

Istituto Lombardo

ACCADEMIA DI SCIENZE E LETTERE

20121 MILANO - Via Borgonuovo, 25

*Scienza e tecnologia per lo
sviluppo sostenibile
della società umana*

INCONTRI
CON L'ACCADEMIA

Incontri con l'Accademia

*Scienza e tecnologia per lo
sviluppo sostenibile della società umana*

Abstracts

Presentazione

L'Istituto Lombardo Accademia di Scienze e Lettere presenta, per il 2002/2003, un ciclo di lezioni, dedicato al tema:

SCIENZA E TECNOLOGIA PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE DELLA SOCIETÀ UMANA

Il ciclo di lezioni si propone di presentare, in forma accessibile ma scientificamente rigorosa, i mezzi che le scienze fisiche, matematiche e naturali possono oggi mettere a disposizione per gli sforzi che l'umanità deve perseguire per migliorare le condizioni di vita su tutto il globo. Si dovrà tendere al razionale uso, nel rispetto dell'ambiente, delle risorse per l'alimentazione, le necessità abitative, i trasporti, le comunicazioni, l'attività industriale; prevedendo anche le difese dalle calamità naturali (uragani , alluvioni, terremoti.,....): difese di previsione basate sulla conoscenza dei fenomeni, difese passive con opere di ingegneria, forse in futuro difese attive riuscendo a controllare, almeno parzialmente, i fenomeni naturali.

Il tema è molto ambizioso e il ciclo potrà illustrarne solo alcuni aspetti.

31 ottobre 2002

SERGIO RINALDI

Politecnico, Milano

Modelli matematici in bioeconomia

14 novembre 2002

ALFIO QUARTERONI

Politecnico, Milano e Losanna

Modelli matematici

28 novembre 2002

COSTANTINO FASSO'

Politecnico, Milano

Risorse idriche

23 gennaio 2003

GIUSEPPE BIANCO

Centro Geodesia Spaziale, Matera

Misurare la terra dallo spazio

30 gennaio 2003

ROBERTO SABADINI

Università degli Studi, Milano

Tomografia gravitazionale della terra: la geofisica e le variazioni del clima e dell'ambiente

6 febbraio 2003

GIORGIO FIOCCO

Università "La Sapienza", Roma

Struttura e caratteristiche dell'atmosfera

27 febbraio 2003

ALFONSO SUTERA

Università "La Sapienza", Roma

Atmosfera e Clima

6 marzo 2003

GIUSEPPE GRANDORI

Politecnico, Milano

Analisi del rischio sismico

20 marzo 2003

CESARE MARCHETTI

International Institute for Applied Systems Analysis – Laxenburg, Austria

Fonti di energia: passato, presente e futuro

27 marzo 2003

GIANFRANCO ANGELINO

Politecnico, Milano

Trasformazioni e utilizzazioni dell'energia per uno sviluppo sostenibile

3 aprile 2003

LANFRANCO SENN

Università Bocconi, Milano

Mobilità, infrastrutture e trasporti

10 aprile 2003

LUIGI DADDA

Politecnico, Milano

Tecnologia dell'informazione

SERGIO RINALDI

(Politecnico di Milano)

Modelli matematici in bioeconomia

Il problema della sostenibilità è fondamentalmente un problema di ricerca di compromessi razionali tra sviluppo economico-sociale e protezione ambientale. Tale problema coinvolge, quindi, tematiche molto diverse che spaziano dalla macroeconomia alla gestione delle risorse rinnovabili, dalla demografia alla protezione delle specie, dalla produzione di energia alla lotta contro l'inquinamento. Per poter mettere a fuoco politiche di sviluppo ragionevoli, se non proprio ottimali, è necessario poter prevedere e confrontare gli impatti economici e biologici prodotti a lunga scadenza da tali politiche. Ciò si può fare, almeno in linea di principio, con opportuni modelli matematici che descrivano sia gli aspetti socio-economici del problema che quelli biologico-ambientali. Anziché discutere questo tema in generale, per motivi di chiarezza verrà preso in considerazione un caso paradigmatico, quello della sostenibilità del turismo. Con riferimento a tale tema si mostrerà come semplici modelli matematici possano essere di grande aiuto per organizzare la discussione del problema e per ricavare indicazioni di massima, purtroppo non particolarmente incoraggianti.

ALFIO QUARTERONI

(Politecnico di Milano e Ecole Polytechnique Federale di Losanna)

Modelli matematici e simulazioni: problemi, difficoltà, risultati

Le simulazioni numeriche basate su modelli matematici consentono di rappresentare con accuratezze sempre più accettabili fenomeni di reale interesse in numerosi campi delle scienze applicate.

In questa presentazione verranno illustrati alcuni esempi aventi rilevanza nell'Ingegneria, nella Medicina e nello Sport.

GIUSEPPE BIANCO

(Centro Geodesia Spaziale, Matera)

Misurare la terra dallo spazio

La Geodesia é la disciplina nella quale vengono studiati e determinati sperimentalmente la forma e il campo gravitazionale della terra solida, degli oceani, delle calotte ghiacciate e le loro variazioni temporali, la cui conoscenza è di importanza fondamentale per lo studio globale del "sistema Terra". Già nel III secolo a.C. Eratostene determinò, mediante un semplice quanto geniale esperimento, le dimensioni della Terra, considerata sferica. Da allora, per molti secoli, lo studio della geometria della Terra è andato di pari passo con quello dell'Astronomia, fino a quando, nel 1957, il lancio del primo satellite artificiale in orbita attorno alla Terra ha segnato la nascita della Geodesia Spaziale, grazie alla quale è oggi possibile descrivere il nostro pianeta con una precisione eccezionale.

ROBERTO SABADINI
(Università degli Studi di Milano)

Tomografia gravitazionale della terra: la geofisica e le variazioni del clima e dell'ambiente

Il nostro pianeta viene oggi studiato in modo integrato, al fine di scoprire i complessi meccanismi geofisici che controllano i fenomeni che avvengono nella litosfera, idrosfera, atmosfera e criosfera e di comprendere come queste diverse parti della terra interagiscono tra loro.

Presso l'Università degli Studi di Milano, Sezione di Geofisica, Dipartimento di Scienze della Terra, abbiamo messo a punto una serie di modelli di Terra in grado di simulare i processi geofisici che avvengono nella crosta e nel mantello terrestre, nell'idrosfera e nella criosfera, dove sono contenuti i ghiacciai del nostro pianeta.

Capire le modalità di interazione tra le diverse parti della Terra significa anche contribuire a capire l'evoluzione del clima. Un contributo in questa direzione viene dalla simulazione delle variazioni del campo di gravità di grande lunghezza d'onda indotte da fenomeni geofisici riconducibili a variazioni del clima, quali le instabilità nelle massa di ghiaccio in Antartide e Groenlandia, e quelle associate alla deglaciazione del Quaternario, che ancora impatta il campo di gravità a causa delle proprietà viscosi del mantello terrestre. I risultati dei nostri modelli geofisici vengono messi a confronto con i dati SLR (Satellite Laser Ranging) ottenuti dal Centro di Geodesia Spaziale "G. Colombo" di Matera (ASI), che forniscono le variazioni temporali delle componenti del campo di gravità terrestre di grande lunghezza d'onda. Da tale confronto, abbiamo ottenuto che la massa di ghiaccio in Antartide si scioglie ad una velocità di 250 GigaTonnellate all'anno, corrispondente ad un innalzamento del livello medio del mare su tutta la Terra di 0.7 mm/anno. I dati SLR, assieme a quelli VLBI (Very Long Baseline Interferometry) e GPS (Global Positioning System), permettono di ottenere importanti informazioni sulla litosfera anche su scala spaziale più ridotta, rispetto a quella globale, discussa in precedenza. Questi dati infatti permettono di determinare con estrema precisione le variazioni delle distanze tra diversi punti della crosta terrestre, mediante tecniche SLR, VLBI e GPS. Le variazioni delle linee di base che connettono i diversi punti sulla Terra e la deformazione che subisce la regione compresa tra almeno tre di questi punti, viene da noi utilizzata per vincolare i nostri modelli geofisici, ossia modelli matematici che simulano i processi legati alla tettonica a placche. Questa metodologia, applicata al centro Europa e al Mediterraneo, ci ha permesso di mettere a punto un modello geodinamico che riproduce la deformazione crostale ottenuta mediante le tecniche geodetiche sopracitate. Queste deformazioni sono responsabili della sismicità e del vulcanismo nelle nostre regioni.

Abbiamo ottenuto, per esempio, che l'Arco Alpino è attivo, e migra verso il centro Europa ad una velocità di circa 1 mm/anno e che le deformazioni misurate nel Mediterraneo sono dovute alla convergenza Africa-Eurasia e alle subduzioni sotto gli Archi Egeo e Calabro.

Tale approccio permette anche di superare i limiti della sismologia tradizionale, che non è in grado di simulare l'accumulo lento di sforzo nella crosta terrestre dovuto alla tettonica attiva. Il nostro

approccio permette anche di superare i limiti degli approcci tradizionali nella stima della pericolosità sismica, basati unicamente sulla statistica. Infatti è ora possibile integrare la statistica dei terremoti con i dati di deformazione, sia osservati che simulati.

Si stanno dunque aprendo nuove prospettive nello studio integrato del pianeta Terra.

#

GIORGIO FIOCCO

(Università "La Sapienza" Roma)

Struttura e caratteristiche dell'atmosfera

Nella parte introduttiva della lezione verranno brevemente esposti alcuni dei problemi di interesse corrente nelle scienze dell'atmosfera e del clima, in particolare l'assottigliamento dello strato di ozono e l'evoluzione globale del clima e saranno evidenziati alcuni aspetti ove il livello della comprensione scientifica è attualmente carente. Un settore riguarda la fisica-chimica degli aerosol: questa famiglia di componenti atmosferici comprende particelle di caratteristiche assai varie, per quanto riguarda le dimensioni (tipicamente 0,01-10 micron, ma anche molto minori), composizione, origine, forma, dipendenza dalla temperatura. Ciò rende difficile la valutazione degli effetti geofisici e ambientali e un adeguato trattamento in modelli numerici. Si possono accomunare agli aerosol le nubi di spessore ottico modesto come i cirri che talvolta risultano invisibili all'osservazione con sensori passivi sia da terra che dallo spazio. Gli aerosol svolgono un ruolo importante nella nucleazione, e quindi nello sviluppo delle precipitazioni. Anche se modesti, l'effetto degli aerosol sul trasporto della radiazione solare e planetaria sono tali da incidere largamente sulle stime correnti relative all'evoluzione del clima. In particolare il loro ruolo nella denitrificazione dell'atmosfera polare determina un conseguente effetto sull'assottigliamento dello strato di ozono. Agli aerosol presenti nell'atmosfera cittadina sono attribuiti rilevanti effetti di ordine sanitario.

Verranno successivamente presi in esame alcuni esperimenti effettuati mediante radar ottici (o lidar, acronimo di *light detection and ranging*) che consentono di ottenere profili verticali della loro presenza e distribuzioni dimensionale. Verranno mostrati i risultati di osservazioni di nubi stratosferiche polari effettuate da aereo e da da stazioni a terra. Sono interessanti le osservazioni simultanee effettuate con un lidar e con un radiometro ad eterodina operante a lunghezze d'onda millimetriche al Polo Sud che dimostrano come in certi casi tali nubi sono costituite da HNO_3 . Una pluriennale serie di misure è stata ottenuta in Groenlandia. A Lampedusa, dove l'ENEA mantiene una stazione, sono state effettuate varie ricerche relative agli aerosol di origine marina e di origine Sahariana. Saranno in conclusione menzionati alcuni esperimenti dallo spazio.

ALFONSO SUTERA
(Università “La Sapienza”, Roma)

Atmosfera e Clima

Nel prossimo secolo la terra si troverà di fronte al possibile rischio di cambiamenti climatici, come il riscaldamento globale, l'innalzamento del livello del mare, deforestazione, desertificazione, buco dell'ozono, piogge acide e riduzione della biodiversità.

Comunque, molti dubbi della comunità scientifica su tali possibili scenari rimangono ancora senza risposta.

Per esempio, mentre un cambiamento climatico globale significativo è evidente, la sua intensità e i tempi specifici con cui esso avviene sono ancora incerti.

Informazioni aggiuntive sulla velocità, le cause e gli effetti dei cambiamenti globali in corso sono essenziali per comprendere la natura di tali processi.

Un programma che determini l'effettiva estensione, le cause e le conseguenze locali di un cambiamento di clima globale ha come ulteriore obiettivo il comprendere come un cambiamento della temperatura media e la sua caratteristica scala temporale possano causare cambiamenti potenzialmente dannosi per l'ambiente.

Per queste ragioni lo studio del Clima è un programma di ricerca non ulteriormente procrastinabile.

L'obiettivo finale è comprendere i cambiamenti globali in atto attraverso un monitoraggio accurato del sistema climatico unitamente a studi teorici che possano a loro volta aiutare a rendere esaustiva ed efficiente la rete osservativa.

Nel presente lavoro, che rientra in quest'ultima categoria di studi, si discute di come l'equilibrio climatico possa essere raggiunto attraverso l'interazione della proprietà radiative dell'atmosfera e i processi dinamici che avvengono al suo interno.

Proveremo ad affrontare tale questione utilizzando modelli semplificati che evitino esplicitamente interazioni dettagliate.

Non di meno è nostro auspicio che le nostre conclusioni possano essere utili nel pianificare e delineare future aree di ricerca e di osservazione del clima.

GIUSEPPE GRANDORI

(Politecnico, Milano)

Analisi del rischio sismico

Si considera dapprima il problema della previsione dei terremoti. Circa la previsione basata su fenomeni precursori a breve termine (da qualche ora a pochi giorni), lo stato attuale delle conoscenze non consente l'istituzione di efficaci sistemi di allarme. Sembra tuttavia giustificata la speranza che un programma di ricerche di lunga lena e di vasti orizzonti scientifici possa condurre a risultati utili.

Diversa è la situazione se si tratta di prevedere quanti e quanto intensi terremoti potranno verificarsi in futuro (mediamente per unità di tempo) in una data regione o in uno specifico sito. Questa previsione (che è la base di ogni strategia di difesa) è fattibile in linea di principio e correntemente si fa, anche se notevoli incertezze sussistono circa l'attendibilità quantitativa dei risultati.

Vengono quindi discussi costi e benefici delle possibili strategie di difesa illustrando diversi criteri che, a partire dalla analisi costi-benefici, conducono a scegliere il livello di rischio accettabile (e quindi la severità delle norme per le costruzioni in zona sismica).

Le conclusioni riguardano l'efficacia delle norme nella formulazione oggi in vigore per le nuove costruzioni, nonché il problema dell'adeguamento antisismico delle costruzioni esistenti per così dire "fuori norma".

CESARE MARCHETTI

(International Institute for Applied Systems Analysis – Laxenburg, Austria)

#

Sui sistemi energetici

Il controllo dell'energia ha da sempre avuto un ruolo fondamentale sulla società umana e sull'uomo. Il fuoco permise la cottura degli alimenti aumentando la loro digeribilità e diminuendo così le dimensioni necessarie dell'intestino. Attraverso le alchimie dell'evoluzione questo rese possibile l'aumento delle dimensioni del cervello, un chilo per un chilo, e l'apparizione dell'uomo moderno.

Il fuoco di legna ha accompagnato la vita e lo sviluppo tecnologico dell'umanità, dalle terrecotte, al bronzo ed al ferro e finalmente al treno che rendendo i trasporti economici aprì mercati al carbone così da rendere economiche le miniere. Il petrolio seguì, all'inizio come surrogato dell'olio di balena per le lampade, poi per la sofisticata chimica che si era sviluppata alle sue spalle come combustibile domestico, il cherosene, e per le auto. Lo sviluppo dei tubi di acciaio aprì il mercato al metano che si è sviluppato rapidamente negli ultimi 50 anni. L'evoluzione nel tempo delle quote di mercato di queste energie primarie segue un sistema di equazioni semplicissime derivato da quelle per la competizione dei sistemi biologici che Volterra e Lotka stabilirono negli anni 20'.

Il nucleare rientra perfettamente in questo gioco, anche se poi le energie liberabili per unità di peso di 'combustibile' sono milioni di volte superiori a quelle del carbone. Le ragioni per cui la costruzione di centrali si è esaurita negli anni 90' verrà spiegata in termini di cicli di Kondratiev, che il nucleare segue rigorosamente. Ad ogni modo nell'ultima quindicina di anni una più oculata gestione delle centrali nucleari ha permesso di aumentare di circa il 15% la produzione di energia elettrica, corrispondente all'apertura virtuale di circa sessanta nuove centrali. Quelle in funzione nel mondo sono oggi oltre quattrocento.

Per quanto riguarda i prossimi 50 anni, le energie diluite, solare, vento, e biomassa dovranno mostrare la loro competitività. I tempi caratteristici per la penetrazione di una nuova energia sono però lunghi, cento anni. Per l'approvvigionamento di combustibili fossili i problemi sono solo politici e di lotte di mercato. Il nucleare si presenta con tutte le carte in regola per continuare la sua penetrazione e coprire quote crescenti di mercato insieme al metano. Per ambedue l'energia finale dovrà progressivamente essere vettorizzata con l'idrogeno che insieme all'elettricità copriranno così quote crescenti mercato finale assicurando il rispetto dell'ecologia.

Due schemi finali saranno presentati, uno per provvedere l'umanità di tutta l'energia che necessita per i prossimi diecimila anni, ed uno, per gli apprensivi, per i prossimi dieci miliardi di anni. Quando il sole probabilmente non ci sarà più, almeno nella veste attuale.

Le analisi e previsioni sono quantitative e basate sui modelli di competizione alla Volterra e le tecnologie proposte per le soluzioni sono tutte esistenti, almeno a livello di laboratorio.

GIANFRANCO ANGELINO

(Politecnico di Milano)

Trasformazioni e utilizzazioni dell'energia per uno sviluppo sostenibile

Vengono ricordati i termini della questione energetica: consumi di energia crescenti per una popolazione in aumento e che aspira ad un maggior benessere, disponibilità limitata di combustibili fossili, problemi di inquinamento ambientale. Si richiamano le basi termodinamiche su cui si fondano le trasformazioni energetiche e, in particolare, si chiarisce il ruolo chiave giocato dall'entropia. Si forniscono le linee guida che le scienze dell'energia debbono seguire in vista di un miglioramento dell'efficienza del sistema energetico. Viene quindi illustrata la centralità del problema ambientale i cui aspetti più importanti sono l'inquinamento chimico delle aree urbane e quello planetario dovuto alle immissioni di CO₂ antropica nell'atmosfera, probabile causa di significativi mutamenti climatici (effetto serra). Si affronta la questione della disponibilità futura di combustibili fossili e delle tecniche per ridurre l'impatto ambientale del loro uso (decarbonizzazione dei combustibili o delle emissioni, stoccaggio permanente della CO₂). Si accenna all'esistenza di ingenti riserve di combustibili di modesta qualità (sabbie e scisti bituminosi, greggi pesanti) che potrebbero fornire un contributo importante alle future disponibilità di energia del pianeta. Si passano quindi in rassegna le più significative innovazioni tecnologiche: cicli combinati di altissima efficienza, celle a combustibile, sfruttamento del calore endogeno, energie rinnovabili (solare, eolico, da biomasse), energia nucleare di nuova generazione, produzione distribuita dell'energia elettrica. Si passano in rassegna alcune promettenti realizzazioni e si presentano possibili scenari di evoluzione futura del sistema energetico. Viene affrontato infine il problema dell'idrogeno, da qualche tempo insistentemente proposto quale vettore ideale dell'energia per un prossimo futuro. Si segnalano i pregi, ma anche i limiti e gli inconvenienti, di questa ipotesi di soluzione al problema del trasporto e della distribuzione dell'energia.

LUIGI DADDA

(Politecnico di Milano)

Le tecnologie dell'informazione

L'informazione, in tutte le sue forme (scritto, parlato, figurativa, musicale, ecc.) è una risorsa di ovvia importanza per la società umana. Essa deve essere perciò facilmente trasferibile su mezzi materiali che ne permettano la conservazione e la trasmissione e la distribuzione. A tale scopo varie tecnologie sono state utilizzate nel corso della storia. Ci si limiterà qui a considerare la situazione odierna, che vede le tecnologie elettroniche utilizzate sempre più ampiamente. Vale la pena di ricordare che l'avvento dei *calcolatori elettronici* ha permesso di elaborare automaticamente le informazioni opportunamente codificate.

Nella *prima* parte dell'esposizione si esporrà in modo sintetico lo stato di sviluppo delle principali tecnologie di base : quella dei *semiconduttori* nonché quella delle memorie magnetiche, se ne esporranno gli sviluppi in corso, anche per essa mineranno i limiti, anche per quanto riguarda le relative industrie e la attuale crisi di sviluppo.

Di peculiare importanza è la tecnologia del *software* alla base della costruzione dei programmi che determinano il funzionamento dei calcolatori elettronici. Di tale tecnologia (caratterizzata dalla immaterialità dei prodotti, eppure alla base dell'esistenza di un importante settore industriale) si esporrà un peculiare e singolare aspetto, quello del cosiddetto *Open Source software* che viene distribuito gratuitamente su Internet. Esso può essere costruito a cura di Enti di ricerca oppure anche da gruppi di volontari ricercatori.

Altri aspetti del software verranno illustrati successivamente.

Nella *seconda* parte si illustreranno alcuni scelti tra gli aspetti che possono considerarsi tra i più rilevanti dal punto di vista dei sistemi informatici (segnatamente di Internet) e del loro effetti su rilevanti aspetti della società umana: la *sicurezza (e la protezione della privacy)* il *Web semantico* come evoluzione dell'attuale Web; il *Grid* come ulteriore evoluzione (con un rilevante effetto sulla ricerca scientifica (precisamente delle cosiddette *scienze computazionali* nonché sulla collaborazione tra ricercatori operanti in località anche tra loro molto distanti).

Nella *terza* parte verranno considerati alcuni problemi che, se non verranno risolti potranno gravemente compromettere ulteriori sviluppi delle applicazioni: le risorse umane e le *formazione*; la crescente *complessità* dei sistemi informatici.

