



L'ATENEIO

informa

Periodico dell'Università degli Studi dell'Aquila

Anno II (2007), 4

*L'Università dell'Aquila:
un ulivo che ha prodotto molti frutti*

La valutazione degli investimenti

L'inquinamento della Piana del Fucino

In ricordo di...

Chimica computazionale nei sistemi biologici

Il progetto SICON

Tecnica del restauro: il castello di Barisciano

Anno II (2007) numero 4

Direttore responsabile
Pasquale Sebastiani

Coordinatore di redazione
Carlo De Matteis delegato del
 Rettore per le attività
 editoriali di Ateneo

Comitato di redazione:
Marcello Alecci, Edoardo Alesse,
Francesco Avolio, Mauro
Bologna, Ezio Burri, Vittorio
Calvisi, Simonetta Ciranna,
Mimi Coccia, Giovambattista
Desideri, Daniele Frigioni,
Vincenzo Gattulli, Filippo
Mignosi, Francesco Iaconis,
Corrado Lattanzio, Franco
Lucari, Pietro Mazzeo, Stefano
Necozone, Marco Recchioni,
Rocco Ronchi, Alessia Maria
Carmela Sammarra, Elisabetta
Santi, Eugenio Scarnati,
Giancarlo Scoccia, Marco Valenti

Carlo Capannolo, Responsabile
 dell'Ufficio Comunicazione e
 Immagine

Progetto grafico e impaginazione
Emanuele Nardi

A cura dell'Ufficio
 Comunicazione e Immagine
 (UCI)

Stampato presso il
 Centro stampa di Ateneo

Autorizzazione del
 Tribunale dell'Aquila
 n° 554 del 23/03/2006

Indice

Editoriale

L'Università dell'Aquila: un ulivo che ha prodotto
 molti frutti 1

In ricordo di...

L'opera scientifica di Giuseppe Tomassetti 5

Ingegneria gestionale

Le opzioni reali e la valutazione degli
 investimenti 7

Chimica analitica

Indagine sullo stato di inquinamento del
 comparto agricolo-industriale della Piana del
 Fucino 9

Chimica computazionale

La dinamica molecolare come strumento di
 indagine di sistemi biologici 15

Ingegneria delle strutture

Stabilità, Identificazione e Controllo di strutture
 Nonlineari: il progetto di alta formazione SICON
 finanziato dall'Unione Europea 19

Tecnica del restauro

Il castello di Barisciano: modello di studio per la
 conoscenza e la conservazione dell'architettura
 fortificata 23

Editoriale

L'Università dell'Aquila: un ulivo che ha prodotto molti frutti

*Ferdinando di Orio
Magnifico Rettore dell'Università degli Studi dell'Aquila
Presidente del Comitato di Coordinamento Regionale delle
Università Abruzzesi*



Il 16 dicembre 1952 e il 19 febbraio 1967 rappresentano date importanti per l'Università dell'Aquila, entrambe legate al ricordo indelebile del prof. Vincenzo Rivera. La data della sua fondazione e quella della scomparsa del suo fondatore, di cui proprio in questi giorni si celebra il quarantennale, segnano i limiti, infatti, di un periodo di quindici anni nel quale l'Ateneo aquilano è passato da felice intuizione di un uomo illuminato a realtà consolidata nel panorama accademico nazionale.

Ho spesso utilizzato la metafora dell'ulivo per descrivere l'Università dell'Aquila, ricollegandola ad una bella immagine, derivata da Virgilio, secondo il quale: «Nessuno pianta un ulivo per coglierne lui stesso i frutti».

E' una metafora di cui forse si sarebbe compiaciuto, da fine botanico, il prof. Rivera, anche se i primi frutti di questo albero lui ebbe già modo di vederli e di coglierli nel quindicennio prima ricordato.

Quando questo «ulivo» fu piantato, il sistema universitario nazionale era costituito da 27 Università, tre delle quali erano in Sicilia e due soltanto nel Mezzogiorno peninsulare, con complessivamente 250.000 studenti e appena 4000 docenti.

Grazie all'intuizione del Prof. Vincenzo Rivera, l'Ateneo aquilano ha prodotto molti frutti e, per merito di tutti coloro che in esso hanno operato – studenti, docenti e personale tecnico-amministrativo - è stato con piena

dignità all'interno del processo di crescita del sistema universitario nazionale, che attualmente consta di oltre settanta Atenei, un milione e settecentomila studenti e più di 50.000 docenti.

L'Università dell'Aquila può oggi vantare un'offerta didattica caratterizzata da 9 Facoltà, 46 Corsi di Laurea, 43 Corsi di Laurea Specialistica, 23 Dottorati di Ricerca, 41 Scuole di Specializzazione, 2 Corsi di Perfezionamento, 17 Master. Un'offerta didattica che vive grazie all'impegno di 625 unità di personale docente e 480 unità di personale tecnico-amministrativo e che, nell'anno accademico 2006-2007, ha coinvolto oltre 26.000 studenti.

La crescita rapidissima degli ultimi anni ormai configura l'Università dell'Aquila tra gli Atenei di medie dimensioni. Un risultato importante, che tuttavia rappresenta una ulteriore sfida per una sua sempre maggiore qualificazione nel panorama accademico internazionale.

Ma l'Università dell'Aquila non è solo questo. E' anche una straordinaria risorsa per il territorio che l'accoglie. Basti solo pensare all'indotto che muove in termini di personale impiegato nei servizi di supporto all'attività universitaria, agli affitti pagati dagli studenti universitari e alle ricadute economiche e culturali determinate dalla presenza di migliaia di studenti fuori-sede che rendono più viva e vitale la città.

Ma l'Università è ancor più una risorsa per il

territorio soprattutto per la sua autonoma funzione di promozione dello sviluppo culturale, sociale ed economico.

Ai tradizionali settori di interazione Università-territorio quali la diffusione della cultura scientifica, il dialogo tra ricercatori e cittadini, la promozione del lavoro intellettuale, l'attenzione alla salute e alla sicurezza dei cittadini, la cura e i servizi alla persona, oggi si aggiungono ulteriori potenzialità di interazione quali il trasferimento tecnologico, il partenariato con le imprese e l'incubazione di nuove imprese, la tutela e la valorizzazione del patrimonio storico, artistico e naturale, la vivibilità urbana e la sostenibilità dello sviluppo territoriale.

Per realizzare tutto ciò, l'Università dell'Aquila, oltre al suo personale e ai suoi centri di ricerca, si è attrezzata con ulteriori e appropriati strumenti, quali la Fondazione e la struttura di supporto all'attività di *spin-off*, in grado di stimolare, ad esempio, la nascita e l'insediamento nel territorio di società per azioni o a responsabilità limitata, nelle quali

l'Università stessa può partecipare in qualità di socio.

Queste azioni e questi strumenti corrispondono in pieno ad una nuova mission dell'Università, che consiste proprio nella valorizzazione economica dei nuovi saperi e nella loro trasformazione in risorsa strategica per il territorio. Perché un territorio e una popolazione sono messi nelle condizioni migliori per svilupparsi economicamente e crescere culturalmente, quando vengono creati circuiti virtuosi di diffusione di informazioni, idee, risorse e competenze e, attraverso questi circuiti vengono attivati processi di condivisione di saperi, di innovazione e di collaborazione internazionale.

Questo è ciò che l'Università dell'Aquila già determina e potrebbe determinare ancora di più, se solo trovasse nelle istituzioni locali un reale interesse a sviluppare un autentico rapporto di reciprocità per lo sviluppo del territorio e per la crescita della popolazione.

Ma questa è un'altra storia...



On. Prof. Vincenzo Rivera, primo Rettore dell'Ateneo aquilano

NEWS...

SI AMPLIA L'OFFERTA FORMATIVA DELL'UNIVERSITÀ

A seguito dell'approvazione di due progetti triennali di livello internazionale (di importo complessivo superiore ai 150.000 €) che prevedono il rilascio di un "doppio titolo" di studio (dell'Ateneo aquilano e di un Ateneo straniero partner), il 13 novembre 2006 sono stati inaugurati i percorsi formativi della laurea specialistica in "Modellistica Fisico-Matematica per l'Ingegneria", per il rilascio del doppio titolo di studio, in convenzione con il Politecnico di Danzica (Polonia) e l'Ecole Polytechnique di Nizza - Sophia Antipolis (Francia).

L'approvazione dei progetti, finanziati dal Ministero dell'Università e della Ricerca, dall'Università Italo-Francese e dalla Fondazione "Ferdinando Filauri", costituisce motivo d'orgoglio per l'Università aquilana, risultata tra i pochi Atenei italiani con competenze scientifiche idonee all'attivazione di un corso di studi nel settore della Modellistica Fisico-Matematica per l'Ingegneria, dopo la recente riforma degli studi universitari.

Come affermato dal Presidente del Consiglio Didattico del corso, prof. Bruno Rubino, il ruolo dell'Ingegnere dei Modelli

risulta fondamentale come ponte tra la Matematica Applicata e i più moderni settori di ricerca dell'Ingegneria, tra cui le nanotecnologie, i sistemi dinamici e la fluidodinamica.

Il 12 gennaio 2007 presso la Facoltà di Medicina e Chirurgia, ha preso il via il nuovo corso di laurea specialistica in "Scienze delle Professioni Sanitarie della Prevenzione" col quale l'Ateneo dell'Aquila crea la nuova figura professionale del "Manager della Prevenzione", in linea con le nuove istanze sociali dell'Unione Europea. L'attivazione del corso viene incontro alle aspettative delle parti sociali sia locali che nazionali, come le strutture sanitarie pubbliche e private, i sindacati, gli ordini professionali e le Società Scientifiche, che guardano con entusiasmo a questa nuova figura di tecnico, prevalentemente impegnato sul fronte della tutela delle condizioni di lavoro.

I "Manager della Prevenzione" saranno infatti destinati ad attività di prevenzione, verifica e controllo in materia di igiene e sicurezza ambientale nei luoghi di vita e di lavoro, igiene di alimenti e bevande, igiene e sanità pubblica e veterinaria ed attuazione e promozione della sicurezza e salute a livello individuale, familiare e collettivo.

La Presidenza del nuovo corso di laurea specialistica è affidata al prof. Antonio Paoletti, già titolare della Cattedra di Medicina del Lavoro.

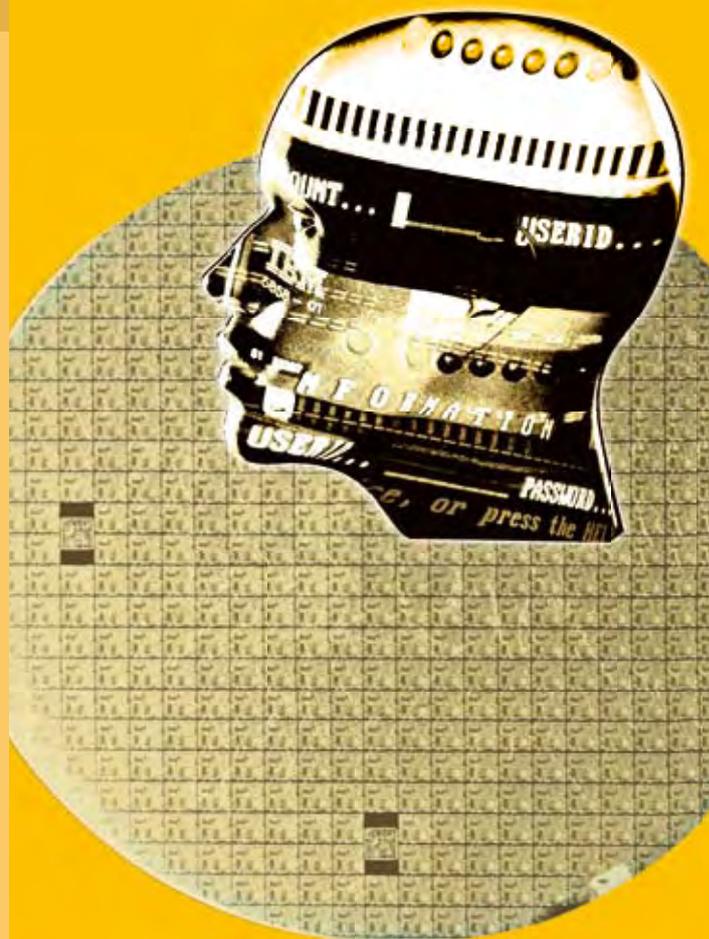




Università degli Studi dell'Aquila

Spin Off

**La Ricerca fa Impresa:
l'Università degli Studi dell'Aquila
risorsa per il Territorio**



In ricordo di...

L'opera scientifica di Giuseppe Tomassetti

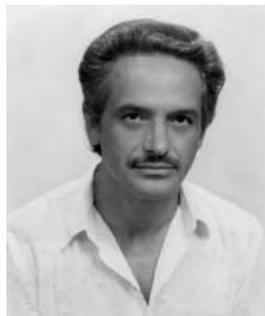
*Prof. Armando Reale
Dipartimento di Fisica
Facoltà di Scienze MM.FF.NN.
Università degli Studi dell'Aquila*

Parlerò qui di Giuseppe e della sua opera di scienziato dal tempo della laurea fino a quando cominciò ad occuparsi di Fisica dei raggi X.

Giuseppe Tomassetti si è formato come fisico alla grande tradizione della Fisica italiana. La sua attività di ricerca ha avuto inizio ai primi anni '70, presso i laboratori Nazionali di Frascati (che avevano già portato la ricerca in Italia ad un alto livello internazionale), con una tesi svolta su un tema allora (e ancora oggi) di grande attualità per la Fisica Nucleare, la produzione di nuclei polarizzati. Questa ricerca implicava anche conoscenze di struttura della materia, come l'interazione, in un cristallo drogato con impurità paramagnetiche, tra i nuclei degli atomi di idrogeno dell'acqua di cristallizzazione e il reticolo cristallino circostante.

La ricerca svolta trovava motivazione nell'interesse che in quel periodo la fisica nucleare rivolgeva alla produzione di nuclei polarizzati per lo studio della asimmetria angolare della radiazione beta emessa dai nuclei radioattivi come il ^{60}Co e di quella alfa per studiare la sfericità dei nuclei stessi.

Negli anni '73-'75 ebbe in successione una borsa di studio dell'ISS, un assegno biennale di formazione didattica e scientifica, e dall'anno '75-'76 un contratto quadriennale presso l'allora Istituto di Fisica dell'Università dell'Aquila. Nel '75 entrò anche a far parte dell'unità GNSM dell'Aquila.



Sempre a partire dal '75-'76, assieme ad altri allora giovani colleghi, ha contribuito ad organizzare il laboratorio di magnetooptica per lo studio degli effetti fotomagnetici nei granati di Ittrio e Ferro drogati. Questo settore di ricerca è oggi molto attivo ed importante nel Dipartimento di Fisica (vedi Prof. Lucari). Questi materiali variano le loro proprietà magnetiche sotto l'azione diretta della radiazione elettromagnetica. All'Aquila Tomassetti contribuì allo studio degli effetti magnetooptici misurando l'assorbimento ottico, il dicroismo ottico nella regione dell'infrarosso vicino. Queste ricerche furono svolte in collaborazione anche con il gruppo diretto dal Prof. Le Gal del Lab. de Magnetisme et d'Optique di Parigi (CNRS). Alla fine di questo periodo Tomassetti ottenne anche la qualifica di Esperto qualificato per la protezione dalle radiazioni ionizzanti; contemporaneamente entrò in ruolo come ricercatore confermato.

Dal 1982 al 1992 ha svolto una attiva collaborazione con un gruppo di ricerca dei Laboratori Nazionali di Frascati-ENEA, assieme al fisico Giovanni Sanna, che si occupava della realizzazione di un apparato per la rivelazione del trasferimento di energia (vibrazionale) da un laser IR a un fascio molecolare pulsato, con una tecnica optotermica. Si trattava dunque di realizzare un ugello per produrre fiotti di gas molecolare, rapido e avente un tempo di apertura programmabile, che raggiungevano un bolometro

superconduttore. Durante il percorso gli impulsi erano colpiti dal laser e questo interessante esperimento dimostrò senza ambiguità che in assenza del laser il segnale in uscita del bolometro era un impulso rettangolare corrispondente alla cessione di energia cinetica da parte dell'impulso al bolometro mentre, in presenza dell'eccitazione delle molecole indotta dal laser, all'impulso rettangolare si sovrapponeva un piccolo impulso di durata più breve corrispondente alla cessione dell'energia vibrazionale delle molecole, oltre naturalmente a quella cinetica. Questo apparato ha permesso una ricerca sviluppata secondo due linee: studio di spettri di assorbimento multifotonici IR e spettri di assorbimento lineare vibro-rotazionale. Questa ricerca lo arricchì di molta conoscenza del settore, come testimonia il libro da lui scritto insieme a Sanna sulla dinamica dei fasci molecolari.

Dal 1997 Giuseppe si è unito al nostro piccolo gruppo - composto allora da qualche laureando, dal Prof. Palladino e da me - che presso il Dipartimento di Fisica dell'Università dell'Aquila si occupava di microscopia a raggi X molli, in collaborazione con il CR- ENEA di Frascati. Si trattava di studiare campioni biologici approfittando del fatto che nella cosiddetta finestra dell'acqua (lunghezza d'onda delle radiazioni di 2,3-4,4 nanometri) esiste una differenza di assorbimento tra l'acqua e le molecole organiche (cioè tra ossigeno e carbonio). Questa attività ha preceduto e attivato quella successiva che ha portato alla realizzazione del laser a raggi X nel novembre 2001, e al recente premio dell'Accademia dei Lincei.

Il Prof. Tomassetti ha pubblicato molti lavori scientifici a carattere internazionale e molte sono le sue relazioni con laboratori nazionali e internazionali. Basta pensare che tra pochi giorni verrà qui in anno sabbatico un professore dell'Università di Dublino, l'Università che fu di Schroedinger, con alcuni suoi PhD, per utilizzare il nostro laser. Questo dovrebbe inorgogliarci perché la piccola Università dell'Aquila viene preferita ad altri importanti laboratori europei.

Tomassetti era ben noto e apprezzato anche internazionalmente, e l'espressione del cordoglio per la sua scomparsa è giunta a noi da ricercatori di ogni parte d'Europa e anche dagli Stati Uniti e dalla Russia. Una per tutti, citiamo la lettera del Prof. J.J.

Rocca: "apprezzeri molto se voleste far sapere alla sua famiglia che Giuseppe "is known around the world and colleagues from abroad are saddened by the news".

La sua attività scientifica ha tenuto il passo con il suo impegno per il buon funzionamento dell'Università, dove ha ricoperto molti incarichi istituzionali, condotti con grande passione, con interventi improntati sempre a punti di vista coraggiosi e innovativi, non convenzionali, espressi sempre con grande chiarezza e precisione.

E' stato anche molto amato dai suoi studenti e laureandi, come ha detto uno di essi: "Non mi ha insegnato solo la fisica, ma mi ha insegnato come fare fisica, ed essere scienziati. La sua scomparsa non ci lascia un vuoto, ma un pieno di umanità"

Vorrei concludere così, intenzionalmente:

di quest'uomo, di cui tutti rimpiangiamo il valore di uomo e di scienziato c'è ancora una cosa importante da dire.

Giuseppe, come avete sentito, si era unito al nostro gruppo di ricerca sui laser a raggi X, a cui ha dato tutto il suo impegno, ora purtroppo scomparso...

E' un piccolo gruppo, ma molto valido, con molti estimatori ed amici stranieri - uno, come abbiamo detto, sta per arrivare qui a giorni - e con la stima di tutti i fisici del campo, che nel mondo ne hanno apprezzato i successi, e con l'interesse anche per le sue applicazioni biologiche. E i biologi, chimici, ambientalisti, che aspettano di sviluppare le loro ricerche col nostro laser, concorrono anch'essi a questo aspetto.

Ora questo gruppo è in gravi difficoltà: restiamo in pochi, io già fuori ruolo, i giovani ancora precari pur se sono la vera forza del gruppo.

Non lasciate finire questa ricerca!

Le strutture dell'Ateneo e della Città possono intervenire, per dare una certezza di futuro qui a questi giovani, al più presto.

Questo gruppo deve essere salvato, deve continuare, perché ormai è noto nel mondo scientifico e forse non si capirebbe fuori di qui la sua scomparsa. Aiutatelo, dategli una stabilità essenziale. Date un futuro scientifico, in questo campo dove sono bravi, ad Antonio, Paola, Lucia, Tania: due fisici, due biologi, pieni di risorse che sarebbe un peccato andassero disperse. Ricordatevi questi nomi!

Ingegneria gestionale

Le opzioni reali e la valutazione degli investimenti

Massimo Castaldi, Professore associato, Dipartimento di Ingegneria Elettrica e dell'Informazione, Facoltà di Ingegneria, Università degli Studi dell'Aquila

Federica Cucchiella, Assegnista di ricerca, Dipartimento di Ingegneria Elettrica e dell'Informazione, Facoltà di Ingegneria, Università degli Studi dell'Aquila



Many of today's investment decisions are based on traditional capital budget focused on discounted cash flow analysis. However, every so often, a project that makes strategic value, could carry a negative discounted cash flows. The use of a real option methodology allows to encompass this problem (FIRB 2001 MIUR - project number: RBAU01L24Y_002) and the obtained results proof that the traditional methodologies are not useful for evaluate an investment when the firm operates in an uncertain environment.

Nell'attuale contesto competitivo in cui operano le aziende, caratterizzato da un crescente livello di dinamicità e di incertezza, la creazione di valore economico trova la sua origine nella capacità di operare in ambienti flessibili e quindi nella capacità dell'impresa di saper rispondere alle opportunità ed alle minacce che si presentano nel futuro scenario aziendale.

A tal fine le opzioni reali hanno acquisito una rilevanza sempre crescente poiché offrono all'impresa la possibilità di limitare perdite rilevanti senza pregiudicare la possibilità di avvantaggiarsi di condizioni favorevoli che si dovessero presentare sul mercato.

Un'opzione reale è un'op-

portunità discrezionale di investimento e si sostanzia nella possibilità, ma non nell'obbligo, di effettuare un investimento o di modificarne le caratteristiche in corso di esecuzione. Le opzioni modificano profondamente il rapporto tra valore e rischio di un progetto e si contrappongono alle tradizionali tecniche di *capital budgeting*, quali ad esempio quelle fondate sul *Net Present Value* (NPV), che evidenziano nei flussi di cassa di un progetto di investimento l'unica fonte del valore del progetto stesso, da cui, un investimento vale, a parità di tutto il resto, tanto più quanto maggiori sono i flussi di cassa che esso consente di ottenere. Ponendo l'attenzione esclusivamente sui flussi che il progetto sarà

in grado di produrre direttamente, viene generalmente trascurato il valore delle opzioni reali che il progetto consente di acquisire. Per esempio, la costituzione di una filiale in un mercato estero per seguire da vicino gli attuali clienti è spesso valutata in relazione alla sua capacità di produrre flussi di cassa sufficienti a coprire i costi di ingresso ed a generare un NPV positivo. Il valore dell'investimento, tuttavia, può essere connesso più all'ottenimento di una maggiore conoscenza delle caratteristiche del mercato che ai proventi derivanti dall'assistenza agli attuali clienti. Tali conoscenze, infatti, potranno consigliare nuove e specifiche strategie per acquisire il valore economico di quel

mercato. Quindi la fonte di valore più importante è costituita dalle opportunità di investimento e di espansione future che quel progetto consente di ottenere, ovvero dalle opzioni reali da esso generate. La presenza di opzioni reali modifica sostanzialmente l'influenza del rischio sul valore di un progetto. Affinché un'opzione reale abbia valore è necessario che il futuro sia incerto. In contesti certi, infatti, le decisioni future possono essere previste e anticipate sin da oggi. Nessuna opzione può quindi essere valorizzata per il fatto che già oggi si conoscono le risposte alle future domande strategiche. In altri termini,

mentre in assenza di opzioni il NPV rende attuabile un unico percorso di azione rigidamente predefinito, Figura 1 (a), la presenza di opzioni reali offre all'azienda la possibilità di scegliere il percorso da attuare tra una rosa di opportunità offrendo alla stessa la possibilità di attuare in tempi diversi decisioni contingenti rispetto alle condizioni di mercato del momento, Figura 1 (b).

Nell'ambito del progetto FIRB del MIUR (protocollo RBAU01L24Y, coordinatore nazionale: Prof. M. Caputo, Università degli Studi di Salerno, coordinatore locale: Prof. M. Gastaldi) è stato indirizzato un filone di ricerca al-

l'impiego delle opzioni reali quale strumento per la valutazione degli investimenti. A tal fine, attraverso l'applicazione di un modello composto da quattro fasi, si è proceduto alla valutazione di tali opzioni. Selezionato un progetto e le sue relative opzioni, con il supporto di diversi *software* di simulazione è stato possibile identificare la distribuzione dei risultati del progetto stesso; inoltre, l'impiego delle opzioni reali, per la valutazione di investimenti in condizioni di incertezza, ha evidenziato come le tradizionali tecniche di *capital budgeting* potrebbero erroneamente condurre a rifiutare investimenti capaci di generare profitto.

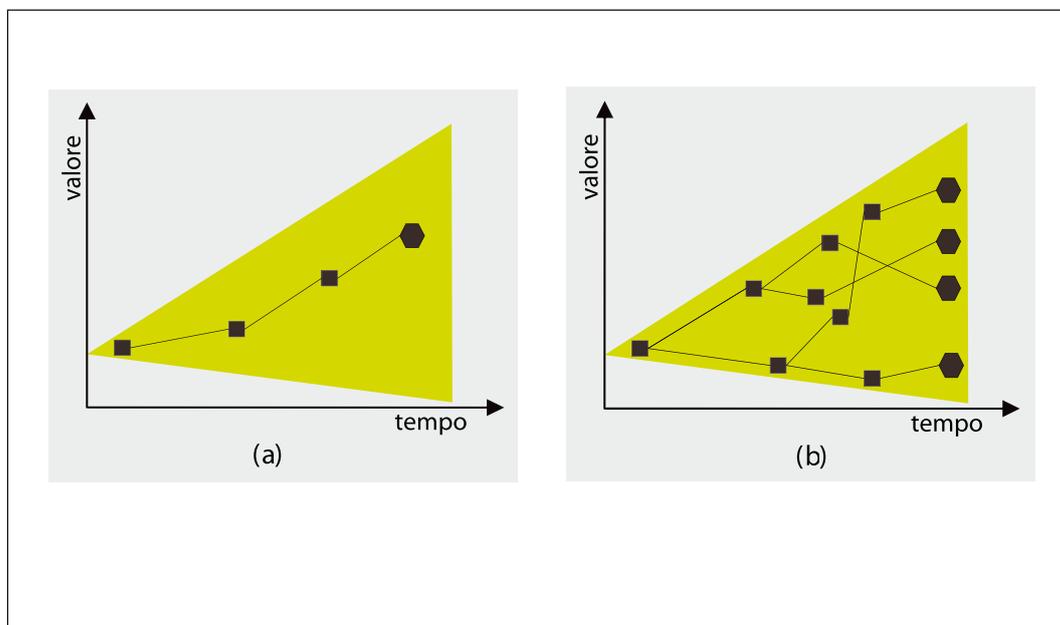


Figura 1. Confronto tra NPV e opzioni

Chimica analitica

Indagine sullo stato di inquinamento del comparto agricolo-industriale della Piana del Fucino



Pietro Mazzeo
Professore Ordinario
Dipartimento di Chimica,
Ingegneria Chimica e Materiali
Facoltà di Scienze MM. FF. NN.
Università degli Studi dell'Aquila

The Fucino Plain represents substantially the emerged area deriving from the Fucino lake reclamation achieved in 1875. It is placed at about 700 mt above sea level in an intramountain basin.

This area, after the drainage, has been devoted to an intense agricultural productivity with consequent development of side industrial activities. This has of course involved an enormous employment of pesticides and fertilizers and the relative environmental pollution, with particular regard to the superficial and spring water compartment.

The aim of our research has been the monitoring of the pollution state of the area of interest. The chemical parameters took into consideration for this study have been the pesticides determination by HPLC, of ionic compounds as Cl^- , NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+ by spectrophotometric and volumetric way, of metals as iron and manganese by atomic absorption spectrophotometry.

Have been also determined some other parameters as temperature, conductivity, dissolved oxygen and pH. Of all these data has been examined the seasonal variability.

It has been besides assessed the pesticides mobility in the Fucino Plain through leaching studies in soil columns.

La Piana del Fucino rappresenta sostanzialmente l'area emersa dalla bonifica del lago Fucino conclusasi nel 1875. Essa è situata a circa 700 m sul livello del mare in una conca intramontana.

Prima della bonifica, il lago occupava una superficie di 150 km² e presentava una profondità massima di 22 m. Il suo bacino idrografico, escludendo la superficie del lago, si estendeva

per circa 710 km² ed era alimentato da acque di infiltrazione e da nove torrenti.

Tale area, dopo il prosciugamento, è stata destinata ad una intensa produttività agricola con conseguente sviluppo di attività industriali collaterali.

Questo ha naturalmente comportato un enorme impiego di pesticidi e fertilizzanti ed il relativo inquinamento ambientale, con particolare riguardo al comparto idrico superficiale e

sorgivo.

Scopo della nostra ricerca è stato il monitoraggio dello stato di inquinamento dell'area interessata.

I parametri chimici presi in considerazione per tale studio sono stati la determinazione dei pesticidi mediante HPLC, di composti ionici quali Cl^- , NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+ per via spettrofotometrica e volumetrica, di metalli quali ferro e manganese attraverso spettrofotometria di



assorbimento atomico.

Sono stati anche determinati altri parametri quali temperatura, conducibilità, ossigeno disciolto e pH.

Di tutti i dati è stata esaminata la variabilità stagionale.

Si è infine proceduto alla valutazione della mobilità di pesticidi nella Piana del Fucino mediante studi di lisciviazione in colonne di suolo.

Il prelievo dei campioni di acqua da analizzare è stato realizzato attraverso quattro campagne di campionamento effettuate in primavera, estate, autunno ed inverno ed ha riguardato per lo più le acque dei canali di irrigazione ed in misura minore acqua di sorgente. I pe-

riodi stagionale scelti sono stati Aprile, corrispondente all'inizio dell'attività agricola, Giugno, mese in cui è massima tale attività, fine Settembre, relativo al periodo di raccolta, e Dicembre, alla fine del lavoro agricolo.

In ciascun sito di campionamento sono stati prelevati tre campioni differenti destinati rispettivamente all'analisi dei composti ionici, dei metalli e dei pesticidi.

Temperatura, conducibilità, ossigeno disciolto e pH dei sistemi acquatici esaminati sono stati determinati direttamente sul sito di prelievo mediante una specifica sonda multiparametrica.

I risultati ottenuti hanno mo-

strato che esiste una significativa variabilità tra i dati ricavati dalle quattro campagne di campionamento, che per semplicità non riportiamo in dettaglio nel presente articolo.

Un aspetto interessante è quello che si ricava dalla constatazione della diminuzione di conducibilità dall'inverno all'autunno. Tale diminuzione non può correlarsi alla concentrazione degli ioni cloruro che si mantiene praticamente costante nell'arco della intera campagna di monitoraggio. Con tutta probabilità la maggiore conducibilità invernale dipende dalla concentrazione degli ioni Ca^{++} e HCO_3^- . La diminuzione della temperatura in inverno pro-

muove la solubilizzazione nel sistema acquatico della CO₂ ed il relativo incremento di dissoluzione dei carbonati. Questa ipotesi viene anche confermata dall'abbassamento del valore del pH nel periodo invernale.

Anche i nitrati mostrano un andamento stagionale. Nel periodo invernale aumenta la loro concentrazione come conseguenza delle pratiche di fertilizzazione effettuate in inverno.

I processi di irrigazione influenzano la concentrazione di ferro e manganese nelle acque del suolo. La lisciviazione di questo, e conseguentemente la diminuzione di concentrazione dei due metalli pesanti, aumenta nel periodo estivo a causa dell'intensa irrigazione.

Per quanto riguarda la presenza di pesticidi, la nostra attenzione si è soffermata sulle otto molecole più ampiamente utilizzate nell'area in questione: aldicarb, desisopropilatrizona, carbaril, dicloran, iprodione, linuron, procimidone e simazina.

Un aspetto interessante, per quanto riguarda lo stato di inquinamento della zona in esame, è stata la verifica della assenza di residui di pesticidi nel campionamento invernale e primaverile, determinata da un lato dalla limitata attività agricola e dall'altro dall'incremento dei fattori di diluizione.

Viceversa nel periodo estivo ed autunnale, in corrispondenza del notevole aumento dell'attività agricola, alcuni pesticidi si

trovano a concentrazioni piuttosto alte, decisamente superiori al limite di 0.1 µg/L imposto dalla Comunità Europea per le acque superficiali. Il pesticida riscontrato in modo pressochè ubiquitario è l'erbicida *linuron*, seguito dal *dicloran*.

La valutazione della mobilità dei pesticidi nel suolo della Piana del Fucino è stata eseguita sul suolo prelevato in una area localizzata a nord-ovest del bacino, caratterizzata da un elevato tenore in argilla. Le particelle colloidali di *humus* ed argilla che si trovano all'interno dei sedimenti costituiscono una interfaccia molto attiva negli scambi di materia con le soluzioni circostanti. L'entità dell'assorbimento dipende dalle carat-



teristiche del suolo ed in particolare dalla sua componente organica ed inorganica, dalla porosità, dalla carica superficiale e dal pH.

Per studiare il processo di lisciviazione dei pesticidi in questo tipo di suolo sono stati realizzati in laboratorio modelli costituiti da grossi tubi di plastica riempiti di terreno ed aventi altezza di un metro. Alla sommità del tubo il terreno inumidito veniva trattato

con una miscela a concentrazione nota dei pesticidi in esame ed ad intervalli regolari di tempo venivano prelevati alla fine del tubo campioni di liquido, ottenuti tramite un processo lento e continuo di irrigazione del terreno. L'analisi dei campioni è stata eseguita per HPLC.

I risultati ottenuti hanno dimostrato comportamenti significativamente differenti per i pesticidi studiati, determinati essenzial-

mente da differenze di solubilità in acqua, di affinità per la frazione organica del terreno, di volatilità e di resistenza alla degradazione.

Per tutti i terreni, comunque, a prescindere dai percorsi preferenziali di percolazione lungo le fessurazioni del suolo, il grado di penetrazione dei pesticidi all'interno del terreno riguarda essenzialmente lo strato superficiale corrispondente ai primi venti centimetri.

NEWS...

**RIABILITAZIONE DELLA MANO:
UN' IMPORTANTE SCOPERTA**

Il dott. Giuseppe Placidi, ricercatore presso il Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biomediche della Facoltà di Medicina dell'Università degli Studi dell'Aquila, ha ideato un guanto virtuale per la "teleriabilitazione" della mano.

La tecnica, assolutamente innovativa, consente di sostituire al guanto fisico tradizionale un sistema di misura dei movimenti basato sull'acquisizione ed elaborazioni di immagini.

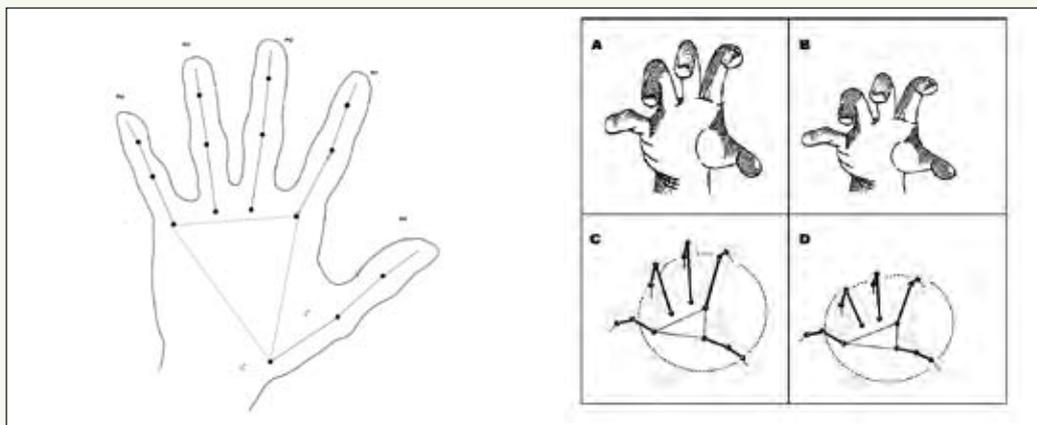
Il nuovo sistema proposto dal dott. Placidi consente di superare tutti gli svantaggi legati alla pesantezza e all'ingombro delle soluzioni meccaniche già da tempo in uso, e si distingue per semplicità di realizzazione, basso costo e

soprattutto generalità di impiego.

L'innovativo trattamento delle disabilità della mano, spesso conseguenti a ictus cerebrali o interventi chirurgici, fa ricorso alla realtà virtuale, costituendo un'efficace terapia riabilitativa "a distanza", dalle evidenti e positive ricadute sociali, in termini di efficacia e semplicità esecutiva, rispetto a una riabilitazione tradizionale.

La metodologia riabilitativa potrà essere applicata ad ambedue le mani, con qualsiasi grado di infermità, oltre che alla riabilitazione di gomito, ginocchio, anca e altre articolazioni.

Il mondo scientifico internazionale ha già mostrato un grande interesse per questa tecnica riabilitativa e numerose sono state le proposte, provenienti anche dagli Stati Uniti, per collaborare alla realizzazione di un prototipo del guanto virtuale.





Università degli Studi dell'Aquila

Laurea
Honoris Causa
a
Andrea
Camilleri

L'Aquila 3 maggio 2007 ore 10.00
Aula Magna Vincenzo Rivera
Palazzo Camponeschi - Piazza Santa Margherita, 2

Impaginazione: Emanuele Nardi, stampato nel Centro Stampa di Ateneo

Chimica computazionale

La dinamica molecolare come strumento di indagine di sistemi biologici

Massimiliano Aschi, Gianluca Bianchini, Alessio Bocedi, Renato Di Bartolomeo, Fernando Mazza

Fernando Mazza, Professore Ordinario
Dipartimento di Chimica, Ingegneria Chimica e Materiali
Facoltà di Biotecnologie
Università degli Studi dell'Aquila

Massimiliano Aschi, Professore Associato
Facoltà Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali
Dipartimento Chimica, Ingegneria Chimica e Materiali
Università degli Studi dell'Aquila



In the last years, Molecular Dynamics (MD) simulations have become a powerful tool for investigating the structural and mechanical properties of biomacromolecules in solution. In this article, after a brief introduction of the basic principles of the method, we illustrate a recent application of MD on the major surface metalloprotease GP63, also known as Leishmanolysin. Our results clearly and rigorously indicate a sharp correlation between structural motifs, mechanical features and proteolytic activity of GP63 and also provide plausible structural and dynamical relationships between related enzymes.

La struttura tridimensionale di una macromolecola rappresenta il modello di partenza per un'interpretazione a livello molecolare della relativa funzione. Tale informazione può essere ottenuta dall'analisi cristallografica che, essendo relativa alla fase cristallina, offre ovviamente una visione statica. D'altra parte è noto che le proprietà dinamiche di una macromolecola (moti correlati), impediti nella fase cristallina, costituiscono un aspetto rilevante per l'attività biologica. L'estensione del modello strutturale al mezzo in cui la macromolecola opera necessita pertanto di approcci complementari. Tecniche sperimentali, quali

il dicroismo circolare o la risonanza magnetica nucleare, necessitano talvolta di modelli interpretativi, non sempre rigorosi, per accedere all'informazione strutturale. Negli ultimi anni, il grosso avanzamento della modellizzazione teorica a livello atomico-molecolare e soprattutto, l'elevata efficienza raggiungibile dai calcolatori, hanno permesso lo sviluppo di tecniche computazionali alternative, o complementari, a quelle sperimentali. Una delle metodologie teorico-computazionali più utilizzate in questo ambito è la Dinamica Molecolare (DM). Partendo dalle coordinate cristallografiche di una proteina posta nel suo ambiente fisiologico (soluzione acquosa, mem-

brana, ecc.), risolvendo le equazioni di Newton per il moto di ciascun atomo, la DM produce una traiettoria del sistema da cui è possibile ricavare una serie di proprietà meccaniche, dinamiche e strutturali. Il nostro gruppo utilizza da anni questa metodologia e di seguito mostriamo un'applicazione per un enzima recentemente studiato.

La Leishmanolisina (GP63), metalloproteasi appartenente alla superfamiglia *metzincins*, favorisce la penetrazione del parassita *Leishmania major* nell'organismo ospite e rappresenta un bersaglio per la progettazione di inibitori utili alla terapia della Leishmaniosi. La GP63 (478 residui) presenta tre domini: l'N-terminale, il centrale ed

	Autovettore 1	Autovettore 2
% di chiusura	16	80
Angolo di rotazione (°)	10	11
Residui cerniera	167-168	112-117
	171-176	196-206
	230-232	242-243
	234	257-258
	237-238	369-370
	259-263	570-573

Tabella. Risultati dell'analisi DynDom relativi ai primi due autovettori.

il C-terminale. Simulazioni DM della GP63 in soluzione acquosa indicano che il sito attivo si mantiene rigido. I moti interni della GP63 possono essere identificati attraverso l'analisi delle componenti principali delle fluttuazioni conformazionali (Dinamica Essenziale, DE). Tale procedura, basata sulla costruzione di una matrice di covarianza delle posizioni atomiche, consente di identificare nello spazio interno della macromolecola determinate direzioni, gli autovettori della matrice, lungo i quali avvengono le fluttuazioni correlate. Le ampiezze di tali fluttuazioni, gli autovalori della matrice, definiscono il relativo contributo delle transizioni conformazionali. In tal modo, le fluttuazioni a larga ampiezza, come ad esempio quelle associate al moto d'insieme di una regione dell'enzima, risultano più rilevanti di fluttuazioni ad alta frequenza quale lo *stretching* di un legame covalente. Da tale analisi risulta che più

del 70% del moto complessivo della GP63 può essere descritto attraverso moti oscillatori complessivi lungo tre sole direzioni del suddetto spazio interno, due delle quali presentano significative componenti nei domini N- e C-terminali. Un'ulteriore analisi (DynDom) consente di reinterpretare il moto d'insieme precedentemente identificato dall'analisi DE, in termini di fluttuazioni tra domini. Dalla Tabella risulta che i due moti relativi si differenziano anzitutto per la loro percentuale di chiusura. In particolare, il moto corrispondente all'autovettore 2 (Fig. 1b), in base alla sua alta percentuale di chiusura, può essere descritto come un *bending* tra domini che permette l'aggancio (*docking*) tra la GP63 ed il substrato. Il moto corrispondente all'autovettore 1 (Fig. 1a) è invece caratterizzato da uno scorrimento, grossolanamente ortogonale al moto precedente, dei due domini. La combinazione dei due moti ortogonali origina

un moto complessivo a corpo rigido della gran parte del dominio N-terminale rispetto agli altri due domini. In tal modo, la simulazione DM mostra come la suddivisione a domini dell'enzima sia non solo un aspetto strutturale ma anche un requisito dinamico essenziale per l'attività biologica.

I residui attorno ai quali avviene il moto interdominio, definiti residui cerniera, sono indicati in Tabella e mostrati in verde in Fig. 1a e 1b. La percentuale di identità dei residui cerniera della GP63 è stata confrontata con quella dei residui di dieci omologhe. Tali residui presentano una percentuale di identità anche maggiore dell'80%, come mostrato nelle Fig. 2a e 2b per i due autovettori. Inoltre, i residui non appartenenti alle regioni cerniera, presentano valori significativamente minori. Pertanto, al mantenimento dell'attività proteolitica contribuisce non solo la conservazione della struttura del sito attivo,

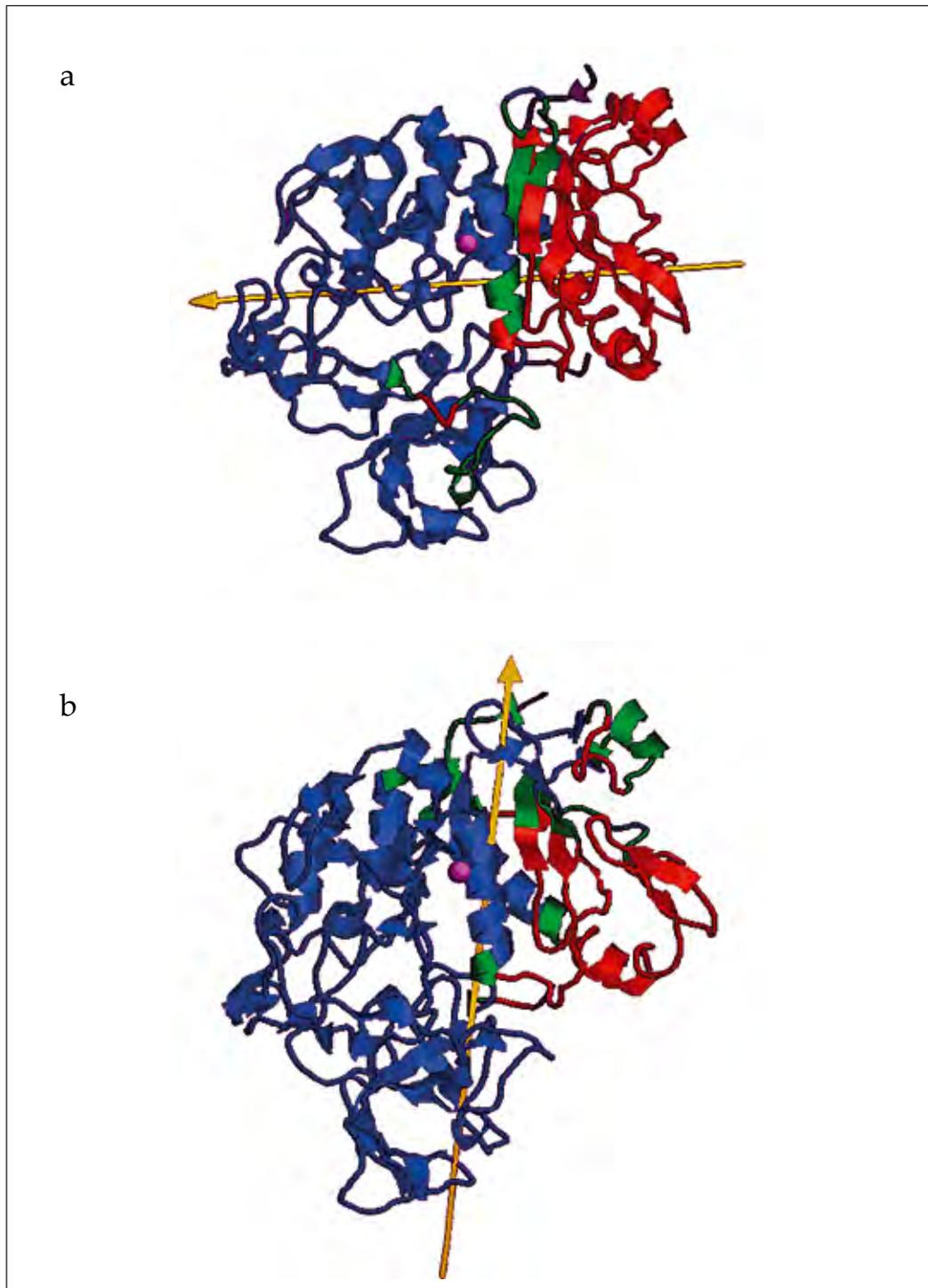


Fig. 1 (a, b). Moto d'insieme della GP63 lungo l'autovettore 1 (a) e l'autovettore 2 (b). Le sequenze colorate in rosso, blu e verde rappresentano rispettivamente la regione mobile, quella fissa e la regione cerniera. La freccia gialla rappresenta l'asse attorno al quale si sviluppa il moto interdominio. Tale moto è del tipo 'twist' (a) e 'bending' (b).

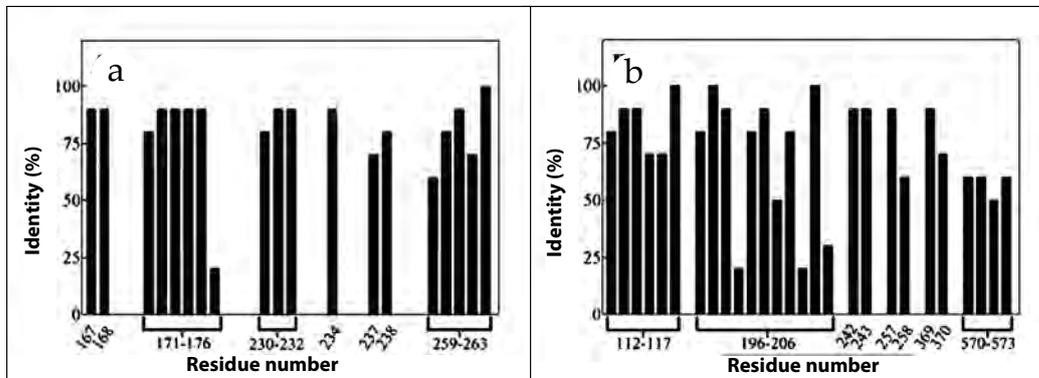


Fig. 2 (a, b). Percentuale di identità dei residui cerniera della GP63 definiti in Tabella e rappresentati in verde nella Fig. 1. I residui cerniera lungo l'autovettore 1 e 2 sono presentati rispettivamente in (a) e (b)

ma anche quella delle proprietà dinamiche assicurata dall'invarianza dei residui cerniera. La mutazione di uno di questi residui, anche se lontano dal sito attivo, può provocare significativi cambiamenti delle proprietà dinamiche che, oltre a quelle strutturali, vanno considerate ai fini di una completa valutazione di quelle catalitiche.

Il sito attivo della GP63 contiene lo ione zinco catalitico

che coordina le tre istidine H264, H268 ed H334. Esso differisce per l'inserzione di 62 residui, compresi tra l'invariante G271 e H334, dalle metalloproteasi di matrice che presentano la sequenza consenso ridotta HEXXHXXGXXH (Fig. 3). Nonostante la metalloproteasi MMP-8 manchi dei suddetti 62 residui, il confronto tra le proprietà dinamiche dei siti attivi della GP63 e della MMP-

8, mostra che le fluttuazioni dei residui catalitici si mantengono invariate nei due casi. Il mantenimento delle proprietà strutturali e dinamiche del sito attivo della MMP-8, assicura l'attività proteolitica. Ciò può essere interessante alla luce delle relazioni evolutive poiché verosimilmente la GP63 può essere preesistita alle metalloproteasi dei mammiferi.

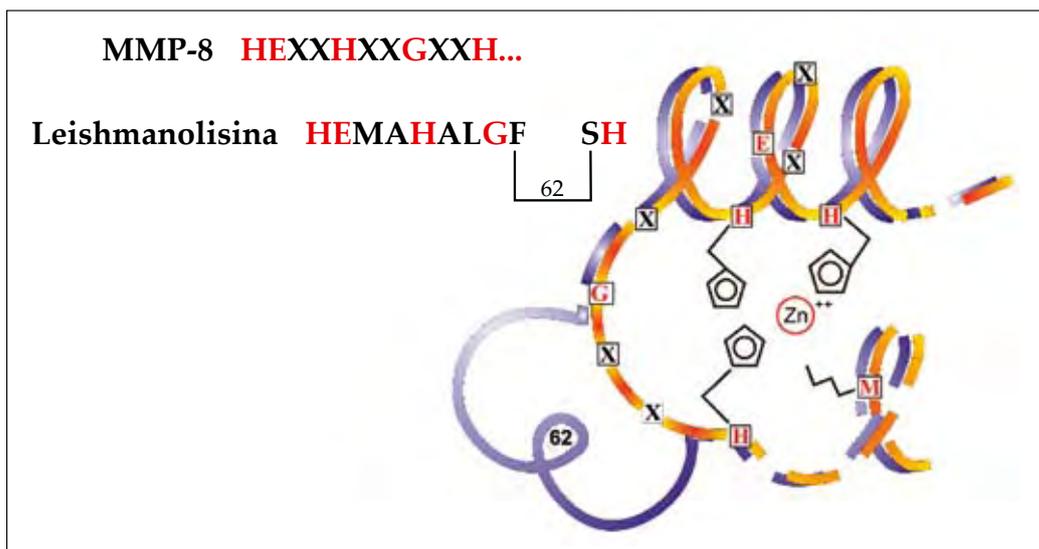


Fig. 3. Sequenza consenso della metalloproteasi MMP-8 e della Leishmanolisina. Le lettere in rosso indicano i residui invariati cataliticamente rilevanti nelle sequenze dei due enzimi.

Ingegneria delle strutture

Stabilità, Identificazione e Controllo di strutture Nonlineari: il progetto di alta formazione SICON finanziato dall'Unione Europea

Angelo Luongo, Professore ordinario
 Coordinatore del Progetto SICON
 Dipartimento di Ingegneria delle Strutture, delle Acque e del Terreno
 Facoltà di Ingegneria, Università degli Studi dell'Aquila

Vincenzo Gattulli, Professore associato
 Segretario Generale del Progetto SICON
 Dipartimento di Ingegneria delle Strutture, delle Acque e del Terreno
 Facoltà di Ingegneria, Università degli Studi dell'Aquila



The specific programme, 'Marie Curie Conferences and Training Courses' of the European Commission, concentrates on measures to support the organisation of coherent series of training courses and/or non-repetitive high-level conferences with a specific training value. The action enables junior researchers to benefit from the experience of leading researchers. The University of L'Aquila coordinates an European consortium, named 'SICON – Stability, Identification and Control in Nonlinear Structural Dynamics', which has been supported by the Commission for a three years project, 2007/09. The consortium, beyond the Coordinator university, is composed by: Katholieke Universiteit Leuven (Belgium), University of Liege (Belgium), Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat (France), Wien University of Technology (Austria), National Technical University of Athens (Greece), Università di Roma 'La Sapienza'. The first event will be held on July 2007 at L'Aquila. The lectures are given by distinguished European and extra-European professors.

Stabilità, Identificazione e Controllo sono parole chiave ormai entrate nel linguaggio di tutte le scienze applicate. La Stabilità è un concetto primitivo che qualifica la persistenza (robustezza) di uno stato di equilibrio o di un fenomeno evolutivo a perturbazioni di varia natura. L'Identificazione è la disciplina che, a partire da misure sperimentali, consente di costruire un modello matematico interpretativo del fenomeno fisico osservato, ovvero permet-

te, assunto il modello, di valutare i parametri che forniscono la migliore rappresentazione. Il Controllo è la scienza che si propone di modificare la naturale evoluzione di un sistema, al fine di migliorarne le prestazioni, attraverso automatismi basati su misure acquisite da sensori ed azioni di attuatori (controllo attivo), ovvero attraverso l'introduzione di dispositivi addizionali non comandati (controllo passivo) o con comandi a bassa energia (controllo semi-attivo). Anche nel più

ristretto contesto della Dinamica delle Strutture (cioè della disciplina che studia il comportamento dinamico dei corpi ai quali è demandata una funzione di contrasto delle forze, quale una struttura, o di trasmissione del movimento, quale una macchina), Stabilità, Identificazione e Controllo assumono un carattere particolarmente rilevante. Nel campo della Stabilità si pensi, ad esempio, all'equilibrio di una trave rettilinea compressa che, se perturbata, può sbandare lateralmente

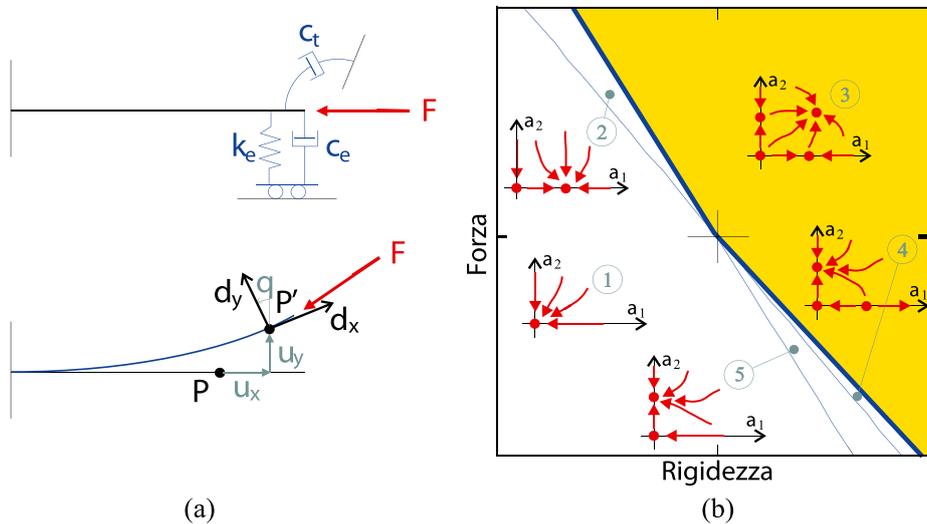


Figura 1. Un esempio di analisi di stabilità strutturale. La struttura è costituita da una trave rettilinea, vincolata da un organo visco-elastico, soggetta all'estremità ad una forza tangenziale, ad esempio esercitata da un motore a reazione (a). Il grafico (b), detto 'diagramma di biforcazione', descrive il comportamento del sistema nelle diverse regioni del piano dei parametri di controllo, qui scelti nell'intensità della forza e nella rigidità della molla. Nella regione 1 del piano l'equilibrio è stabile, perché il moto della trave decade nel tempo; nella regione 2 si manifesta instabilità di 'tipo statico', perché la trave assume una nuova posizione di equilibrio, descritta da uno spostamento di ampiezza a_1 ; nella regione 4 e 5 è di 'tipo dinamico', perché la trave esegue un moto periodico di ampiezza a_2 ; nella regione 3, campita in figura, le due forme d'instabilità interagiscono, e la trave oscilla intorno ad una configurazione deformata. Un comune fenomeno d'instabilità dinamica è esibito da un tubo rettilineo flessibile, appoggiato al suolo, all'interno del quale scorre acqua; sotto opportune condizioni, il tubo perde la forma rettilinea ed esegue oscillazioni di grande ampiezza.

(Fig. 1), ovvero al moto di un robot, che, a causa di imperfezioni del sistema, può allontanarsi dalla traiettoria per la quale è stato programmato. Nel campo dell'Identificazione si pensi alle prove non distruttive sui ponti, sugli edifici, sugli organi delle macchine, indagini eseguite per controllare lo stato di salute della struttura, individuare i difetti e prevenire disfunzioni o, peggio, collassi (Fig.2). Nel campo del controllo si pensi alle ormai consolidate applicazioni di mitigazione delle vibrazioni indotte dai terremoti sugli edifici, oppure dal vento sui grattacieli, sui cavi di trasmissione del-

l'energia elettrica, sulle ciminiere e sui ponti sospesi o strallati (Fig.3).

Stabilità, Identificazione e Controllo sono discipline ben consolidate in campo lineare, quando cioè applicate a sistemi la cui risposta (*output*) è proporzionale all'eccitazione (*input*). In realtà, tutti i sistemi sono non-lineari, ma l'approssimazione lineare, di solito valida in un opportuno intorno dello spazio di stato, semplifica di gran lunga l'analisi. Nella Dinamica delle Strutture ciò si traduce nell'ipotesizzare che i corpi si deformino poco, le sollecitazioni siano relativamente basse e che le muta-

zioni di assetto (rotazioni) siano trascurabili. Queste ipotesi, tuttavia, non sono valide per le strutture snelle, quali ad esempio un grattacielo, le alte pile di un ponte o la fune portante di una funivia, ovvero in presenza di fenomeni attritivi, che si manifestano ad esempio nei dispositivi di connessione, o di fenomeni di plasticizzazione, che si verificano ad elevate sollecitazioni. In tutti questi casi, una corretta descrizione del comportamento meccanico della struttura richiede la formulazione di un modello non-lineare, per geometria e/o comportamento del materiale, che rende

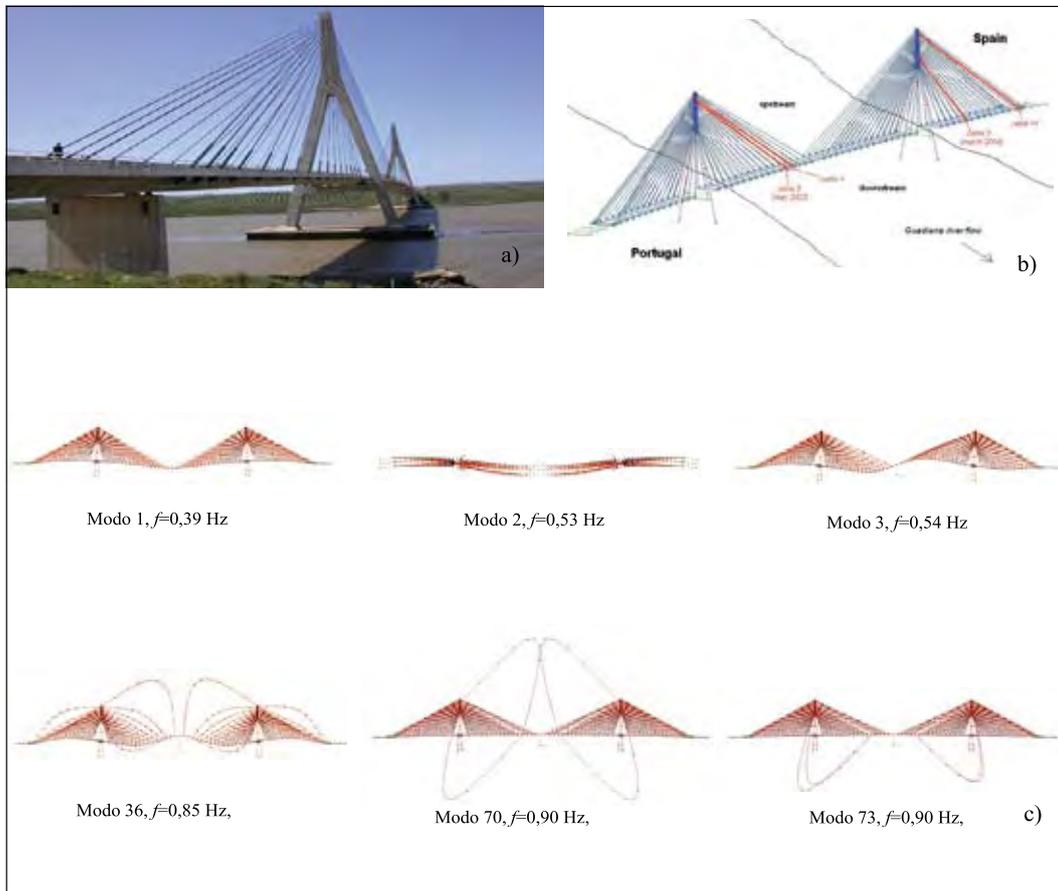


Figura 2. Un esempio di identificazione di un sistema strutturale. La struttura è il ponte strallato sul fiume Guadiana in Portogallo (a). Il sistema è sottoposto ad una serie di misure strumentali con diversi sensori, posti sia sull'impalcato, sia sui cavi. Le misure forniscono importanti informazioni per il miglioramento di un modello ad elementi finiti, rendendolo in grado di riprodurre il corretto comportamento strutturale del sistema. Le frequenze del modello sono confrontate con le frequenze misurate, e gli errori sono minimizzati. Particolare attenzione è posta all'interpretazione di un fenomeno di localizzazione delle oscillazioni, spesso osservato in sito, in cui alcuni cavi (indicati in rosso in fig. b) vibrano con grandi ampiezze. Il DISAT collabora attivamente con l'Università di Porto all'identificazione di modelli attendibili (modi di vibrare globali e locali indicati in fig. c).

il problema di stabilità, identificazione o controllo oltremodo complesso, e ancora oggi tema di ricerca di grandissima attualità.

Negli ultimi decenni, la ricerca nel settore della Dinamica Non-lineare delle Strutture ha prodotto un notevole sviluppo della conoscenza. Il risultato è stato ottenuto attraverso uno straordinario impegno profuso da numerosi gruppi di ricerca,

con competenze che vanno dalla matematica applicata, alla fisica, ai molteplici settori dell'ingegneria. La diffusione della conoscenza ha prodotto un significativo impatto sulle applicazioni tecnologiche, destando interesse circa la progettazione di nuovi componenti strutturali. In questo quadro internazionale si colloca l'attività di un gruppo di ricercatori del DISAT - Dipartimento di Ingegneria del-

le Strutture, delle Acque e del Terreno, del nostro Ateneo - i cui studi sono valsi una certa visibilità nella comunità scientifica. Testimonianze di ciò sono i finanziamenti ottenuti dal gruppo attraverso numerosi progetti di ricerca d'interesse nazionale (PRIN) e la recente approvazione, quale soggetto coordinatore, di due progetti UE, tra cui SICON. Tra i contributi scientifici prodotti dal

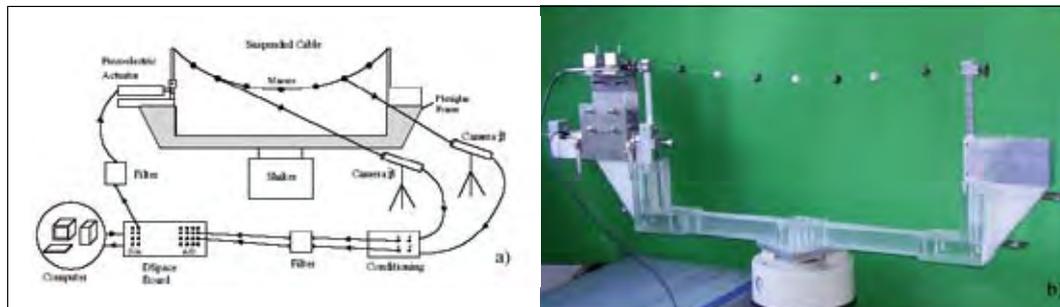


Figura 3: Un esempio di sistema strutturale con controllo attivo. La struttura è costituita da un cavo sospeso, al quale viene applicata un'azione esterna ed una di controllo. L'azione esterna è impressa con un moto sincrono verticale ai supporti, quale ad esempio l'azione di un sisma, l'azione di controllo è fornita da un attuttore piezoelettrico che impone un moto orizzontale ad uno dei supporti. Il controllo ha lo scopo di ridurre le oscillazioni trasversali del cavo. Il successo della strategia è interamente legato al comportamento non-lineare intrinseco del sistema, in cui spostamenti longitudinali e trasversali sono accoppiati; perciò il controllo influenza sia il moto nel piano sia quello fuori piano. Il controllo è basato su una retroazione dalla misura del moto trasversale, effettuata attraverso due telecamere ottiche (a). Il sistema, implementato in un prototipo sperimentale nel laboratorio di dinamica non-lineare del DISAT, è utilizzabile per verificare l'efficacia di differenti strategie di controllo (b).

gruppo, si citano, tra gli altri, lo sviluppo di metodi analitici per l'analisi di stabilità e biforcazione di strutture non-lineari, l'analisi e il controllo del caos, il controllo attivo e passivo delle strutture flessibili, le tecniche di identificazione e sperimentazione di strutture reali e modelli fisici, queste ultime condotte nel Laboratorio di Dinamica Non-Lineare del Dipartimento, ricco di sofisticata strumentazione.

A fronte, tuttavia, dell'esistenza di un fertile ambiente scientifico internazionale, e diversamente da quanto accade negli USA, in Europa, salvo rare eccezioni, non si è provveduto a riversare le nuove conoscenze sulla didattica, attraverso l'istituzione di insegnamenti specifici di dinamica non-lineare. Questa circostanza ha spinto i ricercatori del DISAT, forti delle collaborazioni scientifiche in atto con diversi gruppi di ricerca europei, a proporre all'UE il progetto di alta formazione

SICON, che si prefigge il completamento degli attuali insegnamenti nazionali.

Il progetto SICON, finanziato nell'ambito l'azione Marie Curie Conferences and Training Courses è articolato in cinque corsi ed una conferenza internazionale conclusiva, dedicati a dottorandi di ricerca e giovani ricercatori che si affacciano al mondo della ricerca accademica ed industriale. L'azione si propone di trasferire ai ricercatori junior la conoscenza acquisita da ricercatori senior affermatasi nei diversi settori della scienza applicata. I corsi, che verranno ospitati in differenti paesi dell'UE (Austria, Belgio, Grecia, Italia), verteranno su argomenti specifici, ma correlati, di Dinamica

Non-lineare delle Strutture. In particolare verranno trattati i seguenti temi: (a) stabilità e biforcazioni dei sistemi dinamici non-lineari; (b) dinamica non-lineare e sistemi caotici; (c) metodi sperimentali ed identificazione di sistemi lineari e non-lineari; (d) dinamica non-lineare e controllo di sistemi strutturali e meccanici; (e) identificazione di modelli integri e danneggiati. Ciascun corso avrà durata di una settimana, e si svilupperà su quaranta ore di lezione, tenute da eminenti studiosi europei ed extra-europei. Ad ogni corso verranno ammessi quaranta studenti, trenta dei quali supportati dall'EU, e selezionati, a domanda, in base ai rispettivi curricula. Una quota dei posti disponibili sarà riservata alle ricercatrici. Il primo corso avrà luogo a L'Aquila nel luglio 2007. Tutte le informazioni relative al progetto SICON sono contenute nel sito web <http://www.sicon.ing.univaq.it>.



MARIE CURIE ACTIONS

Tecnica del restauro

Il castello di Barisciano: modello di studio per la conoscenza e la conservazione dell'architettura fortificata

Arch. Helga Corpora
Dottoranda di Ricerca
Dipartimento di Chimica, Ingegneria
Chimica e Materiali
Facoltà di Ingegneria
Università degli Studi dell'Aquila



The fortify architecture in Abruzzo region has a great historical and cultural relevance; the constructions density, more than 700 castles, yields economical and methodological difficulties in the use and conservation.

The castle of Barisciano can be used as model in order to understand and to quantify the different structural breakdown stages. The study of the ancient materials as well as of the technologies adopted in the building can be employed to understand the decay and to identify conservative materials and techniques for the restoration. The decay and the breakdown can be correlated with know-how of the time and with constructive difficulties such as the selection of the raw materials and the manufacturing of the mortars.

L'architettura fortificata abruzzese costituisce un patrimonio di inestimabile valore dal punto di vista storico, architettonico e culturale, contraddistinto dalla presenza di innumerevoli strutture di difesa, quali rocche, castelli-recinti, torri, borghi fortificati e forti. Nella regione Abruzzo, infatti, sono presenti 728 siti fortificati di varia natura e tipologia di cui ben 304 ubicati nel comprensorio aquilano.

Un così vasto sistema fortificato, se da un lato pone seri problemi di conservazione prevalentemente per ragioni economiche, dall'altro può costituire una grande risorsa turistico-culturale. Di particolare importanza può per-

ciò risultare una metodologia che, attraverso la definizione delle cause di degrado, permetta di definire lo stato di conservazione dei siti nonché di identificare materiali e tecnologie per realizzare operazioni di pronto intervento, conservazione, restauro e manutenzione.

Per i suoi rilevanti problemi di dissesto strutturale, il castello-recinto di Barisciano (XII-XIII secolo) (Fig. 1), ubicato a 1706 slm nell'Appennino abruzzese, si presenta come modello di studio particolarmente idoneo e rappresentativo per l'intera regione.

Il degrado, generalmente, si manifesta alla base della muratura, con perdita di intere porzioni di paramento murario e conse-

guente esposizione del nucleo (Fig. 2); tale patologia non può che essere ricondotta alle severe condizioni ambientali e/o alla tecnica costruttiva della fortificazione.

Il problema della conservazione del sito può essere affrontato con un approccio metodologico generale in grado di:

- a) inquadrare e descrivere quantitativamente il degrado della struttura;
- b) correlare il ruolo e la qualità dei materiali con i meccanismi di alterazione e degrado;
- c) definire i requisiti e le prestazioni dei prodotti da impiegare per la conservazione e il restauro.

I primi due punti vengono tra-



Figura 1. Castello di Barisciano

dizionalmente affrontati attraverso indagini visive e rilievi architettonici; un ulteriore passo per quantificare il danneggiamento consiste nell'individuare categorie e indici di danno (Tabella I), e calcolarne, attraverso le precedenti indagini e una mappatura del degrado, la percentuale di danneggiamento per ciascun prospetto (Fig. 3).

In particolare, attraverso il parametro "indice lineare di danno", tenendo conto delle percentuali delle categorie di danneggiamento, è possibile facilitare la scelta dei punti di prelievo, identificare le murature maggiormente degradate e indirizzare gli interventi di conservazione e restauro.

I differenti indici di danneggiamento calcolati per i vari prospetti, possono essere correlati, oltre che con l'esposizione e le distribuzioni granulometriche delle malte e dei conglomerati della muratura, anche con la tecnica costruttiva della stessa: questa, infatti, non essendo a sacco (opus emplecton), espone l'intera sezione muraria (Fig. 4), malte e conglomerati, ai vari fattori di degrado provocando il seguente meccanismo di dissesto: perdita di singoli conci, fenomeni di schiacciamento e pressoflessione, sviluppo del dissesto con perdita di parti più ampie del paramento (mancanze), riduzione della sezione muraria, estensione delle

mancanze a tutta la sezione muraria (mancanze passanti), instabilità della struttura e crollo.

Un approfondimento specifico deve essere rivolto al sistema murario, e poiché questo è realizzato in conci di pietra, malte e conglomerati rivestono un ruolo determinante nelle prestazioni della muratura.

Le analisi devono essere effettuate in accordo con la normativa corrente (Raccomandazioni NorMaL e Norme UNI) e lo studio deve prevedere che i campioni prelevati siano caratterizzati mediante diffrattometria ai raggi X (XRD), microscopia elettronica a scansione (SEM), microanalisi per energia dispersa ai raggi X



Figura 2. Castello di Barisciano (AQ)

a) Prospetto Sud-Ovest, b) Prospetto Sud-Est, c) Torre Nord-Ovest

Meccanismi di degrado e relative classi identificative nella struttura.

Descrizione del fenomeno	Classe
Microfessurazioni dovute alla presenza di vegetazione	A
Dissesto dovuto alla perdita di malta e/o dei singoli conci.	B
Perdita del paramento esterno e riduzione della sezione muraria a causa di erosione o disgregazione della malta.	C
Crollo della muratura dovuto alla perdita di conci con formazioni di lacune passanti nell'intera sezione muraria	D
Collasso della struttura	E

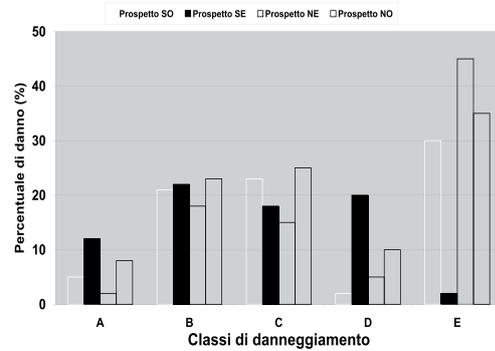


Tabella 1 Meccanismi di degrado e relative classi identificative nella struttura

Figura 3. Percentuali delle classi di danneggiamento per ciascun prospetto

(EDS) e cromatografia ionica (IC).

La qualità, delle malte inoltre, può essere valutata attraverso una specifica sperimentazione che stimi la durabilità, sottoponendo i provini ad invecchiamento artificiale mediante cicli accelerati di cristallizzazione salina e cicli di gelo-disgelo.

Infine, studi specifici sulle caratteristiche morfologiche e sulla distribuzione granulometrica degli aggregati dei conglomerati del

castello (Fig. 5) possono permettere una definizione sia della loro origine nonché delle proprietà di malte e conglomerati.

Lo studio eseguito ha permesso di correlare le non idonee distribuzioni granulometriche degli aggregati di malte e conglomerati con le loro scadenti caratteristiche fisico-meccaniche. In particolare si è evidenziato che distribuzioni sovrabbondanti di aggregato grosso corrispondono

ai valori più elevati degli indici di danneggiamento.

Inoltre, sulla base dei risultati ottenuti, è stato possibile definire gli impieghi, le funzioni (la loro applicazione al caso in esame ed un esempio sono riportati rispettivamente in Tabella II e Fig. 6) e i requisiti delle malte da realizzare per la conservazione ed il restauro tenendo conto delle caratteristiche di quelle storiche.

In definitiva, per la conserva-



Figura 4. Prospetti delle sezioni murarie rappresentative della tecnica costruttiva delle murature del castello di Barisciano: a) Nord-Ovest; b) Sud-Ovest; c) Sud-Est.

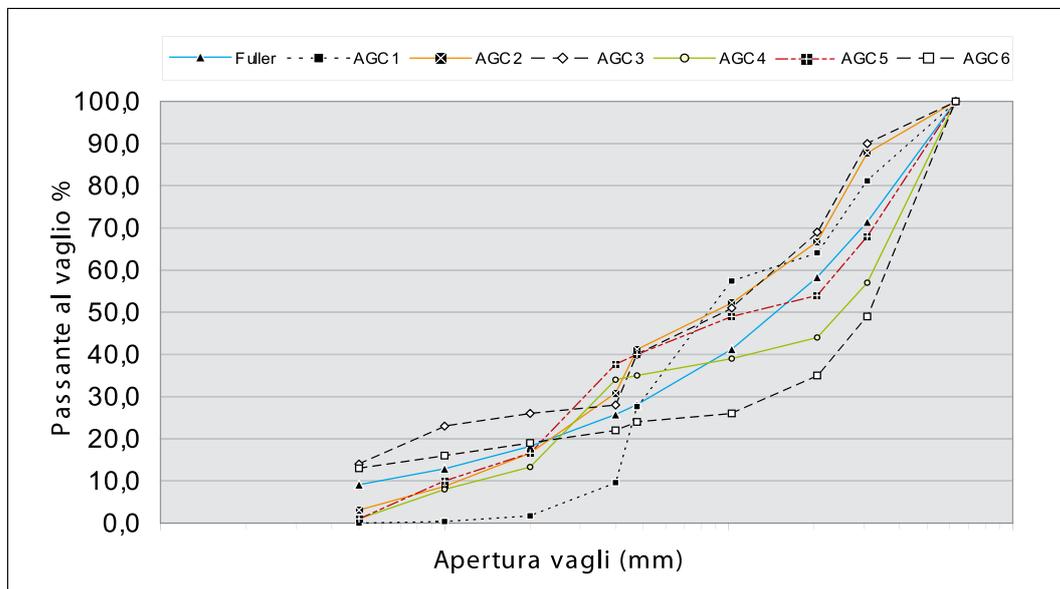


Figura 5. Distribuzione granulometrica conglomerati del castello.

Tipologia	Impiego	Funzione
CONGLOMERATI	Nucleo murario	C1: allettamento dei conci per il ripristino delle mancanze della muratura C2: riempimento dei vuoti nel nucleo murario
MALTE	Paramento e nucleo murario	M1: arriccio per lo strato di finitura M2: stuccatura e sigillatura dei giunti M3: strato di finitura del paramento

Tabella II. Tipologie e funzioni di malte e conglomerati per la conservazione delle murature del castello.



Figura 6. Localizzazione degli interventi mediante le varie tipologie di malte e conglomerati.

zione dei siti come quello del castello di Barisciano sono necessarie azioni urgenti di pronto intervento (recupero del materiale di crollo per colmare le lacune pas-santi nell'intera sezione muraria, rimozione del terreno accumulato sulle murature, rimozione della vegetazione) e definire una rilevante destinazione d'uso come, ad esempio, l'inquadramento della fortificazione in un circuito turistico- culturale (distretto dei

castelli) nell'area Parco Gran Sasso e Monti Laga.

Per maggiori approfondimenti sul tema si veda : l'Abruzzo dei Castelli – Gli insediamenti fortificati abruzzesi dagli italici all'unità d'Italia (Chiarizia, G. et al., 1993); Characterization and influence of the ancient mortars on the decay of medioeval castle of Barisciano, L'Aquila (Quaresima, R., et al., 2006); Una proposta metodologica per la definizione di

malte e conglomerati per la conservazione delle murature antiche: applicazione al caso del Castello di Barisciano, (Quaresima, R., et al., 2006); Il ruolo degli aggregati nei conglomerati storici del castello di Barisciano a L'Aquila, (Quaresima, R., et al., 2006); Il ruolo degli aggregati nei conglomerati storici del castello di Barisciano a L'Aquila (Corpora, H., et al., 2006).

NEWS...

“CETEMPS” E “DEWS” : L'IMPORTANZA DEI CENTRI DI ECCELLENZA UNIVERSITARI

Presso la Giunta Regionale d'Abruzzo, alla presenza dell'Assessore Regionale alla Protezione Civile Tommaso Ginoble, del Rettore dell'Università prof. Ferdinando di Orio, del Dir. Gen. del Settore LL.PP.e Protezione Civile della Regione Abruzzo Ing. Pierluigi Caputi e del Direttore del Centro di Eccellenza Universitario CETEMPS prof. Guido Visconti, è stata siglata la Convenzione tra l'Università degli Studi dell'Aquila – Centro di eccellenza CETEMPS - e la Regione Abruzzo – Direzione Regionale della Protezione Civile.

Attraverso la convenzione in oggetto, le competenze del CETEMPS, che si occupa di integrazione tra tecniche di telerilevamento e modellistica numerica, per la previsione di eventi meteorologici potenzialmente dannosi, vengono messe a disposizione del “Centro Funzionale” della Protezione Civile della Regione Abruzzo. I Centri Funzionali regionali operano in rete tra loro e con la Protezione Civile nazionale di cui fanno parte, con il compito di raccogliere, concentrare ed elaborare i dati rilevati sul territorio regionale. I dati, interpretati ed integrati con modellazioni idrogeologiche, consentono di ipotizzare possibili scenari per il rischio idrogeologico.

L'accordo in questione, stabilisce un'ulteriore sinergia tra la Regione e l'Università in materia di Protezione Civile, facendo seguito alla precedente convenzione firmata nel 2004, con la quale il CETEMPS ha fornito un importante contributo alla realizzazione del Centro Funzionale nonché all'installazione e gestione del primo radar meteo regionale.

Un riconoscimento internazionale ha poi premiato l'attività di ricerca svolta dal Centro di eccellenza DEWS, diretto dalla Prof.ssa Maria Domenica Di Benedetto, ai massimi livelli europei nel campo delle telecomunicazioni.

Il DEWS ha ricevuto un riconoscimento di livello internazionale per i contributi ottenuti nel campo del controllo di sistemi “embedded” distribuiti. Al DEWS sarà infatti assegnato un Laboratorio nell'ambito delle attività della rete di eccellenza europea (Network of Excellence) denominata “HYCON” sui “Networked Control Systems” dello “European Embedded Control Institute” (EECI).

Con l'assegnazione del Laboratorio, l'Università dell'Aquila diventa capofila nel campo della ricerca europea per lo sviluppo e le applicazioni di metodologie avanzate nella progettazione e gestione di sistemi di controllo su reti. L'attività del Laboratorio fornirà esperienze di ricerca, derivanti da campi di applicazione importanti, quali l'industria automobilistica, quella delle tecnologie e dei servizi di telecomunicazione, l'ingegneria industriale, la robotica e l'avionica.

Collocato nel nostro Ateneo, il Laboratorio europeo sarà comunque accessibile via web e quindi utilizzabile non solo da tutti gli altri partner della rete HYCON, ma anche da qualsiasi unità di ricerca,

italiana o estera, che desideri sperimentare le proprie metodologie sulla piattaforma offerta dal DEWS.

La struttura assegnata all'Università dell'Aquila, costituirà anche un punto di riferimento per l'interscambio di studenti e docenti tra tutti gli Atenei della rete di eccellenza europea, e avrà come obiettivo generale, quello di facilitare lo scambio di ricercatori internazionali, che verranno sostenuti nelle loro attività, con l'ausilio di infrastrutture e attrezzature moderne, anche allo scopo di instaurare rapporti di lavoro a lungo termine.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELL'AQUILA

XVII Settimana della Cultura Scientifica e Tecnologica

LA NATURA E LA CIVILTÀ DELLE MACCHINE



L'Aquila 19 - 25 marzo 2007

Gli Studenti delle Scuole Medie Superiori e dell'Università, i cittadini, le associazioni culturali e scientifiche sono invitate a partecipare contattando i seguenti numeri:

0862433073/75 - 0862432005

Per maggiori informazioni: www.univaq.it - www.miur.it

Grafica: Emanuele Nardi UC

Comunicare l'Università

UCi
COMUNICAZIONE & IMMAGINE

COMUNICAZIONE & IMMAGINE

