentazione MSS (measurement space solution) del profilo atmosferico verticale in una base ortonormale dello spazio di misura è stato utilizzato per la fusione delle misure di MIPAS con le misure di IASI (sia colonna che profilo di ozono). Questo metodo permette di utilizzare tutta l'informazione evitando sia la perdita di informazione dovuta all'interpolazione che la propagazione di bias presenti nelle singole misure.

E' stato realizzato un prototipo di cella CRD (Cavity Ring Down) per la progettazione di strumenti compatti per la misura di gas in bassa concentrazione.

Nell'ambito dell'analisi dei fenomeni che avvengono negli strati superficiali e nel sottosuolo, sono stati condotti studi del carattere tessiturale, mineralogico e chimico dei terreni affioranti nelle aree interessate da erosione idrica per la valutazione dei fattori di rischio da erosione.

Banche dati e reti di monitoraggio

Sono numerose le attività di manutenzione/utilizzo della strumentazione e di gestione dati svolte in relazione alle reti di monitoraggio.

Nell'ambito marino è stato implementato un sistema integrato, per lo studio degli ambienti lagunari, costieri e di mare aperto basato su osservazioni del mare, con misure in situ per lo studio della colonna d'acqua del fondo e sottofondo, esperimenti in laboratorio in ambiente controllato per studi di risposta dei pesci alle variazioni dei parametri ambientali e modellistica numerica, con la realizzazione di diversi modelli numerici per simulare svariate problematiche ambientali.

Le operazioni di manutenzione alla boa ODAS hanno permesso la messa a mare in sicurezza ad agosto 2009 di un ormeggio profondo nelle vicinanze della boa di superficie ODAS e collegato a questa per via acustica al fine di trasmettere i dati registrati da sonde di temperatura e conducibilità installate in profondità.

Nell'ambito del monitoraggio della qualità dell'aria è stato realizzato un esempio di sistema Integrato di Monitoraggio costituito da una rete di sensori in grado di rilevare la presenza in aria d'inquinanti gassosi nell'aeroporto di Fiumicino e Ciampino. E' stata inoltre effettuata una revisione e messa a punto del trasmettitore di impulsi ad alta potenza per i sistemi di acquisizione dati di laboratorio, portatili sul campo e per le apparecchiature di test e sperimentazione.

Continua infine lo studio e lo sviluppo dei servizi e delle applicazioni che interessano l'intero ciclo di vita delle informazioni e dei dati ambientali, comprendenti le infrastrutture, i sistemi per l'acquisizione, archiviazione e gestione di dati di OT, l'interoperabilità dei modelli dati e delle informazioni, e i servizi e strumenti software per Earth Science Systems nella Società dell'Informazione e della Conoscenza.

Progetto 7. Controllo dell'inquinamento e recupero ambientale

Le attività di questo progetto, prevalentemente indirizzate alla messa a punto di processi innovativi per il contenimento delle emissioni, per la minimizzazione e il trattamento efficace dei rifiuti, per il recupero di risorse e per il risanamento ambientale, investono numerosi settori e comparti ambientali quali la depurazione delle acque reflue urbane e industriali, il trattamento dei fanghi di risulta, la depurazione ed il controllo degli effluenti gassosi emessi in atmosfera, il risanamento di siti contaminati, ivi comprese le tecnologie naturali di biorimedio e biomitigazione, e la valorizzazione di risorse ambientali. Nel progetto sono poi comprese attività relative allo studio dell'interazione degli inquinanti con gli ecosistemi terrestri nonché sulla protezione di strutture marino - costiere dalla corrosione e sul possibile impatto ambientale delle protezioni anti corrosione.

Le attività condotte nell'ambito di progetti di ricerca internazionali e nazionali e di studi commissionati da Enti pubblici e società private rappresentano una situazione di grande vitalità e di capacità dei ricercatori di interpretare e di intercettare adeguatamente la domanda di ricerca. In questo settore, soprattutto, risulta fondamentale il rapporto degli Istituti del Cnr con le imprese che sono i principali destinatari dei risultati della ricerca. A tale proposito si è riscontrato un sensibile miglioramento rispetto agli anni passati quando le collaborazioni con le imprese risultavano occasionali. Oggi i ricercatori del Cnr che afferiscono a questo progetto sono fortemente orientati a risolvere problemi effettivi e a offrire pacchetti di ricerca di notevole valore aggiunto. D'altronde i progetti di ricerca europei finanziati dalla Commissione non possono prescindere dalla necessità di presentare nel partenariato una nutrita compagnia di società, grandi, medie e piccole, tale che la ricerca sia orientata e che i risultati della stessa possano essere adeguatamente sfruttati. Naturalmente tutto ciò ha richiesto uno sforzo molto elevato poiché nel nostro paese le imprese non sono ancora effettivamente sensibilizzate a investire in ricerca e sviluppo, ma piuttosto sono orientate, soprattutto in questi periodi di congiuntura, a realizzare economie nella gestione dei processi produttivi.

A fronte di questo rilevante sforzo dei ricercatori, molti dei quali hanno modificato negli ultimi anni il proprio approccio metodologico per risultare competitivi con gli altri enti e con i dipartimenti universitari (non a caso lo scorso anno molti istituti del Cnr sono risultati coordinatori e vincitori di progetti Life+) si riscontra che l'attuale ripartizione fra commesse e moduli ancora non risponde a un'omogeneizzazione e organizzazione delle tematiche di ricerca in aree di massa critica tale da rappresentare efficacemente all'esterno l'impegno del CNR per la soluzione di problemi cruciali per il Paese. Le "commesse" appaiono in alcuni casi il risultato di un'aggregazione di "moduli" di ricerca, preesistenti alle commesse, e perciò non articolati e orientati in una strategia generale, soprattutto quando afferiscono a Istituti diversi. Sotto questo profilo non si è verificata un'inversione di tendenza rispetto allo scorso anno in quanto ancora deve maturare all'interno del CNR un

quadro di riferimento organizzativo delle attività scientifiche che meglio rappresenti e valorizzi la rete di ricerca.

Le attività sulla depurazione delle acque reflue appaiono ben calibrate in riferimento al gap di conoscenze ed alla domanda di ricerca e di consulenza esterna.

L'attività si è concentrata sul trattamento di acque di scarico industriali del settore conciario, farmaceutico e della produzione delle olive nonché del percolato di discarica. Rispetto allo scorso anno, sono state incrementate le attività sull'abbattimento di composti xenobiotici mediante processi sequenziali, cosiddetti SBR. Inoltre, l'alternanza di fasi aerobica ed anaerobica si è dimostrata molto efficace per migliorare le rese depurative.

La tecnica basata sull'uso di un reattore innovativo a biomassa granulare (SBBGR) è stata ulteriormente sviluppata, integrandola con l'ozonizzazione, per il trattamento di uno scarico particolarmente refrattario, quale il percolato di discarica. I risultati ottenuti hanno evidenziato abbattimenti di COD fino al 95% con una produzione di fanghi pari a 0,05 kg di secco/kg di COD abbattuto, cioè circa 10 volte inferiore rispetto ai tradizionali processi a fanghi attivi. L'applicazione delle tecniche biomolecolari ha permesso di evidenziare la struttura dei granuli prodotti nel reattore SBBGR, che sono risultati essere costituiti da microrganismi analoghi a quelli riscontrati nei sistemi di trattamento convenzionali ma con capacità di aggregazione in strutture di grandi dimensioni che costituiscono nicchie ecologiche, ove si instaurano condizioni redox differenti. La struttura di tali aggregati in termini di composizione microbica e di attività metabolica si mantiene costante nel tempo e ciò giustifica le prestazioni depurative elevate di tali sistemi.

Molto interessante è risultata anche l'applicazione di un reattore sequenziale a doppia fase, cosiddetto TPPB (Two Phase Partitioning Bioreactor), operante con polimeri bio - rigenerabili al 100%, per l'abbattimento di composti fenolici, che sono composti organici xenobiotici di difficile biodegradabilità. Mentre nel reattore biologico tradizionale già ad una concentrazione di 4 nitrofenolo pari a 1.000 mg/L è stata osservata una disattivazione completa della biomassa, nel reattore a doppia fase l'abbattimento del substrato è risultato completo. Il polimero è stato poi totalmente rigenerato mediante processo biologico, senza ricorrere alla costosa estrazione con solvente che richiede anche un successivo smaltimento.

Un'attività di ricerca di rilevanti prospettive ha riguardato la produzione, in un foto-bioreattore innovativo, di microalghe selezionate, da utilizzare per la conversione energetica (risorse rinnovabili). Questo foto-bioreattore è basato sulla raccolta di luce solare mediante parabole a inseguimento e sulla distribuzione uniforme della luce mediante un sistema di scattering costituito da nanoparticelle. Le ricerche in questo settore hanno anche riguardato la produzione d'idrogeno con batteri fotosintetici. Sono stati a tal fine definiti i protocolli gestionali di crescita delle colture nelle diverse condizioni d'illuminazione.

Con la conclusione delle attività del progetto europeo Neptune, nel settore dei fanghi di depurazione è stato dimostrato che la separazione dei fanghi primari dai secondari (biomassa) è la soluzione più promettente per la gestione dei fanghi prodotti nei grandi impianti di depurazione. Infatti, i fanghi secondari possono essere recuperati per un uso agronomico più facilmente da soli piuttosto che in miscela con i fanghi primari, che vi potrebbero apportare contaminanti e impoverire di azoto e fosforo. Il trattamento separato dei fanghi secondari ha richiesto l'ottimizzazione della loro stabilizzazione con un processo di digestione anaerobica preceduta da un trattamento con ultrasuoni.

Sono continuati gli studi di eletrodepositazione e bio-precipitazione di Cu e Zn per la depurazione di acque acide di drenaggio di miniere.

Sono state studiate e ottimizzate nuove tecniche innovative per il trattamento di scarichi industriali di difficile trattabilità. Si citano in particolare il processo di ossidazione $H_2O_2 + UV$ e successivo adsorbimento su carbone attivo granulare per l'abbattimento di 1-2 dicloroetano (progetto esplorativo finanziato dalla Regione Puglia), l'ossidazione di acido nalidixico (presente in scarichi dell'industria farmaceutica) su TiO_2 nanostrutturato su supporto di fibra di silice o di allumina, o mediante un processo biologico con reattore a membrana integrato con processo di ossidazione chimica con $UV + H_2O_2$ (progetto europeo Innowatech finanziato sul 6° programma quadro). L'originalità di questi ultimi approcci è consistita nell'idea di integrare il trattamento di ossidazione chimica con quello biologico che consente di superare i problemi di biodegradabilità di alcuni composti bio -refrattari, i cui prodotti di ossidazione parziale risultano invece biodegradabili.

L'attività di laboratorio nel settore del bio - rimedio e della bio - mitigazione ha evidenziato l'abilità estrattiva di Cd da parte degli Eucalitti. I risultati più importanti delle applicazioni sperimentali di fitorimedio sono stati ottenuti in relazione all'accertata capacità di fitocontrollo dello stato idrico di suolo contaminato da As, Cd, Pb e Zn di un sito industriale.

La sperimentazione su terreno agricolo inquinato da esaclorocloesano (concentrazione media di HCH pari a circa 120 ppm) mediante associazione di piante di pioppi e batteri ha permesso di individuare due cloni di pioppo (I-214 e

Monviso) che inoculati con *Arthrobacter* sono in grado di abbattere del 30% il contenuto di HCH nella rizosfera in sei mesi.

Interessanti prove di compostaggio in cumuli di circa 2.800 kg sono state effettuate per la stabilizzazione di reflui oleari (acque di vegetazione) miscelati con un agente di supporto (cascami di lana, paglia, segatura). Le prove effettuate con durata di 90 giorni hanno evidenziato un rapido incremento della temperatura ed una rapida mineralizzazione del C organico (abbattimento del 60%) che ha portato il grado di umificazione all'83%.

Le ricerche nel settore delle emissioni gassose sono state focalizzate sul problema diossine e soprattutto sulle metodiche analitiche per la purificazione dei campioni estratti. Per quanto riguarda le immissioni al suolo di diossine è in corso la messa a punto di un protocollo che consenta il campionamento contemporaneo di PCDD/F, di PCB dioxin like e di esaclorobenzeni (HCB).

Nel settore della bonifica di siti contaminati appaiono interessanti i risultati ottenuti mediante *soil washing* accoppiato a flottazione assistita con molecole di sintesi, appositamente funzionalizzate, per agire da collettori di particelle fini ove si concentrano metalli pesanti. Esperimenti condotti in laboratorio hanno dimostrato la possibilità di recuperare, in particolari condizioni di pH e dosaggio del reattivo, il 50% di Zn, Pb e Cu presente nel campione con un'efficienza di estrazione superiore a quella risultante dall'utilizzo di tecniche convenzionali.

Il settore dei sedimenti occupa oggi un ruolo di grande importanza ai fini del risanamento ambientale. Infatti, nelle more del recepimento della nuova direttiva sui rifiuti 2008/98, che consente di trattare i sedimenti non pericolosi fuori dalla disciplina dei rifiuti, i sedimenti asportati da corsi d'acqua, bacini e dal mare per restituire funzionalità agli stessi e ovviamente ai porti, devono essere trattati come rifiuti. Si rende perciò necessaria la loro caratterizzazione accurata e insieme la comprensione dei meccanismi di scambio degli inquinanti tra il sedimento e la colonna d'acqua sovrastante. Gli studi fatti nel lago di Massaciuccoli hanno consentito di approfondire le conoscenze relativamente al chimismo del fosforo.

Le tecniche biomolecolari hanno confermato la loro importanza ai fini della caratterizzazione delle biomasse responsabili del risanamento in situ di falde contaminate da idrocarburi clorurati.

Infine, di significativa e potenziale applicabilità sono stati gli studi sui getti pulsanti per lo scavo di solchi in roccia e per il trattamento superficiale dei materiali lapidei, per la decontaminazione dei suoli, nonché per la difesa ambientale e la sicurezza e l'igiene del lavoro nel settore dell'ingegneria degli scavi.

Progetto 8. Ambiente e Salute

Terra e dell'ambiente. L'architettura definisce un rilevante insieme di tecnologie che facilitano la disponibilità e l'accesso ai dati geospaziali del Dipartimento e la loro condivisione all'esterno per aiutare i Decisori pubblici. GIIDA ha promosso 7 Gruppi di Lavoro che riconoscono 7 Aree Tematiche diverse: (1) Biodiversità, (2) Cambiamenti Climatici, (3) Qualità dell'Aria, (4) Qualità del Suolo e delle Acque, (5) Rischi Naturali ed Antropici, (6) Infrastrutture miste Ricerca e Pubbliche Amministrazione, (7) Mare e Risorse Marine. L'infrastruttura definita da GIIDA realizza un "Sistema di Sistemi" che federa tra di loro di Sistemi Informativi che caratterizzano ciascun Area Tematica. L'informazione geospaziale multi-disciplinare gioca un ruolo fondamentale per supportare il processo decisionale e la gestione di una vasta tipologia di problemi, da quelli ambientali a quelli dei trasporti, della logistica, della sicurezza sociale e sanitaria, dello sviluppo economico, della preservazione degli ecosistemi, della biodiversità, etc.

GIIDA ha creato un network degli Istituti del CNR per realizzare uno spazio informativo comune per la condivisione dei dati geo-spaziali. Questo network ha promosso workshop tematici di successo che hanno contribuito a colmare un gap culturale esistente, legato agli sviluppi recenti dell'Information Technology per le geoscienze. GIIDA ha realizzato sinergie con le analoghe iniziative nazionali – es. SINAnet. GIIDA ha realizzato infrastrutture digitali specifiche per ogni Area Tematica (promosse e sviluppate dalle rispettive Comunità tematiche); inoltre, GIIDA ha sviluppato un nodo centrale (installato presso il DTA) che "federa" tali infrastrutture digitali tematiche, realizzando il primo nucleo dell'Infrastruttura Digitale del CNR per la condivisione e la fruizione dei dati e delle informazioni ambientali.

Dipartimento Energia e Trasporti**Progetto 1. Generazione pulita di energia da combustibili fossili**

Il Progetto "Generazione pulita di energia da combustibili fossili" costituisce prima di tutto un serbatoio di competenze di base e applicative necessarie all'implementazione di tecnologie di combustione/gassificazione tradizionali e innovative per l'aumento dei rendimenti energetici e la riduzione delle emissioni. Lo sviluppo di attività di ricerca nell'ambito del progetto trae spunto dalle problematiche emergenti sociali ed economiche che richiedono l'adeguamento ambientale dei processi di produzione di energia.

Alle attività di ricerca di tipo fondamentale si accompagnano attività di ricerca di interesse sociale e industriale attraverso una partecipazione propositiva e attiva alle ricerche industriali in corso e alle ricerche pubbliche di interesse per la salvaguardia dell'ambiente. Ne sono testimonianza fra gli altri l'accordo di programma MSE-CNR per la Ricerca di Sistema, così come progetti con ENEL, ENI, ASI e le partecipazioni a programmi Industria 2015.

L'attività "Processi e tecnologie di combustione, ossidazione e gassificazione a basso impatto ambientale" ha prodotto:

- Sistema sperimentale in grado di studiare la frammentazione primaria di materiali combustibili solidi fino a temperature di 2500°C ed elevate velocità di riscaldamento
- Implementazione reattore a letto fluido pilota quale sistema integrato di trattamento delle ceneri
- Reattore a levitazione aerodinamica per la caratterizzazione delle modalità di ossicombustione e gassificazione di singola particella di carbone
- Messa a punto di un reattore tubolare in flusso per lo studio di cinetiche di ossidazione di combustibili di differente natura in condizioni di combustione Mild (alta diluizione e alta temperatura iniziale).
- Analisi numerica delle strutture reattive che si stabilizzano in condizioni "Mild"
- Caratterizzazione sperimentale del comportamento esplosivo di miscele CH₄/H₂/O₂/N₂/CO₂
- Prototipo di bruciatore catalitico ibrido radiante con potenza max 30 kW alimentato a metano.
- Caratterizzazione cinetica e di capacità di cattura del mercurio di un sorbente sintetico contenente ossido di manganese supportato su allumina
- Caratterizzazione modellistica di fiamme non stazionarie che propagano attraverso ostacoli

L'attività "Caratterizzazione dei meccanismi di formazione ed analisi degli inquinanti" ha prodotto:

- Implementazione di tecniche avanzate ottiche e chimiche di monitoraggio dei microinquinanti
- Studio dell'effetto della qualità del combustibile sulla struttura e morfologia del particolato
- Sistema di analisi "on-line" Molecular Beam /Time of Flight/Mass Spectrometry (MB-TOF-MS) degli idrocarburi policiclici aromatici con messa in opera di un laser a picosecondi per la ionizzazione.
- Spettrometria di massa a desorbimento laser con analizzatore a tempo di volo (LDI-TOF-MS) e a trappola ionica (LD-IT)
- Metodo di analisi del particolato fine ed ultrafine in grado di discriminare tra particolato primario prodotto all'interno del sistema di combustione dal particolato secondario prodotto allo scarico
- Studio e caratterizzazione del processo di nucleazione negli aerosol e realizzazione di un prototipo dell'impianto da utilizzare l'abbattimento del particolato
- Sistema di generazione di particolati fini ed ultrafini per la messa punto di diagnostiche dei particolati.

L'attività di "Soft matter" per l'ottimizzazione di combustibili e di processi di generazione energetica sostenibili" ha prodotto:

- Dati chimico-fisici di equilibrio e cinetici di superfici liquide di sistemi acqua-alcani+tensioattivi e/o nanoparticelle, rilevanti per emulsioni petrolifere.
- Produzione di dati su parametri chimico-fisici e viscoelasticità interfacciale di dispersioni acquose di particolato
- Studi mediante tecniche di AFM - Colloidal Probe delle proprietà di superficie di nanoparticelle carboniose.
- Produzione delle specifiche di dettaglio per gli esperimenti FASES sulla Stazione Spaziale Internazionale
- Test scientifico-funzionali dell'Experiment Container FASES-FSL.
- Misure di Tensione Interfacciale/Superficiale dinamica a supporto dello sviluppo da parte di ASTRUM-EADS delle procedure e sottosistemi di pulizia e riempimento delle celle sperimentali dell'Experiment Container FASES-FSL.
- Miglioramenti strumentali della tecnica "Oscillating Bubble/Drop" applicata alla tensiometria

Progetto 2. Uso razionale dell'energia nei trasporti

Proseguono le attività sull'utilizzo del gas naturale, dei biocombustibili e dell'idrogeno nei propulsori per il trasporto analizzando con obiettività sempre i vantaggi e gli svantaggi derivanti dal loro utilizzo. In particolare, continua lo studio sull'ottimizzazione dei motori a combustione interna (MCI) per il trasporto navale, automobilistico e motociclistico attraverso l'uso di metodologie di base teoriche e sperimentali innovative.

L'uso di tecniche di simulazione numerica 1D/3D ha consentito di simulare l'intero motore a vari livelli di dettaglio per l'analisi predittiva dei processi termofluidodinamici, per l'elaborazione di soluzioni motoristiche, comprensive delle strategie di controllo, e la realizzazione del sistema elettronico che le implementi. In particolare, si stanno sviluppando algoritmi/architetture innovative di controllo motore che sfruttano le potenzialità della sensoristica intelligente con i relativi sistemi di elaborazione elettronica per motori alimentati con combustibili convenzionali ed innovativi (liquidi e gassosi). Molta attività di ricerca è finalizzata allo sviluppo e alla messa a punto di metodiche di calcolo avanzate e di tecniche di diagnostica ottica.

- Ottimizzazione e sviluppo di propulsori per veicoli a due/quattro ruote e per trasporto navale
- Studio e ottimizzazione della fluidodinamica, dell'adduzione di combustibile e della combustione, processi di formazione degli inquinanti all'interno ed allo scarico dei motori con tecniche ottiche, spettroscopiche e di modellizzazione
- Analisi di sistemi di combustione avanzata in motori ad accensione comandata e per compressione al variare di combustibili di provenienza fossile e rinnovabile e di tipo sintetico
- Diagnostiche avanzate per lo studio della combustione di avanzati processi di produzione d'idrogeno
- Sviluppo di un prototipo per rilevare il fenomeno del knock usando la candela come sensore di corrente di ionizzazione
- Sviluppo di sistemi Variable Valve Actuator (VVA) con impiego di attuatori elettromeccanici ed elettroidraulici e implementazione delle architetture di controllo per i sistemi VVA elettroidraulico ed elettromeccanico utilizzando strumenti di Rapid Control Prototyping
- Ottimizzazione di strategie d'inezioni multiple per sistemi d'inezione CR a controllo elettronico
- Ottimizzazione di sensori commerciali a basso costo per l'analisi di fenomeni di misfire nei motori ad accensione comandata e della combustione omogenea nei motori per compressione
- Sviluppo di catalizzatori superacidi a base di ionomeri fluorurati sulfonati per la produzione di composti ossigenati (acetali) per combustibili diesel
- Sviluppo di un sistema catalitico efficiente nella reazione di eterificazione per convertire il glicerolo in eteri polisostituiti (DBG-dibutossiglicerolo) da utilizzare in miscela con gasolio
- Sviluppo di un processo catalitico per la produzione di Metanolo/DME da gas di sintesi contenenti CO₂
- Nuovi catalizzatori a base Mn-Ce per la produzione di biocombustibili mediante trans-esterificazione di oli vegetali con metanolo
- Realizzazione impianto ad alta pressione per alimentazione gas sintetici per microturbina
- Reattore tubolare con termofluidodinamica predefinita e variabile per lo studio dell'evaporazione di spray combustibili
- Procedura formulazione microemulsioni ottimizzate per lo sviluppo di atomizzazione secondaria
- Generazione di nanoparticelle mediante Flame Spray Pyrolysis (FSP), con strutturazione dell'impianto di raccolta e di alimentazione. Sintesi di SiO₂ e di TiO₂ e caratterizzazione del materiale prodotto
- Brevetto su una tecnica di rilievo del segnale di incandescenza laser indotta (LII)
- Brevetto internazionale per la misura delle perdite da iniettori per applicazioni automotive
- Brevetto nazionale per la misura del contenuto di carbone nelle ceneri da centrali termoelettriche a carbone

Progetto 3. Generazione distribuita di energia

Le attività previste nel piano di programma triennale del progetto sono proseguiti in accordo con le previsioni e si sono basate su una rilevante integrazione fra gruppi di ricerca, commesse e fonti di finanziamento esterno per il raggiungimento degli obiettivi previsti.

Le attività di sviluppo di componenti innovativi per celle a combustibile a bassa temperatura ad idrogeno (PEFC) hanno portato alla progettazione e realizzazione di prototipi di FC per applicazioni stazionarie; in particolare sono stati sviluppati due prototipi per differenti esigenze ed applicazioni. Il primo Stack PEFC è da 3 kW, operante ad una temperatura di 120°C. La componentistica del prototipo (membrane, MEA, piatti bipolar) è stata interamente