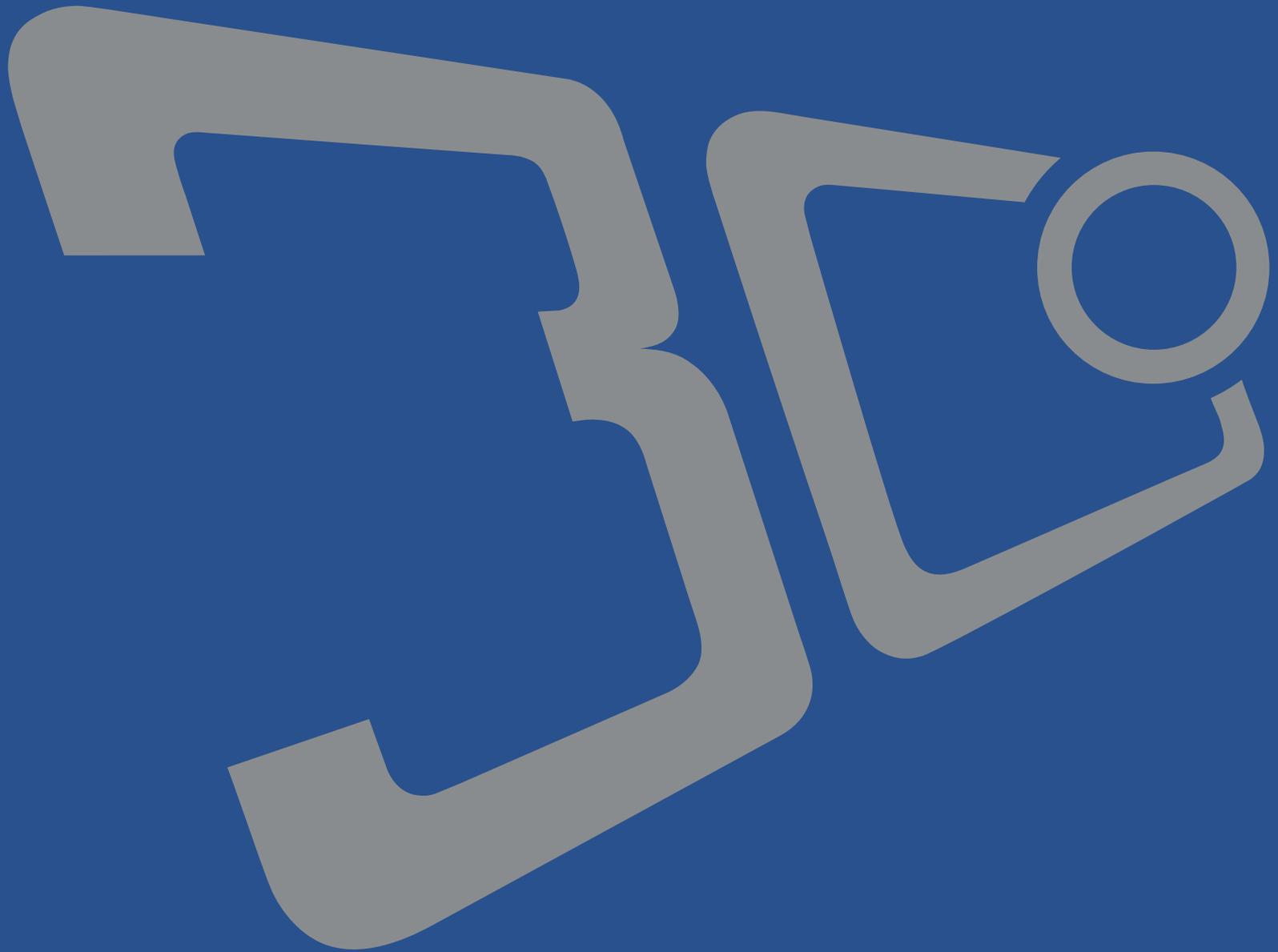


THE FUTURE IS CLOSE
1990-2020





THE FUTURE IS CLOSE

1990 / 2020

/ INDICE - INDEX

- 01** / PAG. 07 · **PREFAZIONE / GIACOMO CAO,**
AMMINISTRATORE UNICO DEL CRS4
PAG. 09 · **PREFACE / GIACOMO CAO,**
SOLE ADMINISTRATOR OF CRS4
- 02** / PAG. 11 · **LA NASCITA DEL CRS4 / ANTONELLO CABRAS,**
PRESIDENTE DELLA FONDAZIONE DI SARDEGNA
PAG. 13 · **THE ORIGIN OF CRS4 / ANTONELLO CABRAS,**
PRESIDENT OF THE FONDAZIONE DI SARDEGNA
- 03** / PAG. 15 · **IL PARCO SCIENTIFICO E TECNOLOGICO DELLA SARDEGNA / MARIA ASSUNTA SERRA,**
DIRETTORE GENERALE DI SARDEGNA RICERCHE
PAG. 17 · **THE SCIENCE AND TECHNOLOGY PARK OF SARDINIA / MARIA ASSUNTA SERRA,**
GENERAL DIRECTOR OF SARDEGNA RICERCHE
- 04** / PAG. 19 · **IMMAGINI SCIENTIFICHE E TECNOLOGICHE**
PAG. 19 · **SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL IMAGES**
- 05** / PAG. 84 · **PERSONALE DEL CRS4**
PAG. 84 · **PEOPLE OF CRS4**
- 06** / PAG. 86 · **POSTFAZIONE / CHRISTIAN SOLINAS,**
PRESIDENTE DELLA REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
PAG. 89 · **AFTERWORD / CHRISTIAN SOLINAS,**
PRESIDENT OF THE AUTONOMOUS REGION OF SARDINIA

01 / PREFAZIONE

Questo libro vuole essere l'occasione per presentare, attraverso contributi scritti ed immagini, i primi trent'anni di vita del CRS4, il centro di ricerca multidisciplinare fondato il 30 novembre del 1990 per volontà della Regione Sardegna e guidato inizialmente dal premio Nobel per la fisica Carlo Rubbia. A luglio 2020 sono stato nominato rappresentante legale del CRS4 dal socio unico Sardegna Ricerche su indicazione del Presidente della Regione Sardegna Christian Solinas. Sono in modo significativo onorato di aver ricevuto questo incarico considerando sia la sua importanza per la Regione Sardegna sia le figure di spicco nel campo della ricerca scientifica che mi hanno preceduto, quali, oltre a Carlo Rubbia, scienziati del calibro di Nicola Cabibbo e Paolo Zanella.

Ho quindi il gradito compito di guidarvi nella lettura di questo libro a cui tengo particolarmente avendo svolto attività di ricerca su numerose tematiche scientifiche, sia all'Università di Cagliari da oltre trent'anni, sia nel ruolo di consulente del CRS4 dal 1998 al 2015.

Il libro si articola, da un lato, in alcuni significativi contributi legati al passato, al presente e al futuro del CRS4, forniti dal Presidente della Regione Sardegna Christian Solinas, dal Presidente della Fondazione di Sardegna Antonello Cabras e dal Direttore Generale di Sardegna Ricerche Maria Assunta Serra. Il contributo del Presidente Solinas riguarderà le strategie della Regione Sardegna sulla ricerca scientifica e il ruolo che il CRS4 riveste in questo scenario. Il Presidente Cabras ripercorrerà i passi compiuti per la nascita del Centro. Il Direttore Generale di Sardegna Ricerche Serra sottolineerà il ruolo che il CRS4 ricopre all'interno del Parco scientifico e tecnologico della Sardegna.

Dall'altro lato, si intende rendere omaggio al lavoro che i ricercatori e i tecnologi del Centro hanno svolto e svolgono tutt'ora con passione nei



settori della società dell'informazione, dell'energia e ambiente, delle bioscienze, dell'aerospazio, dell'informatica visuale e ad alta intensità di dati come pure del calcolo scientifico ad altre prestazioni. La ricerca scientifica e lo sviluppo tecnologico, che sono alla base delle attività condotte dal CRS4, saranno descritti attraverso immagini ad alta risoluzione, accompagnate da didascalie esplicative per una migliore comprensione del loro significato.

Le immagini illustrano la multidisciplinarietà del CRS4 e l'applicazione di soluzioni innovative riconducibili tra gli altri a: modellistica e simulazione, sistemi informativi geografici, intelligenza artificiale, agricoltura digitale, geofisica numerica, scienze ambientali, sistemi energetici intelligenti, internet delle cose, tecnologie didattiche, acquisizione, elaborazione e visualizzazione 3D, salute digitale, calcolo ad alte prestazioni, reti e sicurezza, progetti smart e informatica quantistica.

Uno spazio apposito è dedicato a immagini fotografiche delle piattaforme di: supercalcolo, caratterizzata da una dotazione di risorse computazionali allo stato dell'arte tra le più potenti in Italia; sequenziamento genico su larga scala, che va dalla produzione del dato alla relativa analisi; comando e controllo, per il supporto nella gestione delle smart city e degli interventi in caso di emergenza. Questa pubblicazione dal carattere anche artistico, verrà data in omaggio ai rappresentanti delle istituzioni e del mondo imprenditoriale a livello regionale, nazionale e internazionale. Buona lettura!

Giacomo Cao

Amministratore Unico del CRS4

01 / PREFACE

This book presents the occasion to offer, through written contributions and images, the first thirty years of CRS4, the multidisciplinary research centre established on 30 November 1990 by the Region of Sardinia and initially led by physics Nobel laureate Carlo Rubbia.

In July 2020 I was appointed as the CRS4 legal representative by the sole shareholder Sardegna Ricerche on the recommendation of Regional Governor Christian Solinas. I am greatly honored to have received such appointment given its importance for the Region of Sardinia and the prominent figures in the field of scientific research who had the same duty before me, such as, in addition to Carlo Rubbia, the well known scientists Nicola Cabibbo and Paolo Zanella.

I have therefore the welcome task of guiding you through this book which I particularly take care of since I have carried out research on numerous scientific topics, both at the University of Cagliari for over thirty years and as a consultant to CRS4 from 1998 to 2015.

The book, on the one hand, is divided into a number of important contributions relating to the past, present, and future of CRS4, provided by the President of the Region of Sardinia, Christian Solinas, the President of the Fondazione di Sardegna, Antonello Cabras, and the General Director of Sardegna Ricerche, Maria Assunta Serra. President Solinas will discuss the Region of Sardinia's strategies for scientific research and the role of CRS4 in this scenario. President Cabras will outline the steps taken to set up the Centre. The legal representative of Sardegna Ricerche Serra will underline the role of CRS4 within the Science and Technology Park of Sardinia. On the other hand, this book aims to pay tribute to the work that the Centre's researchers and technologists have carried out and continue to carry out with passion in the fields of information society, energy

and the environment, biosciences, aerospace, visual and data-intensive computing, and high-performance scientific computing. The scientific research and technological development, which underpin the activities performed by CRS4, will be explained through high-resolution images, accompanied by explanatory captions to provide a better understanding of their significance.

These images illustrate the multidisciplinary nature of CRS4 and the application of innovative solutions in the fields of modelling and simulation, geographic information systems, artificial intelligence, digital agriculture, numerical geophysics, environmental sciences, intelligent energy systems, the internet of things, educational technologies, 3D acquisition, processing and visualization, digital health, high-performance computing, networks and security, smart projects, and quantum computing, among others.

Part of the book is dedicated to photographs of the following platforms: supercomputing, characterized by state-of-the-art computing resources that are among the most powerful in Italy; large-scale gene sequencing, from data production to analysis; command and control, to support the management of smart cities and emergency response.

This publication, which is also of an artistic nature, is to be given as a gift to the representatives of institutions and companies at regional, national, and international levels. Enjoy the reading!

Giacomo Cao

Sole Administrator of CRS4

02

LA NASCITA DEL CRS4

L'idea che la ricerca e le nuove tecnologie potessero diventare anche una nuova opportunità di sviluppo nasce in Sardegna nella seconda metà degli anni '80. Con la Regione Sardegna a fare da motore. Furono infatti il Presidente della Giunta regionale Mario Melis e l'Assessore alla Programmazione Franco Mannoni ad avere l'intuizione e poi ad aprire la strada a quella che sarebbe diventata una storia di successo: il Centro di ricerca, sviluppo e studi superiori in Sardegna. Per tutti, il CRS4.

A partire dalla volontà della parte pubblica, dunque, si aprirono in Sardegna prospettive che furono di grande interesse per soggetti che allora erano leader tecnologici mondiali e nazionali: IBM e Techso.

Specialmente il colosso statunitense aveva sviluppato un calcolatore con una potenza di calcolo avanzato fino ad allora mai raggiunta e aveva l'interesse a dimostrare la validità e le possibili applicazioni del proprio prodotto.

Quando poi nel 1989 io succedetti a Mannoni nel ruolo di Assessore alla Programmazione ebbi modo di dare continuità al progetto e di svilupparlo (con il sostegno del Presidente Mariolino Floris). La prima iniziativa fu quella di intensificare la relazione con il CERN di Ginevra e il suo Presidente: il Premio Nobel per la fisica, Carlo Rubbia. La nostra idea, coinvolgendo un esponente tanto autorevole della comunità scientifica, era da un lato di dare al nascente CRS4 una guida di assoluta competenza e dall'altro di creare le condizioni affinché questa guida fosse anche attrattore e garanzia di credibilità presso i potenziali interlocutori pubblici e privati.

Le nostre missioni in Svizzera ebbero successo, ma non fu semplice. Ricordo di quando, alla fine di una lunga discussione a Ginevra, Rubbia, dopo averci ascoltato e fatto domande in relazione ai nostri programmi sul CRS4, mi chiese "Mi dia una ragione forte in più perché io accetti di venire in Sardegna".

Risposi sapendo di cogliere una sua sensibilità “Perché in Sardegna si mangia bene e sano”. Rubbia come si sa non solo accettò di venire ma, bene per noi, si trattenne!

E così il 30 novembre 1990, a Cagliari, fu registrata la società CRS4 scarl. I soci fondatori furono: Consorzio Ventuno (ora Sardegna Ricerche), IBM Italia, Techso Spa. Presidente: Carlo Rubbia. Amministratore Delegato e Direttore Scientifico: Paolo Zanella. Per la nascita del CRS4 la Giunta regionale stanziò circa 10 miliardi di lire.

La prima sede di Cagliari fu insediata in un locale di via Nazario Sauro, allora i dipendenti erano appena 8. Ma la crescita fu rapida e, tra il 1991 e il 1998, si superarono i 100 addetti. Nei primi tempi, dunque, c’era molto fermento: si sentiva di far parte di un progetto all’avanguardia che dava prestigio e metteva la Sardegna nei radar dell’innovazione tecnologica a livello continentale e globale, in un momento in cui il mondo stava scoprendo la rivoluzione di internet.

Tuttavia nei primi anni ci furono anche delle resistenze. L’idea, seppur innovativa, incontrò inizialmente qualche riserva nel mondo accademico cagliaritano. In particolare una parte del corpo docente scientifico non gradiva la nascita di un soggetto finanziato con fondi pubblici impegnato nella ricerca fuori dall’ambito universitario. La riserva era comprensibile, vista la realtà sarda, tuttavia con la pazienza necessaria riuscimmo a superare la gran parte dei dubbi.

In quel primo decennio il CRS4 conseguì risultati molto importanti e aiutò lo sviluppo di iniziative destinate a segnare la storia del futuro che si affacciava alle nostre porte. Il clima in Sardegna agli albori di Internet, infatti, era curioso e molto attento alle potenzialità e ai possibili sviluppi. Si era all’indomani della grande crisi della chimica e dei settori maturi che tanto avevano concorso allo sviluppo degli anni settanta e ottanta. Fu quindi una iniezione di fiducia e una speranza concreta per il futuro osservare i risultati conseguiti da CRS4, come quello, storico, del primo sito web italiano: www.CRS4.it. Inoltre grazie all’iniziativa di Videonline, promossa da un imprenditore sardo, il contesto regionale balzò ulteriormente alla ribalta del mondo dell’innovazione con il primo quotidiano online d’Europa, cui seguirono poi anche Tiscali e altri investimenti. La sede del Centro di ricerca si era intanto sposata da Cagliari a Pula. Scegliemmo quella localizzazione perché

rispondeva ad una esigenza, allora sentita, di creare contesti ambientali accoglienti e favorevoli. In giro per il mondo, infatti, la maggior parte dei distretti di ricerca e dei Parchi scientifici erano localizzati nelle vicinanze di aree urbane attrezzate e infrastrutturate, ma libere da congestionamenti tipici dei grandi agglomerati. Pula rispondeva a queste caratteristiche. Oggi forse quella scelta sarebbe stata diversa, a causa di un contesto che è mutato profondamente. Da allora e nel corso degli anni CRS4 ha dovuto adeguare ai cambiamenti la sua missione, in particolare la competizione globale ha visto nascite e morti di entità simili, considero perciò un risultato di rilievo l’esistenza in vita di CRS4, non era scontato.

Oggi posso dire che il CRS4 ha rappresentato una (piacevole) costante del mio impegno nella vita pubblica, prima come amministratore regionale e oggi come Presidente della Fondazione di Sardegna. La Fondazione, infatti, sotto certi aspetti svolge una funzione simile a quella della Regione negli anni ‘80 e ‘90, favorendo e sostenendo la ricerca e inoltre investendo sulla proliferazione delle attività innovative nei diversi settori della produzione e dei servizi.

Ciò che abbiamo cercato di fare qui in Sardegna, fatte le dovute proporzioni, è stato di ispirarci al modello della Silicon Valley: come in tutte le vicende umane siamo passati attraverso successi e delusioni ma penso che possiamo essere più che soddisfatti del lavoro fatto fin qui.

Ma il CRS4 per sua natura guarda al futuro e il nostro impegno e quello di coloro che lo faranno dopo di noi dovrà essere dedicato alla strada che abbiamo davanti.

Perciò auguri CRS4, ai prossimi traguardi!

Antonello Cabras

Presidente della Fondazione di Sardegna

02 / THE ORIGIN OF CRS4

The idea that research and new technologies might also become a new development opportunity was born in Sardinia in the second half of the 1980s with the Region of Sardinia as the recognized driving force. It was in fact the President of the Regional Government, Mario Melis, and the Councillor for Planning, Franco Mannoni, who had the vision and then paved the way for what was to become a success story: the Centre for Research, Development and Advanced Studies in Sardinia – known to all as CRS4.

The public sector's determination opened up prospects in Sardinia that were of great interest to the worldwide and national leaders of technology at the time: IBM and Techso.

In particular, the US giant had developed a computer with an advanced level of computing power that had never been achieved before and was interested in demonstrating the validity and possible applications of its product.

When I succeeded Mannoni as Councillor for Planning in 1989, I was able to continue and develop the project (with the support of the President, Mariolino Floris). The first initiative was to intensify the relationship with CERN in Geneva and its Director-General, the physics Nobel laureate, Carlo Rubbia. Our idea, involving such an authoritative member of the scientific community, was on the one hand to give the newly-established CRS4 a highly competent representative, and on the other hand to create the conditions with him to guide, attract and guarantee credibility with potential public and private stakeholders.

Our business trips to Switzerland were successful, but it was not easy. I remember when, at the end of a long discussion in Geneva, Rubbia, after listening to us and asking questions about our CRS4 programmes, asked me:

“Give me one more good reason why I should agree to come to Sardinia”. I replied, knowing that I had picked up on one of his sensitivities, “Because in Sardinia you can eat well and healthily”. Rubbia, as you know, not only agreed to come but, luckily for us, he stayed on!

And so, on 30 November 1990, the company CRS4 Scarl was registered in Cagliari. The founding members were: Consorzio Ventuno (now Sardegna Ricerche), IBM Italia, Techso Spa. Chairman: Carlo Rubbia. Chief Executive Officer and Scientific Director: Paolo Zanella. The Regional Government allocated approximately 10 billion lire for the establishment of CRS4.

The first site in Cagliari was set up in a building in Via Nazario Sauro, and at the time there were only eight employees. However, growth was rapid and between 1991 and 1998, the number of employees exceeded 100. In the early days, therefore, there was a lot of excitement: people felt they were part of an avant-garde project that gave them prestige and put Sardinia on the radar for technological innovation on a continental and global level, at a time when the world was discovering the Internet revolution.

However, there was also resistance during the early years. The idea, although innovative, initially met with some concerns in the academic world in Cagliari. In particular, part of the scientific teaching staff did not like the establishment of a publicly funded body engaged in research outside of the university. This reaction was understandable, given the situation in Sardinia, but with the necessary patience we managed to overcome most of the doubts.

During that first decade, CRS4 achieved some very important results and helped develop initiatives capable to mark the history of the future that lies ahead. The mood in Sardinia at the dawn of the Internet was one of great curiosity and attention to its potential and possible developments. It was the aftermath of the great crisis in the chemical industry and the mature sectors that had contributed so much to the development during the 1970s and 1980s. It was therefore an injection of confidence and real hope for the future to see the results achieved by CRS4, such as the historic creation of the first Italian website: www.CRS4.it. Moreover, thanks to the initiative of Videonline, promoted by a Sardinian entrepreneur, the regional context made further headlines in

the world of innovation with Europe’s first online newspaper, which was later followed by Tiscali and other investments. In the meantime, the headquarters of the Research Centre has moved from Cagliari to Pula. We chose that location because it responded to a need, which was felt at the time, to create a welcoming and favourable environment. Around the world, in fact, most research districts and science parks were located near to urban areas that were well equipped and had good infrastructure, but free from the typical congestion associated with large built-up areas. Pula fitted these characteristics. Today, perhaps, that choice would have been different, due to a context that has changed profoundly. Since then and over the years, CRS4 has had to adapt its mission to the changes, especially as global competition has seen similar entities come and go, therefore I consider the continued existence of CRS4 as a major achievement, it was not taken for granted. Today I can say that CRS4 has been a (pleasant) constant in my commitment to public life, which was first as a regional administrator and now as President of the Fondazione di Sardegna. In fact, in some respects, the Foundation performs a similar function to that of the Region in the 1980s and 1990s, encouraging and supporting research and also investing in the proliferation of innovative activities in the various sectors of production and services.

What we have tried to do here in Sardinia, all things considered, is to take inspiration from the Silicon Valley model: as in all human affairs, we have gone through successes and disappointments, but I think we can be more than satisfied with the work done so far.

Yet CRS4 by its very nature looks to the future, and our commitment and that of those who will follow us must be dedicated to the road ahead.

So, best wishes CRS4, and here’s to your future achievements!

Antonello Cabras

President of the Fondazione di Sardegna

03

IL PARCO SCIENTIFICO E TECNOLOGICO DELLA SARDEGNA

Sardegna Ricerche e il CRS4 sono nati pressoché contemporaneamente nell'ambito di un disegno unico della Regione Sarda: quello di modernizzare e rendere competitive le imprese e il territorio della Sardegna attraverso l'innovazione tecnologica. A tal fine Sardegna Ricerche – allora “Consorzio Ventuno” – ebbe il mandato di progettare e realizzare il Parco Scientifico e Tecnologico della Sardegna, del quale il CRS4 ha costituito fin dall'inizio il nucleo più consistente e l'elemento unificante, mettendo a disposizione delle imprese e degli altri centri di ricerca insediati, infrastrutture di calcolo allo “stato dell'arte” e competenze informatiche di altissimo livello, ma soprattutto la capacità di dialogo con le altre “filieri” del Parco: dalla biomedicina, all'ambiente ed energia.

Per Sardegna Ricerche il Parco tecnologico dev'essere uno strumento per lo sviluppo del territorio, perché non c'è innovazione senza il trasferimento delle tecnologie dai centri di ricerca alle imprese e alla società in generale. Per questo motivo, Sardegna Ricerche ha sempre promosso la partecipazione del CRS4 alle iniziative e progetti che coinvolgono le imprese, le università e gli altri centri di ricerca, ma anche le amministrazioni pubbliche, le scuole, gli studenti e le famiglie.

In questi anni sono decine le startup incubate e centinaia i giovani transitati nel Parco, per poi stabilirsi in altri centri dell'Isola. E se la Sardegna è riconosciuta come “ecosistema dell'innovazione”, soprattutto in campo digitale, gran parte del merito va riconosciuto al Parco e al CRS4.

Maria Assunta Serra

Direttore Generale di Sardegna Ricerche

03

THE SCIENCE AND TECHNOLOGY PARK OF SARDINIA

Sardegna Ricerche and CRS4 came into being almost at the same time, as part of a unique plan by the Sardinian Region: modernizing and making Sardinian companies and territory competitive through technological innovation. To this end, Sardegna Ricerche - at that time known as Consorzio Ventuno - was given a mandate to design and build the Science and Technology Park of Sardinia, with CRS4 becoming its largest nucleus and a unifying element from the outset, providing companies and other research centres there with state-of-the-art computing infrastructures and top-level IT skills, and above all the capacity for dialogue with the Park's other "sectors": from biomedicine to the environment and energy.

For Sardegna Ricerche, the Technology Park must be an instrument for local development, because there can be no innovation without the transfer of technologies from research centres to enterprises and society in general. For this reason, Sardegna Ricerche has always supported CRS4's participation in initiatives and projects involving companies, universities, and other research centres, as well as public administration, schools, students, and families.

In recent years, dozens of start-ups have been developed and hundreds of young people have passed through the Park, before going on to settle at other centres throughout the island. And if Sardinia has become recognised as an "innovation ecosystem", especially in the digital field, much of the credit for this ought to go to the Park and to CRS4.

Maria Assunta Serra

General Director of Sardegna Ricerche

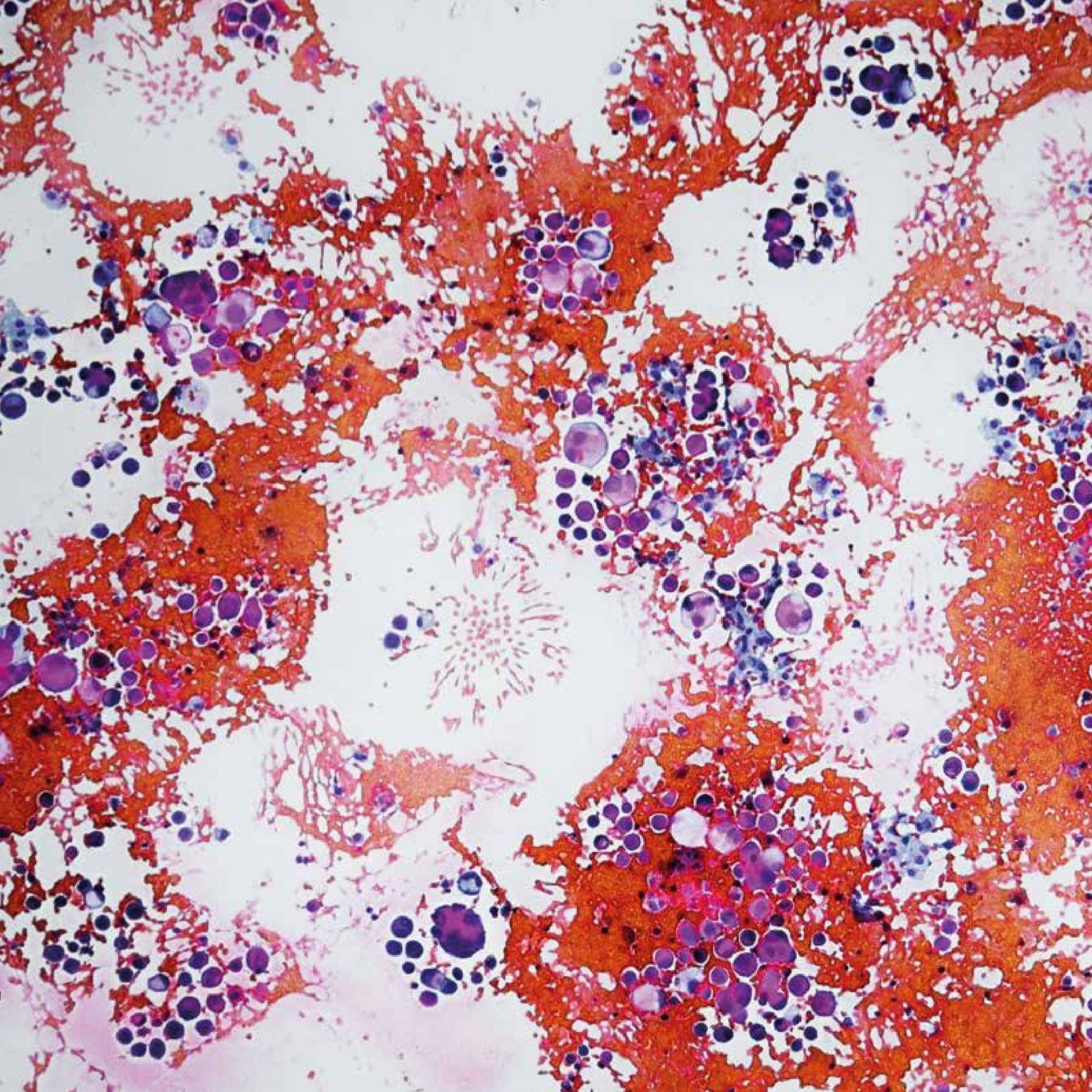
04

/ IMMAGINI SCIENTIFICHE
E TECNOLOGICHE

SCIENTIFIC AND
TECHNOLOGICAL IMAGES

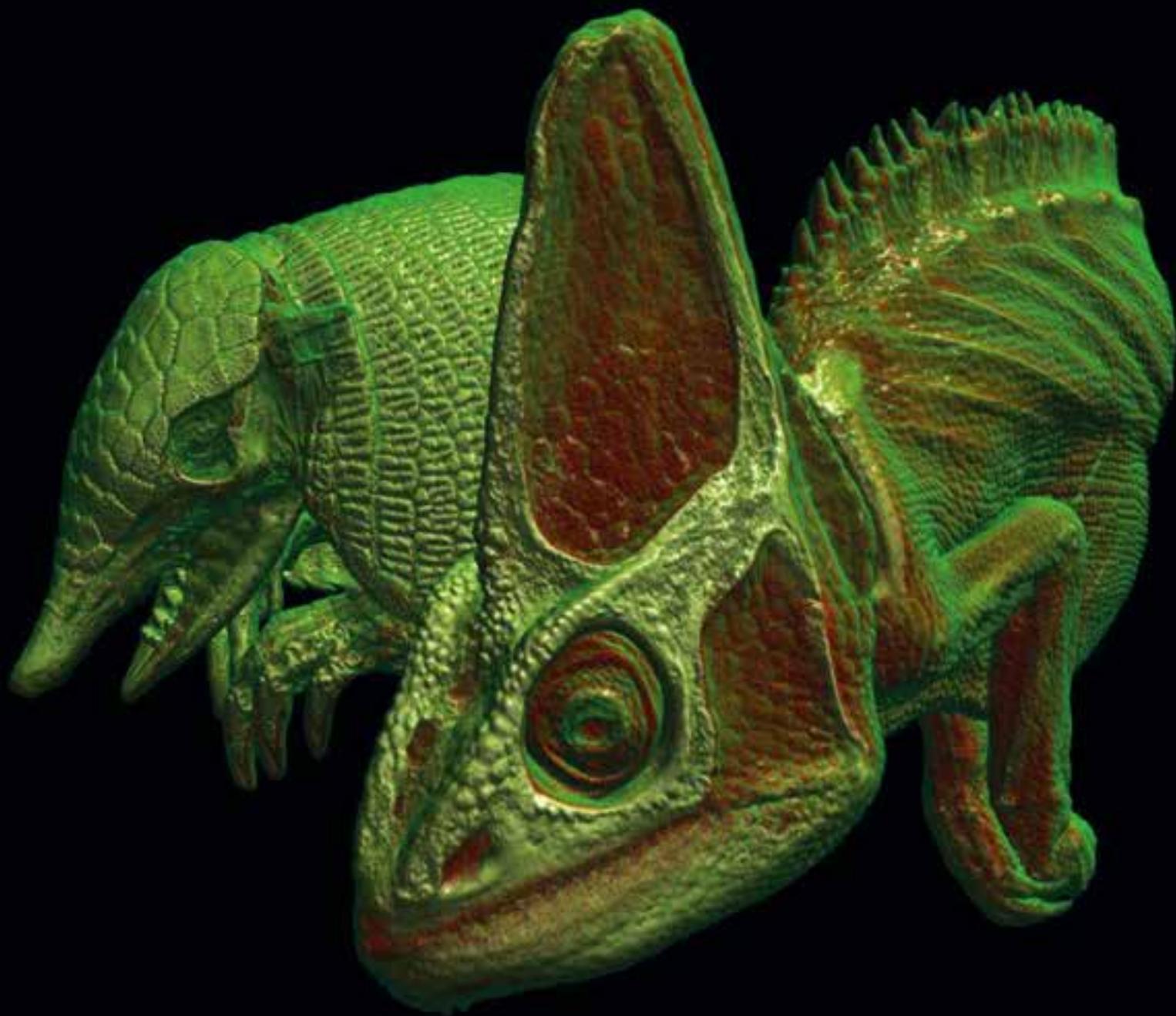
Il progresso delle conoscenze nel settore biomedico e clinico è legato alla capacità di analizzare grandi quantità di dati complessi. Il CRS4 contribuisce a questa sfida creando metodi innovativi e piattaforme scalabili e interoperabili nel campo dell'informatica visuale e ad alta intensità di dati. Un esempio significativo è la piattaforma di patologia digitale per l'esame e l'annotazione di enormi quantità di immagini ad altissima risoluzione ottenute dalla scansione di vetrini, come mostra il particolare di questa immagine. La piattaforma è stata introdotta nel 2015 ed utilizzata con successo nel quadro di collaborazioni internazionali, tra cui: l'apprendimento a distanza nel progetto europeo Cy-Test del 2016; l'annotazione di vetrini nello studio ProMort del Karolinska Institutet del 2019; l'identificazione automatica di tessuti tumorali tramite intelligenza artificiale (deep learning) nel progetto europeo DeepHealth (2018-2022).

The advancement of knowledge in the biomedical and clinical fields is linked to the ability to analyze large amounts of complex data. CRS4 contributes to this challenge by creating innovative methods and scalable, interoperable platforms in the field of visual and data-intensive computing. An important example is the digital pathology platform for examining and annotating huge amounts of very high-resolution images obtained by scanning slides, as shown in the detail of this image. The platform was introduced in 2015 and successfully used as part of international collaborations, including: distance learning in the European Cy-Test project in 2016; slide annotation in the ProMort study at Karolinska Institutet in 2019; and automatic identification of tumour tissues using artificial intelligence (deep learning) in the European DeepHealth project (2018-2022).



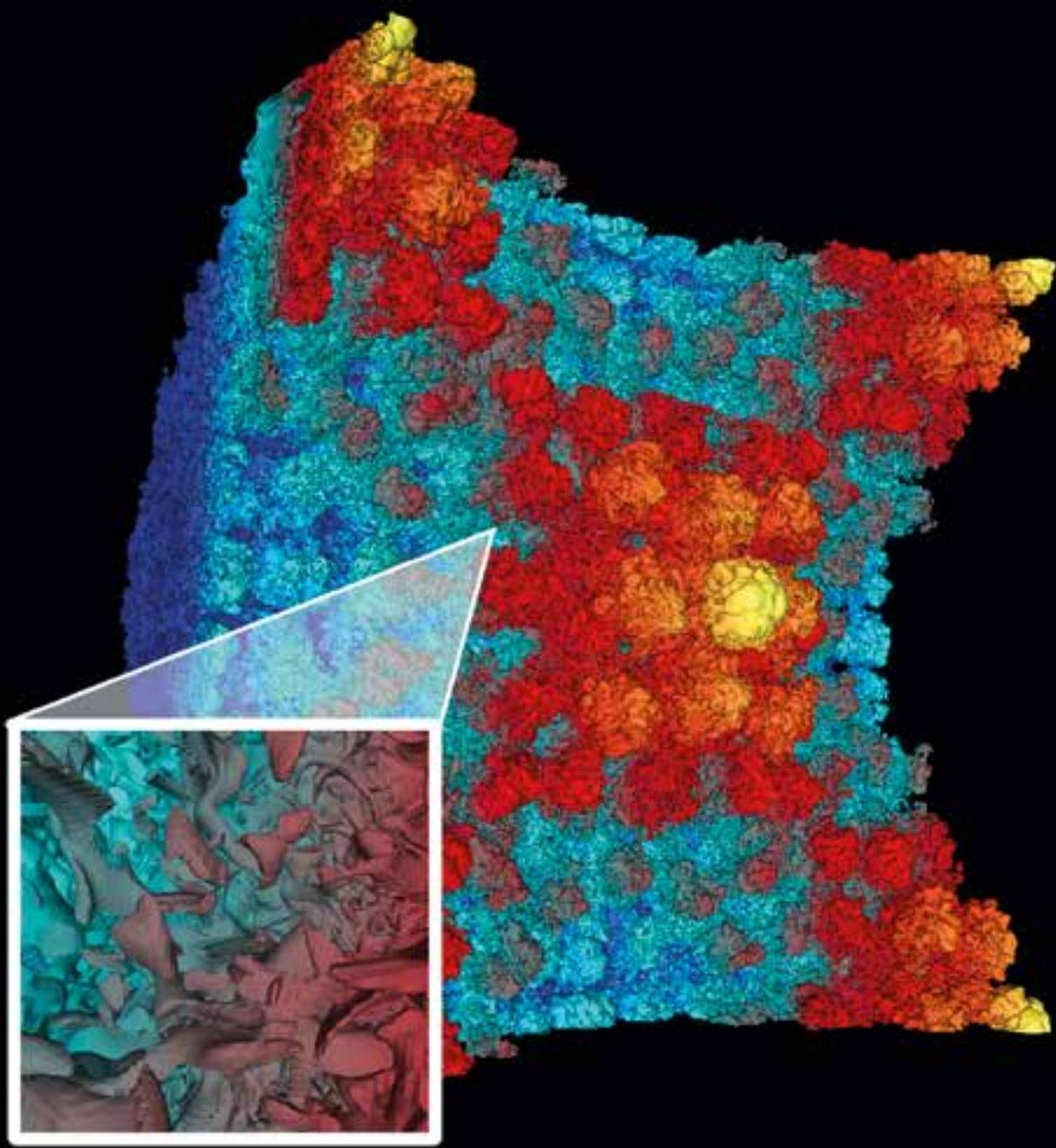
La visualizzazione interattiva di volumi che contengono miliardi di campioni è di primaria importanza per le applicazioni che spaziano dall'analisi di dati medici all'esplorazione di risultati di simulazioni numeriche. I ricercatori di informatica visuale del CRS4 sono stati tra i primi gruppi a livello internazionale a presentare un metodo scalabile per visualizzare rapidamente e in un unico passaggio dei volumi semitrasparenti di enormi dimensioni su un normale personal computer grafico. L'immagine rappresenta un fotogramma di un'esplorazione interattiva di due TAC (tomografia assiale computerizzata) ad alta risoluzione di campioni biologici (8 miliardi di campioni - dati per gentile concessione del Digital Morphology Project, del CTLab e del Texas Advanced Computing Center, Università del Texas, Austin).

The interactive visualization of volumes containing billions of samples is of paramount importance for applications ranging from the analysis of medical data to the exploration of numerical simulation results. Visual computing researchers at CRS4 were among the first groups internationally to present a scalable method for rapidly visualizing huge semi-transparent volumes in a single step on a standard graphics personal computer. The image shows a frame from an interactive exploration of two high-resolution CT (computed axial tomography) scans of biological samples (8 billion samples - data courtesy of the Digital Morphology Project, CTLab, and the Texas Advanced Computing Center, University of Texas, Austin).



Le simulazioni numeriche di fenomeni fisici generano strutture geometriche che offrono importanti informazioni agli esperti, e per questo devono essere accuratamente conservate nelle visualizzazioni. L'esplorazione visiva di queste strutture in tempo reale impone l'utilizzo di tecniche specializzate per la gestione di grandi volumi di dati, l'eliminazione efficace di parti nascoste e l'estrazione di livelli di dettaglio appropriati. I ricercatori in informatica visuale del CRS4 sono stati tra i primi al mondo ad introdurre soluzioni scalabili per questi problemi. L'immagine mostra una grande isosuperficie da una simulazione di fluidodinamica computazionale, visualizzata interattivamente su un PC grafico usando la tecnica "Far Voxels", introdotta dal CRS4 nel 2005 in collaborazione con ISTI-CNR (dati per gentile concessione dei Lawrence Livermore National Labs).

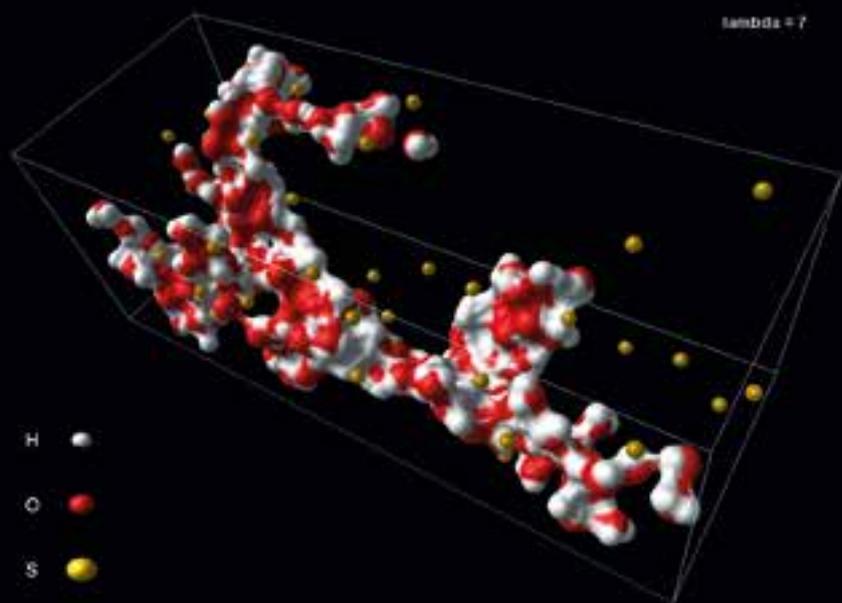
Numerical simulations of physical phenomena generate geometric structures that provide important information to experts, therefore they need to be carefully maintained during visualizations. The visual exploration of these structures in real time requires the use of specialized techniques for handling large volumes of data, effectively eliminating hidden parts, and extracting appropriate levels of detail. Visual computing researchers at CRS4 were among the first in the world to introduce scalable solutions to these problems. The image shows a large isosurface from a computational fluid dynamics simulation, displayed interactively on a graphics PC using the "Far Voxels" technique, introduced by CRS4 in 2005 in collaboration with ISTI-CNR (data courtesy of Lawrence Livermore National Laboratory).



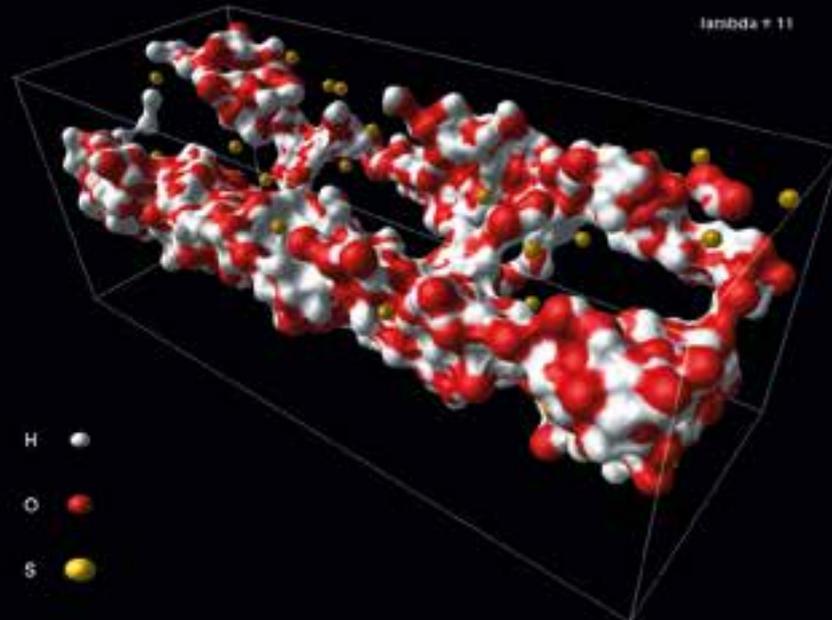
Il Nafion® è il materiale più usato come polielettrolita per le celle a combustibile, grazie alla sua ottima conducibilità protonica. Il CRS4 ha partecipato negli anni 2000 a progetti sullo sviluppo di nuovi materiali applicati a dispositivi elettrochimici per la produzione di energia. Queste attività si focalizzano sulla ricerca di soluzioni innovative nella modellazione matematica e numerica per la descrizione dei fenomeni di trasporto e reattivi che avvengono nei componenti della cella e la previsione delle prestazioni del sistema complessivo della cella a combustibile. La figura mostra la superficie molecolare dell'acqua nei canali ionici della membrana conduttrice protonica di Nafion®, per tre diversi gradi di idratazione, ottenuti tramite simulazioni di dinamica molecolare.

Nafion® is the most widely used material as polyelectrolyte for fuel cells due to its excellent proton conductivity. In the 2000s, CRS4 participated in projects working on the development of new materials applied to electrochemical devices for energy production. These activities focus on the search for innovative solutions in mathematical and numerical modelling to describe the transport and reactive phenomena occurring in the components of the cell and to predict the performance of the overall fuel cell system. The figure shows the molecular surface of water in the ion channels of the Nafion® proton conducting membrane, for three different degrees of hydration, obtained through molecular dynamics simulations.

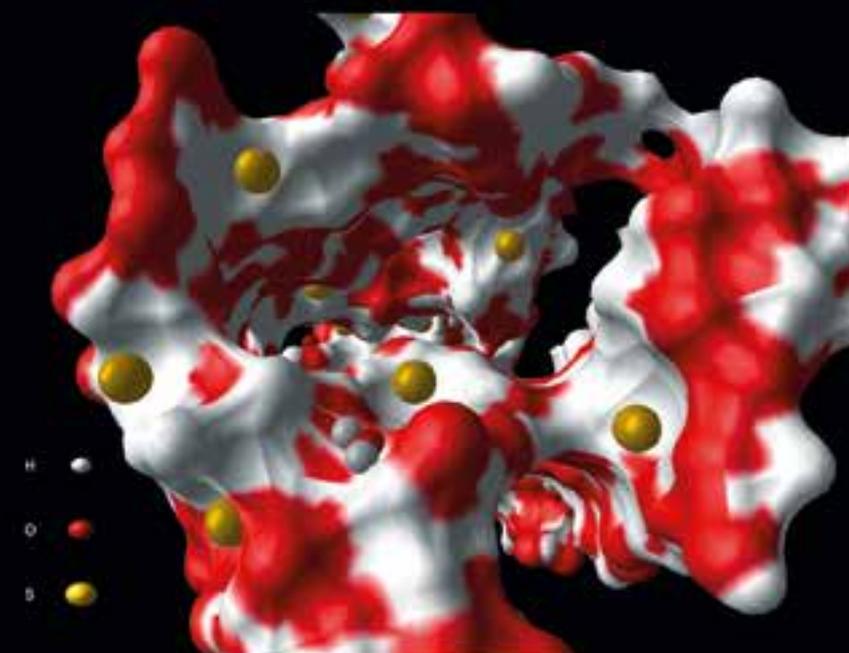
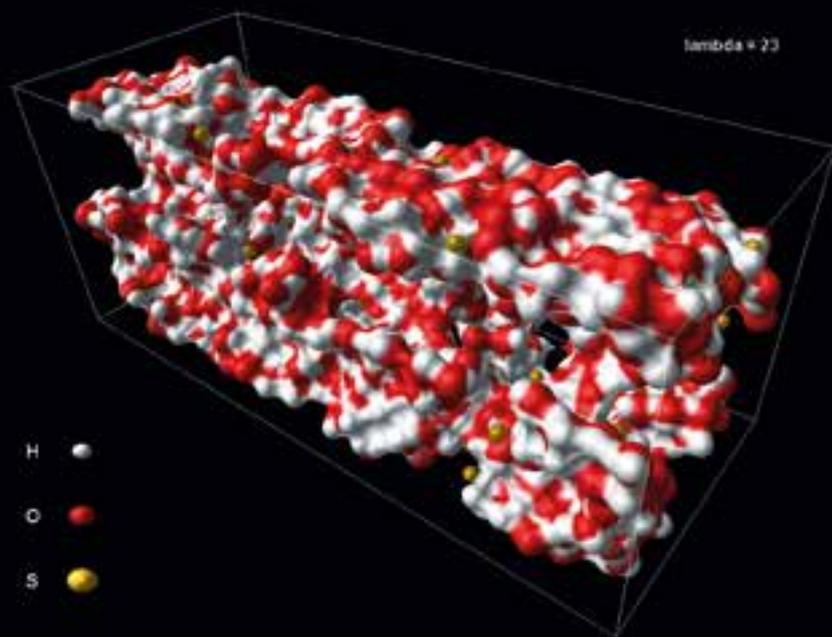
lambda = 7



lambda = 11



lambda = 23



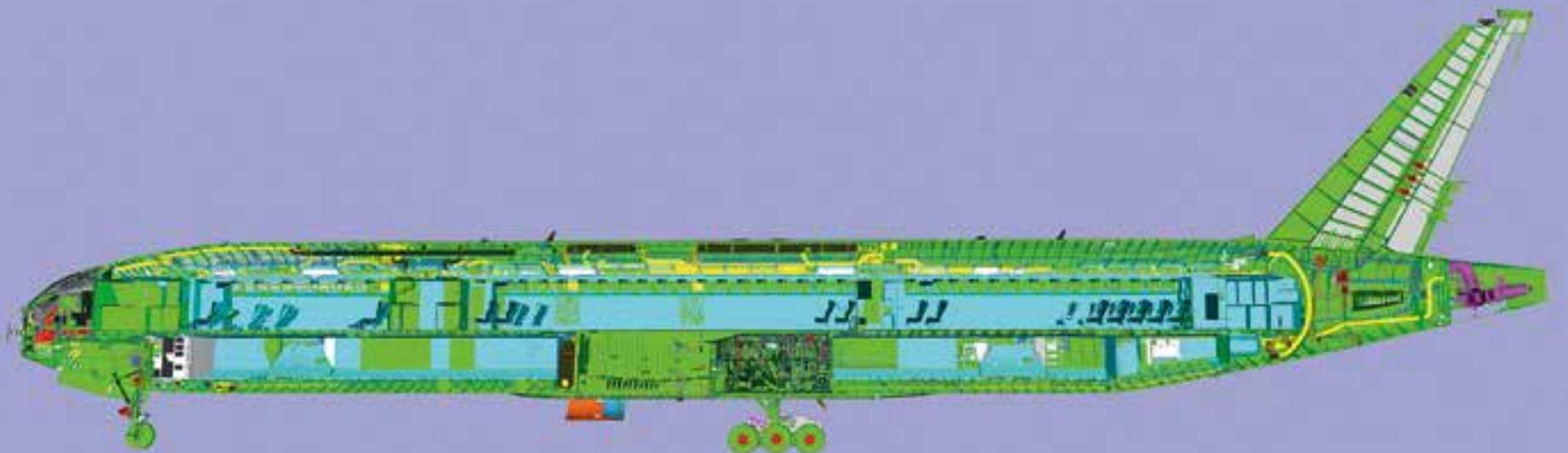
Nel campo dei beni culturali si è spesso dovuto ricorrere a versioni estremamente semplificate di modelli tridimensionali digitalizzati per la creazione di ambienti interattivi. Le strutture multirisoluzione e i metodi di calcolo visuale e ad alta intensità di dati del CRS4 sono stati tra i primi a proporre delle innovazioni per l'esplorazione interattiva ad alta qualità in ambito museale e hanno aperto le porte all'uso di piattaforme hardware a basso costo. Nell'immagine si mostra un dettaglio del rendering della scansione 3D del David di Michelangelo (dati per gentile concessione della Stanford University). Questa superficie ad alta risoluzione è stata esplorata interattivamente per la prima volta su un PC standard utilizzando la tecnica "Adaptive TetraPuzzles", introdotta da CRS4 e ISTI-CNR nel 2004.

In the field of cultural heritage, highly simplified versions of digitised three-dimensional models have often been used to create interactive environments. CRS4's multi-resolution facilities and methods for visual and data-intensive computing were among the first to propose innovations for high-quality interactive exploration in museums, and they opened the door to the use of low-cost hardware platforms. Pictured is a rendering detail of a 3D scan of Michelangelo's David (data courtesy of Stanford University). This high-resolution surface was interactively explored for the first time on a standard PC using the "Adaptive TetraPuzzles" technique, introduced by CRS4 and ISTI-CNR in 2004.



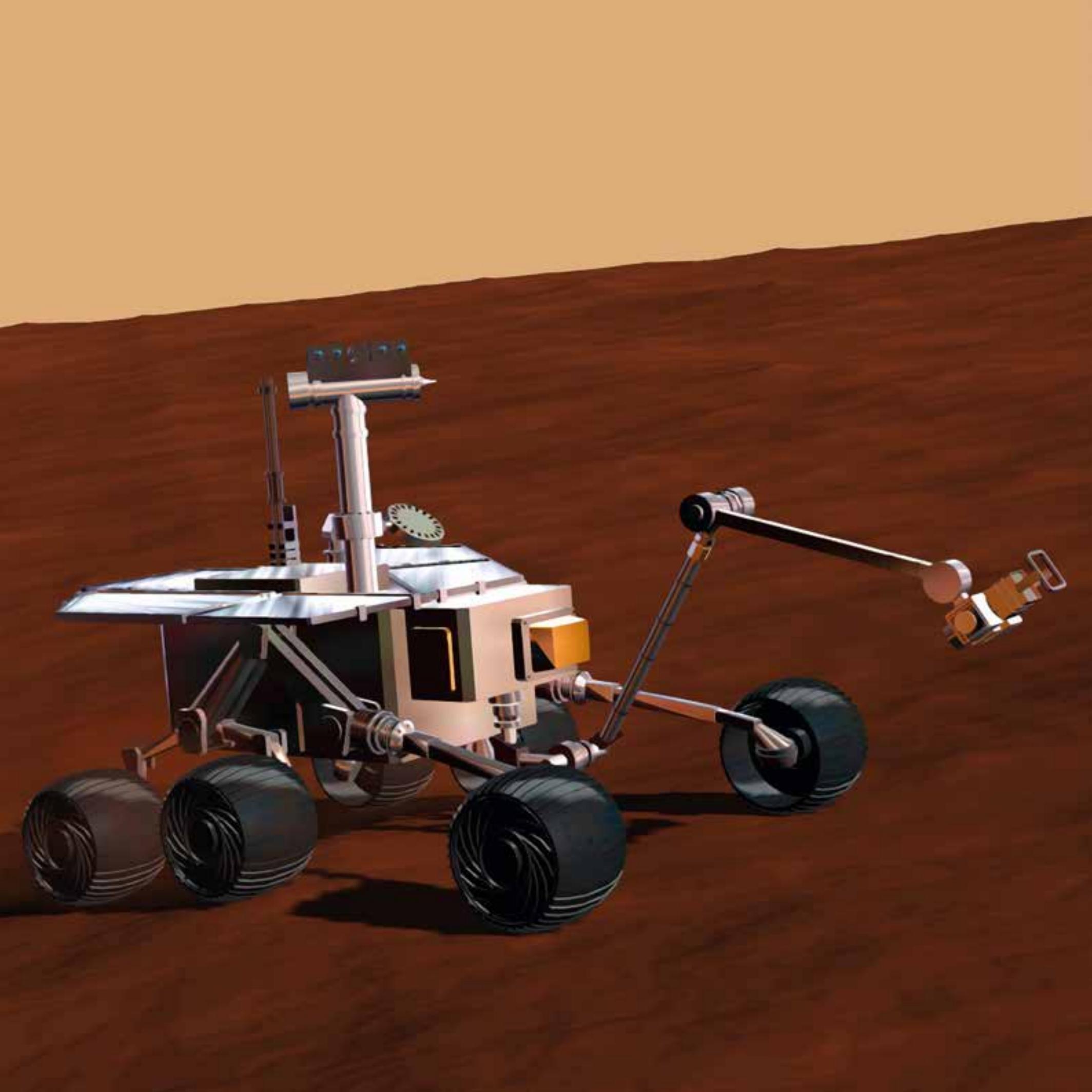
La rappresentazione grafica di modelli CAD molto complessi è composta da centinaia di milioni di primitive. Ciò rende l'esplorazione in tempo reale estremamente impegnativa, pur essendo necessaria per alcune operazioni, come nel caso dei test di assemblaggio. Nell'immagine viene mostrato l'intero modello CAD di un aereo commerciale (Il Boeing 777, dati per gentile concessione di The Boeing Corporation). Il modello, con l'interno visibile grazie all'applicazione di un piano di taglio, viene esplorato interattivamente su un PC grafico a larga diffusione usando la tecnica "Far Voxels", introdotta nel 2004 dal CRS4 in collaborazione con ISTI-CNR.

This graphical representation of very complex CAD models is composed of hundreds of millions of primitives. This makes real-time exploration extremely challenging, even though it is necessary for some operations, such as assembly testing. Pictured is the entire CAD model of a commercial aircraft (The Boeing 777, data courtesy of The Boeing Corporation). The model, with the interior visible thanks to the application of a cutting plane, can be interactively explored on a commonly available graphics PC using the "Far Voxels" technique, introduced in 2004 by CRS4 in collaboration with ISTI-CNR.



Molte delle tecnologie di informatica visuale e ad alta intensità di dati del CRS4 sono state incorporate, nel corso degli anni, in simulatori in tempo reale per vari scopi. Nell'immagine è visibile un fotogramma da un simulatore in tempo reale basato sui modelli adattivi di terreno, sviluppato dal CRS4 per applicazioni di robotica spaziale nel quadro di collaborazioni con il Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory (2009).

Many of CRS4's visual and data-intensive computing technologies have been incorporated over the years into real-time simulators for various purposes. The image shows a frame from a real-time simulator based on adaptive terrain models, developed by CRS4 for space robotics applications as part of collaborations with the Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory (2009).



Il CRS4 ha sviluppato delle tecniche di informatica visuale all'avanguardia per ricostruire la forma e l'aspetto di scene reali a partire da misurazioni di forma e colore. La figura mostra la ricostruzione di una delle statue di Mont'e Prama ottenuta fondendo in maniera innovativa scansioni laser e fotografia flash. L'immagine in alto a sinistra mostra una foto della scultura reale. L'immagine in basso a sinistra mostra una ricostruzione 3D monocromatica resa con un modello di ombreggiatura artificiale che enfatizza i dettagli geometrici. L'immagine di destra fonde l'illuminazione artificiale con le informazioni di colore della superficie acquisita. Il metodo ha vinto il primo premio al convegno "Digital Heritage 2013", il maggior evento scientifico internazionale sull'informatica per il patrimonio culturale, patrocinato dall'UNESCO.

CRS4 has developed state-of-the-art visual computing techniques to reconstruct the shape and appearance of real scenes from shape and colour measurements. The figure shows the reconstruction of one of the statues of Mont'e Prama obtained from an innovative fusion of laser scanning and flash photography. The top left image shows a photo of the real sculpture. The bottom left image shows a monochrome 3D reconstruction rendered with an artificial shading model that emphasizes geometric details. The right-hand image blends artificial lighting with color information from the captured surface. The method won first prize at the "Digital Heritage 2013" conference, the largest international scientific event on information technology for cultural heritage, sponsored by UNESCO.



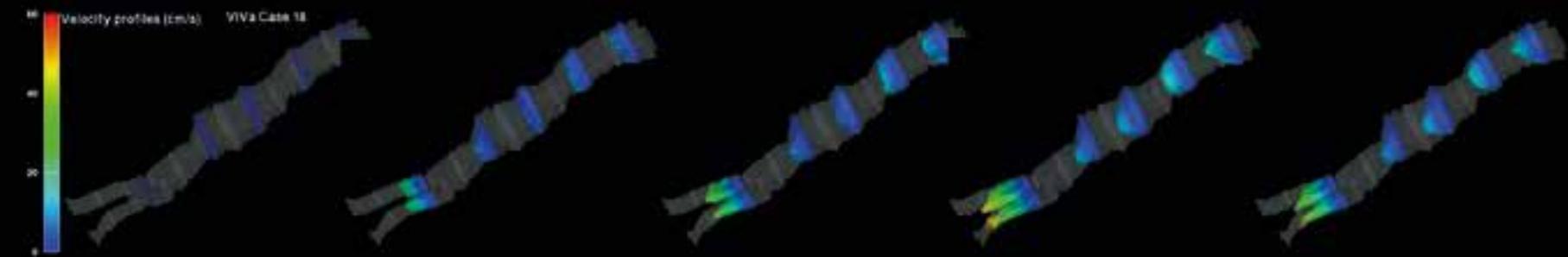
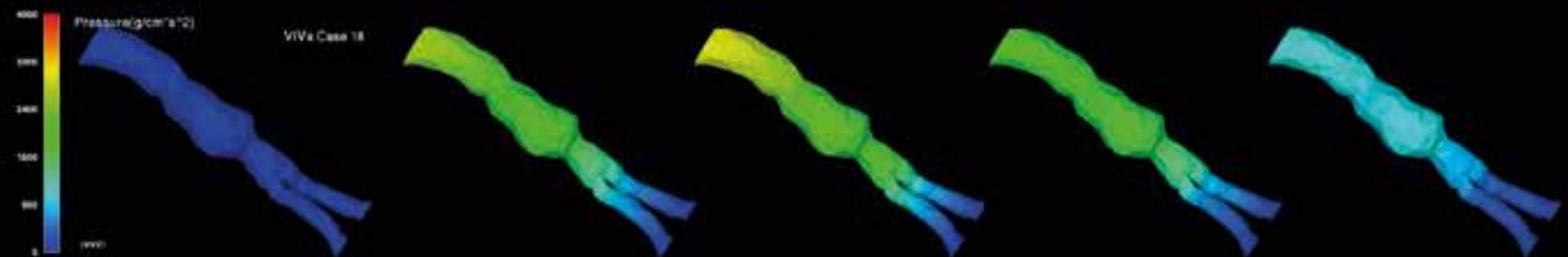
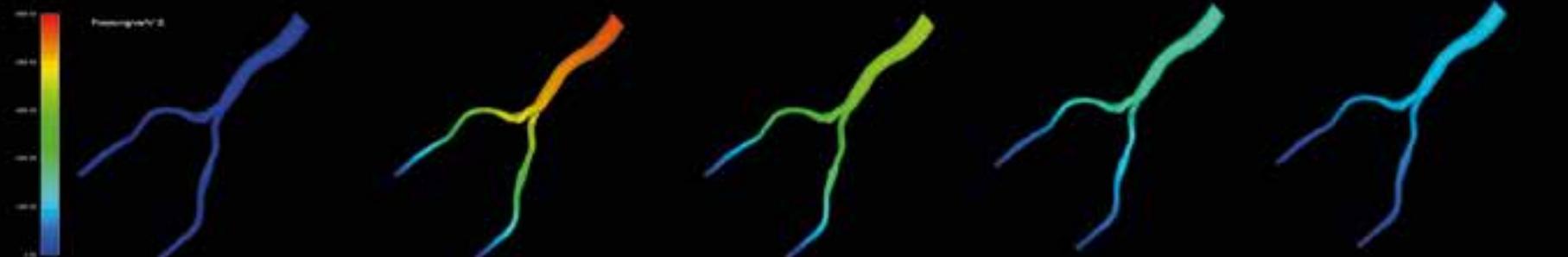
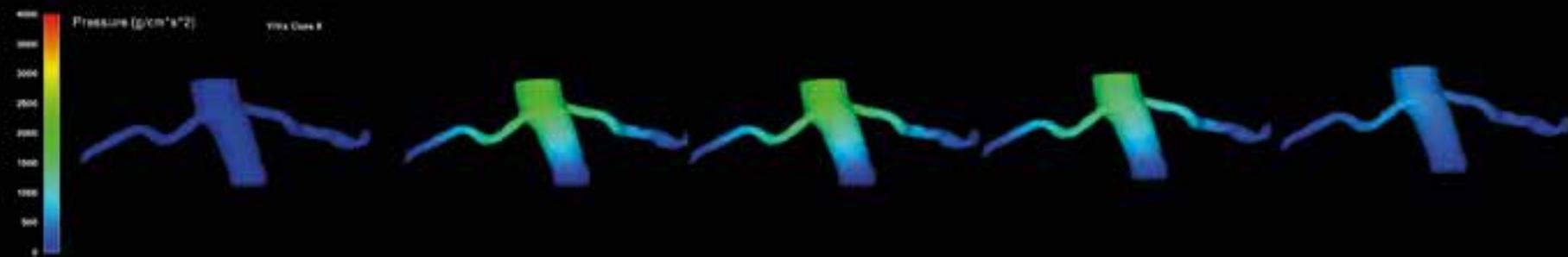
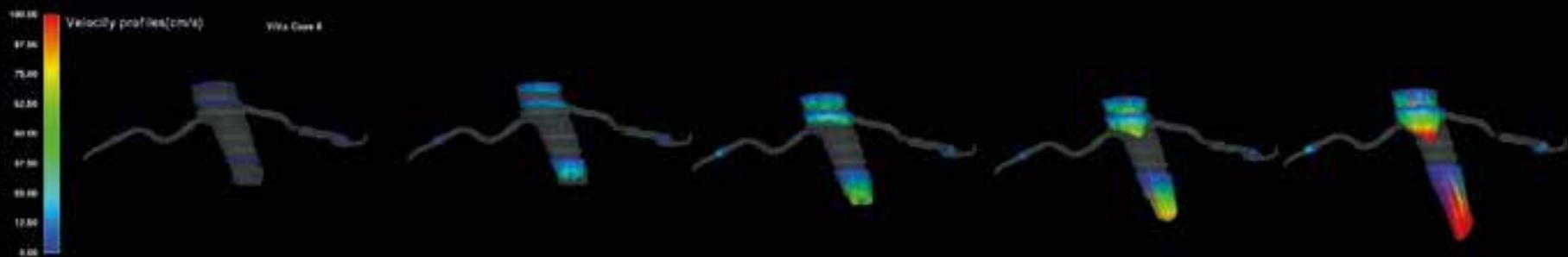
Simulazioni bi-dimensionali di fluidodinamica computazionale sviluppate nel lontano 1997 con il codice N3S di EDF, non più in uso da tempo. La simulazione rappresenta, in modo molto semplificato, l'arco aortico quando viene sottoposto a due pulsazioni cardiache consecutive. Anche se in modo poco apparente, quando il flusso aumenta e con esso la pressione arteriosa, le pareti dell'aorta si dilatano leggermente. Si tratta quindi di una simulazione transitoria di interazione fluido-struttura la cui elaborazione era per i tempi molto all'avanguardia. La ricerca era stata finanziata nell'ambito del progetto "Iterative Methods in Scientific Computing" - HCM CERFACS della UE. Questa simulazione faceva parte di un progetto molto più ampio del CRS4 che aveva l'obiettivo di sviluppare strumenti per specialisti in emodinamica e chirurghi cardiovascolari, finalizzati allo studio e interpretazione delle informazioni prodotte dagli strumenti di visualizzazione non invasivi.

Two-dimensional simulations of computational fluid dynamics developed back in 1997 with EDF's N3S code, which has not been used for some time now. The simulation shows in a very simplified way the aortic arch when it is subjected to two consecutive cardiac pulsations. Although not very apparent, when the flow increases and with it the arterial pressure, the walls of the aorta dilate slightly. This is therefore a transient simulation of fluid-structure interaction, the development of which was very advanced for its time. The research was funded as part of the EU's "Iterative Methods in Scientific Computing" - HCM CERFACS project. This simulation was part of a much larger CRS4 project that aimed to develop tools for haemodynamics specialists and cardiovascular surgeons to study and interpret the information produced by non-invasive visualisation tools.



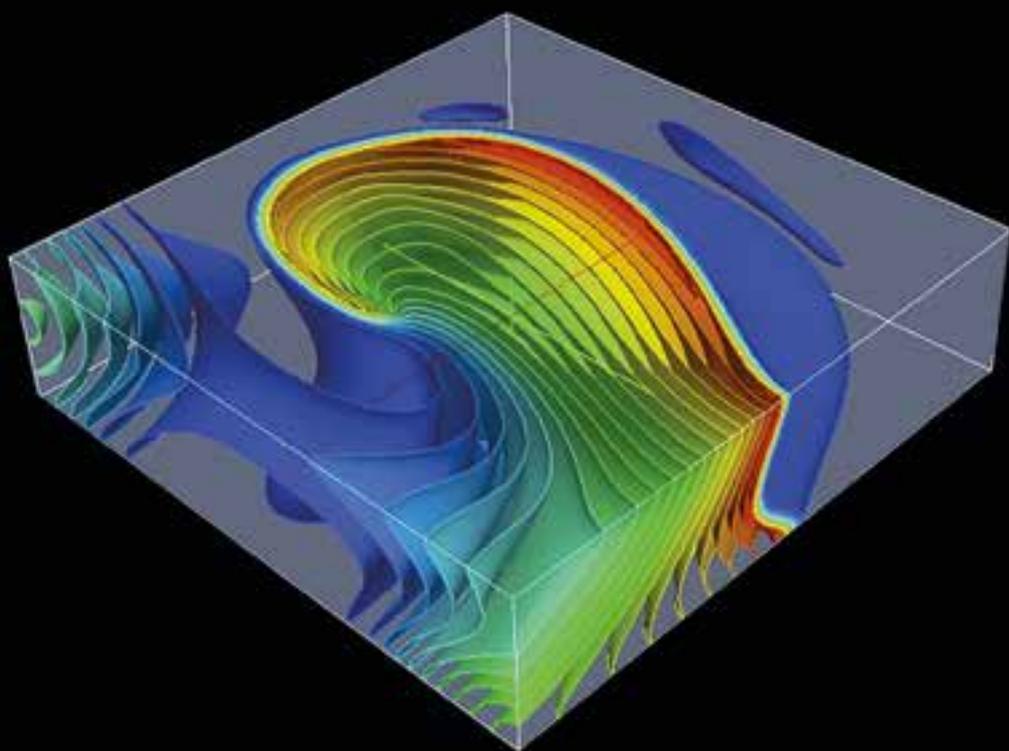
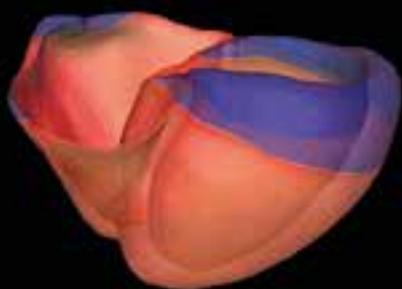
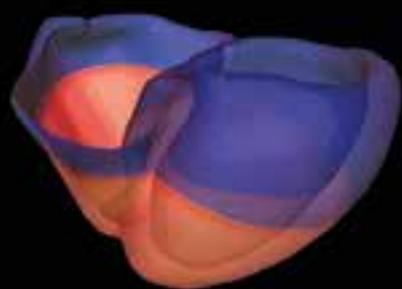
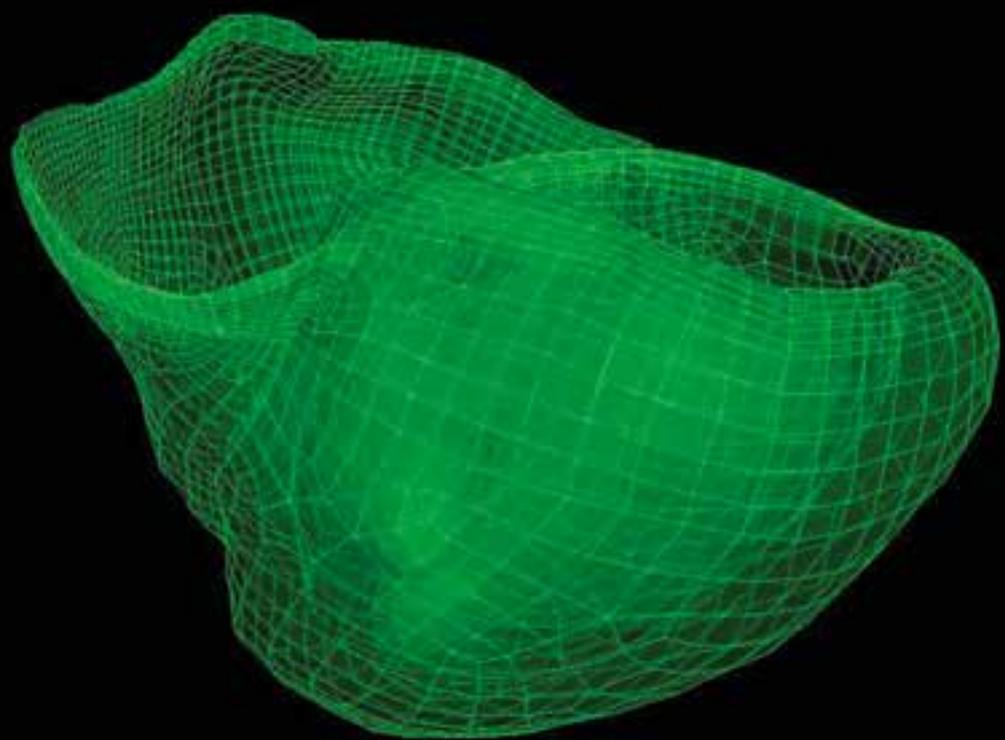
Fin dalla sua fondazione il CRS4 è stato all'avanguardia nella ricerca di approcci ad alta intensità di dati per creare simulazioni personalizzate sulle caratteristiche anatomiche e fisiologiche di un singolo paziente. Alla fine degli anni '90, ad esempio, il CRS4 è stato uno dei primi centri al mondo in grado di simulare il movimento del flusso sanguigno nel sistema cardiovascolare umano. L'immagine mostra fotogrammi rappresentativi di simulazioni del flusso sanguigno nell'aorta addominale (1999).

Since its foundation, CRS4 has been at the forefront of research into data-intensive approaches to create simulations tailored to the anatomical and physiological characteristics of an individual patient. In the late 1990s, for example, CRS4 was one of the first centres in the world that was capable of simulating the movement of blood flow in the human cardiovascular system. The picture shows representative frames of simulations of blood flow in the abdominal aorta (1999).



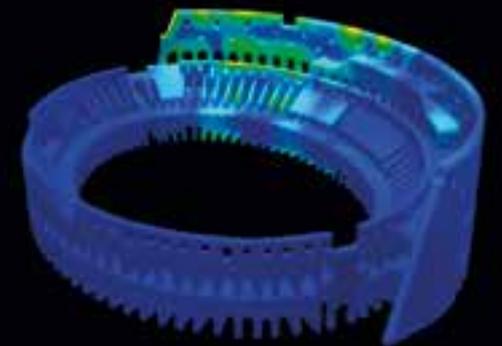
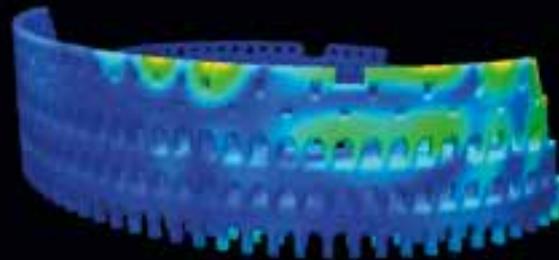
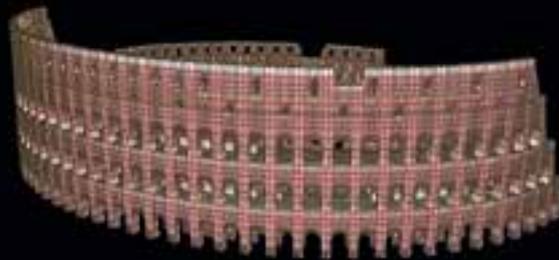
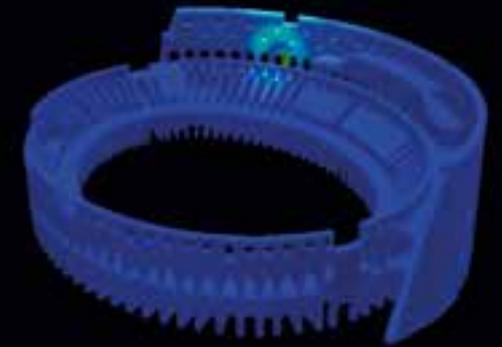
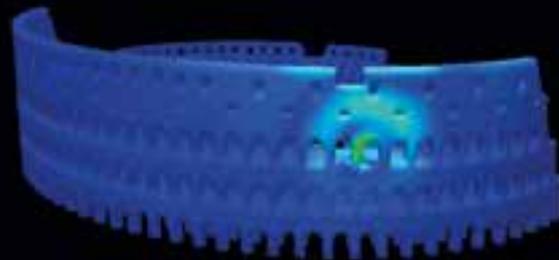
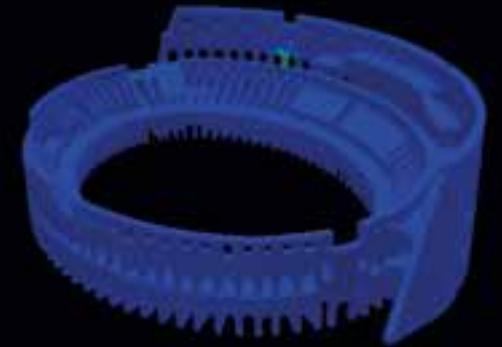
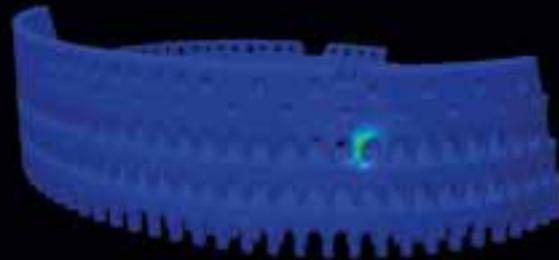
La figura mostra una simulazione dell'attività elettrica del cuore. La propagazione dei potenziali cardioelettrici regola la contrazione muscolare e permette il normale funzionamento del nostro organo. L'analisi in silico di questi fenomeni consente la previsione degli effetti collaterali di nuove molecole farmacologiche durante gli studi clinici e pre-clinici. La metodologia computazionale utilizzata e gli elementi spettrali hanno consentito una simulazione accurata dell'elettrofisiologia cardiaca condotta sia su computer paralleli "tradizionali", sia su architetture innovative basate su unità di elaborazione grafica. Questo studio è parte di un importante progetto europeo del 2008 con l'Università di Oxford, Fujitsu, Hofmann-Laroche, GSK e Novartis.

The image shows a simulation of the electrical activity of the heart. The propagation of cardioelectric potentials regulates muscular contraction and enables our organ to normally operate. In silico analysis of these phenomena allows one to predict the side effects of new pharmacological molecules during clinical and pre-clinical studies. The computational methodology used and the spectral elements enabled the accurate simulation of cardiac electrophysiology, performed both with "traditional" parallel computers and innovative graphics processing unit based architectures. This study is part of a major 2008 European project with Oxford University, Fujitsu, Hofmann-Laroche, GSK, and Novartis.



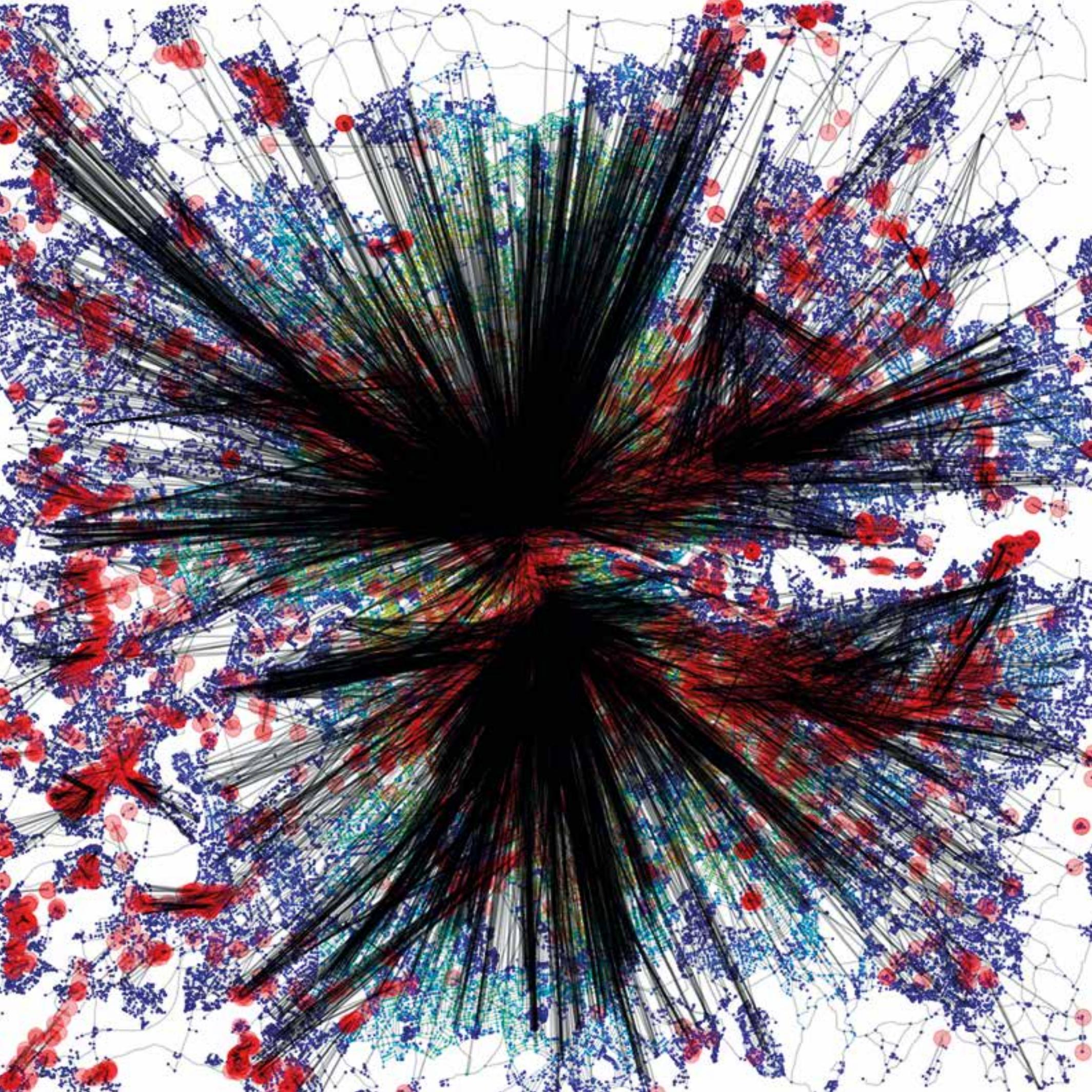
Nell'immagine è visibile la propagazione di vibrazioni all'interno della struttura del Colosseo attraverso un'analisi elastodinamica multi-scala, resa complessa dalle dimensioni numeriche del problema, dalla contemporanea presenza di dettagli non trascurabili e di materiali come il calcestruzzo di epoca romana, oltre alle caratteristiche del suolo fortemente non lineari. Questi studi servono a comprendere gli effetti di vibrazioni antropiche (da traffico urbano, metropolitane, industria, ecc.) e a valutare il rischio sismico per le grandi infrastrutture civili, come dighe, ponti, ecc. In questo caso il CRS4 ha sviluppato gli elementi spettrali, una tecnologia numerica innovativa pensata specificamente per il calcolo parallelo su architetture computazionali ad alte prestazioni (1996).

The image shows the propagation of vibrations inside the Colosseum's structure through a multi-scale elastodynamic analysis, made complex by the size of the numerical problem, as well as the simultaneous presence of non-negligible fine details and materials such as the Roman-era concrete, in addition to the highly non-linear characteristics of the soil. These studies are used to understand the effects of anthropogenic vibrations (from urban traffic, subways, industry, etc.) and to assess the seismic risk for large civil infrastructures, such as dams, bridges, etc. In this case, CRS4 has developed spectral elements, an innovative numerical technology designed specifically for parallel codes to be run on high-performance computing architectures (1996).



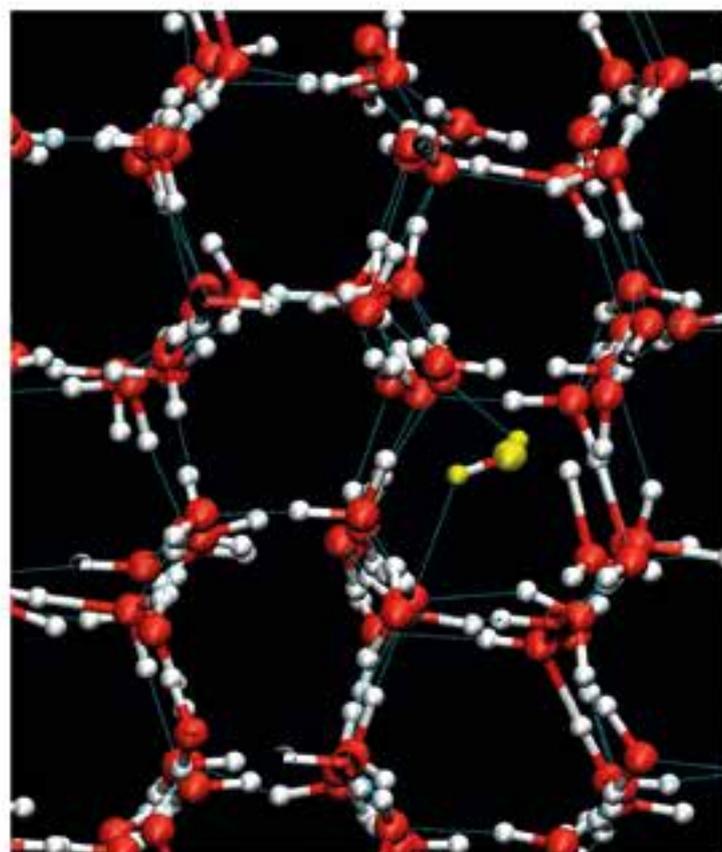
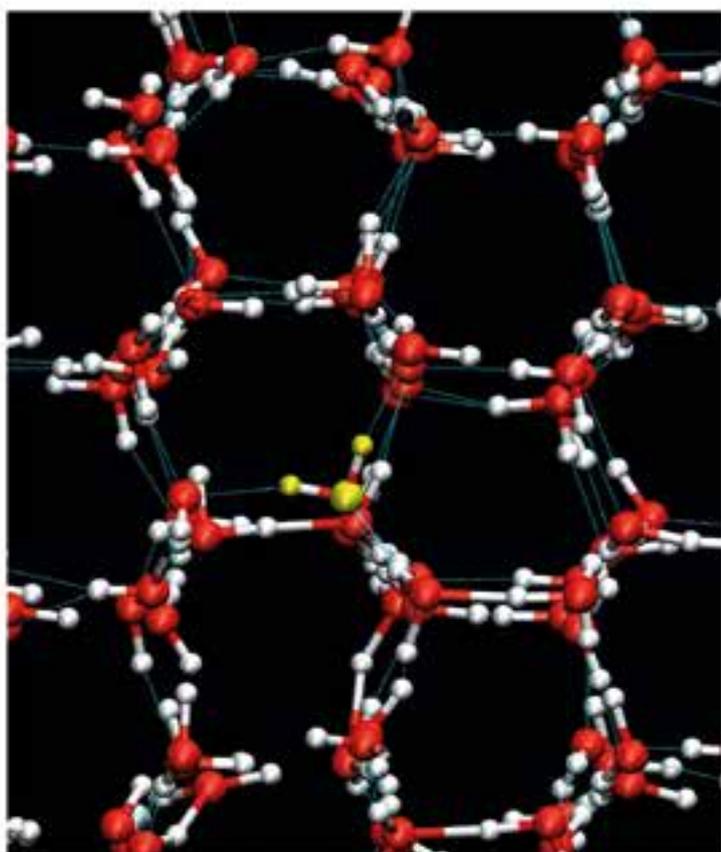
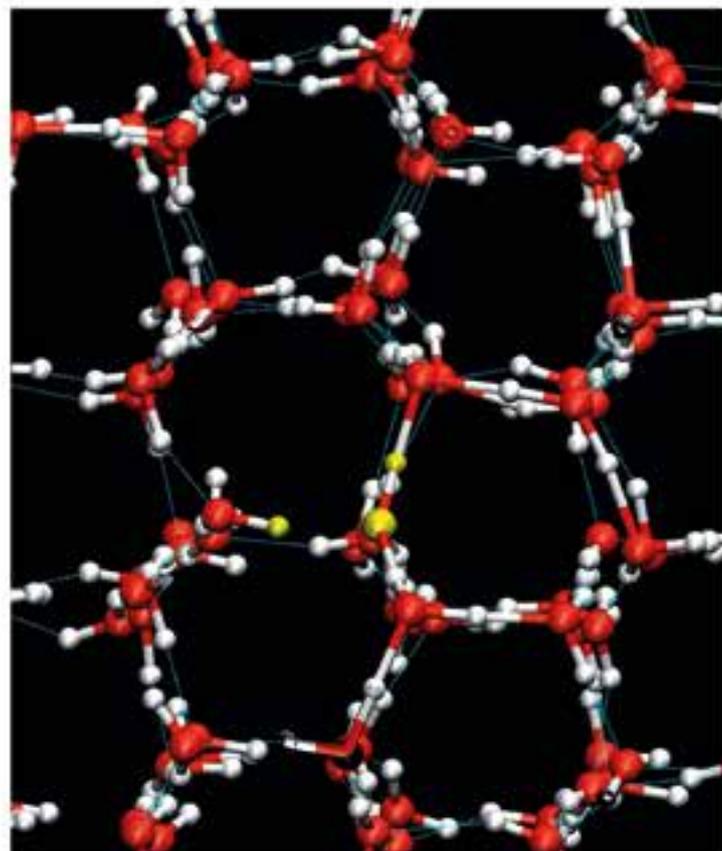
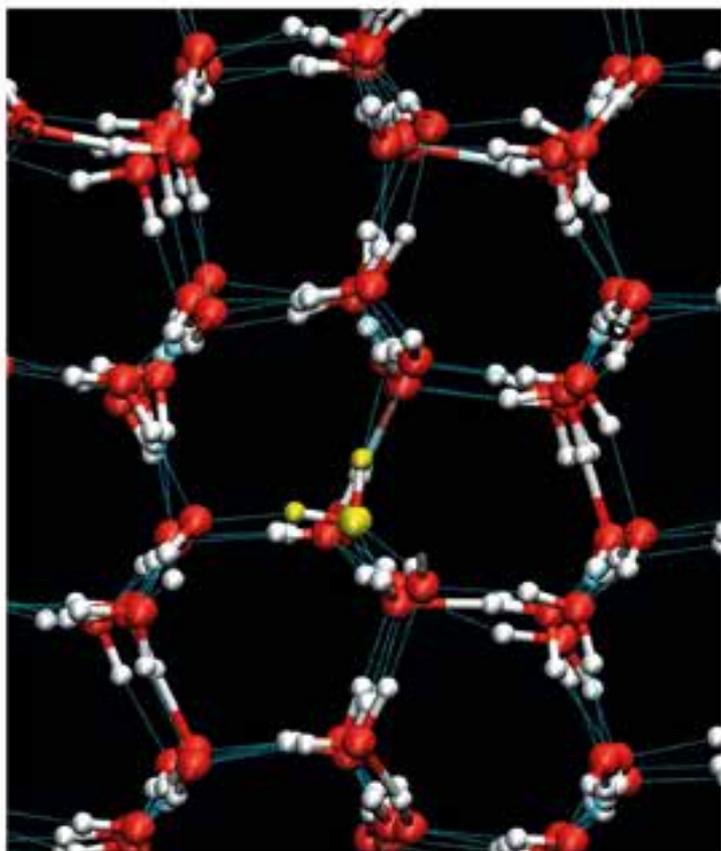
Il lavoro dei ricercatori del CRS4 trova applicazioni in vari campi in cui è necessario estrarre informazioni da grandi masse di dati. La figura, del 2019, mostra un esempio di applicazione, alla modellazione e caratterizzazione del comportamento di reti urbane molto grandi e complesse, dei metodi proprietari ad alta intensità di dati basati sull'analisi di percolazione. Il grafico, relativo alla città di Londra, mostra, per un sottoinsieme di nodi (cerchi rossi), la connessione (linee nere) tra ogni nodo e il suo centro cluster associato, evidenziando chiaramente la forte separazione tra aree di traffico. Questa informazione può essere usata per migliorare la gestione del traffico in grandi aree cittadine.

The work of CRS4 researchers has applications in various fields where information needs to be extracted from large masses of data. The figure, from 2019, shows an example of applying proprietary data-intensive methods based on percolation analysis to modelling and characterizing the behavior of very large and complex urban networks. The graph, for the city of London, shows, for a subset of nodes (red circles), the connection (black lines) between each node and its associated cluster centre, clearly highlighting the strong separation between traffic areas. This information can be used to improve traffic management in large city areas.



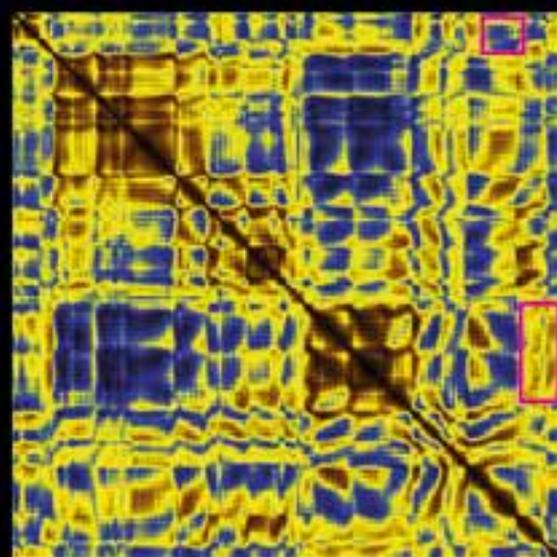
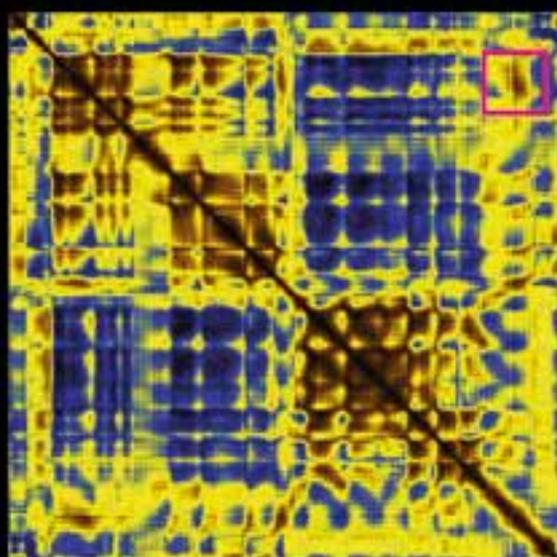
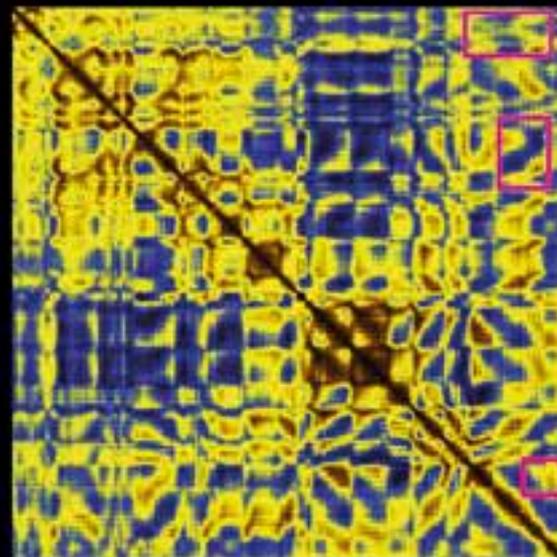
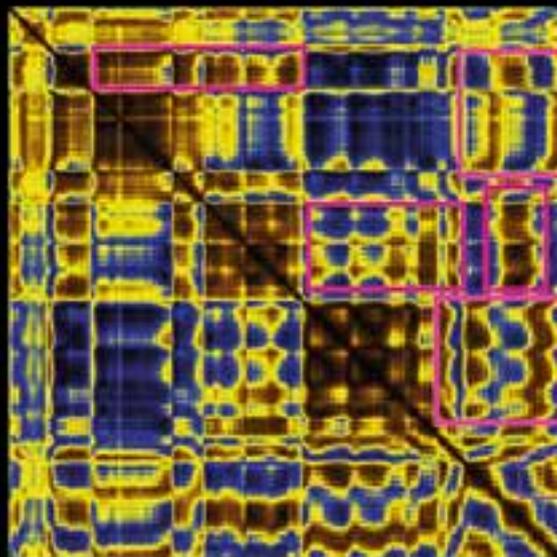
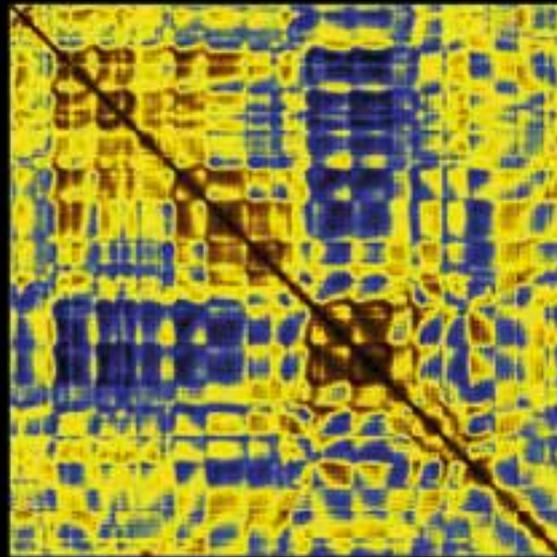
Nell'immagine vengono mostrati quattro fotogrammi di un video che rappresenta la simulazione della diffusione di protoni (raffigurati con sfere di colore giallo) in acqua allo stato solido (cristalli esagonali, sfere bianche e rosse), per un processo elettrochimico che avviene in celle a combustibile. Lo studio di questi sistemi di accumulo di energia è stato oggetto di una collaborazione, nata nei primi anni 2000, tra il CRS4 ed il centro ricerche FIAT. La simulazione computazionale dei vari componenti delle celle a combustibile (elettrodi, membrana, elettroliti) costituisce un importante strumento per la progettazione ed ottimizzazione di questi sistemi di accumulo, consentendo allo stesso tempo un netto risparmio dei costi di sperimentazione (2010).

The image shows four frames of a video representing the simulation of the diffusion of protons (depicted as yellow spheres) in solid state water (hexagonal crystals, white and red spheres), for an electrochemical process taking place in fuel cells. The study of these energy storage systems was the subject of a collaboration, which began in the early 2000s, between CRS4 and the FIAT research centre. The computational simulation of the various fuel cell components (electrodes, membrane, electrolytes) is an important tool for the design and optimization of these storage systems, while at the same time allowing a clear saving in the experimentation costs (2010).



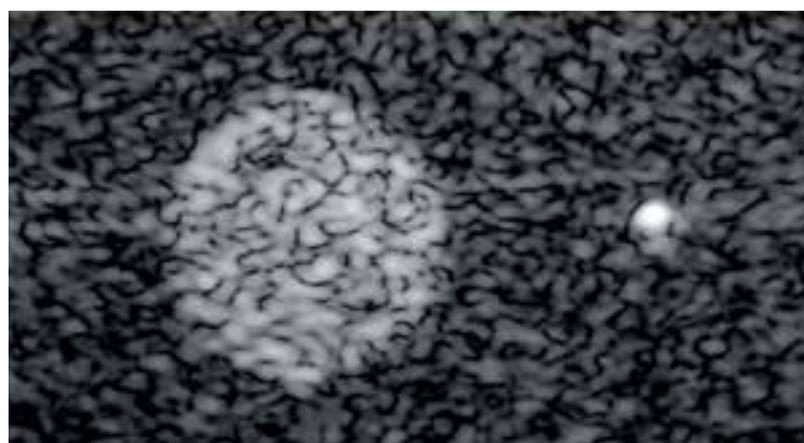
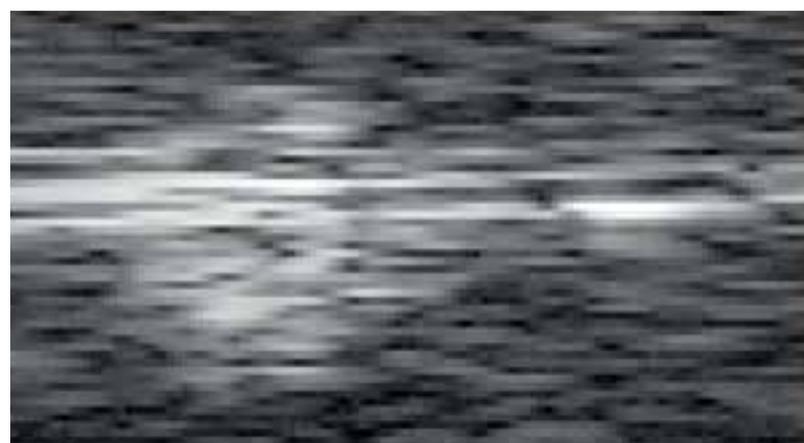
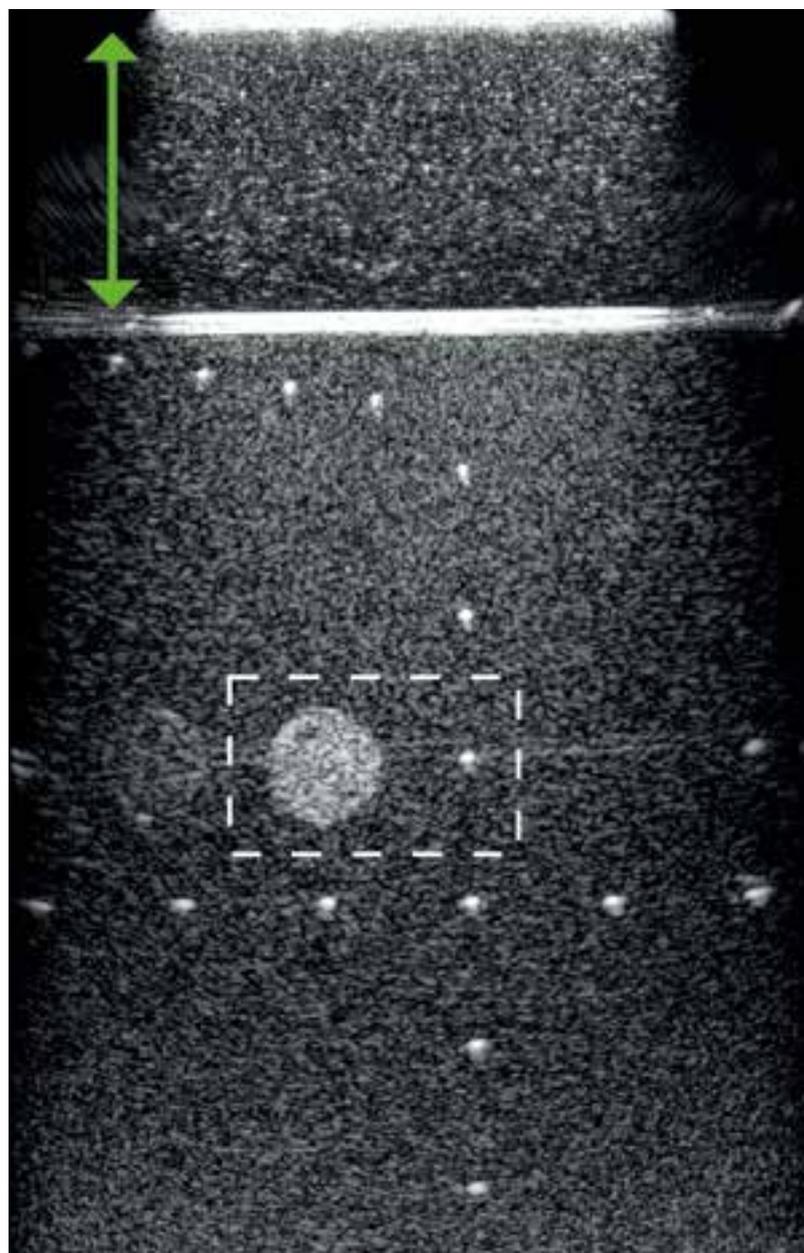
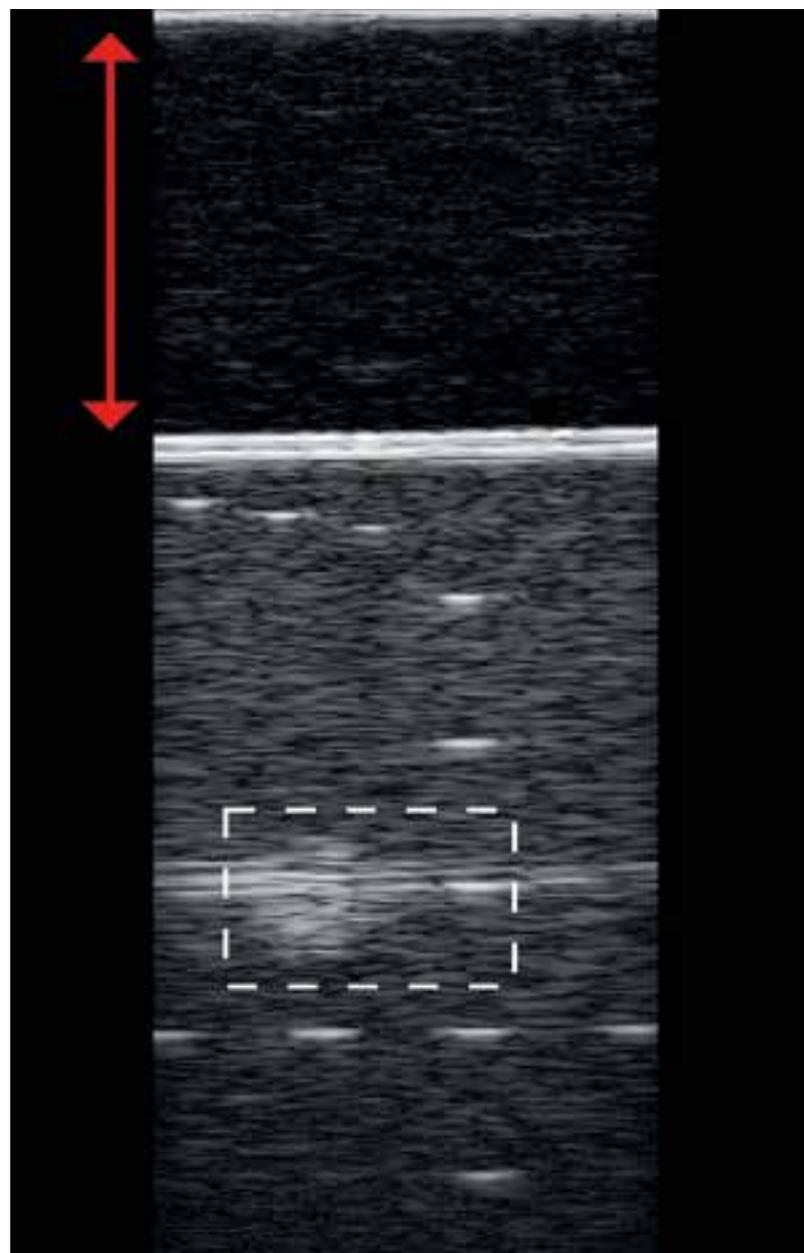
L'emoglobinuria parossistica notturna è una malattia del sangue causata dalla carenza di due proteine nelle cellule staminali ematopoietiche. Tale carenza è dovuta a mutazioni disfunzionali del gene PIGA. L'immagine mostra i grafici di correlazione delle fluttuazioni della proteina espressa dal gene PIGA, nella proteina funzionale e nelle quattro specifiche mutazioni (G48D, P93L, G239R e L355S). I colori verso il fucsia indicano una flessibilità maggiore e quelli verso il blu una minore. I grafici mostrano che le regioni terminali della proteina hanno una maggiore flessibilità qualora sia presente una mutazione. Nel complesso, lo studio suggerisce che queste quattro mutazioni, particolarmente G48D, siano altamente efficaci nell'alterare la conformazione strutturale, la stabilità e quindi la funzionalità della proteina espressa dal gene PIGA, sia su scala locale che globale. Questa ricerca si colloca all'interno di un vasto programma di studio di malattie e fenomeni biologici nell'uomo, in collaborazione con medici e biologi e con lo scopo di sviluppare terapie, marcatori e farmaci. Il CRS4, all'interno di queste collaborazioni multidisciplinari, si occupa principalmente della modellistica computazionale su scala molecolare dei fenomeni biologici. Le immagini, in particolare, si riferiscono ad una collaborazione del 2018 con School of Biosciences and Technology in India, Shenzhen Institutes of Advanced Technology in Cina e l'Università di Cagliari.

Paroxysmal nocturnal haemoglobinuria is a blood disorder caused by a deficiency of two proteins in haematopoietic stem cells. This deficiency is due to dysfunctional mutations in the PIGA gene. The image shows correlation graphs of fluctuations in the protein expressed by the PIGA gene, in the functional protein and in the four specific mutations (G48D, P93L, G239R, and L355S). Fuchsia colors indicate greater flexibility and blue colours indicate less flexibility. The graphs show that the terminal regions of the protein have greater flexibility when a mutation is present. Overall, the study suggests that these four mutations, particularly G48D, are highly effective in altering the structural conformation, stability, and therefore functionality of the protein expressed by the PIGA gene both on a local and global scale. This research is part of a broad program to investigate diseases and biological phenomena in humans, in collaboration with physicians and biologists and with the aim of developing therapies, markers, and drugs. As part of these multidisciplinary collaborations, CRS4 is mainly involved in the computational modelling of biological phenomena on a molecular scale. In particular, the images refer to a 2018 collaboration with the School of Biosciences and Technology in India, the Shenzhen Institutes of Advanced Technology in China, and the University of Cagliari.



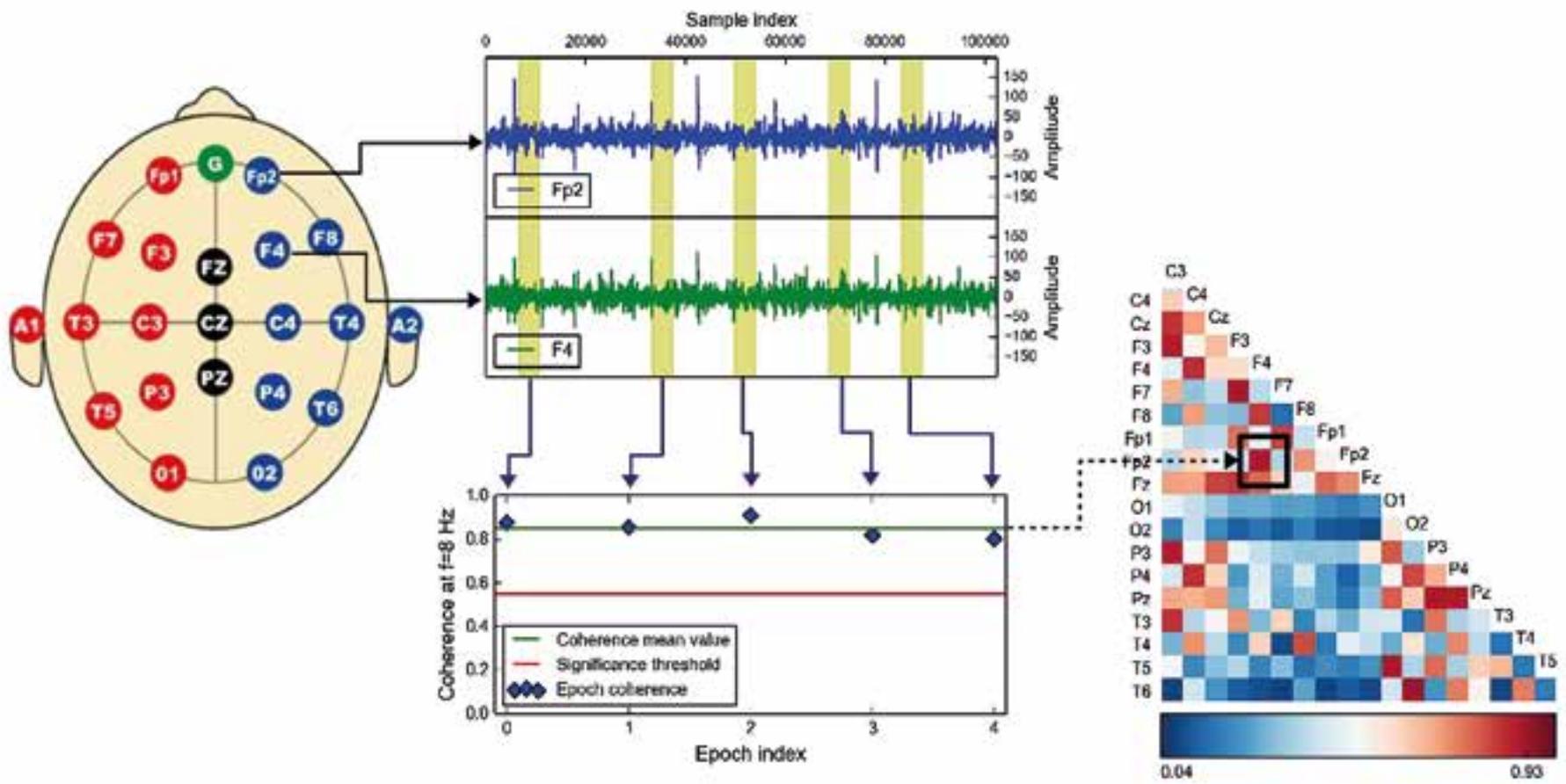
Nel 2020 il CRS4 ha validato con successo l'idea di applicare un metodo ondulatorio della sismica di riflessione al campo biomedico. I test di laboratorio effettuati hanno rivelato una notevole risoluzione spaziale e un posizionamento estremamente accurato delle strutture illuminate, anche in presenza di uno strato aberrante. Il nuovo algoritmo (a destra) migliora considerevolmente la risoluzione delle immagini ecografiche, grazie all'utilizzo di un modello matematico più complesso e più aderente alla realtà fisica rispetto a quelli sinora implementati nei software degli ecografi convenzionali (a sinistra). L'assenza di fenomeni di aberrazione di fase nel nuovo metodo è dovuta alla sua capacità di gestire mezzi non omogenei a velocità variabile. Questo risultato ha aperto la strada a una nuova linea di attività di ricerca.

In 2020, CRS4 successfully validated the idea of applying a wave method used in reflection seismology to the biomedical field. Laboratory tests revealed remarkable spatial resolution and extremely accurate positioning of illuminated structures, even in the presence of an aberrant layer. The new algorithm (right) considerably improves the resolution of ultrasound images by using a more complex mathematical model that is closer to physical reality than those ones implemented in conventional ultrasound software to date (left). The absence of phase aberration phenomena in the new method is due to its ability to handle non-homogeneous media at variable speeds. This result has paved the way for a new line of research activities.



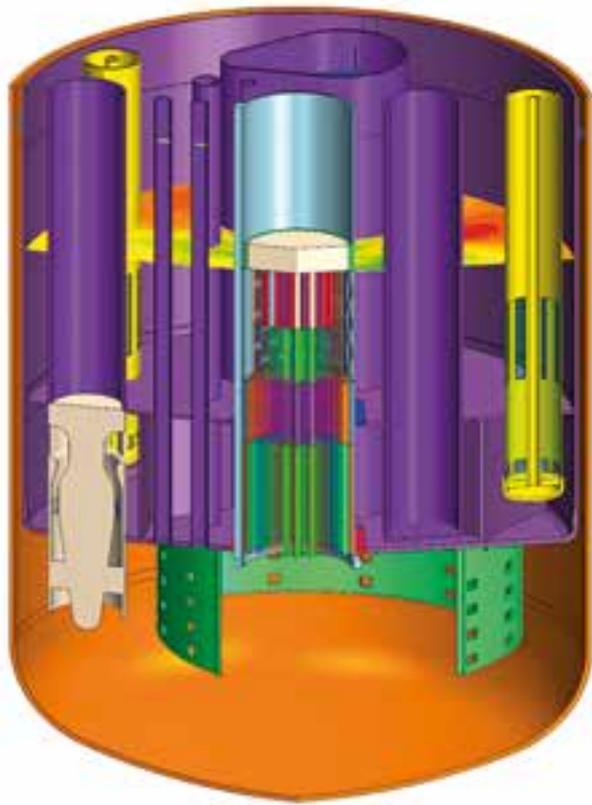
La complessità dei problemi affrontati in biologia e medicina richiede per la loro soluzione la stretta collaborazione di gruppi multidisciplinari. I ricercatori in informatica visuale e ad alta intensità di dati del CRS4 collaborano abitualmente con i clinici e i ricercatori biomedici in tutte le fasi degli studi sperimentali, dalla progettazione dello studio all'analisi finale dei dati, trovando modi innovativi per applicare tecniche di calcolo ad alta intensità di dati, analisi visuale e machine learning per risolvere problemi rilevanti per il mondo biomedico. La figura mostra il flusso di lavoro di uno studio del 2018 in cui l'elettroencefalografia (EEG) è impiegata nell'analisi dei disturbi del sonno, con l'obiettivo di caratterizzare la connettività funzionale in pazienti con epilessia notturna del lobo frontale.

The complexity of the problems faced in biology and medicine requires the close collaboration of multidisciplinary teams to solve them. Researchers in visual and data-intensive computing at CRS4 routinely collaborate with clinicians and biomedical researchers at all stages of experimental investigations, from designing these studies to analyzing final data, finding innovative ways to apply data-intensive computing techniques, visual analysis, and machine learning to solve problems relevant to the biomedical world. The figure shows the workflow of a 2018 study where electroencephalography (EEG) is used in the analysis of sleep disorders, with the aim of characterizing functional connectivity in patients with frontal lobe nocturnal epilepsy.

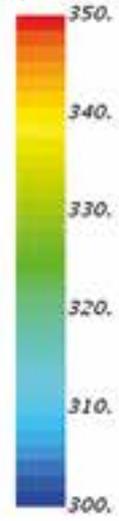


Le immagini mostrano parte della simulazione di strutture del circuito di raffreddamento primario di MYRRHA, un reattore nucleare di nuova generazione, detta generazione 4, ottenuta con il software commerciale “Star-ccm+” della Siemens. In alto a sinistra, è visibile l’ubicazione del nocciolo al centro, di una pompa in beige e di uno scambiatore di calore in giallo. Si evidenzia anche il livello della superficie libera del fluido refrigerante, la lega eutettica di piombo-bismuto allo stato liquido, con l’indicazione dei relativi livelli termici. La progettazione del prototipo ha avuto varie evoluzioni ed è ancora supportata e cofinanziata da molti progetti europei, anche con la partecipazione del CRS4, che fornisce simulazioni di fluidodinamica computazionale e la relativa analisi (2019). Il progetto MYRRHA è sostenuto dal governo belga e il reattore è in fase di costruzione nel sito nucleare di Mol, nelle Fiandre.

The images show part of the simulation of the structures of the primary cooling circuit of MYRRHA, a new generation nuclear reactor, known as Generation 4, obtained with the commercial software “STAR-CCM+” from Siemens. In the top left, the location of a pump core is visible in the central part, a pump in beige and a heat exchanger in yellow may be also recognized. Also shown is the level of the free surface of the refrigerant, the eutectic lead-bismuth alloy in its liquid state, along with the corresponding temperature values. The prototype design has had several evolutions and it is still supported and co-funded by many European projects, including the participation of CRS4, which provides computational fluid dynamics simulations and related analysis (2019). The MYRRHA project is supported by the Belgian government and the reactor is under construction at the Mol nuclear site in Flanders.

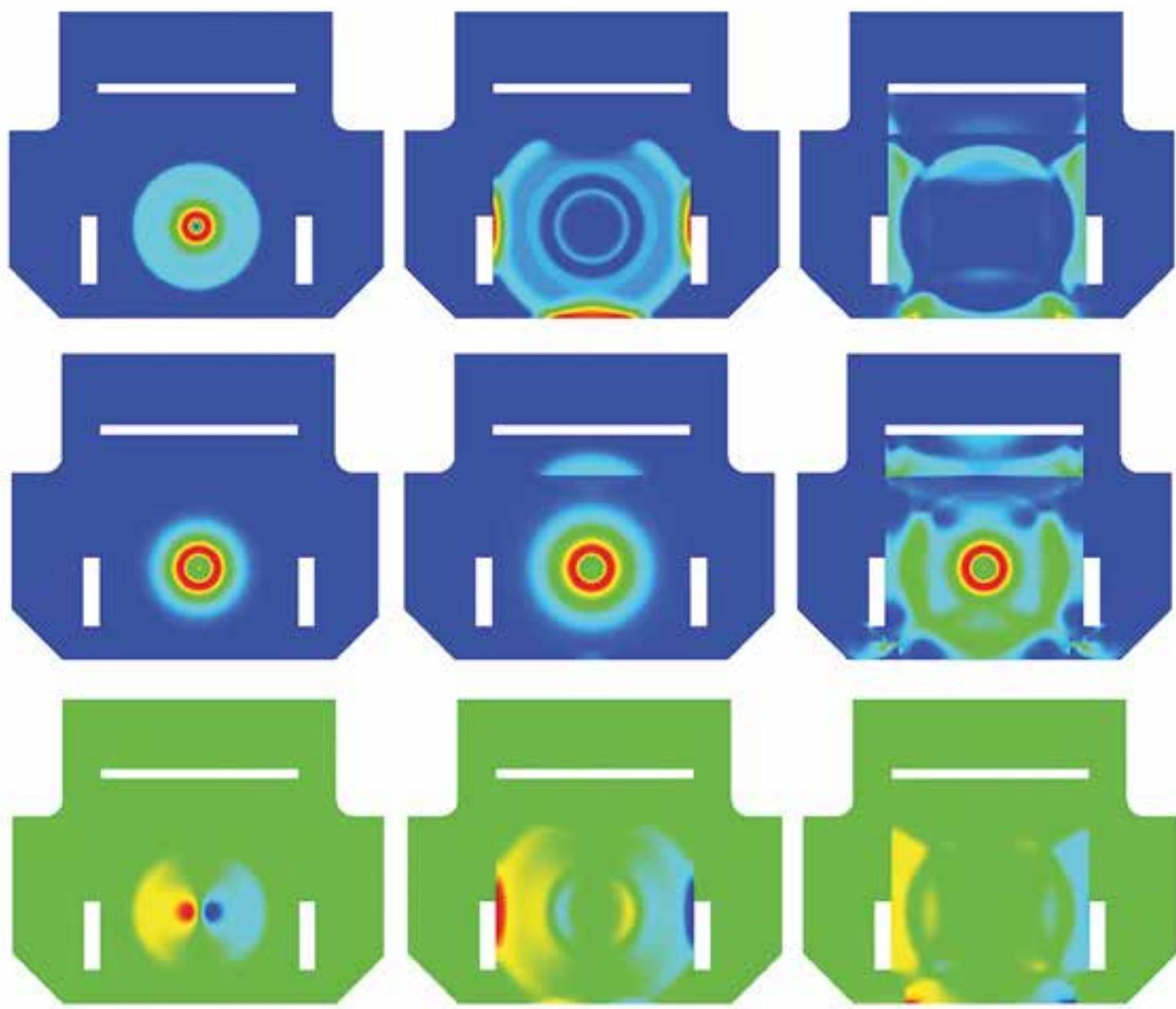


Temperature (C)



La figura mostra un'analisi termoelastica di bersagli solidi di LHC (Large Hadron Collider). Il CRS4 ha collaborato con il CERN all'analisi strutturale avanzata di alcuni apparati di LHC, l'acceleratore di particelle più grande e potente al mondo. LHC prevede "canali" per estrarre e trasferire fasci di particelle (ad es. in direzione dei laboratori del Gran Sasso per l'esperimento CNGS). Dumpers appositi proteggono i sistemi di estrazione da fasci iniettati erroneamente: un "codice Monte Carlo" calcola la distribuzione di calore generato al loro interno. La simulazione, tramite un codice HPC (calcolo ad alte prestazioni) per la termoelasticità, della propagazione di onde che ne deriva è uno strumento di supporto alle decisioni usato in fase di progettazione di LHC, i cui primi run risalgono al 2008.

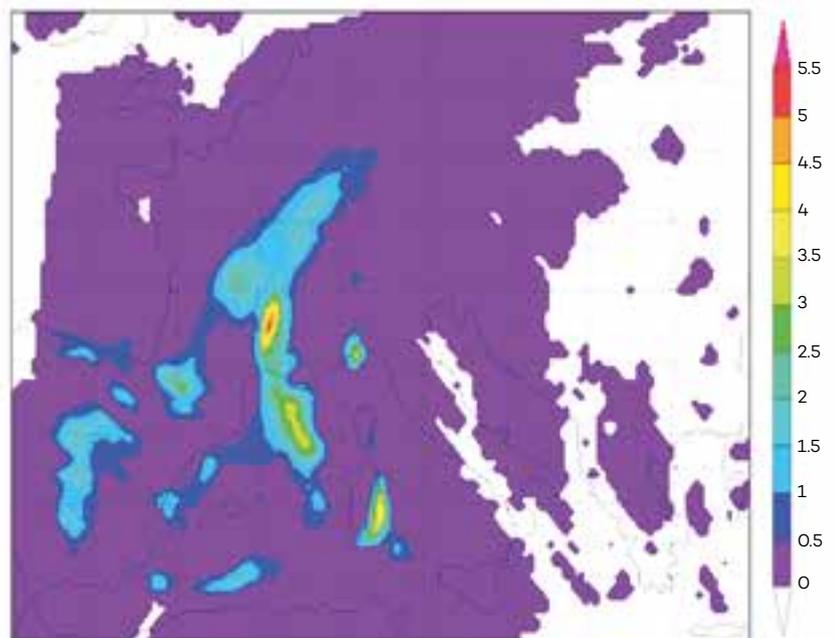
The image shows a thermoelastic analysis of solid targets at the Large Hadron Collider (LHC). CRS4 has collaborated with CERN to carry out advanced structural analysis of some of the apparatus of the LHC, the world's largest and most powerful particle accelerator. The LHC provides "channels" to extract and transfer particle beams (e.g. in the direction of the Gran Sasso laboratories for the CNGS experiment). Special dumpers protect the extraction systems from erroneously injected beams: a "Monte Carlo code" calculates the heat distribution generated inside them. The simulation of the resulting wave propagation by means of an HPC (high performance computing) code for thermoelasticity is a decision support tool used during the design phase of the LHC, whose first runs date back to 2008.



L'immagine in alto mostra la media di 50 differenti previsioni a 12 ore della precipitazione espressa in mm/ora relativamente all'evento meteorico che ha causato piogge di straordinaria intensità il 22 ottobre 2008 nella parte centro meridionale e orientale della Sardegna. Il metodo utilizzato, un "pacchetto" di 50 previsioni, consente di valutare anche la probabilità che l'evento si verifichi. L'immagine in basso riporta la probabilità che la precipitazione superi la soglia di 8 mm/ora e mostra come in questo caso il metodo usato fosse in grado di prevedere con 12 ore di anticipo e con una probabilità altissima il verificarsi dell'evento. Lo studio è stato effettuato al CRS4 utilizzando le sue infrastrutture di super calcolo. Il Centro è tuttora impegnato nello sviluppo di tecniche per la previsione, anche a brevissima scadenza, degli eventi di precipitazione intensa, con il progetto TDM (tessuto digitale metropolitano).

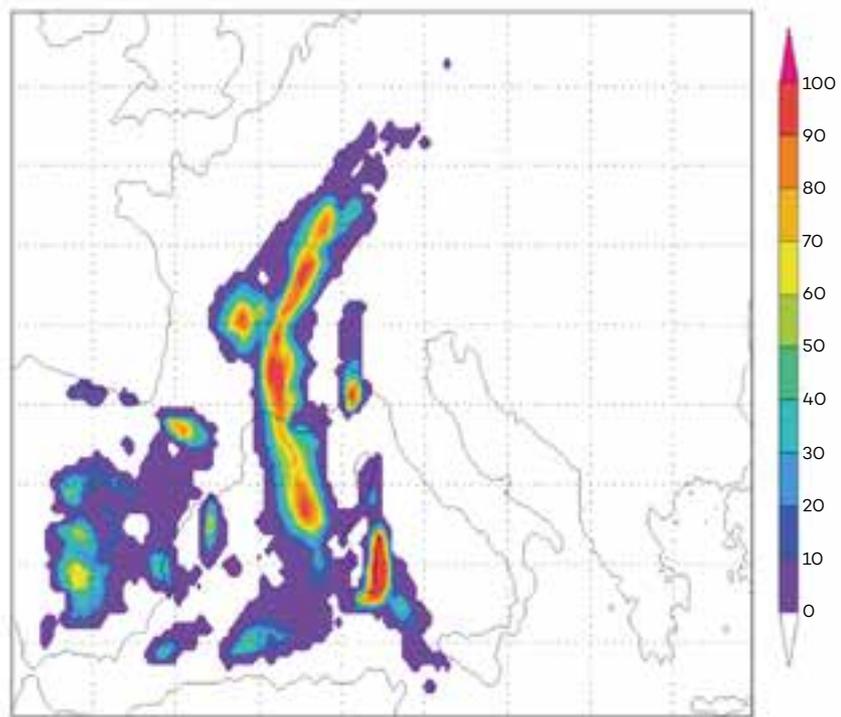
The image above shows the average of 50 different 12-hour rainfall forecasts expressed in mm/hour for the meteorological event that caused extraordinarily heavy rainfall on 22 October 2008 in the central southern and eastern part of Sardinia. The method used, a "package" of 50 forecasts, also makes it possible to assess the probability of the event occurring. The image below shows the probability of the precipitation exceeding the threshold of 8 mm/hour and shows how in this case the method used was able to predict the occurrence of the event 12 hours in advance and with a very high probability. The study was carried out at CRS4 using its supercomputing infrastructure. The Centre is still engaged in the development of techniques for the prediction, even at very short notice, of intense precipitation events, with the TDM (Tessuto Digitale Metropolitano - Metropolitan Digital Fabric) project.

Haurly cumulated precipitation (mm/hr)



GMT: 22 OCT 2008 - h 06

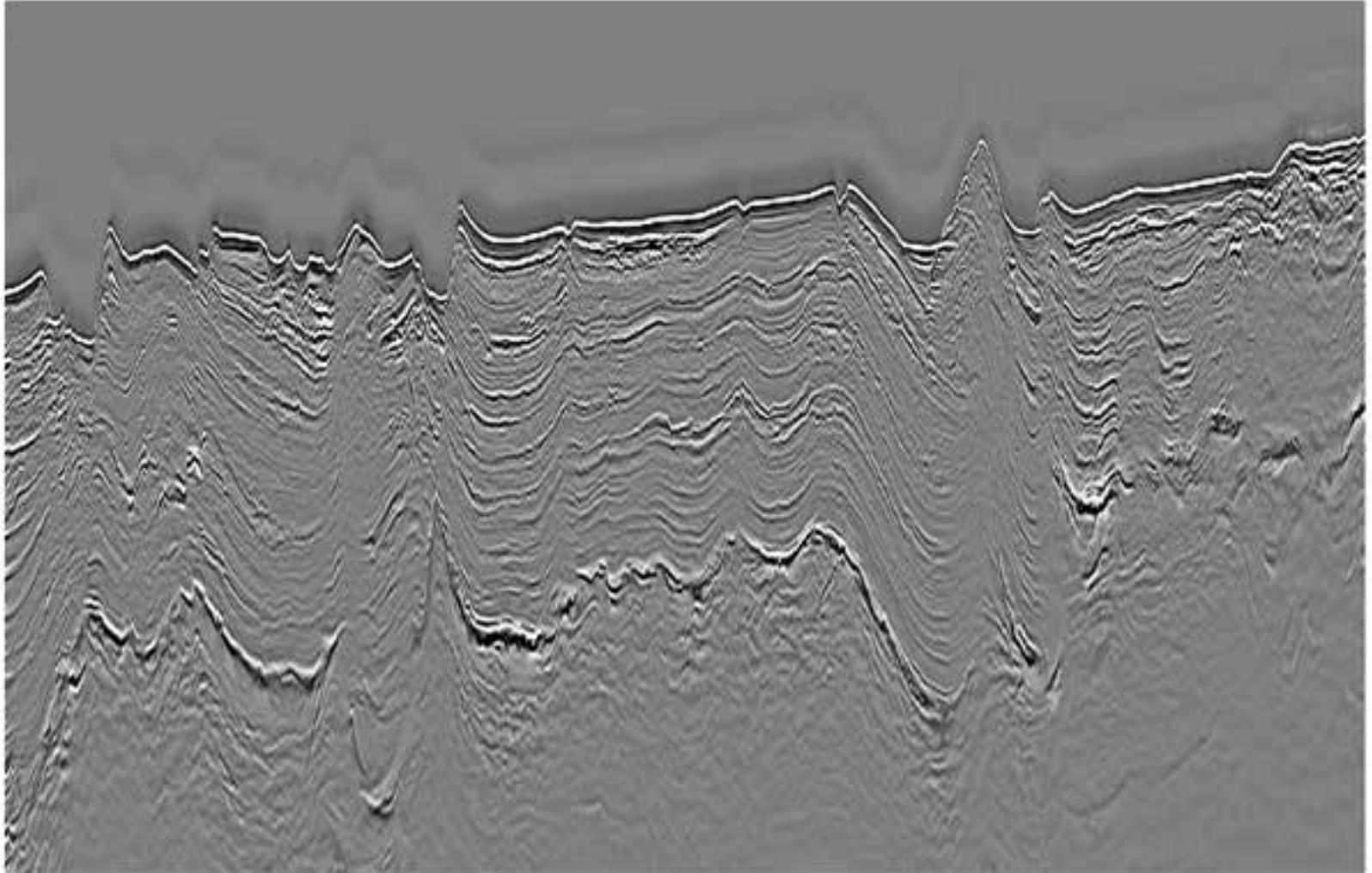
Probability of precipitation at level 8 (mm/hr)



GMT: 22 OCT 2008 - h 12

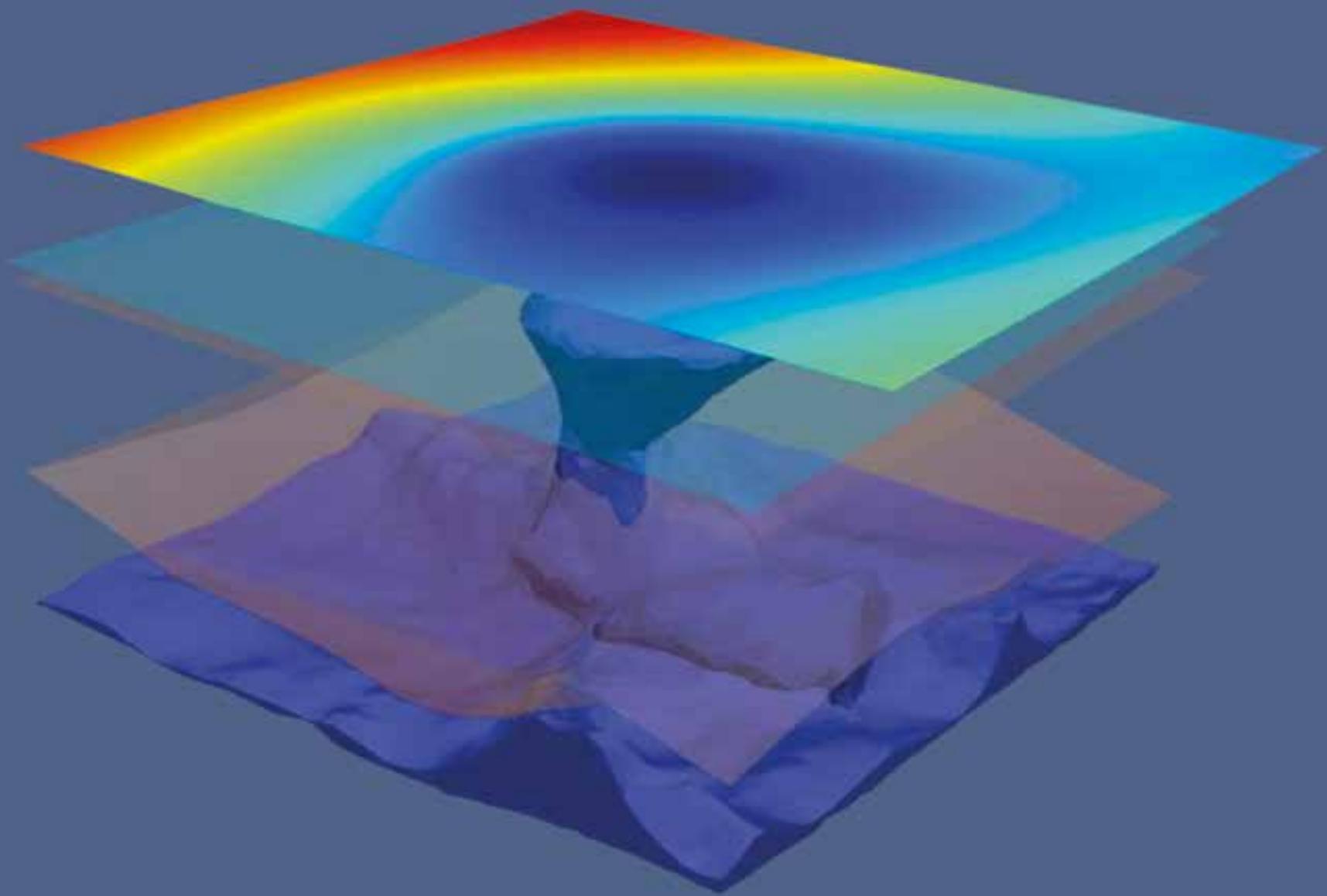
La figura mostra la stratificazione di una struttura geologica sottomarina calcolata formalizzando la ricostruzione acustica come un problema di ottimizzazione, guidato dai dati sismici e indipendente dalla velocità di propagazione del segnale. La formulazione del problema, concepita per Eni dal CRS4 nel 2012 e tuttora in evoluzione, si basa sull'esistenza di una trasformazione geometrica tra il fronte d'onda diffratto in profondità, poi rilevato in superficie, e un suo modello parametrico con un tempo di volo calcolato analiticamente. La sua accuratezza deriva dalla scelta ottimale dei parametri che nello spazio dei dati sismici permette la raccolta del più gran numero di echi coerenti per la sintesi di ciascun punto dell'immagine acustica. Questa applicazione ha aperto nuove prospettive per l'analisi di mezzi con bassa risposta sismica.

The image shows the stratification of a submarine geological structure calculated by formalising the acoustic reconstruction as an optimisation problem, driven by seismic data and regardless of the signal propagation velocity. The problem formulation, conceived for Eni by CRS4 in 2012 and still under development, is based on the existence of a geometric transformation between the wavefront diffracted at depth, then detected at the surface, and its parametric model with an analytically calculated time-of-flight. Its accuracy derives from the optimal choice of parameters that within the area of the seismic data allows the collection of the largest number of coherent echoes for the synthesis of each point in the acoustic image. This application has opened up new perspectives for the investigation of media with a low seismic response.



Applicazione di calcolo ad alte prestazioni per la caratterizzazione 3D della distribuzione della densità di massa della Terra, a partire da dati di anomalie gravimetriche satellitari e aeree. Matematicamente, la complessità della risoluzione è determinata dal fatto inevitabile che la fisica del fenomeno e la sua descrizione formale portino a un problema inverso, notoriamente difficile e indeterminato. L'applicazione, sviluppata e implementata dal CRS4 dal 2018 in poi, consente la caratterizzazione 3D su scala di bacino della regione sorvolata tramite la ricostruzione dalla superficie terrestre fino al mantello superiore, a circa 50 km di profondità.

High-performance computing application for the 3D characterization of the distribution of the Earth's mass density using satellite and airborne gravimetric anomaly data. Mathematically, the complexity of the resolution is driven by the inevitable fact that the physics of the phenomenon and its formal description lead to an inverse problem, which is known to be difficult and under-determined. The application, developed and implemented by CRS4 from 2018 onwards, allows a basin-scale 3D characterisation of the region being flown over, by reconstructing it from the Earth's surface down to the upper mantle, at a depth of about 50 km.

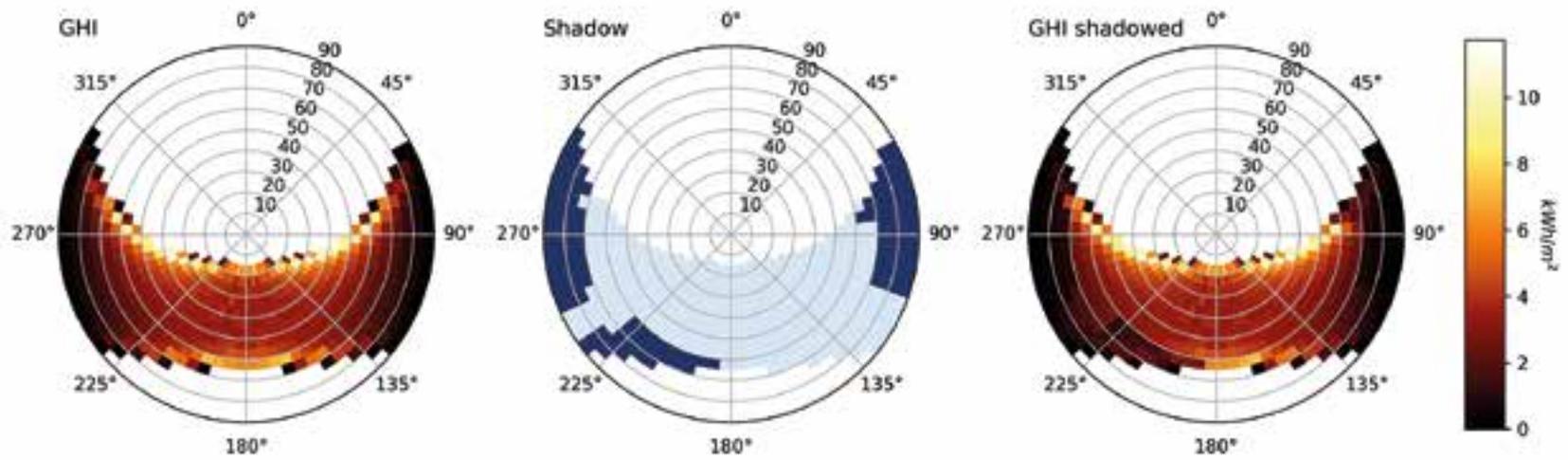
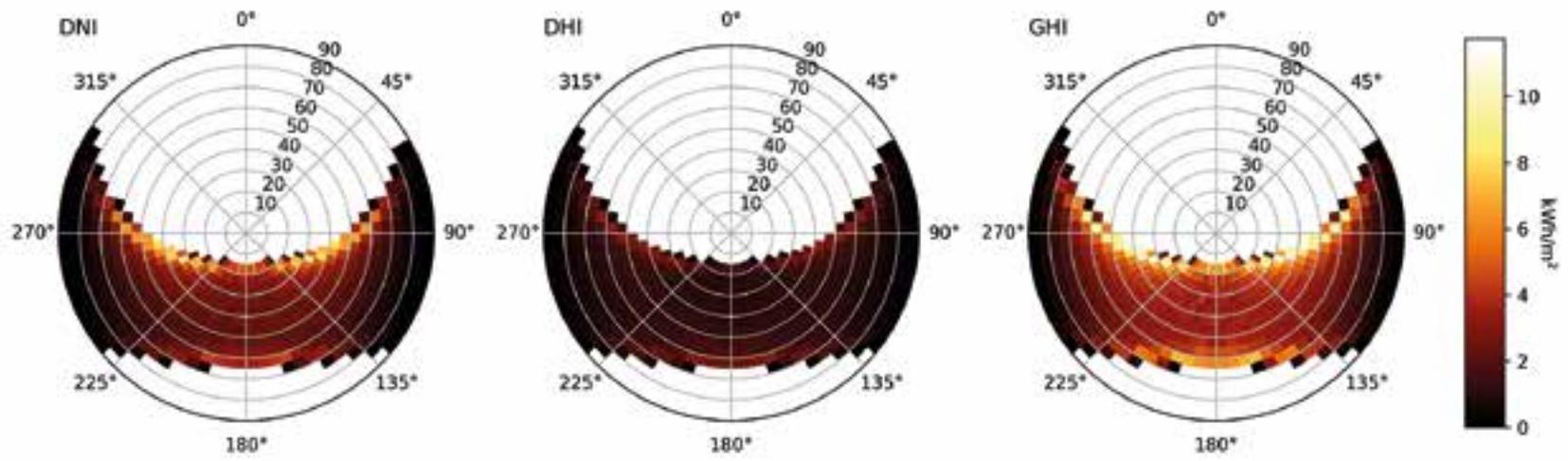


Il CRS4 è impegnato nella ricerca di soluzioni tecnologiche per lo sfruttamento ottimale delle fonti energetiche rinnovabili e per la loro integrazione nel sistema di distribuzione energetica.

L'immagine mostra il calcolo della distribuzione della radiazione solare captata da un pannello fotovoltaico parzialmente in ombra, nel corso di un anno. I diagrammi polari della prima riga mostrano l'intensità della radiazione diretta (DNI), diffusa (DHI) e globale (GHI), in funzione della posizione apparente del sole data dagli angoli di azimuth e di zenith (in direzione radiale). La seconda riga mostra l'effetto dell'ombra portata dagli edifici intorno al pannello. La radiazione globale è modulata dal secondo diagramma polare (nei toni del blu) dove i punti più scuri corrispondono a posizioni del sole in cui non può illuminare direttamente il pannello. L'immagine è ottenuta mediante un algoritmo sviluppato al CRS4 per la stima della produzione da impianti fotovoltaici utilizzabile per un singolo pannello, per impianti complessi o per intere aree urbane, che permette di ottenere una valutazione molto rapida del potenziale di produzione energetica mediante pannelli fotovoltaici progettati per intere aree urbane, a partire da dati satellitari e catastali.

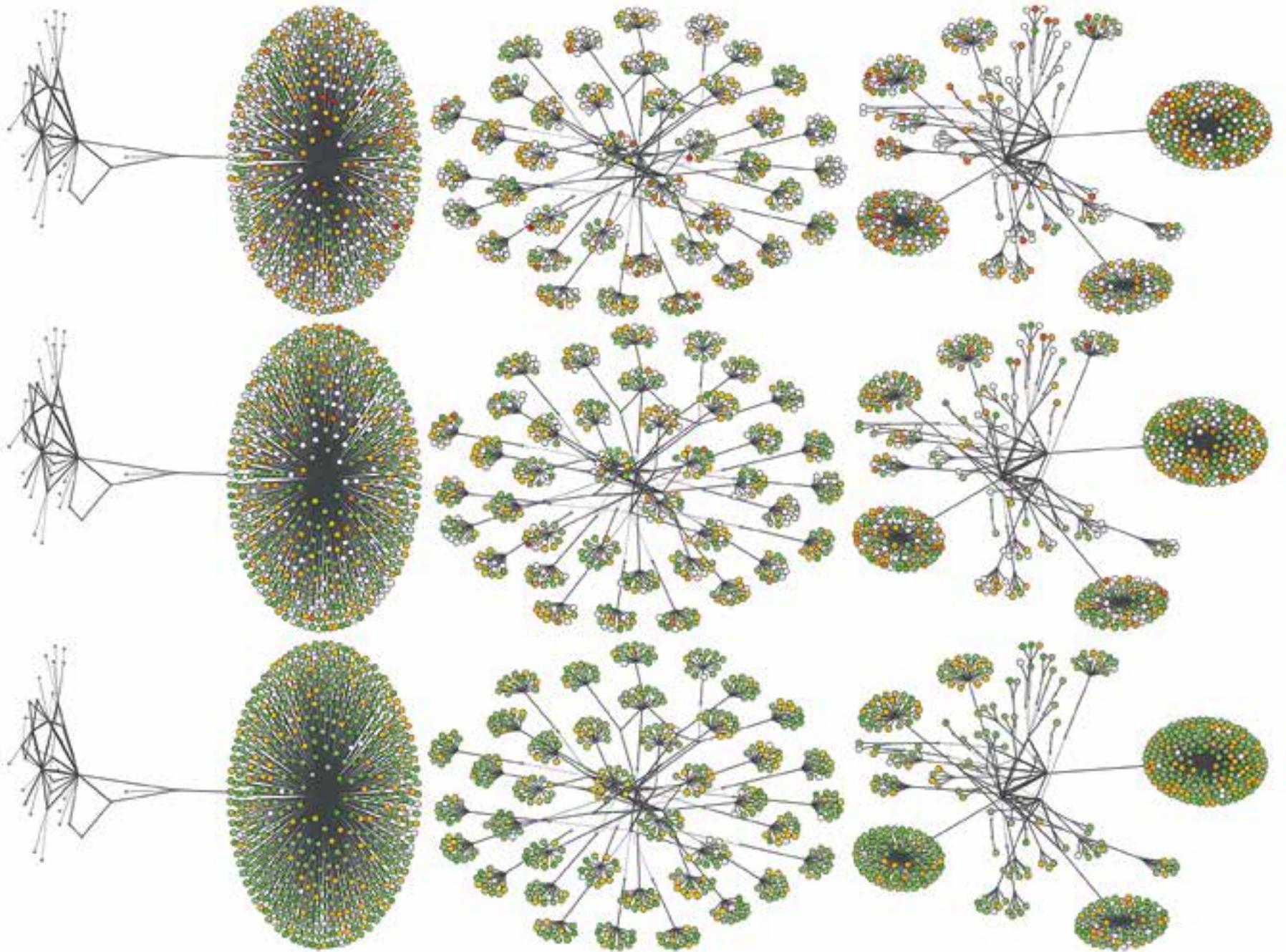
CRS4 is committed to find out technological solutions for the optimal exploitation of renewable energy sources and their integration into the energy distribution system.

The image shows the calculation of the distribution of solar radiation captured by a partially shaded photovoltaic panel over the course of a year. The polar plots on the first line show the intensity of direct (DNI), diffuse (DHI), and global radiation (GHI), depending on the apparent position of the sun given by the azimuth and zenith angles (in the radial direction). The second line shows the effect of the shadow cast by the buildings around the panel. The global radiation is modulated by the second polar diagram (in shades of blue) where the darkest points correspond to positions of the sun where it cannot directly illuminate the panel. The image is obtained through an algorithm developed at CRS4 for estimating the output from photovoltaic systems that can be used for a single panel, either for complex systems or for entire urban areas. This algorithm allows for a very rapid evaluation of the potential energy output from photovoltaic panels designed for entire urban areas, using satellite and cadastral data.



È sempre più comune consolidare le infrastrutture IT (Information Technology) in pochi centri molto grandi per sfruttare economie di scala. Per applicazioni ad alta intensità di dati, però, la distanza che intercorre tra le risorse centrali e l'utente finale può avere un costo molto rilevante. Nel 2017, i ricercatori del CRS4 hanno studiato questo problema e sviluppato metodi di ottimizzazione stocastica e multi-obiettivo per valutare diversi scenari possibili, che vanno dall'infrastruttura completamente centralizzata a quella completamente distribuita. Questo permette di trovare il punto di equilibrio ottimale nella progettazione delle infrastrutture. In questa figura, le configurazioni hub, distribuite e centralizzate, sono mostrate rispettivamente da sinistra a destra. Le righe (dall'alto in basso) si riferiscono alla rete sempre più ottimizzata. I cerchi bianchi e verdi rappresentano rispettivamente nodi vuoti o con funzionalità normale, mentre quelli in giallo e rosso sono sovraccarichi.

It is increasingly common to consolidate IT (Information Technology) infrastructures into a few very large centres to exploit economies of scale. For data-intensive applications, however, the distance between central resources and the end user can have a very significant cost. In 2017, CRS4 researchers studied this problem and developed stochastic and multi-objective optimization methods to evaluate several possible scenarios, ranging from fully centralized to fully distributed infrastructure. This allows one to find the optimal balance point in infrastructure design. In this figure, the hub configurations, both distributed and centralized, are shown from left to right, respectively. The rows (from top to bottom) refer to the increasingly optimized network. The white and green circles represent empty or normal-functioning nodes respectively, while those ones in yellow and red are overloaded.



INFRASTRUTTURA DI CALCOLO

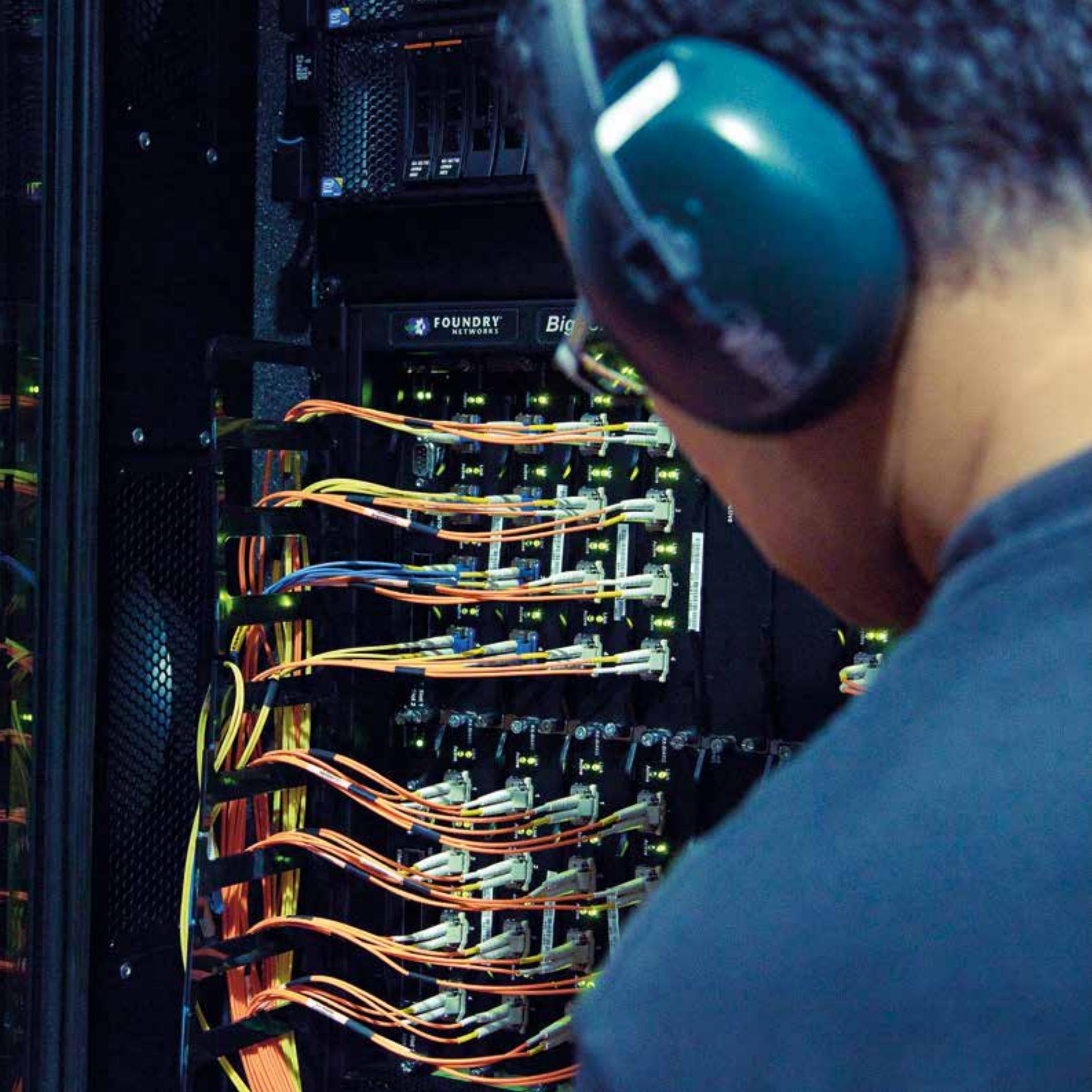
Il CRS4 offre supporto alle attività di ricerca della comunità scientifica e del settore industriale grazie al suo centro di calcolo ad alte prestazioni in costante crescita e aggiornamento.

L'utilizzo delle piattaforme di calcolo ad alte prestazioni ha consentito un enorme sviluppo delle tecniche di modellistica numerica fornendo uno straordinario contributo negli ultimi decenni all'avanzamento della conoscenza e alla realizzazione di prodotti e processi tecnologicamente avanzati. Le infrastrutture permettono di progettare, studiare, riprodurre e visualizzare complessi fenomeni naturali e sistemi ingegneristici con un'accuratezza fino a poco tempo fa impensabile. Il calcolo ad alte prestazioni viene utilizzato in diversi ambiti: lo studio della meteorologia, la geofisica, la fluidodinamica, lo studio della materia nella chimica, lo sviluppo delle molecole per nuovi farmaci, lo studio delle proteine nella medicina, l'analisi dei dati della genetica e tanto altro.

COMPUTATIONAL INFRASTRUCTURE

CRS4 supports the research activities of the scientific community and industry thanks to its high-performance computing centre that is constantly expanding and being updated.

The use of high-performance computing platforms has enabled an enormous development of numerical modelling techniques, making an extraordinary contribution in recent decades to the advancement of knowledge and yielding technologically advanced products and processes. These infrastructures make it possible to design, study, reproduce, and visualize complex natural phenomena and engineering systems with an accuracy that was unthinkable until recently. High-performance computing is used in various fields: the study of meteorology, geophysics, fluid dynamics, the study of matter in chemistry, the development of molecules for new drugs, the investigation of proteins in medicine, the analysis of genetic data, and much more.



FOUNDRY NETWORKS

Big

PIATTAFORMA DI SEQUENZIAMENTO

Il CRS4 gestisce una piattaforma di sequenziamento massivo di ultima generazione (NGS, Next Generation Sequencing) che consente di eseguire sequenziamento genomico su scala di produzione, ad alta produttività e a basso costo. Questa piattaforma è integrata con un centro di calcolo ad alte prestazioni, caratterizzato da un'elevata concentrazione di potenza di calcolo, e da sistemi di storage su larga scala. Grazie a una combinazione unica di un solido programma di ricerca e sviluppo su tecnologie abilitanti per applicazioni ad alta intensità di dati con processi sperimentali e risorse computazionali, questa infrastruttura integrata rappresenta un riferimento a scala europea a supporto della ricerca biomedica. In questo ambito, negli ultimi 10 anni il CRS4 ha collaborato con importanti centri di ricerca e ospedali in Italia e all'estero e ha partecipato a una vasta rete di centri specializzati e ospedali per l'implementazione di approcci di Next Generation Sequencing (NGS) per la medicina personalizzata, sviluppando procedure sperimentali e computazionali in grado di gestire il gigantesco flusso di dati risultante e di estrarre informazioni significative dall'analisi combinata dell'intero genoma, dell'esoma e del trascrittoma, con particolare attenzione all'oncologia e alla genomica delle malattie rare.

SEQUENCING CORE FACILITY

CRS4 operates a modern Next Generation Sequencing (NGS) core facility sustaining high throughput, low cost, production-scale sequencing experiments, coupled with a data-intensive computational infrastructure that provides specialized capabilities for tracking all-data procedures and biodata provenance, managing complex analysis workflows and results. Based on a unique combination of a strong research and development program in enabling technologies for data intensive applications, experimental processes and computational resources, this integrated infrastructure represents a European reference of integrated computing and experimental infrastructure to support biomedical research. Over the last 10 years, CRS4 has pioneered, in collaboration with important research centers and hospitals in Italy and abroad, the implementation of NGS approaches for personalized medicine by developing experimental and computational procedures that can handle the gigantic data flow generated by high processivity instrumentation and extract significant data from the combined analysis of the entire genome, exome and transcriptome, with applications in oncology and genomics of rare diseases.

Sequencing Analysis Viewer

Run Folder: D:\Illumina\MiSeqTemp\210330_M04253_0028_00000000_G67Y3

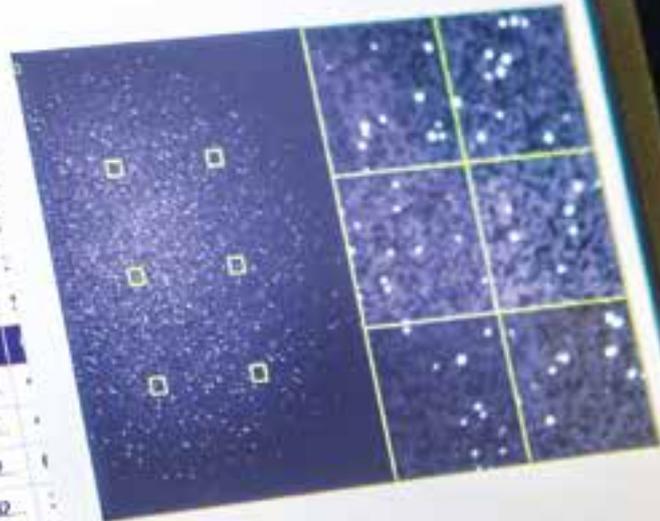
Browse

Analysis | Imaging | Summary | Tile Status | TruSeq Controls | Indexing

Cycle All Lane All Surface Both Swath All

A C G T

Index	Lane	Tile	Section	Cycle	Surface	Swath	Time
1	1	1101	1	1	Top	1	03/30/202...
2	1	1101	1	2	Top	1	03/30/202...
3	1	1101	1	3	Top	1	03/30/202...
4	1	1101	1	4	Top	1	03/30/202...
5	1	1101	1	5	Top	1	03/30/202...
6	1	1101	1	6	Top	1	03/30/202...
7	1	1101	1	7	Top	1	03/30/202...
8	1	1101	1	8	Top	1	03/30/202...
9	1	1101	1	9	Top	1	03/30/202...
10	1	1101	1	10	Top	1	03/30/202...
11	1	1101	1	11	Top	1	03/30/202...
12	1	1101	1	12	Top	1	03/30/202...
13	1	1101	1	13	Top	1	03/30/202...
14	1	1101	1	14	Top	1	03/30/202...
15	1	1101	1	15	Top	1	03/30/202...
16	1	1101	1	16	Top	1	03/30/202...
17	1	1101	1	17	Top	1	03/30/202...



PIATTAFORMA UBIDP (UBIQUITOUS DIGITAL PLATFORM)

UbiDP è la piattaforma operativa digitale del CRS4 che permette di gestire grandi quantità di dati (immagini, suoni, video) provenienti da fonti diverse (governative, da sensori, da internet, ecc.) e di trasformarli, grazie a tecnologie software appositamente sviluppate, in rappresentazioni e grafici per la gestione e il monitoraggio di eventi e situazioni critiche.

La piattaforma è operativa per il coordinamento della logistica dei territori in stati emergenziali, come alluvioni e incendi, per la gestione del traffico, dei parcheggi e per il controllo del flusso delle persone durante grandi manifestazioni ed eventi.

UBIQUITOUS DIGITAL PLATFORM (UBIDP)

UbiDP is CRS4's digital operational platform that allows us to manage large amounts of data (images, sounds, and videos) from different sources (governmental, sensors, the Internet, etc.) and, thanks to specially developed software technologies, to transform them into representations and graphics in order to manage and monitor events and critical situations.

The platform is operational for coordinating the logistics of territories in states of emergency, such as floods and fires, for managing traffic and parking, and for controlling the flow of people during large-scale demonstrations and events.



ROBOT ROSSANA

Prototipo di Assistant-Robot (2021) composto da elementi strutturali stampati in 3D con materiali termoplastici. Può interagire con le persone, ha la capacità di compiere dei gesti in reazione a delle richieste specifiche, memorizzare e riconoscere i volti, orientarsi e muoversi in un ambiente rilevando ostacoli e raggiungendo autonomamente i punti di destinazione. La ricerca, che abbraccia diverse discipline tra cui l'intelligenza artificiale, il machine learning e le risorse computazionali, esplora la capacità di un sistema robotico di relazionarsi con le persone e svolgere compiti specifici all'interno di un ambiente fisico condiviso. Gli studi si sviluppano nel campo dell'interazione che scaturisce tra il robot e la persona e per quelle applicazioni in cui il robot interagisce direttamente con l'ambiente dove opera. Le applicazioni vanno dallo sviluppo di robot di servizio impiegabili in diversi settori in aiuto dell'uomo, ai cobot utilizzati per agevolare i processi produttivi.

ROBOT ROSSANA

Prototype of an Assistant-Robot (2021) composed of structural elements 3D printed with thermoplastic materials. It can interact with people, has the ability to make gestures in response to specific requests, memorize and recognize faces, orient itself and move around an environment by detecting obstacles and autonomously reaching its destination points. The research, which spans several disciplines including artificial intelligence, machine learning and physical computing, explores the ability of a robotic system to relate to people and perform specific tasks within a shared physical environment. Studies are developed in the field of Human-Robot-Interaction and for those applications where the robot interacts directly with its environment. Applications range from the development of service robots that can be used in different sectors to assist humans, to cobots used to facilitate production processes.



VOLO IMMERSIVO

Il sistema (2020) è composto da una base giroscopica sostenuta da un perno che permette alla persona che indossa il visore di muoversi attorno ad esso imitando il volo con un aliante. Può essere considerato un'interfaccia esperienziale, in cui la componente percettiva si fonde con l'interattività. Gli studi si focalizzano sulla capacità di creare un senso di immersione e coinvolgimento sensoriale in un ambiente virtuale. Rendere queste esperienze sempre più reali dal punto di vista percettivo è la sfida della ricerca per lo sviluppo di sistemi e dispositivi sempre più raffinati. Gli ambiti applicativi vanno dallo sviluppo di simulatori finalizzati all'acquisizione di abilità cognitive e motorie, all'applicazione dei media immersivi al mondo dei beni culturali e del turismo.

IMMERSIVE FLIGHT

The system (2020) consists of a gyroscopic base supported by a pivot, which allows the person wearing the visor to move around it thus imitating the flight of a glider. It can be considered an experiential interface, where the perceptual component merges with interactivity.

Studies focus on the ability to create a sense of immersion and sensory involvement in a virtual environment. Making these experiences more and more real from a perceptual point of view is the research challenge for the development of increasingly refined systems and devices. Application areas range from the development of simulators aimed at the acquisition of cognitive and motor skills, to the application of immersive media to the world of cultural heritage and tourism.



TECNOLOGIE PER LA DIDATTICA

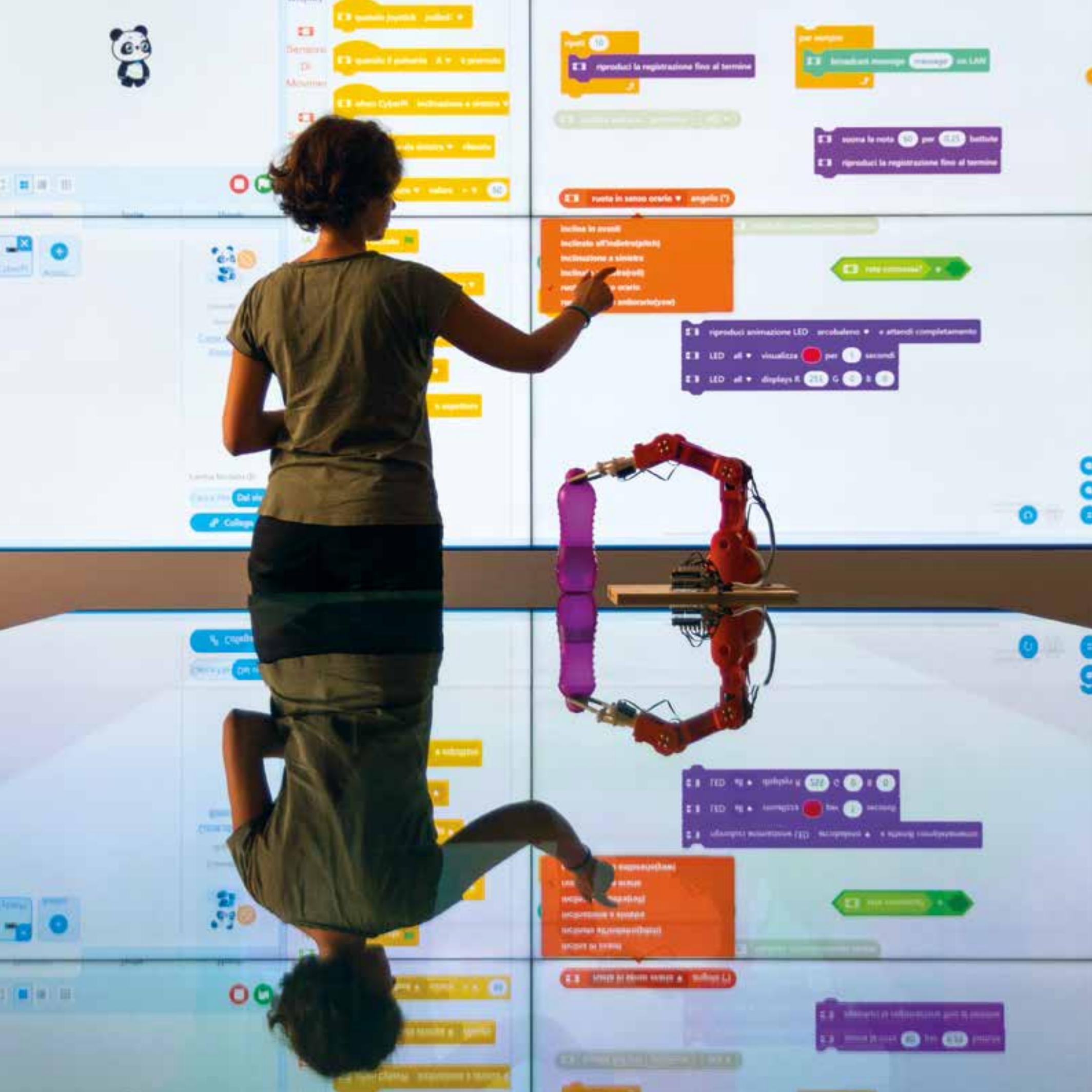
Il CRS4 realizza progetti per la sperimentazione dell'uso delle tecnologie digitali nella didattica. La foto mostra un'operatrice impegnata nell'uso di hardware e software per la robotica educativa, una delle proposte del progetto IDEA - Innovazione Didattica e Apprendimento. Sullo sfondo, un codice scritto con un linguaggio a blocchi, utile per un primo approccio alla programmazione.

Il progetto, finanziato dall'assessorato della Pubblica Istruzione della Regione Autonoma della Sardegna, con fondi del piano di azione coesione, in accordo con Sardegna Ricerche, è iniziato nel 2018 ed è giunto al suo terzo ciclo. Il fine è accompagnare i docenti delle scuole secondarie della Sardegna nella sperimentazione di nuovi strumenti e metodi per l'innovazione della didattica. Dal 2018 al 2020 hanno partecipato al progetto circa 400 docenti, 40 esperti in tecnologie e didattica, più di 7000 studenti.

EDUCATIONAL TECHNOLOGIES

CRS4 carries out projects to trial the use of digital technologies in education. The photo shows an operator engaged in the use of hardware and software for educational robotics, one of the proposals of the IDEA - Innovazione Didattica e Apprendimento (Educational Innovation and Learning) project. In the background, source code is written with a block language, which can be useful when you are first getting into programming.

Supported by the Department of Education of the Autonomous Region of Sardinia, with funds from the Cohesion Action Plan and in agreement with Sardegna Ricerche, the project began in 2018 and is now in its third cycle. The aim is to accompany secondary school teachers in Sardinia in experimenting with new tools and methods for educational innovation. From 2018 to 2020, about 400 teachers, 40 experts in technology and teaching, and more than 7000 students participated in the project.



INTERFACCE MULTIUTENTE

L'applicazione di realtà aumentata riconosce l'immagine del Nuraghe di Santa Barbara proiettato su uno schermo pubblicitario e mostra un modello 3D interattivo e esplorabile tramite smartphone. Il CRS4 è infatti impegnato nella ricerca e nello sviluppo di tecnologie di realtà aumentata (AR) che analizzano i dati provenienti dai sensori GPS, inerziali, come giroscopio e bussola e videocamera degli smartphone e tablet, in modo da riconoscere le caratteristiche del mondo circostante e sovrapporre informazioni utili e contenute al mondo reale come se fossero effettivamente nello spazio intorno all'utente. Tramite queste tecnologie è possibile realizzare applicazioni per smartphone e dispositivi personali in vari settori applicativi (turistico, infotainment, comunicazione, didattica, ecc.). Nel settore turistico il CRS4 ha realizzato un'applicazione che riconosce le immagini di nuraghi, spiagge e monumenti archeologici presenti nelle riviste turistiche e nei cartelloni pubblicitari, mostrando in sovraimpressione immagini ad alta risoluzione, video, modelli 3D ed animazioni, rendendo così i classici media cartacei interattivi in tempo reale e dando vita alle immagini statiche.

MULTI-USER INTERFACES

The augmented reality application recognizes the image of the Nuraghe of Santa Barbara projected onto an advertising screen and displays an interactive 3D model that can be explored by smartphone. CRS4 is in fact involved in the research and development of augmented reality (AR) technologies that analyze data coming from GPS and inertial sensors, such as gyroscopes, compasses, and video cameras on smartphones and tablets, in order to recognize the characteristics of the surrounding world and superimpose useful information and content onto the real one as if they were actually in the space surrounding the user. These technologies can be used to create applications for smartphones and personal devices in various application sectors (tourism, infotainment, communication, education, etc.). For tourism, CRS4 has developed an application that recognizes images of nuraghi, beaches, and archaeological monuments found in tourist magazines and billboards, displaying high-resolution images, videos, 3D models, and animations in overlays, thus making classic paper media interactive in real time and bringing static images to life.



ACCESSIBILITÀ

Tavola tattile interattiva che raffigura l'Adorazione dei Pastori, dipinto centrale del retablo del Presepio, custodito presso la Pinacoteca nazionale di Cagliari. Il dispositivo "Aptica", sviluppato nell'ambito del progetto del 2020 "Over the View – Verso la progettazione universale per una cultura accessibile", è composto da una base su cui vengono collocate le tavole tattili e da una cornice che prepara le mani del fruitore all'esperienza tattile, indirizzandolo verso lo spazio sensoriale dell'opera rappresentata. Un reticolo conduttivo disegna le figure dell'opera e le rende sensibili al tocco dell'utente che può interagire attraverso il tatto, l'udito e la propria voce. Le applicazioni pratiche si prestano a contenuti didattici, turistico-culturali e scientifici e migliorano le modalità di fruizione dei percorsi museali alle persone con disabilità sensoriale.

ACCESSIBILITY

Interactive tactile board depicting the Adoration of the Shepherds, the central painting of the Crib retable, kept at the Pinacoteca Nazionale di Cagliari. The "Aptica" device, developed as part of the 2020 project "Over the View - Towards universal design for an accessible culture", consists of a base upon which the tactile boards are placed and a frame that prepares the user's hands for the tactile experience, directing them towards the sensory space of the work being shown. A conductive grid draws the figures of the work and makes them sensitive to the touch of the users, who can interact through touch, hearing, and their own voice. The practical applications lend themselves to educational, cultural-touristic, and scientific content and improve the way people with sensory disabilities can enjoy museum itineraries.



35

PERSONALE DEL CRS4 PEOPLE OF CRS4

Agelli Maurizio / **Ahsan** Moonisa / **Almansa** Eva / **Angioni** Manuela / **Atzeni** Rossano / **Bachis** Federico / **Bettio** Fabio
Boi Cristina / **Bonfigli** Marco / **Bonomi** Ernesto / **Brelstaff** Gavin James / **Brigaglia** Katia / **Brunetti** Giuliana
Busonera Giovanni / **Cabianca** Muriel / **Caredda** Federico / **Casari** Carlino / **Casula** Michela / **Cau** Pierluigi
Clemente Maria Laura / **Cogoni** Marco / **Cogotti** Andrea / **Colucci** Felice / **Concas** Alessandro / **Concas** Antonio
Concu Anna Paola / **Cristini** Antonio Maria / **Cusano** Roberto / **Delussu** Giovanni / **Del Rio** Mauro / **De Vita** Emanuela
Demontis Roberto / **Deriu** Massimo / **Falqui** Elisabetta / **Falqui** Emanuela / **Fenza** Monica / **Ferrero** Andrea / **Frexia** Francesca
Fotia Giorgio / **Gaggero** Massimo / **Gallo** Claudio / **Giugnini** Luisa Anna Maria / **Giuliani** Vincenzo / **Gobbetti** Enrico
Heilmann Bjorn Zeno / **Hofmann** Detlef / **Iacolina** Samuel Aldo / **Impagliazzo** Carlo / **Lai** Cristian / **Lecca** Giuditta
Leo Giuseppina / **Leo** Simone / **Leonardi** Erminia / **Leoni** Lidia / **Lianas** Luca / **Lilliu** Simona / **Lorrai** Eva Barbara
Maggio Fabio / **Mameli** Andrea / **Manca** Simone / **Manchinu** Andrea / **Marcialis** Ivan / **Marini** Alessandra / **Marrocu** Marino
Marton Fabio / **Massa** Marco / **Massidda** Luca / **Massidda** Matteo / **Mascia** Cecilia / **Meloni** Maria Greca / **Meloni** Vittorio
Milesi Carlo / **Milletti** Alessandro / **Monni** Cristina / **Monni** Stefano Leone / **Moreau** Vincent / **Moro** Marco / **Muggiri** Michele
Mura Gabriella / **Mura** Francesca / **Murgia** Fabrizio / **Muroni** Davide / **Muscas** Laura / **Paddeu** Gavino / **Palla** Piergiorgio
Pieroni Enrico / **Pili** Piero / **Pilia** Viviana / **Pinna** Andrea / **Pinna** Marco / **Pintore** Giovanni / **Pintori** Antonio / **Pintus** Ruggero
Piras Marco Enrico / **Pireddu** Luca / **Piroddi** Franco / **Pisani** Lorenzo / **Pisu** Massimo / **Podda** Carlo / **Porruvecchio** Guido
Profir Manuela / **Pusceddu** Gabriella / **Romanino** Alessandro / **Saenz Cogollo** Jose / **Salis** Carola / **Sanna** Raffaella Paola
Sardu Cinzia / **Sassu** Alessandro / **Satta** Guido / **Scano** Alessandro / **Sechi** Alessandra / **Schiaratura** Omar / **Serri** Rossella
Siddi Giuliana / **Sirigu** Paolo / **Soru** Costantino / **Spissu** Daniela / **Sulis** Alessandro / **Theis** Daniela / **Tolu** Ortensia
Tuveri Franco / **Vacca** Claudia / **Valentini** Maria / **Valentino** Emanuela / **Varone** Alberto / **Versaci** Francesco / **Vidili** Valentina
Vocale Matteo / **Wilson** Marie Florence Helga / **Zanarini** Pietro / **Zonchello** Nicoletta / **Zorcolo** Antonio



36 / POSTFAZIONE

Celebrare con un libro il trentennale di una istituzione regionale come il CRS4, il quale costituisce la punta avanzata della Sardegna che guarda al futuro da protagonista nel settore della ricerca scientifica, significa rivivere il clima e le pulsioni ideali che nella seconda metà degli anni ottanta del secolo scorso pervadevano il mondo politico e quello socioeconomico alla costante ricerca di una via d'uscita dall'incombente crisi del settore industriale sardo verso nuove e innovative direttrici che potessero disegnare un nuovo motore di sviluppo per l'Isola.

Quando si insediò la giunta regionale a guida sardista nel giugno del 1984, il Presidente Mario Melis con luminosa intuizione percepì che la nostra Isola per governare le scelte in campo economico e imprenditoriale doveva focalizzare l'interesse verso strategie di crescita legate intimamente alla ricerca scientifica.

Nelle sue dichiarazioni programmatiche, al momento dell'insediamento della giunta regionale, il leitmotiv era orientato a vincere la sfida della globalizzazione dei mercati, che esponeva i territori meno sviluppati alla colonizzazione della tecnologia estera, per superare il divario tecnologico tra la Sardegna, l'Italia e l'Europa.

Ecco perché la Giunta Melis diede impulso alla nascita del CRS4, in quanto intravide in questo strumento un formidabile volano di sviluppo per dare alla Sardegna nuove prospettive grazie alla possibilità di entrare in connessione con i leader tecnologici del momento che all'epoca erano l'IBM e la TECHSO.

In questa visione, poi proseguita e intensificata negli anni novanta dalle giunte regionali succedutesi, la Sardegna si poneva come attore e soggetto decisionale finale delle linee da adottare per un nuovo modello di sviluppo, non volendo più essere oggetto di scelte calate dall'alto, come ad esempio nel passato per Piani di sviluppo che furono più subiti che guidati dalla Regione.

L'innovazione e la ricerca di cui si è fatto portatore il CRS4, in questi primi trent'anni di attività, ha consentito alla Sardegna di abbattere le distanze con i paesi più evoluti e superare la frontiera liquida che ci separa fisicamente dal continente, favorendo un dialogo produttivo con la comunità scientifica mondiale e con i mercati.

E non è un caso che un eminente scienziato come il premio Nobel Carlo Rubbia abbia accettato di guidare, ricoprendo la carica di Presidente dal 1990 al 1999, il CRS4, evidentemente intuendo le potenzialità per la ricerca scientifica e per lo sviluppo tecnologico insite in questa istituzione fortemente voluta dalla Regione. Con Rubbia voglio ricordare anche immense figure scientifiche come Nicola Cabibbo e Paolo Zanella.

Oggi a trent'anni di distanza, con fatale coincidenza, un'altra giunta a guida sardista si appresta ad affrontare un'ennesima sfida epocale, anch'essa frutto della globalizzazione che ha abbattuto distanze favorendo spostamenti rapidi e intensi, costituita dalla gravissima crisi pandemica da COVID che dal 2019 sta infestando tutto il mondo.

La comunità mondiale, con i paesi a più alto indice di sviluppo in testa, si sta preparando alla sfida del rilancio economico che accompagnerà la fine della pandemia, che ci auguriamo imminente, e la Sardegna non può stare alla finestra a guardare. Deve essere protagonista di questa nuova difficile impresa e nel CRS4 individua, ancora una volta, uno strumento formidabile per guidare e indirizzare le complesse scelte progettuali e strategiche che dovrà necessariamente adottare.

Ecco allora che si rinnova quell'antico patto fra classe politica e comunità scientifica che oggi, come allora, fornirà utili indicazioni, mezzi e strumenti per la rifioritura economica della nostra Isola nel segno dell'innovazione e della ricerca tecnologia per entrare nei mercati di riferimento con grande competitività.

L'Europa ha investito molto sulla ripresa economica post COVID e chiede ai territori, come la Sardegna, di apportare un positivo contributo di progettualità che sostenga e acceleri questo processo di sviluppo del quale già si intravedono i primi segnali a livello mondiale.

Un nuovo Piano di Sviluppo della Sardegna sarà possibile solo se si intraprende una strada all'insegna della capacità proattiva di disegnare il futuro del popolo sardo con la lungimiranza di una pianificazione progettuale che intercetti il cambiamento in atto e, in qualche maniera, lo anticipi. La congiunzione sistemica tra Regione, Economia, Identità e Cultura - in questo caso intesa come sapere scientifico - che agiscono in sinergia tra loro deve fare in modo che gli attuali squilibri economici siano affrontati secondo metodi e dinamiche che guardano alla autopropulsività del territorio sardo e quindi alla dotazione di strumenti e misure capaci di creare sviluppo endogeno.

Il popolo sardo nel corso della sua storia plurimillenaria ha dimostrato capacità e intelligenza in grado di guidarlo nelle difficoltà attraversate nelle diverse epoche. Oggi che questa novella sfida ci attende, noi dobbiamo trovare rinnovate motivazioni e impulsi per non arrenderci alle avversità e conseguire soluzioni che ci consentano di uscirne, ancora più uniti e coesi, facendo ricorso a tutto il nostro sapere e alla nostra immaginazione.

Mi piace a questo proposito ricordare Carlo Cattaneo filosofo, politico, politologo, linguista e scrittore, di formazione illuminista e positivista, che nell'ottocento proprio in riferimento alle proposte operative per il generale miglioramento delle condizioni della Sardegna, ha introdotto nell'analisi sociologica un elemento di capitale importanza: il ruolo centrale dell'immaginazione nella definizione dei fatti.

La natura dei luoghi non determina come una legge ferrea e necessitata la natura di chi li abita, perché anche in presenza di condizioni strutturali di sottosviluppo, è possibile per l'uomo "farsi il suo destino col lavoro della sua mente, misto di fatti e di fantasie".

In questo contesto appare di tutta evidenza che, nell'attuale contingenza, il CRS4 diviene sostanziale per sostenere linee di indirizzo che abbiano come obiettivo finale quello di realizzare un sistema economico ad alta competitività, in grado di valorizzare la specificità della Sardegna nel mercato mondiale.

Ecco perché la Regione è impegnata ad investire rilevanti risorse finanziarie in ricerca, formazione e sviluppo tecnologico per un settore che ritiene di fondamentale importanza nelle strategie di rilancio dello sviluppo economico per assicurare il benessere e la felicità del suo popolo.

Inoltre, per affrontare adeguatamente questo difficile compito, la Giunta regionale, con il disegno di legge 107 (legge regionale 21 giugno 2021, n. 10), si è dotata di nuovi strumenti normativi al fine di ottenere un riequilibrio di compiti e ruoli necessario per restituire ai sardi una istituzione regionale più vicina alle loro esigenze. Grazie a questa riforma i cittadini e le imprese sardi potranno contare su di una macchina organizzativa snella e al passo con i tempi.

È una Sardegna protagonista del proprio futuro quella alla quale oggi guardiamo con rinnovata speranza e accresciuta fiducia nel domani, con una classe dirigente che ponga al centro del proprio agire i sardi e la loro felicità attraverso una migliore fruibilità dei servizi, una maggiore vivibilità dei nostri centri, un rinnovato e più efficace servizio sanitario, collegamenti interni ed esterni rapidi ed efficienti e più in generale un territorio che coniuga felicemente usi, costumi e tradizioni con la più spiccata sensibilità verso il rinnovamento e la modernizzazione.

Un'isola che guarda al futuro ma che non smette di ricercare nel suo passato glorioso le ragioni della sua grandezza grazie al lascito della civiltà nuragica degli antichi sardi. Per indossare le ali del futuro con successo, occorrono solide radici.

Un popolo che non conosce la propria storia non ha domani e non raggiungerà mai il benessere economico. Per questo motivo, come Presidente della Regione, ho voluto finanziare la più grande campagna di scavi archeologici mai avvenuta in Sardegna per coniugare idealmente passato e presente e indicare la strada, moderna, illuminata e futurista, della rifioritura della Sardegna sugli archetipi disegnati da un nuovo modello di sviluppo identitario aperto alle sfide della globalizzazione e fortemente radicato alle proprie radici millenarie.

Il ruolo strategico del CRS4 nella ricerca è il volano attraverso cui passa questo progetto di rinnovamento della macchina amministrativa regionale, quello del mondo dell'impresa e del sistema Sardegna inteso nel suo complesso più ampio.

Al CRS4, ai suoi ricercatori, tecnici e impiegati che con impegno lodevole hanno assicurato in questi trent'anni una costante crescita della struttura e un suo consolidamento nella comunità scientifica mondiale, oltre a un caloroso augurio, va il nostro sentito ringraziamento, sicuri che nelle complesse sfide che ci attendono come classe dirigente ed economica per il rilancio della Sardegna il loro sostegno non verrà mai a mancare per un futuro migliore.

Christian Solinas

Presidente della Regione Autonoma della Sardegna

36 / AFTERWORD

To celebrate the 30th anniversary of a regional institution such as CRS4 – Sardinia’s cutting-edge forward-looking leading player in the scientific research sector – by way of a book means reliving the mood and idealistic heartbeat that pervaded in the late 1980s those political and social-economic players during their constant search for a way out from the looming industrial crisis in a direction towards innovation that might lead to a new engine for the Island’s development.

When the regional government, guided by the Sardinian action party, took office in June 1984, President Mario Melis, with enlightening intuition, realized that our Island must focus on growth strategies closely related to scientific research in order to establish its economic and entrepreneurial directions.

In his policy statements issued as the regional government took office, the leitmotif was oriented towards overcoming the challenge of market globalization, that exposed less developed territories to the colonization of foreign technology, so as to surmount the technological gap between Sardinia, Italy and Europe.

That is why the Melis Regional Government gave impetus to the creation of CRS4 – being foreseen as an extraordinary driving force for development that would give Sardinia new prospects through the potential of being connected with technological leaders of that time, such as IBM and TECHSO. With this vision, being pursued and intensified during the 90s by the successive regional governments, Sardinia aimed to become a player and final decision-maker in the directions being adopted for a new development model, and thus no longer the subject of decisions taken from above, as it had been in the past when development plans were often imposed upon rather than guided by the Region. In its first thirty years of activity, the innovation and research carried out by CRS4 has allowed Sardinia to close the gap with the most advanced countries and overcome the physical marine

barrier separating us from the continent, thus fostering a productive dialogue with the world's scientific community and its markets.

It was not by chance that an eminent scientist such as the Nobel laureate Carlo Rubbia accepted his appointment as CRS4 President from 1990 to 1999, since he clearly sensed the potential for scientific research and technological development inherent in this institution – as strongly supported by the Region. Along with Rubbia, I would like also to mention great scientists such as Nicola Cabibbo and Paolo Zanella.

Today, thirty years later, by fated coincidence, another regional government guided by the Sardinian action party is preparing to face further epochal challenge, again due to globalization, which has broken down distances and facilitated rapid and intense travel – namely the extremely serious COVID pandemic crisis that has been infesting the entire world since 2019.

The world community, led by the developed countries, now prepares to face the challenge of economic recovery that is expected at the end of the pandemic, which we hope is imminent, and Sardinia cannot stand by and watch. We must play a leading role in this difficult new venture, and CRS4 is once again identified as an excellent tool to guide and direct the complex planning and strategic choices we will necessarily have to adopt.

Here is renewed that old pact between the political class and the scientific community, which today, as in the past, will provide practical indications, resources and tools for the economic revival of our Island in the form of innovation and technological research, thus accessing to the relevant markets with greater competitiveness.

Europe has invested heavily in the post-COVID economic recovery and is asking regions such as Sardinia to make a positive contribution to the planning process that will support and accelerate the development process, the first signs of which can already be seen around the world.

A new development plan for Sardinia will be possible only if a proactive approach is adopted to design the future of the Sardinian people with the farsightedness of project planning that intercepts the changes taking place and, to some extent, anticipates their course.

The systemic conjunction of Region, economy, identity and culture – in this case intended as scientific knowledge – acting in synergy with each other needs to ensure that the current economic imbalances are addressed according to methods and dynamics that look to the 'self-propulsion' of Sardinia and therefore to the provision of tools and measures capable of creating endogenous development.

Over the course of its multimillennial-long history, the Sardinian people have demonstrated the ability and intelligence to overcome the difficulties encountered across various eras. Today, as this new challenge awaits us, we must find renewed motivation and impetus to not give up in the face of adversity and find solutions that will enable us to come out of this situation even more united and cohesive, using all our knowledge and imagination.

In this regard, I would like to recall Carlo Cattaneo, philosopher, politician, linguist and writer, educated as an Illuminist and Positivist, who in the nineteenth century, with reference to operational proposals for the general improvement of the Sardinian conditions, introduced an element of paramount importance into sociological analysis: the central role of the imagination in defining facts. The nature of places does not determine the nature of the people living there as a strict and necessary law,

because, even in the presence of structural underdeveloped conditions, it is possible for Man to “make his own destiny by the work of his mind, mixed with facts and imaginations.”

In this context, it is clear that, in its current position, CRS4 is essential for supporting guidelines whose ultimate goal is to create a highly competitive economic system that can enhance Sardinia’s specificity on the world market.

This is why the Region is committed to investing significant financial resources in research, training and technological development for a sector that it considers of fundamental importance in the strategies for boosting economic development to ensure the well-being and happiness of its people. Moreover, in order to adequately address this difficult task, the Regional Government, with Bill 107 (Regional Law No. 10 of 21 June 2021), has adopted new regulatory instruments in order to achieve a rebalance of tasks and roles necessary to provide Sardinians with a regional institution closer to their needs. Thanks to this reform, Sardinian citizens and companies will be able to count on a streamlined and up-to-date organizational structure.

We are now looking to Sardinia as the protagonist of its own destiny in a renewed hope and increased confidence in the future, along with a ruling class placing Sardinians and the related happiness at the center of their actions through a better services usability, a greater well-being for our towns, a renewed and more effective welfare, rapid and efficient internal and external connections and, more generally, a territory that happily combines uses and traditions with the most marked sensitivity towards renewal and modernization.

An island that looks to the future without neglecting to search the reasons of its greatness in its glorious past, thanks to the the Nuragic civilization legacy of the ancient Sardinians. To wear the wings of the future successfully, solid roots are needed.

A people who do not know their own history have no tomorrow and will never achieve economic prosperity. This is why, as President of the Region, I have wished to fund the largest archaeological excavation campaign ever carried out in Sardinia, in order to combine past and present as well as ideally point a modern, enlightened and futuristic way to the re-birth of Sardinia, from the archetypes designed into a new model of identity development open to the globalization challenges and strongly grounded in its millennial roots.

The strategic role of CRS4 in research is the driving force through which this project of renewal of the regional administrative machine passes together with the enterprise sector and the Sardinian system as a whole.

To CRS4, to its researchers, technicians and employees who with admirable commitment have ensured in these thirty years a steady growth of the structure and its consolidation in the global scientific community, in addition to a warm wish, we extend our heartfelt thanks, confident that in the complex challenges that await us as ruling and economic class for the revival of Sardinia, their support will never be lacking for a better future.

Christian Solinas

President of The Autonomous Region of Sardinia



La pubblicazione del trentennale è stata realizzata con il patrocinio di:
The 30th anniversary publication has been put together under the patronage of:



REGIONE AUTÒNOMA
DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA
DELLA SARDEGNA



SARDIGNA CHIRCAS
SARDEGNA RICERCHE



COMUNE DI CAGLIARI



COMUNE DI SASSARI



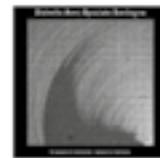
COMUNE DI
QUARTU SANT'ELENA



COMUNE DI PULA



con il patrocinio
uniss
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SASSARI



Fondazione I.R.C.C.S.
Istituto Neurologico Carlo Besta

Sistema Socio Sanitario



Regione
Lombardia



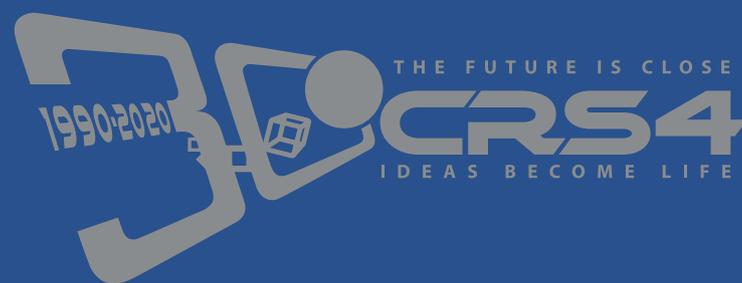
CAGLIARI
CONSERVATORIO
MUSICA

e con il prezioso contributo di:
and with the valuable contribution of:



Fondazione
di Sardegna





WWW.CRS4.IT
CRS4-CENTRO DI RICERCA, SVILUPPO E STUDI SUPERIORI IN SARDEGNA
POLARIS, ED. 1, 09010, PULA (CA - ITALY)