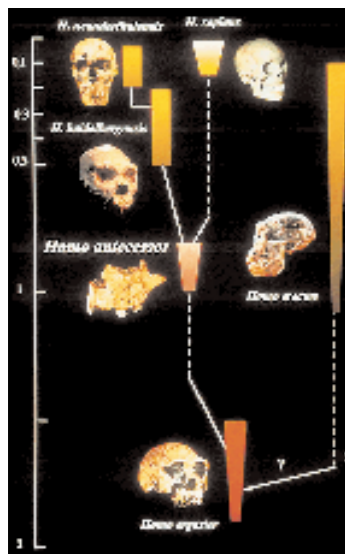


# ATAPUERCA

## ATAPUERCA



En el esquema propuesto por los investigadores de Atapuerca, *Homo antecessor* resulta ser un antepasado común de los neandertales y del hombre moderno

Atapuerca researchers put forward the hypothesis that *Homo antecessor* is a common ancestor of Neanderthal and modern-day man

Atapuerca. ¿Qué ha convertido esta pequeña sierra de la provincia de Burgos en foco de atención para paleoantropólogos de todo el mundo? Sencillamente, el más rico conjunto de fósiles humanos que se haya descubierto en Europa.

Todo comenzó en 1976, cuando se encontraron casualmente restos de una mandíbula humana. El paleontólogo Emiliano Aguirre se interesó por el hallazgo y comenzó los trabajos de excavación. Le ayudaban paleoantropólogos y arqueólogos más jóvenes, entre los que estaban los futuros directores de las investigaciones. Cuando Aguirre se jubiló en 1991 le sucedió una dirección tripartita formada por Juan Luis Arsuaga, de la Universidad Complutense de Madrid, José María Bermúdez de Castro, del Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC), y Eudald Carbonell, de la Universitat Rovira i Virgili. Pero son centenares los investigadores y estudiantes, de numerosos centros de España y de otros países, que han trabajado en Atapuerca durante estos años. Y es todavía mucho más lo que queda por hacer.

En realidad, Atapuerca no es un yacimiento sino varios. Se trata de un complejo de cuevas kársticas que ha sufrido distintas transformaciones en el último millón de años. Durante ese tiempo se han sucedido distintos poblamientos humanos. Gran Dolina, Galería y sima de los Huesos son los nombres de los yacimientos que más tesoros han

Atapuerca. What is it about this small range of hills in the province of Burgos that has grabbed the attention of paleontologists and anthropologists the world over? Simply the fact that it houses the largest repository of human fossils ever unearthed in Europe. It all began in 1976 with the unexpected discovery of a human jawbone. Paleontologist Emiliano Aguirre took an interest in the find and began excavations. He was assisted by younger paleoanthropologists and archaeologists, some of whom eventually took charge of supervising the research. When Aguirre retired in 1991, he was replaced by a three-man team formed by Juan Luis Arsuaga of Madrid's Complutense University, José María Bermúdez de Castro from the Natural Science Museum (CSIC) and Eudald Carbonell from Rovira i Virgili University. Hundreds of investigators and students from numerous institutions in Spain and abroad have worked at Atapuerca over the years and there is still a lot more to be done.

Atapuerca is not just one, but a series of sites. It is a complex of caves of karstic origin which has undergone a series of transformations in the last million years. During that period, many different human settlements were established there. Gran Dolina, Galería and Sima de los Huesos are the names of the sites that have yielded the biggest catches, but many more have yet to be explored. The meticulous sieving of minute fragments of bone concealed in tonnes of clay sediments is still far from completion. This is why Atapuerca is thought to be the key to knowledge of human evolution in Europe, holding the promise of still more sensational revelations.

For a time, Sima de los Huesos was the main source of discoveries. Combining potholing techniques with the painstaking and laborious task of excavation, steps were taken to gradually remove the sediment disturbed by visitors and the blocks of stone occupying the uppermost levels of this broad chamber, concealed 500 metres deep inside the cave at the base of a vertical 13-metre shaft. The wealth of human remains raised expectations, but the bones were very fragmented. It was only when work finally started on still-intact and undisturbed sediments in 1992 that the cave revealed its

Se cree que  
Atapuerca es la  
clave para el  
conocimiento de la  
evolución humana  
en Europa





Gran Dolina

Gran Dolina

proporcionado. Pero aún quedan muchos lugares por explorar. No ha terminado, ni mucho menos, la meticulosa criba de fragmentos de huesos, algunos diminutos, que se esconden entre toneladas de sedimentos arcillosos. Por eso se cree que Atapuerca es la clave para el conocimiento de la evolución humana en Europa y que en años venideros seguirá ofreciendo revelaciones sensacionales.

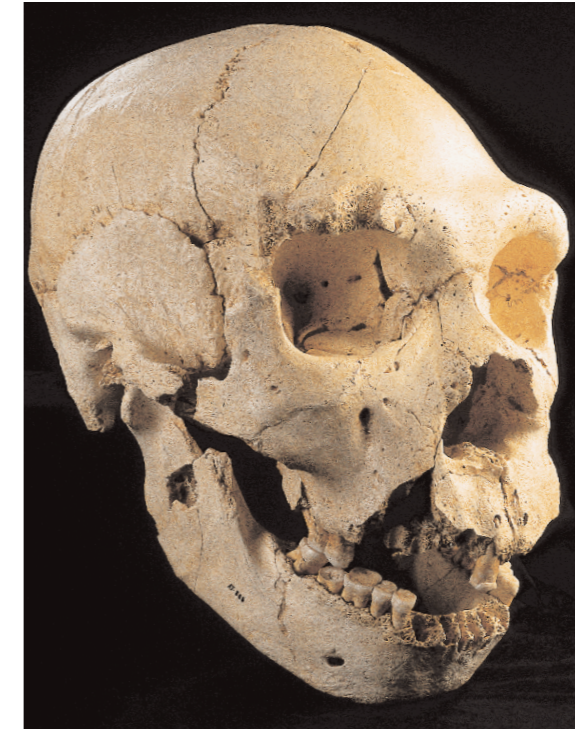
Durante algún tiempo la sima de los Huesos fue la principal fuente de descubrimientos. Combinando técnicas de espeleología con una paciente y agotadora labor de excavación, se había ido retirando el sedimento revuelto por anteriores visitantes y los bloques de piedra que ocupaban los niveles más superficiales de esta angosta cámara escondida medio kilómetro cueva adentro y en el fondo de un pozo vertical de 13 metros. La riqueza en restos humanos era prometedora, pero los huesos estaban muy fragmentados. Por fin, en

spectacular spoils. A collection of skulls brought excavators face to face with the ancestors of the Neanderthals, who lived in Atapuerca at least 300,000 years ago. Two of them were indeed exceptional: cranium 4 and, in particular, cranium 5,

## Atapuerca is thought to be the key to knowledge of human evolution in Europe

El excepcional cráneo número 5

Cranium number 5: an exceptional finding



1992, al iniciar el trabajo sobre sedimentos intactos, que no habían sido removidos, la sima dio su espectacular fruto. Varios cráneos permitían contemplar cara a cara a los antecesores de los neandertales, que habían vivido en Atapuerca hace 300.000 años. Dos de ellos eran excepcionales, el cráneo 4 y sobre todo el cráneo 5, el cráneo humano más completo y mejor

## El cráneo 5 es el más completo de todos cuantos de este periodo se han hallado en el mundo

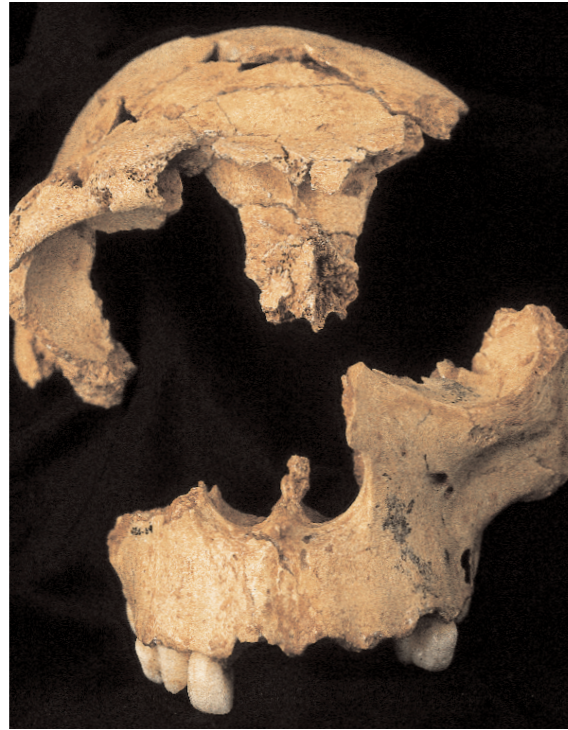
the most complete and best preserved human skull ever found belonging to that period. But there was more to come. Hundreds of post-cranial bones were subsequently unearthed, forming a far larger collection than all the other middle-Pleistocene remains discovered in various parts of the world. They belonged to more than 30 different individuals. The fact that they were all found together in the same place could only be explained by some exceptional factor. This finding only served to strengthen the hypothesis that the bodies of these people had been deliberately placed in the cave and that this was, therefore, the first piece of evidence ever found of a burial rite.

In 1994, the spotlight switched to Gran Dolina where the first human remains were uncovered at a level of very old sediments. First a few teeth, then some bone fragments, until eventually they shaped the face of a child aged just over ten years old. Bones belonging to other individuals were also found along with lithic industry pieces. Different dating methods were used to gauge the age of these bones, which are estimated to be at least 800,000 years old. They were the bones of the first known Europeans. Morphological analysis of the fossils revealed extraordinarily modern features combined with more primitive traits. The Atapuerca researchers concluded that they were sufficiently unique to warrant ascribing them to a new species of man, whom they christened *Homo antecessor*. Their interpretation is that this species was born in Africa from *Homo ergaster* and that it included the first human settlers to leave that continent and colonise Europe, some one million years ago. This hypothesis underpins the extraordinary importance of *Homo antecessor*'s status as a direct ancestor both of Neanderthal man and modern-day *Homo sapiens* in terms of human evolution, and can only be endorsed by new discoveries. Here again, the answer may lie in Atapuerca.



conservado de todos cuantos de este periodo se hayan hallado en cualquier lugar. Pero había más. Centenares de huesos postcraneales se fueron añadiendo al tesoro, hasta sumar un conjunto mucho mayor que todos los demás restos del Pleistoceno medio del mundo juntos. Pertenecieron a más de 30 individuos distintos. Por tanto, su concentración en un solo lugar se debió a algún factor excepcional. Ante ello, cobra fuerza la hipótesis de que los cadáveres de estos humanos fueron acumulados aquí deliberadamente y que nos encontramos ante la primera evidencia de una práctica funeraria.

En 1994 la luz de los focos se desplazó a Gran Dolina, cuando aparecieron allí los primeros restos humanos en un nivel de sedimentos muy antiguo. Primero algunos dientes, luego nuevos fragmentos hasta esbozar el rostro de un niño de poco más de diez años de edad. Había además huesos de otros individuos y numerosas piezas de industria lítica. Diferentes métodos de datación permitieron otorgar a estos fósiles una edad de unos 800.000 años como mínimo. Eran los primeros europeos conocidos. El análisis morfológico reveló rasgos extraordinariamente modernos mezclados con otros más primitivos. Los investigadores de Atapuerca decidieron que eran lo suficientemente singulares como para describir una nueva especie, a la que llamaron **Homo antecessor**. Según su interpretación se trata de una especie nacida en África a partir de **Homo ergaster** y a ella pertenecían las primeras poblaciones humanas que, hace en torno a un millón de años, salieron de aquel continente para colonizar Europa. La posición de **Homo antecessor** como antepasado directo tanto de los neandertales como del **Homo sapiens** moderno le otorga, según esta hipótesis, una extraordinaria importancia en la evolución humana, que solo nuevos descubrimientos podrán confirmar. Quizá la respuesta esté de nuevo en Atapuerca.



Fragmentos craneales de *Homo antecessor*

*Homo antecessor* cranial fragments

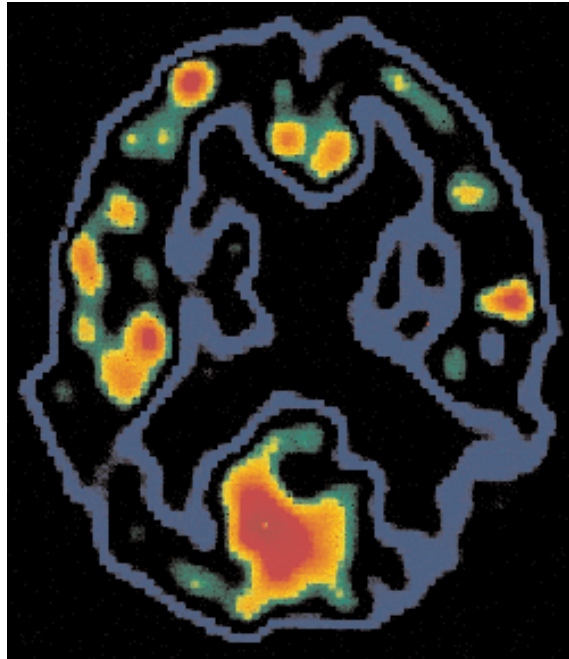
Cranium 5 is  
the most  
complete of any  
skulls from this  
period ever found

# BASES MOLECULARES DE LA ENFERMEDAD DE ALZHEIMER

## THE MOLECULAR BACKGROUND TO ALZHEIMER'S DISEASE

Imagen, obtenida mediante escáner, del cerebro de un paciente con Alzheimer

Scanner image of Alzheimer patient's brain



La pérdida paulatina de ciertas capacidades mentales que acompaña a las edades avanzadas solía considerarse parte natural del envejecimiento. Pero, a medida que en las sociedades desarrolladas aumentaba la esperanza de vida y que se hacían comunes longevidades antes excepcionales, se ha ido haciendo más evidente la existencia, detrás de muchos casos de demencia senil, de una grave enfermedad. Es la enfermedad de Alzheimer. Un temible mal que afecta ya a más del 20% de la población mayor de 80 años en

AS one grows older, some loss of mental capacity is only to be expected. However, because life expectancy in developed societies is increasing and hitherto exceptional longevity is becoming commonplace, more cases of senile dementia are now being diagnosed. Behind them lies a serious disease: Alzheimer's. This terrible condition affects over 20% of the over-80 age group in countries like Spain, and its social and economic repercussions are causing widespread concern. The suffering it brings to many families, while difficult to quantify, is no less important.

Analysis of the brain tissue of deceased Alzheimer's patients has shown the existence of two types of aberrant structure: senile plaques and neurofibrillar tangles. The former are associated with ageing, but the latter seem to be connected with symptoms of dementia. Their molecular composition was first studied in the 1980s. The plaques were found to contain beta amyloid peptide, while the neurofibrillar tangles were made up of paired helical filaments containing high levels of a protein called tau which is also present in certain structures of normal cells called microtubules.

At the time, Jesús Ávila and his colleagues at the Molecular Biology Centre (CBM), an institution comprising members of the National Council for Scientific Research (CSIC) and the Autonomous University of Madrid, were investigating microtubule proteins. They were trying to find out whether, after prior purification, the tau protein was sufficient on its own to form the paired helical filaments that then became tangled. Their findings bore out that theory and were corroborated three years later by similar experiments in Germany, the United States and the United Kingdom.

Subsequent work by the Spanish team has clarified the molecular mechanisms by which tau is polymerised, forming chains of consecutive units and giving rise to the structures typical of Alzheimer's. A clue they are currently working on, and one that may have therapeutic potential, is that these proteins are hyperphosphorylated in affected individuals' brains and that this promotes polymerisation. If phosphorylation inhibitors could be found, it might be possible to hold the disease in

La proteína tau era suficiente para formar los filamentos apareados helicoidales del Alzheimer



países como España. Su trascendencia social y económica es creciente y motivo de grave preocupación. El sufrimiento que ocasiona a muchas familias es más difícil de objetivar, pero no menos importante.

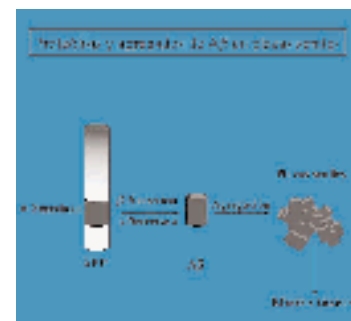
Se sabía, a través del análisis de tejidos de pacientes fallecidos, que los cerebros de las víctimas del Alzheimer presentan dos tipos de estructuras aberrantes, las placas seniles y los ovillos neurofibrilares. La aparición de las primeras se asociaba a la avanzada edad de los pacientes, mientras que los segundos parecían estar relacionados con la aparición de cuadros de demencia. En los años ochenta comenzó a conocerse su composición molecular. Las placas contenían el péptido beta amiloide. Los ovillos neurofibrilares estaban constituidos por filamentos apareados helicoidales y en ellos abundaba, aunque se ignoraba si como único componente, una proteína llamada tau, presente también en unas estructuras propias de las células normales llamadas microtúbulos.

Las proteínas de los microtúbulos eran precisamente el objeto de estudio que concentraba por esa época la atención de Jesús Ávila y sus colaboradores en el Centro de Biología Molecular (CBM), un instituto mixto del Consejo Superior de Investigaciones Científicas y la Universidad Autónoma de Madrid. Con tal experiencia, el grupo de Ávila trató de comprobar si la proteína tau, que previamente habían purificado, era suficiente por sí sola para formar los filamentos apareados helicoidales que daban lugar a los ovillos. El resultado fue positivo y fue comprobado tres años más tarde por experiencias similares en Alemania, Estados Unidos y el Reino Unido.

Trabajos posteriores del grupo español, han esclarecido los mecanismos moleculares por los que tau se polimeriza, es decir, forma cadenas constituidas por sucesivas unidades, y da lugar a las estructuras propias del Alzheimer. Una pista de posible interés terapéutico, y sobre la que actualmente se trabaja, es que estas proteínas

check.

Other outstanding research work also warrants mention. The team of researchers led by Fernando Valdivieso at the Molecular Biology Centre has shown that certain polymorphisms of the gene that codifies for ApoE, a protein involved in transporting cholesterol, are associated with onset of the disease. In collaboration with Jesús Ávila's team, Valdivieso also detected a predisposition to Alzheimer's among people with specific genetic characteristics associated with tau proteins and ApoE. Eduardo Soriano's research group at the University of Barcelona and the teams working under Alfonso Fairen and Carlos Belmonte at the Alicante Institute of Neuroscience have made their own contribution, through the study of the biological functions of the proteins associated with Alzheimer's, and a number of other groups at Barcelona University and the Clinical Hospital in



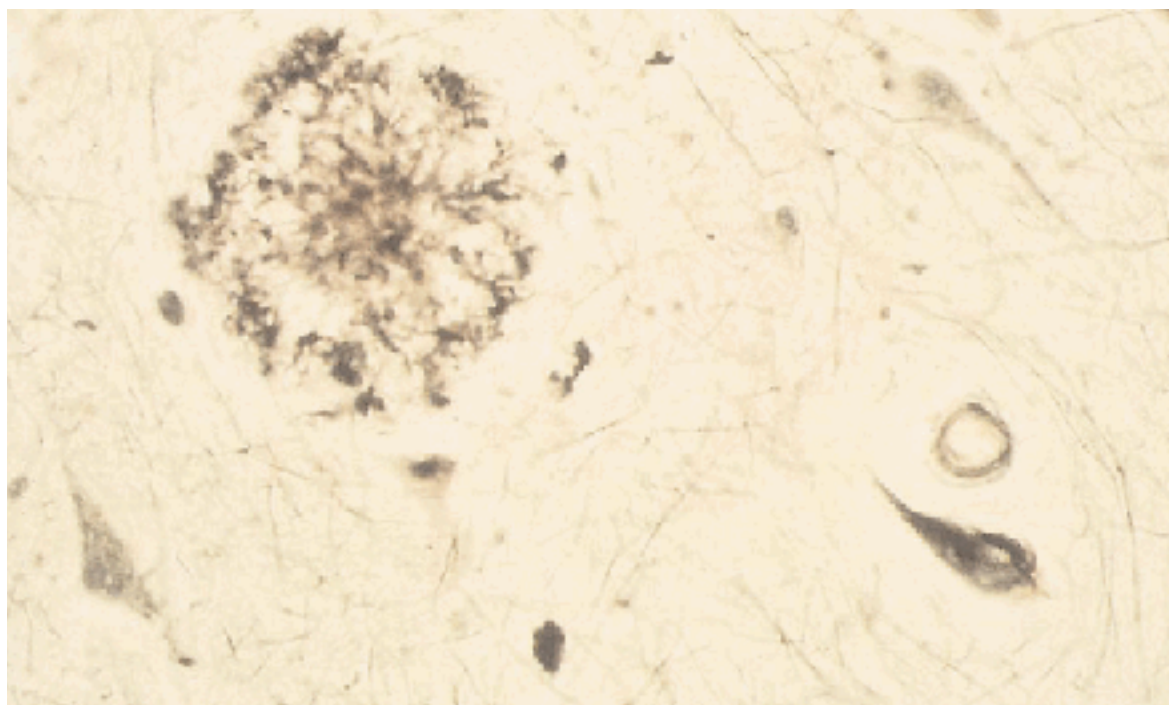
La agregación de moléculas del péptido beta amiloide, da lugar a las placas seniles, estructuras que aparecen en el cerebro de los pacientes de Alzheimer

Alzheimer patients' brains contain structures known as senile plaques, which are built up from amyloid beta peptide deposits

# The tau protein was sufficient to form the paired helical filaments that are the hallmark of Alzheimer's disease

Placa senil, en la parte superior izquierda, y ovillo neurofibrilar, en la parte inferior derecha, las dos estructuras que aparecen típicamente en los cerebros afectados por la enfermedad de Alzheimer

Senile plaque (top left) and neurofibrillary tangle (bottom right): these abnormal structures in the Alzheimer brain are considered to be the two hallmarks of the disease



se encuentran hiperfosforiladas en los cerebros afectados y que ello ayuda a su polimerización. La búsqueda de inhibidores de la fosforilación podría ser una vía para contrarrestar el progreso de la enfermedad.

Destacan igualmente las aportaciones del grupo de Fernando Valdivieso, también en el CBM, que han mostrado que ciertos polimorfismos del gen que codifica para ApoE, una proteína implicada en el transporte de colesterol, están relacionados con la aparición de la enfermedad. Valdivieso, en colaboración con el grupo de Ávila, ha detectado también la predisposición a padecer Alzheimer en personas con características genéticas concretas relacionadas tanto con las proteínas tau como con

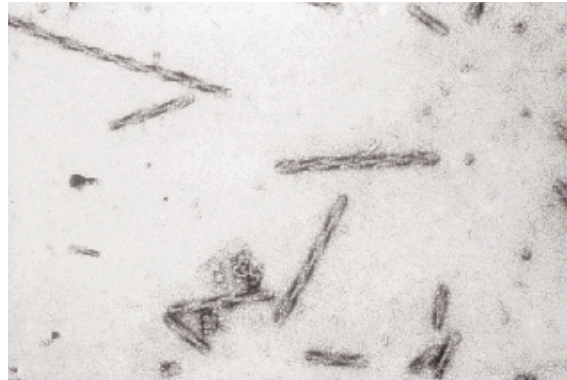
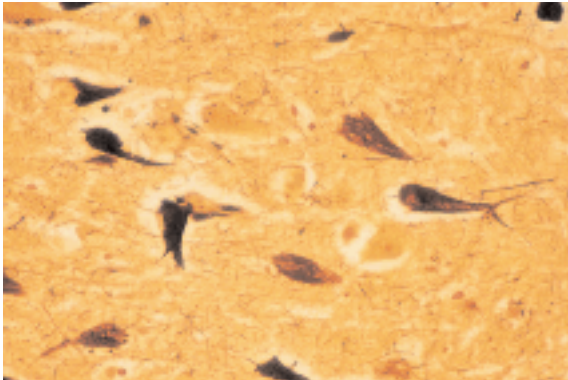
Barcelona, the University of Navarre and the Jiménez Díaz Foundation are breaking new ground in this field.

To facilitate experiments on animals, the Spanish researchers have created transgenic mice in which human genes related to the disease are expressed. These mice have been acquired by a number of companies, because of their tremendous potential as research material and the opportunities they provide for testing new drugs.

In the meantime, research continues. The molecular mechanisms and processes yet to be unravelled may hold the key to palliative or preventive treatment. This is a hope held by many and one that makes the work of scientists in Spain and other parts of the world particularly meaningful.

## Se han detectado factores genéticos de riesgo para el desarrollo de esta enfermedad





Tejido cerebral afectado por Alzheimer (izquierda). Polímeros de la proteína tau hiperfosforilada, que dan lugar a los filamentos helicoidales, los cuales a su vez forman los ovillos neurofibrilares (derecha)

Brain tissue affected by Alzheimer (left). Polymers of the hyperphosphorylated tau protein make up the helical filaments, which in turn form the neurofibrillary tangles (right)

ApoE. Por otro lado, son también dignas de mención las contribuciones del grupo de Eduardo Soriano, en la Universidad de Barcelona, y de los grupos de Alfonso Fairén y Carlos Belmonte, en el Instituto de Neurociencias de Alicante, en el estudio de las funciones biológicas de proteínas relacionadas con la enfermedad, así como las aportaciones de otros grupos en la Universidad y el Hospital Clínico de Barcelona, la Universidad de Navarra y la Fundación Jiménez Díaz.

Para experimentar con modelos animales, los investigadores españoles han creado ahora ratones transgénicos en los que se expresan genes humanos relacionados con la enfermedad. Su potencial como material de investigación es enorme y también las posibilidades que abren al ensayo de nuevos fármacos, lo que ha llevado a varias compañías a adquirir estos animales modificados.

La indagación continúa. En los mecanismos y procesos moleculares que aún quedan por esclarecer puede estar la base de tratamientos paliativos o preventivos. Es la esperanza que alimentan muchas personas y que da a la labor de los investigadores, en España y en otros lugares del mundo, un sentido especial.

# Genetic risk factors have been detected that increase the likelihood of developing this disease

# ENFERMEDADES DE BASE GENÉTICA

## GENETICALLY-BASED DISEASES

Al explicar la importancia de las investigaciones sobre la composición y la estructura de nuestros genes los científicos citan a menudo la existencia de enfermedades de base genética. Los recientes avances en el conocimiento del genoma humano prometen un considerable impulso en esta dirección. Pero ya antes se había avanzado mucho en el esclarecimiento del papel que ciertas alteraciones génicas tienen en el desarrollo de diversas enfermedades, ya sea como causa directa o como factor de riesgo que nos predispone a padecerlas. Algunos de estos logros han sido obtenidos en las últimas décadas por grupos de investigación españoles.

De sus resultados se han derivado consecuencias concretas para la salud de miles de pacientes. Así, en los hospitales españoles se aplican a los recién nacidos planes de prevención basados en los trabajos del grupo de Gabriela Morreale, en el Instituto de Investigaciones Biomédicas (CSIC), sobre la hormona tiroidea y las consecuencias del hipotiroidismo, y en los del grupo de Magdalena Ugarte, en el Centro de Biología Molecular (CSIC-Universidad Autónoma de Madrid), sobre la detección precoz de enfermedades metabólicas como la fenilcetonuria.

En el ámbito de las enfermedades metabólicas destaca también el más reciente descubrimiento de Santiago Rodríguez de Córdoba y Miguel

When scientists explain the importance of conducting research into the composition and structure of our genes, they frequently bring up the subject of genetically-based diseases. Recent steps forward in our knowledge of the human genome hold promise of a major drive forward in this direction. However, important progress has already been made in determining the role of certain gene alterations in the development of some diseases, either as a direct cause or as a risk factor predisposing to disease. Spanish teams have spearheaded some of the achievements in this line of research in the last few decades.

The outcome of their research work has influenced the health of thousands of patients. An example of this are the preventive health screening programmes for newborn infants in Spanish hospitals, based on work undertaken by Gabriela Morreale's team at the Institute for Biomedical Research (CSIC) on the thyroid hormone and the consequences of hypothyroidism, and by Magdalena Ugarte's team at the Centre for Molecular Biology (CSIC-Autonomous University of Madrid) on the early detection of metabolic diseases such as phenylketonuria (PKU).

In what amounted to an important breakthrough in the field of metabolic diseases, Santiago Rodríguez de Córdoba and Miguel Peñalva of the Centre for Biological Research (CSIC) discovered the molecular bases for alcaptonuria and, with the collaboration of Professor Ugarte, of ethyl-crotonyl



La información sobre el genotipo del paciente puede revelar su predisposición a padecer una determinada enfermedad

Information on patients' genotypes can reveal their predisposition to suffer a certain disease

Peñalva, en el Centro de Investigaciones Biológicas (CSIC), de las bases moleculares de la alcaptonuria y de la etilcrotonilglicinuria, con la colaboración de Ugarte en el segundo caso. Por su parte, el grupo de Manuel Palacín, en la Universitat de Barcelona, se ha especializado en enfermedades asociadas a transporte deficiente de aminoácidos y lidera la investigación sobre la base molecular de la cisteinuria. Vicente Rubio, del Instituto de Biomedicina (CSIC) de Valencia, estudia las alteraciones genéticas que bloquean el ciclo de la urea. Y el grupo de José María Mato, en la Universidad de Navarra, ha esclarecido el papel

glycinuria. Manuel Palacín's team at the University of Barcelona has specialised in diseases associated with deficient amino acid transport and spearheads research into the molecular basis of cysteinuria. Vicente Rubio of the Institute of Biomedicine (CSIC) in Valencia is studying the genetic alterations that block the urea cycle. Finally, José María Mato's team at the University of Navarre has established the role of an enzyme called methionine adenosyl-transferase in liver diseases.

Considerable attention has been devoted to the genetic make-up of another major disease: diabetes.

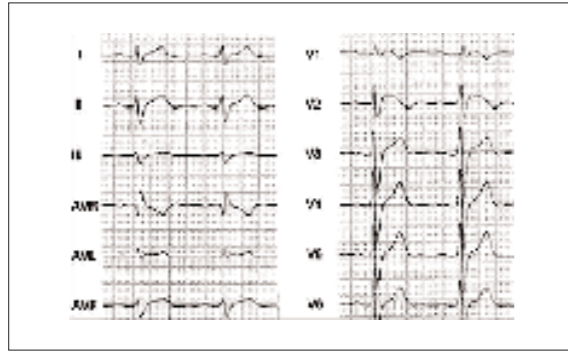
En los hospitales se aplican planes de prevención basados en los trabajos de los grupos de Gabriela Morreale y Magdalena Ugarte

Preventive health screening programmes have been set up in hospitals based on research work undertaken by teams headed by Gabriela Morreale and Magdalena Ugarte



Las personas afectadas por el síndrome de Brugada presentan un patrón característico en su electrocardiograma

Electrocardiograms of patients with Brugada's syndrome show a common, characteristic pattern



de una enzima denominada metioniladenosil-transferasa en enfermedades del hígado.

Otra importante dolencia cuyos aspectos genéticos han sido objeto de atención es la diabetes. Fátima Bosch, de la Universitat Autònoma de Barcelona, ha establecido modelos experimentales que ayudan a entender la progresión de los tipos de diabetes denominados IDD1 e IDD2. Por su parte, Bernat Soria, de la Universidad Miguel Hernández, estudia la diferenciación de células totipotentes en células productoras de insulina, de donde podría derivarse una terapia celular para la IDD1.

El sistema nervioso y las funciones que de él dependen también pueden verse afectados por alteraciones genéticas, como las que estudia Xavier Estivill, de la Universitat Pompeu Fabra, en relación con síndrome de Down, pánico y fobias. Rodríguez de Córdoba y J. Serratosa han

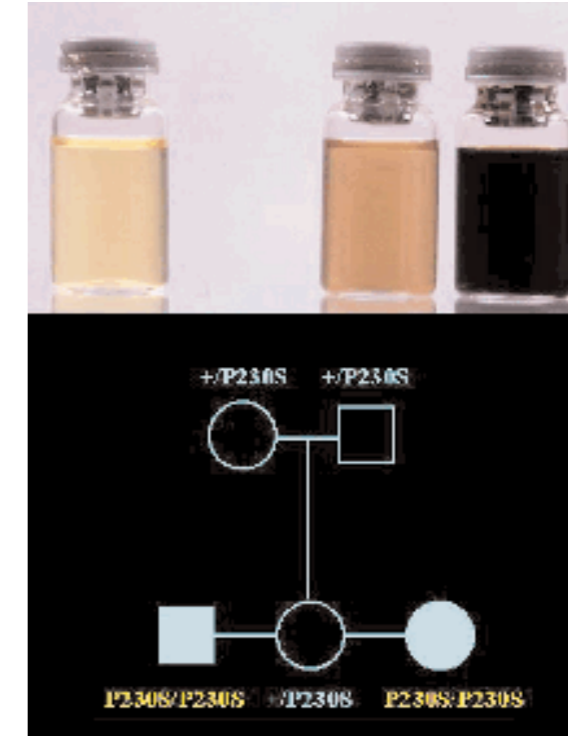
Fatima Bosch at the Autonomous University of Barcelona has established experimental models that help gain insight into the progression of types of diabetes called IDD1 and IDD2. Bernat Soria at Miguel Hernández University is studying the differentiation of totipotent cells in insulin-producing cells, which could provide a cell therapy for IDD1.

The nervous system and the functions dependent on it can also be influenced by genetic alterations, such as those studied by Xavier Estivill of the Pompeu Fabra University in connection with Down's syndrome, panic and phobias. Santiago Rodríguez de Córdoba and José Serratosa, working at the Centre for Biological Research and the Jiménez Díaz Foundation, have characterised the molecular basis of Lafora's myoclonic epilepsy, while Francisco Palau at the Institute of Biomedicine in Valencia has obtained a genetic diagnosis for Friedreich's ataxia and has characterised the gene involved in Charcot-Marie-Tooth disease type 4A.

Perhaps one of the most striking recent discoveries in the field of diseases of genetic origin is Brugada's syndrome, described in 1992 by three brothers, Josep, Pedro and Ramón Brugada, all of them doctors, who are engaged in research in Barcelona, Belgium and Texas. Data were compiled at these three points in the globe enabling the characterisation of the cause of a syndrome in which

caracterizado, desde el Centro de Investigaciones Biológicas y la Fundación Jiménez Díaz, la base molecular de la epilepsia de tipo Lafora, mientras que Francisco Palau, del Instituto de Biomedicina de Valencia, ha obtenido un diagnóstico genético de la ataxia de Friedreich y ha caracterizado el gen implicado en el tipo 4A de la enfermedad de Charcot-Marie-Tooth.

Entre los recientes descubrimientos en el campo de las enfermedades de origen genético, quizá uno de los más llamativos sea el síndrome de Brugada, así llamado por haber sido descrito en 1992 por Josep, Pedro y Ramón Brugada, tres hermanos médicos que investigan en Barcelona, Bélgica y Texas. Desde estos tres confines de la tierra confluyeron los datos que permitieron caracterizar un síndrome en el que pacientes jóvenes y con corazones aparentemente normales sufrían episodios de síncope y muerte súbita. El examen de los electrocardiogramas de estos pacientes reveló un patrón común y, con ello, una herramienta de diagnóstico. Se comprobó además que la enfermedad está determinada genéticamente y se han hallado 8 mutaciones relacionadas con ella. De ahí que la manipulación genética pueda ser en el futuro la solución a un problema que en la actualidad solo puede prevenirse, una vez diagnosticado, con la implantación de un desfibrilador.



Manifestación en la orina y esquema de transmisión hereditaria de una enfermedad metabólica de origen genético

Manifestation in urine and depiction of the hereditary transmission of a genetically determined metabolic disease

young patients with apparently normal hearts suffered syncope episodes and sudden death. An examination of these patients' electrocardiograms revealed a common pattern. The disease was also found to be genetically determined and eight related mutations have been discovered. Genetic manipulation may thus provide the future solution to a problem that in the meantime can only be treated, once diagnosed, with the implantation of a cardiac defibrillator.

El síndrome de Brugada fue descrito por tres hermanos médicos que investigan en Barcelona, Bélgica y Texas

Brugada's syndrome was described by three brothers carrying out research in Barcelona, Belgium and Texas

# MEDIR LA ANSIEDAD

## MEASURING ANXIETY

Resulta difícil definir la ansiedad, un concepto relacionado con el miedo, la angustia o el estrés

It is hard to define anxiety, a concept associated with fear, anguish or stress



La ansiedad ocupa un lugar central entre las reacciones emocionales del ser humano y no es extraño que haya sido y siga siendo motivo central de interés para psicólogos de todas las escuelas. No solo es un fenómeno clave para estudiar las emociones y las personalidades, también tiene una gran trascendencia práctica por su conexión con

Anxiety is one of man's central emotional reactions and is therefore the focus of much attention among psychologists from all schools. Not only is it a key phenomenon for studying emotions and personalities but it also has great practical importance because of its connection with many psychological and psychophysiological disorders, as well as with under-performance in the workplace, at school, in sports, etc. Anxiety is an elusive topic. It is hard to describe in precise terms and terminological ambiguities have frequently hampered efforts to distinguish it from other closely associated concepts, such as fear, anguish, stress, threat, frustration or tension.

The conception of anxiety held by most experts today is multidimensional. From the point of view of personality, there is a widespread tendency to interpret situations as dangerous or threatening and react to them with anxiety. This is more pronounced in some people than in others. There are also specific tendencies to react anxiously in certain situations such as assessment, interpersonal relationships, physical danger, etc. From the point of view of emotions, it has been demonstrated that an anxiety reaction involves a combination of cognitive and subjective responses such as apprehension, insecurity and fear, together with physiological responses such as an increase in heartbeat, tense muscles and sweating, and of expressive-motor reactions such as tics, changes in facial expression, avoidance conduct and others.

Hoy prevalece  
entre los expertos  
una concepción  
multidimensional  
de la ansiedad

A method for measuring anxiety was developed by Spanish psychologists in the early 1980s. The aim of the Inventario de Situaciones y Respuestas de Ansiedad (ISRA), a list of anxiety situations and responses, is to address this complexity objectively and provide a rigorous, reproducible, sound methodology for it. The ISRA stems from the doctoral thesis undertaken by Juan José Miguel Tobal, now Professor of Basic Psychology at the Complutense University, Madrid, and was gradually perfected by him in collaboration with Antonio Cano Vindel. It is based on the self-reporting procedure, a simpler and more thorough method than those based on observation or physiological records, and allows for evaluation of the three response systems





Fobias y temores injustificados pueden formar parte de los problemas de ansiedad

Unjustified phobias and fears can form part of anxiety problems

muchos trastornos psicológicos y psicofisiológicos, y con problemas de rendimiento laboral, educativo, deportivo, etcétera. Sin embargo, su naturaleza ha resultado elusiva. Es difícil caracterizarla con precisión y las ambigüedades terminológicas han dificultado a menudo su deslinde respecto a otros conceptos próximos, como miedo, angustia, estrés, amenaza, frustración o tensión, entre otros.

Hoy prevalece entre los expertos una concepción multidimensional de la ansiedad. Desde la perspectiva de la personalidad, se considera que, además de existir una tendencia general, mayor o menor en los distintos individuos, a interpretar las situaciones como peligrosas o amenazantes y a reaccionar ante ellas con ansiedad, hay tendencias específicas a reaccionar de forma ansiosa ante un tipo u otro de situaciones, ya sean de evaluación, interpersonales, de peligro físico, etcétera. Desde el punto de vista de las emociones, se ha comprobado que la reacción de ansiedad implica una combinación de respuestas cognitivo-subjetivas, tales como aprensión, inseguridad o temor;

## The conception of anxiety held by most experts today is multidimensional

fisiológicas, ya sea aumento del ritmo cardiaco, tensión muscular o sudoración; y expresivo-motoras, como movimientos repetitivos, cambios en la expresión facial, conductas de evitación, etcétera.

Enfrentarse a esa complejidad de un modo objetivo y proporcionar una metodología de estudio rigurosa, reproducible y sólida ha sido el objetivo del Inventario de Situaciones y Respuestas de Ansiedad (ISRA), un instrumento de medida de la ansiedad desarrollado por psicólogos españoles a principios de los años ochenta. El ISRA parte de la tesis doctoral de Juan José Miguel Tobal, actualmente catedrático de Psicología Básica en la Universidad Complutense de Madrid, quien lo puso a punto y lo ha perfeccionado progresivamente en colaboración con A. Cano Vindel. Se basa en el procedimiento del autoinforme, método más sencillo y completo que los basados en la observación o en el registro fisiológico. Permite la evaluación de los tres sistemas de respuesta, el cognitivo, el fisiológico y el motor, en relación con cuatro tipos de situaciones, la ansiedad de evaluación, la ansiedad interpersonal, la ansiedad fóbica y la ansiedad ante situaciones de la vida cotidiana.

La amplitud de aspectos cubiertos por el ISRA lo convierten en una herramienta muy potente para el

- cognitive, physiological and motor - in relation to four types of situation: assessment anxiety, interpersonal anxiety, phobic anxiety and everyday life anxiety.

The wide range of aspects covered by the ISRA makes it a very powerful tool for studying and treating anxiety. Since it is able to evaluate different types of response, it can identify the dominant type of reactivity for each person, indicating the most appropriate techniques for reducing anxiety. It also determines what type of situation is likely to be most problematic in each case and is therefore likely to require special psychological attention.

Since it was first presented in 1986, the ISRA has become one of the most widely used tools for psychological assessment in Spain. It has been translated, adapted and used in other countries such as Germany, Argentina, Brazil, Cuba, the United States, Finland, France, Holland, Italy, Mexico, Poland, Portugal and Sweden. Its soundness, reliability and discrimination capacity make the ISRA a test with great potential for application in psychological research.

An abbreviated version is being prepared to allow it to be used with large groups of people, as well as specific versions for children and adolescents.

Desde 1986, el ISRA  
se ha convertido en  
uno de los  
instrumentos de  
evaluación psicológica  
más empleados





La aplicación del ISRA se ha ensayado en países y contextos culturales muy diferentes

ISRA has been used in assessment trials in various countries and cultural contexts

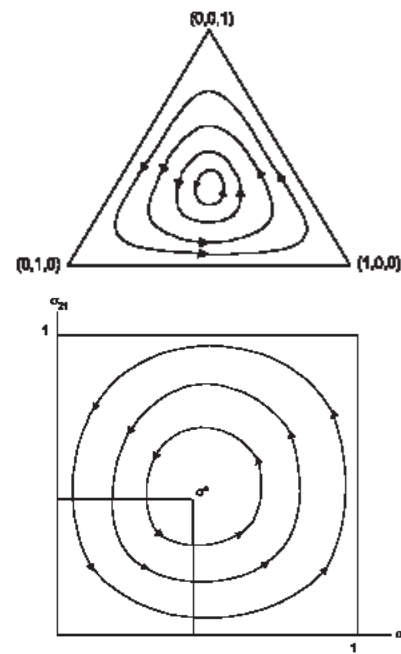
estudio y el tratamiento de la ansiedad. Al ser capaz de evaluar los diferentes tipos de respuesta, permite identificar el tipo de reactividad dominante de cada persona y orientar así sobre las técnicas más adecuadas para reducir la ansiedad. Determina también qué tipos de situaciones son en cada caso más problemáticas y requieren por tanto especial atención psicológica.

Desde su presentación en 1986 hasta la actualidad, el ISRA se ha convertido en uno de los instrumentos de evaluación psicológica más empleados en España. Su aplicación se ha ensayado además en otros países, previa traducción y adaptación, tales como Alemania, Argentina, Bélgica, Brasil, Cuba, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Holanda, Italia, México, Polonia, Portugal o Suecia, entre otros. Su robustez, fiabilidad y capacidad de discriminación hacen del ISRA una prueba con múltiples aplicaciones en la investigación psicológica. Actualmente se está preparando una versión abreviada, que permitirá su empleo con grandes grupos de personas, así como versiones específicas para niños y adolescentes.

Since 1986, the ISRA has become one of the most widely used tools for psychological assessment.

# TEORÍA EVOLUTIVA DE JUEGOS

## EVOLUTIONARY GAME THEORY



Los gráficos muestran diferentes trayectorias de sistemas dinámico evolutivos que la teoría evolutiva de juegos trata de explorar y predecir

The graphs show different paths followed by evolutionary dynamic systems, which evolutionary game theory tries to explain and predict.

LOS estudiosos de la sociedad y la economía, que de continuo se enfrentan a las dificultades planteadas por la enorme complejidad de las interacciones entre individuos, grupos y organizaciones, han encontrado desde hace tiempo una eficaz herramienta intelectual en la llamada

teoría de juegos. Ahora bien, la versión que pudiera considerarse clásica o tradicional de esta teoría presupone que los agentes que intervienen en los procesos socioeconómicos actúan de modo completamente racional y con un conocimiento exhaustivo de las situaciones a las que se enfrentan. La realidad, como es obvio, dista mucho de ajustarse a condiciones tan ideales. De ahí que en la última década haya surgido con fuerza una alternativa más avanzada, conocida como teoría evolutiva de juegos.

Un buen resumen de los avances logrados por esta vía de análisis socioeconómico puede encontrarse en *Evolution, Games, and Economic Behavior*, libro publicado por Oxford University Press del que es autor el español Fernando Vega Redondo. De hecho, algunos economistas españoles han participado destacadamente en el reciente desarrollo de este campo, entre ellos el propio Vega-Redondo, de la Universidad de Alicante, o Antonio Cabrales, de la Universitat Pompeu Fabra, en Barcelona. Para estos y otros investigadores que han contribuido a la teoría evolutiva de juegos, el conocimiento que los individuos tienen de su entorno y la información

Students of society and economics who grapple with the complexities of interaction between individuals, groups and organisations have been helped by an efficient tool known as “game theory”. The conventional or traditional version of this theory is based on the assumption that the behaviour of players or “actors” in socioeconomic processes is fully rational and that they have an unlimited understanding of the situations they encounter. Reality, however, does not conform to such ideal conditions. For that reason, a more advanced alternative, evolutionary game theory, has gained popularity in the last ten years.

A number of Spanish economists have played prominent roles in recent developments in evolutionary game theory, among them Professor Vega Redondo of Alicante University, whose book *Evolution, Games, and Economic Behaviour* (Oxford University Press) provides a helpful overview of progress in this field of socioeconomic analysis, and Antonio Cabrales of the Pompeu Fabra University in Barcelona. They share the view of other evolutionary game theory researchers that neither the knowledge individual actors possess of their environment nor the information on which they base their decisions is unlimited, nor is it available all at once. Rather, these data are compiled as part of a process in which successive adjustments are made on the basis of the options chosen and individuals learn progressively from their experiences. This is, therefore, an evolutionary process. Like biological evolution - where natural selection is the driving



Torneo de ajedrez  
Chess tournament

sobre la que basan sus decisiones no son ilimitados ni vienen dados de una vez por todas. Son más bien parte de un proceso en el que, en función de las opciones que se tomen, se van produciendo ajustes, al tiempo que se aprende de las experiencias sufridas. Un proceso, en ese sentido, evolutivo. Y,

force - the underlying incentive is the short-term benefits and is not, therefore, sensitive to possible gains in the long term.

On this basis, evolutionary game theory has added a new ingredient: chance. It makes allowances for the possibility that, as a result of random circumstances, some agents may behave

Al igual que ocurre en la evolución biológica, la dinámica está guiada por los beneficios a corto plazo

As happens in biological evolution, the underlying incentive is the short-term payoff



al igual que ocurre en la evolución biológica, cuyo motor es la selección natural, la dinámica está guiada por la obtención de beneficios a corto plazo, no siendo, por tanto, sensible a posibles ganancias ulteriores.

Sobre esta base, la teoría evolutiva de juegos ha incorporado también el azar. Admite la posibilidad de que, como fruto de circunstancias fortuitas, algunos agentes adopten un comportamiento no explicable en virtud de los pagos inducidos a corto plazo. Gracias a un efecto similar al de las mutaciones en la evolución biológica, el proceso se mantiene así permanentemente abierto. Unas mismas condiciones iniciales pueden dar lugar a diferentes resultados.

La teoría evolutiva de juegos está demostrando que es capaz de abordar muchos e importantes problemas que la versión clásica, con su paradigma de la racionalidad ilimitada de los agentes, estaba mal equipada para afrontar. Es más, muchas de las predicciones teóricas obtenidas a partir de estos modelos han alcanzado un notable grado de constatación. Por un lado, explican en gran parte comportamientos sociales realmente observados. Por otro, han sido refrendadas por los datos empíricos que proporciona la economía experimental, que es a su vez una de las áreas más florecientes de las modernas ciencias económicas.

La contribución española, plasmada en trabajos

unpredictably in order to achieve short-term payoffs. In an effect akin to mutation in biological evolution, the process is permanently open-ended and the same initial conditions can spell different end results.

Evolutionary game theory can be applied to many difficult problems which the classical model, paradigmatic of an agent's fully rational behaviour, was ill-equipped to address. Many of the theoretical predictions made on the basis of these models have proved largely accurate. They provide remarkable insight into social behaviour patterns and at the same time are supported by empirical data furnished by experimental economics, which, in turn, is a flourishing branch of modern economic sciences.

Spain's contribution to this theory, put forward in the working papers by Professor Vega-Redondo reported in *Econometrica* in 1997 and in the *Journal of Economic Theory* in 2000, and those by Professor Cabrales in that same journal in 1999, explored the problems of multiplicity or indeterminacy which undermined the predictive capacity of previous theories. It also addressed strategic problems, hitherto the realm of traditional economic theory, such as oligopolistic competition, implementation problems and institutional design.

The cross-disciplinary transfer of ideas has frequently been a productive source of new scientific theories. Evolutionary game theory, which provides a nexus between notions that apply to biology and to the social sciences, is a fine example of this. Its development is opening up exciting opportunities for interdisciplinary collaboration between experts from different fields of specialisation, and its application is proving to be both interesting and fruitful in a wide range of social, economic and political situations.

## Algunos economistas españoles han destacado en el reciente desarrollo de la teoría evolutiva de juegos



Mercado de valores en Bombay

Bombay Stock Exchange

como los publicados por Vega-Redondo en *Econometrica* en 1997 y en *Journal of Economic Theory* en 2000, o por Cabrales en esta última revista en 1999, ha abordado los problemas de multiplicidad o indeterminación, que mermaban la capacidad predictiva de aproximaciones teóricas anteriores, y también problemas estratégicos considerados tradicionalmente por la teoría económica, tales como competencia oligopolística, problemas de implementación, o diseño institucional, a los que han aportado un nuevo enfoque.

El trasvase de ideas entre disciplinas ha sido a menudo una fecunda vía de innovación teórica en la ciencia. La teoría evolutiva de juegos, que conecta ideas de la biología con las ciencias sociales, es un buen ejemplo. Su desarrollo ofrece estimulantes oportunidades para la interdisciplinariedad, en la que pueden converger especialistas de distintas áreas, y su aplicación se está revelando interesante y fructífera en una amplia gama de fenómenos que abarcan lo social, lo económico y lo político.

## A number of Spanish economists have played a prominent role in the recent development of evolutionary game theory

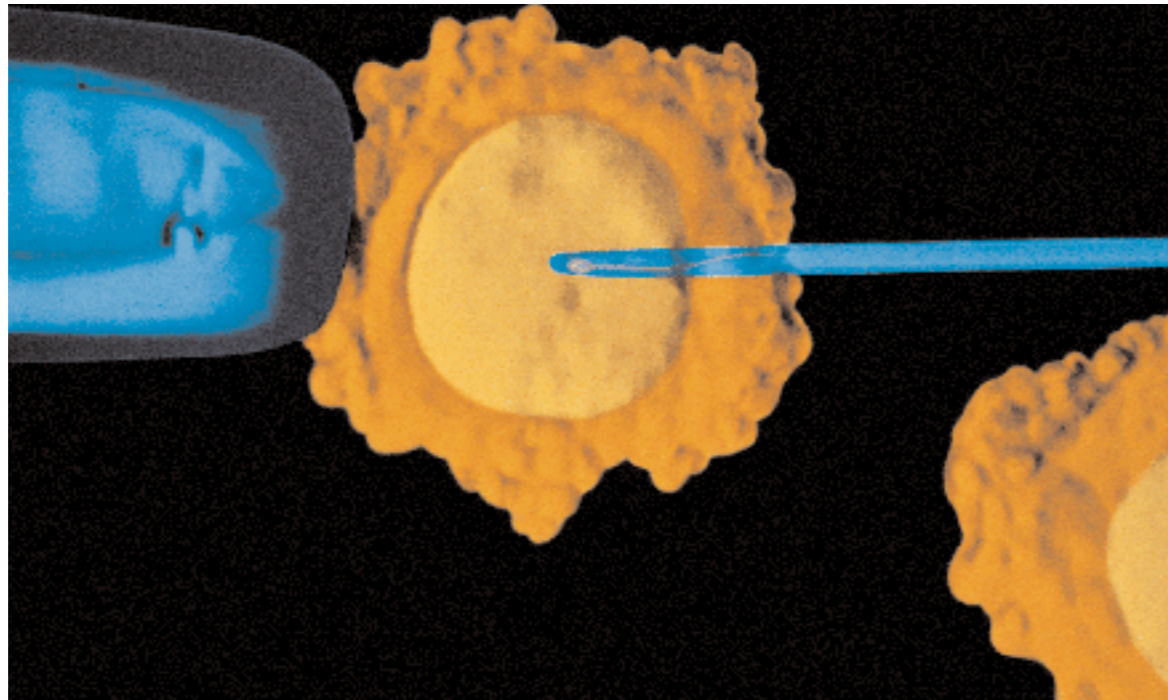


# DERECHO Y GENOMA

## LAW AND THE GENOME

Fecundación *in vitro*

*In vitro* fertilisation



Decir que los avances de la genómica requieren el replanteamiento de no pocas cuestiones éticas y jurídicas se ha convertido en un lugar común. Y sin embargo no parece que los gobiernos ni los ciudadanos estemos reaccionando con la suficiente rapidez. A menudo los términos del debate que llegan a la opinión pública se centran en los aspectos más llamativos, mientras otros, acaso más relevantes, se descuidan. El anuncio en 2001

**Breakthroughs** in genomics are forcing us to reconsider a great many ethical and legal issues, and yet neither the governments nor the public at large seem to be reacting fast enough. Quite often, public opinion only focuses on the most striking aspects of the debate, while neglecting others that might matter more. The announcement in 2001 of the first global results in the sequencing of the human genome, obtained in parallel by the two main genome projects, has demonstrated that the debate can wait no longer. That is why there is such a pressing need for independent, high-quality forums capable of distilling the positions of qualified experts and offering society the facts that it needs.

This has been precisely the objective of the Intercollegiate Chair of Law and the Human Genome, to foster a stable climate of reflection on the legal and social repercussions of genome and biotechnological research, insofar as it affects the human being as a living organism. The Chair was created in 1993 at Deusto University in the Basque Country, thanks to an agreement between the BBV

Un ámbito estable de reflexión sobre las repercusiones jurídicas de la genómica y la biotecnología

de los primeros resultados globales en la secuenciación del genoma humano, obtenidos en paralelo por los dos grandes proyectos que a ello se dedicaban, ha venido a demostrar que el debate no puede esperar más. Por eso resultan especialmente necesarios foros independientes y de calidad en los que se destilen las posiciones de expertos cualificados para ofrecer a la sociedad los elementos de juicio que esta precisa.

Este ha sido precisamente el objetivo de la Cátedra Interuniversitaria de Derecho y Genoma Humano, crear un ámbito estable de reflexión sobre las repercusiones jurídicas y sociales de las investigaciones genómicas y biotecnológicas, especialmente en la medida en que estas afecten al ser humano como organismo vivo. La Cátedra fue creada en 1993 en la Universidad de Deusto, en el País Vasco, merced a un acuerdo entre la Fundación BBV, actualmente Fundación BBVA, y la Diputación Foral de Bizkaia. Posteriormente se incorporó al proyecto la Universidad del País Vasco. Su oportunidad ha quedado refrendada por la ulterior aparición de entidades similares en diferentes países, especialmente en Latinoamérica.

Los proyectos de la Cátedra, financiados por fondos autonómicos, estatales y europeos, conllevan a menudo las colaboraciones con expertos y grupos de otros países. Así se han abordado investigaciones sobre, entre otros temas, derechos fundamentales y genética, derecho internacional del genoma humano, análisis genéticos y protección de la intimidad, eugenesia, clonación humana reproductiva y no reproductiva, o biotecnología y patentes. Su experiencia se vuelca además en asignaturas de licenciatura y postgrado que cursan los alumnos de las universidades participantes así como de otros centros latinoamericanos y europeos con los que la Cátedra mantiene programas académicos conjuntos.

La actividad se extiende, no obstante, más allá de las aulas universitarias. El principal foro de debate

Foundation, now known as the BBVA Foundation, and Biscay Regional Council. Subsequently, the University of the Basque Country joined the project. The move could not have been timelier, as has been borne out by the subsequent appearance of similar bodies in different countries, especially in Latin America.

The Chair's projects, which are financed with regional, state and European funds, often entail collaboration with experts and groups from other countries. The projects embarked upon to date include research into basic rights and genetics, international human genome law, genetic analysis and privacy protection, eugenics, reproductive and non-reproductive human cloning, biotechnology and patents. Furthermore, the information gleaned from the projects is fed into undergraduate and postgraduate courses followed by the students of the participating universities and those of other Latin American and European universities with which the Chair organises joint academic programmes.

Nonetheless, these activities extend beyond the confines of university lecture rooms. The main forum of public debate is the annual Workshops on Law and Human Genome, the ninth edition of which is to be held in 2002. These general workshops are

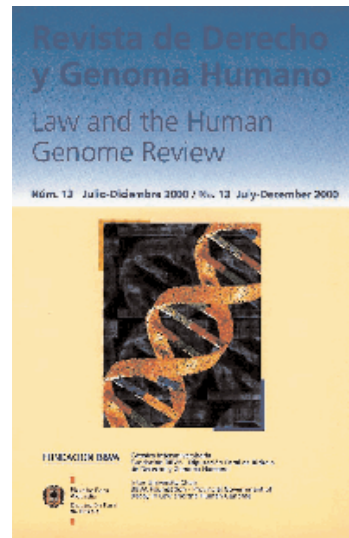
A stable climate of reflection on the legal repercussions of genomics and biotechnology is needed



La aplicación de técnicas de clonación a mamíferos plantea nuevos dilemas

The application of cloning techniques to mammals poses new dilemmas





Se han editado ya 15 volúmenes de la *Revista de Derecho y Genoma Humano*

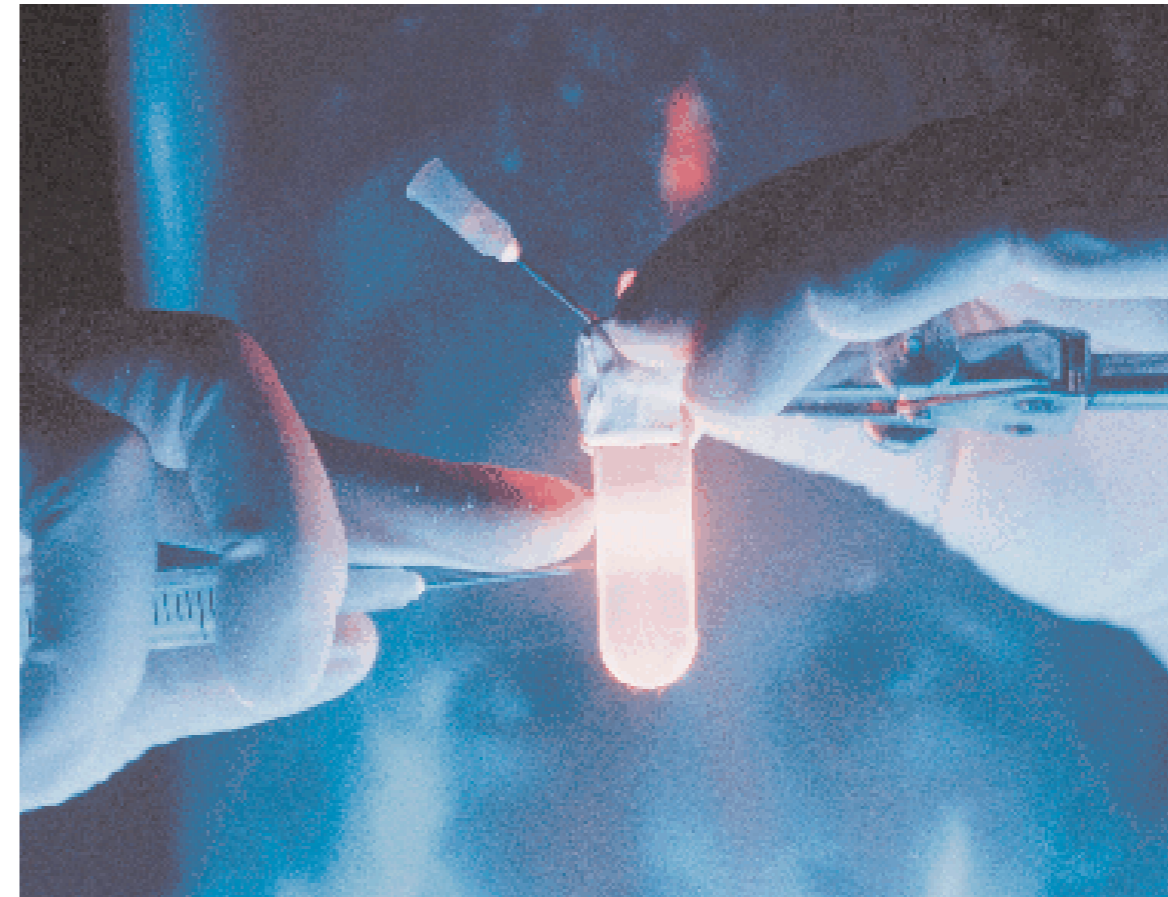
15 volumes of *Law and the Human Genome Review* have been published

público lo brinda la convocatoria anual de las Jornadas sobre Derecho y Genoma Humano, de las que en 2002 se celebrará la novena edición. Estas jornadas genéricas se complementan con la organización de otras reuniones de carácter monográfico. Se edita además una revista semestral en español e inglés, la *Revista de Derecho y Genoma Humano - Law and the Human Genome Review*, que, con quince volúmenes publicados, se ha convertido en una referencia internacional consolidada.

Los miembros de la Cátedra Interuniversitaria de Derecho y Genoma Humano, que dirige desde su fundación Carlos M. Romeo, catedrático de Derecho Penal de la Universidad del País Vasco, han participado regularmente como expertos y asesores en distintas comisiones del parlamento y el gobierno españoles. Pero su concurso también ha sido recabado por otros países, como Francia o Italia, y por instancias internacionales, ya sean de la Unión Europea, el Consejo de Europa, la UNESCO o la OMS. Caben pocas dudas de que esta dimensión internacional ha de ser en el próximo futuro una de las premisas de la discusión en este campo. La irrupción de nuevas cuestiones, ligadas a las células madre, a los xenotransplantes o a otras fronteras que la investigación biomédica continúa abriendo, hace cada vez más necesario contar con ámbitos de reflexión ética y jurídica que ofrezcan orientaciones fundamentadas en un panorama tan cambiante.

supplemented with the organisation of other monographic meetings. There is also a six-monthly journal in Spanish and English, the *Law and the Human Genome Review* which, after 15 numbers, has already consolidated its standing as an international reference.

The members of the Intercollegiate Chair of Law and the Human Genome, which since its creation has been directed by Carlos M. Romeo, Professor of Criminal Law at the University of the Basque Country, have participated regularly as experts and advisers in different Spanish parliamentary and governmental committees. Yet their wisdom has also been sought by other countries, such as France or Italy, and by international authorities, such as the European Union, the Council of Europe, UNESCO and the WHO. There is little doubt that this international dimension is set to become one of the premises of debate in this field in the near future. The emergence of new issues related to stem cells, xenotransplants or to other frontiers that biomedical research continues to open up, is prompting an increasing need for forums of ethical and legal reflection capable of offering soundly based guidelines in such a changing panorama.



El ADN (debajo) de cualquier persona puede ser aislado y sometido a distintas pruebas

Any person's DNA (below) can be isolated and subjected to testing



La *Revista de Derecho y Genoma Humano* se ha convertido en una referencia internacional consolidada

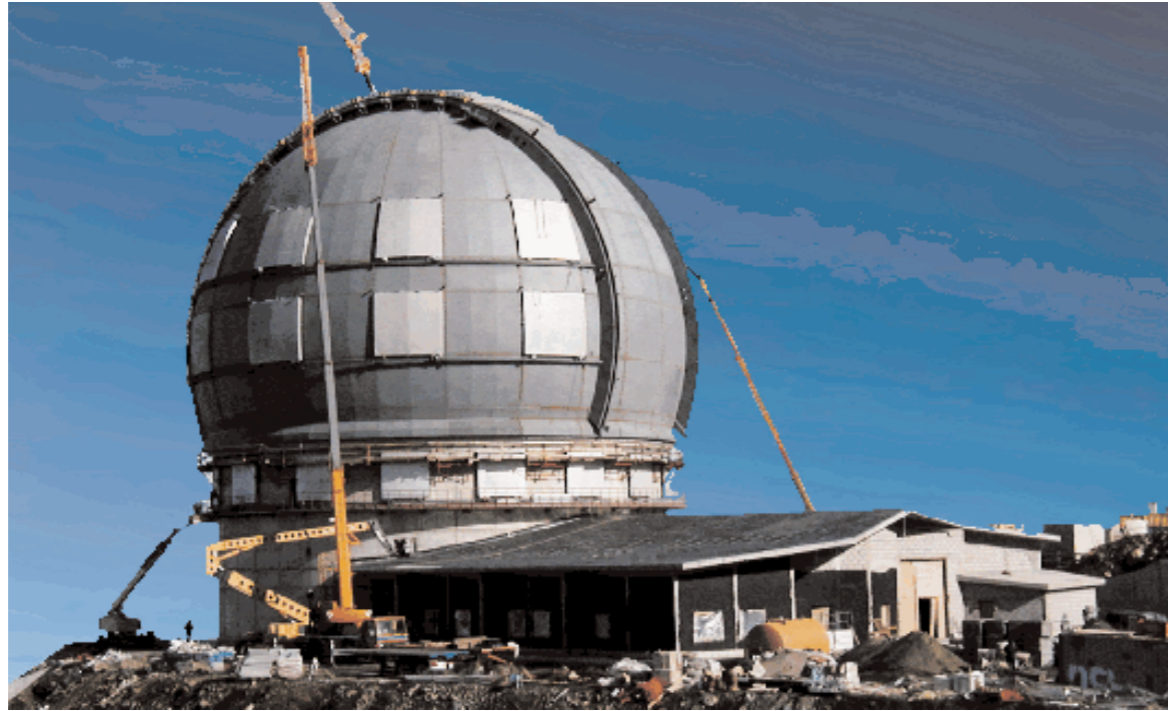
The *Law and the Human Genome Review* has consolidated its standing as an international reference

# GRAN TELESCOPIO CANARIAS

## THE LARGE CANARIES TELESCOPE

El Gran Telescopio Canarias en construcción

The Large Canaries Telescope under construction



El turista que asciende a las cumbres de La Palma, una de las islas Canarias, encuentra un sorprendente paisaje. A más de 2.000 metros de altitud, solo algunos resistentes matorrales son capaces de sobrevivir. Una de las vertientes es más suave, pero la otra se despeña en los impresionantes riscos de la caldera de Taburiente. En medio de todo ello, una insólita sucesión de instalaciones con aire de ciencia-ficción. Se trata de uno de los complejos de observación astronómica más importantes del hemisferio Norte,

Any tourist scaling the heights of La Palma, one of the Canary islands, finds a surprising landscape. At over 2,000 metres, only a few hardy scrub-like bushes can survive. One of the slopes is fairly gentle, but the other is a sheer drop above the magnificent rocky crags of the Taburiente caldera. There, in the middle of this scenery, is an unwonted succession of installations with a look of science fiction about them. This is one of the most important astronomical observation complexes in the northern hemisphere and includes several general purpose telescopes, solar telescopes and cosmic radiation detectors. One of the buildings stands out because of its size. It has an enormous dome which is still under construction. This is the Large Canaries Telescope. When it becomes operational in 2003, the Large Telescope, with its 10-metre diameter segmented mirror, will be the biggest of its kind in the world.

However, even before the appearance of this giant, the complex comprising the installations on La Palma and Tenerife, the neighbouring island, already represented the most complete, advanced group of infrared optical telescopes in Europe. Ever since the mid-1970s, Germany, Great Britain,

Quando entre en operación en 2003, el Gran Telescopio será el mayor del mundo en su género

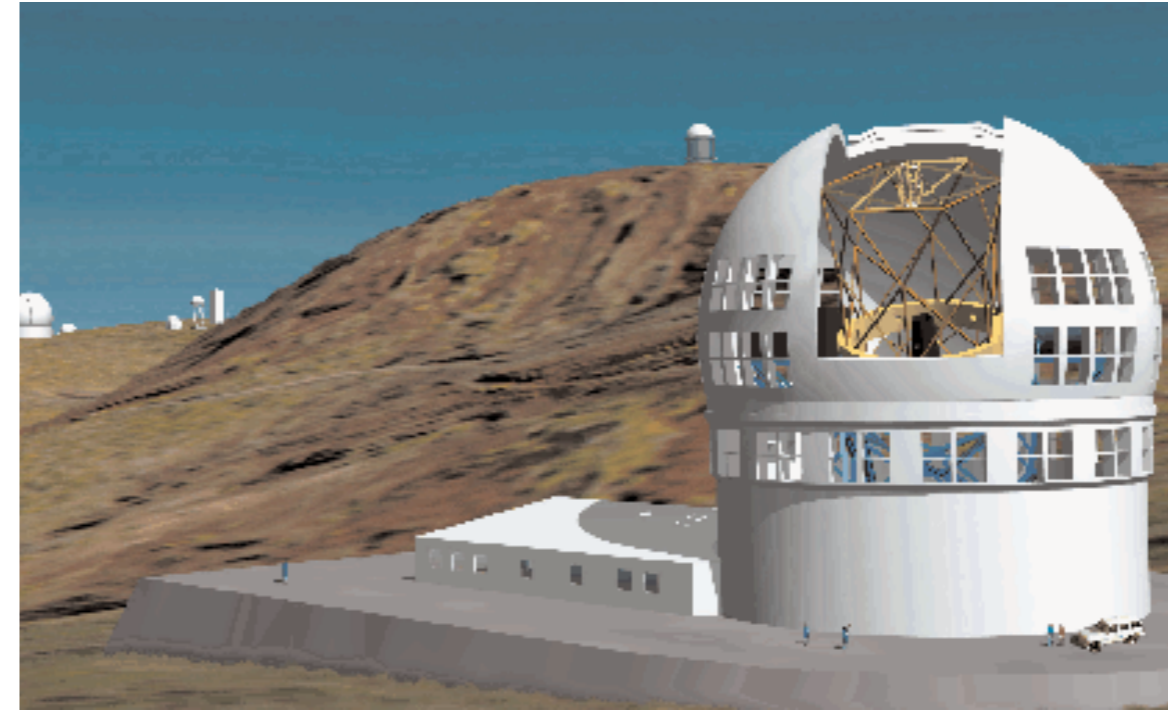


Imagen generada por ordenador que anticipa el aspecto del Gran Telescopio Canarias una vez finalice su instalación

Computer-generated preview image of the Large Canaries Telescope once installed

formado por varios telescopios de propósito general, telescopios solares y detectores de radiación cósmica. Un edificio destaca por su tamaño. Tiene una enorme cúpula, aún en construcción. Es el Gran Telescopio Canarias. Cuando entre en operación en 2003, el Gran Telescopio será, con su espejo segmentado de 10 metros de diámetro, el mayor del mundo en su género.

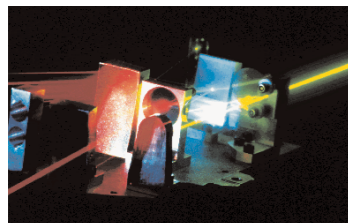
Pero, incluso antes de que apareciera este gigante, el complejo formado por las instalaciones de La Palma y la vecina isla de Tenerife ya representaba el más completo y avanzado grupo de telescopios óptico-infrarrojos de Europa. Desde mediados de los setenta, Alemania, el Reino Unido, Francia, Italia, Holanda y otros países han ido construyendo aquí sus instrumentos, atraídos por las inmejorables condiciones del lugar. A diferencia de otras disciplinas científicas, que pueden situar sus laboratorios en cualquier parte del mundo, la observación astronómica precisa ubicaciones extraordinariamente específicas, y los despejados y estables cielos de las altas montañas canarias son una de ellas.

France, Italy, Holland and other countries have been building their instruments here, the attraction being the excellent conditions of the site. In comparison with other scientific disciplines, which can locate their laboratories anywhere around the globe, astronomical observation requires extraordinarily specific sites, and the clear, reliably stable skies of the high Canaries' mountains provide just that.

In only a few years and thanks to these installations,

When it becomes operational in 2003, the Large Telescope will be the biggest of its kind in the world





Galaxia espiral NGC 891 (arriba). Espectrofotómetro ISPHOT-S, diseñado y construido en el Instituto de Astrofísica de Canarias para el satélite ISO de la Agencia Europea del Espacio (debajo)

NGC 891 spiral galaxy (above). ISPHOT-S spectrophotometer, designed and built at the Canary Islands' Astrophysics Institute for the European Space Agency ISO satellite (below)

Gracias a estas instalaciones, la astronomía española ha dado en pocos años el salto a la moderna astrofísica, mejorando espectacularmente su nivel científico. Ahora es España la que toma la delantera y lidera la construcción de un instrumento de nueva generación, que ha sido impulsado por el Instituto de Astrofísica de Canarias, financiado por el gobierno español y por fondos europeos, y construido con tecnología que en buena parte es española. Instituciones de Estados Unidos y México también participan en el proyecto.

El núcleo del Gran Telescopio es su espejo primario. Cuanto mayor es el espejo mayor es su

Spanish astronomy has taken a jump into the world of modern astrophysics, with a spectacular improvement in its scientific standing. Now Spain is at the forefront and leads the construction of a new generation instrument, promoted by the Canary Island Astrophysics Institute, financed by the Spanish Government and European funds, and built with technology that is largely Spanish. Institutions in the United States and Mexico are also participating in the project.

The nucleus of the Large Telescope is its primary mirror. The larger the mirror, the more light it can capture, thereby increasing its capacity to detect objects that are so distant or faint that they cannot be detected otherwise. In order to achieve the record size of 10 metres, the mirror must be segmented. It is made up of multiple hexagonal modules, and their adjustment requires the most painstaking precision and the most sophisticated of technologies. No effort is spared to optimise the telescope's optics, which must be perfect, and will be even more so when the adaptive optics systems currently under development are implemented. These will allow the mirror to deform automatically and compensate for atmospheric disturbances. The instrumentation used for analysing light, transforming it into images, spectra, polarisation measurements, etc., is also highly advanced.

All this technology will soon be at the service of a research programme that addresses most of the major challenges posed by modern astrophysics. Planets located in the proximity of our own sun that are invisible today will be searched for. The processes that give rise to planetary systems and stars will be studied, the chemical composition of matter present in the cosmos since the Big Bang will be analysed, and the birth of the first galaxies and the large-scale structure of the universe will be investigated. Other questions that are equally interesting are those related to dark matter, which is studied using gravitational lenses; the measurement of the accelerated expansion of the universe; and of the so-called dark energy, by the observation of distant supernovas; as well as the formation and evolution of enormous black holes in the centres of the galaxies, including our own. Other areas of study include the identification of optical counterparts for

poder captador de luz y por tanto su capacidad para detectar objetos tan lejanos o débiles que hoy son indetectables. Para alcanzar el tamaño récord de 10 metros el espejo ha de ser segmentado. Está compuesto de múltiples módulos hexagonales, cuyo ajuste requiere la más exquisita precisión y la más sofisticada de las tecnologías. Todo aquí está al servicio de la óptica, que debe ser perfecta. Y lo será aún más cuando se apliquen los sistemas de óptica adaptativa actualmente en desarrollo, gracias a los cuales el espejo se deforma automáticamente y compensa las perturbaciones de la atmósfera. Igualmente avanzada es la instrumentación que analiza la luz, transformándola en imágenes, espectroscopías, polarimetrías, etcétera.

Toda esta tecnología estará pronto al servicio de un programa de investigaciones que recoge buena parte de los principales desafíos de la astrofísica moderna. Se buscarán planetas hoy invisibles en estrellas del entorno del Sol, se estudiarán los procesos que originan los sistemas planetarios y las estrellas, se analizará la composición química de la materia en el cosmos desde el big bang, se indagará sobre el nacimiento de las primeras galaxias a partir de fluctuaciones en densidad del plasma primordial y sobre la distribución de las galaxias y la estructura a gran escala del universo. Otras cuestiones de no menor interés son las relativas a la materia oscura, estudiada mediante lentes gravitacionales, la medida de la expansión acelerada del universo y de la denominada energía oscura, gracias a la observación de supernovas muy distantes, o la formación y la evolución de agujeros negros supermasivos en los centros de las galaxias, incluida la nuestra. Y aún podrían citarse la identificación de contrapartidas ópticas de los enigmáticos estallidos de rayos gamma, posiblemente los fenómenos más energéticos del universo, o las fuentes esporádicas de intensa emisión de rayos X, procedentes de regiones donde la materia está sometida a campos gravitatorios muy intensos.

Para el sistema español de ciencia y tecnología el Gran Telescopio Canarias es una opción estratégica por partida doble. Por un lado, al ponerse a la cabeza de la instrumentación astrofísica mundial, permitirá avanzar en la frontera del conocimiento. Por otro lado, como proyecto dinamizador de todo un proceso de innovación y transferencia de tecnología, está implicando conjuntamente a centros de investigación y empresas en un campo hasta ahora apenas desarrollado.



Telescopios solares y otras instalaciones del Observatorio del Teide, en la isla de Tenerife

Solar telescopes and other installations at the Teide Observatory, on the island of Tenerife

the enigmatic gamma ray bursts, which are possibly the most energetic phenomena in the universe, or the sporadic sources of intense X-ray emissions coming from regions where matter is subjected to highly intense gravitational fields.

For Spanish science and technology, the Large Canary Telescope is a double-edged strategic option. On the one hand, becoming a leader in world astrophysics instrumentation permits a leap forward to the frontiers of knowledge. On the other hand, it is a project which energizes the process of innovation and technology transfer, by stimulating the collaboration of research centres and companies in a field hitherto not developed.

It will allow researchers to see objects hitherto unseen

Permitirá a los investigadores ver lo hasta ahora invisible

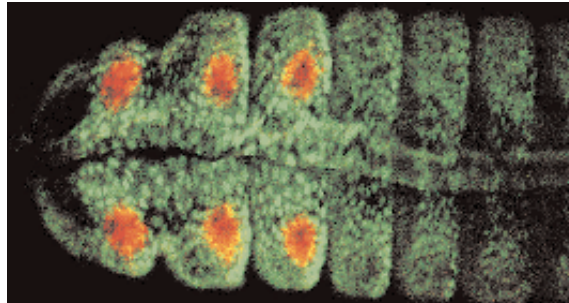


# BIOLOGÍA DEL DESARROLLO

## DEVELOPMENTAL BIOLOGY

Las áreas coloreadas corresponden a primordios a partir de los cuales se desarrollarán las patas

The coloured areas correspond to primordia from which the legs will develop



LOS sucesivos descubrimientos del ADN, de su estructura molecular en doble hélice y del modo preciso en que se traduce su código genético parecían haber aclarado todas las cuestiones importantes sobre las relaciones entre los seres vivos y sus genes. Se diría que solo quedaba la paciente tarea de ir leyendo todos los genes de que es portador cada organismo. Por eso el reciente anuncio de que se había completado el genoma humano sonó a misión cumplida. Y, sin embargo, todo eso no es sino una parte, quizá la más fácil, del rompecabezas.

Tenemos los componentes, pero quedan por resolver las instrucciones de montaje. En teoría, todas las células de un organismo dado tienen los mismos genes. ¿Cómo, entonces, sabe una célula que tiene que diferenciarse para hacer ojo, pata o pelo? ¿Y cómo se separan y se organizan en el espacio los diferentes tipos de células que han de dar lugar a esas estructuras para que, al final, todo

The string of discoveries surrounding DNA, its double-helix molecular structure and the exact way in which the genetic code is translated, seemed to have provided answers to key questions about the relationship between living beings and their genes. Then came the painstaking task of reading all the genes carried by each living organism. The announcement made recently that the human genome had been completed had the ring of "mission accomplished".

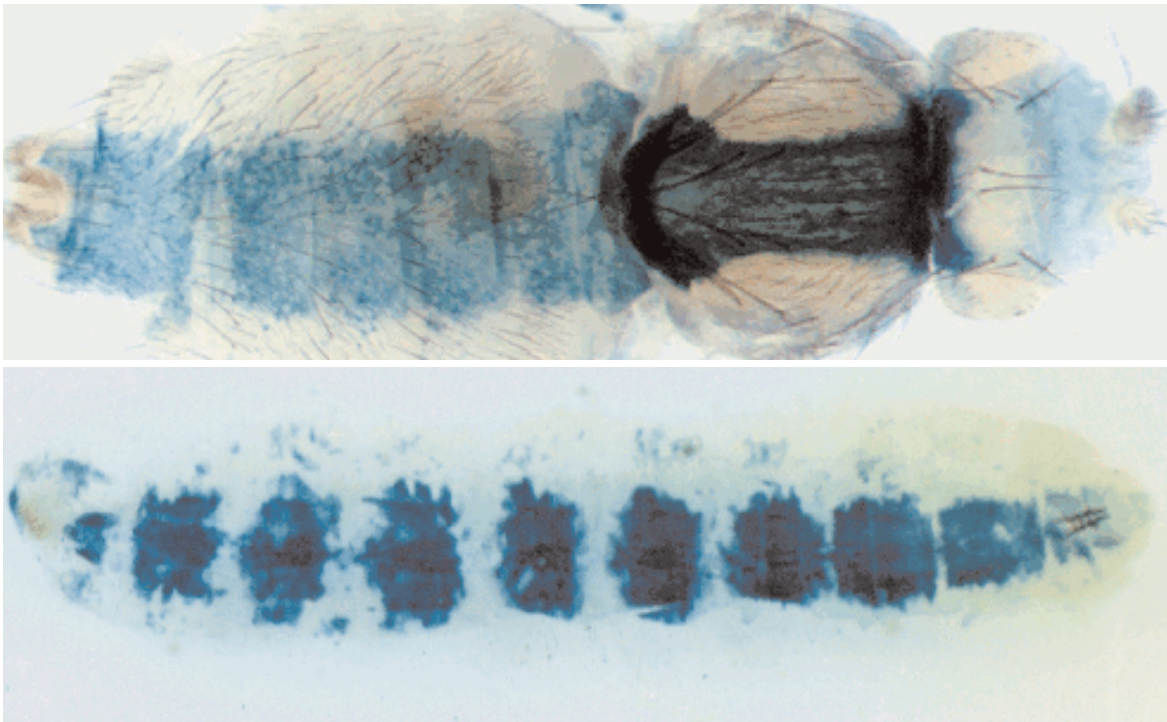
This achievement, however, is only one piece - and perhaps the easiest - in the puzzle.

Now that we have the components, the assembly instructions need clarifying. In theory, all the cells in an organism share the same genes. How, then, does a cell know that it has to do something different in order to make an eye, leg or strand of hair? How do different kinds of cells divide up and arrange themselves to produce those structures so that in the end everything is just in the right place? In a nutshell: how is an organism constructed? In the last 30 years, groups of Spanish researchers have contributed towards answering those questions and in doing so have earned international renown and made developmental biology one of the most brilliant scientific disciplines in Spain.

Antonio García-Bellido, the pioneering figure in this field of scientific research in Spain, has spent much of his career at the Centre for Molecular Biology in Madrid. The centre was set up in 1975 as a joint association between the National Council for Scientific Research (CSIC) and the Autonomous University of Madrid. Its aim, as an advanced research institute, was to help consolidate a budding community of Spanish biochemists, geneticists and molecular biologists. Developmental biology research teams, headed by Antonio García-Bellido, Ginés Morata and Pedro Ripoll, based themselves there, and were joined shortly afterwards by Juan Modolell. Since then, many other teams have been formed there and at other research centres in Spain. One hundred scientists in some 20 different groups make up the thriving community engaged in research into developmental biology in Spain today.

Una veintena de grupos conforma la pujante comunidad dedicada a la biología del desarrollo en España





Muchos animales presentan en su desarrollo una estructura segmentada

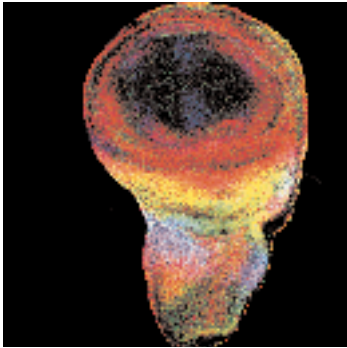
Many animals possess a segmented structure during development

esté en su sitio? ¿Cómo se construye, en definitiva, un organismo? A responder estas preguntas han contribuido en los últimos treinta años grupos de investigadores españoles que han hecho de la biología del desarrollo una de las disciplinas más brillantes y con mayor proyección internacional de la ciencia hecha en España.

La figura pionera ha sido Antonio García-Bellido, cuya carrera científica se ha desarrollado sobre todo en el Centro de Biología Molecular (CBM). El CBM fue creado en 1975, como centro mixto del CSIC y la Universidad Autónoma de Madrid, con el objetivo de ser un instituto de investigación avanzada que ayudase a consolidar una incipiente y prometedora comunidad de bioquímicos, genetistas y biólogos moleculares españoles. Allí se instalaron los grupos de biología del desarrollo liderados por García-Bellido, Ginés Morata y Pedro Ripoll, a los que se unió poco más tarde Juan Modolell. Desde entonces se han ido formando otros muchos grupos, que se han establecido tanto en el CBM como en otros centros de investigación españoles. Un centenar de científicos en una veintena de grupos conforma hoy la pujante comunidad dedicada a la biología del desarrollo en

The contributions made by them stand at the forefront of international research in this discipline. Their first major breakthrough, in 1973, was the discovery of “compartments” as cell lineage developmental units. These groups of cells gave rise to particular portions of the organism’s anatomy and their development could be linked to the activity of particular genes known as homeotic genes. The establishment of a specific relationship between

Some 20 groups make up the thriving community engaged in research into developmental biology in Spain today



Disco imaginal de ala de *Drosophila* tratado para visualizar la actividad de tres genes reguladores del desarrollo, homothorax en rojo, teashirt en verde e iroquois en azul, de los cuales uno, dos o los tres pueden estar activos en unas u otras áreas

Imaginal disc of a *Drosophila* wing treated to visualise the activity of three development regulator genes, homothorax in red, teashirt in green and iroquois in blue, one, two or three of which may be active in one area or another

España.

Sus contribuciones han estado en la vanguardia internacional de la disciplina. Su tarjeta de presentación, en 1973, fue el hallazgo de los denominados compartimentos como unidades de linaje celular en el desarrollo. Se trataba de grupos de células que daban lugar a porciones concretas de la anatomía del organismo y cuyo desarrollo podía relacionarse con la actividad de genes particulares, los llamados genes homeóticos. Al establecer una relación específica entre regiones concretas del cuerpo y genes que regulaban su desarrollo se daba un paso decisivo.

Posteriormente, el esclarecimiento de la estructura genética del complejo Bithorax, dado a conocer en artículos publicados en 1985 y 1986 en *Nature* y *Cell*, constituyó una aportación española de gran valor para entender los genes Hox. Bithorax es uno de los subgrupos del complejo Hox en la mosca *Drosophila*. La importancia crucial de los genes Hox, por entonces recién descubiertos, radica en que “leen” la posición, establecida por otros genes, de las células primordiales a lo largo del eje anterior-posterior del cuerpo, activándose entonces para dar lugar a las estructuras concretas que corresponden a esa posición. Aunque se estudiaron primero en *Drosophila*, se han encontrado después en organismos muy distintos, incluidos los humanos. Ello permite suponer que la maravillosa diversidad que muestran entre sí las innumerables especies de seres vivos ha sido creada a partir de unas

regions of the body and the genes that control their development was a major step forward.

Later, the unravelling of the genetic structure of the Bithorax complex, reported in 1985 and 1986 in *Nature* and *Cell*, represented a major Spanish contribution towards fully understanding the Hox genes. Bithorax is one of the subgroups of the Hox complex in the *Drosophila* fly. The crucial importance of the Hox genes, only recently discovered then, is that they “read” the position, established by other genes, of the primordial cells along the anterior-posterior axis of the body, and then activate themselves to give rise to the specific structure that corresponds to that position. They were studied initially in *Drosophila*, and latterly have been discovered in many different organisms, even in humans. This leads to the hypothesis that the marvellous diversity existing in the countless species of living beings was created on the basis of the same construction rules, which have been conserved throughout the evolution process.

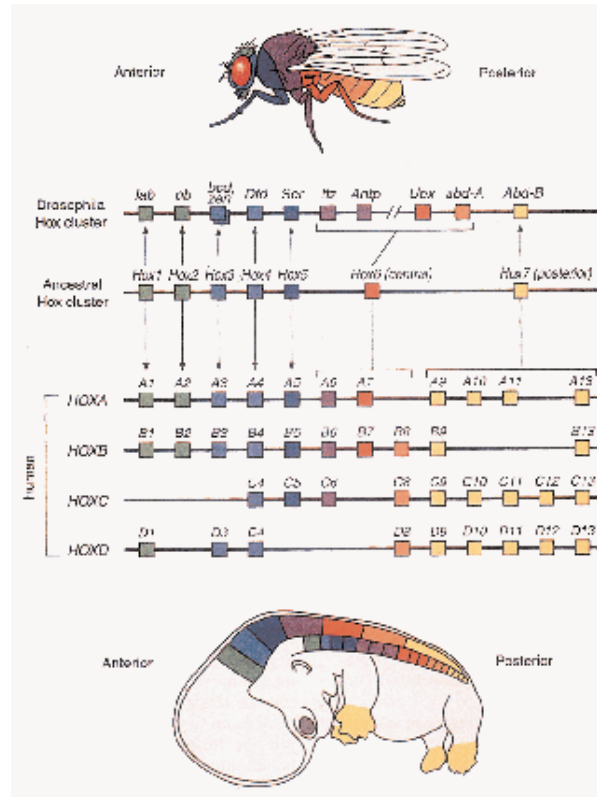
Research into the Hox genes continues to be one of the specialities of the Spanish groups. In 1990, Ginés Morata’s group reported new discoveries in *Nature* and *Cell* concerning the functional hierarchy of these genes, demonstrating that this hierarchy is common to all of them and is present in all animal species. This universality in the developmental processes has been further confirmed by subsequent contributions. An outstanding example of this was the recent demonstration, in articles published in *Nature* in 1998 and 1999, that the genetic mechanism involved in the formation of the appendages of insects is the same mechanism that produces the extremities of vertebrates. A research team led by Juan Modolell has made decisive contributions in this field, through the characterisation of the Ac-Sc gene complex, towards understanding the development of sensory organs.

# Los genes Hox desempeñan un papel fundamental en la programación del desarrollo



mismas reglas constructivas, que se han conservado a lo largo de la evolución.

El estudio de los genes Hox ha seguido siendo una de las especialidades de los grupos españoles. En 1990 el grupo de Ginés Morata publicó nuevos descubrimientos en *Nature* y *Cell* sobre la jerarquía funcional de estos genes, demostrando que tal jerarquía es común a todos ellos y que se da en todas las especies animales. Esta universalidad de los procesos del desarrollo ha seguido siendo confirmada por nuevas aportaciones. Un ejemplo espectacular ha sido la reciente demostración, en artículos publicados en *Nature* en 1998 y 1999, de que el mecanismo genético que opera en la formación de los apéndices de los insectos es el mismo que produce las extremidades de los vertebrados. Por otra parte, el grupo de Juan Modolell ha realizado en los últimos años, mediante la caracterización del complejo génico denominado Ac-Sc, contribuciones decisivas para entender el desarrollo de órganos sensoriales.



El papel de los genes Hox, estudiados en la mosca *Drosophila* (debajo), se mantiene en muy diferentes especies animales, incluido el hombre

Hox genes, studied in the *Drosophila* fly (below), play a role in very diverse animal species, including man

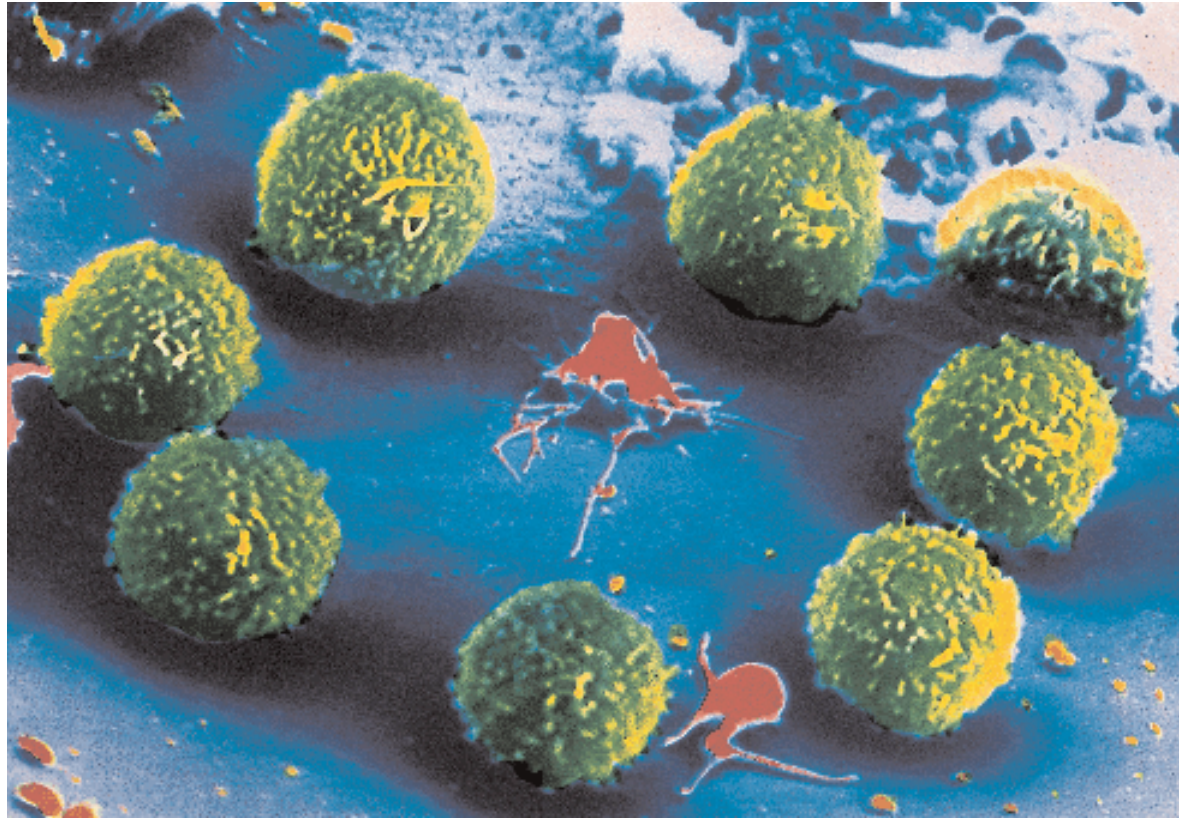


The Hox genes play a fundamental role in developmental programming

# INMUNOLOGÍA Y MIGRACIÓN CELULAR

## IMMUNOLOGY AND CELL MIGRATION

Linfocitos y plaquetas  
Lymphocytes and platelets



Sabemos que nuestro organismo está compuesto de millones de células. Y estamos familiarizados con la idea de que hay muchos tipos distintos y que cada uno está en su sitio, cumpliendo su cometido. Pero a menudo se nos escapa que una parte importante de nuestro funcionamiento como seres vivos depende de células que no están fijas sino que viajan constantemente por nuestro cuerpo. Los leucocitos o glóbulos blancos, por ejemplo, se desplazan sin

We know that our organism is made up of millions of cells and that there are many different types of cells and each one is in its place, doing its job. Yet we tend to forget that our proper functioning as living beings depends to a large extent on cells that are not static, but are constantly roaming round our body.

Leukocytes, for example, are always on the move to safeguard our health. In a day, a lymphocyte travels to every gland in the body in search of foreign

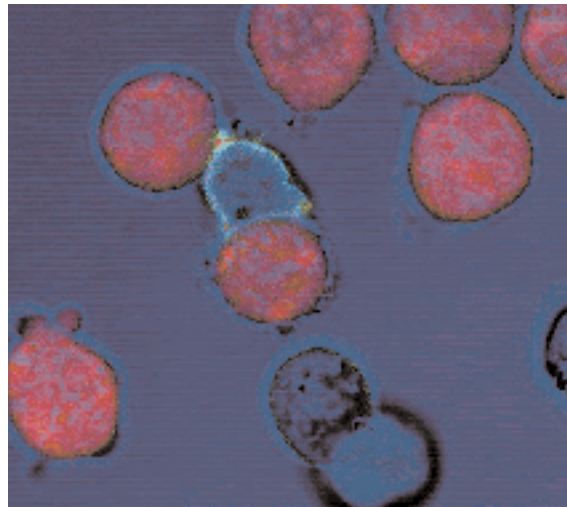
Las quimioquinas son esenciales para la polarización celular que permite a los leucocitos moverse en la dirección adecuada



cesar para garantizar nuestra salud. Y un linfocito recorre en un día todos los ganglios del organismo en búsqueda de agentes extraños. La migración celular es esencial en el desarrollo fetal, la curación de heridas, la respuesta inmune, y el desarrollo de los vasos sanguíneos. Inversamente, los fallos en el control de esos movimientos pueden originar o agravar enfermedades, como la aterosclerosis, la diabetes, la esclerosis múltiple o la artritis reumatoide. Y cuando hablamos de una metástasis cancerosa nos estamos refiriendo al efecto de células que han migrado desde el tumor original a otros tejidos para reproducir allí la enfermedad.

Una parte relevante de la investigación española en inmunología, especialmente la que se desarrolla en el Departamento de Inmunología y Oncología (CSIC-Pharmacia) y en el Servicio de Inmunología del Hospital Universitario de la Princesa de Madrid, se centra precisamente en la migración celular, sobre la que estos grupos han publicado en los últimos años numerosas aportaciones en las mejores revistas de biología molecular, biología celular e inmunología.

Un grupo de proteínas conocido como quimioquinas ha sido objeto de especial atención. Las quimioquinas interactúan con los receptores que poseen los leucocitos, regulando su desplazamiento a través de los vasos sanguíneos y hacia los distintos tejidos. Para que la célula pueda empezar a moverse en la dirección adecuada ha de producirse una polarización, que define un



Contacto inicial entre un linfocito T y una célula presentadora de antígeno

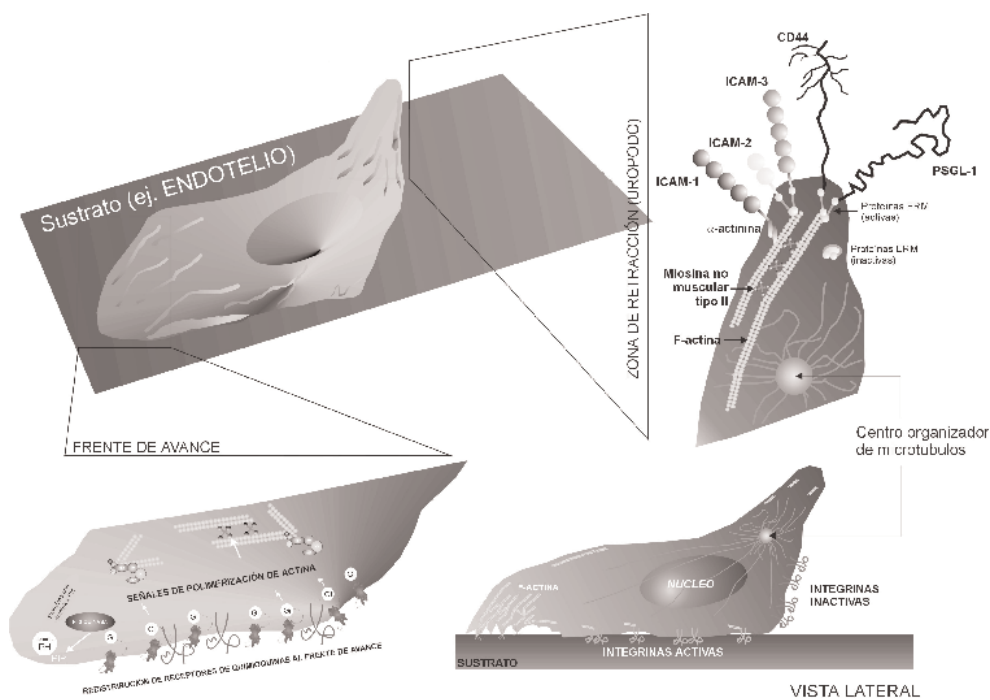
Initial contact between a T lymphocyte and an antigen-presenting cell

agents.

Cell migration is essential for foetal development, wound healing, for our immune response and blood vessel development. Errors in the control of these cell movements can lead to or aggravate diseases, such as atherosclerosis, diabetes, multiple sclerosis or rheumatoid arthritis. In this connection, when the term cancerous metastasis is used, it actually refers to the effect of cells that have migrated from the original tumour to other tissues in order to reproduce the disease there.

Some relevant Spanish immunological research - and in particular the work carried out at the Department of Immunology and Oncology (CSIC-Pharmacia) and at the Immunology Department at the Princesa

# Chemokines are essential for the cell polarisation that enables the leukocytes to move in the right direction



Esquema de un linfocito en migración, en el que se muestran las distintas regiones celulares en relación a la dirección y el sentido del avance y los procesos de relocalización tanto de receptores de adhesión y quimioatracción como de componentes del microesqueleto

Schematic diagram of a migrating lymphocyte showing the different cell regions along its path and the relocation processes for both binding and chemoattractant receptors and microskeleton component

extremo anterior y otro posterior, consistente en una distribución asimétrica de los receptores de quimioquinas y de otros componentes celulares. Además de participar en este proceso esencial de polarización, cuyos mecanismos han comenzado a desentrañar los investigadores españoles, las quimioquinas también son importantes en la prevención de la infección por el virus del SIDA. Tanto en este caso como en otras respuestas inmunes, los linfocitos forman una compleja malla molecular en la zona de contacto con el antígeno específico al que responden. Esta sinápsis inmunológica, sin la cual no podría producirse la acción defensiva, depende de la polarización

University Hospital in Madrid - focuses on cell migration. In recent years, contributions by the research teams there have been reported in leading molecular biology, cellular biology and immunology journals.

One focus of particular attention has been a group of proteins known as chemokines. Chemokines interact with leukocyte receptors, regulating their movement through the blood vessels to the tissues. In order for the cell to start moving in the right direction, anterior-posterior polarisation is needed, which involves asymmetric distribution of the chemokine receptors and of other cell components. In addition to participating in this essential polarisation process, whose mechanisms Spanish researchers are starting to unravel, chemokines also play a key role in preventing HIV virus infections. There, and in other immune responses, the lymphocytes form a complex molecular lattice in the contact zone with the specific antigen to which they respond. This immunological synapse, essential for the defensive action to occur, relies on cellular polarisation and on the presence in that zone of the right molecular components for antigen reception, binding, signalling and activation of the immune response.

Understanding how to control cell movements may also be key to combating their pathological effects. First, the receptor proteins in the cell membrane detect a chemoattractant. That triggers the activation

Ciertas proteínas señaladoras son candidatas idóneas para diseñar fármacos que controlen la inflamación crónica y la metástasis



celular y de la presencia en esa zona de los componentes moleculares adecuados para la recepción del antígeno, la adhesión, la señalización y la activación de la respuesta inmune.

Entender el control de los movimientos celulares puede ser también fundamental cuando de lo que se trata es de combatir sus efectos patológicos. En primer lugar, las proteínas receptoras situadas en la membrana celular detectan un quimioatrayente. Ello promueve la activación de proteínas señalizadoras en el interior de la célula y la modificación y la síntesis de nuevos componentes que hacen posible el avance. Entre esas proteínas señalizadoras destacan las enzimas Rho y la PI-3-quinasa, candidatas idóneas para el diseño de fármacos que neutralicen sus acciones e inhiban así procesos como la inflamación crónica y la metástasis. En este último caso, las células tumorales se desligan de las células vecinas y se desplazan para invadir otros tejidos. Interviene aquí de nuevo la polarización celular inducida por las quimioquinas, cuyo papel puede tener que ver además con la determinación del órgano en el que se va a producir la metástasis. Esta podría ser una línea de investigación prometedora, ya que distintas combinaciones de factores de crecimiento y citoquinas permiten controlar la expresión de las quimioquinas. Pero para comprender el proceso de invasión tumoral es preciso describir en detalle los genes implicados, sus productos y las rutas de señalización en que participan. Hacerlo, como hasta ahora, para un gen o una proteína concretos, era un avance, pero distaba mucho de abarcar la complejidad del conjunto. La reciente secuenciación del genoma humano ayudará a inventariar las relaciones moleculares y funcionales implicadas y, de este modo, a conseguir una visión más completa de la migración celular y su papel en el funcionamiento y las enfermedades del organismo.

of signalling proteins in the cell and the modification and synthesis of new components that enable them to advance. Among these signalling proteins, the Rho and PI-3-kinase enzymes are perfect candidates for designing drugs that neutralise their actions, inhibiting processes such as chronic inflammation and metastasis. In metastasis, the tumour cells break away from neighbouring cells and move off to invade other tissues. Cell polarisation is involved in that process as well, induced by the chemokines, which may also be responsible for determining the organ in which metastasis will take place. This may prove to be a promising line of investigation, since different combinations of growth factors and cytokines enable chemokine expression to be controlled. However, in order to understand the tumour invasion process, a detailed description is needed of the genes involved, their products and the signalling routes in which they participate. Achieving this for one specific gene or protein was a great step forward in itself, but was a long way off addressing the complexity of the set as a whole. Recent human genome sequencing will help to determine the molecular and functional relations involved, providing a more comprehensive insight into cell migration and its role in the functioning and diseases of the organism.

Certain signalling proteins are ideal candidates for designing drugs that can control chronic inflammation and metastasis

# OCEANOGRAFÍA EN EL *HESPÉRIDES*

## OCEANOGRAPHY ON THE HESPERIDES

El buque de investigación  
oceanográfica *Hespérides*

The *Hesperides* oceanographic  
research ship



LOS humanos somos, al fin y al cabo, animales terrestres. Por eso el conocimiento científico de los medios acuáticos, y especialmente de las inmensidades oceánicas, ha requerido siempre un esfuerzo extra. El instrumento clave en ese empeño ha sido el buque oceanográfico. Como lugar de forzada pero fructífera convivencia de los distintos científicos que estudian el mar en sus variados aspectos, estos barcos son paradigma de interdisciplinariedad. Y, aunque están dotados de los más avanzados equipos tecnológicos, sus

We human beings are, when all is said and done, creatures of the land. This why scientific knowledge of aquatic media, and particularly the vastness of the oceans, has always called for an extra effort. The oceanographic ship has been the key instrument in this undertaking. As the venue where the various scientists who study the sea in its different aspects have to live together in enforced but fruitful harmony, these ships represent an interdisciplinary model. Although they are equipped with cutting-edge technological equipment, their voyages, which may take a long time and reach distant latitudes, still preserve a romantic flavour of adventure that has practically disappeared from the rest of modern scientific activity.

El Hespérides ha  
cumplido una década  
como elemento  
central del programa  
de investigaciones en  
la Antártida

The foremost Spanish oceanographic ship is the Hesperides, which has completed a decade of profitable work as the central element of the Spanish research programme in Antarctica, besides carrying out other marine research missions. The Hesperides belongs to the Spanish Navy and is managed through the National Research and Development Plan, which keeps it open to all projects by Spanish investigators, selecting them according to their quality.

During the last few years, geologists, geophysicists and volcanologists have all used the Hesperides to



singladuras, a veces muy largas y a latitudes muy lejanas, conservan el sabor romántico y aventurero que prácticamente ha desaparecido del resto de la actividad científica moderna.

El principal buque oceanográfico español es el **Hespérides**, que ha cumplido una década de provechosa labor como elemento central del programa de investigaciones en la Antártida, además de desempeñar otras misiones de investigación marina. El **Hespérides** pertenece a la Armada Española y se gestiona a través del Plan Nacional de Investigación y Desarrollo, que lo mantiene abierto a los proyectos de todos los investigadores españoles, seleccionados en función de su calidad.

Geólogos, geofísicos y vulcanólogos han utilizado el **Hespérides** para abordar en los últimos años estudios sobre volcanes submarinos en Canarias y en la Antártida, sobre generación de nueva corteza oceánica en el Atlántico y el Pacífico, o para la detección de áreas en que pueden producirse terremotos destructivos en la península Ibérica y en la costa pacífica de Chile y México. También se han llevado a cabo investigaciones sobre el papel de los océanos en el fundamental ciclo del carbono, estudiando la transferencia de dióxido de carbono, principal gas implicado en el efecto invernadero, entre la atmósfera y las capas superficiales del océano, así como la captación en el Atlántico Norte del exceso de este gas causado por la actividad humana. De lo global a lo local, los oceanógrafos estudian también diferentes ecosistemas marinos y sus diversos aspectos, características fisicoquímicas del agua, composición y distribución de las comunidades de organismos, producción primaria, dinámica de especies pesqueras, etcétera.

Ya se ha adelantado el papel central que el **Hespérides** ha desempeñado en el joven pero intenso programa antártico de España. En la Antártida se ha reconocido la fauna marina y se ha indagado en la estructura de su margen continental o en los procesos biogeoquímicos de su plataforma. También se ha contribuido a la

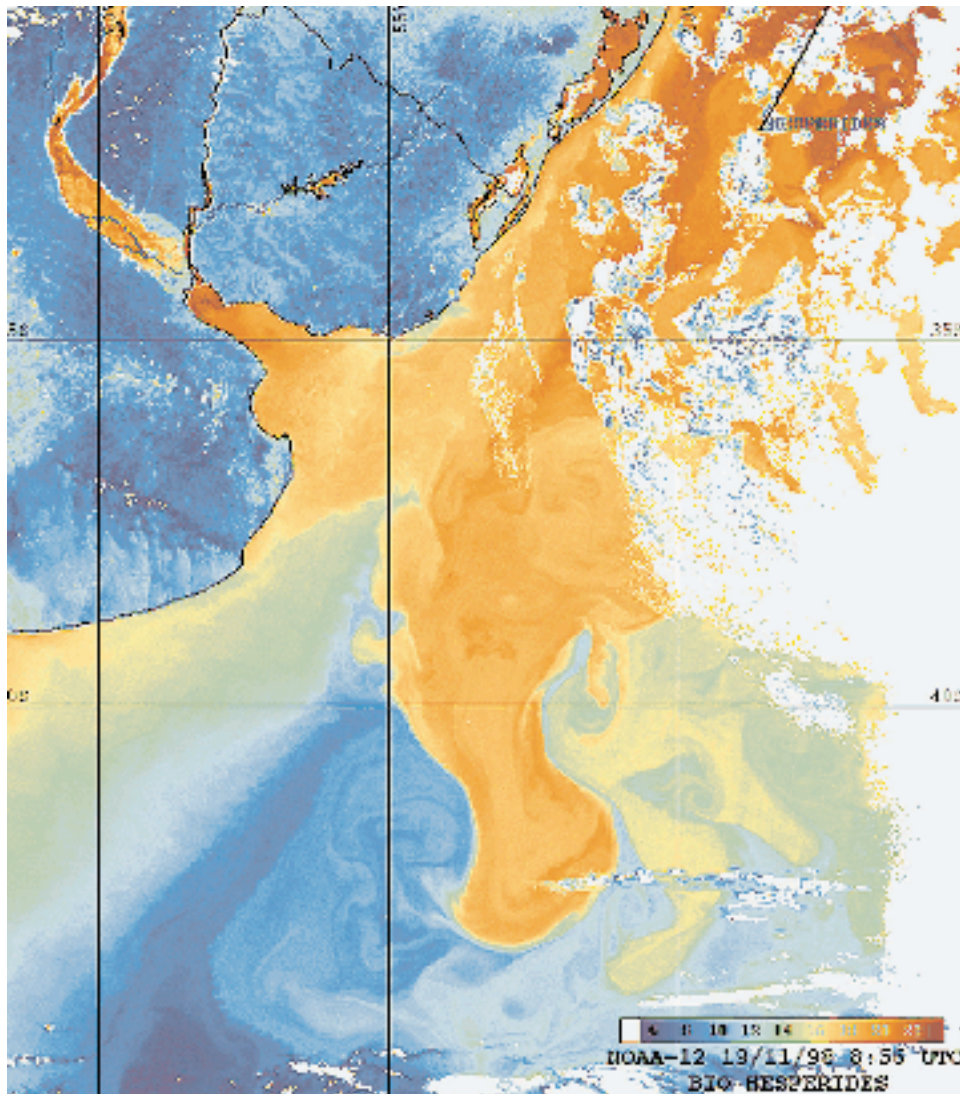


El *Hespérides* fondeado junto a la base antártica española "Juan Carlos I"

The *Hesperides* anchored at the Spanish "Juan Carlos I" Antarctic base

tackle the study of underwater volcanoes in the Canaries and Antarctica, the generation of new oceanic crust in the Atlantic and the Pacific, as well as the detection of areas in the Iberian peninsula and the Pacific coast of Chile and Mexico where destructive earthquakes may occur. They have also carried out research on the role played by the oceans in the basic cycle of carbon, studying the transfer of carbon dioxide - the main gas involved in the greenhouse effect - between the atmosphere and the surface layers of the ocean, as

# The Hesperides has completed one decade working as the central element in the Antarctic research programme



# Se ha investigado el papel de los océanos en el ciclo del carbono y el efecto invernadero

well as the excessive collection of this gas, produced by human activity, in the North Atlantic. Moving from global to local issues, oceanographers also study various marine ecosystems and their different aspects, the physical and chemical characteristics of water, the composition and distribution of communities of organisms, primary production, the dynamics of fishing-ground species, etc.

As mentioned, the Hesperides played a central role in the young but intense Spanish Antarctic programme. Marine fauna has been surveyed in Antarctica and the outer limits of these animals' continental activity have been investigated, together with the bio-geochemical processes of their platform. There have also been contributions to the physical and chemical characterisation of the waters that surround the Antarctic continent and have an influence on the global circulation of oceanic waters and the productivity of the seas. A group of researchers from Spain's National Council for Scientific Research and National Health Institute focused on the physiology of certain peculiar species of fish found in the Antarctic; these are the only vertebrates lacking haemoglobin in their blood. Their unusual molecular adaptations could be of interest in the treatment of pulmonary emphysema and other diseases.

The development of oceanographic research is closely tied to matters of strategic interest, such as climate changes, marine pollution, seismic risk, oil prospecting, the laying of communication cables and power lines, and the dynamics of fishing-ground resources, the latter being of special importance to the Spanish economy. Over the last few years, and thanks to the Hesperides, the support of domestic and European programmes and the efforts by different groups and institutions, Spanish marine science has developed very significantly. Spain now ranks tenth by number of publications in first-tier journals in this field. Next, the challenge is to take advantage of this thrust and to consolidate it, thereby renewing the historic tradition that in former times linked maritime exploration with the best of Spanish science.





Pág. anterior: Las aguas cálidas del Río de la Plata se introducen profundamente en el frío Atlántico Sur en esta imagen de temperatura superficial obtenida desde el *Hesperides* por el sistema TeraScan TS300

Opposite page: The warm water of the River Plate makes deep inroads into the cold South Atlantic in this surface temperature image taken from the *Hesperides* using the TeraScan TS300 system

Levantamiento hidrográfico de la bahía Foster, en la isla antártica Decepción, realizado con una sonda multihaz instalada a bordo del *Hesperides*

Hydrographical survey of Foster Bay on Deception Island in the Antarctic, using a multibeam echosounder (MBES) installed on board of the *Hesperides*

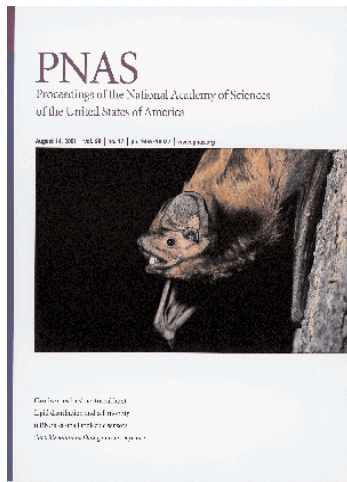
caracterización fisicoquímica de las aguas que rodean el continente antártico, las cuales influyen en la circulación oceánica global y en la productividad de los mares. Un grupo de investigadores del CSIC y el Insalud se ha centrado en la fisiología de unos peces antárticos, los únicos vertebrados que carecen de hemoglobina en la sangre, cuyas peculiares adaptaciones moleculares podrían tener interés para tratar el enfisema pulmonar y otras enfermedades.

El desarrollo de la investigación oceanográfica está estrechamente ligado a cuestiones de interés estratégico, como el cambio climático, la contaminación marina, los riesgos sísmicos, la prospección de hidrocarburos, el tendido de cables de comunicaciones y redes energéticas, o la dinámica de los recursos pesqueros, de los que depende un sector de especial importancia en la economía española. En los últimos años, gracias al *Hesperides*, al apoyo de programas nacionales y europeos, y al esfuerzo de grupos e instituciones, las ciencias marinas han experimentado considerable desarrollo en España, que ya es el décimo país en número de publicaciones de primer nivel en este campo. El reto es ahora aprovechar ese impulso y consolidarlo, renovando la tradición histórica que en otras épocas unió la exploración marítima con lo mejor de la ciencia española.

## The role played by the oceans in the carbon cycle and the greenhouse effect has been investigated

# MURCIÉLAGOS

## BATS



En 2001 se daba a conocer el descubrimiento de los murciélagos cazadores de aves en vuelo

The announcement of the discovery that bats that prey on birds on the wing was made in 2001

¿Queda realmente algún aspecto importante por descubrir en la historia natural de los vertebrados europeos? Suele pensarse que es en las regiones tropicales, mucho más ricas en especies y peor estudiadas, donde aún pueden encontrarse grandes novedades en grupos de animales tan conocidos como los mamíferos o las aves. Sin embargo, un artículo aparecido en 2001 en *Proceedings of the National Academy of Sciences* ha demostrado lo contrario. Los protagonistas, los murciélagos. Concretamente el nótulo grande (*Nyctalus lasiopterus*), el mayor de los quirópteros europeos, con sus casi 50 centímetros de envergadura alar.

Los autores del descubrimiento, Carlos Ibáñez y sus colaboradores de la Estación Biológica de Doñana (CSIC). Ibáñez lleva muchos años estudiando los murciélagos, a los que ya dedicó su tesis doctoral, realizada en Venezuela. Desde entonces, el grupo de Ibáñez ha trabajado en América y África, y, por supuesto, también en España. Y era aquí, en casa, donde les estaba reservado el más llamativo hallazgo de su carrera.

Tres años de estudio sobre la dieta del nótulo grande y más de 14.000 excrementos analizados revelaron lo que en un principio parecía increíble. Este murciélago se alimenta durante gran parte del año de pequeños pájaros que captura en vuelo, por la noche, aprovechando sus movimientos migratorios. Se trata de la primera constatación de depredación de murciélagos sobre vertebrados en Europa. Pero que, además, las otras especies de quirópteros de

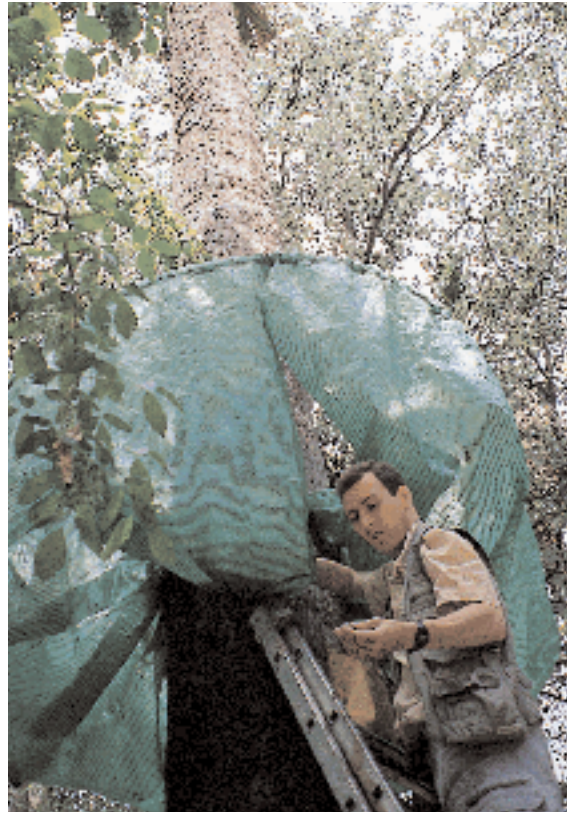
Is there any really important aspect of the natural history of European vertebrates still waiting to be discovered? Tropical regions, which are far more abundant in species and have been the site of less research, are usually thought to hold the key to new discoveries in such well known groups of animals as mammals or birds. However, an article published in *Proceedings of the National Academy of Sciences* in 2001 seems to have put paid to this assumption. The article deals with bats, more specifically, the greater noctule (*Nyctalus lasiopterus*), the largest of all European chiropterans, with a wingspan of almost 50 centimetres. The discovery was made by Carlos Ibáñez and his colleagues at the Doñana Biological Research Station (CSIC). Carlos Ibáñez had studied bats for years and had undertaken his doctoral thesis on bat fauna in Venezuela. The research conducted by him and his team took them to Central and South America and Africa, and, naturally enough, Spain as well. It was here, on home ground, where the most remarkable finding of their career awaited them.

Three years' research into the diet of the greater noctule and analyses of over 14,000 faecal pellets revealed what had initially seemed incredible. This bat feeds for a large part of the year on small birds that it captures in flight at night, taking advantage of their migratory movements. It is the first evidence of bat predation on vertebrates in Europe, but it does not stop there. Other species of chiropterans hitherto known to capture birds, all of them from tropical regions, only do so when the birds are resting. This is the first time that evidence has been found anywhere in the world of bats hunting and capturing birds on the wing.

The Iberian peninsula is a key migration corridor between Europe and Africa. Millions of small birds cross its skies every year, but nobody ever suspected that they might be a food source for bats. Although the strike itself has never been observed directly, everything suggests that it takes place in flight. Both the wing form of the great noctule and the characteristics of its echolocation signals, the sonar-

Es el primer hallazgo de una especie de murciélago que caza pájaros en vuelo





Para estudiar los hábitos alimenticios de los murciélagos se analizan sus excrementos, recogidos al pie de sus posaderos

Bat eating habits can be studied by analysing droppings that are collected underneath their roosts

las que ya se sabía que capturan aves, todas de regiones tropicales, siempre lo hacen cuando están posadas. Esta es la primera vez que se comprueba la caza de pájaros en vuelo en cualquier lugar del mundo.

Hay que tener en cuenta que la península Ibérica es una vía estratégica de la migración entre Europa y África. Son millones los pequeños pájaros que cada año cruzan sus cielos. Pero hasta ahora no se había sospechado que pudieran ser un recurso alimenticio para los murciélagos. Aunque no se ha observado directamente el lance de caza, todos los indicios demuestran que se produce en vuelo. Tanto la forma del ala del nótulo grande como la estructura de sus señales de ecolocalización, el procedimiento similar a un radar del que se sirven los murciélagos para encontrar y capturar a sus presas, indican que este quiróptero es un cazador aéreo de espacios abiertos.

¿Cómo y cuándo son capturados los pájaros?

like system used by bats to detect and capture their prey, indicate that it is an aerial hawking chiropteran of open spaces.

How and when do bats capture birds? Which species do they prey on and how many do they catch? How soon in their development can young noctules be party to this sort of hunting? These are just some of the questions that Carlos Ibáñez and his group are keen to solve. But that is not their only

This is the first evidence of a bat species that preys on birds on the wing

¿Qué especies y en qué cantidad? ¿A partir de qué edad son capaces los nictúlos de practicar este tipo de caza? Son algunas de las cuestiones que el grupo de Ibáñez espera resolver a partir de ahora. Pero no es esta su única línea de investigación. Los estudios taxonómicos sobre murciélagos de medio mundo han permitido la descripción de nuevos géneros y especies y han enriquecido las colecciones de la Estación Biológica de Doñana con millares de ejemplares, hasta convertirla en una de las mejores de Europa para este grupo de mamíferos. Esta labor, que forma la base clásica de la historia natural, se realiza con la ayuda de métodos moleculares, como herramienta, junto con el tradicional análisis morfológico, para distinguir las diferentes especies e interpretar sus relaciones evolutivas.

La conservación es otro reto. Las amenazas para muchas poblaciones de murciélagos derivan en parte del desconocimiento en que se encuentran. La tecnología de detectores de ultrasonidos ha permitido avances decisivos. Ahora se les puede escuchar, saber cuántos hay y reconocer de qué especies se trata sin necesidad de capturarlos. Las posibilidades de realizar censos y estudios sobre su distribución y sus problemas de conservación han mejorado enormemente. Estas y otras técnicas, como el vídeo sensible a infrarrojos, se aplican en el inventario de refugios para murciélagos que se está llevando a cabo en Andalucía, uno de los más detallados y precisos realizados hasta ahora en Europa.

line of research. Taxonomical research on bats half way across the globe has engendered descriptions of new types and species and enhanced the collections of the Doñana Biological Research Station with thousands of specimens, making it one of the best collections of this group of mammals in Europe. The task, which forms the classical baseline of natural history, is performed with the help of molecular methods together with traditional morphological analysis, as a tool for distinguishing the different species and interpreting their evolutionary relationships.

Conservation poses another challenge. The threats facing many bat populations can be partly ascribed to insufficient knowledge of their status. Ultrasound detector technology has generated important breakthroughs. It is now possible to eavesdrop on bats, establish their numbers and identify a particular species without having to capture specimens. The possibilities of taking censuses and conducting surveys on their distribution and conservation problems have improved enormously. These and other techniques, such as using infrared-sensitive videos, are being applied in the bat roosting site inventory being compiled in Andalusia, one of the most detailed and precise inventories ever undertaken in Europe.

# Las amenazas para muchas poblaciones de murciélagos derivan en parte del desconocimiento





Nóctulo grande (*Nyctalus lasiopterus*)

Large noctule (*Nyctalus lasiopterus*)

The threats facing many bat populations can be partly ascribed to insufficient knowledge of their status

# CONSERVACIÓN DE AVES RAPACES

## CONSERVATION OF BIRDS OF PREY

El quebrantahuesos (*Gypaetus barbatus*) se alimenta de carroñas y huesos que rompe dejándolos caer desde el aire

The bearded vulture (*Gypaetus barbatus*) feeds on carrion and bones that it breaks by dropping them from the air



Al contemplar la silueta de un águila acuden de inmediato a la imaginación ideas de majestad, nobleza y poderío. No es extraño que las aves rapaces hayan tenido parte importante en los símbolos y tradiciones de muchas culturas. Y seguramente todo ello tiene mucho que ver con el hecho de que águilas, buitres y halcones hayan figurado de modo prioritario en las preocupaciones de los conservacionistas. Se trata de una preferencia casi estética, pero también ha habido razones científicas. La ecología nos enseña que las rapaces, en la parte alta de la pirámide trófica, son animales comparativamente escasos. Y la historia ha demostrado la saña con que cazadores, ganaderos y otros colectivos las han perseguido hasta el borde de la extinción. Modernamente, los efectos de pesticidas, tendidos eléctricos y transformaciones del hábitat han venido a agravar aún más el problema.

The silhouette of an eagle is the hallmark of majesty, noblesse and power. That is why birds of prey are often used to portray the symbols and traditions of many cultures. It may also explain why eagles, vultures and falcons have been one of the chief concerns of conservationists in the past. This preference can be ascribed to aesthetic inclinations, but there have been scientific reasons for it as well. Ecology shows us that birds of prey, at the top of the trophic pyramid, are relatively scarce creatures. History has demonstrated how they have been driven to the verge of extinction by hunters, farmers and other groups of people. Today, the effects of pesticides, electric power cables and transformations in their habitat have aggravated the situation even more.

In Spain, the biology of conservation is a budding discipline, and so it should be in a country which can boast a natural heritage that ranks among the wealthiest in Europe. One of the pioneering centres in this field has been the Doñana Biological Research Station (CSIC), whose very origin is associated with the conservationist campaigns which, spurred on by José Antonio Valverde, the first director of the station, culminated in the setting up of Doñana National Park. One of the jewels of this reserve is the Spanish imperial eagle (*Aquila adalberti*), a bird of prey found exclusively in the Peninsula and one of the most threatened species in the world. Many of the surveys conducted by researchers at the research station whose speciality

La biología de la conservación es una disciplina pujante en España, con uno de los patrimonios naturales más ricos de Europa



En España la biología de la conservación es una disciplina pujante, como corresponde a un país que posee uno de los patrimonios naturales más ricos de Europa. Uno de los centros pioneros en este campo ha sido la Estación Biológica de Doñana (CSIC), cuyo mismo origen se relaciona con las campañas conservacionistas que, espoleadas por José Antonio Valverde, primer director de la Estación, desembocaron en la creación del Parque Nacional de Doñana. Una de las joyas de este parque es el águila imperial ibérica (*Aquila adalberti*), rapaz exclusiva de la Península y una de las más amenazadas del mundo. Sobre ella han versado muchos de los estudios de los investigadores de la Estación especializados en rapaces. Pero también han abordado los problemas de conservación de otras especies ibéricas y sudamericanas.

Las aves de hábitos carroñeros, como el rarísimo quebrantahuesos (*Gyapaetus barbatus*), el cada vez más escaso alimoche (*Neophron percnopterus*) o los buitres leonado (*Gyps fulvus*) y negro (*Aegypus monachus*) han sido objeto de distintas investigaciones. Recientemente, la crisis de las vacas locas ha venido a plantear una nueva amenaza sobre las ya vulnerables poblaciones de estas aves. Tal como demuestra José Luis Tella en un artículo publicado en *Nature* en 2001, la decisión adoptada por las autoridades españolas



is birds of prey, have been devoted to this bird in particular, as part of a work programme that encompasses an array of conservation issues involving other Iberian and South American species.

Carrion-feeding birds, such as the extremely rare lammergeier or bearded vulture (*Gyapaetus barbatus*), the increasingly more scarce Egyptian vulture (*Neophron percnopterus*), and the griffon vulture (*Gyps fulvus*) and black vulture (*Aegypus monachus*), have been the focus of several research projects. Recently, the crisis prompted by mad cow disease posed another threat to the already vulnerable populations of these birds. As José Luis

Los buitres leonados (*Gyps fulvus*) se reproducen en colonias de cría o buitreras, casi siempre instaladas en cortados rocosos

Griffon vultures (*Gyps fulvus*) breed in colonies, nearly always on sheer, rocky cliffs

The biology of conservation is a budding discipline in Spain, which can boast a natural heritage that ranks among the wealthiest in Europe

de obligar a los ganaderos a incinerar todas las reses muertas, estén o no infectadas por la enfermedad, puede afectar gravemente a las carroñeras. Los buitres, alimoches y quebrantahuesos españoles representan porcentajes de entre el 80% y el 99% del total de las poblaciones de la Unión Europea. Estas especies venían obteniendo entre el 60% y el 100% de su alimento a partir del ganado muerto. España también es zona de invernada del 80% de los milanos reales (*Milvus milvus*) y hogar exclusivo de la ya citada águila imperial, de hábitos en parte también carroñeros. En el estudio de Tella se destaca la necesidad de arbitrar fórmulas para que estos animales puedan seguir alimentándose de cadáveres de ganado en condiciones seguras si no se quiere que los esfuerzos hechos para su conservación en los últimos veinte años se queden en nada.

Otro estudio reciente, debido al grupo de Fernando Hiraldo, ha puesto el acento en el guirre o alimoche canario (*Neophron percnopterus majorensis*), descrito como una subespecie diferenciada. De estar extendidos por todo el archipiélago canario, los guirres se han reducido a menos de 140 individuos en solo dos islas. Los especialistas de la Estación Biológica de Doñana los investigan con detalle mediante seguimiento de individuos radiomarcados, análisis toxicológicos y estudios de dieta, reproducción, demografía y comportamiento. Dos son las principales amenazas detectadas por esta investigación, los tendidos eléctricos y la intoxicación por plomo derivada del consumo de animales abatidos con perdigones por cazadores. La simple sustitución de la munición de plomo por otra de acero podría ayudar. Pero en este como en otros muchos casos, pues los citados no son sino ejemplos de la intensa labor de la biología de la conservación española, solo una investigación científica rigurosa aportará soluciones viables.

Tella demonstrated in an article published in Nature in 2001, the decision taken by the Spanish authorities to make it compulsory for farmers to incinerate all dead cattle, regardless of whether or not the cattle were infected by the disease, may cause serious harm to the carrion-feeding birds of prey. Vultures in Spain account for 80% to 99% of total populations in the European Union. These species used to obtain 60% to 100% of their food from dead cattle. Spain is also a wintering area for 80% of the population of red kites (*Milvus milvus*) and is the exclusive home of the imperial eagle, which also feeds partly on carrion. José Luis Tella's research stresses the need to find formulas to enable these birds to continue to feed off dead cattle under safe conditions, and that failure to do so will put paid to all the efforts made to promote their conservation in the last 20 years.

The subject of another recent study, undertaken by a team led by Fernando Hiraldo, was the guirre or "Canary Island Egyptian vulture (*Neophron percnopterus majorensis*)", described as a differentiated subspecies. Hitherto found throughout the Canary Island archipelago, there are now less than 140 of these birds in just two islands. Experts at the Doñana Biological Research Station are carrying out detailed research into them, tracking radiomarked individuals, performing toxicological analyses and studying their diet, reproduction habits, demography and behaviour. Two main threats have been detected by this research: electrical power lines and lead intoxication from feeding on dead animals shot down with pellets. The use of steel instead of lead ammunition would help alleviate this particular threat. However, in this and many other cases, representing just some examples of the enormous task for conservation biology in Spain, stringent scientific research is the key to providing viable solutions.





El águila imperial ibérica (*Aquila adalberti*) es una rapaz exclusiva de la península Ibérica

The Spanish imperial eagle (*Aquila adalberti*), a bird of prey found exclusively in the Iberian peninsula

# SOLUCIONES BIOTECNOLÓGICAS A LA CONTAMINACIÓN

## BIOTECHNOLOGICAL SOLUTIONS TO POLLUTION

La planta de tabaco apenas crece en un suelo contaminado por cadmio (derecha), pero sí puede hacerlo cuando el suelo contiene una bacteria resistente a metales (centro) y aun más cuando se introduce una bacteria recombinante en el suelo que contiene la metalotioneína de rata en su superficie (izquierda)

The tobacco plant hardly grows at all in soil contaminated with cadmium (right), but it can do so when the soil contains bacteria resistant to metals (centre), and to a greater degree when recombinant bacteria, containing rat metallothionein on the cell surface, are put into the soil (left)



“No hay mal que por bien no venga”, dice un refrán que bien podría aplicarse a un episodio considerado como una de las crisis ambientales más graves de las últimas décadas en España. El 25 de abril de 1998 se rompía la balsa de una explotación minera en Aznalcóllar y se vertían millones de metros cúbicos de lodos tóxicos en las inmediaciones del Parque Nacional de Doñana, el más valioso espacio natural de la península Ibérica. La magnitud de la catástrofe, cuyas consecuencias ecológicas y socioeconómicas aún se están evaluando, generó una rápida respuesta de la comunidad científica.

Frente a la impresión de que no había soluciones, se ofreció la experiencia de numerosos grupos de investigación en distintas disciplinas, entre ellas la biotecnología ambiental, muy desarrollada en España en los últimos años. Con ello no solo se racionalizaron los términos del debate,

“It’s an ill wind that blows nobody any good”. This is a saying that could well be applied to an episode considered as one of the most serious environmental disasters ever experienced in Spain in the last few decades. On 25th April 1998, the tailings dam at the still active Aznalcollar mine burst its banks and millions of cubic metres of toxic sludge were released into the immediate area of Doñana National Park, the most valuable protected area in the whole of the Iberian peninsula. The magnitude of the catastrophe, whose ecological and socio-economic consequences are still being assessed, generated a rapid response from the scientific community.

The first impressions were that nothing could be done about it, but several research teams from different disciplines offered their experience, and among these was environmental biotechnology, which had been developing fast in Spain prior to this disaster. The terms of the debate were thus streamlined, providing the public with scientifically-based information and taking advantage of the mobilising effect in order to develop a new series of technologies for dealing with pollution produced by heavy metals, one of the most serious environmental problems experienced the world over.

It was not a matter of improvisation. In a number of Spanish cities, laboratories operating under the aegis of the National Council for Scientific Research (CSIC) and a number of university laboratories had already spent a considerable amount of time exploring possible technologies for counteracting

Bacterias capaces de degradar sustancias nocivas cuya eliminación es imposible por otros métodos



proporcionando información solvente a la opinión pública, sino que se aprovechó el efecto movilizador de la situación para desarrollar toda una serie de nuevas tecnologías para el tratamiento de la contaminación por metales pesados, uno de los más graves problema ambientales en todo el mundo.

No se trataba de ninguna improvisación. En distintas ciudades españolas, laboratorios del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y de varias universidades llevaban tiempo explorando tecnologías para enfrentarse a diversos tipos de contaminación. Cuando se utilizan para este fin organismos vivos se habla de biorremediación. En los últimos años, han destacado en este campo las aplicaciones de la biotecnología consistentes en la modificación genética de organismos, combinando genes implicados en distintas rutas de biodegradación. De este modo se ha logrado crear bacterias capaces de degradar sustancias nocivas muy recalcitrantes, cuya eliminación del medio natural es imposible por otros métodos. Grupos de investigación de todos los centros implicados han creado una Red de Microorganismos de Interés Medioambiental para coordinar sus esfuerzos.

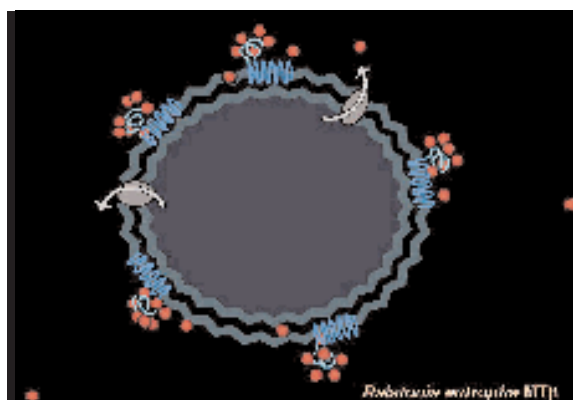
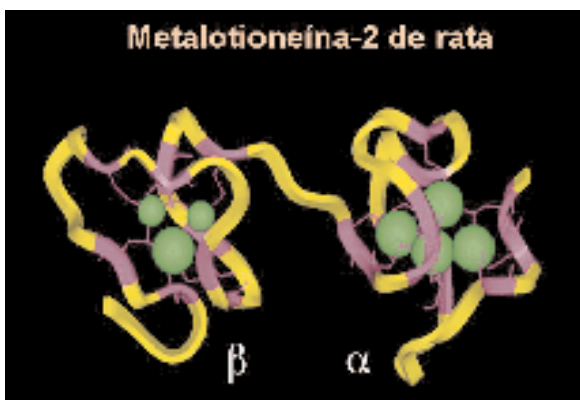
Esta rama de la biotecnología combina la microbiología y la genética molecular tanto para crear nuevos tipos de bacterias, con misiones específicas en la lucha contra la contaminación, como para prevenir la dispersión de los genes

# Bacteria have been created capable of degrading harmful substances which cannot be eliminated by other methods

different types of pollution. One of these is bioremediation, that uses living organisms for this purpose. Over the last few years, the most outstanding step forward in this field has been the application of biotechnology to the field of the genetic modification of organisms, combining genes which are involved in different biodegradation routes. Using this method, it has been possible to create bacteria capable of breaking down highly resistant toxic substances whose elimination is impossible by other methods. Research teams from all the centres involved created a Network of Microorganisms of Environmental Interest to coordinate their efforts.

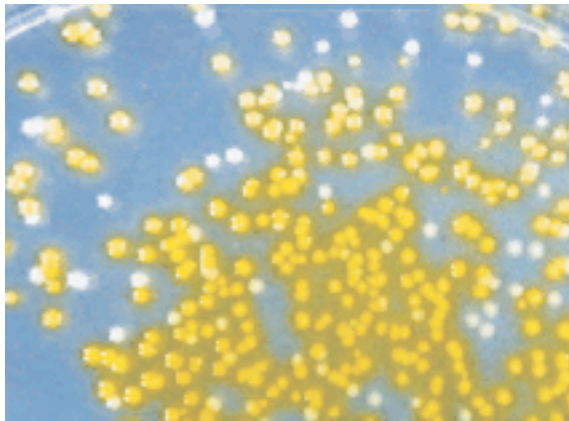
La metalotioneína es una proteína capaz de inmovilizar metales pesados, como el cadmio y el zinc representados por esferas verdes, y proteger de su efecto tóxico (izquierda). Esquema de bacteria con transportadores para expulsar metales tóxicos, representados por estrellitas rojas, a la que se le ha introducido metalotioneína en la superficie para que inmovilice los metales, de modo que estos no se liberen al medio (derecha)

Metallothionein is a protein capable of immobilising heavy metals, such as cadmium and zinc, represented by green circles, and protecting against their toxic effect (left). Schematic diagram of bacterium with transporters for expelling toxic metals, represented by red stars, to which metallothionein has been engineered onto the surface to immobilise the metals to prevent them from being released into the external media (right)



Colonias de bacterias capaces de transformar un compuesto aromático presente en el petróleo en otro menos tóxico y que les da el color amarillo que aparece en la imagen

Colonies of bacteria capable of transforming an aromatic compound found in petroleum into a less toxic one, which produces the yellow colour seen in the picture



recombinantes de que son portadoras a las comunidades microbianas naturales. Los nuevos métodos e ideas han arraigado con fuerza y rapidez en la comunidad científica española y en los últimos diez años se han sucedido las contribuciones de primera línea internacional. Por ejemplo, el desarrollo en 1993 de microorganismos capaces de degradar TNT, llevado a cabo en la Estación Experimental del Zaidín (CSIC), que ha generado enorme interés en torno a las posibilidades de tratar peligrosos materiales explosivos. También la creación en 1997 de bacterias capaces de actuar como catalizadores para la eliminación específica de átomos de azufre en matriz orgánica del carbón, conseguida en el Centro de Investigaciones Biológicas (CSIC), que abre novedosas perspectivas en el gravísimo problema de la lluvia ácida. O, sin ánimo de exhaustividad, el empleo de

This branch of biotechnology combines microbiology with molecular genetics both for the purposes of creating new types of bacteria which have a specific mission in the struggle against pollution, and for forestalling the dispersion of the recombining genes they carry into natural microbial communities. The new methods and ideas established themselves rapidly and with intensity in the Spanish scientific community and the last ten years have seen the emergence of top-ranking international contributions. An example of this was the development, in 1993, of microorganisms capable of degrading TNT, carried out at the Zaidin Experimental Research Station (CSIC), which has generated tremendous interest in ways and means of dealing with dangerous explosive materials. Another example is the creation in 1997 of bacteria capable of acting as catalysts for the specific elimination of sulphur atoms in organic matrices from coal, a breakthrough made at the Biological Research Centre (CSIC), which opens up innovative perspectives for the very serious problem of acid rain. And, without wishing to give an exhaustive list, the use of recombining bacteria for immobilising metals in contaminated soils, presented in 2000 as the fruit of collaboration between the National Biotechnology Centre (CSIC) and the University of Barcelona.

Other related fields where substantial progress has been made are phytoremediation and rhizoremediation. The first is applied to soils with diffuse contamination by heavy metals and is based

# Los grupos implicados han creado una Red de Microorganismos de Interés Medioambiental para coordinar sus esfuerzos



bacterias recombinantes para inmovilizar metales en suelos contaminados, presentada en 2000 como fruto de la colaboración entre el Centro Nacional de Biotecnología (CSIC) y la Universitat de Barcelona.

Otros ámbitos relacionados, en los que también se han obtenido avances, son los de la fitorremediación y la rizorremediación. El primero se aplica a suelos con contaminación difusa por metales pesados y se basa en la solubilización de estos por plantas o por microorganismos asociados. Una vez solubilizados son acumulados por las plantas, que pueden luego ser retiradas. El segundo opera en la rizosfera, esa zona que rodea las raíces de las plantas y en la que se encuentran poblaciones extraordinariamente densas de microorganismos, en los cuales pueden inducirse rutas metabólicas para la eliminación de hidrocarburos aromáticos y sus nitroderivados.

Se trata, es evidente, de un área científica que proporciona respuestas concretas a graves problemas ambientales. El reto es conectar esa capacidad con un tejido industrial, en la minería, la petroquímica o la agricultura, todavía remiso a apostar por las perspectivas que abre la biotecnología. También será necesario abrir la cultura de los medios académicos hacia una participación más decidida en el mundo empresarial, a través de empresas **spinoff** y otros medios que permitan la creación y comercialización de nuevas soluciones biotecnológicas para el medio ambiente.

on their solubilisation by plants or associated microorganisms. Once solubilised, they are accumulated by the plants, which can then be removed. The second acts on the rhizosphere, the area surrounding the roots of the plants in which there are extraordinarily dense populations of microorganisms and into which metabolic routes can be induced for the elimination of aromatic hydrocarbons and their nitroderivatives.

This is clearly a scientific area which provides specific answers to serious environmental problems. The challenge is to connect this with the industrial fabric in mining, petrochemicals and agriculture, which are still reluctant to put their faith in the perspectives opened up by biotechnology. It will also

## To coordinate their efforts, the groups involved created a Network of Microorganisms of Environmental Interest

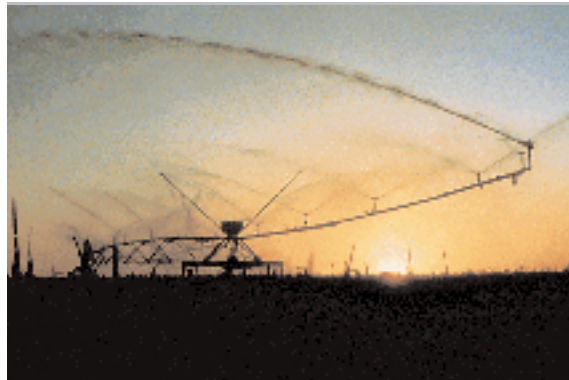
be necessary to open up the culture of the academic world in the direction of more decisive participation in the world of business, through spin-off companies and other methods which permit the creation and marketing of new biotechnological solutions for the environment.

# USO EFICIENTE DEL AGUA EN LA AGRICULTURA

## EFFICIENT USE OF WATER IN AGRICULTURE

Hoy existen muy diversos sistemas de riego, ya sean mediante un sistema de pivot (izquierda), en surcos (derecha) u otros muchos, que pueden adecuarse a distintos cultivos y condiciones

Irrigation systems today use pivot systems (left), furrows (right) or other systems that can be adapted to suit different crops and conditions



La gestión del agua es en España un cuestión de primera importancia, objeto de permanente atención en el debate político y social. Las condiciones climáticas dominantes en gran parte del territorio están marcadas por la escasez y la irregularidad de las precipitaciones. El refrán español que asevera que “nunca llueve a gusto de todos” refleja bien la existencia de intereses contrapuestos en torno a este problema. El agua es, en definitiva, un bien escaso cuyo aprovechamiento ha de regularse, especialmente en la agricultura, el sector que mayor consumo hace de este recurso, pero que ha de compartirlo con otros usos urbanos e industriales, sin olvidar las necesidades ambientales relacionadas con la conservación de ríos, humedales y acuíferos. De ahí la enorme importancia que en el contexto español tienen aquellos avances científicos y tecnológicos que ayudan a conseguir un uso más eficiente del agua

Water management is a matter of prime importance in Spain and the subject of constant political and social debate. Drought and irregular rainfall are typical features of the climate in most areas, and as a result water distribution often gives rise to conflicting interests. Water is a scarce commodity and has to be used sparingly, especially in agriculture, the sector that consumes most (over 80% of diversions for various uses) but which has to share resources with urban and industrial uses as well as with the environment, where conservation of river flows, wetlands and aquifers is critical. So scientific and technological advances aiming to achieve more efficient water usage in agriculture are of enormous importance in the Spanish context.

Modelos de simulación que permiten evaluar la optimización con que se están llevando a cabo los riegos





Riego por emisores de baja presión (izquierda) y riego mediante microaspersión (derecha)

Low-pressure nozzle irrigation (left) and micro-sprinkler irrigation (right)

en la agricultura.

A este objetivo se dedican diversos centros del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), entidad que desde su creación en 1939 ha prestado una atención preferente a temas agrarios y ambientales. Así, en el Instituto de Agricultura Sostenible, en Córdoba, y en la Estación Experimental Aula Dei, en Zaragoza, se han desarrollado proyectos para poder determinar con la mayor precisión cuáles son las necesidades de agua de cada cultivo y poder así evaluar los requerimientos de riego en cada caso concreto. Se emplean modelos de simulación que permiten evaluar el grado de optimización con que se están llevando a cabo los riegos en determinadas fincas o en zonas de regadío completas. Todo ello tiene el mismo fin, conservar el preciado recurso para avanzar hacia una agricultura más sostenible.

Diferentes cosechas pueden ser objeto de sistemas de riego específicos, adaptados a sus características y más eficientes. Otro instituto del CSIC, el Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS), ha realizado investigaciones para demostrar la eficacia del riego localizado en plantaciones de árboles frutales. El CEBAS está ubicado en Murcia, en el sureste español, la región que mayores problemas afronta en relación con la disponibilidad de recursos hídricos, y es aquí donde ha contribuido a extender esta técnica. De modo similar, se ha investigado y luego difundido el riego por goteo aplicado a los cultivos de

This is the objective of several of the institutions belonging to the National Council for Scientific Research (CSIC) which, ever since it was set up in 1939, has focused on agricultural and environmental issues. The Institute for Sustainable Agriculture (IAS) in Córdoba and the Aula Dei Experimental Station in Saragossa have both drawn up projects to determine crop water requirements and thus assess irrigation needs at farm and district levels.

Simulation models are used to determine the degree to which specific farms or whole project areas are being optimally

Simulation models check that irrigation is being carried out with optimum results

algodón del  
valle del Guadalquivir.

Pero no solo en los regadíos es importante un buen aprovechamiento del agua. El Instituto de Agricultura Sostenible, ya citado, ha desarrollado técnicas como la siembra invernal del girasol o la siembra directa de varios cultivos anuales que, ampliamente adoptadas por los agricultores, han mejorado la eficiencia del uso del agua en la agricultura de secano.

En todos los ejemplos citados un aspecto clave es la transferencia de los resultados desde los centros de investigación a los usuarios. Ello puede requerir el desarrollo de instrumentos específicos, tales como un sistema informatizado para la gestión del agua que el CEBAS ha creado a la medida para su aplicación a los regadíos gestionados por la Comunidad de Regantes de Mula, en la región de Murcia. Una tarjeta de crédito es el medio de identificación y control con el que cada agricultor accede al sistema para solicitar agua para sus cultivos. La cantidad se calcula en función de sus necesidades pero también de la disponibilidad de recursos hídricos existente cada año. Así puede conseguirse una planificación del riego mucho más eficaz y precisa. También permite el intercambio de recursos entre regantes. Todo ello optimiza, en definitiva, el modo en que se administra el agua en una región de marcada vocación agrícola pero que es a la vez una de las más secas de Europa.

Una tarjeta de  
crédito es el medio  
con el que cada  
agricultor accede  
al sistema para  
solicitar agua

irrigated, always with a view to preserving resources and advancing towards more sustainable agriculture.

Specific irrigation systems can be made more effective by adapting them to the different crops grown. Another CSIC institution, the Segura Soil Science and Applied Biology Centre (CEBAS), has studied salinity effects and the use of drip irrigation in orchards. This centre is based in Murcia in south-east Spain, where water resources are scarcest. In a similar way, the results of research into drip irrigation by two CSIC institutes, the IAS and IRNAS of Seville, have been applied to greenhouse horticultural crops in Almería and to cotton cultivation in the Guadalquivir valley.

However, it is not only important to use water with care in irrigation. The Institute for Sustainable Agriculture has developed techniques such as winter seeding for sunflowers and direct seeding of several annual crops which have been widely adopted by farmers, resulting in improved water usage in dry farming.

One of the key aspects in all these examples is the transfer to users of research centre findings. In some cases, this calls for the development of specific tools such as the computerised system for water management devised by the CEBAS for the farms whose irrigation is managed by the Mula Irrigation Community in the Murcia region. Farmers use a credit card as a means of identification and control when requesting water for their crops. The amount is calculated according to both their individual needs and water availability each year. Irrigation thus becomes much more efficient and precise and allows irrigators to share out the available water supply. Basically, the aim is to optimise the way water is administered in a region with a long-standing agricultural vocation but which is, at the same time, one of the driest in Spain.





También se ha mejorado la eficiencia de cultivos de secano, como el girasol

Improvements have also been made to the efficiency of dry-farmed crops, such as sunflowers

A credit card is used by each farmer to access the system for requesting water

# INNOVACIÓN BIOTECNOLÓGICA PARA LA SANIDAD ANIMAL

## BIOTECHNOLOGICAL INNOVATION IN ANIMAL HEALTH

Los animales salvajes pueden ser víctimas de epidemias y otros problemas sanitarios de origen natural o humano

Wild animals can fall victim to epidemics and other health disorders, of natural or human origin



Recientes crisis sanitarias en diversos países europeos han venido a recordar el enorme alcance económico y social que pueden llegar a alcanzar los problemas de sanidad animal. Mientras los logros de las ciencias biomédicas relacionados con la salud humana acaparan regularmente, por razones bien comprensibles, la atención de los medios de comunicación, el mundo de la sanidad animal solo adquiere dimensión pública con motivo de epidemias, brotes o alertas de enfermedades. Sin embargo, hay también buenas noticias. Las que proporcionan los centros de investigación y las empresas dedicadas al desarrollo de nuevos productos y soluciones para diagnosticar, prevenir

Recent health crises in several European countries have served to remind people of the far-reaching economic and social implications of animal health problems. Breakthroughs in biomedical sciences for improving the health of humans regularly grab the attention of the news media, but the animal health industry is only in the public eye when epidemics or diseases break out or health alerts are sounded.

There is some good news on this front too. Research centres and firms are developing new products and solutions for diagnosing, preventing and combating diseases in animals that provide us with food, help us with our work and keep us

En sus veinte años de actividad INGENASA ha registrado más de 50 patentes y comercializa en la actualidad más de 60 productos



y combatir las enfermedades de los animales que nos proporcionan alimentos, trabajo y compañía. Empresas como INGENASA, que en sus veinte años de actividad en este campo ha registrado más de 50 patentes y comercializa en la actualidad más de 60 productos diferentes.

Radicada en Madrid, INGENASA es una empresa pequeña pero altamente cualificada, en la que más de la mitad de su plantilla, mayoritariamente femenina, está formada por titulados superiores dedicados a la investigación y el desarrollo de nuevos productos basados en tecnologías inmunológicas y genéticas. Sus herramientas incluyen inmunoensayos enzimáticos, clonación y secuenciación de ácidos nucleicos o ensayos de diagnóstico molecular, así como la producción y el manejo de reactivos biotecnológicos, entre ellos anticuerpos monoclonales y proteínas obtenidas a partir de microorganismos recombinantes.

Su actividad en el diagnóstico y la prevención de enfermedades infecciosas que afectan a animales de interés económico comenzó a principios de los ochenta y tuvo como primer objetivo la obtención de un método de diagnóstico para la peste porcina africana, mal que ha causado graves daños al sector ganadero español durante muchos años. Posteriormente abordaron con éxito el desarrollo de vacunas para los parvovirus que afectan a perros (CPV) y cerdos (PPV). La tecnología



company. One such firm is INGENASA which, in its 20-year history in this field, has registered more than 50 patents and currently markets more than 60 different products.

INGENASA is a small, highly specialised company, based in Madrid. More than half the workforce, mostly women, are university graduates engaged in the research and development of new products based on immunological and genetic technologies. Their tools range from enzyme immunoassays, nucleic acid cloning and sequencing, and molecular diagnostics trials to the production and manipulation of biotechnology

Recientes crisis han sensibilizado a la opinión europea sobre la importancia de la sanidad en la ganadería

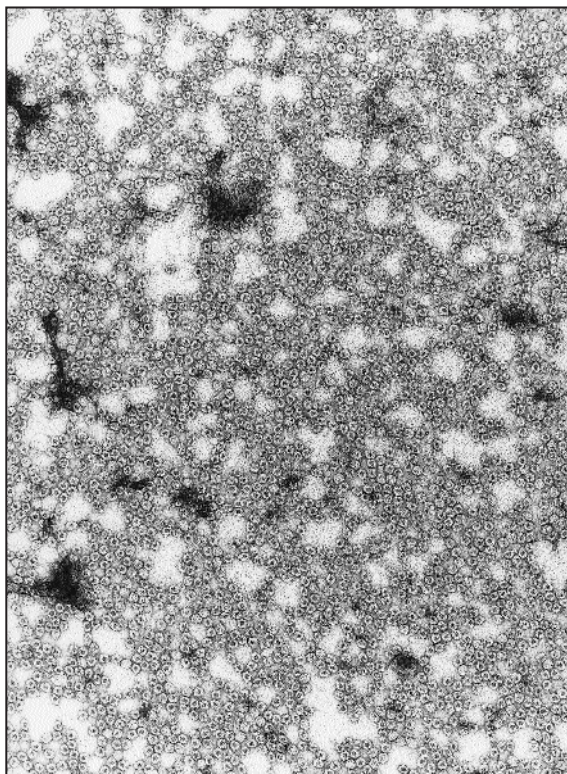
Recent crises have raised awareness in Europe of the importance of health in livestock farming

In its 20-year history, this Spanish company has registered over 50 patents and currently markets more than 60 products



Imágenes obtenidas con microscopio electrónico de cápsidas de parvovirus tratadas con una tinción negativa con uranilo

Electronic microscope images of parvovirus capsids, treated using uranyl solution negative staining



empleada se basó en proteínas recombinantes y péptidos sintéticos. En el caso del CPV, la vacuna así conseguida representó el primer caso publicado de una vacuna sintética eficaz.

La innovadora aplicación de proteínas recombinantes a vacunas víricas prosiguió con los llamados baculovirus. Los investigadores de INGENASA demostraron que tales proteínas, obtenidas a partir del sistema de expresión de los virus, podían autoensamblarse y formar cápsidas,

reagents, among them monoclonal antibodies and proteins obtained from recombinant micro-organisms.

In the early 1980s, the company started work on the diagnosis and prevention of infectious diseases that concern animals representing economic interest. Its first goal was to find a method for diagnosing African swine fever, which has placed severe pressure on the Spanish livestock industry for many years. Later it successfully resolved the problem of developing vaccines for the canine and porcine parvoviruses (CPV and PPV). The technology used was based on recombinant proteins and synthetic peptides. In the case of the CPV, the vaccine obtained was the first effective synthetic vaccine published.

The innovative application of recombinant proteins to viral vaccines continued with baculoviruses, as they are known. Researchers at INGENASA demonstrated that such proteins obtained from the virus expression system were capable of self-assembly and could form capsids, which act as effective vaccines. In that way they obtained a second generation class of vaccine, which had the advantage of not requiring manipulation of the live virus, and being a far more standardised, stable and, in short, safe product.

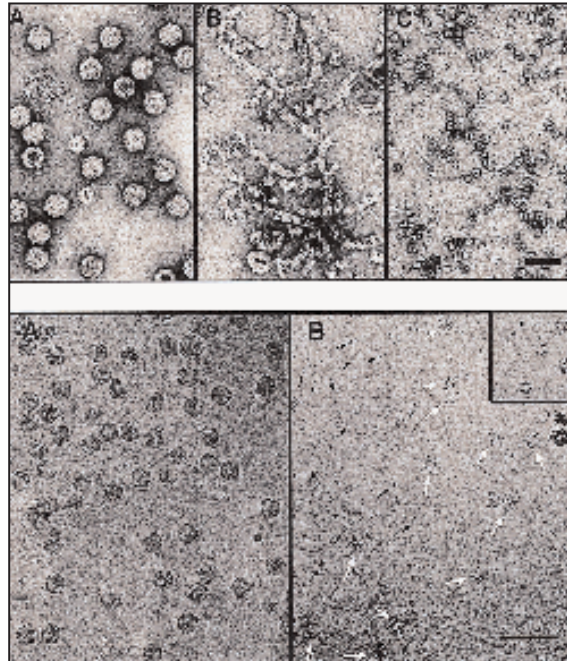
Hopes are now pinned on expanding this technology to develop a vaccine for the porcine parvovirus, PPV. This is not the only line of ongoing research at INGENASA's laboratories, however. Work is in progress on the use of capsids as "carriers" of tumour antigens, the hepatitis C virus and other

En el caso del parvovirus canino la vacuna conseguida representó el primer caso de vacuna sintética eficaz

las cuales actúan eficazmente como vacunas. Se conseguía así un tipo de vacuna de segunda generación, cuya ventaja era la de no precisar el manejo del virus vivo, además de ser un producto mucho más estandarizado, estable y, en definitiva, seguro.

Las expectativas se centran ahora en expandir esta tecnología al desarrollo de una vacuna para el PPV o parvovirus porcino. Pero no es la única línea abierta en los laboratorios de INGENASA, donde se trabaja también en el uso de las cápsidas como portadores de antígenos tumorales, virus de la hepatitis C y otros componentes que pueda ser de interés para inducir determinadas respuestas inmunes. Y aun otros proyectos abordan enfermedades víricas como PRRS, enfermedad de Gumboro, circovirus o hepatitis B, en este último caso en colaboración con el Centro Nacional de Biotecnología (CSIC).

Buena parte de esta labor se viene desarrollando a través de proyectos enmarcados en los programas de investigación y desarrollo de la Unión Europea, en colaboración con socios científicos y tecnológicos de Dinamarca, Francia, Holanda o el Reino Unido. Una empresa pequeña ha demostrado en este caso su capacidad para adquirir una dimensión europea tanto en el aspecto tecnológico como en el comercial, y en los próximos años espera que la posición de vanguardia que ha logrado permita su proyección a un ámbito internacional aún más amplio.



Imágenes obtenidas con microscopio electrónico de viriones purificados del virus de la bursitis infecciosa (IBDV), estructuras tubulares de VPX y estructuras en forma de donuts de VP2 (arriba). Partículas de virión y cápsidas de VP2 (debajo)

Electronic microscope images of purified virions of the infectious bursitis virus (IBDV), tubular VPX structures and doughnut-shaped VP2 structures (above). Virion particles and VP2 capsids (below)

components for inducing certain immune responses. Other projects concern viral diseases such as PRRS, Gumboro's disease, circovirus or hepatitis B, the latter in collaboration with the Spanish Biotechnology Centre (CSIC).

A large part of this work has been carried out in the course of projects that form part of European Union framework research and development programmes, in collaboration with scientific and technological partners from Denmark, France, Holland and the United Kingdom. INGENASA may be a small company but it has proved its ability to achieve a European dimension, both on technological and commercial fronts, and hopes that its forefront position will serve to project it onto an even wider international stage.

In canine parvovirus (CPV), the vaccine obtained was the first case of an effective synthetic vaccine



# AVANCES EN ACUICULTURA

## PROGRESS IN AQUACULTURE

Una dorada de 400 gramos, apta para su comercialización

A 400-gram gilt-head-bream



Carne o pescado. Estamos acostumbrados, cuando vamos a la compra, cuando elegimos en un restaurante o cuando pensamos qué cocinar hoy, a considerar equivalentes estas dos alternativas como fuente de proteína animal en nuestra alimentación. Sin embargo hay una diferencia sustancial. Mientras la carne procede de ganados domesticados desde tiempo inmemorial, criados y manejados por el hombre, el pescado proviene en su mayoría de la pesca, es decir, de la extracción de poblaciones salvajes que el mar y los ríos nos proporcionan.

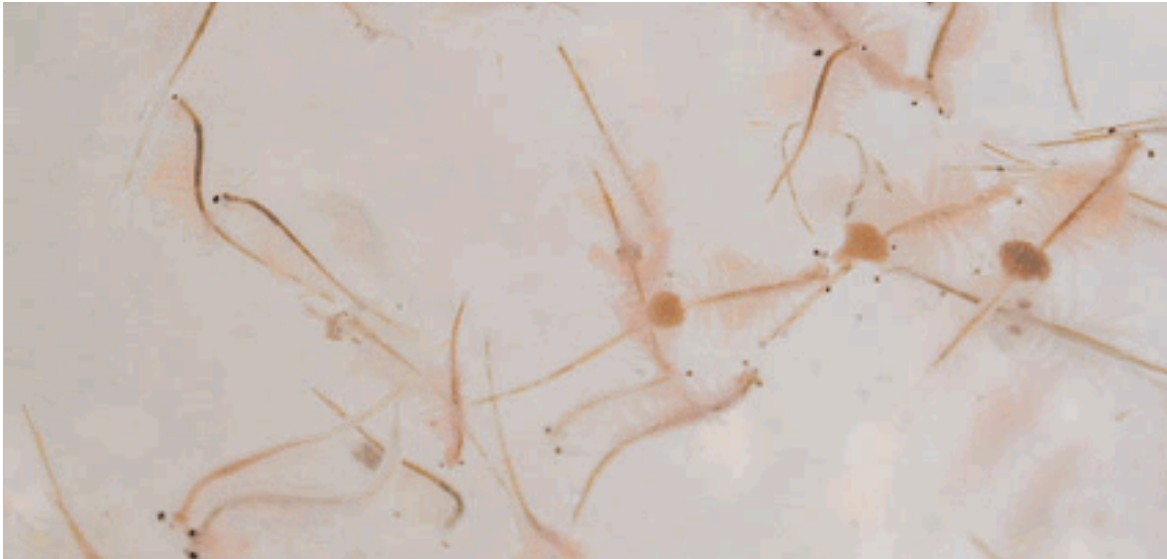
Hace tiempo se sabe que esta actividad extractiva no puede aumentarse indefinidamente. Y de ahí surge un renovado interés por la acuicultura, que ofrece la posibilidad de criar animales acuáticos como alimento. España, donde el consumo de pescado es, por razones históricas y culturales, muy alto, forma parte del grupo de países adelantados en este campo. Pero el desarrollo de la acuicultura se enfrenta a muy difíciles problemas técnicos, cuya solución requiere un gran esfuerzo

Meat or fish? When we choose our meal in a restaurant or go shopping in the supermarket, we tend to consider these two options as if they were equivalent sources of animal protein. However, there is a substantial difference between them. While meat comes from cattle that man has bred for consumption since time immemorial, fish mostly comes from fishing the wild stocks nature provides for us in our seas and rivers. However, it has become clear that natural stocks cannot be replenished indefinitely, and this has led to renewed interest in aquaculture as a means of breeding aquatic species for food. For historical and cultural reasons, the Spanish consume large amounts of fish which explains why Spain has become one of the leading countries in this field. Nevertheless, aquaculture still has to resolve many difficult technical problems and extensive research is required.

In order to ensure a constant supply of fish on the market all year round, environmental and hormonal manipulation is carried out to control the timing of spawning of the most valuable species such as trout, sea bass, gilt-head bream and turbot. Added to this, the characteristics of these species have been improved genetically, using immunological and histological methods to select the best broodstock. Work is also under way on the use of molecule markers to estimate population diversity.

Many of these species feed on artemia, a small

España está entre los países adelantados en acuicultura, con logros importantes en las diferentes etapas de cultivo



Los pequeños crustáceos *Artemia salina* se crían para que sirvan de alimento a los peces marinos durante sus primeras etapas de crecimiento

The little crustaceans *Artemia salina* are bred as food for the marine fish in their first stages of growth

de investigación.

Es importante poder abastecer los mercados todo el año. Para ello se han desarrollado manipulaciones ambientales y hormonales que permiten controlar en el tiempo la puesta de huevos de las especies más valiosas, como la trucha, la lubina, la dorada o el rodaballo, y lograr así sistemas de producción continuada que aseguran a los consumidores una disponibilidad permanente de estos pescados. Además, se ha logrado mejorar genéticamente las características de las especies objeto de crianza, aplicando métodos inmunológicos e histológicos para seleccionar los

crustacean bred for this purpose. Excessive dependence on artemia will be avoided, however, with the introduction of the microencapsulated feeds currently being developed for feeding fish larvae. Another common type of feed is fishmeal, but its production in the future is likely to be insufficient. Spanish teams are participating in research projects being carried out under the auspices of the European Union to obtain an alternative based on vegetable oils and proteins. This will require complex blends of different vegetable products, eliminating the various adverse elements that affect the intestinal system of fish, their capacity for

Spain is one of the leading countries in aquaculture, and has made important advances at various stages of the culture process





Instalaciones experimentales de preengorde y engorde de doradas y lubinas

Experimental installations for pre-fattening and fattening gilthead-breams and sea bass

mejores animales como reproductores. Y se planea utilizar marcadores moleculares para estimar la diversidad de las poblaciones.

La alimentación de muchas de estas especies se basa en un pequeño crustáceo, llamado artemia, que se cría con este fin. Pero esta excesiva dependencia podrá evitarse con los

converting the food and their defences against infection.

Other research studies are currently underway on biochemical and molecular aspects of reproduction and growth, as well as consumer response to the flavours and textures obtained with the different breeding methods. The Spanish laboratories accredited by the European Association of Fish Pathologists are able to diagnose any disease arising in fish, crustaceans and molluscs in commercial aquaculture plants. Work is being done on faster and more efficient diagnosis techniques, and new vaccines should be able to prevent the heavy losses sometimes caused by bacterial diseases.

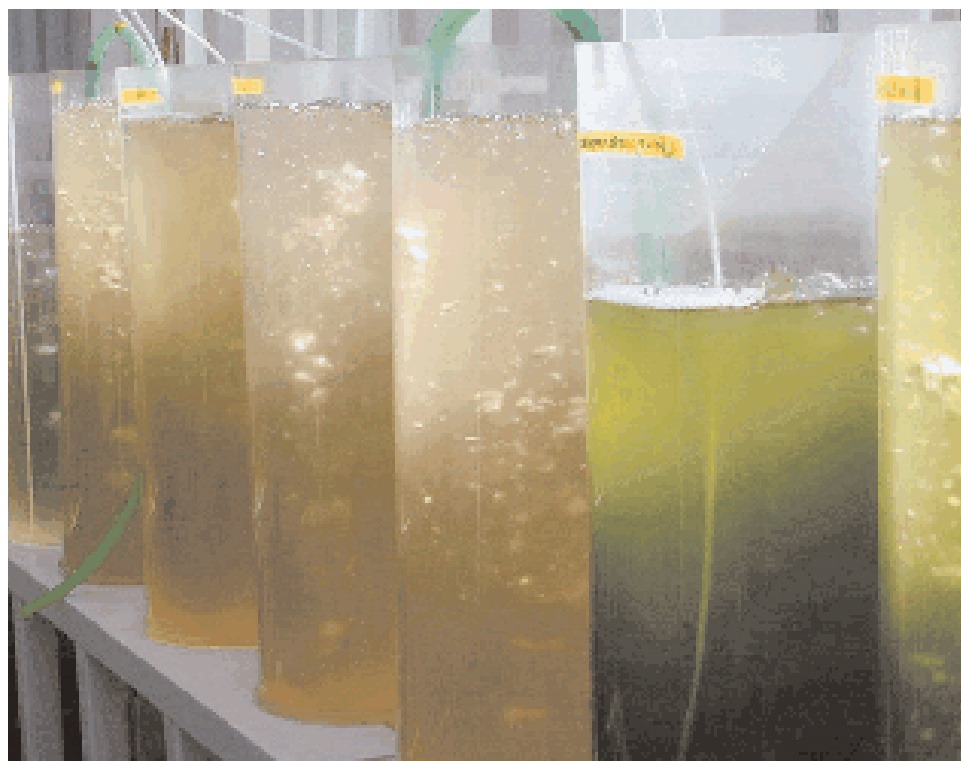
Aquaculture continues to grow at an annual rate of 10% all over the world and already represents about 40% of the total extraction of marine products. Spain, one of the world's largest consumers of fish, still needs to import a large proportion of its needs, but recent development of aquaculture is providing a very interesting alternative. In Europe, it is now one of the main producers, together with France and Norway. The intense research being carried out in Spanish universities and centres dependent upon the National Council for Scientific Research holds good prospects for this strategic sector. New challenges, such as control of the contaminants - both natural ones and those resulting from the

Se ha logrado controlar la puesta de las especies más valiosas para asegurar su presencia en el mercado todo el año

microencapsulados que actualmente se están desarrollando para alimentar peces marinos en sus fases larvianas. Otro tipo de alimentación se basa en piensos de harina de pescado, pero la producción de esta harina será en el futuro insuficiente. Grupos españoles participan en los proyectos de investigación auspiciados por la Unión Europea para obtener una alternativa a base de aceites y proteínas vegetales. Para ello va a ser necesario elaborar complejas mezclas de diferentes productos vegetales y eliminar de estas diferentes factores adversos que afectan al tracto intestinal de los peces, a su capacidad de conversión del alimento y a sus defensas frente a infecciones.

Otros estudios en curso abordan aspectos bioquímicos y moleculares de la reproducción y el crecimiento de las especies, o la respuesta de los consumidores ante aspectos como el sabor o la textura obtenidos con diferentes prácticas de cultivo. Además, los laboratorios españoles de referencia, reconocidos por la European Association of Fish Pathologists, pueden diagnosticar cualquier enfermedad que se presente en las explotaciones comerciales de acuicultura, ya sean de peces, crustáceos o moluscos. Se trabaja en técnicas de diagnóstico más rápidas y eficaces e incluso se han patentado algunas vacunas contra enfermedades de origen bacteriano que venían ocasionando graves pérdidas económicas.

La acuicultura sigue creciendo, a un ritmo del 10% anual, en todo el mundo, y ya representa cerca del 40% del total de la extracción de productos marinos. España, uno de los mayores consumidores de pescado, sigue necesitando importar buena parte de lo que consume, pero el reciente desarrollo de la acuicultura está proporcionando una alternativa muy interesante. En Europa, es ya uno de los principales productores, junto con Francia y Noruega. Y la intensa investigación que se lleva a cabo en universidades y centros del CSIC permite encarar con optimismo el futuro de este sector, que ha adquirido un valor estratégico. Nuevos retos, como el control sanitario de los productos contaminantes, de origen natural o derivados del proceso de cría, que pueden acumularse en estos organismos, habrán de ser abordados. Y programas de investigación en genética o en el nuevo campo de la proteómica han de ofrecer todavía muchas mejoras en la reproducción, el crecimiento, la adaptación al medio o la resistencia a enfermedades de estas especies.



breeding process - that build up in organisms, have to be resolved, and it is hoped that research in genetics or the new field of proteomics will lead to improvements in reproduction, growth, environmental adaptation and disease resistance.

Cultivos de fitoplancton

Phytoplankton cultivation

# More valuable species can now be bred, guaranteeing year-round presence on the market

# CÍTRICOS MÁS SANOS Y VARIADOS

## HEALTHIER AND MORE VARIED CITRUS FRUITS

Se han puesto a punto procedimientos para conseguir plantas sanas en los cultivos de cítricos españoles

Procedures have been perfected for obtaining healthy plants from citriculture in Spain



LOS cítricos, sobre todo la naranja, pero también el limón, la mandarina y otros, representan no solo una seña de identidad de algunas tierras de España, especialmente de la Comunidad Valenciana, sino también una parte muy importante de la agricultura española. Con 6 millones de toneladas al año, España es el cuarto productor mundial, tras Brasil, Estados Unidos y China, y es capaz de exportar la mitad de su

Citrus fruits - oranges, lemons, mandarins and other varieties - are not just emblematic of certain parts of Spain, and the region of Valencia in particular, but they are also an important feature of Spanish agriculture. Spain is the world's fourth largest citrus producer, after Brazil, the United States and China, with 6 million tonnes a year. It exports half this production, at a value of  $\approx$ 1,500 million. This thriving sector has been built up under the permanent threat of serious plant health problems that, fortunately, have been staved off as a result of a major effort in the field of science and technology.

In 1892, a fungus killed off all the Spanish citrus trees, except for those grafted onto sour orange which was to become the exclusive rootstock. Expansion of citrus farming in the 20th century brought with it imports of new varieties and, with them, new diseases. In 1956, the citrus tristeza virus (CTV) began to attack plants grafted onto sour orange and, by the end of the 1960s, these plants had to be completely eliminated. In spite of the measures adopted, viral diseases looked set to destroy the whole citrus sector.

The first action taken was to develop a new technique for in vitro shoot-tip micrografting, which allows healthy plants to be obtained from diseased ones. This is because shoot-tip cells are not usually infected. The fast and simple process of micrografting worked with all the pathogens tested, and has since won international recognition and been adopted as the most efficient technique.

Imports of healthy plant material had to be kept in quarantine stations, well away from growing areas. Because there were none in Spain, an alternative was devised. Imported budwood was grown in test tubes and the shoot tips were isolated and then micrografted in vitro. This method proved to be another way of getting rid of pests and avoiding disease. Eventually Spanish legislation was changed to allow the import of citrus varieties for research and experimentation. In vitro quarantine is now recommended by the FAO and other international

Con el microinjerto de ápices caulinares in vitro se podían obtener plantas sanas a partir de plantas enfermas



producción, por un valor de 1.500 millones de euros. Pero la pujanza del sector ha debido construirse bajo la permanente amenaza de graves problemas fitosanitarios que solo mediante un gran esfuerzo científico y tecnológico han podido ser conjurados.

En 1892 un hongo causó en los cítricos españoles la muerte de todos los árboles, a excepción de los injertados sobre naranjo amargo, que se convirtió en el portainjertos exclusivo. La expansión de la citricultura en el siglo XX trajo consigo la importación de nuevas variedades, para diversificar la oferta.

Pero con ellas vinieron terribles enfermedades. A partir de 1956, el virus de la tristeza de los cítricos (CTV) atacó con violencia precisamente a las plantas injertadas sobre naranjo amargo, que a finales de los años sesenta hubieron de ser totalmente suprimidas.

A pesar de las medidas adoptadas, las virosis amenazaban con dar al traste con todo un próspero sector agrícola. Había que actuar.

En primer lugar, se puso a punto la nueva técnica de microinjerto de ápices caulinares *in vitro*, con la que se podían obtener plantas sanas a partir de plantas enfermas, ya que las células de estas pequeñas puntas de los tallos no solían estar infectadas. El microinjerto, rápido y sencillo, ha funcionado con todos los patógenos con los que se ha ensayado y ha sido reconocido y adoptado internacionalmente como la técnica más eficaz.

La importación de material vegetal sano requería estaciones de cuarentena situadas en lugares muy alejados de los cultivos, pero en España no existían. Se concibió un método alternativo, cultivar las varetas importadas en tubos de ensayo y aislar de ellas ápices caulinares que luego se microinjertan

*in vitro*. Nuevamente, de este modo se lograba eliminar las plagas y enfermedades. Se pudo cambiar la legislación española y autorizar la importación de variedades de cítricos para investigación y experimentación. La cuarentena *in vitro* es recomendada por la FAO y otros



organisations and has been adopted by the European Union in one of its directives.

In the past, pathogen presence was diagnosed by inoculation in indicator species which then produce characteristic symptoms, but only in the very long term. Faster, more precise methods were implemented when the first monoclonal antibodies of the CTV virus were obtained. These tests are now carried out in their thousands for nursery control and



La oferta de una amplia gama de variedades de cítricos (izquierda) ha sido posible gracias a técnicas como el microinjerto (derecha)

It has been possible to offer a wide range of citrus varieties (left) thanks to techniques such as micrografting (right)

# By micrografting shoot tips *in vitro*, healthy plants can be obtained from diseased plants

Plantación afectada por el virus de la tristeza de los cítricos

Orchard affected by the citrus tristeza virus (CTV)



organismos internacionales y ha sido adoptada por la Unión Europea en una de sus directivas.

El diagnóstico de la presencia de patógenos se efectuaba tradicionalmente mediante inoculación en especies indicadoras, que producen síntomas característicos, pero en un plazo muy largo. Métodos más rápidos y precisos llegaron con la obtención de los primeros anticuerpos monoclonales del virus CTV. Ahora se hacen centenares de miles de estos análisis para el control de viveros y

epidemiological surveys. More recently, recombinant antibodies of CTV and monoclonal antibodies of the citrus psorosis virus have been obtained, while other techniques have led to identification of a new virus causing leaf blotch.

These technologies formed the basis for the Citrus Varietal Health Improvement Programme, which enabled efficient technology transfer. Its germplasm bank houses the most representative commercial varieties of citrus in the world as well as a large number of examples of genetic variability in citrus species, essential for genetic improvement. Thanks to that programme, 85 million healthy seedlings

Hoy se dispone de una amplia gama de herramientas para evitar las catástrofes fitosanitarias del pasado



estudios epidemiológicos. Más recientemente se han obtenido anticuerpos recombinantes de CTV y monoclonales del virus de la psoriasis de los cítricos. Otras técnicas han permitido identificar un nuevo virus del manchado foliar.

Con estas tecnologías se pudo establecer el Programa de Mejora Sanitaria de Variedades de Cítricos, que ha permitido una eficaz transferencia de tecnología. Su banco de germoplasma contiene las variedades comerciales más representativas del mundo y una amplia representación de la variabilidad genética de los cítricos, fundamental para los programas de mejora genética. Gracias a este programa, en el periodo 1982 a 2001 los viveros han producido 85 millones de plántulas sanas, lo que supone que cerca del 70% de toda la citricultura española procede de ese material. Las plantas sanas producen entre un 10% y un 20% más. Además, el banco ha permitido ampliar enormemente la oferta de nuevas variedades de fruta en los mercados.

Hoy se dispone de una amplia gama de herramientas para evitar las catástrofes fitosanitarias del pasado. El liderazgo de la citricultura española se ha mantenido porque ha podido ofrecer en los mercados internacionales las mejores variedades en cada momento. Por todo ello, la continuidad de estas investigaciones tiene carácter estratégico y permite afrontar el futuro de este importante sector agrícola con confianza.



Frutos afectados por impietratura, una enfermedad vírica (arriba). Hoja de planta afectada por la tristeza de los cítricos (abajo)

Fruit affected by impietratura, a viral disease (above). Leaf of a plant affected by CTV (below)

were produced at nurseries between 1982 and 2001, which means that almost 70% of all Spanish citriculture can be traced back to that material now. Healthy plants give 10-20% more fruit. What is more, the bank has helped increase the number of new varieties of fruit on the market enormously.

The citrus sector today has a wide range of tools at its fingertips for preventing further devastation from disease. Spain has maintained its leading position in citriculture because it has always managed to supply the international markets with the best varieties. Nevertheless, continued research is of strategic importance for this important agricultural sector, and is the key to a rosy future.

# A wide range of tools is available for preventing devastation from disease



# INVESTIGACIÓN EN GRASAS ALIMENTARIAS

## RESEARCH INTO EDIBLE FATS AND OILS



Para obtener el aceite de oliva el primer paso es lavar los frutos para eliminar hojas y suciedad

To obtain the olive oil, the first step is to wash the fruit to remove leaves and dirt

Al atravesar por carretera ciertas regiones españolas se tiene la sensación de estar inmerso en un mar de olivos. Especialmente en la provincia de Jaén y en otros lugares de Andalucía, la vista se pierde en el horizonte sin alcanzar el fin de las hileras de olivos, que, subiendo y bajando al compás de las formas del terreno, dibujan en el paisaje una extensa malla ondulante. Gran parte del territorio español es de claro carácter mediterráneo y no es extraño que el olivar sea un cultivo importante ni que su principal producto, el aceite de oliva, tenga un papel principal en la gastronomía y la dieta españolas. Hay también una dimensión científica y técnica en todo ello. A la mejora y el desarrollo de la tecnología ligada al aceite de oliva y otras grasas comestibles se dedica desde su fundación en 1949 el Instituto de la Grasa, ubicado en Sevilla y dependiente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Las líneas de investigación del Instituto de la Grasa son múltiples y tienen que ver tanto con el proceso de extracción del aceite como con su conservación y su refinado, sin olvidar el estudio de los aspectos nutricionales y farmacológicos o la mejora del aprovechamiento de los subproductos que genera el proceso.

Así, los investigadores de este centro, a lo largo de su dilatada trayectoria, han determinado los componentes presentes en el aceite y su variación tanto en función del grado de madurez de la aceituna de origen como a lo largo de los distintos

Travelling through certain parts of Spain is like being swamped in a sea of olives, especially in the province of Jaén and other parts of Andalusia, where the rolling countryside striped with olive trees disappears into the horizon like a giant, undulating net. Much of Spain is markedly Mediterranean in climate and olive oil is a typically Mediterranean product. But, though traditional, olive oil production has its scientific side. Since 1949 the Institute for Fats and Oils in Seville, an organisation dependent on the National Council for Scientific Research, has been working on the development of technology linked to olive oil and other edible fats and oils.

The institute is engaged in many lines of research relating to the processes of oil extraction and conservation and the refining of olive pomace oil, as well as nutritional and pharmacological aspects and the utilisation of by-products.

Over the years, the researchers there have determined the different components of oil and how they vary according to the ripeness of the olive fruits used and the treatments they undergo. They have also analysed the interactions between these components and other foods with which they are usually combined. In addition, studies have been carried out into possible sources of contamination that may affect quality, such as pesticides applied during cultivation or heavy metals from metal storage tanks.

# Han determinado los componentes del aceite y su variación a lo largo de los distintos tratamientos que recibe



Olivares en Úbeda (Jaén)

Olive groves in Úbeda (Jaén)

tratamientos que recibe hasta que llega a nuestra mesa. También se han analizado las interacciones de estos componentes con los de otros alimentos con los que habitualmente se mezcla. Y se han indagado las posibles fuentes de contaminación que podrían afectar a su calidad, ya sean plaguicidas aplicados a los cultivos, metales pesados que pudieran incorporarse durante su almacenamiento en depósitos metálicos u otros agentes potencialmente nocivos.

No se trata, es evidente, de una investigación que pueda llevarse a cabo de espaldas al sector agrario e industrial del aceite. Antes al contrario, sus resultados adquieren auténtico valor cuando son incorporados a la labor de agricultores, almazaras,

The researchers have determined the components of oil and how they vary during the various processes



El almacenamiento de las aceitunas antes de iniciar el proceso de obtención del aceite ha de ser breve, para evitar que se estropeen

Olives must only be stored for a very short period of time before oil extraction to prevent spoilage



envasadoras y laboratorios de control de calidad. Se ha contribuido así, por ejemplo, a optimizar la obtención del aceite por centrifugación, a mejorar el proceso de refinación mediante el empleo de nitrógeno en la etapa de desodorización, a la caracterización precisa y fiable de las diversas variedades de aceite de oliva virgen mediante el análisis por métodos de inteligencia artificial de las concentraciones de determinados componentes, a determinar los efectos de los antioxidantes sobre la estabilidad de los aceites, o a conocer cómo cambian una vez envasados en distintos materiales y bajo diferentes condiciones de luz y temperatura. La lista de logros concretos es en realidad mucho más extensa e incluye otros aspectos relativos a la eliminación de contaminantes, las cualidades organolépticas, los efectos nutricionales y farmacológicos y un largo etcétera.

In order to be effective, such research obviously has to be carried out in collaboration with olive farmers, oil producers, packers and quality control laboratories. Valuable contributions have been made to the process of extracting oil by centrifugation and to the refining process by using nitrogen during deodorisation. Different olive varieties have been characterised by artificial intelligence methods according to their content of certain components, and studies have been carried out into the effects of antioxidants on oil stability and into how oils change when packed in different materials and under different light and temperature conditions. The list of specific achievements includes the elimination of contaminants, organoleptic qualities, nutritional and pharmacological effects, and many more.

## Los métodos analíticos desarrollados por el Instituto de la Grasa se han convertido en estándares internacionales



Los métodos analíticos desarrollados por el Instituto de la Grasa a lo largo de estas investigaciones se han convertido en estándares internacionales, empleados rutinariamente para determinar la calidad de los aceites y adoptados por instancias como el Consejo Oleícola Internacional, la Comisión Europea o el Codex Alimentarius de la FAO y la OMS. De hecho, algunos de los resultados analíticos han servido de base para la definición de límites en disposiciones legales tanto españolas como internacionales.

Aunque el aceite de oliva es la estrella, el Instituto también ha trabajado en otros productos, como la aceituna de mesa, que, tanto en la variedad clásica de estilo español como en las más recientes, negras y tipo negras, ha adquirido una extraordinaria importancia comercial en los últimos años. También hay que destacar las investigaciones sobre el girasol y el aceite que de sus semillas se extrae. Un amplio estudio genético y bioquímico ha permitido obtener líneas mutantes con altos contenidos en ácidos oléico, palmítico y esteárico, las cuales han quedado protegidas por varias patentes internacionales.



Al finalizar el proceso de elaboración, el aceite sale de una centrifuga vertical

At the end of the production process, the oil comes out of a vertical centrifuge

The analytical methods developed at the institute have been adopted by the International Olive Oil Council, the European Commission and the Codex Alimentarius of the FAO and the WHO as international standards for determining oil quality. Some of them have been used as the basis for legal requirements in Spain and elsewhere.

Although olive oil is the central subject of its research, the institute has also worked with other products such as table olives which, in recent years, have gained in prestige on the market both in the classic Spanish style and in the newer black and black-type varieties. Research has also been carried out into sunflower oil. An extensive genetic and biochemical study has led to the creation of mutant lines with high oleic, palmitic and stearic acid content. These have been covered by a number of international patents.

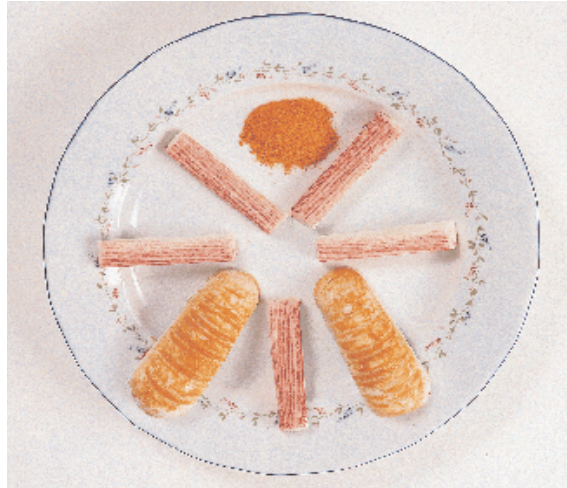
# The analytical methods developed by the Institute for Fats and Oils have been adopted as international standards

# NUEVOS SUCEDÁNEOS DE PESCADO

## NEW FISH SUBSTITUTES

A partir del surimi pueden elaborarse productos muy variados

Many and highly varied products may be prepared using surimi



Si hay un producto que en la gastronomía española sea sinónimo de exquisitez y lujo es la angula. Las angulas son crías de anguila de pequeñísimo tamaño. Hacen falta cientos para componer una sola ración. Son muy escasas y tan apreciadas como caras, reservadas para muy pocos bolsillos. Sin embargo, de un tiempo a esta parte puede encontrarse en las secciones de congelados y refrigerados de cualquier supermercado español envases con un producto muy similar pero a un precio incomparablemente más asequible. Su aspecto es idéntico al de las angulas y su textura y su sabor muy similares. Pero, si no son angulas, ¿qué son?

Tanto este sucedáneo como otros que imitan cangrejo u otros alimentos de origen marino se basan en un mismo producto, el surimi, una pasta elaborada a partir de músculo de pescado. El

If there is one product in Spanish cuisine synonymous with delicacy and luxury, it has to be the elver. Elvers

are baby eels. Hundreds of them are needed to make up just one serving. They are very scarce and as highly rated as they are expensive; a dainty morsel for the privileged few. Nevertheless, for some time now frozen and refrigerated food sections of Spanish supermarkets have been displaying a very similar product at an infinitely more affordable price. In appearance it is identical to elvers and the texture and taste are very similar, but they are not elvers. So what are they?

This substitute, and others imitating crab or other seafood, are based on the same product: surimi, a paste made from fish muscle. Surimi has been used since time immemorial in Japan. In the 1960s, Japanese researchers discovered that by adding sugar it could be frozen without losing any of its properties,

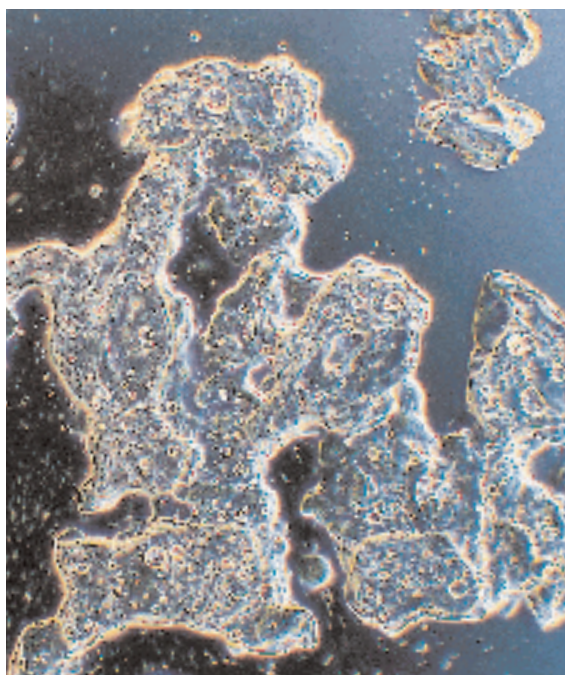
as long as it had been minced, washed and refined beforehand. The key lies in the fact that, throughout this process, the myofibrillar fish proteins retain a property that enables them to be transformed later into other products. They form a gel, a three-dimensional

network of proteins capable of retaining water and other added ingredients. The transformation into a gel starts when salt is added and is completed when the mixture is exposed to temperatures of around 80° C. Different textures can be obtained by adding

Se han desarrollado nuevos derivados de surimi en colaboración con empresas, que ya comercializan los resultados

surimi se ha preparado desde tiempo inmemorial en Japón. En los años sesenta investigadores japoneses descubrieron que podía congelarse, sin perder sus propiedades, si se añadían azúcares. Previamente hay que picarlo, lavarlo y refinarlo. La clave está en que las proteínas miofibrilares del pescado conservan a lo largo de este proceso una propiedad que va a permitir posteriormente su transformación en diferentes derivados. Esa propiedad es la de formar un gel, una red tridimensional de proteínas capaz de contener agua y otros ingredientes añadidos. La transformación en gel comienza al añadir sal y se completa cuando se expone la masa a temperaturas en torno a 80°C. Al añadir además almidón, clara de huevo, gluten u otros posibles ingredientes se conseguirán diferentes texturas. El producto gelificado se puede hacer en fibras, láminas u otras variantes. Luego se producen unidades de la forma deseada y se dan distintos sabores mediante aromas naturales que acaban de conseguir la similitud con aquello que se quiere imitar.

El derivado de surimi más extendido en el mundo es el palito de cangrejo, que simula la parte carnosa de las patas del cangrejo ruso. El éxito internacional de estos productos ha llegado también en España, donde su mercado se ha doblado entre 1993 y 2000. Han pasado de ser productos exclusivamente importados a contar con una producción nacional del 50%. Pero además se han creado nuevos derivados. En Madrid, en el



starch, egg white, gluten or other ingredients and the gel can be transformed into strands, thin sheets or other formats. Units are produced in the chosen shape and given a particular taste using natural aromas. After that finishing touch, the substitute is now strikingly similar to the product it is imitating.

The most common surimi-based product in the world is crabstick, which imitates the fleshy part of the leg of Russian crabs. The international appeal of these products has taken off in Spain as well, and market

Diferentes tratamientos permiten obtener las texturas y sabores deseados

Different treatments enable the desired textures and tastes to be obtained

New surimi products have been developed in collaboration with companies from the food industry, and are being marketed by them



Instituto del Frío, centro del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, se han desarrollado novedosos productos en colaboración con empresas del sector, algunas de las cuales ya comercializan los resultados. El primero y más exitoso fue precisamente el sucedáneo de angulas. La masa se hace pasar por boquillas. Tres milímetros de masa blanca y un poquito de la misma masa teñida de negro para imitar el lomo oscuro de las verdaderas angulas. Se calienta, toma consistencia y entonces se corta por ambos extremos para dar forma a cabeza y cola.

También se ha creado con buenos resultados una fibra semejante al músculo de centollo para preparar un producto equivalente al apreciado plato conocido en la cocina vasca como txangurro. Otros sucedáneos desarrollados por el Instituto se preparan por moldeo. El más logrado ha sido un sucedáneo de anilla de calamar que se elabora con surimi y músculo desintegrado de un tipo de

penetración doubled from 1993 to 2000. Domestic production now accounts for 50% of these products, all of which were imported in the past. New products have been created, too. At the Refrigeration Institute in Madrid, a body dependent on Spain's National Council for Scientific Research, new products have been developed in collaboration with companies from the food industry, and are already being marketed by them. The first and most successful has been the elver substitute. The mixture is extruded through fine nozzles to obtain a three-millimetre thick strand of white paste, and a small amount of the same paste, tinted black, is used to imitate the dark streak down the elver's back. It is heated, and when it reaches the right consistency it is cut at both ends to shape the head and tail.

Successful results have also been obtained with the creation of a fibre that resembles spider crab muscle, used for preparing a product equivalent to the popular Basque dish: "txangurro". Other substitutes developed by the Refrigeration Institute in Spain are prepared using moulds. The most successful has been a substitute squid ring, made using surimi and broken up muscle taken from one of the larger squid species.

The latest challenge has been anchovies, made from a simpler mixture of minced fish and prepared using sardines and other oily fish species. Hydrocolloids are added, together with a little anchovy paste, and the fillet shapes are then formed and heated until they solidify. The anchovy substitute is expected to be popular, particularly for use in industrial cooking. Another recent success has been the development of a membrane to hold broken fish roe together and give it the appearance of being a complete roe.

Surimi has a promising future ahead of it. New substitutes with interesting dietary properties will swell the range of products already on the market, not just for fish and seafood, but for meat and cheese products as well. Spanish companies and laboratories are already working on other ideas still in their developmental stages.

Puede encontrarse  
en cualquier  
supermercado un  
producto muy similar  
a la angula pero  
incomparablemente  
más asequible



El sucedáneo de angulas ha obtenido una gran aceptación en el mercado

The elver substitute has been very well received by consumers

calamar de gran tamaño.

El último reto ha sido la anchoa, para lo cual se ha partido de una masa más sencilla de pescado picado. Se elabora con sardina u otras especies grasas. Se incorporan hidrocoloides y un poco de pasta de anchoa, se le da forma de filete y se calienta para que solidifique. Se espera que tenga buena acogida, sobre todo en cocina industrial. También se ha logrado, recientemente, desarrollar una membrana que envuelve huevas de pescado rotas y permite así elaborar una hueva reestructurada.

El futuro del surimi es prometedor. A los productos actualmente existentes en el mercado se añadirán otros sucedáneos no solo de pescados y mariscos sino también de carnes o quesos, con interesantes propiedades dietéticas. Empresas y laboratorios españoles están preparando ya las próximas novedades.

In any  
supermarket,  
consumers can  
find a product that  
is very similar to  
the elver but  
infinitely more  
affordable

# LIMPIEZA DEL GUGGENHEIM BILBAO

A FACELIFT FOR THE GUGGENHEIM IN BILBAO

La espectacular arquitectura del  
Guggenheim Bilbao

The spectacular architecture of the  
Guggenheim Bilbao



El color de las  
flamantes escamas  
de titanio se había  
oscurecido y la lluvia  
había dejado su  
huella

Few can doubt that the Guggenheim Museum in Bilbao has marked a before and after in terms of the image of this Basque city. Being both industrial and commercial, Bilbao lacked any special tourist attractions and held little appeal for the millions of tourists who visit Spain every year. All this has changed over the last few years with a series of town-planning transformations and the emergence of new cultural initiatives but, above all, thanks to the mobilising effect of the Bilbao Guggenheim Museum, which was opened in 1997 and devoted to contemporary art. Much of the museum's success can be ascribed to the expressive personality of the building that houses it. The museum, which was designed by Frank Gehry, is already an unmistakable icon of contemporary international architecture.

One of the elements making a powerful contribution



Pocos pondrán en duda que el Museo Guggenheim de Bilbao ha marcado un antes y un después en la imagen de la ciudad vasca. Industrial y comercial, Bilbao carecía de especiales atractivos turísticos y no era una referencia en las rutas que todos los años recorren los millones de turistas que visitan España. Todo eso ha cambiado en los últimos años, al compás de una serie de transformaciones urbanísticas y de la aparición de nuevas ofertas culturales, pero, sobre todo, gracias al efecto movilizador del Museo Guggenheim Bilbao, inaugurado en 1997 y dedicado al arte contemporáneo. Buena parte del éxito de este centro reside en la rotunda personalidad del edificio que lo acoge. El museo diseñado por Frank Gehry es ya un icono inconfundible de la arquitectura contemporánea internacional.

Uno de los elementos que de modo más poderoso contribuye a su original aspecto es el material utilizado para su recubrimiento. Se trata de titanio, que en forma de escamas rectangulares recubre la mayor parte de la superficie exterior del edificio. Su empleo en el proyecto de Gehry fue toda una novedad, pero, por eso mismo, se desconocía cómo iba a ser su evolución o cuál había de ser el tratamiento adecuado para su limpieza. Cuando comenzó a hacerse evidente la alteración del aspecto exterior del museo se recurrió a Inasmet, una fundación privada dedicada a la transferencia de tecnología y especializada en el ámbito de los materiales.

Los análisis realizados por Inasmet revelaron que, debido a la acción de los agentes atmosféricos, se había producido una alteración de la película natural de óxido de titanio, alteración que alcanzaba 3 nanómetros de profundidad. El color de las flamantes escamas de titanio se había oscurecido y sobre ellas la lluvia había dejado su huella en forma de manchas que marcaban el escurrir del agua sobre las paredes del edificio.

Para devolver su aspecto original al recubrimiento no podían aplicarse medios mecánicos, ya que estos hubieran alterado la naturaleza y el espesor de la película natural de óxido de titanio, responsable de la textura y el colorido peculiares



to its original appearance is the material used to face it. This was done with titanium which, in the form of thin rectangular sheets applied in a “fish-scale” manner, covers most of the external surface of the building. Its use in the project designed by Gehry was a novelty in itself but, for this very reason, nobody knew what lay

La limpieza de la fachada ha de llevarse a cabo con técnicas de escalada

The façade has to be cleaned using climbing techniques

# The colour of the superb titanium sheets had darkened and stained by rainwater



Aplicación de la espuma con los agentes activos

Application of the foam with active agents

que el edificio ofrece a la vista, reflejando con variados matices los colores y las luces del entorno del museo, formado por pavimentos, estanques y la propia ría de Bilbao. Tampoco era aconsejable desmontar las piezas para tratarlas en otro lugar ni instalar andamiajes, ya que en ambos casos se habría alterado de forma drástica la imagen de un edificio visitado a diario por miles de personas.

La solución ha sido un innovador proceso basado en espumas que actúan como vehículo de los agentes limpiadores

in store for it or what would be the appropriate process for cleaning it. When it started to become clear that the external appearance of the museum was changing, help was sought from Inasmet, a private foundation dedicated to technology transfer and specialising in the field of materials.

The analyses carried out by Inasmet showed that, owing to the action of atmospheric agents, a modification had occurred in the natural film of titanium oxide to a depth of three nanometres. The colour of the superb titanium sheets had darkened and the rain had left its mark on them in the form of red stains showing the trail of the rainwater as it trickled down the walls of the building.

Mechanical methods could not be applied for returning the coating to its original appearance. They would have changed the nature and thickness of the natural film of titanium oxide that gives the building its peculiar texture and colour, which reflects with varied hues the colours and lights of the area surrounding the museum, with its different kinds of paving, small lakes, and the Bilbao Ria itself. Neither was it considered advisable to dismantle the parts and send them for treatment elsewhere, or to install scaffolding, since in both cases this would have drastically altered the image of a building which attracts thousands of visitors daily.

The 42,875 titanium sheets, spread over some 30,000 square metres, had to be treated in situ and using chemical processes. The most appropriate form of treatment seemed to be what is known as selective passive stripping, with the application of acid followed by water-jet rinsing. The question was, how to apply the acid in a safe, controlled way? The solution provided by Inasmet was the development of an innovative process based on stable foams which act as a vehicle for the active agents, in this case acid, and which make it possible to restore the original appearance of the sheets in a jiffy, just one to three minutes at the most. The foam is applied by



La limpieza devuelve al Guggenheim Bilbao su aspecto original

The cleaning process gives the Guggenheim Bilbao back its original appearance

Las 42.875 escamas de titanio, extendidas en unos 30.000 metros cuadrados de superficie, debían tratarse in situ y por procedimientos químicos. El tratamiento adecuado parecía ser lo que se conoce como decapado-pasivado selectivo mediante aplicación de ácido, seguido de un aclarado con chorro de agua. Pero, ¿cómo aplicar el ácido de un modo controlado y seguro? La solución de Inasmet ha sido el desarrollo de un innovador proceso basado en espumas estables que actúan como vehículo de los agentes activos, el ácido en este caso, y que permiten restaurar las películas alteradas en un tiempo muy corto, apenas 1 a 3 minutos. La espuma es aplicada por escaladores profesionales mediante envases presurizados y pistolas. Una vez cumplida su función, el producto se retira por aspiración, garantizando su nulo impacto en el entorno.

La solución, que podrá incorporarse a la rutina de mantenimiento del Museo Guggenheim, va a ser patentada por este centro conjuntamente con Inasmet y se espera pueda ser aplicada a otros edificios de características similares. He aquí un ejemplo de fructífera colaboración entre una entidad cultural de primer orden y un socio tecnológico que ha sabido hacer suyas las necesidades específicas planteadas por un proyecto tan singular.

professional climbers who use pressure containers and guns. When it has done its job, the product is removed through suction, thus precluding any undesirable environmental impacts.

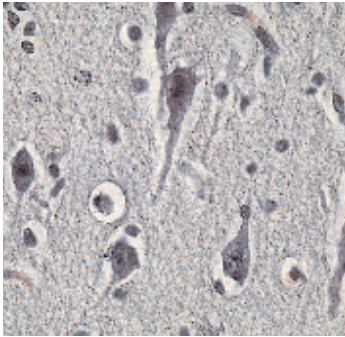
This solution, which may be included in the maintenance routine used at the Guggenheim Museum, is to be patented by this centre in association with Inasmet, with the aim of applying it to other buildings with similar characteristics. This is an example of productive collaboration between a top-ranking cultural institution and a technological partner which has the know-how to cater for the specific needs posed by a project of such singularity.

# The solution was an innovative process based on foams acting as a vehicle for the cleaning agents



# ALTERNATIVAS PARA EL PARKINSON

## ALTERNATIVES FOR PARKINSON'S DISEASE



Neuronas

Neuronas

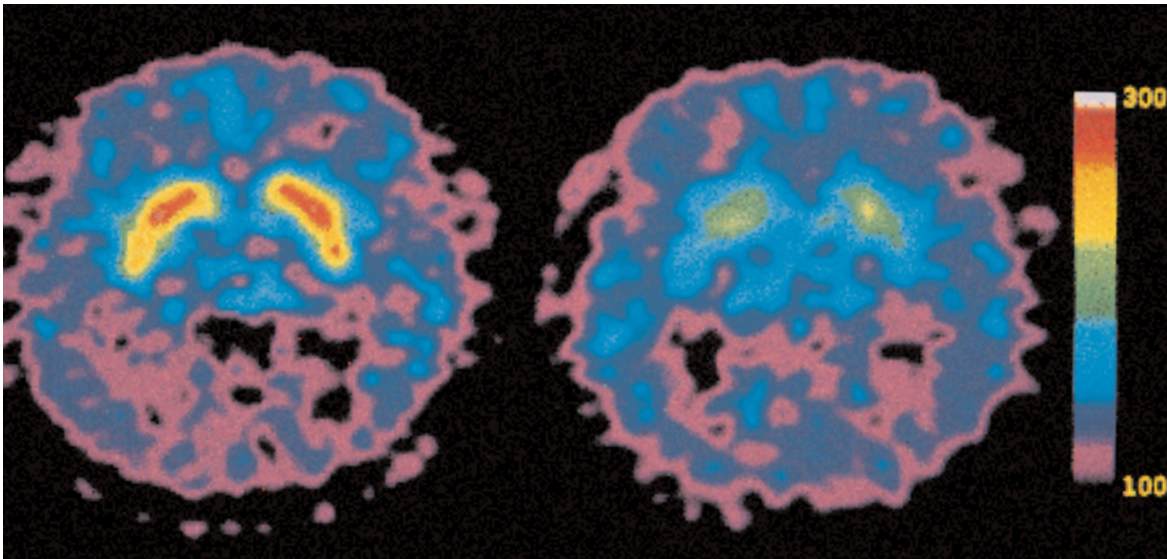
Manos temblorosas, rostros inexpresivos, andares torpes, dificultades motoras de todo tipo. Estos son los síntomas que nos hemos acostumbrado a asociar a un nombre propio, Parkinson. La enfermedad de Parkinson se relaciona con la degeneración en el cerebro de la denominada sustancia negra y con el consiguiente déficit de un neurotransmisor que en ella se produce, la dopamina. Aunque se ha avanzado mucho en tratamientos que retrasan y moderan sus efectos, sigue siendo un mal cuyo origen último es desconocido y que carece de cura. Afecta sobre todo a personas mayores pero también pueden padecerlo otras mucho más jóvenes. Sus consecuencias son motivo de preocupación y aflicción para millones de familias en todo el mundo. En España, el fisiólogo López Barneo ha dirigido en los últimos años una interesante línea de investigación que parece estar aportando nuevas claves.

Desde los años ochenta el grupo de López Barneo comenzó a investigar en los canales iónicos, proteínas que permiten el flujo de iones a través de la membrana de las células. Cuando hay muchos canales iónicos, como en algunas células del sistema nervioso, el flujo de iones es capaz de generar impulsos eléctricos que sirven para la comunicación intercelular a distancia. López Barneo y sus colaboradores realizaron estudios pioneros trabajando con varios tipos celulares. Las aportaciones más importantes, plasmadas en

Trembling hands, expressionless faces, clumsy gait, motor difficulties of all kinds: these are the symptoms we have come to associate with a proper name - Parkinson. Parkinson's disease is related to a degeneration of the so-called substantia nigra area in the brain resulting in a lack of dopamine, a neurotransmitter it produces. Although great strides have been made in different kinds of treatment that delay and moderate its effects, nobody really knows anything about the origins of this disease, which is still incurable. It usually affects the elderly, but can also develop in much younger individuals. Its consequences are the cause of concern and grief for millions of families around the world. In the last few years, Professor López Barneo, a physiologist, has been leading an interesting research project in Spain, which appears to be providing new keys for coming up with a solution.

Ever since the 1980s, Professor López Barneo's team has been researching ionic channels, which concern the proteins that allow the flow of ions through cell membranes. When there are many ionic channels, as in the case of some nervous system cells, the flow of ions can generate electrical impulses that perform remote control intercellular communication. Professor López Barneo and his collaborators carried out pioneer research work with several cell types. The most important of their contributions, published in successive articles appearing in

Descubrieron que las células del cuerpo carotídeo eran parecidas a las neuronas, podían generar impulsos eléctricos y liberar dopamina



Dos imágenes de cerebros humanos obtenidas mediante escáner, el de la derecha de un paciente con Parkinson

Two scanner images of human brains; the one on the right belongs to a patient with Parkinson's disease

sucesivos artículos aparecidos en Science, Proceedings of the National Academy of Sciences y otras revistas, se relacionaron con el cuerpo carotídeo, una glándula situada en el cuello, cuya función se sabía era la detección de cambios físicoquímicos en la sangre, sobre todo el nivel de oxígeno, para poner en marcha los mecanismos compensadores adecuados. Descubrieron que las células del cuerpo carotídeo eran muy parecidas a las neuronas y que, como estas, podían generar impulsos eléctricos. Su activación en condiciones de bajos niveles de oxígeno en la sangre, o hipoxemia, se debía a la inhibición de canales específicos para los iones potasio. Mostraron además que en situaciones de hipoxemia las células el cuerpo carotídeo liberan dopamina y otras moléculas que actúan como mediadores químicos para estimular a las fibras nerviosas que conducen la información al cerebro.

¿Eran los canales iónicos regulados por el oxígeno específicos del cuerpo carotídeo? Estudios llevados a cabo en diferentes lugares del mundo describieron en los años siguientes mecanismos moleculares del mismo tipo en el cerebro, el pulmón y el sistema cardiovascular. El grupo de López Barneo identificó por vez primera canales de calcio regulados por el oxígeno en las células musculares lisas que rodean los vasos sanguíneos, con un papel importante en el control del flujo de

Science, Proceedings of the National Academy of Sciences and other journals, were related to the carotid body, a gland located in the neck, whose function was known to be useful in the detection of physical and chemical changes occurring in the blood, particularly in respect of available oxygen, in order to set the most suitable compensatory mechanisms in motion. They discovered that the carotid body cells were very similar to neurons and that they could also generate electrical impulses. Their activation under conditions of low blood oxygen levels, also called hypoxemia, was due to the inhibition of specific channels for potassium ions. They also demonstrated that in situations of hypoxemia, the carotid body cells

The carotid body cells were similar to neurons and could generate electrical impulses and release dopamine

Cirugía estereotáxica de la enfermedad de Parkinson

Stereotactic surgery for Parkinson's disease



## El cuerpo carotídeo podría ser utilizado para autotrasplantes en enfermos de Parkinson

release dopamine and other molecules which act as chemical mediators for stimulating the nervous fibres which take information to the brain.

Were the ionic channels regulated by oxygen specific for the carotid body only? The research undertaken in different places around the world over subsequent years was to describe molecular mechanisms of the same type occurring in the brain, lungs and the cardiovascular system. It was Professor López Barneo's team that first identified calcium channels regulated by the oxygen held in the smooth muscle cells that surround blood vessels, thereby playing an important role in the control of blood flow and arterial pressure.

However, another avenue had to be explored. All the research carried out on the carotid body had revealed a high concentration of dopamine, the compound



sangre y la presión arterial.

Pero había otra pista que seguir. Las investigaciones sobre el cuerpo carotídeo habían revelado la alta concentración de dopamina, el compuesto que les falta a los parkinsonianos. Quizá el trasplante de estas células al cerebro de los enfermos pudiera ser beneficioso. En ese caso, sería una alternativa al trasplante de células fetales, una vía ya ensayada para el Parkinson pero que plantea numerosos problemas legales y éticos, además de tener un efecto curativo muy limitado y requerir medicación para disminuir el rechazo. El cuerpo carotídeo podía ser un proveedor ideal de células productoras de dopamina. Al ser un órgano doble, puede extirparse uno al propio enfermo, es decir, puede hacerse un autotrasplante. Los experimentos con ratas y monos, publicados en Neuron en 1998 y 1999, arrojaron resultados positivos y generaron una gran expectación internacional. La primera fase de un estudio piloto con pacientes humanos ha dado recientemente motivos para la esperanza, sobre todo para personas por debajo de los 60 años, y ya ha comenzado la segunda fase, con la que se quiere determinar la viabilidad de este tratamiento para su aplicación generalizada a enfermos de Parkinson.

De la investigación básica de un mecanismo celular y molecular se ha pasado, sobre la base de una alta capacidad científica y técnica, a abordar un problema clínico, al principio no directamente relacionado, del que pueden derivarse enormes beneficios para muchas personas.

found to be lacking in patients suffering from Parkinson's disease. Perhaps a transplant of these cells to the brain of such patients could prove beneficial. In that case, it would be an alternative to the transplant of foetal cells, a method already tried out for Parkinson's disease but which poses a number of legal and ethical questions, besides having a very limited effect in terms of cure and requiring drugs for reducing the effects of rejection.

The carotid body could be an ideal provider of dopamine-producing cells. Since it is a dual organ, one part can be taken from the patient and transplanted in the same person. Experiments carried out on rats and monkeys, whose results were published in Neuron in 1998 and 1999, showed positive results and generated high hopes internationally. The first phase of a pilot study carried out on humans has recently given cause for hope, particularly for people under the age of sixty. The second phase has already started and it is hoped that the feasibility of this treatment will be established for general use on Parkinson's disease sufferers.

On the basis of high scientific and technical capacity, the initial research into a cellular and molecular mechanism has gone on to tackle a clinical problem; to begin with, there seemed to be no direct relationship between the two, but the end results may well prove to be highly beneficial for many people.

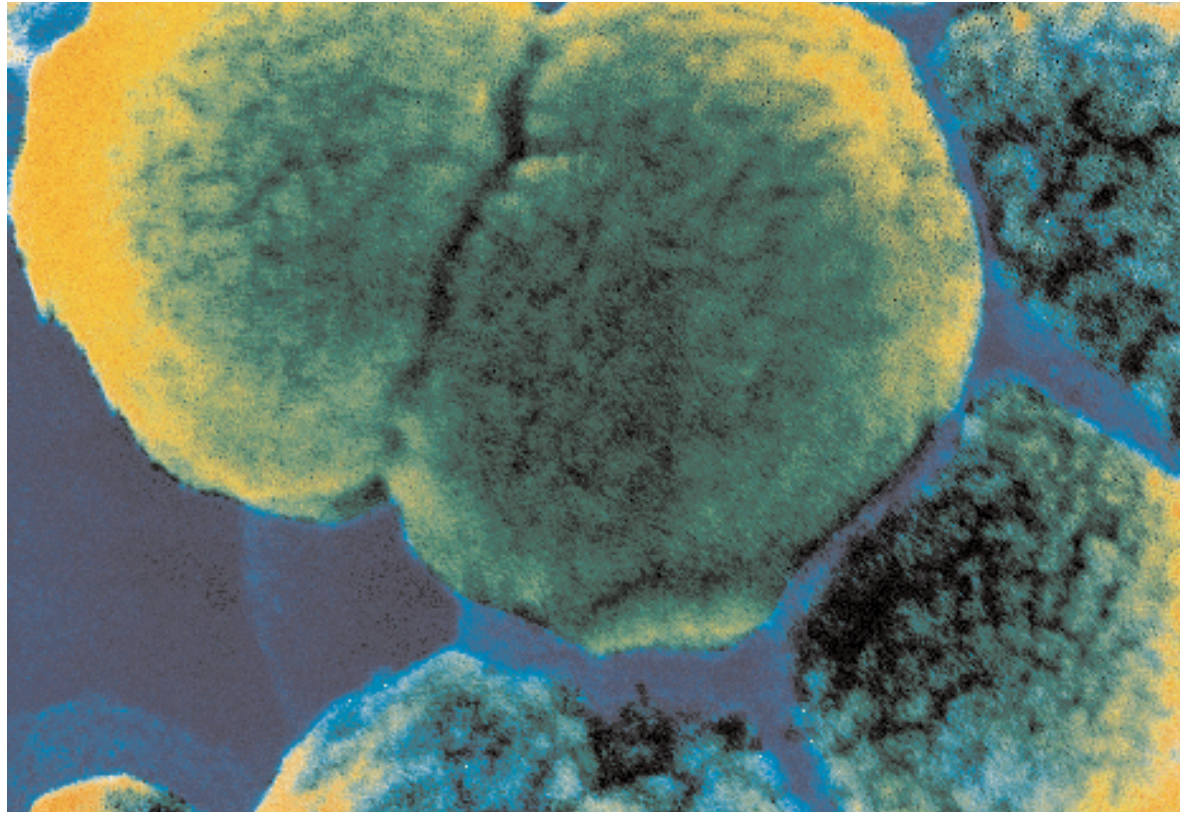
# The carotid body could be used for self-transplant in patients suffering from Parkinson's disease

# INVESTIGACIÓN CLÍNICA DE ENFERMEDADES INFECCIOSAS

## CLINICAL RESEARCH INTO INFECTIOUS DISEASES

Meningitis

Meningitis



Con el descubrimiento y el desarrollo de los antibióticos parecía que la humanidad había conseguido una victoria definitiva en su secular lucha contra las enfermedades infecciosas. Pero se diría que en los últimos tiempos los microbios han devuelto el golpe. Se ha comprobado con preocupación que en determinados microorganismos patógenos han aparecido cepas resistentes, es decir, variantes evolutivas que son capaces de sobrevivir a la acción de los

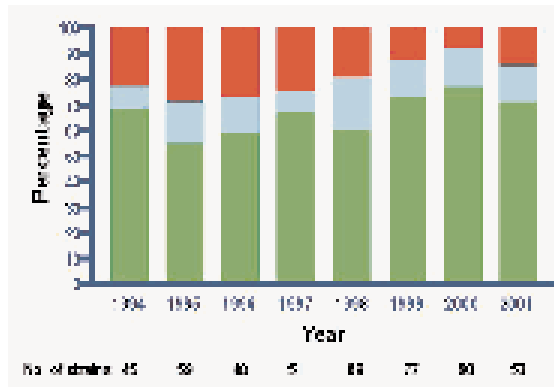
When antibiotics were discovered, it looked as if humanity could claim victory in its age-old fight against infectious diseases. Recently, microbes seem to be getting their own back. Resistant strains of certain pathogenic microorganisms have evolved, and these evolutionary variants are able to withstand antibiotics. The problem can sometimes be solved by increasing the dosage or changing antibiotic, but then further resistance develops in a sort of arms race between medical science and microorganisms.

# Han esclarecido las resistencias del neumococo *Streptococcus pneumoniae* a la penicilina

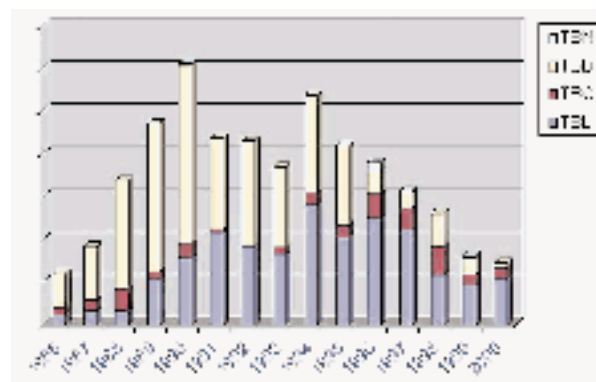
antibióticos. El aumento de las dosis o el cambio de antibióticos puede resolver el problema, pero luego surge de nuevo la resistencia, en una suerte de carrera de armamentos entre la medicina y los microorganismos.

La investigación clínica sobre enfermedades infecciosas desarrollada en hospitales españoles, donde ha alcanzado alto nivel a pesar de ser una disciplina joven, ha aportado contribuciones de resonancia internacional sobre este fenómeno. En concreto, los clínicos españoles han esclarecido las resistencias de bajo o alto nivel del neumococo *Streptococcus pneumoniae* a la penicilina, aparecidas en Sudáfrica a finales de los ochenta y luego registradas en España. Lo que al principio era un fenómeno raro se extendió luego al 50% de las cepas analizadas. Y se comprobó la existencia de resistencia de alto nivel y de resistencia a otras familias de antibióticos.

Los casos más graves se daban cuando la infección afectaba a puntos de difícil acceso para los antibióticos, como el líquido ceforraquídeo en el caso de la meningitis. De hecho, la mortalidad era del 30% en las meningitis neumocócicas. Para enfrentarse a esta situación se desarrollaron procedimientos consistentes, por un lado, en la comprobación rutinaria de la sensibilidad a diferentes antibióticos, denominada antibiograma, cuando se aislaba un neumococo y, por otro, en la modificación de las dosis de penicilina en las infecciones respiratorias y el empleo de antibióticos alternativos, como la cefotaxima o la vancomicina, cuando lo que estaba afectado era el sistema



Evolución de las formas sensibles y resistentes a la penicilina de *Streptococcus pneumoniae* en el Hospital Clínic de Barcelona (arriba). Casos de tuberculosis en pacientes con SIDA entre 1986 y 2000 en el Hospital Clínic de Barcelona (abajo).

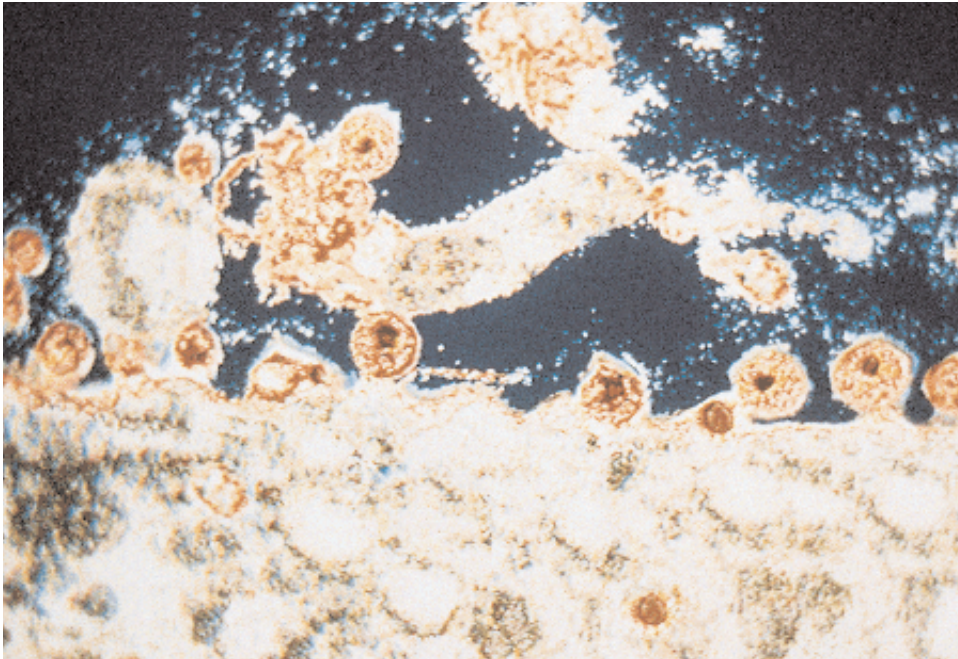


Evolution of forms of *Streptococcus pneumoniae* sensitive and resistant to penicillin at the Clinical Hospital in Barcelona (above). Cases of tuberculosis in AIDS patients from 1986 to 2000 at the Clinical Hospital in Barcelona (below).

Clinical research into infectious diseases being carried out in Spanish hospitals has reached a high standard, despite the fact that it is still a young discipline. One of the most important contributions made on an international level has been clarification of the low or high-level resistance to penicillin of the *Streptococcus pneumoniae* pneumococcus which

# They were able to clarify the resistance to penicillin of the *Streptococcus pneumoniae* pneumococcus





Virus del SIDA

AIDS virus

nervioso central.

Al tiempo, los investigadores clínicos españoles han dado cuenta de las bases genéticas y moleculares del fenómeno. Los trabajos, realizados en distintos centros, pero especialmente en el Hospital Príncipes de España de Barcelona y en el Hospital Ramón y Cajal de Madrid, han tenido difusión internacional a través de las mejores revistas generales de medicina, como The New England Journal of Medicine o The Lancet y de otras publicaciones internacionales de carácter más especializado.

Pero a mediados de los años ochenta surgía en

appeared in South Africa in the late 1980s and then in Spain. What started out as a rare phenomenon then spread to 50% of strains analysed, and both high-level resistance and resistance to other families of antibiotics were found.

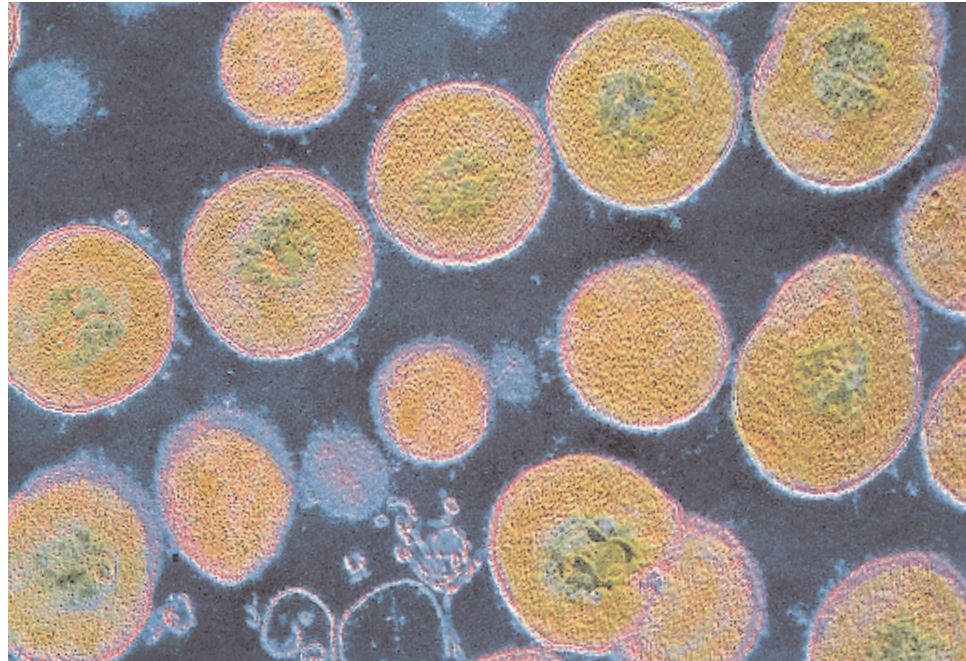
The most serious cases occurred when the infection affected points that antibiotics found it hard to reach, such as the cerebrospinal fluid in meningitis, and mortality stood at 30% in pneumococcal meningitis. This problem was resolved by first carrying out routine checking of sensitivity to different antibiotics using an antibiogram to isolate a pneumococcus, then changing the dose of penicillin in respiratory diseases and using other antibiotics such as cefotaxime or vancomycin when the central nervous system was affected.

Spanish clinical researchers have also studied the genetic and molecular basis for this phenomenon. Reports on studies performed at a number of centres, but chiefly at the Príncipes de España Hospital in Barcelona and the Ramón y Cajal Hospital in Madrid, were published in top-tier general medical journals such as The New England Journal of Medicine and The Lancet, and in other more specialist international publications.

However, in the mid-80s, researchers into infectious diseases had to turn their attention to a harsh new reality: AIDS. Research centres and hospitals in Madrid, Barcelona, San Sebastián and other Spanish cities focused on two main aspects of this terrible disease. First they studied the opportunistic infections - those that appear in patients whose

## Grupos españoles han participado en el desarrollo de nuevos agentes contra el virus del SIDA

España, y en el mundo, otra realidad que demandaba la atención de los investigadores de las enfermedades infecciosas, el SIDA. Dos han sido las áreas fundamentales que en relación con esta temible enfermedad han sido objeto de investigaciones en hospitales y centros de Madrid, Barcelona, San Sebastián y otras ciudades. Por un lado, se han estudiado las infecciones oportunistas, es decir, aquellas que surgen en el enfermo aprovechándose del deterioro del sistema inmune y por tanto de su capacidad para defenderse de agentes patógenos. Por otro lado, se ha investigado la tolerancia a los tratamientos antirretrovirales aplicados a las personas contagiadas. Entre las contribuciones pertenecientes al primer apartado destacan las nuevas modalidades de profilaxis primaria y secundaria de la neumonía causada por *Pneumocystis carinii* y de la toxoplasmosis cerebral. En cuanto al tratamiento antirretroviral, por primera vez grupos españoles han participado activamente en el desarrollo de nuevos agentes antirretrovirales desde las primeras fases de las pruebas y han coordinado proyectos internacionales, fruto en parte de la colaboración con las grandes compañías farmacéuticas. Así, se han propuesto nuevas estrategias terapéuticas para el SIDA y se ha contribuido a esclarecer tanto la recuperación del sistema inmune en respuesta al tratamiento como la dinámica de la replicación viral cuando este se interrumpe.



*Streptococcus pneumoniae*

*Streptococcus pneumoniae*

immune system has been weakened by the disease - and the body's ability to defend itself against pathogens. Then they investigated tolerance to the anti-retroviral treatments given to patients. Contributions made in the first area included new methods of primary and secondary prophylaxis for the pneumonia caused by *Pneumocystis carinii* and for cerebral toxoplasmosis. In the case of anti-retroviral treatment, for the first time Spanish teams participated actively in the development of new anti-retroviral agents from the initial phases of testing, and coordinated international projects in collaboration with large pharmaceutical companies. This has led to new therapeutic strategies for AIDS and clarification of how the immune system recovers in response to treatment and how the virus replicates when treatment is suspended.

Spanish teams have participated in the development of new agents to combat the AIDS virus



# BIOTECNOLOGÍA AVANZADA PARA EL DIAGNÓSTICO CLÍNICO

ADVANCED BIOTECHNOLOGY FOR CLINICAL  
DIAGNOSIS

Purificación de proteínas

Protein purification



## El déficit de la proteína S supone un importante riesgo de accidentes vasculares

Cuando el médico nos pide que nos hagamos un análisis de sangre, pensamos sobre todo en el pinchazo. Pero una vez cumplido ese temido trámite es cuando comienza lo interesante. Se ponen en marcha tecnologías biomédicas que han alcanzado una enorme sofisticación y que son capaces de extraer, de modo rápido y fiable, la información necesaria para llegar a un diagnóstico preciso. En ese mundo, guiado por criterios y controles cada vez más exigentes, trabaja Biokit, una empresa española que lleva treinta años

When a doctor sends us for a blood test, what is uppermost in our mind is the prick of the needle. But that's just the start. The really interesting part comes next. Today's highly sophisticated biomedical technology quickly and reliably extracts all the information needed for a precise diagnosis. This is the world, one of increasingly demanding criteria and controls, in which Biokit works. A Spanish company, Biokit has been active for 30 years developing products for clinical diagnosis in Europe, the United States, Japan and other countries. One third of its 150 employees works exclusively in research, which absorbs 20% of the company's revenue. Biokit specialises in blood coagulation and is the leader in this field in Spain, just as CH-Werfen, the group it belongs to, is at worldwide level.

Over the years, Biokit has gained extensive experience in the production and purification of antigens and antibodies, the basis of the immunological processes used in its diagnosis methods. Its latest success, which has had a tremendous impact on the market, is an automated





Fermentadores de investigación

Fermentors for research work

dedicada a desarrollar y comercializar productos para el diagnóstico clínico en Europa, Estados Unidos, Japón y otros países. De sus 150 empleados, la tercera parte se dedica exclusivamente a tareas de investigación, que absorben el 20% de los ingresos de la empresa. Biokit presta especial atención al sector de la coagulación, en el que es líder en España, del mismo modo que el grupo CH-Werfen, al que pertenece, lo es en el mundo.

A lo largo de estos años, Biokit ha alcanzado una gran experiencia en la producción y purificación de antígenos y anticuerpos, base de los procesos inmunológicos que son empleados en los sistemas de diagnóstico que ha desarrollado. Su éxito más reciente, y de enorme impacto en el mercado, ha sido la comercialización de un test automatizado para la cuantificación de la proteína S libre en la sangre. La proteína S es un factor anticoagulante natural, cuyo déficit supone un importante riesgo de padecer accidentes vasculares por la formación de trombos. Controlar sus niveles en la sangre de ciertas personas puede, por tanto, tener una

test to quantify protein S, a natural anticoagulant, in blood. Protein S deficiency increases the risk of vascular accidents caused by blood clot formation, so keeping track of blood levels is crucial for some people. But doing so is not easy because it comes in two different forms - 40% is present as free protein S, and 60% as part of a complex with protein C4BP. The key lies in the free form which has the anticoagulant action, but a drop in its level may not show up in the total value.

In the past, the free form had to be separated before it could be measured, and this was a complicated process that sometimes took a whole day's work in

Protein S  
deficiency  
increases the risk  
of vascular  
accidents

Cultivos en virología

Virology cultures

importancia crucial. Pero hacerlo no es fácil, porque se presenta en dos formas, el 40% como proteína S libre y el 60% como parte de un complejo con la proteína C4BP. La clave está en la forma libre, que es la que ejerce acción anticoagulante, pero esta puede descender sin que ello se aprecie en los valores totales.

Antes había que separar previamente la forma libre para luego medirla; proceso complicado que podía llevar todo un día de trabajo de laboratorio. Luego, en los años noventa, se desarrolló una técnica basada en la captura de la proteína S libre por un anticuerpo en una fase sólida a la que luego se unía un segundo anticuerpo ligado a una enzima. Este inmunoensayo enzimático fue perfeccionado en la Universidad de Lund (Suecia) y luego optimizado y comercializado por Biokit en 1999. Pero se buscaba algo todavía mejor.

En 2001, y como resultado de estos esfuerzos, Biokit ha presentado "IL Test™ Free Protein S". Se trata del primer reactivo automatizado disponible en el mundo para determinar, en los instrumentos de coagulación, la cantidad de proteína S libre. Todo ello en pocos minutos y sin necesidad de manipular previamente la muestra. El test se basa en dos reacciones consecutivas. En la primera, partículas recubiertas de C4BP capturan la proteína S libre.

El éxito más reciente ha sido la comercialización de un test para la cuantificación de la proteína S libre



the laboratory. Then, in the 1990s, a technique was developed based on the capture of the free protein S by a solid-phase antibody, to which a second, enzyme-linked antibody was then bound. This enzymatic immunoassay was perfected at the University of Lund (Sweden) and then optimised and marketed by Biokit in 1999. However, the search continued for an even better solution.

In 2001, and as a result of this search, Biokit presented the "IL Test™ Free Protein S". This was the first automated reagent available in the world for determining the amount of free protein S in coagulation tools. The test itself takes a matter of minutes and the sample does not need prior preparation. It is based on two consecutive reactions. First, particles coated with C4BP capture the free protein S. Second, other particles coated with a monoclonal antibody identify the previously captured protein S and trigger a process of agglutination. An optical device then measures the intensity of the light dispersed as a result of the particle agglutination.

If Biokit is to maintain its leadership in this dynamic





Laboratorio de investigación

Research laboratory

En la segunda, otras partículas recubiertas con un anticuerpo monoclonal identifican la proteína S previamente capturada y desencadenan un proceso de aglutinación. Lo que se mide entonces, a través de un dispositivo óptico, es la intensidad de la luz dispersada como consecuencia de la aglutinación de las partículas.

Mantener el liderazgo en este dinámico sector requerirá sostener el esfuerzo de innovación. Biokit ya está trabajando en uno de los aspectos clave del proceso, la obtención de la proteína C4BP, hasta ahora procedente de la purificación de grandes volúmenes de plasma humano. La alternativa es la ingeniería genética. Los resultados son prometedores y se espera conseguir pronto que levaduras genéticamente modificadas sinteticen C4BP, con lo que se habrá logrado una fuente mucho más sencilla y libre de limitaciones de este componente esencial del test.

sector, it will need to make a sustained effort at innovation. It is already working on one of the key aspects of the process, a new source of protein C4BP that hitherto was obtained from large volumes of human plasma. The alternative to this is genetic engineering and results so far are promising. The idea is that soon genetically modified yeasts will be able to synthesise C4BP, an essential component of the test, in a much simpler way and with no limitations.

# The latest achievement is a test to quantify free protein S

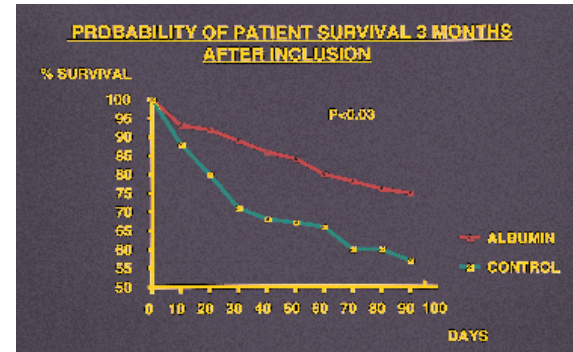


# MANEJO CLÍNICO DE ENFERMEDADES DIGESTIVAS

## CLINICAL HANDLING OF DIGESTIVE DISEASES

Cirrosis hepática (izquierda). Aumento de la supervivencia de pacientes de ascitis tratados con infusión de albúmina (derecha)

Cirrhosis of the liver (left). Survival increase of ascites patients treated with albumin infusion (right)



Hace no muchos años, los enfermos de cirrosis a los que sobrevenía una complicación conocida como ascitis, seguida luego de una infección, se enfrentaban a la terrible expectativa de casi un 80% de mortalidad. Hoy, la mortalidad se ha reducido al 30%. Tan espectacular vuelco tiene mucho que ver con los trabajos de investigación clínica que han realizado en los últimos años especialistas en hígado del Hospital Clínic de Barcelona y de otros hospitales españoles, y cuyos resultados se han ido publicando en revistas como Gastroenterology, Hepatology o The New England Journal of Medicine. El tratamiento de la ascitis y de la, a veces, subsiguiente peritonitis bacteriana espontánea, así como la prevención de ulteriores complicaciones de insuficiencia renal, se basan hoy, en hospitales de todo el mundo, en las medidas terapéuticas cuya eficacia han demostrado estos trabajos.

Until recently, when cirrhosis patients suffered from a complication called “ascites” followed by an infection, 80% of them were likely to die. Today, mortality is only 30%. This dramatic turnaround has had a lot to do with the clinical research work carried out in recent years by liver specialists at the Barcelona Clinic and other Spanish hospitals, the results of which were published in journals such as Gastroenterology, Hepatology and The New England Journal of Medicine. The treatment of ascites and of the spontaneous bacterial peritonitis that sometimes ensues, as well as the prevention of subsequent kidney failure, are today based throughout the world on therapeutic measures that were proved efficient by this research.

La expectativa de mortalidad para enfermos de cirrosis con ascitis infectada se ha reducido del 80 al 30%

This is just an example of the many contributions made recently on an international level by clinical research in Spain in the field of disorders of the digestive system. Another area of study covers digestive haemorrhages caused by gastrointestinal lesions in patients taking non-steroid, anti-inflammatory drugs such as aspirin. The repercussions of this problem in terms of morbidity and mortality are considerable. Researchers in several countries spent almost a decade exploring the theoretical possibility that nitric oxide or its donors might provide protection for the gastric mucosa in view of its known vasodilator effect and the subsequent increase in blood flow. But the first clinical proof that nitrovasodilators could really prevent this type of haemorrhage was given in 2000 by doctors at the Saragossa Clinical



Acumulación abdominal de fluidos por efecto de la ascitis en un antiguo grabado médico de Jean-Louis Alibert, 1817

Abdominal fluid build up, an effect of ascites, in an old medical etching by Jean-Louis Alibert, 1817

Es solo un ejemplo, quizá el más espectacular, de las múltiples contribuciones de nivel internacional que la investigación clínica española ha aportado últimamente en el ámbito de las enfermedades del sistema digestivo. Otro caso es el de la hemorragia digestiva causada por lesiones gastrointestinales en pacientes medicados con fármacos antiinflamatorios no esteroideos, como la aspirina y otros. Este problema tiene repercusiones considerables en términos de morbilidad y mortalidad, y demanda cada año la aplicación de cuantiosos recursos sanitarios. De ahí que investigadores de varios países llevasen cerca de

Expected mortality rates for cirrhosis patients with infected ascites have dropped from 80% to 30%



Los resultados de la investigación sobre enfermedades digestivas se han traducido en nuevas pautas para su tratamiento

The results of research into digestive diseases have led to new approaches in their treatment



Han demostrado que los nitrovasodilatadores previenen la hemorragia digestiva asociada a antiinflamatorios no esteroideos

Hospital, who published their findings in an article in The New England Journal of Medicine.

Another very different but equally promising line of research was that followed for more than five years in the Valle de Hebrón Hospital on the connection between visceral perception and digestive diseases. The notion that developed from comparative research on healthy volunteers and patients, the findings of which were published in Gastroenterology and other journals, is that there may be a link between the existence of disorders in the perception of pain, as it is felt by the patient, and the onset of functional diseases of the stomach and intestines.

Other results of medical research in Spain in recent years include the treatment of digestive bleeding caused by oesophageal varices in patients with portal hypertension, knowledge of the factors that prompt the onset of gastropathy in that clinical condition, proof of the link between the hepatitis C virus and hepatocarcinoma, and demonstration of the usefulness of endoscopic sclerosis for treating peptic ulcer bleeding. In hospitals all over Spain this area of research has been very dynamic, setting high standards and leading to prospects for a cure and improved quality of life for tens of thousands of patients.



una década explorando la posibilidad teórica de que el óxido nítrico o sus donadores, gracias a su conocido efecto vasodilatador y al consiguiente aumento del flujo sanguíneo que se espera produzcan, pudieran ejercer una acción protectora sobre la mucosa gástrica. Pero la primera demostración clínica de que los nitrovasodilatadores previenen efectivamente este tipo de hemorragias la han aportado médicos del Hospital Clínico de Zaragoza, que en 2000 dieron a conocer sus resultados en un artículo publicado en The New England Journal of Medicine, acogido con gran interés en medios especializados.

Muy diferente, pero igualmente prometedora, es la línea de investigación seguida por espacio de más un lustro en el Hospital Valle de Hebrón sobre la relación entre percepción visceral y enfermedades digestivas. La noción que se ha ido desarrollando a través de estudios comparativos entre voluntarios sanos y pacientes, cuyos resultados han ido apareciendo en Gastroenterology y otras revistas, es que puede haber una relación entre la existencia de trastornos en la percepción del dolor, tal como el sujeto la siente, y la aparición de enfermedades funcionales del estómago y los intestinos.

El manejo de la hemorragia digestiva causada por varices esofágicas en pacientes que padecen hipertensión portal, el conocimiento de los factores que favorecen la aparición de la gastropatía en esta misma situación clínica, la comprobación de la relación existente entre el virus de la hepatitis C y el hepatocarcinoma, o la demostración de la utilidad de la esclerosis endoscópica como tratamiento de la hemorragia por úlcera péptica son, sin ánimo de exhaustividad, otros tantos resultados de un área de la investigación médica española que, desde hospitales repartidos por todo el país, mayor dinamismo y más alto nivel está mostrando en los últimos años. Las perspectivas de curación y la mejora de la calidad de vida de decenas de miles de pacientes en todo el mundo así lo atestiguan.

Nitrovasodilators  
have been shown  
to prevent the  
digestive  
haemorrhages  
associated with  
non-steroid  
anti-inflammatory  
drugs

# NUEVAS TENDENCIAS EN LA ECONOMÍA DEL BIENESTAR

## RECENT TRENDS IN WELFARE ECONOMICS



Estudiantes universitarios

University students

Cómo organiza una sociedad la asignación de los recursos y cómo se compatibilizan tales decisiones colectivas con los intereses individuales son cuestiones de evidente carácter político. Pero solo con la ayuda de la ciencia económica pueden abordarse de un modo informado y riguroso. A esta importante tarea se dedica una rama de la economía conocida como economía del bienestar, que en la actualidad tiene uno de sus más activos focos en las universidades y otros centros de investigación españoles, tal como demuestra su presencia en revistas y congresos internacionales.

Tradicionalmente se consideraba que el objeto de la economía del bienestar era indicar cuándo los sistemas de precios necesitaban correcciones y cuáles debían ser estas. Se trataba de detectar y remediar las posibles ineficiencias de lo que conocemos como economía de mercado. Pero, a partir de los años cincuenta, influyentes economistas replantearon este campo al entender que el mecanismo de mercado no es sino una opción entre diversas alternativas para organizar la sociedad y la toma de decisiones sobre la producción y la distribución de la riqueza. Se trataba ahora de formalizar los diferentes sistemas de asignación de recursos, identificar sus respectivas virtudes y discutir el modo de decidir entre unos y otros. Un bloque de problemas tenía que ver con la teoría de la elección social, que aborda cómo se articulan colectivamente las preferencias individuales y desvela analogías entre los mecanismos de toma de decisiones económicas y políticas. Otra área de estudio era la teoría del diseño de mecanismos, que se ocupa de

Clearly, how a society organises allocation of resources and how collective decisions are brought in line with individual interests are political considerations. However, only with the help of economic science can they be dealt with in an informed and thorough manner. This important task is carried out by a branch of economics called welfare economics which, as the wealth of contributions to international journals and congresses go to show, is currently very active in Spanish universities and research centres.

It used to be felt that the purpose of welfare economics was to indicate when and how price systems should be corrected, by detecting and remedying inefficiencies in the market economy. But in the 1950s, influential economists went a step further by considering that the market mechanism was just one of a number of possible options for organising society and decisions on production and the distribution of wealth. What had to be done, then, was to formalise the different methods of allocating resources, identify their respective virtues and discuss how to choose between them. One area of study was the theory of social choice, which deals with collective decisions on individual preferences and reveals analogies between economic and political decision-making mechanisms. Another was the theory of mechanism design which covers the decentralisation of decision-making and the complex messages exchanged by social agents.

La economía del bienestar tiene uno de sus más activos focos en las universidades y otros centros españoles

Alumnos matriculados en Educación Universitaria / Registered students: university undergraduate courses

Cursos Académicos Academic year	1991-92	1992-93	1993-94	1994-95	1995-96	1996-97	1997-98	1998-99
<b>TOTAL</b>								
<b>TOTAL</b>	1.209.108	1.274.345	1.365.737	1.415.612	1.471.441	1.536.409	1.568.752	1.583.297
<b>Licenciaturas</b>								
Honours degree	748.629	771.190	799.750	808.944	832.977	862.436	864.987	858.620
<b>Arq. e Ingen. Superiores</b>								
Arch. & Engin. (5+years)	82.987	88.410	115.359	124.958	133.556	141.731	151.226	155.560
<b>Diplomaturas</b>								
Ordinary degree	260.896	259.479	281.945	302.184	315.282	330.209	341.082	351.719
<b>Arq. e Ingen. Técnicas</b>								
Arch. & Eng. (3+years)	116.596	155.266	168.683	179.526	189.626	202.033	211.457	217.398

Evolución de los universitarios españoles en el periodo 1991 a 1999 según el Instituto Nacional de Estadística

Evolution of numbers of Spanish university students from 1991 to 1999, according to the National Statistics Institute

cuestiones como la descentralización de las instancias decisorias o la complejidad de los mensajes que intercambian los agentes sociales.

A partir de ahí, la economía del bienestar ha prestado especial atención al hecho de que los agentes sociales no disponen de la misma información. La cuestión es qué incentivos ofrecer para que quienes tienen información potencialmente útil para las decisiones colectivas la compartan. Este es el objeto de la teoría de la implementación, una de las áreas más activas en las últimas décadas. También ha habido que reformular los teoremas fundamentales de la economía del bienestar atendiendo a las complejidades introducidas por la distribución desigual de información entre agentes. La teoría de juegos, básica para abordar la cooperación y el

Since then, welfare economics has paid special attention to the fact that not all social agents have the same information. The problem is to determine what incentives should be offered to encourage people who have information that is potentially useful for collective decisions, to share it. This is the purpose of the theory of implementation, one of the most active areas in recent decades. The fundamental theorems of welfare economics have also had to be reformulated because of the complexities caused by asymmetric distribution of information among agents. Game theory, essential for dealing with cooperation and conflict among agents, and other economic theories have been applied in welfare economics. The approach adopted now in this type of normative economics, which aims to organise things efficiently, is to

Spanish universities and research centres provide one of the most active study centres for welfare economics



conflicto entre agentes, y otras teorías económicas han venido así a confluir en torno a las preocupaciones de la economía del bienestar. Ahora el enfoque de este tipo de economía normativa, que orienta sobre cómo organizar las cosas de modo eficiente, consiste en caracterizar y comparar sistemas alternativos, no en tomar uno de ellos como punto de partida.

Ahora bien, se supone que los sistemas económicos deben servir, en última instancia, para el bienestar de cada uno de nosotros. Esa dimensión individual hace imprescindible el desarrollo de una teoría de las preferencias individuales. La aparente sencillez de la cuestión, si se piensa en individuos que prefieren una u otra asignación de recursos en un momento dado, se desvanece si tenemos en cuenta que tales preferencias se producen a menudo en contextos de elevada incertidumbre y que las decisiones tomadas pueden afectar en el futuro a otras generaciones, que no están aquí para defender sus intereses. Cuestiones como los recursos naturales no explotados, la biodiversidad, las pensiones, la educación o la sanidad tienen mucho que ver con tales dilemas.

No son pocos ni sencillos los problemas sobre los que trata de arrojar luz la economía del bienestar

describe and compare alternative systems, rather than taking just one of them as a starting point.

Economic systems are supposed to create welfare in the long run for each and every one of us. This individual dimension prompted the need for a theory on individual preferences. Thinking in terms of individuals who each prefer their own particular way of allocating resources at a given time, it all seems simple. What complicates matters is the fact that such preferences may exist in contexts of great uncertainty, and decisions taken may affect future generations, who are not there to defend their interests. Examples of such contexts are unexploited natural resources, biodiversity, pensions, education and health.

The areas studied by welfare economics are varied and complex. Spanish researchers have made valuable contributions to many of them in recent years: individual preferences at the universities of Alicante, Madrid, Murcia, Saragossa, Pamplona and Vigo; social choice at almost all of these, as well as in Barcelona, Girona and Valladolid; cooperative game theory in Alicante, Barcelona, Bilbao, Santiago and Seville; and mechanism design in Alicante, Barcelona, Granada, Madrid and Málaga as well as at the Institute for Economic Analysis and the Centre for Monetary and Financial Studies (CEMFI).

Professor Salvador Barberà of the Autonomous University of Barcelona, recently elected President of the Society for Social Choice and Welfare, has said that in order for Spain to remain at the forefront of research it must continue to “do good work, maintain international contacts, reflect on the significance of the subjects chosen and keep in touch permanently with events and intellectual movements”.

Ahora el enfoque  
consiste en comparar  
sistemas económicos  
alternativos, no en  
tomar uno como punto  
de partida



Votaciones

Polling station

en sus diferentes áreas. En muchas de ellas los investigadores españoles han destacado por sus aportaciones en los últimos años, ya sea sobre las preferencias individuales en universidades de Alicante, Madrid, Murcia, Zaragoza, Pamplona y Vigo, sobre la elección social en casi todas las ciudades y además en Barcelona, Girona y Valladolid, sobre la teoría de juegos cooperativos en Alicante, Barcelona, Bilbao, Santiago y Sevilla, o sobre diseño de mecanismos en Alicante, Barcelona, Granada, Madrid y Málaga, además de en el Instituto de Análisis Económico y en el CEMFI.

Para mantener esa posición adelantada será necesario, en palabras del catedrático de la Universitat Autònoma de Barcelona Salvador Barberà, recientemente elegido presidente de la Social Choice and Welfare Society, seguir haciendo “un buen trabajo, mantener vivas las conexiones internacionales, reflexionar sobre la importancia de los temas elegidos y estar atentos a los hechos y a los movimientos intelectuales del momento”.

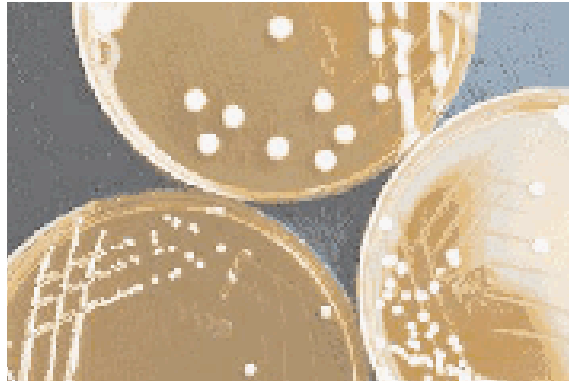
The approach adopted now is to compare alternative economic systems instead of taking just one as a starting point

# BIOTECNOLOGÍA E INDUSTRIA ALIMENTARIA

## BIOTECHNOLOGY AND THE FOOD INDUSTRY

Cultivos en laboratorio de bacterias responsables de fermentaciones lácticas

Laboratory cultures of bacteria responsible for lactic fermentation



Durante la mayor parte de la historia los procedimientos empleados para obtener aquellos alimentos en los que de un modo u otro intervienen microorganismos, ya fuera la cerveza, el vino, el queso u otros muchos productos, se basaron en conocimientos puramente empíricos. Posteriormente el papel y la identidad de estos invisibles colaboradores fueron elucidados. Pero solo recientemente han comenzado a aplicarse con toda su potencia las herramientas que la microbiología, la biología molecular y la biotecnología ponen a disposición de la industria alimentaria para mejorar el rendimiento de los procesos y la calidad de los resultados.

Throughout most of the course of history, the processes used for obtaining foodstuffs in which microorganisms play a part, whether beer-brewing, wine-fermenting, cheese-curing or other fermented products, were based on purely empirical knowledge. Latterly, the role and identity of these invisible co-workers became clearer. However, it is only recently that the go-ahead has been given to the application of the tools which microbiology, molecular biology and biotechnology have placed at the disposal of the food industry for improving process yield and the quality of results.

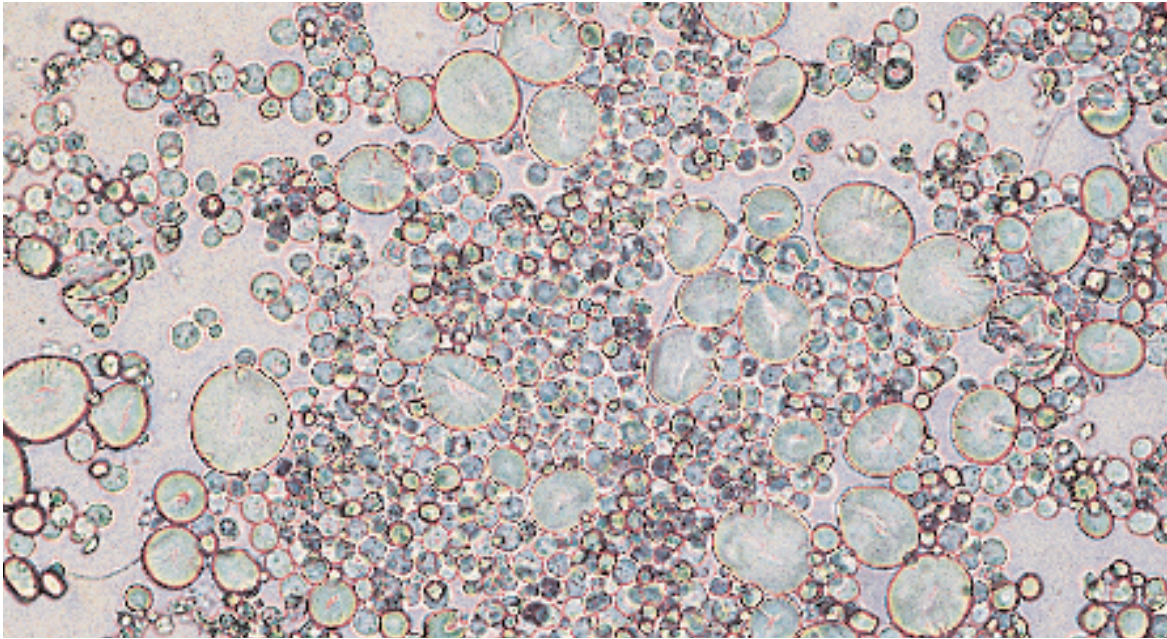
Eager to avail itself of the new opportunities that have emerged, the Spanish scientific community has spent the last few years spearheading a number of innovations which had not always been demanded by the industrial sector but which, now that they have been set in motion, are being transferred with excellent results to food manufacturers, which have considerable clout in the Spanish economy. This new movement has chiefly been underpinned by three lines of exploration.

One concerns the existence of a large number of quality foodstuffs, sometimes with acknowledged denominations of origin, that are held in high regard by consumers but that cannot be marketed on a large scale because of their traditional nature. This holds true for the production of a number of fermented beverages and foodstuffs in which specific microbial starters play a key role. Standardisation of the bacterial flora responsible for the fermentation process is one way of guaranteeing the quality and specific characteristics of these products. This entails selecting the right microorganism and adding it in successive fermentation processes. However, the large companies that produce and sell industrial starters are not interested in this type of development because of the small-scale production involved.

Publicly-funded research centres have attempted to bridge this gap with the selection of the lactic acid bacteria responsible for the production of a large number of Spanish hand-crafted cheeses, together with the yeasts which play a key role in the

Normalizar la flora bacteriana responsable de la fermentación es una forma de asegurar la calidad de estos productos





Aspecto al microscopio de la levadura del pan

Microscope view of bread yeast

La comunidad científica española ha sabido aprovechar este mundo de nuevas oportunidades y ha actuado en los últimos años como punta de lanza de innovaciones que no siempre habían sido demandadas desde el sector industrial, pero que, una vez puestas en marcha, están siendo transferidas con buenos resultados a las empresas de alimentación, cuyo peso en la economía española es considerable. Tres han sido las principales líneas exploradas en este movimiento innovador.

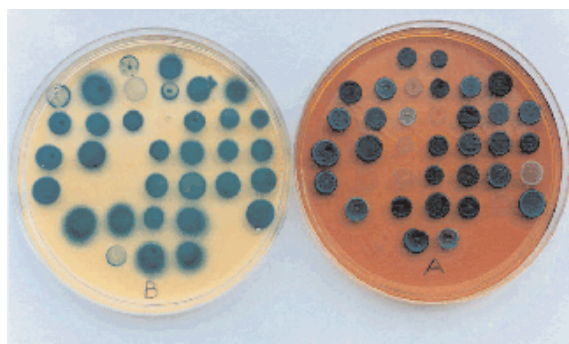
Una tiene que ver con la existencia de numerosos alimentos de calidad, a veces con denominaciones de origen reconocidas, que son muy apreciados por los consumidores pero que, por su propio carácter tradicional, no pueden comercializarse a gran escala. Es el caso de diferentes bebidas y alimentos fermentados en cuya elaboración intervienen iniciadores microbianos concretos. Normalizar la flora bacteriana responsable, en cada caso, de la fermentación es una forma de asegurar la calidad y la especificidad de estos productos. Para ello es preciso seleccionar el microorganismo en cuestión y añadirlo en las sucesivas fermentaciones. Pero las grandes compañías que producen y venden iniciadores industriales no están interesadas en estos desarrollos, al tratarse de producciones

production of the wines characteristic of different regions of Spain. Among those working in this area in Spain are groups attached to the Rovira i Virgili University and the University of Castile-La Mancha, as well as the Refrigeration Institute, the Fats and Oils Institute and the Asturian Dairy Product Institute, the last three working under the aegis of the National Council for Scientific Research (CSIC). The next step was to

# Standardising the bacterial flora responsible for fermentation is one way of guaranteeing the quality of these products

Expresión de la acción de la enzima betagalactosidasa en cultivos de microorganismos

Expression of the action of the betagalactosidase enzyme in microorganism cultures



pequeñas.

Desde centros públicos de investigación se ha cubierto esta carencia, seleccionando las bacterias ácido-lácticas responsables de la producción de un buen número de quesos artesanales españoles o las levaduras que dan lugar a los vinos característicos de las distintas regiones. En ello han trabajado, entre otros, grupos de la Universitat Rovira i Virgili y la Universidad de Castilla-La Mancha, o del Instituto del Frío, el Instituto de la Grasa y el Instituto de Productos Lácteos de Asturias, los tres últimos dependientes del CSIC. El siguiente paso es transferir estos iniciadores seleccionados a los correspondientes productores, lo cual implica obtener unos centenares de litros del microorganismo. Poca cantidad para una gran empresa, pero demasiada para un laboratorio científico. La respuesta puede estar en plantas específicas como la que recientemente se ha puesto en marcha en el Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (CSIC), gracias a la financiación de la Unión Europea a través del fondo

transfer the selected starters to the producers, which meant obtaining hundreds of litres of the microorganism.

From a quantitative standpoint, this meant little to a large company, but proved too big for a scientific laboratory to tackle. Perhaps the answer lies in the creation of specific facilities which have recently been commissioned at Spain's Institute of Agrochemistry and Food Technology (CSIC) on the basis of funding from the European Union via the European Regional Development Fund.

A second line of research developed the rationale of the previous one, namely the fine-tuning of tools based on molecular biology for the follow-up and quality control of the processes in which the selected organisms play their part. What is being tested here is the ability to reliably verify the identity of the bacteria and yeasts that are really acting in the fermentation processes. Several Spanish companies have taken an interest in these molecular techniques and have included them in their control processes.

One more step has to be taken, and this is the use of genetic engineering to create modified microorganisms which can improve yields and provide products with superior organoleptic qualities. Tests have already been run on cheeses and cold meats, on the preparation of table olives and in the considerably large wine-producing sector where, for example, it has been possible to enhance fruity aromas and increase the content of nutritionally beneficial compounds such as Resveratrol. The

Se trata de crear, mediante ingeniería genética, microorganismos que mejoren los rendimientos y las características organolépticas



FEDER.

Una segunda línea de trabajo, desarrollo lógico de la anterior, es la puesta a punto de herramientas basadas en la biología molecular para hacer el seguimiento y el control de calidad de estos procesos en los que intervienen organismos ya seleccionados. Se trata de poder comprobar, de modo fiable, la identidad de las bacterias y levaduras que realmente están actuando en las fermentaciones. Varias empresas españolas se han interesado por estas técnicas moleculares y las han incorporado a sus procedimientos de control.

Queda un paso más: crear, mediante ingeniería genética, microorganismos modificados que puedan mejorar los rendimientos y dar productos con características organolépticas superiores. Hay ya ensayos en el campo de los quesos y embutidos, en la preparación de aceitunas de mesa o en el importante sector vinícola, en el que se ha conseguido, por ejemplo, mejorar la obtención de aromas afrutados y aumentar su contenido en compuestos de interés nutricional como el resveratrol. La aplicación de estas técnicas es de momento limitada, debido a las cautelas con las que se mueve el sector en relación con la aceptación por parte de los consumidores. Pero es importante mantenerse en posiciones de vanguardia, pues nadie duda que la innovación científica y tecnológica va a seguir desempeñando un papel clave en el futuro de la industria alimentaria.



Fermentación del vino

Wine fermentation

application of these techniques has hitherto been limited owing to the caution exercised by the sector in relation to consumer acceptance. However, scientific and technological innovation will continue to be crucial to the future of the food industry, hence the importance of remaining in the forefront of new developments.

The next step involves the use of genetic engineering for creating microorganisms that improve yield and organoleptic characteristics

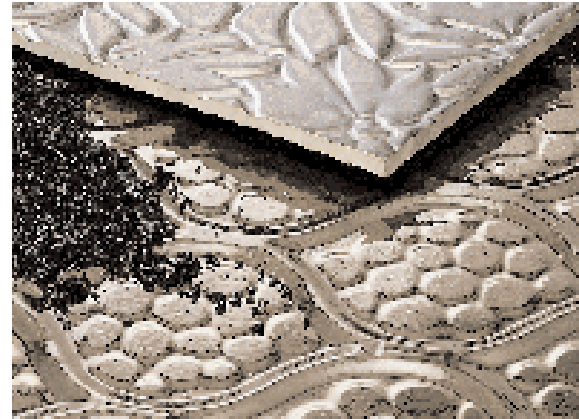


# NUEVOS PRODUCTOS CERÁMICOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

NEW CERAMIC PRODUCTS FOR BUILDING MATERIALS

Piezas cerámicas con diversos efectos decorativos

Ceramics with various different decorative effects



Cualquier viajero que haya dedicado algún tiempo a conocer España, especialmente sus regiones meridionales y levantinas, habrá llegado a familiarizarse con la presencia de azulejos y otras piezas cerámicas que llenan de colorido toda clase de construcciones y elementos arquitectónicos. Desde los exquisitos monumentos artísticos legados por al-Andalus a modestas viviendas populares, hay todo un mundo de brillantes superficies vidriadas, esmaltadas o decoradas, que prestan un aire distinto a tejados, fachadas e interiores. De ayer a hoy, la tradición artesana e industrial ligada a la producción de baldosas y azulejos ha tenido continuidad en la moderna industria española de productos cerámicos para la construcción, que por sus niveles de calidad y su continua innovación tecnológica es hoy una de las más avanzadas del mundo.

Travellers in Spain, especially those visiting the southern and eastern regions, soon become accustomed to seeing coloured tiles and other ceramics as decorative architectural features. From the magnificent monuments of the Al-Andalus legacy to the most humble of homes, there is a wealth of shiny, glazed, enamelled or decorative surfaces giving a touch of individuality to roofs, façades and interiors. The artisan and industrial skills that developed over the centuries in the production of floor and wall tiles are still thriving today in Spain's ceramics industry for building materials, one of the most advanced in the

## Una nueva tecnología en la que esmalte y decoración se han unificado en una sola lámina prensable

La localización de estas industrias se asocia a las áreas en las que tradicionalmente han obtenido su materia prima, la arcilla. Una de estas áreas es la provincia de Castellón, en la Comunidad Valenciana. En Castellón tiene su origen el grupo empresarial Torrecid, reconocido dentro del sector por la importancia que viene concediendo en los últimos años a la investigación y el desarrollo. Con actividad no solo en España sino también en otros países de Europa, Asia y América, el grupo abarca, por supuesto, la fabricación de todo tipo de pavimentos y revestimientos cerámicos, pero también la minería, el procesado de materias primas y la producción de pigmentos cerámicos.

La innovación tecnológica ocupa un lugar central en la estrategia de Torrecid, que mantiene colaboraciones regulares con universidades y centros de investigación españoles y extranjeros. Desde 1998 cuenta además con un centro propio de investigación y desarrollo. Gracias a ello el grupo ha ocupado en los últimos años posiciones de cabeza en la introducción de trascendentes avances tecnológicos, tales como la monococción porosa. Este sistema ha sustituido a la práctica anterior de cocción doble, desencadenando un profundo cambio técnico, organizativo y de relaciones entre empresas del sector. Permite la cocción conjunta del soporte arcilloso y las distintas capas de material vitrificable y, actualmente, es el método más empleado en todo el mundo para la



Enfriamiento de la mezcla fundida en agua en el proceso de fritado

Cooling of the melted mixture in water in the fritting process

world because of its high quality and constant

The group produces pavings and cladding, and is active in mining, the processing of raw materials and the production of pigments



Fritas y pigmentos cerámicos

Frits and ceramic pigments

producción de revestimientos cerámicos.

El desarrollo de azulejos con calidades equivalentes a mármoles y granitos pero sin necesidad de pulido, la creación de nuevos colorantes y esmaltes para gres porcelánico o la invención del recubrimiento Sekcid, que impide la adherencia de agua, cal o grasa a los revestimientos cerámicos, son otras tantas innovaciones en las que Torrecid ha tenido un papel protagonista.

Pero hay más novedades que esperan dar el salto desde los ensayos que actualmente se realizan en las plantas piloto hasta los circuitos de producción y comercialización que, a través de la red de exportación de Torrecid, los distribuirán por todo el mundo. Por ejemplo, Vitrocid, un nuevo material de construcción para el recubrimiento de fachadas, suelos y paredes, que se fabrica en placas de grandes dimensiones a partir de vidriados. Su especial composición lo convierte en un material

technological innovations.

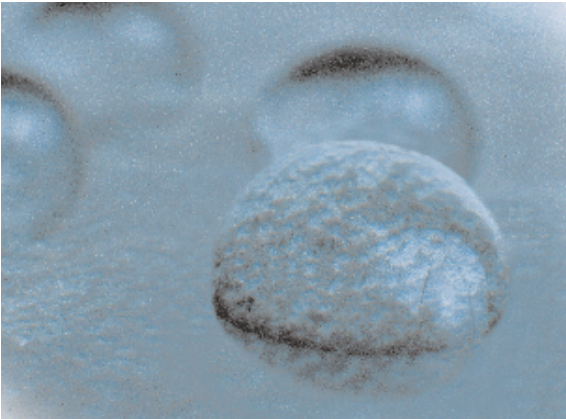
These industries are still associated with areas that were the traditional sources of the raw material: clay. One of these areas is the province of Castellón in the region of Valencia. This is the base of the Torrecid business group which has made a name for itself in its sector thanks to its focus on research and development. Active not only in Spain but also in other countries in Europe, Asia and America, this group produces a wide range of ceramic pavings and tiles and also works in mining, the processing of raw materials and the production of ceramic pigments.

Technological innovation is central to the Torrecid strategy, and there is regular collaboration with both Spanish and foreign universities and research centres. Since 1998, the firm has had its own research and development centre, and in recent years the group has taken a leading position in the introduction of outstanding technological advances such as porous single firing. This system has replaced the previous method of double firing, leading to a thorough overhauling of both technical and organisational aspects and to new relations amongst companies in the sector. It allows the joint firing of the clay base and the different layers of vitrifiable material and is today the most widely used method in the world for the production of ceramic surfaces.

Some of the innovations in which Torrecid has played an important role are the development of tiles with a quality similar to that of marble and granite

El grupo abarca la fabricación de pavimentos y revestimientos, la minería, el procesado de materias primas y la producción de pigmentos





resistente al desgaste y a los agentes químicos y atmosféricos. Es un material versátil y moldeable, gracias a lo cual su uso no se restringe al revestimiento de planos sino que pueden aplicarse a superficies curvas. Otro ejemplo es Lamipress, una nueva tecnología de esmaltado en prensa, en la cual el esmalte y la decoración se han unificado en una sola lámina prensable, con lo que pueden incorporarse al azulejo conjuntamente. El proceso de fabricación se simplifica de forma drástica, ya que en una única y sencilla operación se prensa, se esmalta y se decora el azulejo.



but which do not require polishing; the creation of new colourants and enamels for earthenware products; and the invention of Sekcid, a coating that prevents water, calcium or grease from adhering to ceramic surfaces.

But further innovations can be expected from the trials currently being carried out in pilot plants, and new products will soon be introduced into the production and sales circuits and distributed throughout the world by Torrecid's export network. An example is Vitrocid, a new building material for cladding façades, floors and walls that is produced in large sheets and made from glazed products. Its special composition makes it particularly resistant to wear and chemical and atmospheric agents. It is both versatile and mouldable so it can be used not only on flat but also on curved surfaces. Another example is Lamipress, a new technology for press enamelling in which the enamel and decoration are applied to the tile jointly, in sheet form. The production process thus becomes much simpler, because the tile is pressed, enamelled and decorated, all in a one-step operation.

Los acabados antiadherentes protegen los azulejos de agua, grasa o humo (izquierda). Laboratorio de investigación en materiales cerámicos (derecha)

The non-stick finishes protect the tiles from water, grease and smoke (left). Ceramic materials research laboratory (right)

A new technology in which the enamel and decoration are applied to the tile jointly, in sheet form

# DISEÑO DE BUQUES

## SHIP DESIGN



Buque escuela *Gloria*, de la Armada de Colombia, el primero diseñado con el Sistema FORAN

Colombian Navy training ship, *Gloria*, the first to be designed using the FORAN system

A diferencia de otras creaciones humanas, simples artefactos, un barco parece tener una personalidad y una identidad propias. Su diseño y luego su construcción son procesos laboriosos, en los que intervienen muchas técnicas, hasta dar ese mundo completo en sí mismo que será la nave cuando esté en alta mar. Abordar la complejidad de ese proceso creativo y proporcionar herramientas informáticas eficaces para el diseño naval han sido las aportaciones de FORAN, un sistema desarrollado por una empresa española.

SENER comenzó como una oficina de diseño de buques, campo en el que puede acreditar más de un millar de barcos construidos en astilleros de una veintena de países de todo el mundo, pero luego ha diversificado su actividad hasta convertirse en una de las primeras firmas europeas en ingeniería multidisciplinar, ya sea en aeronáutica, comunicaciones, energía, espacio, industria o medio ambiente. No olvida por ello su originario sector naval, en el que ha desarrollado su aportación internacionalmente más conocida.

Todo comenzó en los años sesenta con el entonces director de SENER, Manuel Sendagorta, y su interés por la representación matemática de las formas de los buques. Las investigaciones iniciadas por Sendagorta y sus colaboradores mostraron que el uso de una formulación matemática para representar cascos de buques, combinada con el uso de ordenadores, podía servir no solo para describir formas existentes sino también para generar otras nuevas. Se llegó así a una

Unlike other human creations that are standard devices, a ship seems to have a personality and identity of its own. Its design and construction are laborious processes involving a large number of techniques, for the creation of what becomes a self-contained world when the vessel sails on the high seas. FORAN, a system developed by a Spanish company, has helped address the complexity of this creative process and provide efficient computer tools for naval design.

The company that masterminded the system, SENER, started off as a ship design office. It now has proven experience in this field, with over 1,000 vessels built in the shipyards of countries the world over. It went on to diversify its business to become one of the first European companies to cover multidisciplinary engineering, including aeronautics, communications, power, space, industry and environmental matters. Nevertheless, it has not abandoned its original naval section, and it is in this area that it has made its most internationally acclaimed contribution.

Everything began in the 1960s with Manuel Sendagorta, then director of SENER, and his interest in the mathematical representation of the shapes of vessels. The research studies begun by Sendagorta and his collaborators showed that the use of a mathematical formulation to symbolise ships' hulls, combined with the use of computers, could serve not only to describe existing shapes but also to generate new ones. This is how they arrived at a general formula that could symbolise intrinsically smooth or modified shapes, which was to be the departure point for the analytical shapes

Todo comenzó con el interés por la representación matemática de las formas de los buques



Manu Sendagorta y Ricardo Mínguez

Manu Sendagorta and Ricardo Mínguez

Comienza la construcción de un buque diseñado con FORAN en un astillero norteamericano

Start of construction of a ship designed using FORAN at a U.S. shipyard



formulación general capaz de representar formas intrínsecamente alisadas o corregidas, que sería el punto de partida del sistema de formas analíticas o, tal como quedaría bautizado, sistema FORAN.

Tras dominar las formas del casco, se pasó a desarrollar FORAN como herramienta para integrar todas las actividades de diseño y producción del buque. La prueba de su viabilidad comercial la tuvo con el contrato concedido en 1965 a SENER por la norteamericana Litton Industries para desarrollar su Buque Logístico de Despliegue Rápido. El resultado fue muy satisfactorio, si bien la Marina estadounidense no obtuvo finalmente la autorización del Congreso para el desarrollo del proyecto y los barcos no pudieron ser construidos. Pero la eficacia de FORAN había quedado demostrada y SENER la aprovechó para sus propios proyectos, que lograba presentar a sus

system or, as it came to be known, the FORAN system.

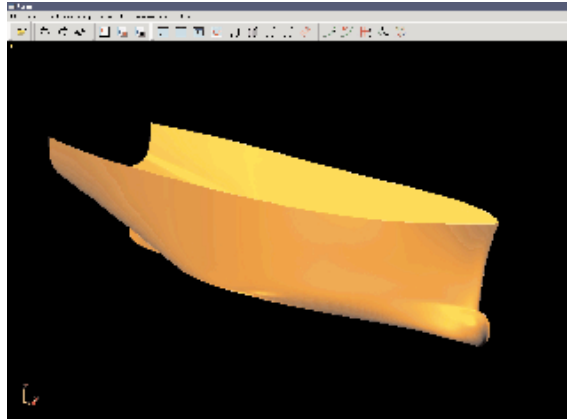
After mastering hull shapes, FORAN was then developed as a tool for integrating all vessel design and production activities. Proof of its commercial viability came with the contract awarded to SENER in 1965 by Litton Industries, an American firm, for developing its Fast Deployment Logistics Ship. The result was highly satisfactory, although the U.S. Navy failed to secure final authorisation from Congress for developing the project, and the ships could not be built. However, FORAN's efficiency had been demonstrated and SENER took advantage of this for getting its own projects off the ground, which it was able to present to its customers with extraordinary speed. In 1969, it signed the first FORAN licence contract with a shipyard and, since then, this has extended to over 130 companies and

The system evolved from an interest in the mathematical representation of vessel shapes



La forma de los cascos aún a precisión geométrica con calidades escultóricas

The shape of the hulls combines geometric precision with sculpture



clientes con inusitada rapidez.

En 1969 acordó con unos astilleros el primer contrato de licencia de FORAN, que desde entonces se ha extendido a más de 130 empresas y a 25 países.

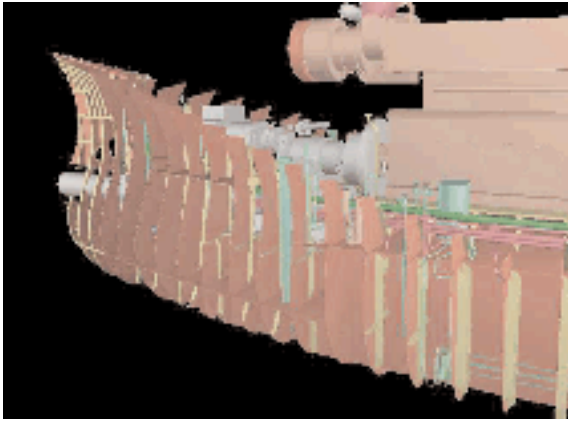
El diseñador naval puede definir con FORAN un buque virtual en todos sus detalles. Un modelo tridimensional almacenado en una base de datos relacional proporciona una referencia única y común a todos los ingenieros, proyectistas y delineantes que trabajan en el proyecto. La concurrencia así lograda previene colisiones o interferencias al definir piezas estructurales, situar equipos o trazar tuberías. Y las modificaciones que afectan a un elemento se aplican automáticamente a todos los elementos relacionados. Se evitan errores y se ahorra tiempo y esfuerzo. A partir del

25 countries.

With FORAN, the naval designer can define a virtual ship in every detail. A three-dimensional model stored in a relational database provides the engineers, designers and draughtsmen working on the project with a single, common reference. The simultaneity thus achieved prevents clashes or glitches when defining structural components, siting equipment or plotting piping. Besides this, any modifications affecting one element are automatically applied to all the related elements. Mistakes are avoided and time and effort are saved. Using the three-dimensional model, FORAN generates all the drawings, diagrams and documents necessary for construction.

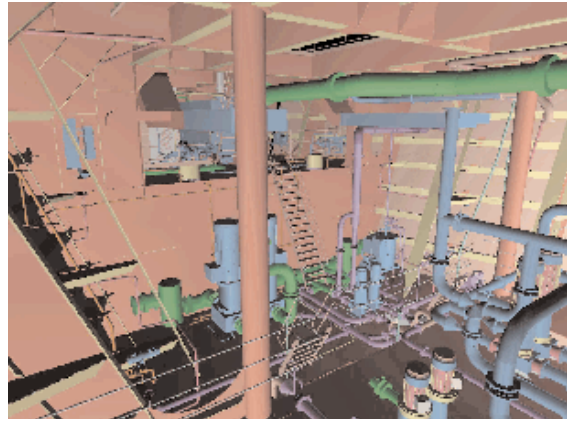
Almost all the shipyards in Spain use FORAN, and it is also present in every other region of the world that can boast an active shipbuilding industry: in Europe, the United States, Japan, South Korea and China, as well as in many of the most important groups in the sector, such as Aker, Hyundai, Izar and Kvaerner. Maintaining this privileged position calls for maintaining the ongoing research and development effort that has characterised FORAN since its start-up. In the immediate future, the possibilities provided by the Internet will be harnessed to enable work to be performed simultaneously by geographically widely-dispersed specialist groups, all coordinated by the shipyard. The company also plans to incorporate the virtual reality technologies that have evolved from eye-catching commercial presentations into efficient tools for design supervision, the exploration of construction strategies and crew training.

# El diseñador naval puede definir con FORAN un buque virtual en todos sus detalles



modelo tridimensional así creado, FORAN genera todos los planos, diagramas y documentos necesarios para la construcción.

Prácticamente todos los astilleros españoles usan FORAN, que también está presente en el resto de las regiones del mundo activas en la construcción naval, Europa, Estados Unidos, Japón, Corea del Sur y China, y en muchos de los grupos más importantes del sector, como Aker, Hyundai, Izar o Kvaerner. Mantener esta privilegiada posición requiere sostener el esfuerzo de investigación y desarrollo que FORAN ha representado desde su origen. En el futuro inmediato habrá de incorporar las posibilidades que ofrece Internet para permitir el trabajo simultáneo de grupos especializados, dispersos geográficamente pero coordinados por el astillero. Además deberá incorporar plenamente las tecnologías de realidad virtual, que han pasado de vistosas presentaciones comerciales a eficaces herramientas de supervisión del diseño, exploración de estrategias constructivas y entrenamiento de tripulaciones.



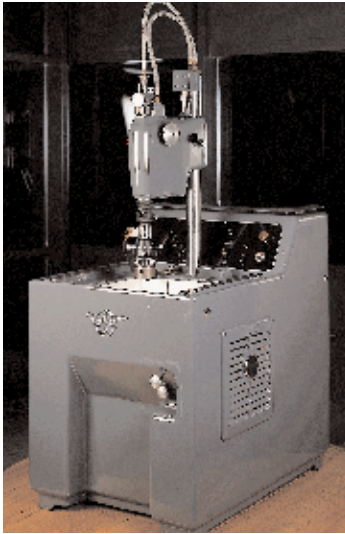
El sistema permite visualizar la integración en el espacio de los diferentes componentes del barco

The system offers a spatial view of how the different components of the ship come together

With FORAN,  
the naval  
designer can  
define a  
virtual ship in  
every detail

# AVANCES EN ELECTROEROSIÓN

## ADVANCES IN ELECTROEROSION



Primera máquina de electroerosión

First electroerosion machine

Que la vanguardia de la innovación tecnológica española no se limita a las grandes compañías, ni a los llamativos campos de la biotecnología, las telecomunicaciones o la industria aeroespacial, lo demuestran empresas como ONA. Su actividad se centra en el sector de la máquina-herramienta, quizá menos visible pero no menos importante, pues de él dependen múltiples industrias de transformación. Dentro de este ámbito, ONA se ha especializado en una tecnología avanzada, la electroerosión.

Surgida hace cincuenta años en Durango, una localidad del País Vasco, como pequeña empresa familiar, hoy ONA Electroerosión S. A. es el mayor fabricante de máquinas de electroerosión en la Unión Europea y uno de los líderes mundiales en este sector. Tras su particular historia de éxito y crecimiento se esconde una apuesta continuada por la innovación. Inicialmente hubo que buscar la tecnología fuera, en Estados Unidos, para introducirla bajo licencia en España, donde no se conocía. Más tarde pudo acometerse el desarrollo de productos propios, implantando una línea de investigación y desarrollo, que es hoy una de las señas de identidad de la empresa.

La electroerosión es un sistema de mecanizado. Es decir, forma parte de las tecnologías que permiten dar la forma y el acabado deseados a piezas metálicas o de otros materiales y que, por tanto, son parte de una infinidad de procesos industriales. Ensayada por vez primera en 1943, la electroerosión tiene como particularidad que el arranque del material se realiza por la exclusiva

The fact that the vanguard of Spanish technological innovation is not confined to large companies or to the most prominent fields of biotechnology, telecommunications and aerospace industry is clearly demonstrated by companies such as ONA. Its activity centres around the machine tool sector which is perhaps less visible but no less important, since a wealth of transformation industries depend on it. Within this field, ONA has specialised in an advanced technology: electroerosion.

ONA Electroerosión S.A. came into being 50 years ago in the Basque town of Durango, as a small family business, and has since become the largest manufacturer of electroerosion machines in the European Union and one of the world leaders in this sector. Underlying its own particular history of success and growth is a continued belief in innovation. In its early days, it had to seek outside technology in the United States and subsequently introduce it, under licence, into Spain, where it was unknown. Later it was able to develop its own products by creating a line of research and development that has become one of the company's trademarks.

As a tooling system, Electroerosión forms part of the technologies geared to giving the desired shape and finish to components made of metal or other materials which form part of endless numbers of industrial processes. First tested in 1943, the characteristic element of electroerosion is that excess material is removed by the action of sparks or electrical

Es el mayor fabricante  
de máquinas de  
electroerosión en la Unión y  
uno de los  
líderes mundiales del sector





Sala de maquinaria de ONA

ONA machinery room

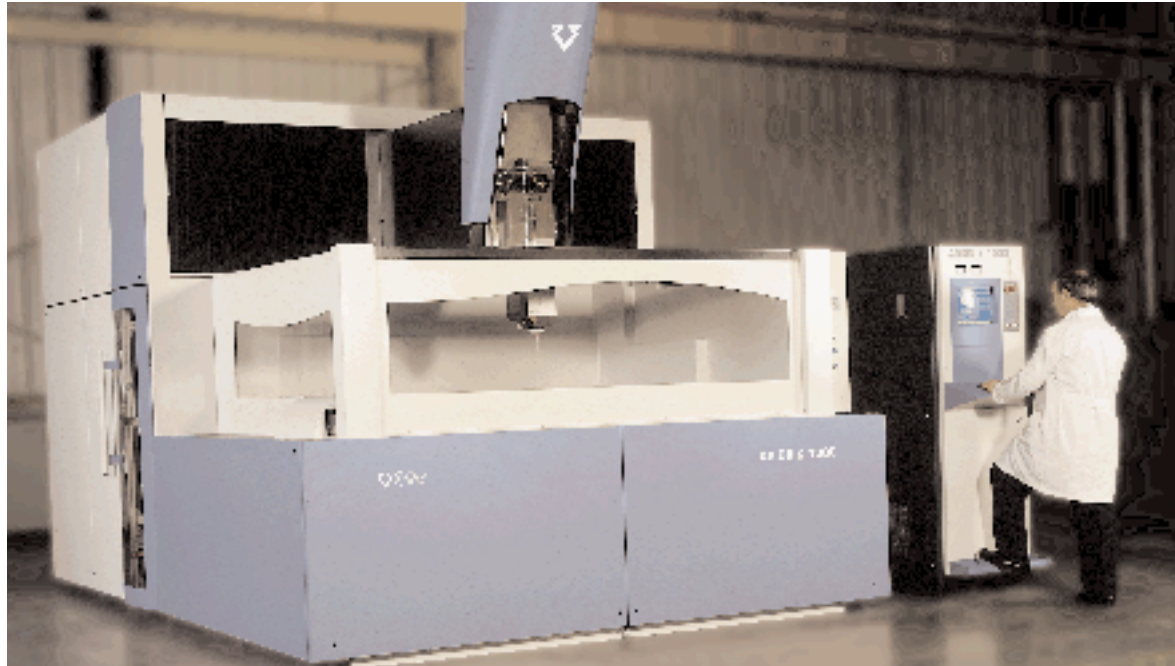
acción de las chispas o descargas eléctricas que saltan entre un electrodo y la pieza que se procesa. La zona de trabajo del sistema se mantiene sumergida en un medio dieléctrico, es decir, aislante. Son múltiples las aplicaciones a distintas ramas de la industria de transformación, tales como el molde, la matricería de corte, la forja o las hileras

discharges that jump between an electrode and the part being tooled. The work area is kept submerged in a dielectric or insulating medium. It has numerous applications for different branches of the transformation industry, such as moulding, cut die-

The biggest manufacturer of electroerosion machines in the European Union and one of the world leaders in its sector

Una de las últimas máquinas desarrolladas por ONA

One of the machines developed by ONA recently



de extrusión.

ONA se creó en 1952, en tiempos muy difíciles para la economía española. Su propósito inicial fue la fabricación de máquinas-herramienta que por entonces no se produjesen en España o de las que la producción fuera muy limitada. Pronto se fijan en la electroerosión y adquieren licencias de una compañía norteamericana. Esta tecnología se convierte rápidamente en el producto estrella de la pequeña empresa vasca, que finalmente acaba

forging, forging or wire mill extrusion.

ONA was created in 1952, at which time the Spanish economy was in dire straits. The company's initial aim was to manufacture machine tools that were not produced in Spain at this time, or only in very limited quantities. It quickly turned its attention to electroerosion and acquired licences from an American company. This technology very soon became the star product of this small Basque

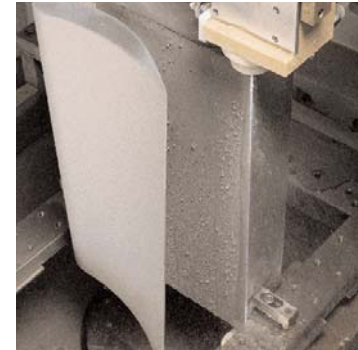
La electroerosión es un sistema de mecanizado por descargas que saltan entre un electrodo y la pieza

dedicándose en exclusiva a la fabricación de máquinas de electroerosión.

Los industriales españoles, que desconocían las posibilidades de este sistema como procedimiento de mecanizado, pudieron acceder a su uso gracias a los equipos fabricados y comercializados por ONA. La implantación en este mercado interior y la posterior expansión a mercados internacionales hubo de hacerse en dura competencia con la más larga tradición de Suiza y con el progresivo empuje de Japón. Al tiempo, se fue haciendo evidente la necesidad de aumentar el esfuerzo de la empresa en investigación y desarrollo, como garantía de su sostenida capacidad de innovación. A partir de 1980 se creó con este fin un centro propio y se inició una política de colaboraciones con universidades y de participación en programas de la Unión Europea.

Los resultados de este esfuerzo se hacen evidentes en la sucesiva consecución de nuevos logros técnicos, como, por citar uno de los más recientes, la primera máquina desarrollada en el mundo para la aplicación de la electroerosión al mecanizado de materiales cerámicos avanzados. Gracias a ello puede mantenerse una posición entre los líderes mundiales del sector, costosamente conquistada en los últimos cincuenta años.

company, which ended up focusing exclusively on the manufacture of electroerosion machines.



Corte de una pieza mediante el sistema de electroerosión por hilo

Cutting a shape using the wire-cut electroerosion system

Electroerosion is a tooling system that functions on the basis of the electrical discharges that jump between an electrode and the component being processed



# DISEÑO DE TACONES POR ORDENADOR

## COMPUTER DESIGN FOR HIGH HEELS

Pocas industrias tienen en España una tradición tan arraigada como la del calzado. Sobre todo en el área mediterránea, las empresas españolas dedicadas a la fabricación de zapatos han consolidado un puesto adelantado en el mercado internacional gracias a una constante preocupación por la calidad estética y por la innovación técnica. Ambos aspectos se unen en un elemento que es sinónimo de exquisitez y elegancia, el tacón de un zapato de mujer. Ahora, la aplicación de herramientas informáticas al diseño industrial ha llegado también a este refinado rincón de la moda.

Temporada tras temporada, las nuevas colecciones de calzado femenino tienen en las variaciones del diseño del tacón uno de sus elementos distintivos, donde se plasman con fuerza las distintas tendencias de la cambiante moda. Hasta hace pocos años el modelaje de los nuevos tipos de tacones se basaba en diseños realizados de modo totalmente artesanal. El modelista tallaba en madera el prototipo de tacón, que luego había de ser escalado a los distintos tamaños. Ofrecer un método de trabajo más rápido, fiable y eficaz fue el objetivo del proyecto puesto en marcha por el Instituto Tecnológico del Calzado y Conexas (INESCOP), una entidad que trata de fomentar la innovación en este sector industrial.

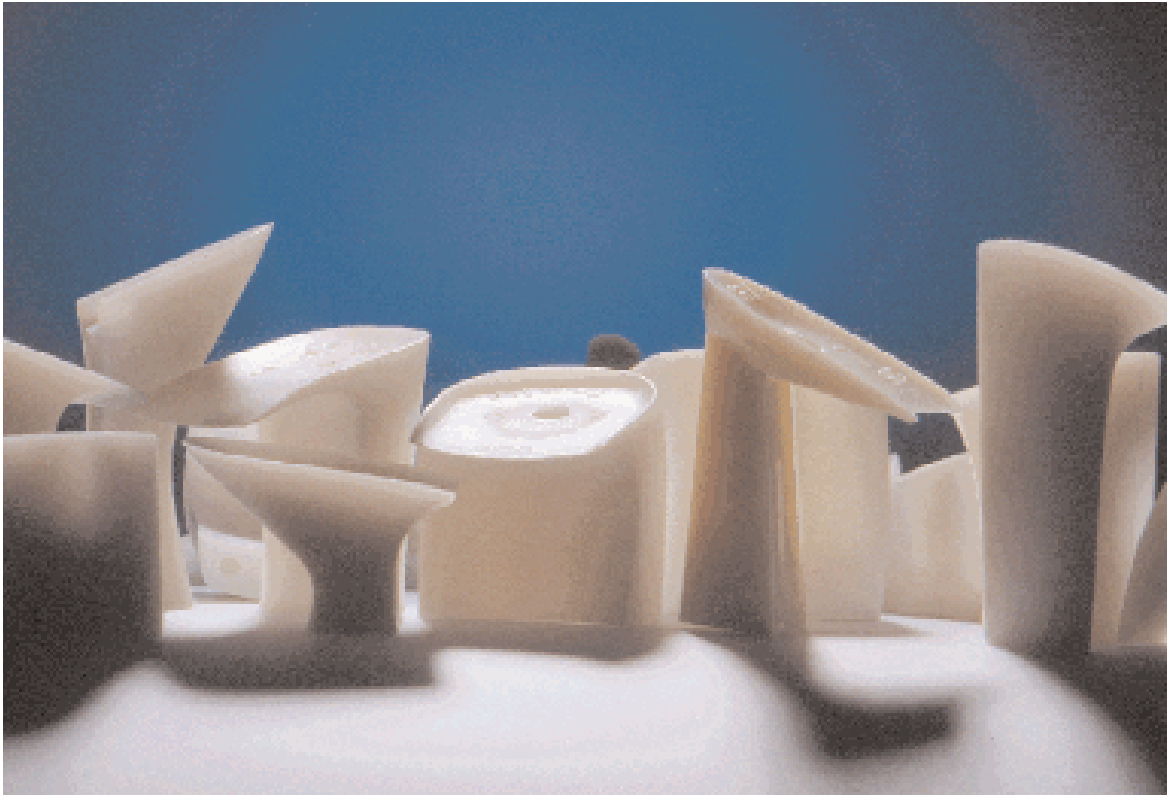
INESCOP recurrió a la experiencia de un viejo modelista de tacones para volcarla en una herramienta de diseño gráfico por ordenador que, una vez desarrollada, ha sido puesta a disposición de las empresas de calzado. La elaboración de los prototipos de tacones es ahora más rápida y más

There are few industrial sectors in Spain with such a long-standing tradition as the shoe industry. Spanish footwear producers, especially those in the Mediterranean area, have consolidated their position on the international market by placing the emphasis on aesthetic quality and technical innovation. These two aspects go hand in hand in an element that is synonymous with luxury and elegance: the heels of women's shoes, and computer design has now reached this specialist corner of fashion.

Season after season, the focal point of women's shoe collections is heel design. Until a few years ago, heel models were based on handcrafted designs, with the prototype painstakingly carved out of wood and then scaled to the various sizes. But a faster, more reliable and efficient method was needed, and this was the target of the project set up by INESCOP, a body devoted to the promotion of innovation in the footwear sector.

As a result of research centring on the practical experience of an artisan heel designer, INESCOP was able to produce a computerised design tool which was then made available to shoe manufacturers. Prototypes with their variations can now be produced much faster and in a more reliable way. An added advantage is that a trade that was dying out, because of a lack of skilled craftsmen, is now attracting young professionals who are taking an interest in the new methods. Companies are rapidly setting up departments and incorporating the latest technology, and manual equipment is being replaced by numerical control. Teleworking has also been introduced, making it possible for designers in other European countries to work for Spanish

# Las nuevas colecciones de calzado tienen en el diseño del tacón uno de sus elementos distintivos



Tacones inyectados de plástico que, una vez pintados o forrados, formarán parte de distintos modelos de zapatos

Injected plastic heels that after being painted or covered, go on to form part of many different models of shoes

fiable. La introducción de modificaciones y variantes se ha simplificado enormemente. Además, lo que era un oficio en trance de desaparición, para el que cada vez era más difícil encontrar personal cualificado, ha ganado en atractivo para jóvenes profesionales, que se interesan por esta nueva modalidad. Las empresas crean nuevas secciones e incorporan tecnologías más avanzadas, sustituyendo máquinas manuales por otras de control numérico. También se ha contribuido a introducir fórmulas de teletrabajo, de modo que hay diseñadores que trabajan para industrias españolas desde otros países europeos.

La primera empresa en la que se aplicó el nuevo sistema de diseño de tacones por ordenador ha duplicado, entre 1996 y 2000, su facturación y su plantilla. El número de modelos que se obtienen anualmente se ha cuadruplicado, de 150 a 600 modelos. Y la producción se ha elevado hasta alcanzar los 7 millones de pares de tacones al año. Ahora este sector de la industria española del calzado, que comprende el diseño, los moldes y los inyectoras para los tacones, es líder mundial y ha pasado del abastecimiento del mercado nacional a

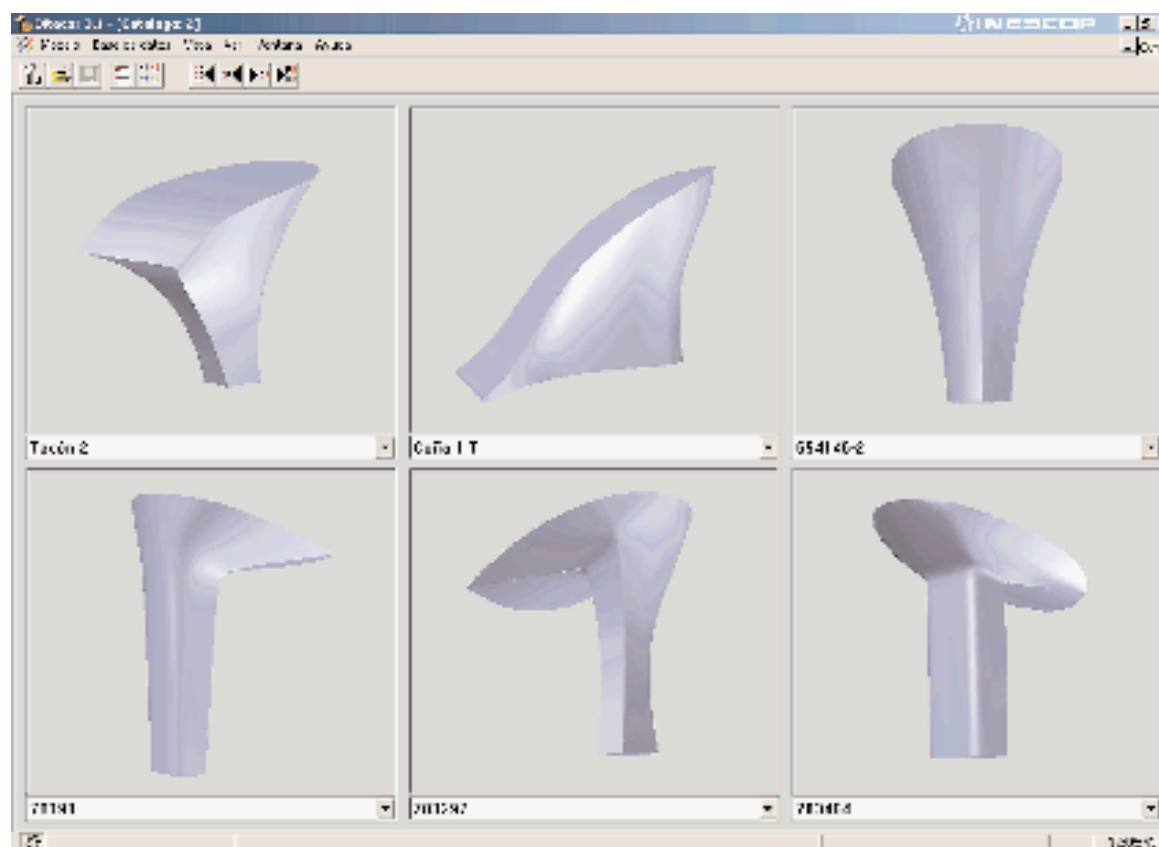
manufacturers.

The first company to use the new computerised method for heel design doubled both its sales and its staff from 1996 to 2000. The number of models obtained annually quadrupled from 150 to 600, and production rose to seven million pairs of heels a year. This sector of the Spanish shoe industry, which deals with design, moulding and injectors for

## Heel design is one of the focal points of new shoe collections

Diseños de tacones generados por ordenador

Computer-aided heel design

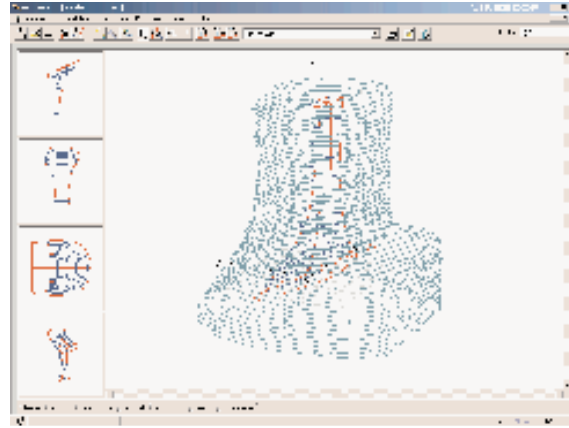
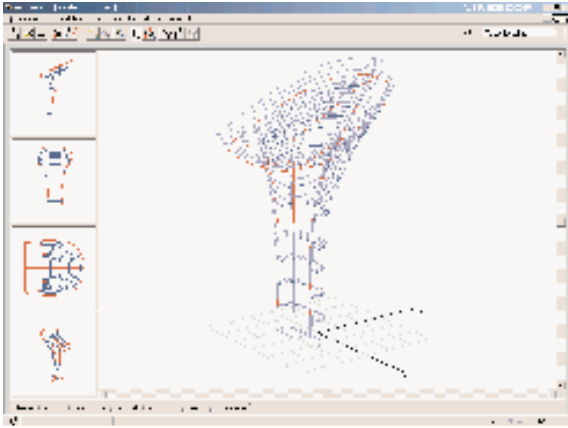


La elaboración de prototipos de tacones es más rápida y fiable, y las modificaciones se han simplificado

heels, is the world leader and carries out extensive export activity.

Data for 2001 reflect the interest aroused by the INECOP systems, which are now used in Spain by 137 companies. They have also been adopted in other European countries such as Germany, France, Greece, Portugal, the United Kingdom and Italy, the main competitor of the Spanish shoe industry, and are used there by 76 manufacturers. Producers in Latin America and even Asia - mainly Japan, but also China - have also joined this growing list, giving an idea of how fast technological innovation can spread when it offers an efficient, tailor-made solution for a specific need.



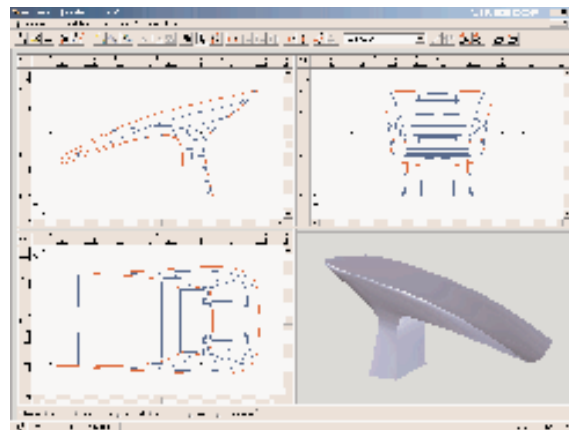


Las herramientas informáticas han permitido perfeccionar y hacer más eficiente el proceso de diseño de tacones

Informatic tools have led to greater perfection and a more efficient approach to the heel design process

una fuerte actividad exportadora.

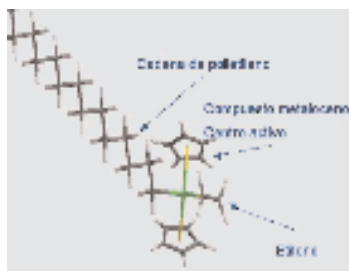
Datos de 2001 muestran el interés suscitado por los sistemas desarrollados por INESCOP. En España los aplican 137 empresas, pero también se usan en otros países europeos, como Alemania, Francia, Grecia, Portugal, Reino Unido y, especialmente, Italia, principal competidor de la industria española, donde ya los han adoptado en 76 casos. Fabricantes latinoamericanos e incluso asiáticos, principalmente Japón pero también China, completan esta creciente lista, que da idea de la rapidez con que una innovación tecnológica puede extenderse cuando proporciona una solución eficaz a una necesidad concreta.



Heel prototypes,  
with all their  
variations, can now  
be produced faster  
and more reliably

# POLÍMEROS DE NUEVA GENERACIÓN

## NEXT-GENERATION POLYMERS



Actividad catalítica de un compuesto metalocénico de un solo centro en la síntesis de polietileno

Catalytic activity of a single-site metallocene compound in polyethylene synthesis

Resulta difícil exagerar la importancia del plástico en nuestras vidas. Menos espectacular que otros avances tecnológicos, la capacidad de producir de modo eficiente y barato una inmensa variedad de materiales que se adaptan a todas las necesidades ha sido, sin embargo, una de las aportaciones más revolucionarias de la investigación y la industria químicas. Un tipo de moléculas ha sido para ello crucial, los polímeros. Son largas cadenas formadas por moléculas menores enlazadas repetidamente. La química del carbono, o química orgánica, ofrece casi infinitas posibilidades para esas unidades constituyentes, lo que a su vez abre el camino para obtener polímeros artificiales con las más variadas propiedades.

Ahora bien, para lograr la producción a escala industrial de esos materiales son imprescindibles otras moléculas, los catalizadores. Estos son compuestos auxiliares que actúan posibilitando la reacción química por la cual se sintetiza el producto deseado. La investigación en catalizadores es, pues, la clave para el desarrollo de nuevos procesos y productos. En ese marco, la empresa Repsol YPF lleva a cabo en España algunos de sus proyectos más innovadores para conseguir tecnologías que permitan producir nuevas poliolefinas mediante catalizadores metalocénicos de un solo centro.

La irrupción de los catalizadores de tipo metaloceno está permitiendo la producción de polímeros a medida

It would be hard to overstate the importance of plastic in our lives. Its development may have been less spectacular than other technological breakthroughs, but plastic has the ability to produce an enormous variety of materials tailored to all our needs, and to do so both efficiently and economically. This has been one of the most revolutionary contributions to humankind made by the chemical industry and research. One particular type of molecule has played a crucial role: polymers. Polymers are long chains formed by smaller, interlinked molecules which build up repeating patterns. Carbon, or organic, chemistry offers an almost infinite array of possibilities for these constituent elements, and this in turn opens up new routes for obtaining artificial polymers with highly versatile properties.

Other molecules, the catalysts, are needed to produce these materials on an industrial scale. Catalysts produce the chemical reaction enabling the product in mind to be synthesised. Research into catalysts is, therefore, the key to developing new processes and products. In Spain, the Repsol YPF company is carrying out some of its most innovative projects in this field, in a drive to acquire technologies that will enable new polyolefins - a family of polymers - to be produced using single-site metallocene catalysts.

Polyolefins are the most widely produced and consumed group of synthetic polymers in the world and account for more than 50% of all plastic materials. Annual consumption is estimated at almost 80 million tonnes. The polyolefin family includes products such as high and low-density polyethylene, low-density linear polyethylene, polypropylene and EPDM (ethylene-propylene-diene monomer). These materials are cheap, inert, highly versatile and can be recycled. In the last 70 years, the systems for obtaining these plastics have witnessed a series of major breakthroughs, most of them associated with the invention of new catalysts. Single-site metallocene catalysts, the most recent of these technological revolutions, are making



Los polímeros forman parte de innumerables productos para toda clase de usos

Polymers form part of countless products for all sorts of uses

Las poliolefinas son el grupo de polímeros sintéticos de mayor producción y consumo en todo el mundo, pues constituyen más del 50% de todos los materiales plásticos y su consumo anual está estimado en casi 80 millones de toneladas. Se trata de productos como el polietileno de alta y baja densidad, el polietileno lineal de baja densidad, el polipropileno y el EPDM (siglas en inglés del monómero etileno propileno dieno). Son materiales baratos, inertes, reciclables y muy versátiles. Los sistemas para obtener estos plásticos han experimentado en los últimos setenta años sucesivos y decisivos avances, relacionados sobre todo con la invención de nuevos catalizadores. La irrupción de los catalizadores de tipo metalloceno de un solo centro ha sido la última de estas revoluciones tecnológicas y está permitiendo en los últimos años

la producción de polímeros a medida. Son moléculas organometálicas cuya estructura, y por tanto sus propiedades catalíticas, admiten casi infinitas variedades, dependiendo del tipo de metal que incluyan y de otros aspectos de su composición y su arquitectura. Además, mientras que los catalizadores anteriores estaban formados por una mezcla de compuestos, de modo que presentaban diversos centros activos e introducían heterogeneidad en la composición y el tamaño molecular de los polímeros,

it possible to produce custom-made polymers.

These are organometallic molecules whose structure and, consequently, catalytic properties, offer an unparalleled and a virtually endless variety of applications depending on the type of metal they are made up of and other aspects of their composition and architecture. In the past, catalysts were made from a mixture of compounds and so had various different active sites, meaning that the composition and molecular size of the polymer chains varied. Metallocene catalysts have a single active site, making it possible to obtain far more uniform and predictable products.

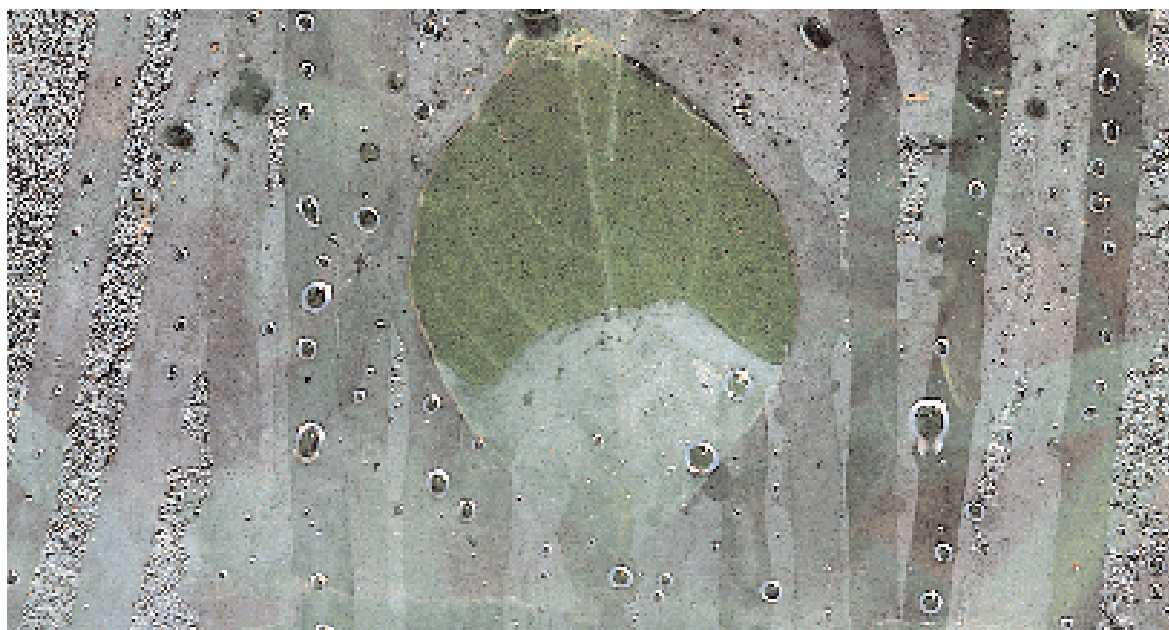
Since 1993, the Technology Centre at Repsol YPF

# Metallocene catalysts are making it possible to produce custom-made polymers



Repsol YPF desarrolla nuevos plásticos para su aplicación en la agricultura

Repsol YPF is developing new plastics for agriculture



los de tipo metalloceno tienen un único centro activo y permiten obtener productos mucho más homogéneos.

Desde 1993, el Centro Tecnológico de Repsol YPF se ha unido a esta vanguardia tecnológica con proyectos de investigación que tratan de obtener nuevos catalizadores metallocenos para la obtención de distintas poliolefinas. La inversión acumulada es grande y hay muchas incertidumbres. Unas son de tipo técnico: ¿podrán estos catalizadores dar lugar a desarrollos propios, patentables y que puedan insertarse en las actuales plantas de producción de la empresa sin grandes modificaciones o inversiones? Otras son de tipo

has been actively involved in developing this state-of-the-art technology through its own research projects for obtaining new metallocene catalysts for the production of polyolefins. This major investment effort is coupled with uncertainties about its outcome. Some of them are technical doubts: will these catalysts enable the firm to develop its very own products, which could then be patented and used in its current production plants without calling for major alterations or investment? Others are financial: will the new products, which will cost more than their current counterparts, be accepted in the market? There are, however, encouraging pointers.

To give an example, in 1990, Repsol YPF started

# La inversión es grande y el riesgo alto, pero Repsol YPF ha registrado ya 21 patentes internacionales



Cultivos bajo plástico

Cultivation under plastic

económico y se refieren a la aceptación en el mercado de los nuevos productos, con su coste extra respecto a los preexistentes. Pero hay signos esperanzadores.

researching into metallocene catalysts for the hydrogenation of synthetic rubber, and obtained a new product, SEBS. The project culminated in 1998 with the start-up of the commercial process. Today, the first results of current lines of research are near completion and some have materialised already. In 2001, the first industrial test was carried out on a polyethylene obtained using a metallocene catalyst. Twenty-one international patents now protect Repsol YPF's catalyst polymerisation technology. The challenge is certainly complex and the outcome uncertain, yet it is a gamble worth taking. It means participating in a process of technological innovation that is paving the way for à la carte design of a whole generation of new materials.

The great effort in terms of investment involves uncertainties, but this major Spanish company has already registered 21 international patents

# AUTOMATIZACIÓN DE MÁQUINAS-HERRAMIENTA

## MACHINE TOOL AUTOMATION

CNC Fagor 8070

Fagor 8070 CNC



Fabricar piezas y componentes, de metal o de otros materiales, de innumerables formas y tamaños, con distintos acabados y variadas exigencias de precisión es, claro está, uno de los procesos industriales básicos. Las máquinas-herramienta que se usan para llevar a cabo los diferentes tipos de mecanizado han cambiado mucho. Hoy son equipos muy sofisticados, con

The manufacture of parts and components, from metal or other materials, in countless shapes and sizes, with different finishes and an assortment of precision requirements, is clearly among the most basic industrial processes. The machine tools used for the various types of tooling have changed a great deal. Today they are highly sophisticated pieces of equipment that operate at high speed and are very versatile. Performance and adaptability have improved even more thanks to the introduction of automated systems. Fagor Automation, a Spanish company, has succeeded in joining the ranks of the small group of companies which leads the world in this technologically highly advanced machine-tool automation sector.

Among Fagor Automation's specialist areas are numerical control, where it is the only manufacturer in Spain, digital contour elevation viewers, linear and rotating pickup systems, and regulation systems. These terms mean little to the uninitiated, but lying behind them is a considerable effort in terms of research and development, to which this company devotes over 10% of its sales volume. This is considerable, and it is expected that by 2004 turnover will be around 85 million, mostly in the exports market, and that the company will have some 750 people on its payroll. This heavy foreign expansion is assisted by a wide distribution network in Europe, America and Asia, with over 20 branch offices in various countries.

One example of the latest developments from Fagor Automation is the Fagor CNC 8070, a product designed to satisfy the demands of the high-speed tooling field. This is a last-generation numerical control system which is integrated into a PC. Its standardised use is therefore made possible in the Windows® operating system, while providing the calculation capacity of the latest versions of Pentium® processors. It has a whole series of software tools including the visual type, databases, etc., which make it possible to achieve a high level of system personalisation for each user. Its programming is simple and intuitive and offers various levels of sophistication, according to requirements. Learning to use it is easy for the

Ha logrado introducirse en el grupo que lidera internacionalmente la automatización de la máquina-herramienta



gran velocidad de trabajo y, al tiempo, muy versátiles. Rendimiento y adaptabilidad están mejorando aún más gracias a la introducción de sistemas automatizados. Una empresa española, Fagor Automation, ha logrado introducirse en el reducido grupo de compañías que lideran internacionalmente este sector, tecnológicamente muy avanzado, de la automatización de la máquina-herramienta.

Entre las áreas de especialización de Fagor Automation se encuentran el control numérico, en la que es el único fabricante en España, los visualizadores digitales de cotas, los sistemas de captación lineal y rotativa o los sistemas de regulación. Términos que dirán poco al no iniciado pero tras los que se esconde un importante esfuerzo en investigación y desarrollo, apartado al que esta empresa dedica más del 10% de sus ventas. No es poco, pues se espera que para 2004 esas ventas rondan los 85 millones de euros, mayoritariamente en el mercado de la exportación, y que la plantilla se acerque a las 750 personas. Una amplia red de distribución en Europa, América y Asia, con más de 20 delegaciones en distintos países, está ayudando a esta fuerte expansión exterior.

Un ejemplo de los últimos desarrollos de Fagor Automation es el sistema CNC Fagor 8070, un producto destinado al exigente campo de los mecanizados de alta velocidad. Se trata de un sistema de control numérico de última generación, integrado en un PC. Con ello se facilita su uso estandarizado en el sistema operativo Windows®, al tiempo que se dispone de la capacidad de cálculo de las últimas versiones de los procesadores Pentium®. Cuenta con toda una serie de herramientas de software, ya sean de tipo visual, bases de datos, etcétera, que permiten un alto grado de personalización del sistema para cada usuario.

Su programación es simple e intuitiva y ofrece distintos niveles de sofisticación en función de las necesidades. Para el operador el aprendizaje es sencillo y no requiere grandes conocimientos previos de programación. Incluso es posible

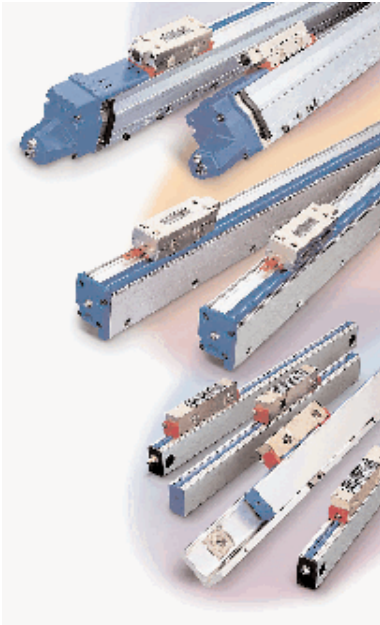


El sistema de control numérico CNC Fagor 8070 ofrece soluciones de última generación para mecanizados de alta velocidad

The numerical control system Fagor 8070 CNC offers the most up-to-date solutions for high-speed machining

operator and it does not require a great deal of previous programming knowledge. The system can also be accessed by remote control through Internet, thereby making it possible to carry out diagnostic and maintenance operations without the need for the physical presence of the specialist. And so, excellent performance in high-speed tooling can be achieved, both in terms of time and the quality of finishes.

# The company has succeeded in joining the ranks of the world leaders in machine tool automation



Los diferentes productos de Fagor Automation se comercializan en todo el mundo

Fagor Automation products are marketed all over the world

acceder al sistema de modo remoto a través de Internet y llevar así a cabo operaciones de diagnóstico y mantenimiento sin necesidad de desplazarse físicamente hasta la máquina. Con todo ello pueden conseguirse excelentes rendimientos, tanto en términos de tiempo como de calidad de los acabados, en mecanizados de alta velocidad.

Una nueva familia de controles numéricos 8070 está en preparación en Fagor Automation. Ya se ha completado la plataforma de hardware y software que permitirá su aplicación a la gama media y alta de máquinas fresadoras y de centros de mecanizado. Manteniendo esta dedicación a la investigación y el desarrollo esperan mejorar su competitividad en el sector y ofrecer en un próximo futuro sistemas de automatización para nuevos campos de automatización. Entre esos retos está el de abordar el control de máquinas cuyos movimientos no siguen los tradicionales ejes cartesianos, tales como robots, máquinas de corte por láser, manipuladores y otros. En estos casos, la conversión de las trayectorias programadas en movimientos de los ejes físicos requerirá sistemas capaces de resolver en tiempo real complejas

A new family of 8070 numerical controls is being prepared at Fagor Automation. The hardware and software platform which will make its application to the middle and top range of milling machines and tooling centres possible, has now been completed. By maintaining this dedication to research and development, they hope to improve their competitiveness in the sector and, in the near future, offer automation systems for new fields of automation. One of these challenges is to tackle the control of machines whose movements do not follow traditional Cartesian coordinates, such as robots, laser-cutting machines, manipulators and others. In these cases, conversion of the programmed paths into movements of the physical axes will require systems that can solve complex geometrical transformations in real time.

Pueden conseguirse  
excelentes  
rendimientos de tiempo  
y acabado en  
mecanizados de alta  
velocidad

CNC Fagor 8040

Fagor 8040 CNC





La automatización de los procesos de mecanizado permite mejorar su precisión y su rendimiento

Automated machining processes enables greater precision and performance to be achieved

transformaciones geométricas

Excellent performance in terms of time and finish for high-speed tooling can be achieved



# INNOVACIÓN EN LA INDUSTRIA AUXILIAR DEL AUTOMÓVIL

## INNOVATION IN THE AUTOMOTIVE COMPONENTS SECTOR

Asientos que se adaptan a las necesidades, transformándose en una mesa o plegándose para dejar espacio para transporte

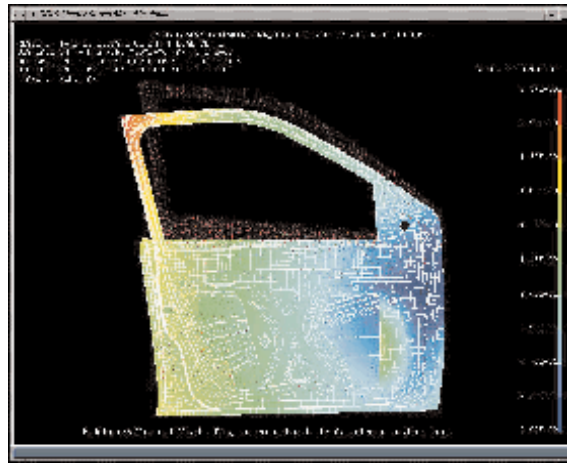
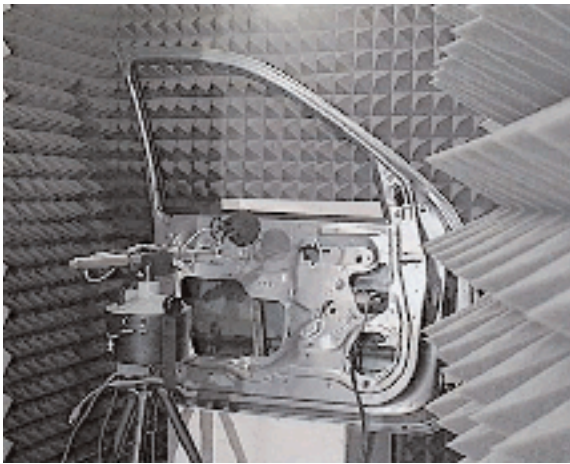
Seats that adapt to meet all needs, that can be transformed into a table or folded away to leave space for a greater payload



La industria del automóvil es, sin duda, una de las más competitivas y globalizadas. En esa medida, es también uno de los sectores en los que con mayor rapidez se incorporan nuevas tecnologías, sometidas a la depuración y el ajuste continuos que requiere mantener unos costes de producción bajos en un mercado extremadamente exigente y sensible. Pero en el desarrollo de estas innovaciones tecnológicas no intervienen tan solo los grandes fabricantes, cuyas marcas comerciales son para todos tan conocidas. Hay también otros protagonistas. Son las empresas de la industria auxiliar que, cada vez más, están adquiriendo una responsabilidad diferenciada en el diseño y el desarrollo de módulos completos del producto final, asumiendo con ello un nuevo y más relevante papel en los procesos de innovación tecnológica.

The motor industry is one of the most competitive and global industrial sectors, there's no doubt about it. It is also one of the fastest industries to adopt new technologies, streamlining and adapting them constantly to keep production costs down in an extremely demanding and sensitive market. However, the large, household-name manufacturers are not alone in their drive to develop technological innovations. Companies in the components sector are now shouldering more and more of the responsibility for the design and development of complete modules, and are playing a new and more important role in technological innovation.

La industria auxiliar del automóvil está asumiendo un nuevo papel en la innovación tecnológica



Ensayos sobre un panel interior de puerta (izquierda) y diagrama cromático de desplazamientos máximos de un panel de puerta (derecha)

Tests on an inner door panel (left) and colour diagram showing maximum displacements of a door panel (right)

España es el tercer país europeo por volumen de facturación en el sector de la industria auxiliar de la automoción, por detrás tan solo de Alemania y de Francia. Y las empresas españolas no han permanecido ajenas a la tendencia marcada internacionalmente en este ámbito. Por ejemplo, una empresa de tamaño medio, el Grupo Antolín, ha sido capaz de poner en práctica en los últimos años una activa estrategia de innovación tecnológica, plasmada en numerosas patentes y novedades. Gracias a ello, ha sido uno de los primeros proveedores del mundo en ofrecer módulos completos de puerta. La puerta de un automóvil debe integrar en su estructura toda una serie de dispositivos mecánicos y eléctricos para su apertura y cierre, la movilidad de las lunas, la seguridad, etcétera, así como elementos de guarnecido y embellecimiento. Desarrollar una solución global para afrontar los aspectos industriales, logísticos y de gestión de proveedores de todo ese conjunto ha sido el reto al que el Grupo Antolín ha respondido.

Spain ranks third in sales volume in the European automotive components sector, behind Germany and France. Spanish companies have kept pace with international trends. One such example is the Antolín Group, a medium-sized company which has recently adopted an active strategy for technological innovation, enabling it to register patents and introduce new ideas. It is one of the first companies in the world to supply complete door modules. A car door is made up of a set of mechanical and electrical devices - locks, windows, security, etc. - as well as panelling and trims. The Antolín Group addressed the challenge of developing a global solution, resolving all the industrial, logistics and supply aspects for the whole module.

# The automotive components sector has adopted a new role in technological innovation

Techo para un Ford Focus  
Station Wagon

Roof for a Ford Focus Station Wagon



Lo mismo puede decirse de los módulos de techo, en los que esta empresa es líder mundial por volumen de producción y desarrollo de tecnología. En este apartado, recientemente ha registrado la patente de un nuevo sistema de fijación de guarnecidos sin tornillos que ahorra un tiempo considerable en el proceso de montaje del techo. Por otro lado, ha investigado en la aplicación de materiales como acero de alta resistencia, aluminio, magnesio o híbridos de metal y plástico al desarrollo de nuevos asientos especiales, y ha sido, en todo el mundo, el primer proveedor capaz de integrar el cinturón de seguridad en tres puntos en asientos de vehículos monovolumen.

It did the same with roof modules. The company is now world leader in production volume and technological development in this particular area. Recently it patented a new system for fastening panels without screws to save time in the roof assembly process. It has also carried out research into the use of materials such as high-strength steel, aluminium and magnesium as well as metal and plastic hybrids for special new seats, and is the world's first supplier to incorporate 3-point safety

Antes se limitaban a  
producir las piezas, hoy  
son capaces de suministrar  
sistemas completos



La seguridad es una de las referencias clave en todos estos avances. Un elemento tan relevante a este respecto como el airbag ha sido objeto de recientes novedades por parte de otra empresa española, Dalphimetal, cuya apuesta por la innovación tecnológica se consolidó en 1994 con la creación de un centro propio de investigación y desarrollo. El airbag inteligente patentado por Dalphimetal ofrece un nuevo nivel de protección, al ser capaz de adaptar su funcionamiento al tamaño y la altura de los ocupantes del automóvil. Conseguirlo ha requerido el dominio de los muchos aspectos tecnológicos que intervienen en este tipo de dispositivos, incluidos componentes eléctricos, explosivos necesarios para el inflado y materiales del volante y el saco, además del gas que ha de rellenarlo.

Gracias al talante innovador de empresas como estas, y podrían ponerse otros ejemplos, la industria auxiliar de la automoción en España ha experimentado un profundo cambio. Antes, se limitaban a producir las piezas demandadas por los grandes fabricantes, ateniéndose a sus especificaciones. Hoy, son capaces de suministrar servicios y sistemas completos, a los que están aportando nuevas soluciones.



Interior de puerta para Volkswagen Polo

Volkswagen Polo door interior

belts in the seats of people carriers.

Safety is one of the key areas for innovation. Dalphimetal, another Spanish company that set up its own research and development centre in 1994, recently introduced new features in an essential safety item: the airbag. The intelligent airbag patented by Dalphimetal provides a new standard of protection by adapting to the size and height of the vehicle's occupants. In order to make this improvement, a wide range of technological aspects had to be taken into account including electrical components, the explosives necessary for inflation, the materials used to make the steering wheel and the bag, as well as the gas used for filling.

Thanks to the spirit of innovation in companies such as these - and there are many more examples - the automotive parts sector in Spain has changed drastically. In the past they produced the parts that the large manufacturers needed, according to their specifications. Today they supply comprehensive services and complete systems, and come up with new solutions, too.

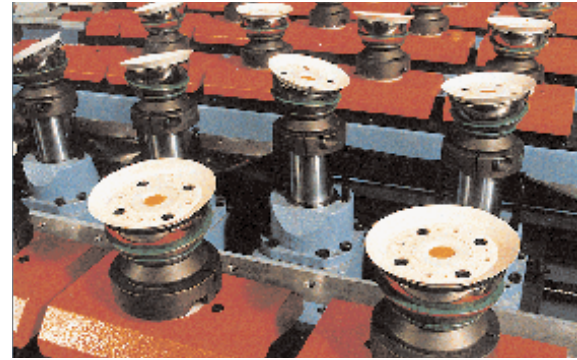
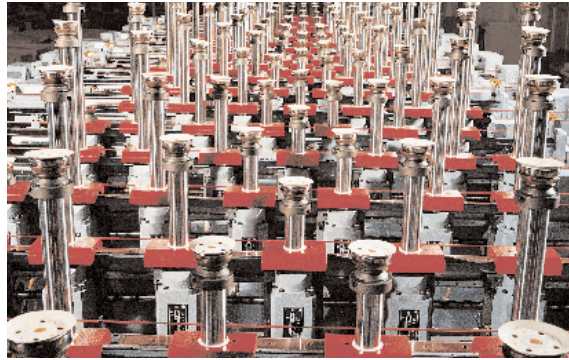
In the past, the sector just produced parts; today it is providing whole systems

# AUTOMATIZACIÓN PARA LA INDUSTRIA AERONÁUTICA

## AUTOMATION FOR THE AERONAUTICAL INDUSTRY

El sistema de sujeción de piezas Torrestool

The Torrestool component securing system



Muchos siguen maravillándose del mero hecho de que un avión pueda volar. Los grandes reactores, que transportan en el interior de sus enormes fuselajes cientos de viajeros, son especial motivo de admiración. Pero pocos se paran a pensar en la complejidad del proceso de fabricación que hay detrás. Han de producirse e integrarse millares de componentes y todo ello con precisión y fiabilidad máximas. Pero las industrias aeronáuticas, sometidas a un entorno competitivo, no solo deben garantizar la máxima seguridad en los aparatos que fabrican sino también ser capaces de controlar los costes y de introducir de modo flexible variaciones y novedades. A que todo eso sea posible contribuyen empresas como el grupo español MTorres, proveedor de equipos para la automatización de los procesos de fabricación de

Many people still marvel at the fact that a plane can fly. The huge jet planes that carry hundreds of passengers inside their enormous fuselages give special cause for admiration, yet few of us stop to think about the complexity of the underlying manufacturing process. Thousands of components have to be manufactured and put together, all with the highest levels of accuracy and reliability. However, the aeronautical industries, which face stiff competition, not only have to guarantee that the planes they build are completely safe, but also have to control costs and be flexible enough to make changes and add new features. It is companies such as the Spanish group MTorres, which supplies equipment for automating airplane manufacturing processes, that help make this possible.

MTorres, a Navarre-based firm, has pursued a strategy clearly based on research and development. All its equipment is designed and built to order, and flexibly adapted to each customer's specific requirements on account of its modular conception. To date, the group has launched three main innovations in the industry: Torrestool, Torreslayup and Torreswelding.

Torrestool is a flexible system for holding parts in the air, and can be used in combination with other machines. Its versatility avoids the need to have specific tools for each part. The company has created different versions that can be used in one or three dimensions, with pneumatic systems or servomotors, horizontally or vertically, etc. The three-axis version, for example, is based on a series of carriages that move in one dimension, each carriage being equipped with

Con Torreslayup se introdujo un nuevo concepto en la fabricación de piezas de fibra de carbono

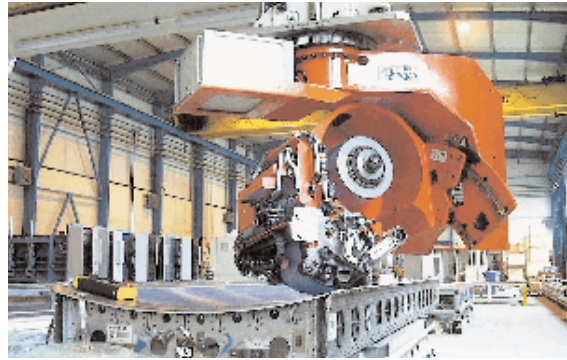


aeronaves.

MTorres, empresa radicada en Navarra, ha seguido una estrategia claramente basada en la investigación y el desarrollo. Sus equipamientos se diseñan y construyen bajo pedido, adaptándose a las necesidades concretas del cliente de modo flexible, gracias a su concepción modular. Tres son las principales innovaciones introducidas por este grupo en el sector, Torrestool, Torreslayup y Torreswelding.

El objetivo de Torrestool es ofrecer un sistema flexible de sujeción de piezas en el espacio, sistema que puede funcionar de modo integrado con otras máquinas. Su versatilidad evita la necesidad de disponer de utillajes específicos para cada pieza. Se han creado distintas versiones, que pueden trabajar en una o tres dimensiones, mediante sistemas neumáticos o servomotores, en horizontal o en vertical, etcétera. La versión de tres ejes, por ejemplo, se basa en una serie de carros, que se mueven en una dimensión, con varios soportes por carro que se mueven en los otros dos ejes del espacio. Cada soporte tiene en su extremo una copa de vacío que toma contacto con la pieza. La flexibilidad de este sistema permite ahorrar importantes costes en la fabricación de aeronaves y ha sido adoptado por los principales constructores.

Con Torreslayup se introdujo un nuevo concepto en la fabricación de piezas de fibra de carbono. Se trata de una máquina Gantry de 11 ejes de alta velocidad que proporciona mejor capacidad de compactación de la pieza durante el denominado proceso de encintado. A diferencia de otros sistemas, se evita así la necesidad de aplicar vacío



Torreslayup es un sistema avanzado para la fabricación de piezas de fibra de carbono

Torreslayup is an advanced system for manufacturing carbon fibre components

several clamps that move in the other two axes of the space. At the end of each clamp is a vacuum cup that enters into contact with the part. The flexibility of this system permits major cost savings in aircraft manufacture and has been adopted by the major constructors in the sector.

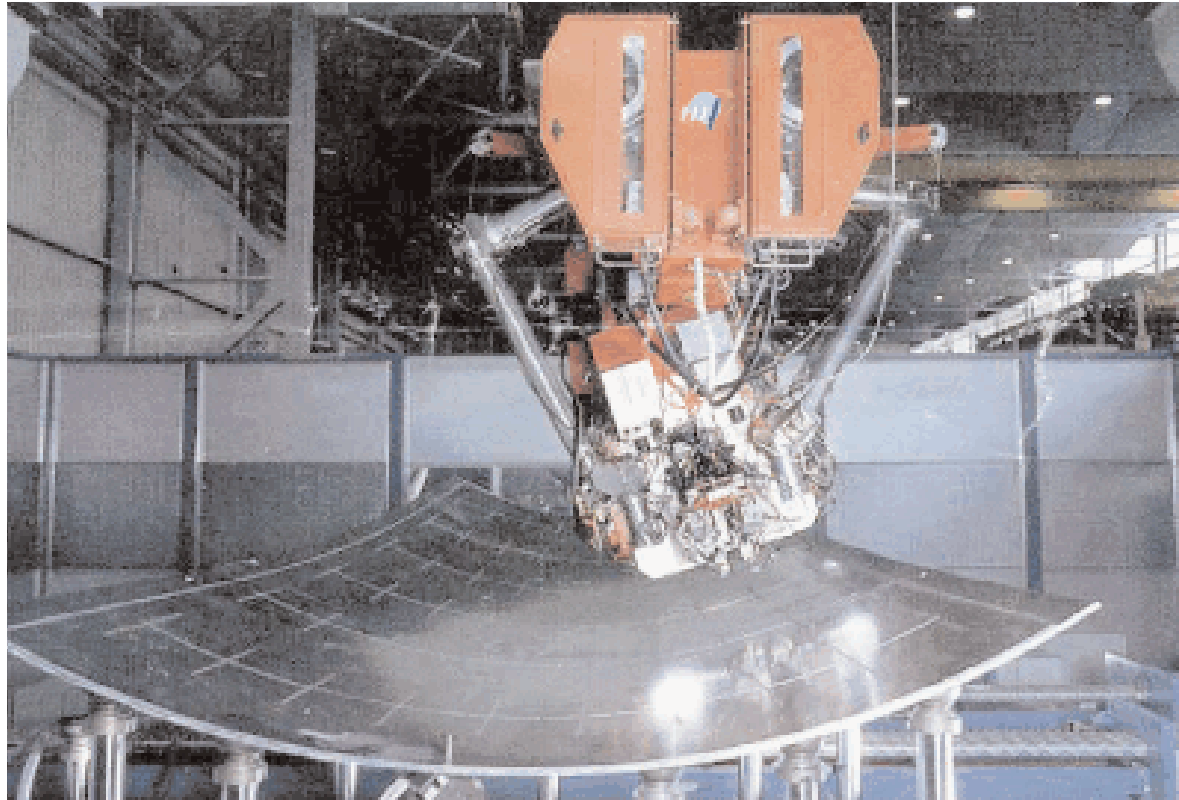
Torreslayup is a new concept in the manufacturing of carbon fibre parts. It is a gantry machine with 11 high-speed axes that give improved compacting to the part during what is known as the taping process. Unlike other systems, this avoids the need for such frequent application of a vacuum to the part during taping. The machine uses highly sophisticated software which, like in the rest of its products, has also been developed by MTorres. The software allows MTorres to simulate the whole process before programming the system. Thanks to this system, the

# Torreslayup is a new concept in the manufacturing of carbon fibre parts



Soldadura de componentes de aluminio con Torreswelding

Welding aluminium components using Torreswelding



Del éxito obtenido con Torreswelding es buena prueba su adopción para la fabricación del futuro Airbus 380

Spanish industry has managed to gain a foothold in the automated production of carbon fibre structures, which had previously been the exclusive domain of the United States and France.

MTorres' most recent innovation, which took seven years to develop in collaboration with Airbus, is Torreswelding, a 12-axis laser machine for welding aluminium aeronautical components. Welding is faster and cheaper than the riveted joint solution traditionally used in aircraft construction.

Furthermore, the resulting structures are lighter. Torreswelding welds by applying two simultaneous laser beams and is especially designed for working in combination with the Torrestool system. The best proof of the system's success, now that the structures welded with it have obtained their airworthiness certificate, is that it is being used to manufacture the future European Airbus 380.

a la pieza frecuentemente durante el encintado. La máquina utiliza un software muy sofisticado que, como en el resto de sus productos, ha sido también desarrollado por MTorres. Con él se puede simular todo el proceso antes de programar el sistema. Se ha conseguido, gracias a todo ello, que la industria española se introduzca en este campo de la producción automatizada de estructuras de fibra de carbono, que venía siendo dominio exclusivo de Estados Unidos y Francia.

Desarrollada durante siete años en colaboración con Airbus, la más reciente innovación de MTorres es Torreswelding, una máquina láser de 12 ejes para la soldadura de componentes aeronáuticos de aluminio. Frente a las uniones mediante remaches, utilizadas tradicionalmente en la construcción de aviones, la soldadura ofrece una solución más rápida y barata. Además, las estructuras resultantes son más ligeras. Torreswelding aplica dos haces de láser simultáneos para soldar y está diseñado especialmente para trabajar en combinación con el sistema Torrestool. Del éxito obtenido con este equipamiento, una vez han obtenido la certificación de vuelo las estructuras soldadas con él, es buena prueba su adopción para la fabricación del futuro avión europeo Airbus 380.

The best proof of  
the success  
obtained with  
Torreswelding is  
that it is being used  
to manufacture the  
future Airbus 380

# SELECTORES DE MONEDAS A PRUEBA DE FRAUDE

## FRAUD-PROOF COIN SELECTORS



La tecnología de selectores de monedas debe aunar precisión y tamaño reducido

Coin-selection technology has to combine precision with compactness

Quizá no sean como las habíamos imaginado. No tienen una cabeza de lata con luces de colores en vez de ojos, ni se desplazan a nuestro alrededor haciendo chasquidos metálicos al andar, pero lo cierto es que todos los días, nos damos cuenta o no, entablamos relaciones con máquinas automatizadas que, expendiendo productos, proporcionando líneas de comunicación o dando acceso a recintos, han pasado a formar parte de nuestro paisaje más cotidiano. La funcionalidad de estas máquinas, situadas en espacios públicos y utilizadas a diario por miles de personas, depende de su fiabilidad, su robustez y su sencillez. Muchas de ellas funcionan con monedas. Adquirir una bebida o una chocolatina, llamar por teléfono, comprar una billete de autobús o hacer una fotocopia está, así, al alcance de cualquiera, en cualquier sitio, a cualquier hora.

Ahora bien, el precio de esta versatilidad puede estar en la vulnerabilidad al fraude. Los selectores de monedas con que contaban cabinas telefónicas y máquinas expendedoras eran, hacia 1980, muy imperfectos. Podían usarse piezas de tamaño y grosor semejante a las monedas auténticas sin que las máquinas detectasen la falsificación, con lo que el fraude y la picaresca campaban por sus respetos.

El reto era incorporar selectores mucho más precisos y fiables pero sin que ello supusiera un

xxPerhaps they are not as we had imagined them to be. They do not have a tin head with coloured lights instead of eyes, neither do they make metallic clanking noises when they move. But what is certainly true is that every day, whether we realise it or not, we enter into a relationship with automated machines which, by dispensing products or providing access, have come to form part of our daily landscape. The functionality of these machines, which are located in public places and are used every day by thousands of people, depends on their reliability, robustness and simplicity. Many of them function with coins. Buying a soft drink or a chocolate bar, making a phone call, purchasing a bus ticket or making a photocopy is within the reach of everyone, anywhere and at any time.

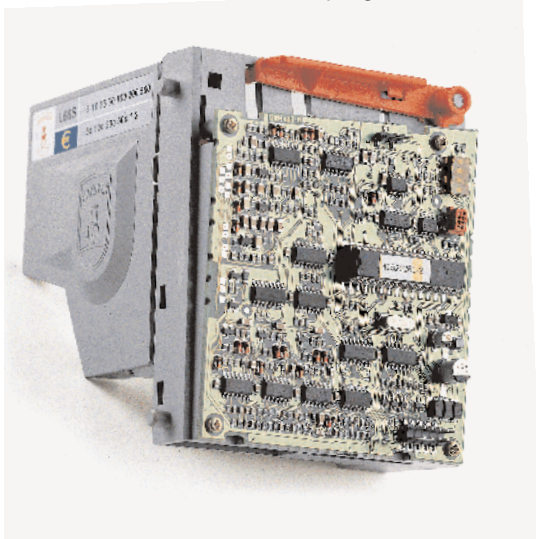
However, the price paid for such versatility may lie in vulnerability to fraudulent use. In the 1980s, the coin selectors used in telephone boxes and dispensing machines were far from perfect. Coins with a similar size and thickness as authentic coins could be used without the machines ever detecting any falsification, which meant that fraud and chicanery were rampant. The challenge was to incorporate more precise and reliable selectors without forfeiting compactness and

# El reto era incorporar selectores de monedas mucho más precisos y fiables



aumento de su tamaño ni una mayor lentitud en su operación.

Azkoyen, un grupo empresarial español que ya venía trabajando en el sector de las máquinas expendedoras y en la fabricación de selectores mecánicos de monedas, asumió este desafío, e inició, en colaboración con centros tecnológicos y universidades, una línea de investigación cuyo objetivo era el desarrollo de un selector que aplicase las nuevas tecnologías a la detección fiable de la validez de las monedas. Y lo logró. El selector electrónico L60, patentado por Azkoyen, era y es capaz de determinar el diámetro exacto de las monedas a través de tres zonas de medida, dos de ellas ópticas y una electromagnética, así como sus características electromagnéticas a través de un sensor adicional. En un tercio de segundo, un microprocesador compara la información obtenida sobre 9 parámetros diferentes con las características de todos los tipos de monedas almacenados en su memoria programable. La



operating speed.

Azkoyen, a Spanish business group that was already working in the dispensing machine sector and in the manufacture of mechanical coin selectors, took up the challenge and, in collaboration with technology centres and universities, initiated a line of research geared to developing a selector which, with the application of new technologies, could reliably serve to detect coin validity. And it achieved that aim. The L60 electronic selector patented by Azkoyen was, and still is, capable of establishing the exact diameter of coins through three measurement areas, two of which are optical and one of which is electromagnetic, in addition to their electromagnetic characteristics which are examined by an additional sensor. In one-third of a second, a microprocessor compares the information gained over nine different parameters with the characteristics of all the types of

Selector de monedas desarrollado por Azkoyen

Coin selector developed by Azkoyen

The challenge was to incorporate more precise and reliable coin selectors

Millones de máquinas incorporan dispositivos para la selección de monedas

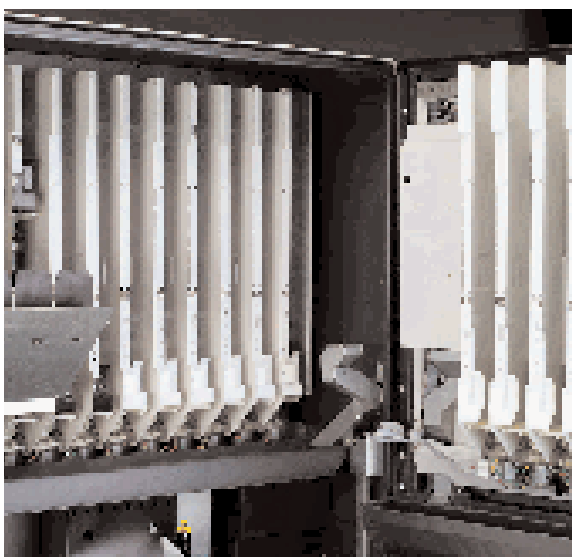
Millions of machines incorporate coin selection devices

moneda queda así validada con total seguridad.

El éxito fue rotundo y la tecnología desarrollada por Azkoyen se ha exportado e implantado en todo el mundo. La facturación del grupo, con sus más de 150 patentes registradas, ha pasado de 30 millones de euros en 1987 a casi 170 millones de euros en 2001. Sus productos se comercializan en 35 países de los cinco continentes. El selector L60 es mejorado continuamente. El reto más reciente ha venido dado por la llegada del euro. Nuevas monedas, algunas con dos materiales diferentes, acuñadas en catorce lugares distintos. Los selectores pueden reprogramarse para admitir lo nuevo o no aceptar lo viejo, incluso a distancia, desde una central de datos y a través de Internet, de telefonía GSM o de un simple transmisor colocado junto a la máquina. Así, podrán adaptarse a eventuales cambios en los valores faciales del euro, a la introducción de nuevas monedas, a la detección de nuevos sistemas antifraude. Son la última generación de aquel primer selector L60 que en la década de los ochenta marcó en el sector toda una revolución tecnológica, invisible para casi todos pero muy presente a nuestro alrededor.



# El selector L60 marcó en los años ochenta toda una revolución tecnológica en el sector



coins stored in its programmable memory. The coin therefore has a total guarantee of validation.

It proved to be a total success, and the technology developed by Azkoyen has been exported worldwide. The group now holds over 150 registered patents, its sales have risen from ¢30 million in 1987 to almost ¢170 million in 2001 and its products are marketed in 35 countries across the five continents. The L60 coin selector is continually being improved. The most recent challenge stemmed from the arrival of the euro, with new coins, some of which are made from two different materials and all minted in different places. The selectors can be reprogrammed to accept new coins or stop accepting old coins, even by remote control from a data centre and via the Internet, by GSM telephony or by a simple transmitter placed next to the machine. In this way, they can adapt to any possible changes in the minted country identity of the euro, the introduction of new coins, and new systems for fraud prevention. They are the latest generation of that first L60 selector which, during the 1980s, placed its unmistakable stamp on a technological revolution in the sector, invisible to almost everyone but ever present around us all.

El esfuerzo de investigación y desarrollo ha permitido crear selectores más fiables

The research and development effort has enabled more reliable selectors to be created

During the 1980s,  
the L60 selector  
became the  
stamp of a  
technological  
revolution in the  
sector



# SOFTWARE ANTIVIRUS

## ANTIVIRUS SOFTWARE

Más de 700 personas trabajan en  
Panda Software

More than 700 people work at Panda  
Software



Tras la expresión de estupor o de angustia que aparece en el rostro de quien acaba de detectar que su ordenador está afectado por un virus informático puede esconderse la pérdida de muchas horas de trabajo, de valiosa información o de datos irremplazables. Lo que para el usuario individual es a menudo un grave trastorno se transforma en considerables pérdidas económicas cuando se trata de empresas u organizaciones. De ahí que se haya hecho imprescindible equipar los ordenadores con programas antivirus actualizados y fiables. En este sector emergente de la industria del software una empresa española ha logrado formar parte del grupo de cabeza.

The look of dazed disbelief on the face of someone who has just discovered that their computer is infected by a virus betrays hours of wasted work and the loss of valuable information or irreplaceable data. What to the individual user amounts to huge inconvenience, to a business organisation spells considerable financial cost. For that reason it is essential these days to equip computers with reliable antivirus software programmes that must be kept up-to-date permanently. Within this emerging segment of the software industry, a Spanish company, Panda Software, has made a place for itself among the leaders.

When the company was set up 12 years ago, few people believed in the need for products such as these. Panda Software has since become the leader

in antivirus development in Europe and is fourth in the world. Getting there was not easy. Many business sectors are in a state of continuous development, but in this particular field the speed of change is unparalleled. The ability to adapt continuously and respond swiftly to user demands is crucial. There is fierce competition in the marketplace and its breadth

is as global as the effect of the viruses themselves.

Es el mayor en el mundo  
desarrollador de antivirus  
en Europa y el cuarto  
en todo el mundo



Un producto antivirus implantado en todo el mundo

An antivirus product used and relied on worldwide

En sus doce años de historia, iniciada cuando pocos creían en la necesidad de este tipo de productos informáticos, Panda Software ha logrado ocupar el primer lugar en el desarrollo de antivirus en Europa y el cuarto en todo el mundo. No ha sido fácil. Si de muchos sectores empresariales puede decirse que están sujetos a continua evolución, en este caso el cambio incesante llega a su máxima expresión. La capacidad de permanente actualización, respondiendo a las necesidades de los usuarios, es determinante. El mercado es muy competitivo y está muy globalizado, como global es el alcance de los virus. Hoy, Panda Software está presente en 45 países y sus productos se comercializan en todo el mundo.

Del grupo casi artesanal de tres personas que fundaron y constituyeron la plantilla inicial de Panda, y que hoy ocupan la presidencia y las dos vicepresidencias de la empresa, se ha pasado a contar con más de 700 empleados, casi la mitad de los cuales trabajan fuera de España. El departamento de investigación y desarrollo es crucial en esta organización, pues de él depende su independencia, basada en una tecnología propia al cien por cien y en la capacidad de garantizar su permanente perfeccionamiento.

Panda Software currently maintains a presence in 45 countries and its products are sold all over the world.

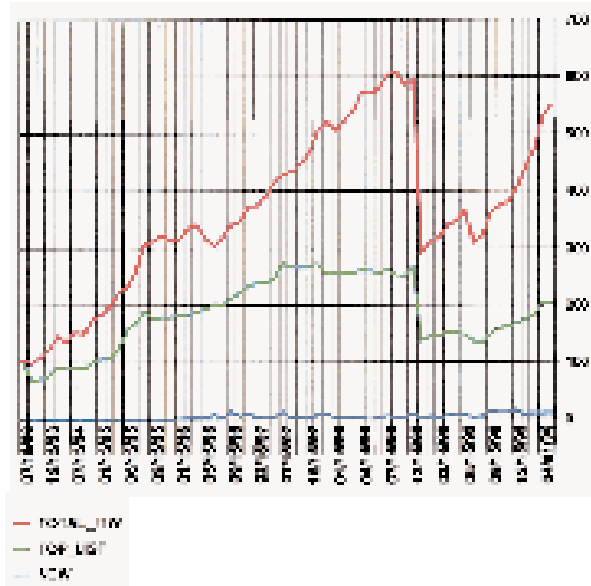
Panda started life as a backroom operation with three founder members. Today they are the chairman and two vice presidents of a business boasting more than 700 employees - nearly half of whom work outside Spain. The research and development department plays a crucial role in the

The company has become the leader in antivirus development in Europe and is fourth in the world



Las nuevas versiones de antivirus (izquierda) tratan de frenar la progresiva aparición de nuevos virus, cuyo número ha ido aumentando en los últimos años, tal como reflejan los datos recogidos en The Wild List (derecha)

New antivirus versions (left) try to stem the flow of new viruses which have spiralled in number in the last few years, as can be seen from The Wild List figures (right)



business and the company's independence, based entirely on in-house technology and the guarantee of ongoing improvement, hinges on it.

En 1994 Panda presentó Rinstall, el primer producto antivirus que se podía instalar y actualizar de forma automática para la protección de ordenadores personales conectados en red. En 1997 consigue por vez primera la desinfección de virus incluidos en mensajes de correo electrónico, independientemente de su formato. La versión Panda Antivirus Platinum sale al mercado en 1998, año en que se implantan las actualizaciones diarias del fichero de firmas de virus, lo cual sigue siendo una gran ventaja competitiva. La tecnología SmartClean, capaz de reparar los daños causados por los virus más frecuentes, se presenta en 2000. Y en 2001 se lanza Panda Antivirus Titanium, hasta ahora la última versión.

En 1998 se implantan las actualizaciones diarias del fichero de firmas de virus, que aportan una gran ventaja competitiva



A lo largo de este intenso recorrido, las soluciones de Panda han sido regularmente evaluadas de modo muy favorable por las principales publicaciones especializadas y han recibido las más prestigiosas distinciones en el sector de los antivirus, como las de ICSA Labs, Virus Bulletin, Check Point y Checkmark.

La creación y la difusión de nuevos y más dañinos virus informáticos sigue, de momento, su curso, con la ayuda, entre otras cosas, del espectacular desarrollo experimentado en los últimos años por el correo electrónico. El crecimiento y la innovación en empresas como Panda, cuya expansión parece no haber tocado aún techo, ha de ayudar a mejorar la seguridad y la confianza en ese entorno informático que es parte cada vez más inseparable de millones de hogares y empresas.

In 1998, daily updating of the virus signature file was introduced, giving the company a great competitive advantage



Cada ordenador debe estar equipado con software de detección y eliminación de virus informáticos

Every computer must have software installed that can detect and eliminate viruses

# TRENES MÁS RÁPIDOS Y SEGUROS

TRAINS THAT ARE FASTER AND SAFER

Gracias al sistema de guiado, las estructuras pudieron hacerse más ligeras y los trenes más veloces

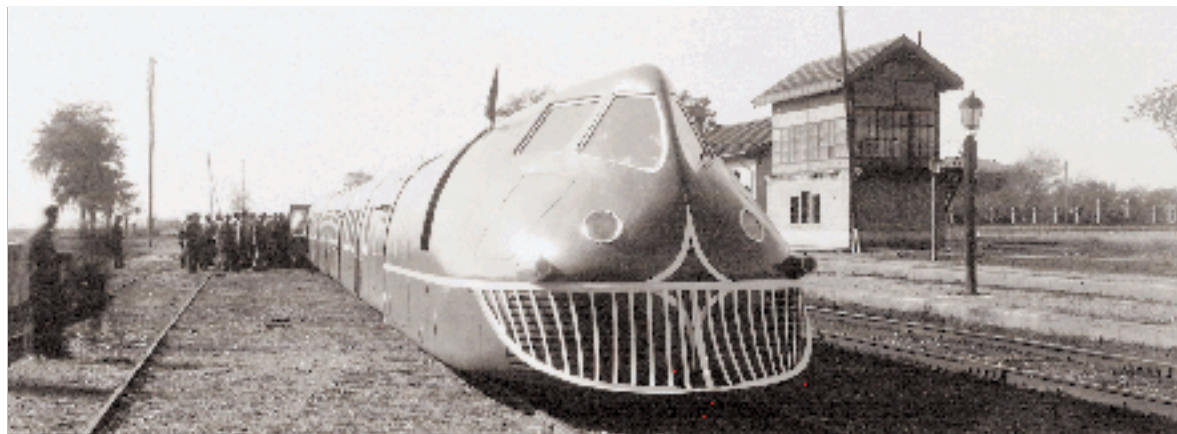
De entre los logros de la tecnología española de los últimos cincuenta años, pocos han alcanzado una popularidad y un prestigio comparables al Talgo. Fijado en el imaginario colectivo del pueblo español como un símbolo de modernidad y eficacia, el tren Talgo fue concebido hacia 1940 por el ingeniero Alejandro Goicoechea, quien encontró apoyo para su idea en José Luis de Oriol, un hombre de negocios que decidió financiar el proyecto. El nombre comercial Talgo, acrónimo de Tren Articulado Ligero Goicoechea-Oriol, apareció por primera vez en 1942 con la creación de Patentes Talgo S. A. y poco después en el primer prototipo operativo, el tren Talgo I. En años sucesivos siguieron los Talgo II, Talgo III y Talgo Pendular, de los que pronto tomarán el relevo los Talgo XXI y Talgo 350, ya anunciados por la compañía.

Among the achievements ascribed to Spanish technology in the last 50 years, few match the popularity and prestige of the Talgo. Imprinted on the collective imagery of the Spanish nation as a symbol of modernity and efficiency, the Talgo was devised around 1940 by the engineer Alejandro Goicoechea and won the support of José Luis de Oriol, a businessman who decided to finance the project. The trade name Talgo, which is an acronym for Tren Articulado Ligero Goicoechea-Oriol (The Goicoechea-Oriol Light Articulated Train), first appeared in 1942 with the creation of Patentes Talgo S.A., and shortly after this the first operational prototype, the Talgo I train, came on the scene. During the next few years, the Talgo II, Talgo III and Tilting Talgo were launched, and these were soon to be overtaken by the Talgo XXI and the Talgo 350.

Used by millions of travellers, the Talgo has always enjoyed a popular image and a strong personality, thanks to its futuristic design and the high degree of quality that characterises its interior fittings, which were certainly years ahead of their time in terms of today's high-speed trains. But what really made these trains different was their innovative system of axle guidance, which made it possible to build much lighter carriages without any danger of derailment. Prior to this, the tendency of the wheels to jump

Talgo I, el primer prototipo de la serie

Talgo I, the first prototype of the series



Utilizado por millones de viajeros, el Talgo ha gozado siempre de una imagen reconocible y una acusada identidad, gracias a su diseño futurista y al alto nivel de calidad de sus interiores, con los que se anticipó muchos años a los actuales trenes de alta velocidad. Pero lo que realmente distinguía a estos trenes era su innovador sistema de guiado de los ejes, que permitía construir vagones mucho más ligeros sin peligro de descarrilamiento. Anteriormente, la tendencia de las ruedas a saltar sobre el carril exterior en las curvas se solucionaba gracias al peso del material rodante. Trenes pesados y por tanto lentos e ineficientes. Goicoechea diseñó un tren radicalmente distinto. Gracias al nuevo sistema de guiado, las estructuras pudieron hacerse mucho más ligeras y los trenes más veloces y seguros. Los coches eran ahora más cortos y estaban acoplados entre sí por medio de una original unión articulada. Se diseñó también un nuevo tipo de rodaduras de un solo eje, con ruedas independientes.

La estrategia de innovación de Talgo se ha basado desde entonces en el triple principio de seguridad, simplicidad y economía. Su viabilidad se demostró ya en 1950, con el Talgo II, primero de esta familia de trenes que entró en explotación comercial en la vías españolas. Para su construcción se recurrió a la empresa norteamericana ACF, de donde salieron también algunos trenes para la red ferroviaria de los Estados Unidos. El Talgo III, construido ya totalmente en España en colaboración con la empresa CASA, fue presentado en 1964 y aún presta servicio en distintas líneas españolas, en las

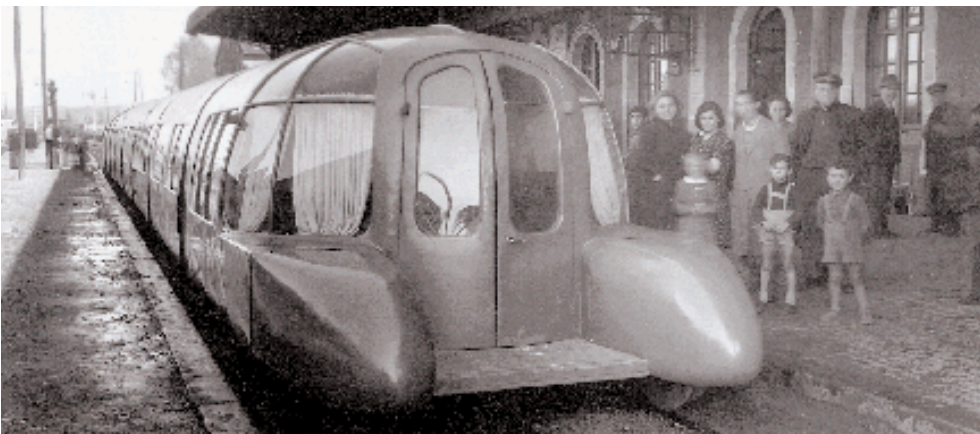
# Thanks to the guidance system, structures could be made much lighter and trains much faster

over the outer track on curves was solved because of the weight of the rolling stock. Trains used to be heavy and, therefore, slow and inefficient. Goicoechea designed a train that was radically different. Thanks to the new guidance system, structures could be made much lighter and the trains, faster and safer. The carriages were now much shorter and were coupled together with an original articulated jointing. Also designed was a new type of single-axle rolling stock, with independent wheels.

Since then, the Talgo innovation strategy has been based on the triple principle of safety, simplicity and economy. Its feasibility was already proved in 1950 with the Talgo II, the first of this family of trains to be operated commercially on Spanish railways. The

Aspectos del Talgo II, que entró en servicio en los años cincuenta

Views of the Talgo II, which came into service in the 1950s





El Talgo 350, la última generación

The Talgo 350, the latest generation

que alcanza la máxima velocidad permitida.

Pero aún quedaban problemas técnicos a los que la tecnología Talgo había de dar respuesta. Así se ideó y desarrolló el sistema de ruedas desplazables, que permitía modificar sobre la marcha el ancho del eje y así salvar la dificultad que suponía para el tráfico internacional el distinto ancho de vía entre España y el resto de Europa. Tras treinta años de exitosa operación este sistema se está ensayando en diversos países de la antigua Unión Soviética, donde existían problemas similares. Más tarde nació el

Talgo Pendular, al que se dotó de un sistema de caja inclinable. Se trata de un mecanismo que permite que, al paso por una curva, la caja del vagón se incline hacia el centro de la misma, como

USA company, ACF, was used for construction and its factory also produced some trains for the American railways. The Talgo III, which was built entirely in Spain in collaboration with the CASA company, was presented in 1964 and is still in service and reaching the maximum permitted speed on a number of Spanish railway lines.

However, there were still some technical problems that the Talgo technology had to solve. This gave rise to the invention and development of a system of shifting wheels, which made it possible to effect interim modification of axle width with the aim of overcoming the difficulty faced by international traffic as a result of the difference in track gauge between Spain and the rest of Europe. After 30 years of successful operation, this system is being tested in



Hoy los trenes Talgo  
circulan por las vías  
de España, Alemania  
y Estados Unidos



La tecnología Talgo seguirá teniendo un papel en el futuro del transporte ferroviario

Talgo technology will continue to play an important role in the future of rail transport

haría un motorista, mejorando la comodidad de los viajeros y haciendo posible un aumento de hasta el 25% en la velocidad.

Hoy los Talgos circulan por España, Alemania y Estados Unidos, y hay acuerdos para su implantación en otros países. El Talgo XXI, renovación de los modelos anteriores y capaz de alcanzar los 220 kilómetros por hora, y el Talgo 350, que puede llegar a la velocidad indicada en su nombre, y que enlazará a partir de 2004 Madrid con Barcelona, son las novedades que promete para el futuro inmediato esta tradición de ingeniería ferroviaria española, que lleva medio siglo adelantándose al futuro.

different countries in the former Soviet Union, where similar problems existed. The Tilting Talgo saw the light of day later; this train was equipped with a tilting box. This is a mechanism that allows the carriage to lean inwards when passing a bend in the track, just like a motorcyclist, thereby enhancing passenger comfort and increasing speed by up to 25 per cent.

Today, Talgo trains operate in Spain, Germany and the United States, and agreements have been reached concerning their introduction in other countries. The Talgo XXI, which is a renovation of earlier models and can reach a speed of 220 kilometres per hour, and the Talgo 350, which can reach the speed indicated in its name and which will link Madrid with Barcelona as from 2004, are the surprises that offer promise in the immediate future for Spanish railway engineering, with its half a century of experience in anticipating the future.

Today, Talgo trains operate on the Spanish, German and U.S. railways

# CATENARIA PARA TRENES DE ALTA VELOCIDAD

## OVERHEAD POWER CABLE FOR HIGH-SPEED TRAINS

Los nuevos trenes de alta velocidad precisan catenarias más avanzadas

New high-speed trains need more advanced overhead power cables



La primera línea de ferrocarril de alta velocidad en España fue la Madrid-Sevilla, inaugurada en 1992, coincidiendo con la celebración en la capital andaluza de la Exposición Universal de ese año. Por ella transitan los trenes de Alta Velocidad Española (AVE), cuya imagen aerodinámica se ha convertido para muchos en símbolo de modernidad y avance tecnológico. Pero las características de este tren, que circula a 250 kilómetros por hora con alimentación a 25 kV de corriente alterna, no permitían emplear las líneas tradicionales que suministran la energía eléctrica a las locomotoras, denominadas catenarias. Las catenarias del AVE no pudieron, así, ser encargadas a empresas españolas y hubo que recurrir a tecnología extranjera para su instalación.

Pero las cosas han cambiado a partir de entonces en este apartado de la industria ferroviaria

The first high-speed railway line to operate in Spain was the Madrid-Seville line, inaugurated in 1992 to coincide with the opening of the World Fair in the Andalusian capital. This is the line that accommodates the “AVE”, the name by which Spain’s high-speed trains are known and whose aerodynamic image has become a popular symbol of innovation and technological progress. But the characteristics of this train, which travels at 250 kilometres per hour with a power supply of 25 kV alternating current, precluded use of the traditional overhead lines that supply locomotives with electrical power and, by extension, the commissioning of overhead electrification from Spanish companies, hence the need to import foreign technology.

Since then, however, things have changed in this particular area of the Spanish railway industry and decisive developments are shaping the future of high-speed lines. A group of three companies, SEMI, COBRA and ELEC NOR, has been put in charge of the project, headed by the engineer Agustín Hernández Velilla, to develop an overhead power cable capable of meeting present and future needs. This project is being backed by a number of institutions devoted to developing state-of-the-art technology in association with several universities and RENFE, the Spanish National Railway Network, which oversees the vast majority of Spanish railways.

These developments have paved the way for the C-350 overhead power cable. The first trials proved that it could accommodate speeds of up to 351 kilometres per hour, the top speed reached by the train used in the test. Comparisons of these trials and computer simulation extrapolations not only show that the C-350 is entirely feasible for 15000 KW trains operating at a commercial speed of 350 kilometres per hour, but that these trains could even reach a speed of 400 and run every three minutes.

Other requirements also have to be taken into account. Since high-speed railway lines are very expensive to build, the speed at which they can be put into operation is an important factor insofar as it is only once they are up and running that they will

La C-350 es válida para trenes que circulen a una velocidad comercial de 350 kilómetros por hora



española, que resultará determinante para el futuro de las líneas de alta velocidad. Un grupo formado por las empresas SEMI, COBRA y ELECNOR ha acometido el proyecto, bajo la dirección del ingeniero Agustín Hernández Velilla, de desarrollar una catenaria que pueda hacer frente a estas y futuras necesidades. Para ello ha contado con el apoyo de entidades dedicadas al fomento de la innovación tecnológica, con la colaboración de universidades y con la cooperación de Renfe, la empresa responsable de la mayor parte de las líneas férreas españolas.

El resultado es la catenaria C-350. Los primeros ensayos han permitido comprobar su idoneidad para una velocidad de hasta 351 kilómetros por hora, máxima que logró alcanzar el tren empleado para la prueba. La contrastación de estas experiencias con las extrapolaciones derivadas de simulaciones informáticas muestran que la C-350 es válida para trenes de 15.000 KW que circulen a una velocidad comercial de 350 kilómetros por hora, pero que podrían alcanzar hasta los 400, y cuya frecuencia de paso sea de hasta 3 minutos.

Se han tenido en cuenta, además, otras necesidades de las líneas de alta velocidad. Como su coste de construcción es enormemente elevado, la prontitud con que puedan entrar en funcionamiento, e iniciarse así la amortización, es un factor importante. Aunque las catenarias suelen ser lo último que se añade, una vez finalizadas la plataforma y la vía, las características constructivas de la C-350 permiten instalar sus cimentaciones antes que la vía, con el consiguiente avance de tiempo. Se emplean pilotes armados, que requieren poca extracción de tierras y poco vertido de hormigón.

El primer éxito comercial del nuevo producto ya ha llegado. La línea de alta velocidad Madrid-Lleida, que luego se prolongará hasta Barcelona, ha sido adjudicada a una oferta que incluía la C-350, en competencia con catenarias alemanas y francesas. La entrada en funcionamiento de esta línea, que está llamada a ser pieza clave del sistema ferroviario español y corredor de comunicación de la Península con Europa, ofrecerá una plataforma idónea para su presentación internacional. De



Catenarias EAC-350

EAC-350 overhead power cables

start to pay for themselves. Although overhead power cables are usually the last item to be added upon completion of the platform and track, the constructional characteristics of the C-350 make it possible to install its foundations before the track is laid, and this means time saving. Reinforced piles involving little excavation and just a small amount of concrete fill are used.

This new product has already notched up its first commercial success. The contract for the high-speed line linking Madrid and Lérida, which will later be extended to Barcelona, has been awarded to a tender that includes the use of C-350, and one competing with German and French overhead electrification systems. When this line becomes operative - and it promises to be vital to the Spanish railway system and to links between the Peninsula and the rest of Europe - it is likely to serve as an

# The C-350 is valid for trains operating at a commercial speed of 350 kilometres per hour

Tren de alta velocidad

High-speed train



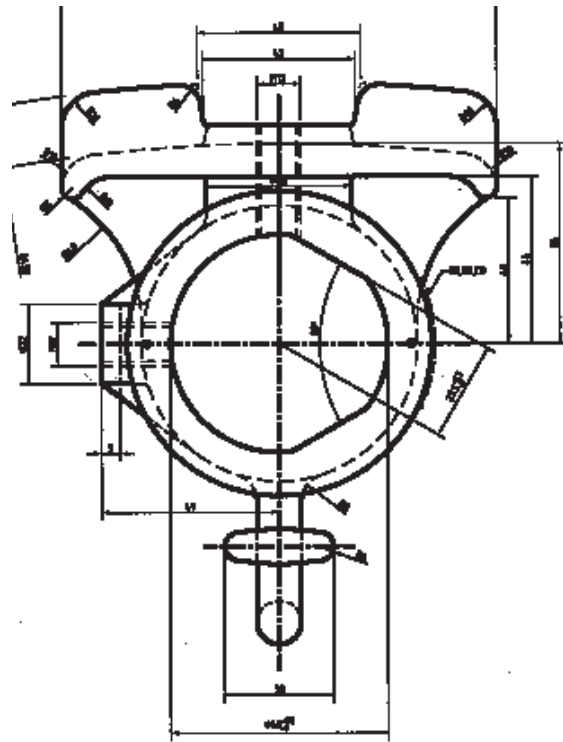
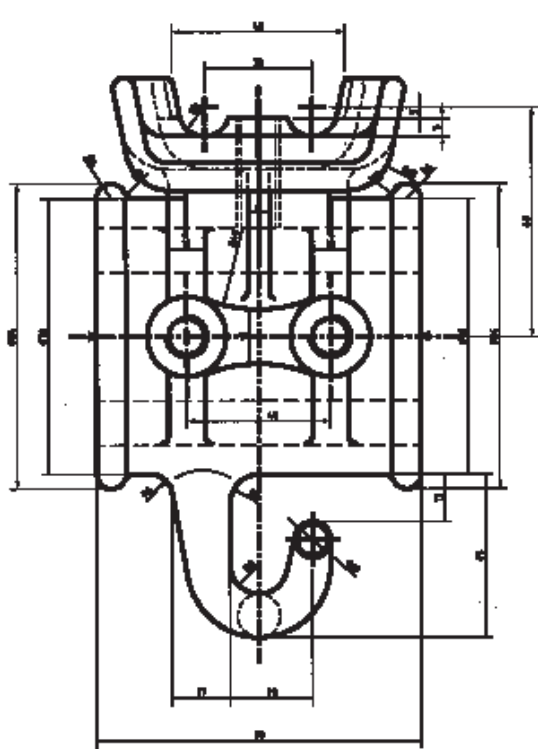
momento, ya se han interesado por la catenaria española desde Holanda y Suiza, y también desde China.

Las perspectivas de futuro son, en todo caso, prometedoras. En España se prevé un gran desarrollo de la red de alta velocidad en los próximos años. En Europa solo la alemana Re-330 y la catenaria francesa del TGV París-Burdeos son competidoras directas, pero ambas limitan la velocidad máxima a 330 kilómetros por hora. Y los desarrollos ferroviarios en otros países, en la Europa del Este, en Egipto o en China, pueden ofrecer buenas oportunidades de mercado a la C-350. Ello dependerá, no obstante, dadas las grandes inversiones que requiere la implantación de la alta velocidad, de la integración de esta tecnología en ofertas que aporten soluciones globales, incluidos trenes, instalaciones y mecanismos de financiación.

international springboard for future business. So far, Holland, Switzerland and China have expressed an interest in the Spanish overhead power cable.

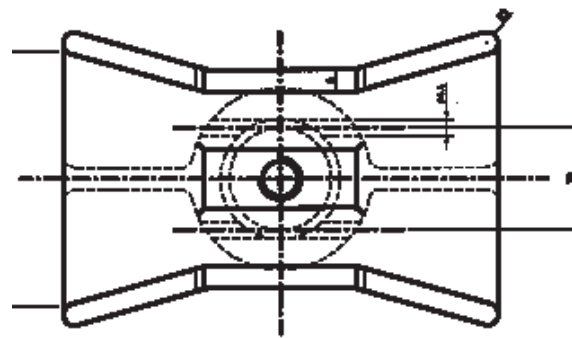
Future prospects are, in all events, promising. In Spain, the high-speed rail network is expected to see extensive developments in coming years. So far, the only direct competitors in Europe are Germany's Re-330 and the Paris-Bordeaux TGV overhead power cable, but they both restrict maximum speed to 330 kilometres per hour. Railway developments in other countries, such as those of Eastern Europe, Egypt and China, may offer good market opportunities for the C-350. However, given the high investment required for introducing high-speed railway lines, a lot will depend on the integration of such technology into bids that provide global solutions, including trains, installations and mechanisms for financing them.

## En España se prevé un gran desarrollo en el futuro inmediato de la red de alta velocidad



Planos de detalles estructurales de la catenaria

Plans showing structural details of the overhead power cable



Spain expects to see extensive development of the high-speed railway network in the immediate future

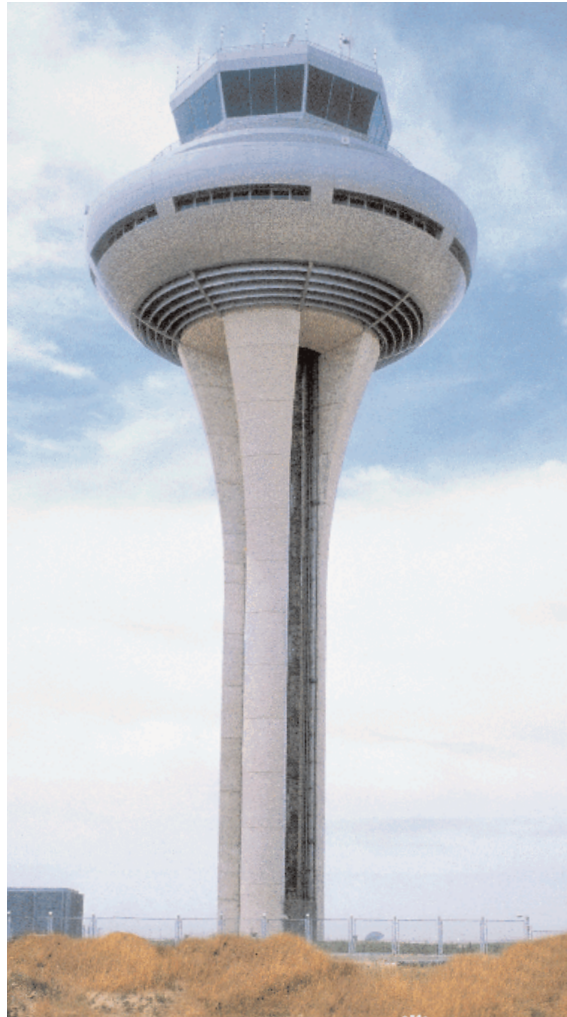


# CONTROL DEL TRÁFICO AÉREO

## AIR TRAFFIC CONTROL

Las torres de control operan con sistemas de control cada vez más sofisticados para poder regular un intenso tráfico aéreo

Control towers are using increasingly more sophisticated control systems for regulating such intense air traffic



Siendo uno de los países que más turistas atrae en todo el mundo, España ha de absorber año tras año una enorme densidad de vuelos nacionales e internacionales. A cada instante un avión despeg

Spain is one of the world's top tourist destinations and year after year absorbs a huge density of domestic and international flights. Aircraft are continually taking off or landing at Spanish airports, which are linked by a mesh of airways that make Hispanic skies

a very crowded place. Control of this intense air traffic calls for the application of cutting-edge information technologies. Up until the end of the 1970s, these control devices were supplied by foreign companies, but then the civil aviation authorities decided to modernise the system and entrust the task to Spanish companies. The firm to spearhead this change was Indra, which had to meet the challenge of making a huge research and development effort.

This effort paid off. In 1983, when the Spanish Government decided to commission an entirely new automatic air traffic control system known in Spain as SATCA, designed to integrate the control centres and towers of all Spanish airports so that they shared the same data in real time, Indra was ready to begin work on the project, which started in 1984. In the years that followed, new radar systems, communication networks and control centres were installed gradually all over Spain. The SATCA was a success. It is still a success, as it was designed to support continual evolution, meaning that it adapts automatically to the unrelenting increase in the number and frequency of flights. Today, it is one of the most advanced air traffic control systems in the world and its technology is being exported to a large number of other countries.

# En 1983 el gobierno decidió abordar todo un nuevo Sistema Automático de Control de Tráfico Aéreo



En la actualidad, Indra suministra los sistemas de planes de vuelo, elemento esencial de todo el conjunto, a diversos países europeos, como Alemania, Holanda o Noruega, y su tecnología está siendo utilizada por todo el mundo, desde Australia, China e India hasta gran parte de Latinoamérica, pasando por países de la Europa del Este, como Polonia, Rusia y Ucrania.

El éxito alcanzado solo puede mantenerse sobre la base de una continuada innovación. Las tecnologías se hacen más sofisticadas y cambian también las reglas del juego. En Europa se tiende cada vez más a un single sky o cielo único en el que las fronteras nacionales se disolverán en aras de una mayor fluidez en el transporte aéreo. Como consecuencia, los sistemas de control han de ser interoperables entre sí. Como proveedor estratégico en distintos lugares de Europa, Indra dispone de una excelente oportunidad para desempeñar un papel de creciente importancia en ese futuro compartido.

En cuanto a las tecnologías, los retos planteados pasan por la capacidad de integrar un volumen de información que va en aumento, que procede de fuentes diversas y que tiene características heterogéneas, ya sea información de sensores, aeronáutica, meteorológica o de otros tipos. Todo ello ha de ser procesado en tiempo real. Además, los controladores y los pilotos necesitan una gran

India to a large part of Latin America, and in East European countries such as Poland, Russia and the Ukraine.

This degree of success can only be maintained on the basis of continued innovation. Technologies become more sophisticated and also change the rules of the game. In Europe, there is an increasing tendency towards a single sky where national borders will melt away for the sake of creating greater fluidity in air transport. This means that control systems must interact with one another. As a strategic supplier in different parts of Europe, Indra has a wonderful opportunity for playing an increasingly important role in this shared future.

Regarding technologies, the challenges posed include the capacity for integrating an increasingly large volume of information from a variety of sources, all of which have heterogeneous characteristics, whether in terms of information on sensors, aeronautics, meteorology or other types of information. All this must be processed in real time. At the same time, air traffic controllers and pilots need all the help that technology can provide them with in the decision-making processes that are essential for guaranteeing the safety of round-the-clock traffic and the thousands of passengers who take flights every day. Only companies with extensive working knowledge of this highly specialised and demanding work medium and the ability to supply global solutions can continue to lead the development of the sector in the coming years.

# Indra suministra sistemas de planes de vuelo a Alemania, Holanda y Noruega, y su tecnología se utiliza por todo el mundo





Interior de una torre de control

Inside a control tower

cantidad de ayudas en los procesos de toma de decisión, de los que depende la seguridad de un tráfico que nunca se detiene y de los millares de personas que lo utilizan a diario. Solo empresas con gran conocimiento funcional de este medio de trabajo tan especializado y exigente, y que sean capaces de proporcionar soluciones globales, podrán seguir protagonizando el desarrollo del sector en los próximos años.

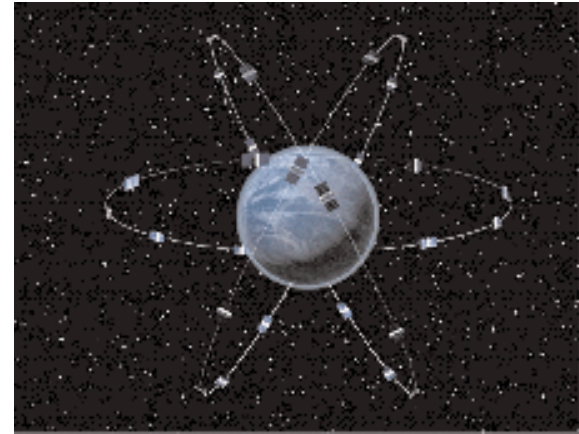
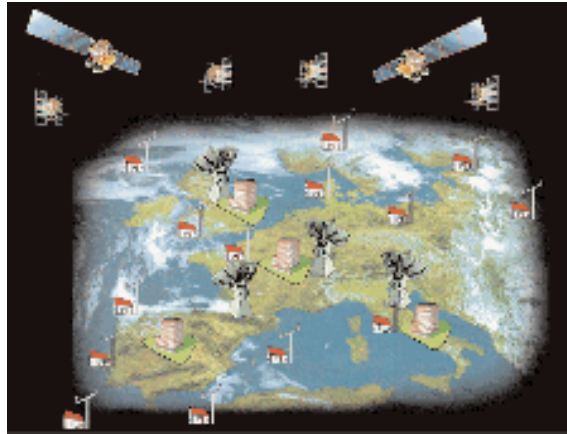
The firm supplies flight plan systems to Germany, Holland and Norway, and its technology is used the world over

# FUTUROS SISTEMAS EUROPEOS DE NAVEGACIÓN POR SATÉLITE

## FUTURE EUROPEAN SATELLITE NAVIGATION SYSTEMS

Esquema de la funcionalidad del sistema europeo de navegación global por satélite EGNOS (izquierda) y satélites que formarán parte del sistema Galileo (derecha)

Schematic diagram of the functionality of the European Global Satellite Navigation System EGNOS (left) and satellites that will form part of the Galileo system (right)



Saber dónde se está y hacia dónde se navega siempre ha sido una necesidad vital para el piloto de cualquier clase de nave. Pero lo que antes era un complejo arte basado en la posición de las estrellas hoy, gracias a los sistemas de navegación por satélite, puede sustituirse por la simple posesión de un pequeño receptor, que nos dará nuestra posición con una precisión asombrosa. El éxito del sistema americano GPS demuestra la potencialidad de esta tecnología para todo tipo de aplicaciones, que no solo afectan al transporte y otros ámbitos profesionales sino que, en determinadas actividades de ocio, ya han llegado a los usuarios personales.

Y esto no es sino el comienzo. Mañana los sistemas de navegación por satélite se harán extensivos a los automóviles, la telefonía móvil o las operaciones comerciales a través de Internet. De ahí su importancia estratégica y el que la Unión Europea haya optado decididamente por su

Whatever craft they are navigating, pilots need to know exactly where they are and where they are heading. The complex calculations of the past based on the position of the stars have now been replaced by a tiny instrument which uses satellite navigation systems to display position with astounding accuracy. The potential of this technology was amply demonstrated by the success of the American GPS system in a wide range of applications. Some of them have already had an effect on transport and other business areas and, in the case of certain leisure activities, they can even be found in the hands of individuals. This is just the beginning. Soon satellite navigation systems will make their way into cars and mobile phones and be used in trading on the Internet. This reflects the strategic importance of these devices and is the reason why the European Union is actively

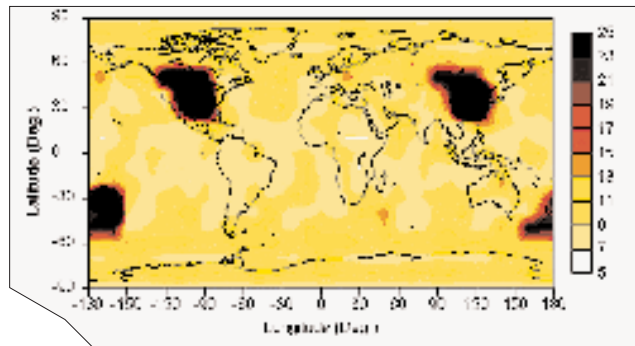
Los sistemas de navegación por satélite se harán extensivos a los automóviles, la telefonía móvil e Internet

desarrollo.

La empresa GMV, de capital cien por cien español y con una experiencia de quince años en el sector, participa de forma muy activa en el desarrollo de los dos futuros sistemas europeos de navegación por satélite, denominados EGNOS y Galileo. En estos proyectos GMV se encarga del diseño y el desarrollo de elementos esenciales del segmento de tierra, elementos de los que dependen las prestaciones finales del sistema. Así, en un futuro cercano, los usuarios sabrán su posición con una altísima precisión basada en los datos que los equipos y el software desarrollados por GMV calcularán. Cálculos extremadamente complejos que estimarán la posición de los satélites y la sincronización de sus relojes con precisiones de centímetros y nanosegundos respectivamente.

Estos desarrollos precisan, a su vez, un alto conocimiento de las distintas tecnologías de determinación de órbitas, sincronización de satélites, cálculos de integridad, etcétera. GMV desarrolla también herramientas de simulación que modelan tanto el entorno como los propios sistemas de navegación y que son esenciales en las tareas de diseño y validación.

Junto con GMV, en el segmento terrestre del proyecto Galileo participa Indra, mientras que otras compañías españolas, como Alcatel Espacio, EADS-CASA o SENER, toman parte en el segmento espacial. AENA e Hispasat completan este conjunto en lo que se refiere a operaciones y



El sistema Galileo proporciona unas muy altas prestaciones en toda la superficie terrestre

The Galileo system offers excellent performance across the whole surface of the earth

promoting their development.

GMV, a 100% Spanish-owned company with 15 years of experience in this sector, is actively involved in the development of the two future European satellite navigation systems, known as EGNOS and Galileo. GMV is handling the design and development of the key components for the ground segment - on which the overall performance of the systems depends. So, in the near future users will know their position with an extremely high degree of accuracy thanks to the data calculated by the equipment and software developed by this company. These calculations are extremely complex

# Satellite navigation systems will be found in cars, mobile phones and on the Internet



Los nuevos sistemas de navegación permiten conocer con precisión la posición en cualquier región del planeta

The new navigation systems make it possible to know one's precise position in any region of the planet



servicios de navegación aérea. Todas ellas unidas constituyen la empresa Galileo Sistemas y Servicios (GSS).

Se prevé que la colaboración y las alianzas establecidas en este esfuerzo conjunto entre empresas de toda la Unión Europea se extiendan también a la futura provisión de los servicios que los nuevos sistemas de navegación por satélite permitirán ofrecer a los usuarios, así como al desarrollo de las terminales que servirán para acceder a toda una nueva gama de posibilidades.

Además de ganar su independencia en la

and are used to estimate the position of satellites and to synchronise their clocks within one centimetre and one nanosecond, respectively.

Such development work requires a full understanding of the different orbit determination technologies, satellite synchronisation, integrity calculations, etc. GMV has also developed modelling tools which simulate the environment and the navigation systems themselves. These tools are essential parts of the design and validation procedures.

Sabrán su posición con una altísima precisión basada en datos que los equipos y el software de GMV calcularán



aplicación de la navegación por satélite a sectores tradicionales, como el transporte o la medición del tiempo, Europa podrá partir de una posición de liderazgo en nuevos ámbitos de aplicación. La cooperación tecnológica e industrial que hoy está en marcha hará posible difundir nuevos servicios basados en la combinación de comunicaciones y navegación. Los navegadores personales serán cada vez más una realidad cotidiana, aplicada a la localización y la orientación de los usuarios en una ciudad, en la que podrán dirigirse a una dirección concreta o a un determinado evento, a la gestión del tráfico y a otros múltiples servicios. España, histórico país de navegantes, está participando desde el comienzo en esta nueva aventura europea.

In conjunction with GMV, Indra is also taking part in the ground segment of the Galileo Project. Other Spanish firms such as Alcatel Espacio, EADS-CASA and SENER are participating in the space segment. These companies plus AENA and Hispasat make up a group which is working on aerial navigation operations and services. Together they form Galileo Systems and Services (GSS). It is expected that the cooperation and the partnerships which are being forged in this joint action with companies from all over the European Union will eventually extend to the user services, based on the new navigation systems, and to the development of terminals which will provide access to an entirely new range of possibilities.

Not only will Europe gain its independence in applying satellite navigation to traditional sectors such as transport and the measurement of time, but it will be in an excellent position to lead the way in the new areas of application. The current level of technological and industrial cooperation will make it possible to market new services based on a combination of communications and navigation. Personal navigation devices will become part of everyday life, providing guidance for finding one's way around cities, identifying a specific route or locating a particular event, for traffic management and for many other services. Spain, a country historically associated with navigation, is embarking on this new European voyage of discovery right from the start.

Galileo, el futuro sistema de navegación por satélite que asegura la independencia de Europa en un servicio estratégico para la sociedad

Galileo, the future satellite navigation system that ensures Europe's independence through a strategic service for society

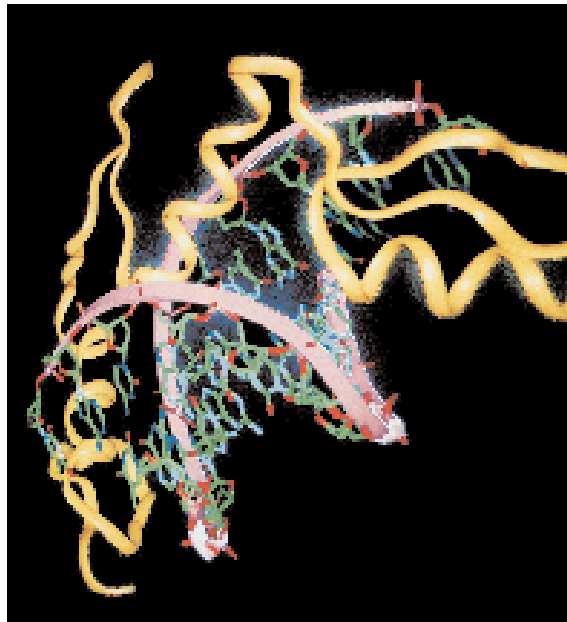
Positions will be gauged with an extremely high degree of accuracy on the basis of the data calculated by this equipment and software

# BIOINFORMÁTICA

## BIOINFORMATICS

Representación gráfica generada por ordenador del factor de transcripción Zif268 en interacción con el ADN

Graphic computer representation of the Zif268 transcription factor in interaction with the DNA



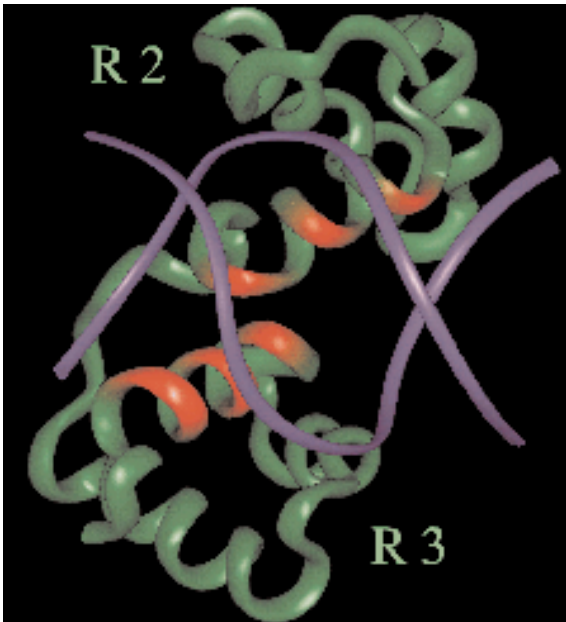
El tramo final del siglo XX parece haber iniciado una nueva era de la biología. Al penetrar en el dominio molecular de la vida, se han abierto fronteras de conocimiento antes insospechadas y enormes posibilidades para el tratamiento y la prevención de enfermedades, el diseño de fármacos o la manipulación genética de organismos. Pero, al tiempo, ese enorme avance plantea nuevos retos. Uno de ellos es el manejo de los gigantescos volúmenes de información que proporcionan las actuales técnicas analíticas. La bioinformática es la respuesta.

The end of the 20th century heralded a brand new era for biology. As it has delved into the molecular domain of life, hitherto undreamed of frontiers of knowledge have come to the forefront and enormous possibilities have opened up for the treatment and prevention of diseases, the design of new drugs and genetic manipulation of organisms. Nevertheless, this great stride forward poses new challenges. One of them is how to handle the huge volumes of information that current analytical techniques are producing. Bioinformatics is the answer.

Strictly speaking, bioinformatics is no more than the computer processing of data provided by biomedical sciences. Closely related to it, and sometimes hard to separate from it, is the field of computational biology, in which the number-crunching capabilities of modern computers are applied to exploring new ideas, using models, simulations or predictions of the behaviour of complex living systems. There is nothing new about these disciplines, but in recent years they have been given fresh impetus and attracted increasing attention as a result of the spectacular advances made in genomics and proteomics. The avalanche of information that this has generated calls for new technical and conceptual tools, for it is not only a problem of

La bioinformática  
es la respuesta a los  
gigantescos volúmenes de  
información que  
proporcionan las actuales  
técnicas





quantity but also of complexity.

The establishment of networks has played a crucial role in the development of bioinformatics. This has been particularly evident in Europe, which has spawned initiatives such as the European Bioinformatics Institute (EBI), set up in 1992. Two Spanish research groups led by José María Carazo and Alfonso Valencia at the National Biotechnology Centre (CSIC) in Madrid are participating in EBI projects. Dr Carazo is an expert in protein structure databases, parallel computational systems and optimisation algorithms. Dr Valencia works with genes and proteins; his group is analysing genomes and predicting protein structures, while at the same time trying to synthesise these two major domains of life through the integration of genomic and proteomic data. Elsewhere, the development of DNA arrays at the National Oncological Research Centre in Madrid

Factor de transcripción Myb, con las áreas de la proteína en las que se produce la interacción específica con el ADN marcadas en rojo

Myb transcription factor, with the red areas of the protein showing where the specific interaction with the DNA occurs

La bioinformática no es, en rigor, sino el tratamiento informático de los datos que proporcionan las ciencias biomédicas. Cercana, y a veces difícilmente separable, está la biología computacional, campo en el que la capacidad de cálculo de los ordenadores se aplica más bien a la exploración de nuevas ideas, mediante modelos, simulaciones o predicciones del comportamiento de sistemas vivos complejos. Tales disciplinas no son nuevas, pero en los últimos años han recibido especial impulso y han atraído creciente atención como consecuencia de los espectaculares avances de la genómica y la proteómica.

La avalancha de información que todo ello ha generado precisa de nuevas herramientas técnicas y conceptuales, pues no solo es un problema de cantidad sino también de complejidad.

Por su propia naturaleza, en el desarrollo de la bioinformática tiene importancia decisiva el establecimiento de redes, fenómeno bien palpable en Europa, donde han surgido iniciativas como el Instituto Europeo de Bioinformática (EBI), creado en 1992. En el EBI participan los grupos españoles de José María Carazo y Alfonso Valencia, ambos del Centro Nacional de Biotecnología (CSIC),

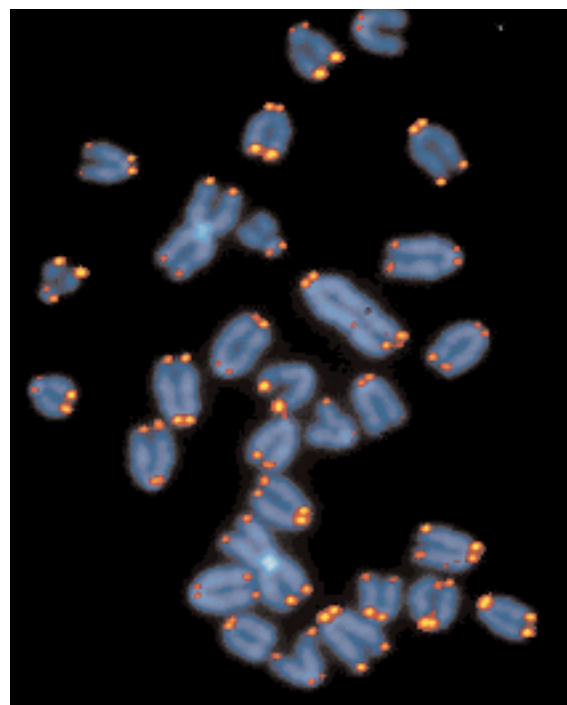
Bioinformatics is the answer to the huge volumes of information produced by current techniques

El material genético forma los cromosomas, cuyas regiones terminales o telómeros aparecen aquí resaltadas

The genetic material forms the chromosomes. Here their terminations or telomeres are highlighted

radicado en Madrid. Carazo se especializa en bases de datos de estructuras de proteínas, sistemas de computación en paralelo y algoritmos de optimización. Valencia trabaja tanto con genes como con proteínas, pues su grupo se dedica al análisis de genomas y a la predicción de estructuras de proteínas, pero además trata de sintetizar estos dos grandes dominios de lo vivo a través de la integración de datos de genómica y proteómica. Por otro lado, el desarrollo de DNA arrays o matrices de ADN en el Centro Nacional de Investigaciones Oncológicas, ubicado en Madrid, abre posibilidades para la aplicación de una oncología moderna, basada en la genómica.

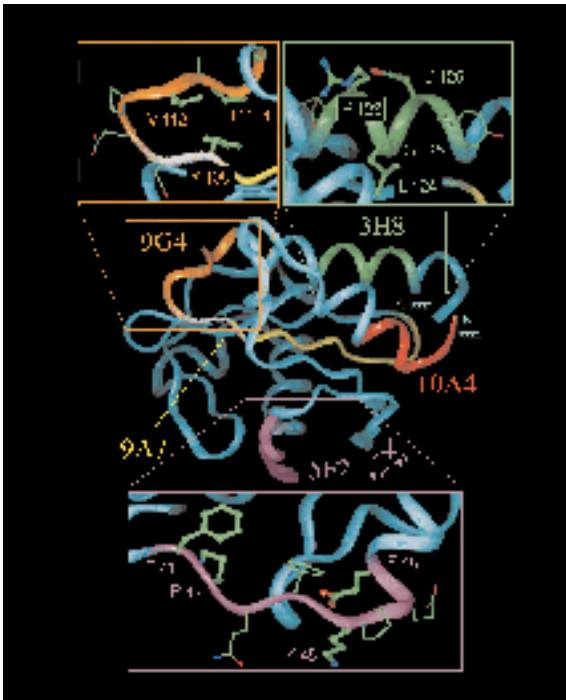
Pero no solo en Madrid están ocurriendo cosas. En Barcelona, el grupo de Roderic Guigó, en el Institut Municipal d'Investigació Mèdica y la Universitat Pompeu Fabra, se dedica a la identificación de genes en mamíferos y al análisis de los genomas humano y del ratón, así como a la predicción de regiones de regulación génica. Guigó y su colaborador F. Abril participaron en la secuenciación del genoma humano llevada a cabo por el equipo de Craig Venter y Celera Genomics, cuyos resultados se publicaron en Science en 2001, equipo en el que aportaron el programa informático que permitió visualizar la interminable hilera de nucleótidos como si de un mapa se tratase. Otros muchos investigadores, en centros y



opens up possibilities for the application of new approaches to oncology, based on genomics.

It's not all happening in Madrid. In Barcelona, Roderic Guigó's group at the Municipal Medical Research Institute and the Pompeu Fabra University is busy identifying genes in mammals and analysing human and mouse genomes, as well as predicting gene regulatory regions. Dr Guigó and his collaborator, Josep F. Abril, took part in the human genome sequencing project undertaken by the Craig Venter and Celera Genomics team, the results of which were published in Science in 2001. They

# Muchos investigadores están colaborando en el desarrollo de una creciente comunidad bioinformática en España



provided the team with the computer programme that enabled the interminable strand of nucleotides to be displayed in the form of a map. Many other investigators at research centres and universities across the country are active in this project, contributing their own particular biological, chemical or computational expertise to the development of a growing bioinformatics community in Spain.

Bioinformatics and computational biology are not just auxiliary or instrumental disciplines. Their capacity for tackling complexity means that they are destined to play an increasingly important theoretical role in understanding life itself. Without detracting from the importance of analytical methods and technologies, which in recent years have uncovered so much information on the make-up of organisms, cells and genes, synthetic approaches are proving to be increasingly more necessary to enable us to understand the integrated functioning of these systems.

Los detalles del gráfico tridimensional muestran las áreas preferentes de interacción con los anticuerpos de la profilina, una proteína abundante en el polen, responsables de su efecto alérgico

The details in the three-dimensional graph show the areas preferred for interaction with the profilin antibodies, an abundant protein contained in pollen, responsible for its allergic effect

universidades de diferentes ciudades, están colaborando, a partir de intereses biológicos, químicos o computacionales, en el desarrollo de una creciente comunidad bioinformática en España.

La bioinformática y la biología computacional no son meras disciplinas auxiliares o instrumentales. Su capacidad para abordar la complejidad permite suponer que están llamadas a desempeñar un papel teórico de creciente importancia para el entendimiento mismo de la vida. Sin desdeñar la importancia de los métodos y las tecnologías analíticas, que tanta información han revelado en los últimos años sobre la constitución de los organismos, de las células y de los genes, parecen cada vez más necesarios enfoques sintéticos que permitan comprender el funcionamiento integrado de tales sistemas.

Many researchers are contributing to the development of a growing bioinformatics community in Spain



# MODELIZAR LA VOLATILIDAD DE LOS MERCADOS FINANCIEROS

## MODELLING THE VOLATILITY OF FINANCIAL MARKETS

Para el no iniciado, el comportamiento de las bolsas y otros mercados financieros, en los que se negocian a diario cantidades fabulosas en acciones, bonos y divisas, resulta un completo misterio.

Pero ni siquiera para los expertos es fácil prever qué pasará al día siguiente. Frente a esa sensación de impredecibilidad algunos economistas han optado por observar cómo se producen esos cambios, en vez de intentar comprender por qué ocurren.

Se trata de un enfoque empírico, cuyo objetivo es construir modelos matemáticos que reproduzcan el comportamiento de las variables económicas a lo largo del tiempo. Si se comprueba que el valor que adopta una variable en un momento dado depende de los que ha tenido en días, semanas o meses anteriores, y si esa relación puede modelizarse, entonces se tendrá una herramienta predictiva de indudable utilidad.

A mediados de los ochenta Enrique Sentana, un joven investigador español que completaba entonces su tesis doctoral en la London School of Economics, tuvo su primera idea sobre cómo perfeccionar uno de los modelos que más expectativas habían creado para el análisis de la volatilidad de los mercados financieros.

La volatilidad de un activo es una medida natural de su riesgo y, como tal, aporta una información clave para las decisiones que toman a diario los agentes económicos. Se había observado que la volatilidad no seguía una pauta uniforme en el tiempo. A periodos prolongados de baja volatilidad sucedían aumentos súbitos, tras los cuales

For the uninitiated, the behaviour of stock exchanges and other financial markets, where fabulous sums are negotiated daily in shares, bonds and foreign currency,

is an utter mystery. But not even the experts find it easy to forecast what will happen the next day.

Faced with such a feeling of unpredictability, some economists have opted for observing the way in which these changes come about, rather than attempting to understand why they occur. This is an empirical approach, whose aim is to construct mathematical models that reproduce the behaviour of economic variables over time. If it is confirmed that the value adopted by a variable at a given moment in time depends on the values it has held over previous days, weeks or months, and if a model can be made of that ratio, then we will dispose of a highly useful prediction tool.

In the mid-1980s, Enrique Sentana, a young Spanish research student who was in the process of completing his doctoral thesis at the London School of Economics, came up with one of his first ideas for perfecting one of the models that had generated unprecedented expectations for analysing financial market volatility. The volatility of an asset is a natural way of measuring its risk and, as such, provides key information for the decisions that financial brokers make every day. It had been noted that volatility did not follow a uniform pattern over time. Prolonged periods of low volatility were punctuated by sudden peaks, followed by a slow decrease until normal values were reached. In 1982 this perception resulted in an exact mathematical model known as ARCH, which stands for

Se había observado que la volatilidad de los activos financieros no seguía una pauta uniforme en el tiempo



Bolsa de Nueva York

New York Stock Exchange

disminuía lentamente hasta alcanzar valores normales. En 1982 esta percepción se tradujo en un modelo matemático preciso, conocido como ARCH, siglas de Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. Según ARCH, los cambios en la volatilidad de un activo financiero dependen directamente de la magnitud de los cambios en los precios de ese activo durante un número finito de periodos previos.

Ahora bien, se había comprobado empíricamente

Clearly the  
volatility of  
financial assets  
did not follow a  
uniform pattern



La volatilidad de los mercados financieros es un fenómeno complejo, difícilmente previsible y de alcance global

The volatility of the financial markets is a complex phenomenon, hard to predict and with global effects



que el aumento de la volatilidad que seguía a una brusca variación de los precios, sobre todo en los mercados bursátiles, no era igual si ese cambio era al alza o a la baja, siendo mayor en este último caso. Esta asimetría no era recogida adecuadamente por el modelo ARCH, que trataba de igual modo las variaciones de uno u otro signo. Las alternativas que se habían propuesto no eran muy satisfactorias, pero Sentana ideó una modificación del modelo que tenía dos grandes virtudes. Por un lado, mantenía su estructura básica y, por tanto, facilitaba la comparación teórica y empírica con el modelo anterior. Por otro lado, era sensible a los efectos asimétricos del

Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. According to ARCH, the changes in volatility of financial assets depend directly on the magnitude of the price changes experienced by these assets during a finite number of previous periods.

However, it had been proved empirically that the increase in volatility which followed an abrupt variation in prices, particularly on stock markets, varied depending on the direction of the change and more so in the case of downward movements. This irregularity was not suitably reflected by the ARCH model, which handled

# La empresa norteamericana BARRA utiliza QARCH para modelizar la volatilidad de la Bolsa de Nueva York

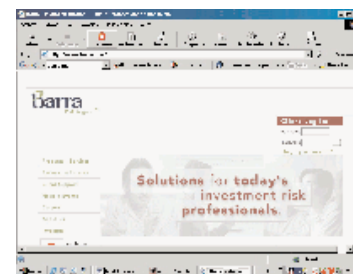


sentido positivo o negativo de los cambios y, de ese modo, mejoraba la capacidad predictiva.

Sentana, se trasladó en 1992 al Centro de Estudios Monetarios y Financieros (CEMFI) de Madrid, una de las instituciones españolas de investigación económica más prestigiosas. Allí sometió su modelo, al que llamo ARCH cuadrático o QARCH, a una revisión y una evaluación exhaustivas. Finalmente, en 1995, fue publicado en la *Review of Economic Studies*. En los últimos años el desarrollo de las investigaciones para definir nuevos y más eficaces modelos de volatilidad ha continuado en todo el mundo, y los propios agentes económicos han reconocido su utilidad y han comenzado a emplearlos masivamente en su práctica profesional. El modelo QARCH es una buena muestra de la incorporación de estas herramientas matemáticas al día a día de los mercados. Así, la empresa norteamericana BARRA, líder internacional en el desarrollo y comercialización de determinados instrumentos de análisis financiero, utiliza precisamente QARCH para modelizar la volatilidad de las miles de acciones con cotización oficial en la Bolsa de Nueva York.

all variations in the same way regardless of the direction they took. The alternatives suggested were not very satisfactory, but Enrique Sentana devised a modification of the model, with two great virtues. On the one hand, by maintaining the basic structure, it was relatively easy to make theoretical and empirical comparisons with the previous model; on the other, since the revised model was sensitive to the asymmetrical effects of the positive or negative direction of the changes, its predictive capability was enhanced.

In 1992, he transferred to Madrid's Centre for Monetary and Financial Studies (CEMFI), one of the most prestigious economic research institutions in Spain. There he subjected his model, which he called quadratic ARCH or QARCH, to exhaustive review and assessment. Finally, in 1995, it was published in the *Review of Economic Studies*. In the last few years, research geared to defining new and more efficient volatility models has continued the world over, with financial brokers acknowledging their usefulness and starting to use them professionally on a large scale. The QARCH is a good example of the inclusion of these mathematical tools into the everyday life of markets. For example, the American company BARRA, international leader in the development and marketing of certain financial analysis instruments, uses QARCH for modelling the volatility of thousands of shares that are officially quoted on the New York Stock Exchange.



La empresa BARRA emplea el modelo QARCH en sus análisis financieros

The firm BARRA uses the QARCH model in its financial analyses

# QARCH is used to model the volatility of the New York Stock Exchange

# REDES NEURONALES Y TELECOMUNICACIONES

## NEURAL NETWORKS AND TELECOMMUNICATIONS

Se ha repetido, hasta hacer de ello un lugar común, que vivimos en la sociedad de la información pero que el verdadero reto no es tanto aumentar la cantidad de información disponible como facilitar el acceso a la que realmente nos interesa. En ese contexto es fundamental el desarrollo de herramientas que, aplicadas a las enormes posibilidades facilitadas por las tecnologías de las comunicaciones, ayuden a la búsqueda y la obtención de la información relevante, de modo fiable y preciso. Ese es el objetivo de las investigaciones del joven Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones de la Universidad Carlos III de Madrid. Su enfoque se basa en la teoría de las redes neuronales.

Las redes neuronales se conciben como sistemas de unidades interconectadas cuyas relaciones recíprocas están gobernadas por ciertas reglas. Inspiradas teóricamente en el funcionamiento del sistema nervioso y las neuronas, han demostrado insospechadas capacidades para el procesamiento de información y constituyen un campo marcadamente interdisciplinar, punto de encuentro desde hace años para especialistas en áreas tan diversas como ciencia cognitiva, neurobiología, filosofía de la mente, computación o inteligencia artificial. Pero su interés no es solo teórico, también es la base de notables aplicaciones prácticas.

We have been told so often that we are living in an information society that it has become a cliché. With all this information at our fingertips, the real challenge

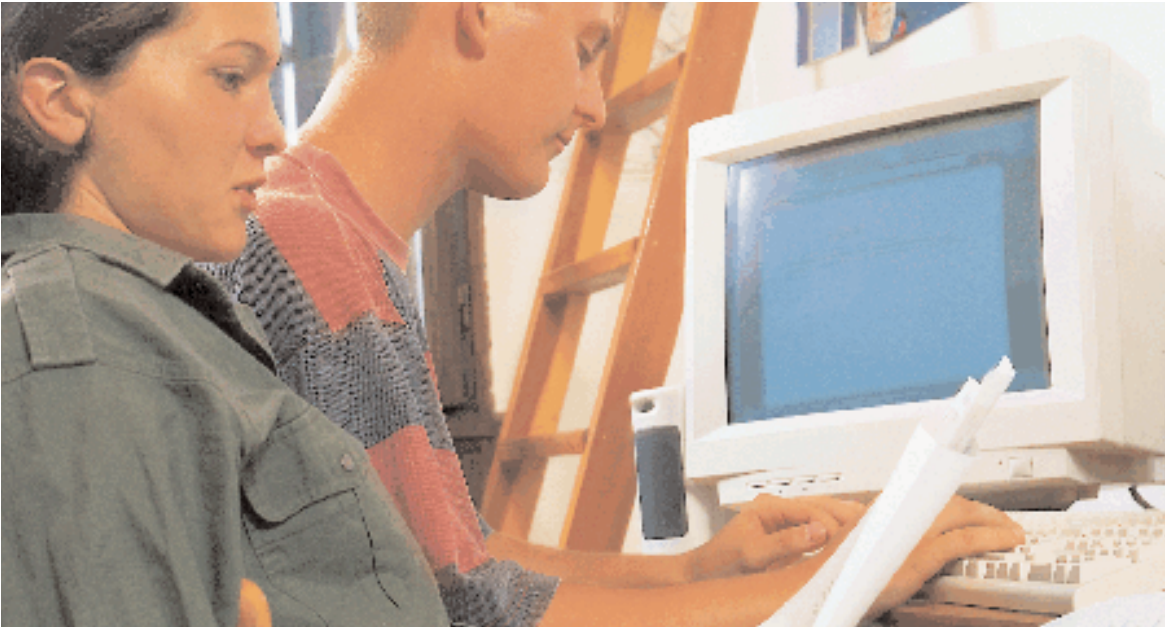
is not necessarily to make more information available, but to facilitate access to the information that really interests us. Within this context, the goal is to develop reliable tools which, when applied to the enormous possibilities offered by communication technologies, will help us search for and retrieve the particular information we need. The recently formed Department of Signal Theory and Communications at the Carlos III University in Madrid has focused its research on this objective, basing its work on the theory of neural networks (NN).

Artificial neural networks are systems of interconnected processing units whose reciprocal relations are governed by certain rules.

Theoretically, they draw their inspiration from the way the nervous system and neurones work and have demonstrated hitherto undreamed-of data processing capabilities. This is a truly interdisciplinary field, which for years now has been a meeting point for specialists in such diverse areas as cognitive science, neurobiology, philosophy of the mind, computing and artificial intelligence. However, this concept is not just of theoretical interest; it is also used for important practical applications.

As a starting point, researchers at the Carlos III University resorted to the experience gained from their previous work on signal processing and communications systems, that is to say, on what information is transmitted and how it is transmitted. They then started designing tools that could give users access to what actually interested them, in the enormous stacks of information stored on the networks. The first problem was to identify which characteristics of the information had to be taken into account. As multimedia content increases, this is becoming more and more of a problem. In addition, provision had to be made for complex, multiple classifications that finally revealed which user required which data. Finally, this solution had to fit into the technological framework of current communications networks, which provide the

El verdadero reto  
no es aumentar la  
cantidad de  
información sino  
acceder a la que  
interesa



En la Universidad Carlos III se investigan aspectos teóricos y aplicados de la información y la comunicación

Theoretical and applied aspects of information and communications are being researched at the Carlos III University

El punto de partida para los investigadores de la Universidad Carlos III se situaba en sus trabajos anteriores sobre tratamiento de señales y sistemas de comunicación, es decir, sobre qué información se transmite y cómo se transmite. Para avanzar hacia el diseño de herramientas que permitan a los usuarios acceder a aquella parte que les interesa de los enormes volúmenes de información almacenada en las redes era preciso enfrentarse al problema de cuáles son los rasgos de las informaciones que deben ser tenidos en cuenta, problema que se agudiza al tratarse ya en muchos casos de informaciones multimedia. Por otro lado, hay que abordar complejas clasificaciones múltiples que permitan finalmente elucidar qué usuario quiere qué información. Y todo ello inserto en la matriz tecnológica que representan las actuales redes de comunicaciones, que actúan como depósitos y canales en todos esos procesos.

Las contribuciones del grupo sobre aspectos básicos de las redes neuronales, aplicaciones de las mismas a sistemas de telecomunicaciones, gestión de la información, gestión del conocimiento o minería de datos han ido apareciendo en los últimos años en las mejores revistas del sector. Entre los trabajos más recientes cabe citar el

storage facilities and channels for all such processes.

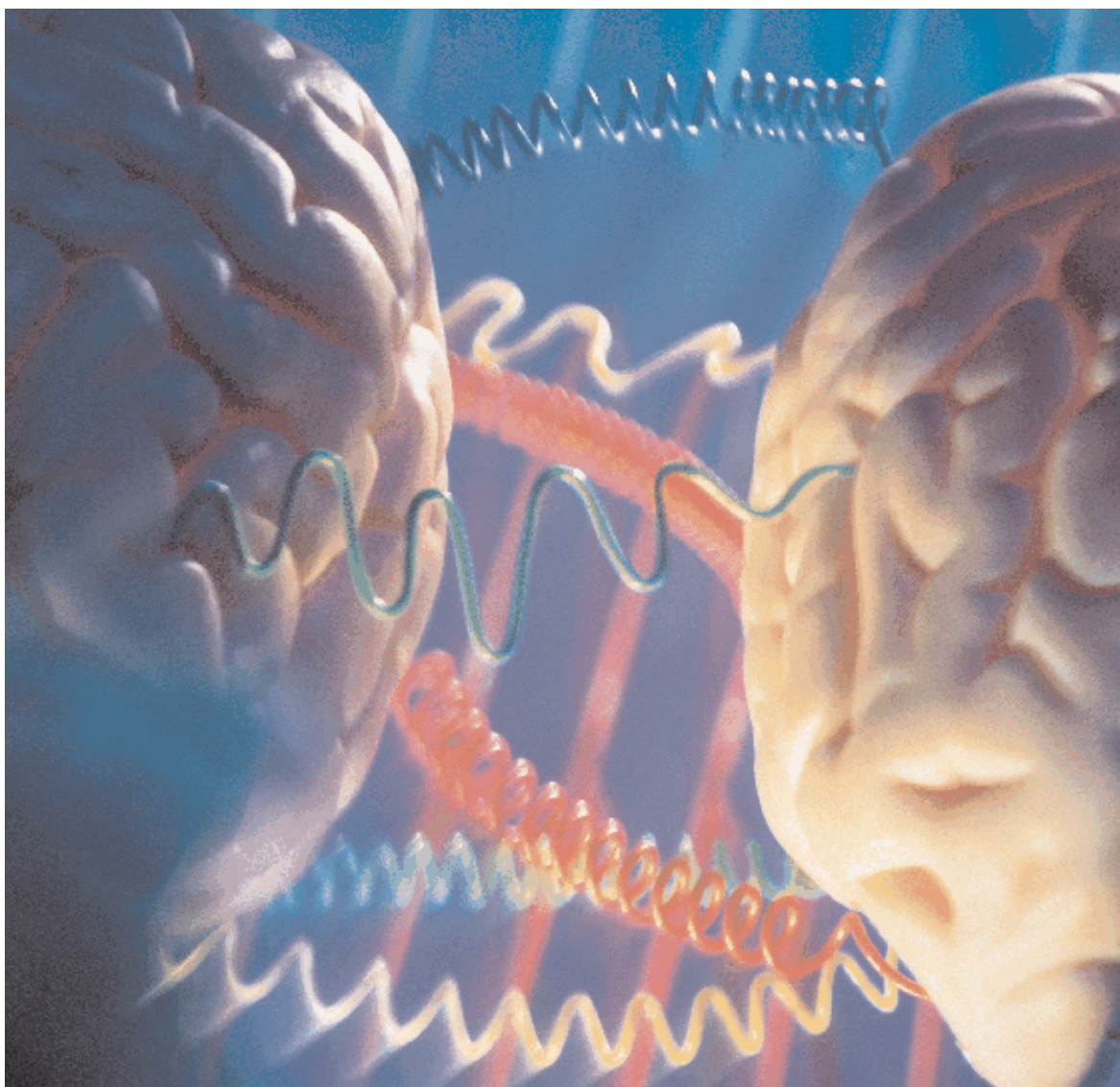
The research team has made contributions in various fields - fundamental aspects of neural networks, application of NNs to telecommunications systems, data management and data mining - that have been reported in recent years in top-tier specialist publications. One of the team's most

The real challenge is not to make more information available, but to be able to access the information that really interests us



Es preciso desarrollar tecnologías que permitan llevar a cada usuario información precisa a través de una maraña de datos y redes

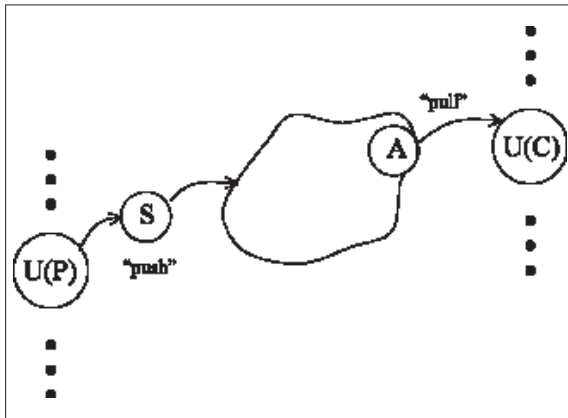
It is essential for technologies to be developed that take precise information to each user through a jumble of data and networks



## El grupo participa en proyectos en cooperación con empresas como Meta 4 o los BT Labs

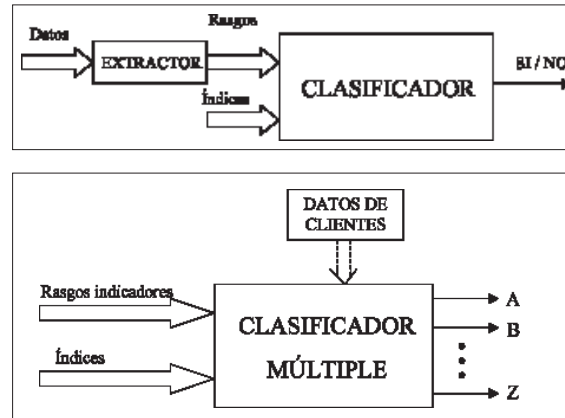
important recent work centred on new training notions for classification networks, while another presented the first adaptive version of the so-called support vector machines (SVM), which enables them to be applied to situations that vary over time. An SVM is a neural network. To train it, an objective is set and its optimisation involves selecting part of the examples available, which will be the ones it uses for training, while discarding the rest. The examples selected, that is, those that are relevant to the problem posed, constitute the support vectors.

Other studies have addressed applications for the equalising, cancellation and compensation of



dedicado a nuevas concepciones del entrenamiento de redes de clasificación o el que presenta la primera versión adaptativa de las denominadas máquinas de vectores de soporte, que pueden así aplicarse a situaciones variables en el tiempo. Una máquina de vectores de soporte es una red neuronal para cuyo entrenamiento se propone un objetivo tal que su optimización implica seleccionar una parte de los ejemplos disponibles, que serán los que utilice para entrenar, mientras se desecha el resto. Los ejemplos seleccionados, aquellos que son relevantes para el problema planteado, constituyen los vectores de soporte.

Otros estudios han abordado aplicaciones de igualación, cancelación y compensación de canales de comunicaciones, optimización de redes de transmisión o indexado de contenidos. Incluso para el no iniciado, a quien esta terminología técnica puede resultarle oscura, es fácil advertir la estrecha conexión de esta temática investigadora con un pujante sector industrial. De ahí que el grupo participe, en el marco del programa IST de la Unión Europea, en proyectos en cooperación con empresas como Meta 4 o los BT Labs. De este esfuerzo en común se espera puedan surgir plataformas de gestión de la información potentes y eficaces, que ayudarán al desarrollo de las tecnologías de la información y las comunicaciones en Europa. En esa estrecha conexión con la realidad social, económica y tecnológica del sector es muy posible que el grupo haya de ampliar en el futuro inmediato sus líneas de investigación. Por ejemplo, para abordar métodos adaptativos de compensar la distorsión no lineal de antenas de comunicaciones, que pueden ser requeridos por la expansión de la telefonía móvil.



Esquema de cómo el usuario consumidor U(C), mediante un agente A en la red que actúa como un clasificador adaptado a sus necesidades, selecciona la información relevante, mientras el usuario proveedor U(P), mediante un segmentador instalado en su servidor, determina a qué conjuntos de usuarios les interesa cierta información (izquierda). Esquema de un clasificador para un usuario consumidor (arriba a la derecha). Esquema de un segmentador para un usuario proveedor (debajo a la derecha)

Diagram of how the user (consumer) U(C), through a classification agent, A, adapted to his specific needs on the network, selects the relevant information, while the user (provider) U(P), by means of a segmenter installed on his server, determines which groups of users are interested in certain information (left). Diagram of a classifier for a consumer user (top right). Diagram of a segmenter for a provider user (bottom right)

communications channels, optimisation of transmission networks and indexing of contents. Even for the uninitiated, to whom this technical terminology may seem rather obscure, it is easy to see that there is a close connection between this research topic and the booming industrial sector. As a result, and within the framework of the European Union IST programme, the group is participating in projects in collaboration with companies such as Meta 4 or BT Labs. This combined effort is expected to provide powerful, efficient information management platforms, which will further the development of information and communications technologies in Europe. This close connection with the social, economic and technological reality of the sector may mean that the group will soon have to broaden the scope of its research field, to study, for example, adaptive compensation techniques for the non-linear distortion encountered in communications antennas, which may be needed for the future expansion of mobile telephony.

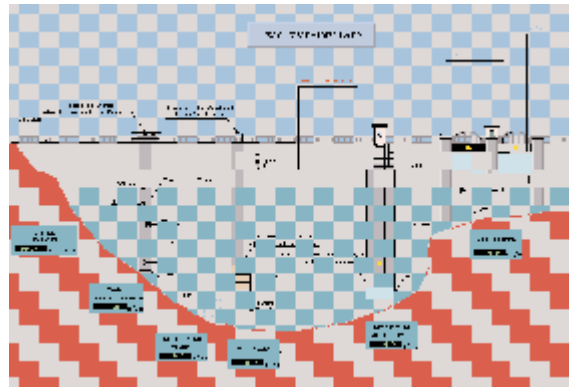
The group is participating in projects in collaboration with companies such as Meta 4 and BT Labs

# SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE INFORMACIÓN HIDROLÓGICA

## AUTOMATED HYDROLOGY INFORMATION SYSTEMS

Pantalla de presentación de datos de la presa del embalse de Guadalmellato, provincia de Córdoba

Data presentation screen for the dam at the Guadalmellato reservoir, in the province of Córdoba



Se ha comparado el agua en un territorio con la sangre en un organismo vivo. Como esta, el agua fluye incesantemente por una red que se ramifica desde las arterias que son los grandes ríos hasta los capilares que llegan al grifo de casa. Su comportamiento es dinámico y complejo. Depende de múltiples factores y afecta a infinidad de componentes. Es fuente de vida pero puede participar en acontecimientos de consecuencias desastrosas. En buena parte de España el agua es un recurso preciado y escaso, de cuya adecuada gestión dependen la agricultura, la producción de energía, el abastecimiento a poblaciones o el turismo. Pero también es un agente destructor cuando se desencadenan inundaciones y avenidas, históricamente recurrentes en muchas regiones españolas, especialmente en la vertiente mediterránea.

Los organismos gestores del agua en España son las Confederaciones Hidrográficas, una por cada una de las grandes cuencas. Su tarea es compleja.

The water in a particular area of land has been compared with the bloodstream of a living organism. Like blood, water flows perpetually along a main network that branches out from its arteries, the big rivers, into the capillaries leading into the taps. In its behaviour, water is dynamic and complex. It depends on many different factors and affects a vast number of elements. It is a source of life, and can be party to situations that have disastrous consequences. In much of Spain, water is a scarce and precious resource, and agriculture, power production, town water supplies and tourism all depend on it and the way it is managed.

At the same time, water, in the form of floods, is destructive, and floods are a regular occurrence in many regions of Spain, particularly along the Mediterranean coastline.

In Spain, water management is supervised by the river basin authorities, the confederaciones hidrográficas, and there is one for each large river basin catchment area. They have a hard task administering a valuable and limited resource in the face of conflicting interests and over very large areas of the country. They are responsible for forecasting floods and preventing or reducing flood damage. When they make decisions, they have to take rainfall, river flows and reserves into account, as well as social and economic factors. Collecting and managing this information systematically and reliably is complicated, but a few years ago the river basin authorities started using a valuable tool for that purpose known as an automated hydrology information system.

Instrumentación,  
comunicaciones, informática y  
sistemas expertos debían  
integrarse en un conjunto  
automatizado y fiable





Embalse de La Fernandina en el río Guarrizas, provincia de Jaén

La Fernandina reservoir on the river Guarrizas, in the province of Jaén

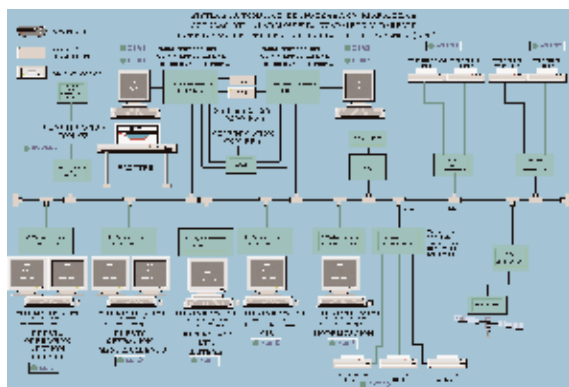
Deben administrar un recurso valioso y limitado, sujeto a distintos intereses, sobre territorios muy amplios. Y son responsables de prever posibles avenidas y de prevenir y paliar sus efectos destructivos. La toma de decisiones debe considerar lluvias, caudales y reservas, pero también aspectos sociales y económicos. Conseguir toda esa información y manejarla de forma integrada y fiable es muy difícil. Pero desde hace unos años las Confederaciones Hidrográficas han comenzado a contar con una valiosa herramienta, los Sistemas Automáticos de Información Hidrológica.

Work on this system commenced after catastrophic floods caused havoc in Spain's Levante region in 1982. Before developing and setting up the system, there were a number of tasks, such as the collection, transmission and processing of data, to be done. Instrumentation, communications, computers and expert systems, too, had to be integrated in it, in a coherent, automatic and reliable way. Basically, it consists of a real-time information system that captures hydrological, hydraulic and meteorological data and passes them on to a river basin processing centre. The centre then uses that information to generate criteria and set up guidelines

Instrumentation, communications, computers and expert systems had to be integrated in an automatic and reliable system

Configuración del sistema informático del Centro de Proceso de Cuenca, Sevilla

Configuration of the computer system at the Basin Data Processing Centre, Seville



La implantación de este tipo de sistemas se inició a partir de las catastróficas inundaciones de 1982 en el Levante español. Su desarrollo y su implementación requerían hacer frente a varias tareas, la recogida de datos, su transmisión y su tratamiento. Instrumentación, comunicaciones, informática y sistemas expertos debían integrarse en un conjunto coherente, automatizado y fiable. En esencia, se trata de un sistema de información en tiempo real que capta los datos hidrológicos, hidráulicos y meteorológicos y los transmite a un centro de proceso de cuenca, donde se generan a partir de ellos respuestas para la gestión de la cuenca, tanto en situaciones normales como en emergencias.

En 1985 entró en funcionamiento el primer Sistema Automático de Información Hidrológica en la cuenca del Júcar. Y pronto le siguieron los del Segura, Sur, Ebro y Pirineo Oriental. Una segunda fase se inicia en 1992 con la implantación del sistema en la cuenca del Guadalquivir, una cuenca atlántica en la que, a diferencia de las anteriores, de carácter mediterráneo, el principal problema es

for managing the river basin under normal or emergency conditions.

In 1985, the first automated information system went into operation in the Júcar river basin. It was closely followed by similar installations in the Segura, Sur, Ebro and Eastern Pyrenees catchments. A second phase started in 1992 with the commissioning of a system in the Guadalquivir river basin. This basin flows into the Atlantic - unlike the previous Mediterranean basins -

and the main problem it poses is the management of hydraulic resources rather than flood prevention. It covers an area of more than 60,000 square kilometres and an irrigated area of nearly 0.5 million hectares, making it one of the most important Iberian river basins.

The Guadalquivir system is the most advanced system to date. It consists of an automatic network of 358 control points covering dams, rivers, canals, hydroelectric stations, rain gauges and measurement stations, throughout the catchment. Its data converge at relay points where they undergo initial processing before being transmitted via the Spanish Hispasat 1A satellite, using VSAT technology, to the basin data processing centre. There, a complex computer system validates and stores the data and uses it to prepare a series of decision-taking guidelines based on a computer model of hydrological and meteorological variables.

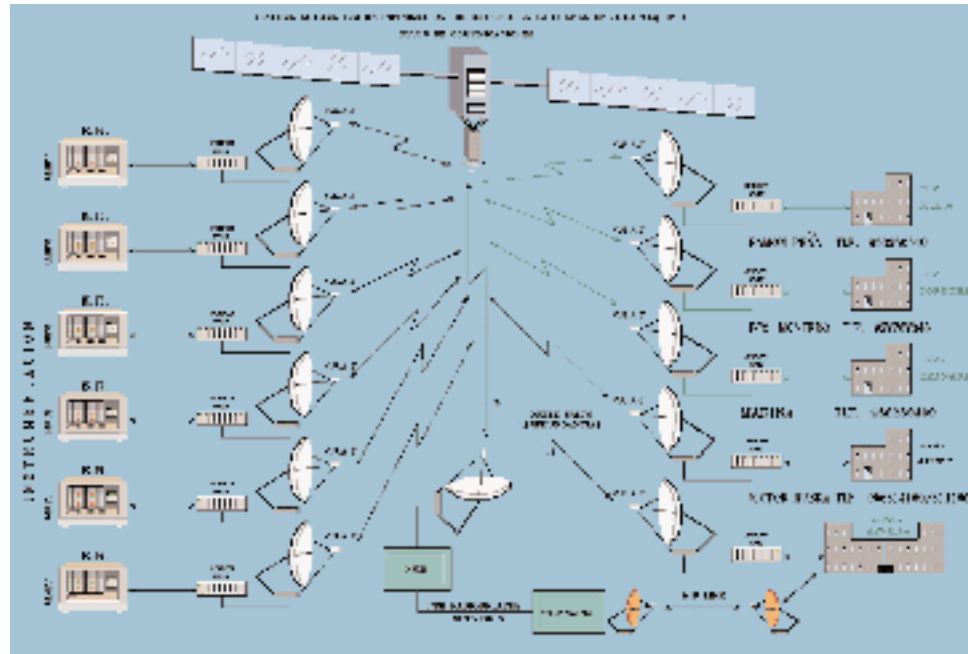
This means that river levels and flows can be forecast and alarms triggered in the event of flood risk. Dam, canal and pipeline operation can be optimised and changes in storage can be anticipated and their usage assigned. Approximately €280 million have already been

Pueden preverse los caudales de los ríos y generar alarmas en caso de riesgo de inundaciones

la gestión de los recursos hídricos y no tanto la previsión de avenidas. Con más de 60.000 kilómetros cuadrados de extensión y una superficie de regadíos próxima al medio millón de hectáreas, es una de las cuencas fluviales ibéricas más importantes.

El sistema implantado en el Guadalquivir, el más avanzado hasta la fecha, se compone de una red automática de 358 puntos de control distribuidos por presas, ríos, canales, centrales hidráulicas, pluviómetros y otras estaciones de medida en toda la cuenca. Sus datos confluyen en puntos de retransmisión, donde la información recibe un primer tratamiento antes de ser transmitida, a través del satélite español Hispasat 1A y mediante la aplicación de la tecnología VSAT, al Centro de Proceso de Cuenca. Allí un complejo sistema informático almacena, valida y elabora los datos para ofrecer como resultado una serie de ayudas a la toma de decisiones basadas en la modelización de variables hidrometeorológicas.

Pueden así hacerse previsiones sobre los niveles y caudales de los ríos y generar alarmas en caso de riesgo de inundaciones. Se optimiza el control operativo de presas, canales y conducciones, y se prevé la evolución de los recursos para poder asignar sus usos. Ya se han invertido 280 millones de euros en la implantación de los Sistemas Automáticos de Información Hidrológica, pero se planea llegar a 370 millones de euros cuando se hayan extendido a todas las cuencas. Para entonces serán más avanzados, pues se trata de una herramienta viva y flexible. Podrán ampliar su red de captación de datos e incorporar nuevas tecnologías, ya sea en la instrumentación, en las comunicaciones o en el proceso de innovación, donde los avances de la inteligencia artificial deberán hacer más eficaces los sistemas expertos, especialmente aptos para este tipo de aplicaciones.



Configuración del sistema de comunicaciones vía satélite del Sistema Automático de Información Hidrológica de la cuenca del Guadalquivir

Configuration of the satellite communications system for the Guadalquivir river basin Automated Hydrology Information System

invested in automated hydrology information systems but this amount is expected to grow to  $\approx$ 370 million when coverage has been extended to all the river basins. By then, the systems will be more advanced because the software is self-adjusting and flexible. The river basin authorities will be able to extend their data, capture networks and incorporate new technology either in instruments, communications or in the process of innovation, in which advances in artificial intelligence will help to make expert systems, particularly suited to applications of this kind, more effective.

# River flows can be forecast and alarms triggered in the event of flood risk



# ESCENOGRAFÍAS VIRTUALES PARA LA INDUSTRIA AUDIOVISUAL

## VIRTUAL SCENOGRAPHY FOR THE AUDIOVISUAL INDUSTRY

La utilización de escenografías virtuales cambia la relación entre presentador y decorado en los programas de televisión (izquierda).

Escenografía virtual para un programa de noticias (derecha)

The use of virtual sets changes the presenter-set relationship in television programmes (left). Virtual set for a news broadcast (right)



LOS decorados, primero para el teatro, luego para el cine y la televisión, han pertenecido siempre a ese terreno fronterizo entre la apariencia y la realidad. A la ilusión, voluntariamente aceptada por el espectador, que el decorado tradicional representaba, se ha venido a sumar desde hace algún tiempo una herramienta nueva y muy poderosa. Se trata de los ordenadores y de su capacidad, a través de un software adecuado, de generar imágenes que de día en día son más indistinguibles de la realidad. En la industria audiovisual, especialmente en el mundo de la televisión, uno de los productos que mayor éxito ha alcanzado en los últimos años es una creación española, Brainstorm Estudio.

Brainstorm Estudio es un software capaz de generar gráficos de tres dimensiones y alta calidad en tiempo real. Ha sido desarrollado por la empresa española Brainstorm Multimedia, creada por dos

Scenery and sets, first used in the theatre and later in cinema and television, have always belonged to that borderline territory existing between semblance and reality. For some time now, the illusion represented by traditional décor, willingly accepted by the spectator or viewer, has been joined by a new and highly powerful tool. We are talking about computers and their ability, through the use of the right software, to generate images that are increasingly more difficult to distinguish from reality. In the audiovisual industry, particularly in the world of television, one of the products to achieve the greatest degree of success during the last few years is a Spanish creation: Brainstorm Estudio.

Brainstorm Estudio is software that can generate real-time, three-dimensional, high-quality graphics. It was developed by the Spanish company Brainstorm Multimedia, which was created by two experts in the sector who had gained experience in the field of

Un software capaz  
de generar gráficos de tres  
dimensiones y alta calidad  
en tiempo real



Presentación de Brainstorm  
en Las Vegas

The presentation of Brainstorm  
in Las Vegas

profesionales del sector que habían adquirido experiencia en el sector de las animaciones por ordenador para publicidad y televisión. La multiplicación de cadenas televisivas que se produjo en España en los ochenta y los noventa abrió nuevas perspectivas que Brainstorm supo aprovechar. Se producía un número de programas cada vez mayor y era necesario abaratar sus costes, pero sin renunciar a la calidad. La posibilidad de utilizar decorados virtuales, generados por ordenador, era una de las respuestas. La preparación de grandes estudios y complejos decorados podía evitarse con la ayuda de los ordenadores. El decorado virtual así creado es un espacio por el que el presentador del programa puede moverse mientras las cámaras le siguen. El ordenador cuantifica la variación correspondiente y desplaza el fondo virtual hasta el nuevo emplazamiento. El espectador percibe un espacio único y coherente, en el seno del cual transcurre la acción.

computer animation for advertising and television. The multiplication of television channels that occurred in Spain in the 1980s and 1990s opened up new perspectives which Brainstorm was ready to take advantage of. An increasingly large number of programmes were being produced and costs had to be brought down without sacrificing quality. The possibility of using computer-generated virtual sets was one of the solutions. The preparation of large studios and complex décor could be avoided with the help of computers. The virtual set created in this

Software capable of  
generating real-  
time, three-  
dimensional, high-  
quality graphics

El estudio físico en el que se graba el programa es solo una parte del resultado final

The studio in which a programme is recorded is only part of the final product



Los primeros pasos hacia la creación de Brainstorm Estudio necesitaron el desarrollo de librerías de modelado en tres dimensiones, iluminación, renderizado y comportamiento de objetos según leyes físicas. En 1993 se hicieron las primeras pruebas de decorados virtuales en tiempo real para televisión. En 1994 ya era posible realizar panorámicas horizontales y verticales y cambiar la distancia focal de los objetivos de las cámaras en posiciones fijas. Con ello se dio el salto a la primera emisión comercial de televisión. Fue un programa de información meteorológica, el 24 de noviembre de 1994, en la cadena Antena 3. En los años siguientes el programa se perfecciona y empieza a despertar interés en las ferias internacionales del sector en Estados Unidos y Europa.

Tras portar el sistema a Linux y adaptarlo para su utilización en PC en 1999, la expansión de Brainstorm Estudio se acelera y comienza a ser

way is a space through which the programme presenter can move while being followed by the cameras. The computer quantifies the corresponding variation and moves the virtual background to the new location. The viewer sees just one coherent space in which the action is being played out.

The first steps towards the creation of Brainstorm Estudio required the development of libraries for three-dimensional modelling, lighting, rendering and the behaviour of objects according to the laws of physics. In 1993, the first tests were carried out on real-time virtual sets for television. By 1994, it was possible to perform horizontal and vertical pan shots and change the focal length of the camera lenses into fixed positions. Then the technique was used for its first commercial television broadcast. This was a weather forecast programme put out on 24th November 1994 by the Antena 3 channel. The programme was perfected over the next few years and began arousing interest at trade fairs for the sector held in the United States and Europe.

After carrying the system over to Linux and adapting it for use on PC in 1999, the expansion of Brainstorm Estudio speeded up and it started to be used for generating virtual scenographies in Germany, the United States, Japan and other countries. In 2001, a version for PC in Windows came on the market, an agreement was reached for developing specific hardware in Japan, and its scope for application to the cinema expanded, specifically to the generation of visual environments for the pre-production of Steven Spielberg's Artificial Intelligence. Articles appearing in publications that

# Brainstorm Estudio está operativo en un centenar de instalaciones de todo el mundo





Las posibilidades de recrear distintas atmósferas son ilimitadas

There are countless ways of creating different atmospheres

empleado para generar escenografías virtuales en Alemania, Estados Unidos, Japón y otros países. En 2001 se ha comenzado a comercializar una versión para PC en Windows, se ha llegado a un acuerdo para desarrollar un hardware específico en Japón y se ha ampliado su ámbito de aplicación al cine, concretamente a la generación de los entornos visuales para la preproducción de Inteligencia Artificial, de Steven Spielberg. Artículos aparecidos en publicaciones que son referencia en el sector, como Computer Graphics World o Animation Magazine, han destacado las posibilidades de este software, que actualmente está operativo en un centenar de instalaciones de todo el mundo.

Pronto Brainstorm Multimedia abrirá una delegación en Japón. Y se prevé una expansión sostenida en Estados Unidos y los países árabes. La demanda en el sector de la televisión, al que se han añadido las cadenas de satélite, digitales, por cable, etcétera, continúa aumentando. Al tiempo surgen con fuerza nuevos mercados para este tipo de software, en Internet, en museos, en parques temáticos o en aplicaciones profesionales a la arquitectura.

are a point of reference in the sector, such as Computer Graphics World and Animation Magazine, have highlighted the possibilities of this software, which is now operational in installations throughout the world. Brainstorm Multimedia is soon to open a branch office in Japan, and sustained expansion is envisaged in the United States and the Arab countries. Demand in the television sector, which has spread to satellite, digital and cable channels, continues to increase. At the same time, new markets for this type of software are emerging strongly in the Internet, in museums, theme parks and professional applications to architecture.

## Brainstorm Estudio is now operational in installations throughout the world

# FÍSICA DE ALTAS ENERGÍAS

## HIGH-ENERGY PHYSICS

El anillo subterráneo del gigantesco acelerador de partículas LHC atravesará repetidas veces la frontera entre Francia y Suiza

The underground ring of the gigantic LHC particle accelerator will cross the French-Swiss border several times

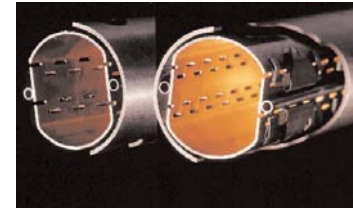


La ciencia, en su desarrollo histórico, es cada vez más un tarea colectiva. Costosos proyectos, complejas instalaciones, esfuerzos coordinados conforman lo que ha dado en llamarse gran ciencia. La cooperación internacional y el mantenimiento conjunto de equipamientos entre varios países forman también parte de esa tendencia. Por razones históricas y culturales, Europa ha sido un marco natural para la colaboración científica. Pocas organizaciones tan significativas a este respecto como el CERN. Con sede en Ginebra, el CERN ha sido escenario destacado desde 1954 de la investigación europea en física de partículas o física de altas energías, muy ligada a la construcción de unas instalaciones especiales, los aceleradores de partículas.

As time goes by, scientific research has become more and more of a collective task. Costly projects, complex installations and joint efforts make up what has come to be known as big science. International cooperation and equipment maintenance shared by several countries also form part of this trend. For historical and cultural reasons, Europe has provided a natural setting for scientific collaboration. There can be few organisations as important in this respect as the European Organization for Nuclear Research (CERN). Based in Geneva, the CERN has been at the cutting edge of European research into particle or high-energy physics since 1954 and is deeply involved with the construction of highly specialised installations known as particle accelerators.

Spanish researchers may have taken their time to join the CERN, but when they did so it was with a burst of enthusiasm. After a short period of membership lasting from 1961 to 1969, Spain returned to the fold for good in 1983. At that time, particle physics groups in Spain were confined almost entirely to Madrid, Santander and Valencia. Joining the CERN again helped this scientific community flourish, and today it is widely spread out, including as it does the Centre for Energy, Environment & Technology Research (CIEMAT), universities, National Council for Scientific Research (CSIC) institutes and joint CSIC-university centres. In the year 2001, Spanish physicists were engaged in more than 40 research projects, both theoretical and experimental, centred at the CERN.

# El LEP ha proporcionado un instrumento de excepcional calidad para hacer física de alta precisión



Representación gráfica de aspectos del futuro acelerador LHC

Graphic representation of aspects of the future LHC accelerator

Los investigadores españoles tardaron en incorporarse, pero lo hicieron con entusiasmo. Tras una interrumpida pertenencia al CERN entre 1961 y 1969, España reingresó definitivamente en 1983. Por entonces los grupos españoles de física de partículas se limitaban prácticamente a Madrid, Santander y Valencia. El reingreso ayudó a la rápida extensión de esa comunidad científica, hoy distribuida en el CIEMAT, universidades, institutos del CSIC y centros mixtos entre universidad y CSIC. Ello ha hecho posible que en 2001 hayan sido más de 40 los proyectos de investigación llevados a cabo por físicos españoles, tanto teóricos como experimentales, en las instalaciones del CERN.

Las siglas de los aceleradores de partículas LEP y HERA sintetizan lo mejor de la participación española en el CERN durante estos años. El colisionador electrón-positrón LEP ha proporcionado a los investigadores españoles y de muchos otros países un instrumento de excepcional calidad para hacer física de alta precisión. Cada uno de los experimentos en el LEP ha requerido la colaboración de decenas de centros y centenares de científicos. Sus resultados han contribuido a perfeccionar el llamado modelo estándar sobre las

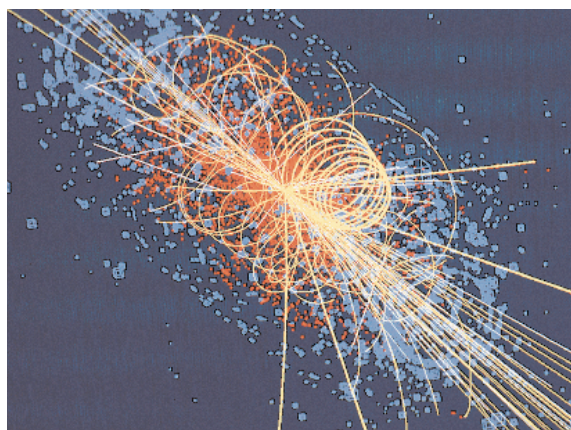
The LEP and HERA particle accelerators represent the very best of the Spanish participation at the CERN over the years. LEP (Large Electron-Positron collider) has provided Spanish researchers, and research workers from many other countries, with an instrument of exceptional quality for high precision physics. Each of the experiments with LEP has called for the collaboration of dozens of centres and hundreds of scientists. Their findings have contributed towards perfecting the so-called standard model of elementary particles and their interactions. For example, the mass of the Z boson, a fundamental piece of data in this context, was determined at LEP with a precision 200 times greater than the previous measurement. It is

LEP has provided  
an instrument of  
exceptional quality for  
high precision physics



Simulación de la desintegración de un bosón de Higgs registrada por el detector CMS del futuro LHC

Simulation of the disintegration of a Higgs boson registered by the CMS detector of the future LHC



partículas elementales de la materia y sus interacciones. Por ejemplo, la medida de la masa del bosón Z, dato fundamental en este contexto, fue obtenida en el LEP con una precisión 200 veces mayor a la de la anterior medida. Pero es imposible resumir en pocas líneas las contribuciones de los físicos españoles en estos años, que han dado lugar a cerca de un millar de publicaciones en revistas científicas internacionales. En cuanto al colisionador electrón-protón HERA, construido en Hamburgo, la participación española se ha centrado en el experimento ZEUS, en el que ha sido responsable de la construcción de varios de sus dispositivos.

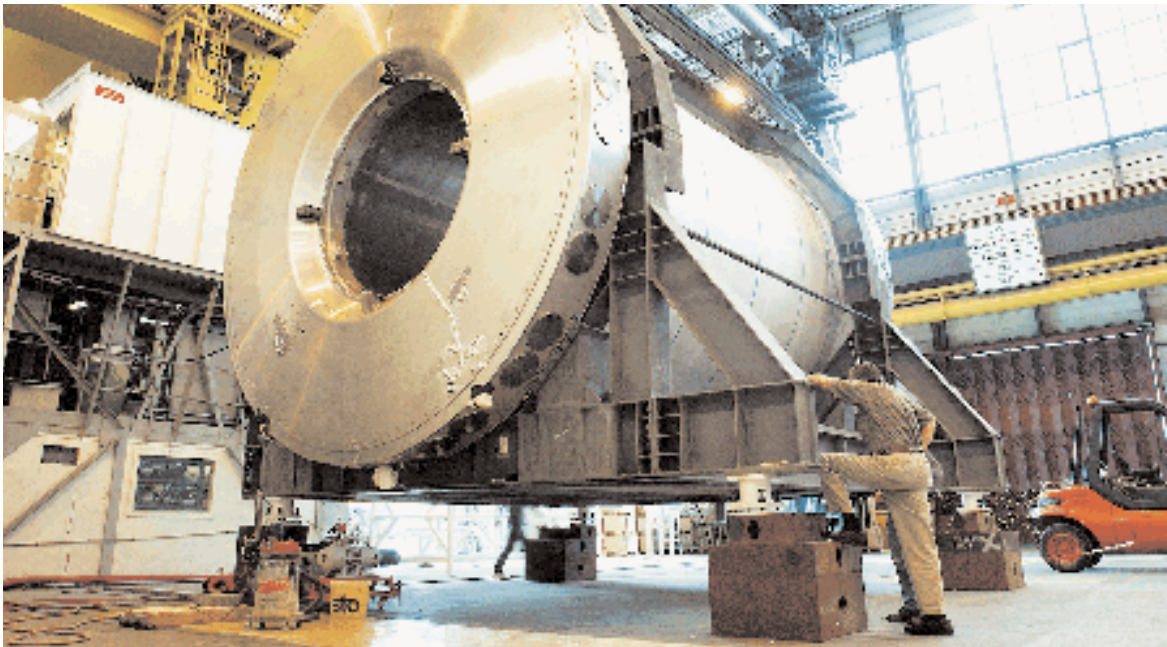
A partir de ahora el reto se llama LHC o Large Hadron Collider, un colisionador protón-protón que proporcionará la mayor energía jamás alcanzada en un laboratorio. Su construcción incluye cuatro gigantescos detectores, llamados ALICE, ATLAS, CMS y LHCb. En la construcción de los tres últimos

imposible to do justice, in just a few lines, to the contributions made by Spanish physicists throughout these years, which have led to nearly a thousand publications in international scientific journals. As for the HERA electron-proton collider, built in Hamburg, Spanish participation centred on the ZEUS experiment, by taking responsibility for the construction of several of its devices

From now on, the challenge goes by the name of LHC or Large Hadron Collider, a proton-proton collider that will provide the highest energies ever obtained in a laboratory. Its construction includes four gigantic detectors called ALICE, ATLAS, CMS and LHCb. Eight groups of Spanish experimental physicists, comprising a total of 100 researchers, engineers and research students, are involved in the construction of the last three detectors. They are responsible for some of the crucial components of these detectors, which have to be capable of recording events impossible to detect in current accelerators. With them, the physicists hope to complete the standard model and even go a step further. Calorimeters, drift chambers for detecting muons, silicon semiconductor detectors and cryostats are among the devices built by groups and firms in Asturias, Barcelona, Madrid, Santander and Valencia, often with unprecedented characteristics or dimensions.

In addition to this, the LHC experiments will entail the processing of the results of billions of reactions every year. The GRID project has been put into effect for that purpose. Based on the principle of

# En la construcción de los detectores del Large Hadron Collider o LHC están implicados ocho grupos españoles



Criostato para el calorímetro electromagnético (arriba) y calorímetro hadrónico que se construye en Barcelona y Valencia (izquierda), ambos para el detector ATLAS del LHC

están implicados ocho grupos de físicos experimentales españoles, que suman un centenar de investigadores, ingenieros y doctorandos. Ellos son responsables de algunos de los componentes cruciales de los detectores, que deberán ser capaces de registrar sucesos, imposibles de conseguir en los aceleradores existentes, con los que los físicos esperan completar el modelo estándar o incluso ir más allá. Calorímetros, cámaras de deriva para la detección de muones, detectores de silicio semiconductor o criostatos son parte de esos dispositivos, que a menudo habrán de ser de características o dimensiones nunca antes vistas, contruidos por grupos y empresas de Asturias, Barcelona, Madrid, Santander o Valencia.

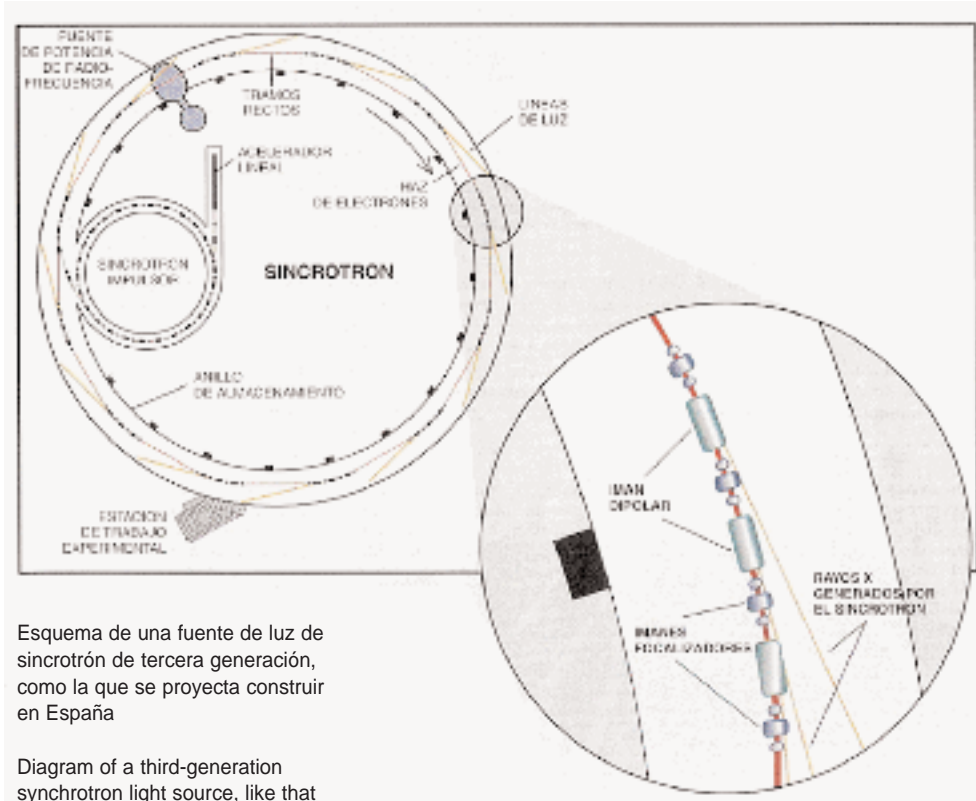
Pero además los experimentos del LHC exigirán procesar los resultados de miles de millones de reacciones cada año. Para ello se ha concebido el proyecto GRID, basado en el cálculo en red, que permitirá a los participantes en el LHC poner a punto una infraestructura de características hasta ahora inéditas y cuyas posibilidades han generado grandes expectativas. No es, sin embargo, lo último. En el CERN ya se piensa en nuevos horizontes, como la llamada fábrica de neutrinos, desde la cual, para estudiar el fenómeno de las oscilaciones de neutrinos, partirá un haz de neutrinos hacia un detector situado a gran distancia. Aún es pronto, pero se habla de la isla de Tenerife, en Canarias, para situar ese futuro detector.

distributed computing across high-speed networks, it will enable participants in the LHC programme to perfect an infrastructure of hitherto unheard of characteristics, and whose possibilities have built up enormous expectation. Nonetheless, this is not the end of the road, by any means. The CERN is already setting its sights further afield, on the neutrino factory, for example. In order to study the neutrino oscillation phenomenon, this facility will shoot a beam of neutrinos towards a detector located a great distance away. These are early days yet, but there is already talk of using the island of Tenerife, in the Canaries, as the site for this detector.

## Eight Spanish groups are involved in the construction of the detectors for the Large Hadron Collider

# LUZ DE SINCROTRÓN

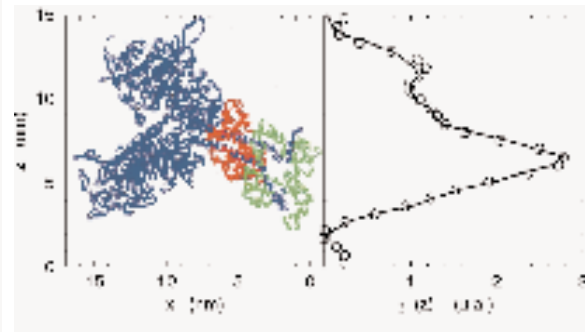
## SYNCHROTRON LIGHT



Esquema de una fuente de luz de sincrotrón de tercera generación, como la que se proyecta construir en España

Diagram of a third-generation synchrotron light source, like that planned to be built in Spain

No pocas veces el desarrollo científico y tecnológico genera efectos secundarios o subproductos que acaban resultando tanto o más interesantes que aquello que originalmente se buscaba. Es el caso de la luz de sincrotrón. Los aceleradores de partículas, esas grandes máquinas creadas por los físicos para realizar experimentos de física nuclear, han permitido obtener este tipo especial de luz, precedida por la teoría



Resultados obtenidos por investigadores españoles en el sincrotrón de Grenoble sobre la proteína miosina en un músculo en contracción y el ajuste entre datos experimentales y el modelo cristalino de esta proteína

Results obtained by Spanish researchers at the synchrotron in Grenoble on the myosin protein in muscular contraction and the adjustment between experimental data and the crystalline model of this protein

It is not infrequent for scientific and technological development to generate secondary effects or yield by-products that eventually prove to be equally as interesting as what was originally sought, if not more so. This is the case of synchrotron light. Particle accelerators, those large machines created by physicists to carry out nuclear physics experiments, led to the production of this special type of light which was predicted by electromagnetic theory and is emitted by electrons stored in circular accelerators called synchrotrons.

La luz de sincrotrón  
tiene propiedades  
únicas para el estudio  
de la estructura de  
la materia

Synchrotron light is emitted as a narrow beam tangential to the electron path. It has unique properties that make it especially useful for studying the structure of matter. Among other characteristics, it is more than one million times more intense than light from any conventional source, and it covers a segment of the electromagnetic spectrum from infrared to X rays. It is polarised in the orbital plane and is emitted in pulses. Its usefulness for experimental purposes first became clear in 1963 and it soon came to be widely used, first thanks to particle accelerators that had been built for other purposes, and later using dedicated installations. In these, the beam of light emitted reaches a working area where



electromagnética, que es emitida por electrones que circulan por aceleradores circulares, tales como los denominados sincrotrones.

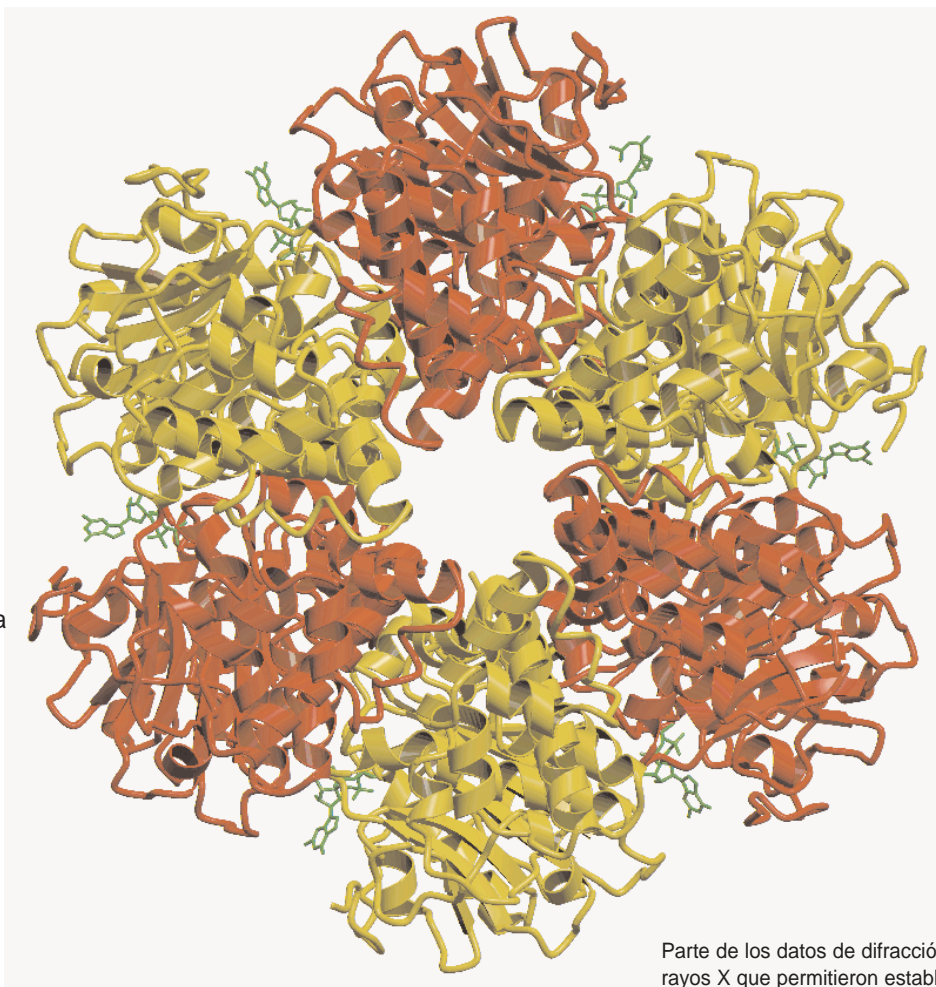
La luz de sincrotrón se emite en forma de un estrecho haz tangente a la trayectoria de los electrones y tiene unas propiedades únicas que la hacen excepcionalmente interesante para el estudio de la estructura de la materia. Entre otras características, es más de un millón de veces más intensa que la luz de cualquier fuente convencional, abarca un segmento del espectro electromagnético que se extiende desde la zona infrarroja hasta los rayos X, está polarizada en el plano de la órbita y se emite de modo pulsado.

En 1963 se demostró su utilidad experimental y pronto su uso comenzó a extenderse, primero aprovechando los aceleradores de partículas, construidos, como ya se ha dicho, con otros propósitos, y luego mediante instalaciones dedicadas específicamente a este fin.

En ellas, el haz de luz emitido llega a una estación de trabajo donde científicos de distintas disciplinas realizan sus experimentos mediante instrumentos ópticos, detectores y equipos de procesado.

Recientemente, las fuentes de luz de sincrotrón han experimentado notables mejoras con la introducción de los llamados dispositivos de inserción. Estos dispositivos, ya sean wigglers u "onduladores", permiten aumentar la brillantez y la calidad de la luz y están siendo objeto de nuevos desarrollos tecnológicos.

Al ser utilizadas por muy diversas ramas de la ciencia, y también por algunas industrias, las fuentes de luz de sincrotrón actúan como eficaz estímulo del intercambio multidisciplinar y de la transferencia entre investigación y desarrollo tecnológico. Aquí se dan cita la física, la química, la biología, la medicina y diversas ingenierías en torno a campos como los materiales magnéticos, los catalizadores, la ingeniería de superficies, los semiconductores y superconductores, los cosméticos, los textiles, el tratamiento de residuos, la microfabricación y también los nuevos avances de la genómica y la proteómica.



Parte de los datos de difracción de rayos X que permitieron establecer la complejísima estructura tridimensional de la proteína TrwB se tomaron en la línea española BM14 del sincrotrón de Grenoble

scientists from different disciplines carry out their experiments using optical instruments, detectors and processing equipment.

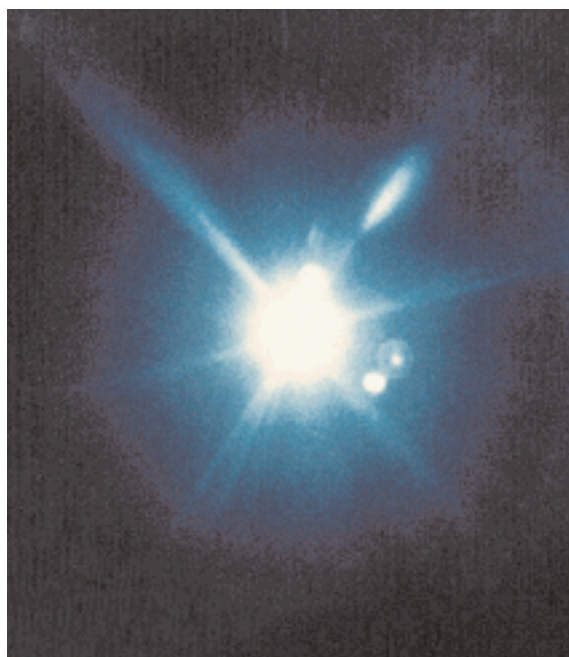
Synchrotron light sources have recently been greatly improved with the introduction of the so-called insertion devices - whether they be "wigglers" or "undulators" - that make it possible to increase the

Part of the X-ray diffraction data that led to the determination of the highly complex three-dimensional structure of the TrwB protein was obtained on the Spanish BM14 beamline of the synchrotron in Grenoble

# Synchrotron light has unique properties for studying the structure of matter

La luz de sincrotrón tiene propiedades de enorme interés para investigadores de distintas disciplinas

Synchrotron light has unique properties of great interest for researchers from different disciplines



Los científicos españoles no han permanecido ajenos a todo este abanico de nuevas posibilidades y ya en 1996 había más de 80 grupos interesados, con 600 investigadores de muy distintas áreas. Para acceder a fuentes de luz de sincrotrón recurrían a contactos personales, colaboraciones y convenios con entidades de otros países.

Hoy son casi un centenar las fuentes distribuidas por todo el mundo, desde aquellas cuyos anillos apenas tienen unas decenas de metros de perímetro hasta las que llegan a 300 metros. Se han construido además fuentes complementarias que suministran radiación de óptima calidad para experimentos específicos en Estados Unidos,

brightness and quality of the light. These devices are still under technological development in order to improve the quality of the light.

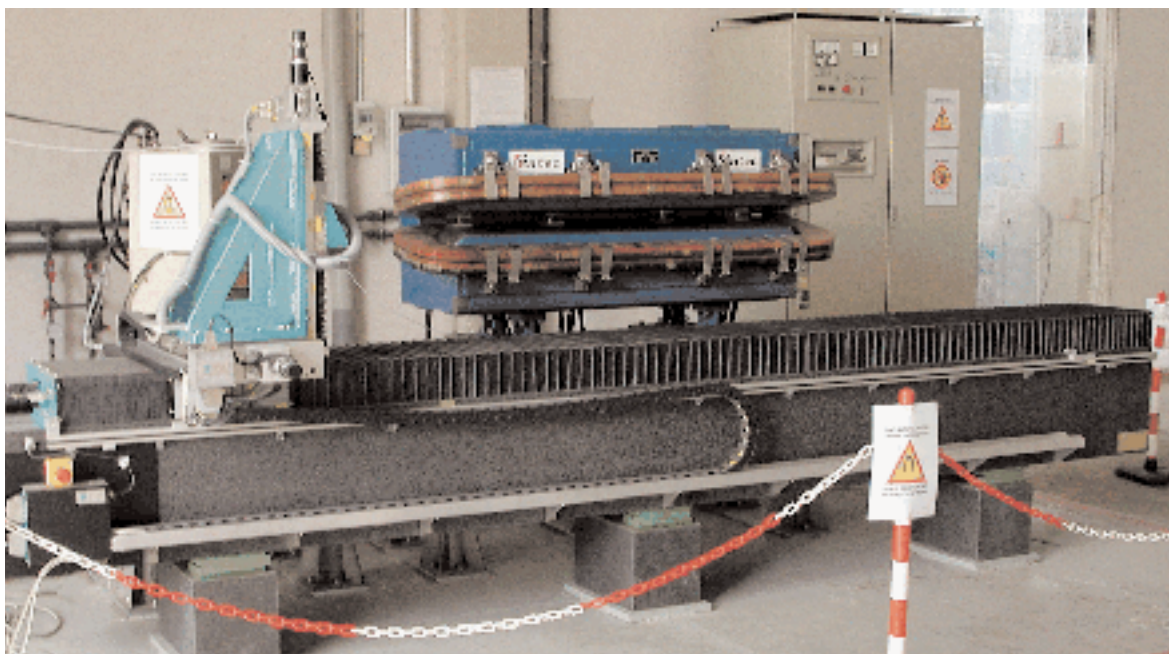
Since they are now used by many branches of science and also by some industries, synchrotron light sources act as stimuli for multi-disciplinary exchanges and transfers between research and technological development activities. As a result, specialists in physics, chemistry, biology, medicine and different branches of engineering are working together

in fields such as magnetic materials, catalysts, surface engineering, semi-conductors and super-conductors, cosmetics, textiles, waste processing, micro-manufacturing and also on the latest advances in genomics and proteomics.

Spanish scientists were keen to follow up these new possibilities. By 1996 there were 80 groups interested, with 600 researchers in a variety of areas. They gained access to sources of synchrotron light through personal contacts or collaborations and agreements with institutions in other countries.

Today there are almost one hundred sources worldwide, ranging from those with rings measuring just a few tens of metres in perimeter to those measuring 300 metres. Additional sources have also been built, supplying top-quality radiation for specific experiments in the United States, Japan and also in Europe, where the high costs involved made it necessary for states to join forces. There are approximately ten sources in Europe but they are distributed unequally, most lying north of an imaginary line between Paris and Trieste, with the exception of

# Se ha diseñado una fuente que reúne las características técnicas más avanzadas



Prototipos de imán dipolar, fuente de alimentación y banco de medidas magnéticas diseñados para la fuente española de luz de sincrotrón

Prototypes of a dipolar magnet, power supply unit and a magnetic measurement bench designed for the Spanish synchrotron light source

Japón y también en Europa, donde su elevado coste ha requerido la participación de varios estados.

En conjunto, las aproximadamente diez fuentes europeas muestran una distribución desigual, concentradas al norte de una línea imaginaria que uniera París con Trieste, con la sola excepción de la European Synchrotron Radiation Facility (ESRF) de Grenoble.

España se adhirió a la ESRF desde sus primeras etapas y posteriormente decidió establecer en ella un Collaborating Research Group (CRG) correspondiente a la línea denominada SPLINE, actualmente en construcción. Desde 2001 los investigadores españoles de cristalografía de macromoléculas disponen de otro CRG, la línea BM14. Pero la necesidad de contar con una fuente propia subsiste. La respuesta la ha proporcionado un grupo de trabajo creado en 1995 entre el gobierno español y la Generalitat de Catalunya, a iniciativa de esta última, que ha diseñado una fuente que reúne las características técnicas más avanzadas. Consiste en un sincrotrón de electrones de una energía de 2,5 GeV y un anillo de almacenamiento con imanes convencionales cuya circunferencia es de 250 metros, capaz de proporcionar luz en un rango de energías de hasta 25 keV. Se espera que la ejecución de este proyecto pueda satisfacer a partir de 2006 un anhelo largamente sostenido por muchos científicos españoles.

the European Synchrotron Radiation Facility (ESRF) in Grenoble.

Spain joined the ESRF in its initial phases and later decided to set up a Collaborating Research Group (CRG) for the so-called SPLINE line, that is currently under construction. Since 2001, Spanish macromolecule crystallography researchers have had another CRG for the BM14 line. Nevertheless, they

still need their own source. The answer is being provided by a working group set up in 1995 between the Spanish central government and the government of Catalonia, at the initiative of the latter. This group has designed a source featuring the most advanced technical aspects. It is a 2.5 GeV electron synchrotron with a conventional magnet storage ring and a circumference of 250 metres. It can provide light in an energy range of up to 25 keV. This project, to be implemented by 2006, is expected to finally satisfy the demands of many Spanish scientists.

A source has been designed featuring the most advanced technical aspects



# AVANCES EN ONCOLOGÍA CLÍNICA

## ADVANCES IN CLINICAL ONCOLOGY

Se han propuesto nuevos tratamientos basados en la aplicación de quimioterapia previa a la cirugía

New treatments have been proposed, based on chemotherapy prior to surgery

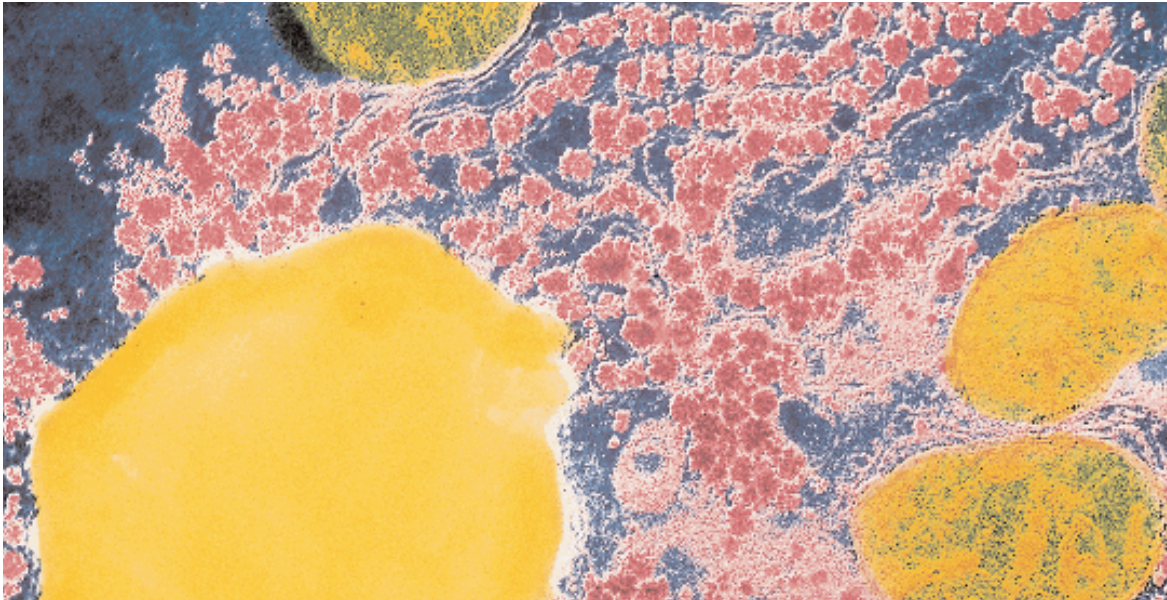


El cáncer es causa de dolor para innumerables personas. No es extraño que los enfermos demanden a la ciencia médica un esfuerzo continuado en la búsqueda de tratamientos más eficaces. Pero también los investigadores necesitan de la colaboración de los pacientes, pues buena parte de los avances en oncología dependen del trabajo que se realiza en los hospitales. Los ensayos clínicos que se llevan a cabo con pacientes en centros hospitalarios de todo el

Cancer can cause a lot of people a lot of suffering. It is no wonder, then, that patients are urging medical science to make an ongoing drive to come up with more effective treatments. Researchers themselves also rely on collaboration by their patients, and many of the breakthroughs in the field of oncology are the outcome of research work conducted in hospitals. Clinical trials on patients in hospitals all over the world make it possible to decide which drug or combination of drugs is best suited to treating a certain kind of cancer and to enable treatments based on empirical evidence to be established.

Se demostraba que  
en cáncer de pulmón  
la quimioterapia  
preoperatoria  
aumentaba el periodo  
de supervivencia

Cooperative groups are crucial in this kind of research. Thanks to them, clinical oncology in Spain has achieved very encouraging results in recent years. The patient recruitment capacity of these groups is very high in Spain, and stands at 10% compared with the 5% average in the United States. There are 15 cooperative groups in Spain today, and among them: the Lung Cancer Group, the Group for the Treatment of Digestive Tumours, the Breast Cancer Research Group, the Group for the Study of Intensive Solid Tumour Treatments, the Haematopoyetic Transplants Group and the Programme for the Study and Treatment of Malignant Haemopathies.



Tejidos cancerosos en el hígado

Cancerous tissue in the liver

mundo son los que permiten determinar qué fármaco o combinación de fármacos son mejores en el tratamiento de un determinado tipo de cáncer y así poder establecer tratamientos basados en evidencias empíricas.

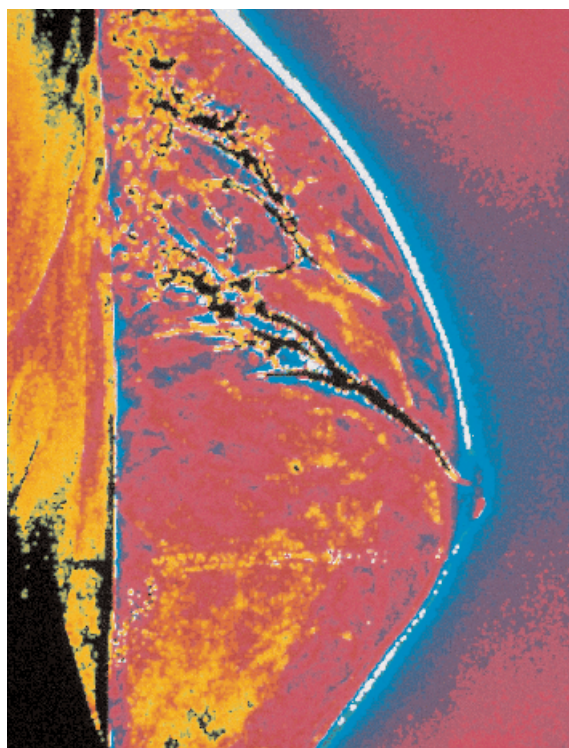
Una pieza clave en este tipo de investigación son los llamados grupos cooperativos. Con ellos la oncología clínica española está consiguiendo en los últimos años resultados muy positivos. La capacidad de reclutamiento de pacientes de estos grupos es, en el caso español, muy alta, pues llega al 10%, frente al 5% conseguido de media en los Estados Unidos. Hoy son 15 los grupos cooperativos existentes en España, entre ellos el Grupo de Cáncer de Pulmón, el de Tratamiento de Tumores Digestivos, el de Investigación del Cáncer de Mama, el de Estudio de Tratamientos de Intensificación en Tumores Sólidos, el de Trasplantes Hematopoyéticos o el Programa para el Estudio y Tratamiento de las Hemopatías Malignas.

La repercusión internacional del trabajo del Grupo de Cáncer de Pulmón ha sido especialmente notable, sobre todo desde que en 1994 se publicó en The New England Journal of Medicine un estudio en el que se demostraba que la quimioterapia preoperatoria permitía aumentar el

## Preoperative chemotherapy in lung cancer improved the survival period



Mamografía  
Mammography



periodo medio de supervivencia, frente a aquellos pacientes a los que sólo se aplicaba la cirugía. Se estudiaron luego distintos marcadores moleculares de los tumores para comprobar en qué medida permitían predecir la respuesta a la quimioterapia. Ello ha hecho posible, a partir de análisis previos al tratamiento, establecer de forma personalizada para cada paciente qué fármaco será más efectivo. Gracias a estos trabajos el grupo español está liderando internacionalmente los estudios para la

## Han buscado nuevas dianas terapéuticas para el tratamiento del cáncer de mama

The research carried out by the Lung Cancer Group enjoys international renown, particularly after the publication of a report in the *New England Journal of Medicine* in 1994 showing how preoperative chemotherapy improved the average survival period compared with patients who only underwent surgery. A study was then made of the different molecular markers in the tumours to predict the degree of response to chemotherapy. Pretreatment analyses have enabled made-to-measure recommendations to be established determining which drug will be most effective for each patient. As a result of their research effort, the Spanish group is now at the forefront of international research into predicting tumour response to drugs.

The Group for the Treatment of Digestive Tumours is leading research on colorectal cancer and, in particular, treatment with 5-fluorouracil administered by continuous infusion. Outstanding work is being carried out in the field of breast cancer research at the Valle de Hebrón Hospital in Barcelona, where oncology specialists have been looking for new molecular objectives as therapeutic targets for treatment of this disease. Their work has centred on epidermal growth factor receptors or EGFR. Research into certain aspects of the molecular biology of these receptors on cancerous breast cells has opened up possibilities for new courses of action that veer away from classical chemotherapy treatment.

As far as haemato-oncology is concerned, the Programme for the Study and Treatment of Malignant Haemopathies and the Spanish Haematopoietic Transplants Group have made internationally-recognised contributions to diseases such as acute promyelocytic leukaemia, multiple myeloma and lymphoid neoplasias, with seminal contributions in top journals such as *Blood* or the *Journal of Clinical Oncology*.

These are just a few examples. It is just over 20 years since the Spanish Medical Oncology Society was set up, in 1980. Since then, this speciality has matured vastly and the growing presence of Spanish researchers in international journals and at forums vouches for that fact. Its future within the context of Spanish clinical research looks very bright.

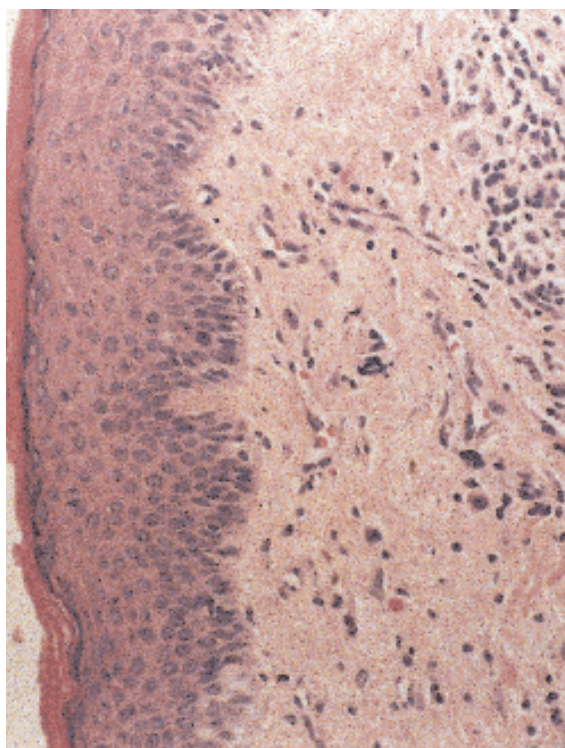


predicción de la respuesta tumoral a fármacos.

Por su parte, el Grupo de Tratamiento de Tumores Digestivos ha tenido un papel destacado en las investigaciones sobre el cáncer colorrectal, especialmente en lo que se refiere al tratamiento con 5-fluorouracilo en infusión continua. En cáncer de mama destaca la labor desarrollada en el Hospital Valle de Hebrón, en Barcelona, cuyos especialistas en oncología han buscado nuevos objetivos moleculares como dianas terapéuticas para el tratamiento de esta temida enfermedad. Concretamente han trabajado sobre los receptores del llamado factor de crecimiento epidérmico o EGFR. La indagación de determinados aspectos de la biología molecular de estos receptores en las células cancerosas de la mama ha abierto perspectivas para nuevas vías de actuación que se apartan de la quimioterapia clásica y que podrían permitir tratamientos crónicos para este tipo de cáncer.

En cuanto a la hemato-oncología, el Programa para el Estudio y Tratamiento de las Hemopatías Malignas y el Grupo Español de Trasplantes Hematopoyéticos han aportado contribuciones de alcance internacional para el tratamiento de enfermedades como la leucemia aguda promielocítica, el mieloma múltiple o las neoplasias linfoides.

Son solo algunos ejemplos. En los poco más de veinte años transcurridos desde que en 1980 se constituyera la Sociedad Española de Oncología Médica, primera de Europa en su género, esta especialidad ha alcanzado un notable grado de madurez, tal como acredita la creciente presencia de los investigadores españoles en revistas y foros internacionales. Su futuro en el conjunto de la investigación clínica española es, por diversas razones, motivo de esperanza.



El cáncer de mama es objeto de estudio por uno de los grupos cooperativos creados por los oncólogos españoles

Breast cancer is the subject of the research being carried out by one of the cooperative teams created by Spanish oncologists

# New therapeutic targets have been sought for treating breast cancer

# TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LENGUA ESPAÑOLA

## INFORMATION TECHNOLOGY AND THE SPANISH LANGUAGE

La Real Academia de la Lengua Española se ha abierto a Internet, donde ofrece sus enormes recursos lingüísticos

The Spanish Royal Academy of Language now has a showcase on the Internet of its enormous linguistic resources



Con sus tres siglos de historia, la Real Academia de la Lengua Española es la más venerable institución de la cultura hispana, en la que desempeña una misión clave como entidad de referencia nacional e internacional para la lengua española. Diccionario, ortografía y gramática han sido sus tareas tradicionales, en las que fueron hitos iniciales el monumental Diccionario de autoridades de 1726-1739, la Ortografía de 1740 y la Gramática de 1771. La incorporación de las tecnologías de la información ha venido a impulsar de modo extraordinario la labor de la Academia en la última década, dando un alcance a sus trabajos que con los sistemas tradicionales hubiera sido imposible. Los ordenadores revolucionan las técnicas lexicográficas. Ya no es preciso que los equipos lexicográficos dediquen años y años a la

With its three centuries of history, the Spanish Royal Academy of Language - La Real Academia de la Lengua Española - is the most venerable institution in Hispanic culture, where it plays a key role as a national and international reference body for the Spanish language. Traditionally, its three great tasks have been: dictionary, orthography and grammar, in which the monumental Diccionario de autoridades, 1726-1739, Ortografía, 1740, and Gramática, 1771, were the initial milestones. Inclusion of the use of information technology has given a tremendous thrust to the work carried out by the Academy over the last decade, with the achievement of far greater progress than would have been possible using traditional systems. Computers revolutionise lexicographical techniques. Teams of lexicographers no longer have to spend years and years selecting material for inclusion in their files. Nowadays, technology makes for easy consultation of huge volumes of information, which in this case means hundreds of millions of words.

La tecnología permite la consulta de enormes volúmenes de información, de cientos de millones de palabras

The accumulation, classification and study of linguistic forms and variants are now simpler, cheaper and more efficient processes. The main project has been the creation of a Spanish Language Database, made up from the Reference Body of Modern Spanish (CREA), for Spanish from 1975 to the present, and the Diachronic Body for the Spanish Language (CORDE), for earlier history.

The 130 million forms now stored by the CREA, which have been taken from a search through thousands of works in Spain and America, are processed using computer resources known as linguistic engineering, which make this body of work



El Banco de Datos del Español adquiere dimensiones impensadas gracias a las nuevas tecnologías

The size and scope of the Spanish Language Database has increased immensely with the help of new technologies

selección de materiales para incorporarlos a sus ficheros. La tecnología permite hoy la consulta cómoda de enormes volúmenes de información, que en este caso resultan ser cientos de millones de palabras.

La acumulación, la clasificación y el estudio de formas y variantes lingüísticas son ahora procesos más sencillos, baratos y eficaces. El principal proyecto ha sido la creación de un Banco de Datos del Español, integrado por el Corpus de Referencia del Español Actual (CREA), para el español desde 1975 hasta la actualidad, y el Corpus Diacrónico del Español (CORDE), para toda la historia anterior.

Los 130 millones de formas que almacena hoy el CREA, procedentes del vaciado de millares de obras de España y América, son tratadas con los recursos informáticos conocidos como ingeniería lingüística, que hacen de este corpus mucho más que un almacén de palabras. Un sistema de anotación permite introducir marcas morfosintácticas y semánticas. Y un conjunto de programas, conocido familiarmente como “Búho”, permite explorar Internet en una continua búsqueda de posibles neologismos o nuevos términos especializados.

Por su parte, el CORDE contiene unos 135 millones de palabras procedentes de más de 2000 obras, desde la Edad Media hasta 1974. Con el apoyo del Ministerio de Ciencia y Tecnología se trabaja para aumentarlo hasta 300 millones de formas. Y hay nuevos proyectos, como un corpus científico y técnico, en el que se trabaja conjuntamente con la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, un corpus escolar, que ha servido de

much more than a storehouse for words. An annotation system allows the introduction of morphosyntactical and semantic markings, and a set of programmes, colloquially known as Búho (Owl), makes it possible to explore the Internet in a continual search for possible neologisms or new specialised terms.

The CORDE contains around 135 million words taken from over 2,000 works ranging from the Middle Ages to 1974. With the support of the Ministry of Science and Technology, work is being done to increase this count to 300 million forms. Besides this, there are new projects such as a scientific and technical corpus, being worked on jointly with the Spanish Royal Academy for Exact, Physical and Natural Sciences; a school corpus, which has been a support instrument for producing

Technology makes it possible to consult huge volumes of information and hundreds of millions of words



Tradición y modernidad conviven en  
la Real Academia de la Lengua  
Española

Tradition and modernity hand in hand  
at the Spanish Royal Academy  
of Language



La nueva edición  
del Diccionario es  
fruto de un largo  
proceso de  
revisión

apoyo para el Diccionario del estudiante, o un corpus jurídico, obtenido a partir de textos de derecho.

Pero la obra por la que la Academia es más conocida, y que usan a diario hispanohablantes de todo el mundo, es su Diccionario de la Lengua Española (DRAE). La nueva edición de esta obra, que tiene valor normativo, es fruto de un largo proceso de revisión para prescindir de aquellas entradas que tienen mejor acomodo en el Diccionario histórico. Se han suprimido unos 6.000 artículos, 17.400 lemas y 2.100 formas complejas. Pero no solo se ha restado. A lo largo de diez intensísimos años, se han enmendado dos tercios de los artículos, más de 55.000, y se han añadido 11.000 nuevas entradas, 25.000 nuevas acepciones y 4.000 formas complejas.

Las decisiones se han estudiado en comisiones especializadas y luego se han aprobado en el pleno. La colaboración de las academias hispanoamericanas, y de las de Estados Unidos y Filipinas, ha sido decisiva. El resultado final no hubiera sido posible sin ese esfuerzo colectivo, al que se ha sumado el mecenazgo de Endesa, y sin la capacidad de manejo de información con que la Real Academia Española ha conseguido dotarse en su empeño por incorporar tecnologías informáticas y lingüísticas avanzadas. Toda esta modernización redundará en una mayor proyección social, con una página web intensamente consultada, un convenio con Microsoft para la utilización del DRAE en los productos de la empresa, un acuerdo con IBM para mejorar la página web o el patrocinio de Telefónica para la sección de consultas lingüísticas y el servicio "Español al día".

the Diccionario del estudiante (Student's Dictionary); and a legal corpus, obtained on the basis of legal texts.

The Academy's best-known work, however, used every day by the Spanish-speaking community the world over, is its Diccionario de la Lengua Española (Dictionary of the Spanish Language) or DRAE. The aim of this work is to set standards, and its new edition is the fruit of a lengthy revision process designed to dispense with entries that can be more happily included in the *Historical Dictionary*. Some 6,000 articles, 17,400 linguistic devices and 2,100 complex forms have been eliminated, and the remaining gap has been filled. During ten years of intense work, two thirds of the articles, which number over 55,000, have been amended, and 11,000 new entries, 25,000 new meanings and 4,000 complex forms have been added.

All decisions have been studied by specialist committees and approved in plenary session. The collaboration of Latin American academies and others in the United States and the Philippines has been decisive in this task. The final result would have been impossible without such a collective effort, one that included sponsorship from Endesa, and without the new-found ability of the Spanish Royal Academy of Language to handle information in its undertaking to incorporate computer and advanced linguistics technology. Such modernisation brings with it a greater degree of penetration into society, with an Internet page that is very much in demand, an agreement reached with Microsoft for the use of the DRAE in corporate products, an agreement reached with IBM for improving the Internet page, and the sponsorship of Telefónica (one of the major Spanish telephone companies) for the linguistic consultation section and the "Present-day Spanish" service.



Edición de 2001 del *Diccionario* el más célebre fruto de la labor de la Academia

The 2001 edition of the *Dictionary of the Spanish Language*, the Academy's most renowned work

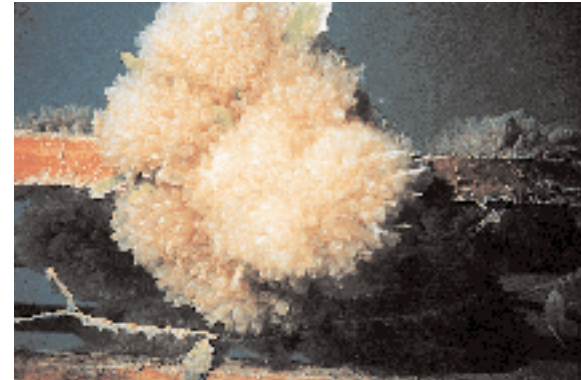
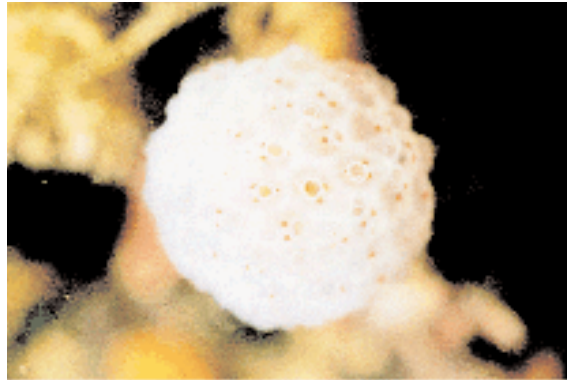
The new edition of the *Dictionary* is the result of a lengthy process of revision, with the collaboration of foreign academies

# ANTITUMORALES DE ORIGEN MARINO

## ANTITUMORALS WITH MARINE ORIGINS

*Aplidium albicans*, tunicado del que se extrae Aplidin (derecha) y *Ecteinascidia turbinata*, organismo marino origen del fármaco ET-743 (izquierda)

*Aplidium albicans*, a tunicate from which Aplidin is extracted (right) and *Ecteinascidia turbinata*, a marine organism that is the source of the ET-743 drug (left)



Durante milenios, la naturaleza ha sido fuente de sustancias curativas. Ahora somos capaces de sintetizar artificialmente lo que antes teníamos que extraer de plantas y animales. Incluso podemos diseñar nuevas moléculas que nunca antes habían existido. Pero la riqueza creada por millones de años de evolución es insustituible y la búsqueda en el medio natural de productos que puedan ayudar en la lucha contra la enfermedad continúa. Este es uno de los argumentos para la conservación, por razones estrictamente utilitarias, de la biodiversidad natural. Cada vez que se extingue una especie podemos estar perdiendo un eficaz fármaco para alguna de las dolencias que aún no tienen cura.

En los últimos años distintos programas científicos han abordado el ensayo metódico de miles de

For millennia, nature has been the provider of curative substances. We can now synthesise artificially the cures we once extracted from plants and animals. We can even design new molecules, ones that never existed before. However, the wealth created by millions of years of evolution can never be replaced and the search in nature for products which may help in the fight against illness still continues. This is one of the arguments in favour of conserving, for strictly utilitarian purposes, natural biodiversity. Whenever a species becomes extinct, we might be losing a more than efficient medicine for treating an illness for which a cure has not yet been found.

Various scientific programmes developed over the last few years have methodically tested thousands of extracts from organisms collected in their natural habitats, many of them yet to be named. Tropical forests, with their amazing biodiversity, seemed to be the ideal scenario for these projects. But one Spanish company set its sights on a target which was different but equally rich, if not even more so, in terms of natural diversity: oceans and seas. The PharmaMar company, which belongs to the Zeltia business group, has devoted 15 years to this. It suggests that marine ecosystems are the most extensive and the least known. Besides this, marine-life forms are among the oldest on our planet. These marine-life forms have evolved over hundreds of millions of years and may have produced sophisticated chemical arsenals, amongst which it is hoped to discover new molecules with interesting properties. For example, antitumoral medicines.

Sus mecanismos son  
novedosos respecto a  
otros antitumorales y  
han creado grandes  
expectativas



extractos de organismos recolectados en sus hábitats naturales, muchos de ellos aún sin nombre. Se ha pensado en las selvas tropicales, con su fantástica biodiversidad, como escenarios idóneos para estos proyectos. Pero una empresa española ha puesto sus ojos en un destino distinto y tan rico, o más, en lo que a diversidad natural se refiere, los mares. La compañía PharmaMar, del grupo empresarial Zeltia, lleva quince años en este empeño. Los ecosistemas marinos, argumentan, son los más extensos y los peor conocidos. Además, las formas de vida marina se cuentan entre las más antiguas del planeta. Evolucionadas a lo largo de centenares de millones de años, pueden haber producido arsenales químicos más sofisticados, entre los que cabe esperar el hallazgo de nuevas moléculas con propiedades interesantes. Por ejemplo, como fármacos antitumorales.

El problema está en encontrarlas en la inmensidad del océano. Es una apuesta a largo plazo, pero los resultados han comenzado a llegar. Haber sido los primeros en ensayar esta vía asegura ahora una posición de liderazgo internacional en su desarrollo. Actualmente, PharmaMar cuenta con tres compuestos en fase clínica, ET-743, Aplidin™ y Kahalalido F. Sus mecanismos de acción son novedosos respecto a otros antitumorales ya conocidos y, por ello, se han creado grandes expectativas. Ya hay firmado un acuerdo exclusivo con Johnson & Johnson, a través de su filial Ortho Biotech, para el desarrollo conjunto del ET-743 y su comercialización.

El ET-743 procede de Ecteinascidia turbinata, un invertebrado del grupo de los tunicados, animales con forma de saco que filtran grandes cantidades de agua para extraer su alimento, que vive en las aguas del Mediterráneo y del Caribe. Tiene una notable propiedad, pues se une al surco menor de la hélice de ADN, donde bloquea la expresión de genes clave en ciertos procesos cancerosos, como el gen MDR1, responsable de la resistencia a algunos fármacos usados en quimioterapia. La capacidad de inhibir selectivamente estos genes, sin afectar a otros procesos celulares, es una característica única y



Nuevos fármacos anticancerosos pronto estarán disponibles

New anti-cancer drugs will be available shortly

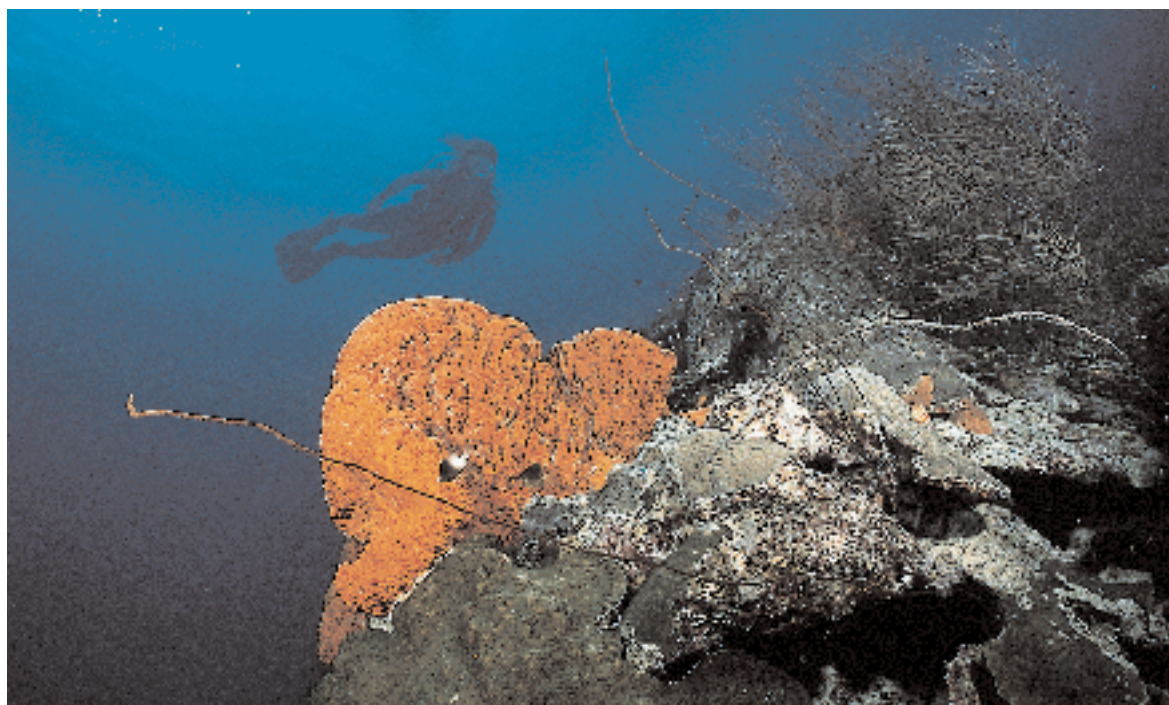
The problem lies in finding them in the immensity of the ocean. It is a long-term project, but the results are beginning to come to light. The fact that PharmaMar was the first to test this channel guarantees it a position of international leadership in the development of drugs derived from marine sources. The company at present has three compounds in the clinical phase: ET-743, Aplidin™ and Kahalalido F. Their mechanisms for action are new in relation to other known antitumoral medicines and have, therefore, raised high hopes. An exclusive contract has already been signed with Johnson & Johnson, through its subsidiary Ortho Biotech, for the joint development and marketing of ET-743.

ET-743 comes from Ecteinascidia turbinata, an invertebrate belonging to the tunicates group, sack-shaped animals which filter large quantities of water in order to extract their nutrients and which live in

Their mechanisms are new in relation to other antitumorals, and have created high expectations

Los fondos marinos acogen una enorme diversidad de especies

The deep-sea floor is home to an enormous diversity of species



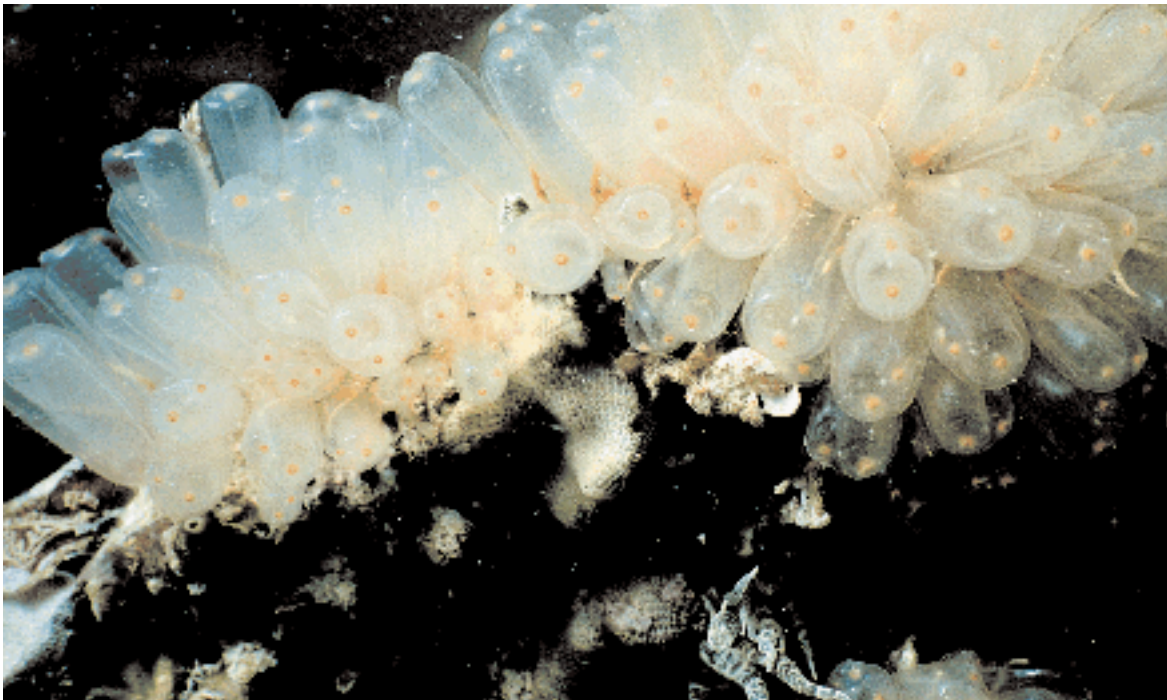
muy prometedora. Tras la finalización de la fase II de ensayos humanos, está prevista para finales de 2002 la comercialización en Europa del ET-743 como fármaco contra el sarcoma de tejidos blandos.

Aplidin deriva de otro tunicado mediterráneo, *Aplidium albicans*. Su actividad antitumoral radica en impedir la síntesis del ADN y la multiplicación de líneas celulares cancerosas, además de inducir la apoptosis de células tumorales e inhibir otros

the waters of the Mediterranean and the Caribbean. ET-743 has a remarkable property. It attaches itself to the minor groove of the DNA helix, where it blocks the expression of key genes in certain cancerous processes, such as the MDR1 gene, which is responsible for resistance to some medicines used in chemotherapy. The ability to inhibit these genes selectively, without affecting other cell processes, is a unique and highly promising characteristic. When phase II testing on humans is completed, the European marketing of ET-743 as a medicine for use in the fight against soft tissue sarcoma is expected to commence.

Aplidin comes from another Mediterranean tunicate: *Aplidium albicans*. Its antitumoral activity consists of preventing the synthesis of DNA and the multiplication of cancerous cell lines, besides inducing the apoptosis of tumoral cells and inhibiting other processes related to the development of cancers. It has generated promising results for use in treating different forms of cancer, including those of a neuro-endocrine, renal, colon, colonic-rectal type and lymphomas, as well as cancer of the bladder, the prostate and lymphoblastic leukaemia.

La vida marina, a lo largo de millones de años, puede haber producido arsenales químicos sofisticados



Aspecto de una colonia formada por numerosos individuos de *Ecteinascidia turbinata*

View of a large colony of *Ecteinascidia turbinata*

procesos que se relacionan con el desarrollo de cánceres. Ha dado resultados esperanzadores contra distintas formas de cáncer, incluidas las de tipo neuroendocrino, renales, de colon, colorrectales y linfomas, así como en cáncer de vejiga, de próstata y leucemia linfoblástica.

El tercero de los compuestos, Kahalalido F, procede de un molusco hawaiano llamado *Elysia rufescens* y se cree puede ser eficaz contra diversos cánceres. Pero hay otros 22.000 extractos marinos, fruto de años de expediciones y muestreos, atesorados en PharmaMar. Tras los fármacos en fase de ensayos más avanzada aguardan otros, como Tiocoralina, Crambescidina, Isohomohalicondrina, Variolina, Lamellarina o Truncamida. Sus nombres, de momento tan extraños y desconocidos como los organismos marinos de que proceden, pueden un día ofrecer esperanza a muchos.

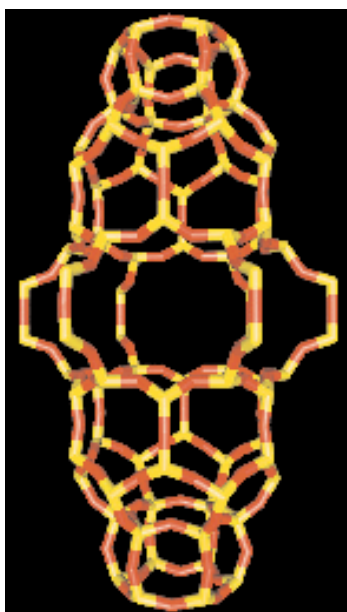
The third of the compounds, Kahalalido F, comes from a Hawaiian mollusc called *Elysia rufescens*, thought to be effective against different cancers. However, there are a further 22,000 marine extracts which are the fruit of years of expeditions and sample-taking stored at PharmaMar. Waiting their turn, behind drugs at a more advanced phase of testing, are others, such as Tiocoralina, Crambescidina, Isohomohalicondrina, Variolina, Lamellarina and Truncamida. Their names, for now, as strange and mysterious as the marine organisms from which they are taken, may one day offer hope to many.

Marine life may, over millions of years, have produced sophisticated chemical arsenals



# NANOMATERIALES Y CATALIZADORES

## NANOMATERIALS AND CATALYSTS



Zeolita MCM-22 con canales de 0,5 nanómetros y cajas de 1,8 x 0,7 nanómetros

Zeolite MCM-22 with 0.5 nanometre channels and 1.8 x 0.7 nanometre cages

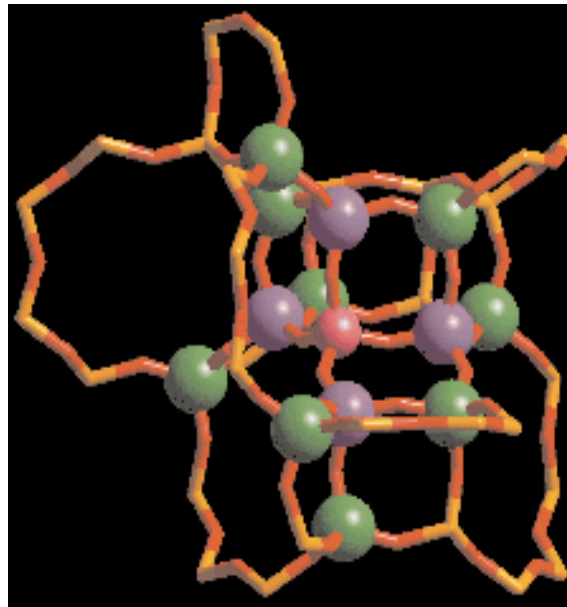
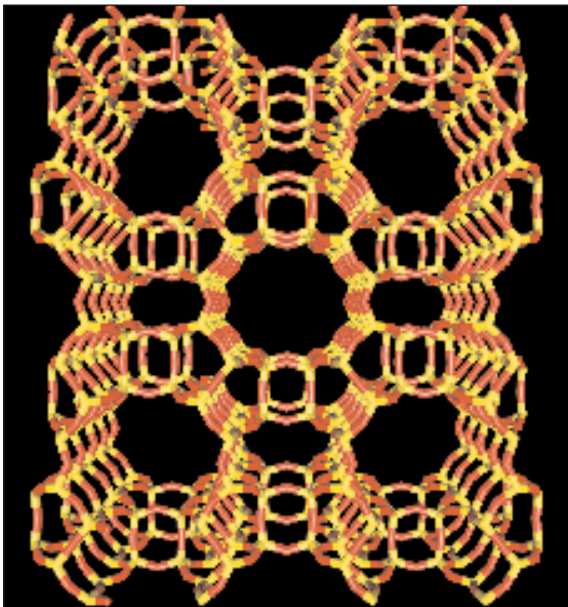
Cuando se pregunta a los expertos por algún ejemplo de buena integración entre la investigación de calidad que se lleva a cabo en los centros públicos españoles y el desarrollo de procesos y productos de interés económico en el ámbito industrial, es frecuente que entre los nombres citados en la respuesta aparezcan los de Avelino Corma y el Instituto de Tecnología Química (ITQ).

Radicado en Valencia, el ITQ es un centro mixto del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y la Universidad Politécnica de Valencia. En los últimos años, los laboratorios de Corma y sus colaboradores han desarrollado aquí una labor sobresaliente, diseñando y poniendo a punto nuevos nanomateriales con propiedades catalíticas muy interesantes. Los nanomateriales son compuestos cuya actividad depende, en una escala microscópica, de su precisa configuración molecular. La presencia de poros de orientación y calibre determinados, o de átomos concretos en disposiciones específicas, permite que estos materiales catalicen de modo muy eficiente procesos químicos de interés científico o industrial. En algunos casos, los nanomateriales son más bien soportes a medida, sobre los que pueden insertarse, en las posiciones adecuadas, los componentes activos que se desea utilizar.

Whenever experts are asked for an example of successful integration between cutting-edge research undertaken at Spain's state-funded institutions and the development of economically viable industrial processes and products, two names come to mind: the Institute of Chemical Technology (ITQ) and the scientist Avelino Corma.

The Institute of Chemical Technology in Valencia is a research centre run jointly by the National Council for Scientific Research (CSIC) and Valencia Polytechnic University. In recent years, Avelino Corma and his collaborators have done outstanding work at the laboratories there, designing and perfecting new nanomaterials with very important catalytic properties. Nanomaterials are compounds whose activity depends, on a microscopic scale, on their precise molecular configuration. The presence of pores of a certain aspect and size, or of particular atoms in specific arrangements, enables these materials to act as highly efficient catalysts in chemical processes of enormous scientific and industrial importance. In some cases, these nanomaterials are more like

En el ITQ se han puesto a punto nanomateriales con interesantes propiedades catalíticas



Diferentes tipos de zeolitas son empleadas como eficaces catalizadores

Different types of zeolites are used as efficient catalysts

Así, en 1990, el ITQ desarrolló, junto con la empresa española CEPESA, un catalizador sólido para la isomerización de una fracción de la gasolina, aumentando así el número de octanos y el valor comercial del combustible. Este catalizador consiste en una zeolita que actúa como un tamiz molecular. Una versión industrial del proceso, denominada Hysopar, fue puesta a punto por CEPESA y luego comercializada junto con la compañía alemana Süd-Chemie. Hoy se utiliza en muchas plantas

tailor-made supports onto which the active components to be used can be attached, in appropriate positions.

In 1990, the ITQ and the Spanish oil company, CEPESA, jointly developed a solid catalyst for petrol isomerisation, so increasing the octane rate and commercial value of the fuel. This catalyst consists of a zeolite that acts as a molecular sieve. CEPESA went on to develop an industrial version of the

# Nanomaterials with important catalytic properties have been perfected

# Una multinacional de catalizadores ha adquirido las patentes para su desarrollo comercial

industriales de todo el mundo.

Otro ejemplo de la labor de Avelino Corma y sus colaboradores, entre muchos posibles, es un nuevo tipo de síntesis de nanomateriales laminares estructurados, publicado en Nature en 1998. Estos materiales permiten la incorporación de centros catalíticamente activos en su estructura, a la que pueden anclarse también enzimas o componentes que actúan como sensores químicos. Abren, pues, múltiples posibilidades y no es extraño que hayan suscitado grandes expectativas, hasta el punto de que dos de las patentes del ITQ han sido ya adquiridas por dos de las mayores compañías del sector del petróleo, que están ya desarrollando

process, known as Hysopar, which it marketed in conjunction with the German firm, Süd-Chemie. Nowadays Hysopar is used in industrial plants all over the world.

Another of the many examples of the outcome of research undertaken by Avelino Corma and his collaborators is a new kind of synthesis of structured laminar nanomaterials, as reported in Nature in 1998. These materials let catalytically active sites be incorporated in their structure, onto which enzymes or components acting as chemical sensors can bind as well. This opened up a wealth of possible applications and, not surprisingly, created tremendous expectations, so much so that two ITQ patents have already been acquired by two of the largest companies in the oil sector, which are currently developing specific applications for them.

One of the ITQ's last and most outstanding contributions is the molecular design of a new catalyst that enables organic per-acids to be eliminated from certain industrial processes and be replaced by hydrogen peroxide. This breakthrough, reported in Nature in 2001, will have important environmental benefits since it dispenses with potentially harmful agents and water is obtained as a by-product. The catalyst is a microporous crystalline material in which a series of tin atoms, occupying specific positions, are capable of the selective oxidation of ketones to obtain esters. It has applications in industrial chemical processes for the production of certain monomers, and in fine chemistry, for obtaining pharmaceutical intermediates and fragrances. One multinational catalysis corporation has acquired the patents in order to develop them commercially.

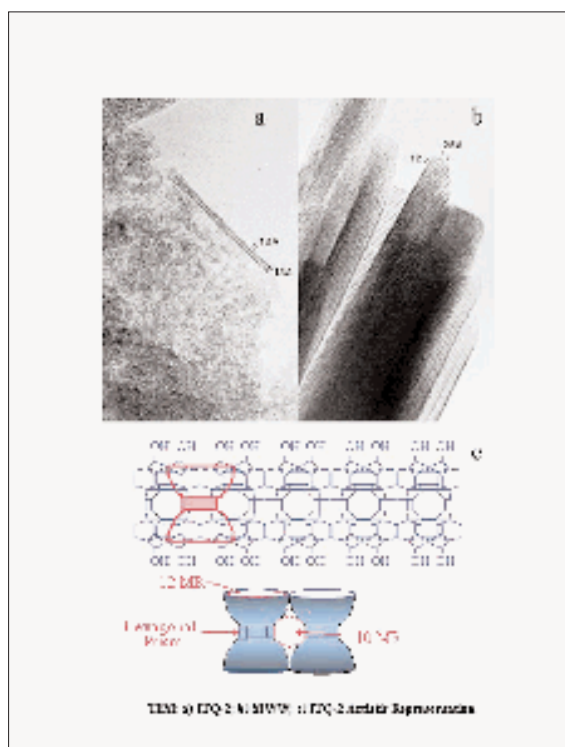
The dynamic and ever-changing interface between the new ideas flowing from researchers and the implementation of commercially viable industrial processes has put Valencia on the map as far as the chemical sector is concerned.



aplicaciones concretas.

Entre las últimas contribuciones del ITQ destaca el diseño molecular de un nuevo catalizador que permite eliminar el uso de perácidos orgánicos en determinados procesos industriales y sustituirlos por agua oxigenada. La innovación, publicada en Nature en 2001, permitirá notables mejoras ambientales, ya que se prescinde de agentes potencialmente agresivos para el entorno y, como subproducto, se obtiene simplemente agua. Este catalizador es un material cristalino microporoso en el que una serie de átomos de estaño ocupan posiciones específicas y son capaces de oxidar selectivamente cetonas a ésteres. Puede aplicarse a procesos tanto de química industrial, para la producción de ciertos monómeros, como de química fina, para obtener intermedios farmacéuticos y fragancias. Una empresa multinacional de catalizadores ha adquirido las patentes para su desarrollo comercial.

La dinámica y cambiante interfase que media entre la aportación por los investigadores de nuevos conceptos y la puesta en marcha de procesos industriales con viabilidad comercial tiene hoy en Valencia, por lo que a la química se refiere, uno de sus puntos de referencia más prometedores.



La eficacia de los nanocatalizadores desarrollados por el ITQ depende de las dimensiones y las formas de sus estructuras moleculares, vistas aquí en imágenes de microscopio electrónico y en un esquema idealizado

The efficiency of the nanocatalysts developed by the ITQ lies in the dimensions and forms of their molecular structures, seen here in electronic microscope images and in a simulated schematic diagram

A multinational  
catalysis corporation  
has acquired the  
patents for their  
commercial  
development

# COMPUTACIÓN DE ALTAS PRESTACIONES

## HIGH-PERFORMANCE COMPUTING

Supercomputador de IBM (arriba a la derecha), actualmente el más rápido de España, y otros computadores paralelos capaces de resolver problemas muy complejos en tiempos razonables

IBM supercomputer (upper right), the fastest in Spain today, and other parallel computers capable of solving highly complex problems in very reasonable times



NOS hemos acostumbrado a tener que cambiar de ordenador cada pocos años o a considerar anticuadas y lentas máquinas cuyas posibilidades nos deslumbraban hace poco. Y si esto ocurre con los ordenadores personales, algo parecido sucede en el sofisticado mundo de los superordenadores y la computación de altas prestaciones. Estas supermáquinas se utilizan para tareas que requieren enormes capacidades de cálculo, como el diseño de coches y aviones, la predicción del tiempo o el estudio de las proteínas y del genoma. La industria europea, y también la española, apenas ha entrado en el campo de los superordenadores, exclusivo hasta ahora de los

We are used to having to change computer every few years and to thinking that machines are slow and out-of-date when only yesterday their performance stunned us. That is what happens with personal computers, and the same thing applies to the sophisticated world

of supercomputers and high-performance computing. These super-machines are used for tasks calling for enormous calculation capabilities, such as car or aeroplane design, weather forecasting or the study of proteins and genomes. The European industry in general, and Spain in particular, has only just set foot in the field of supercomputers, hitherto the exclusive domain of the big US manufacturers. Yet here, in Barcelona, a top-flight international research group in high-performance computing is already making its mark.

The team embarked upon its first research work in 1980 at the Computer Architecture Department of the Polytechnic University of Catalonia. With 80 members altogether, counting teaching staff and research students, the High-Performance Computing Research Group has become one of the five most advanced centres in the world in processor design, and the undisputed leader in programming languages and software tools.

The machines that these researchers are trying to improve are hugely complex. In order to achieve

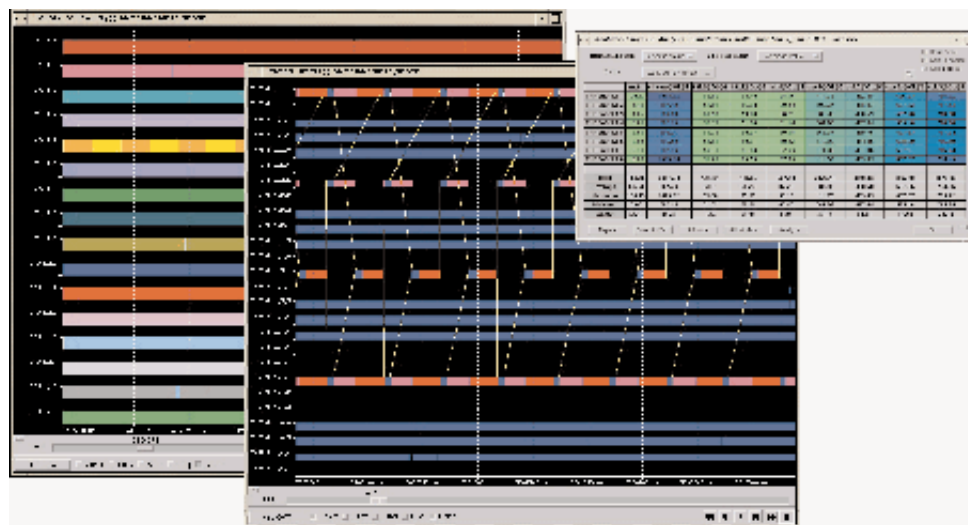
# El Grupo de Investigación en Computación de Altas Prestaciones es líder en lenguajes de programación y herramientas de software

grandes fabricantes norteamericanos. Y sin embargo ha surgido aquí, en Barcelona, un grupo de primera línea internacional en computación de altas prestaciones.

Hacia 1980 comenzó la actividad investigadora de este grupo en el Departamento de Arquitectura de Computadores de la Universidad Politécnica de Cataluña. Formado por 80 personas, entre profesores y becarios, el Grupo de Investigación en Computación de Altas Prestaciones se ha situado entre los cinco más avanzados del mundo en el diseño de procesadores y como líder absoluto en lenguajes de programación y herramientas de software.

Las máquinas que estos investigadores tratan de hacer cada vez mejores son de una enorme complejidad, pues para alcanzar sus fabulosas capacidades de cálculo han de integrar un gran número de procesadores, que colaboran juntos en la solución del mismo problema. Las más rápidas entre las actualmente existentes tienen unos 10.000 procesadores y una potencia de cálculo de 25 teraflops, siendo un teraflops el equivalente a 10 elevado a 12 operaciones por segundo. Pero IBM, con su proyecto Blue-Gene, ya ha anunciado para dentro de cuatro años una máquina de un millón de procesadores y una velocidad superior al petaflops, es decir, a 10 elevado a 15 operaciones por segundo.

El grupo de Barcelona ha hecho en los últimos años aportaciones muy señaladas en arquitectura de ordenadores. Ha sido el único en todo el mundo que ha investigado en los tres tipos de procesadores de altas prestaciones existentes, los superescalares de tipo Pentium, los VLIW de tipo Itanium y los vectoriales de tipo Cray. En los primeros, sus trabajos han suscitado la atención de empresas como Intel y Compaq. Respecto al segundo tipo de procesadores, hay igualmente interés en HP, Intel e IBM para su desarrollo, pues se cree pueden ser líderes del mercado en pocos años, y otras empresas los buscan para aplicaciones multimedia y de Internet. Finalmente, los procesadores vectoriales, sinónimo de supercomputación durante muchos años e



Manifestaciones gráficas y análisis cuantitativo de la actividad de procesadores durante la ejecución de una aplicación paralela

Graphic representation and quantitative analysis of processor activity during the execution of a parallel processing application

such amazing number-crunching capabilities they have to incorporate a large number of processors, which work together to find ways of solving a particular problem. The fastest of these machines today has some 10,000 processors and is capable of 25 teraflops, one teraflops being the equivalent of 10 to the power of 12 floating point operations per second. Yet IBM, with its Blue-Gene project, has already announced that, in four years' time it will produce a machine with one million processors and a speed in excess of one petaflops, that is to say, 10 to the power of 15 operations per second.

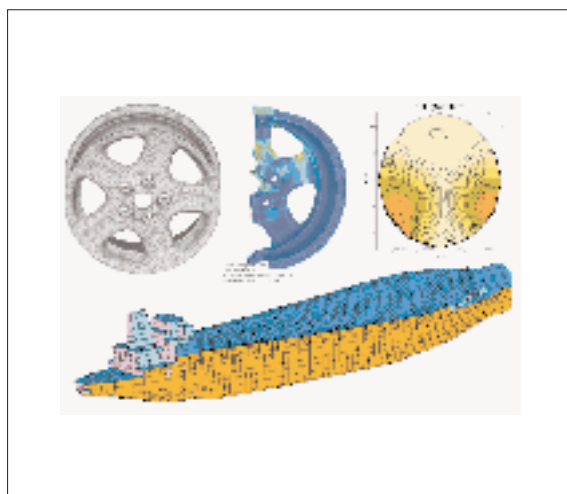
The Barcelona group has made major contributions to the field of computer architecture in the last few

# The research group is a leader in programming languages and software tools



La tecnología del paralelismo tiene múltiples aplicaciones, entre ellas acelerar los cálculos precisos en múltiples trabajos de ingeniería

Parallelism technology has multiple applications, among them accelerating precise calculations in multiple engineering works



inspiración de procesadores multimedia actuales como los de Play Station, han sido también objeto de investigación por el grupo español, líder en este campo. Compaq e Intel están diseñando nuevos productos basados en sus trabajos e incluso han optado por crear centros asociados con los investigadores de Barcelona.

Otra gran línea de actividad es la de los supercomputadores paralelos, a la que se dedica desde 1990 el Centro Europeo de Paralelismo de Barcelona (CEPBA), donde se han diseñado sistemas operativos, compiladores y herramientas de software, así como aplicaciones en ingeniería y en bases de datos. Todo ello en contacto permanente con empresas españolas, europeas y norteamericanas. En Europa, concretamente, ha

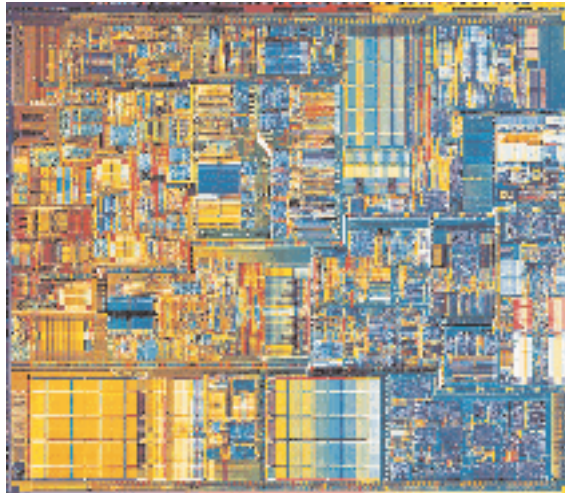
years.

It is the only group in the world to have conducted research into the three high-performance processor types currently available: the Pentium-based superscalar, the Itanium-based VLIW and the Cray vector processor machines. Its work with the first of these three processors grabbed the attention of firms such as Intel and Compaq. HP, Intel and IBM are taking an interest in the development of the second type, the VLIW processor, expected to be a market leader in a few years' time, and other firms want to use it for multimedia and Internet applications. Meanwhile, the vector processors, a name synonymous with supercomputing for a number of years now and the inspiration behind current multimedia processors such as PlayStation, have also been the focus of a large amount of research by this groundbreaking Spanish research group. Compaq and Intel are designing new products based on the work of this team, and have even decided to set up collaboration centres with the researchers in Barcelona.

Parallel processing supercomputers is another line of major research. The European Centre for Parallelism of Barcelona (CEPBA) has been engaged in this field since 1990 and since then has designed operating systems, compilers and software tools as well as engineering and database applications, in permanent liaison with Spanish, European and North American companies. In Europe, for example, it has taken part in over 70 projects and helped participation by 50 Spanish firms and groups. Two initiatives, Parallel Computing for Spain (PACOS) and PCI-II initiatives, have prompted the European Union to hail the CEPBA as a centre for excellence in supercomputing technologies. IBM has shown an interest too, and recently set up the CEPBA-IBM Research Institute (CIRI), where research into projects associated with the Blue-Gene project and into parallel databases and bioinformatics is being carried out. Hopes at the CIRI are pinned on it becoming a launch pad for a major IBM research centre in Spain.

Confían en que sea el punto de partida para un gran centro de investigación de IBM en España

tomado parte en más de 70 proyectos, ayudando a la participación de una cincuentena de empresas y grupos españoles. Las iniciativas Parallel Computing for Spain (PACOS) y PCI-II contribuyeron a que la Unión Europea haya designado al CEPBA como centro de excelencia en tecnologías de supercomputación. También IBM ha mostrado su interés y recientemente ha creado el CEPBA-IBM Research Institute (CIRI), donde se investiga en proyectos asociados al antes citado Blue-Gene, así como en bases de datos paralelas y bioinformática. Sus responsables confían en que el CIRI sea el punto de partida para un gran centro de investigación de IBM en España.



Procesador Pentium 4 de Intel, compañía con la que el grupo de Barcelona trabaja en el desarrollo de futuros procesadores

Pentium 4 Processor from Intel, the company with which the Barcelona group is working on the development of future processors

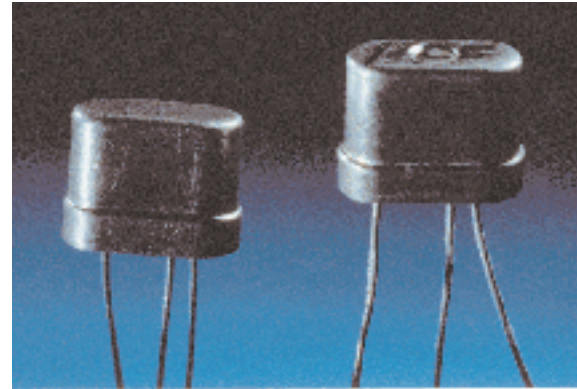
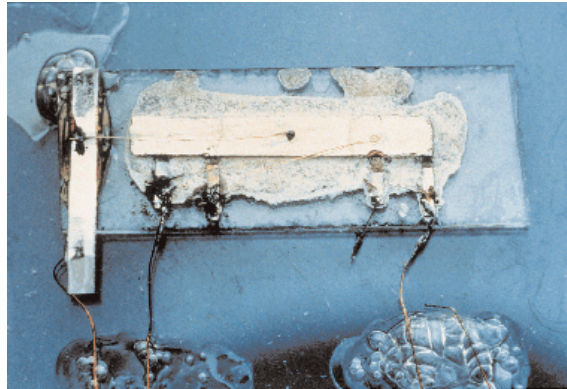
Hopes are pinned on it becoming a launch pad for a major IBM research centre in Spain

# AVANCES EN MICROELECTRÓNICA

## ADVANCES IN MICROELECTRONICS

Un primitivo circuito integrado de 1958 (izquierda) y primeros transistores de silicón (derecha)

A primitive integrated circuit from 1958 (left) and the first silicon transistors (right)



La vida cotidiana de cientos de millones de personas en todo el planeta se desenvuelve en continuo contacto con aparatos y sistemas basados en circuitos integrados, de los que son un ejemplo bien conocido los microprocesadores. El desarrollo durante la segunda mitad del siglo XX de funciones electrónicas cada vez más complejas y más pequeñas partió de la invención del transistor y alcanzó su verdadero potencial con la aparición en los años setenta de los circuitos integrados o chips. Las prestaciones de estos chips no han cesado de crecer desde entonces, al tiempo que se hacían más complejos, más potentes y más baratos.

Paulatina pero imparable, la revolución microelectrónica continúa hasta hoy. Y en esa frontera, cuyo permanente avance deja tras de sí nuevos productos y soluciones tecnológicas que quizá mañana encontremos en nuestro hogar o nuestro trabajo, es donde desarrollan su actividad investigadores españoles de los tres institutos de investigación que forman, en Barcelona, Madrid y

In their daily lives, hundreds of millions of people around the globe are in contact permanently with pieces of equipment and systems based on integrated circuits. Microprocessors are a well-known example of them. In the second half of the 20th century, the development of increasingly more complex and smaller electronic devices stemmed from the invention of the transistor, and reached its true potential with integrated circuits or chips in the 1970s. The performance characteristics of these chips have improved continuously ever since, and have also become more complex, more powerful and less expensive.

This slow but steady revolution in microelectronics continues to this very day. Spanish researchers working at three research institutes in Barcelona, Madrid and Seville, which together form the National Centre for Microelectronics (CSIC) are engaged in frontier research in this field, in which ongoing advances are leaving a trail of new products and technological solutions in their wake that promise to

# Conseguir circuitos convertidores que puedan traducir señales continuas en digitales y viceversa



Sevilla, el Centro Nacional de Microelectrónica (CSIC). La participación en más de 50 proyectos del Programa Marco de Investigación y Desarrollo de la Unión Europea, junto con la financiación aportada por programas nacionales y diversos contratos con

la industria, dibujan el activo panorama científico y tecnológico de este centro, cuyas líneas de trabajo tienen que ver con algunos de los problemas estratégicos a los que hoy se enfrenta el sector.

Uno de estos problemas es la mejora de la comunicación entre los sistemas electrónicos y el mundo que los rodea, incluidos nosotros mismos. Una comunicación difícil, porque las señales que manejan estos sistemas son muy distintas de las que se generan y se entienden en el medio natural. Estas señales naturales, tan diversas como la posición del sol o un impulso nervioso, comparten una característica común, la de cambiar de modo gradual, sin saltos bruscos. Tienen por tanto una gama continua de valores y se denominan señales analógicas. Sin embargo, las señales que los actuales sistemas microelectrónicos procesan con extraordinaria eficacia son de un tipo tal que cambian de manera prácticamente instantánea entre unos pocos valores discretos. Son señales digitales.

De ahí el enorme interés de conseguir circuitos convertidores que puedan traducir las señales

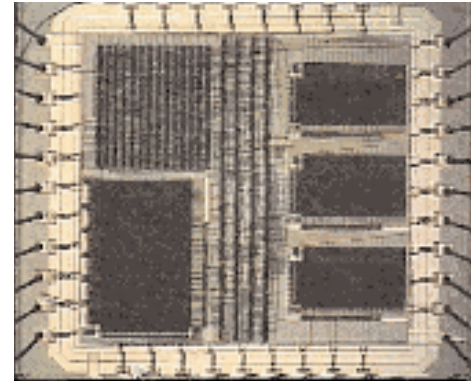
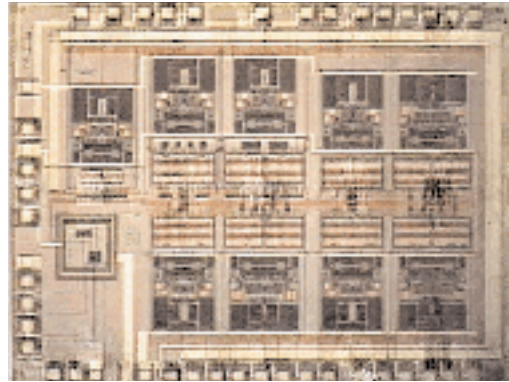
become a standard feature of the home and workplace. Participation in over 50 projects of the European Union's Framework Programme for Research and Development, coupled with funding provided by domestic programmes and contracts with industry, serve to illustrate the active scientific and technological panorama at the centre, whose lines of research are linked directly with some of the strategic problems facing the sector today.

One of these problems is finding a way to improve communication between electronic systems and the world around them, including ourselves. It poses difficulties because the signals used by these systems differ substantially from those generated and understood in the natural environment. These natural signals, which vary as much as the position of the sun or a nerve impulse, share a common characteristic: they change gradually, without any sudden jumps. Consequently they have a continuous range of values and are known as analogue signals. However, the type of signals processed by current microelectronic systems with such extraordinary efficiency are such that they change almost instantaneously among a few discrete values. These are digital signals. This explains the enormous interest in obtaining

The aim is to achieve  
converter circuits capable of  
converting continuous  
signals into digital format and  
vice versa

Dos procesadores que usan técnicas de lógica difusa

Two processors that use fuzzy logic techniques



continuas en secuencias digitales y viceversa.

En la sede de Sevilla del Centro Nacional de Microelectrónica se trabaja en este tipo de circuitos. Destacan los resultados obtenidos en convertidores que utilizan avanzadas soluciones, para lo cual aprovechan técnicas de sobremuestreo, estructuras pipeline u otras basadas en el paradigma neuro-celular, que imita mecanismos de interacción existentes en seres vivos. Gracias a tales soluciones, los circuitos diseñados en Sevilla, en los que se han aplicado potentes herramientas de concepción y diseño, llegan a incorporar microsensores ópticos y mecánicos que encuentran

converter circuits capable of transforming continuous signals into digital sequences and vice versa.

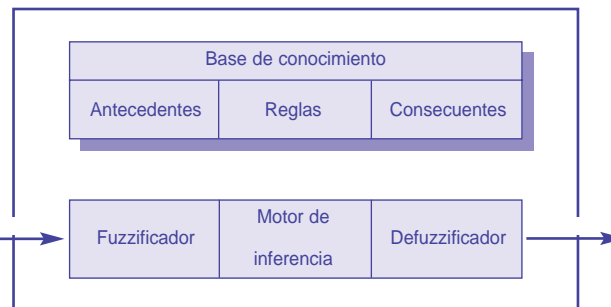
Work on circuits such as these is underway at the Seville headquarters of the National Centre for Microelectronics. Outstanding results have been obtained with converters that use advanced solutions, taking advantage of techniques such as oversampling, pipeline structures or others based on the neurocellular model, which imitates interaction mechanisms found in human beings. Thanks to these solutions, the circuits designed in Seville, in which powerful conception and design tools have

# Los circuitos incorporan microsensores ópticos y mecánicos con infinidad de aplicaciones, incluidas las implantaciones en seres vivos

infinidad de aplicaciones, incluidas las implantaciones en seres vivos.

La complejidad de los modernos circuitos integrados ha convertido en un serio problema su prueba de funcionamiento, que se ha ido resolviendo para los circuitos digitales. No así para los que manejan señales analógicas y esta es otra de las líneas de investigación en las que el centro de Sevilla es también pionero. El procedimiento OBIST, de las siglas de Oscillation-based Built-In-Self-Test, se aplica en Sevilla a filtros y convertidores con resultados muy prometedores.

La capacidad tecnocientífica que está detrás de tales resultados ha hecho posible que España esté incorporada a la comunidad europea que se ocupa de estas tecnologías. De ellas dependen, a su vez, áreas como las nanotecnologías, la computación cuántica o las soluciones electrónicas “bioinspiradas”, llamadas a ser el pilar de aplicaciones tan novedosas y prometedoras como dispositivos electrónicos implantables en el cuerpo humano y avanzados sistemas de comunicaciones móviles, de control o de tratamiento masivo de información.



Esquema de las tareas realizadas por un procesador

Schematic diagram of the tasks carried out by a processor

been employed, can now incorporate optical and mechanical microsensors that have a vast array of applications, including human implants.

The complexity of modern integrated circuits has seriously hampered functioning tests. Although that problem has been solved gradually in the case of digital circuits, for those that process analogue signals it still prevails, and this is another of the line of pioneering research by the Seville research centre. The OBIST procedure, which stands for Oscillation-Based Built-In Self-Test, is being applied in Seville to filters and converters with very promising results.

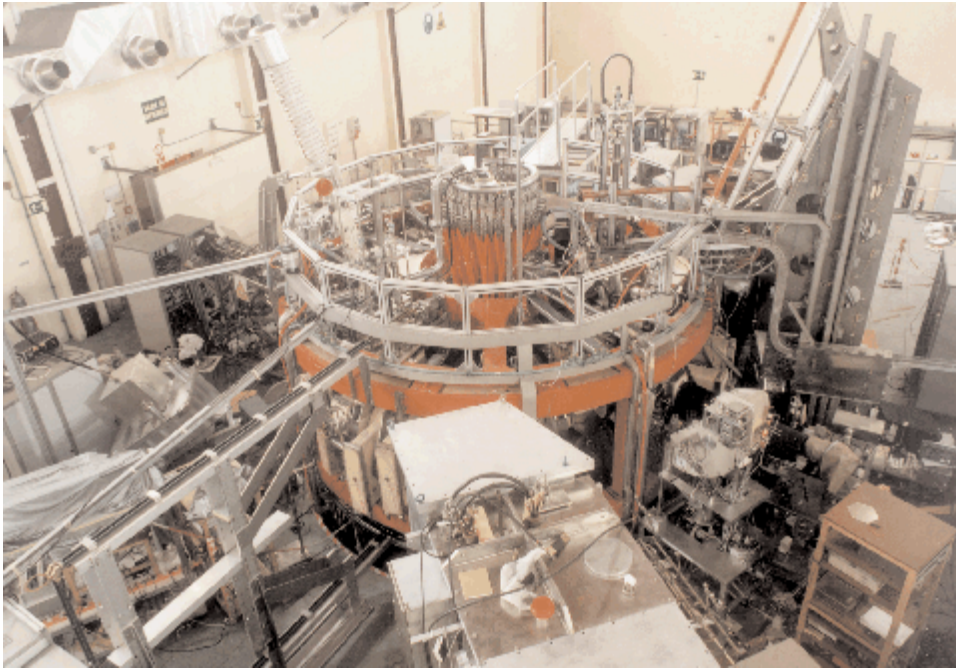
The techno-scientific capabilities underlying these results have earned Spain its place in the European community responsible for these technologies. On them depend fields of research such as nanotechnologies, quantum computing or “bio-inspired” electronic solutions, destined to be the cornerstone for innovative and promising applications such as electronic devices that can be implanted in the human body and advanced mobile communications, control or massive information processing systems.

The circuits incorporate optical and mechanical microsensors with countless possible applications, including human implants



# FUSIÓN POR CONFINAMIENTO MAGNÉTICO

## FUSION BY MAGNETIC CONFINEMENT



El TJ-II

The TJ-II

Hace tiempo que viene oyéndose hablar de la fusión como una alternativa energética limpia e inagotable. Pero, advierten los expertos, el camino será largo, pues el desafío científico y tecnológico es formidable. Fusión es el proceso por el cual dos núcleos atómicos se unen. Al hacerlo liberan una enorme cantidad de energía. Así funcionan el Sol y el resto de las estrellas. Las condiciones en que estas reacciones se producen son extremas. Conseguirlas no es fácil, pero además hace falta que ese combustible, que alcanza una temperatura y una densidad enormes, esté contenido en algún sitio.

El procedimiento seguido ha sido el de aislar el combustible mediante potentes campos

El TJ-II es resultado de una intensa historia de investigación española en fusión

For some time now, there has been talk that fusion could be a clean and endless alternative source of energy. However, experts warn that there is still a lot of ground to be covered because fusion poses formidable scientific and technological challenges. Fusion is the process whereby two atomic nuclei combine and, in doing so, release an enormous amount of energy. This is what happens within the Sun and the other stars. It is not easy to reproduce the extreme conditions in which these reactions occur, and what makes it harder still is that the fuel, which reaches a very high temperature and density, has to be contained somewhere. The procedure followed has been to isolate the fuel using powerful magnetic fields.

At present, scientists conducting research in this field

all over the world are working in two different directions: while some use Tokamak-type magnetic traps to try to faithfully reproduce the temperature, density and

volume conditions required to ensure that the fusion reactions take place efficiently, others are trying to get around the Tokamaks' limitations by devising new magnetic confinement systems. This latter group has to find out how matter behaves when it is heated to millions of degrees and, at the same time, is confined

in a specific volume. It is for this reason that the Madrid-based Research Centre for Energy, Environment and Technology (CIEMAT) has built machines such as the TJ-II.

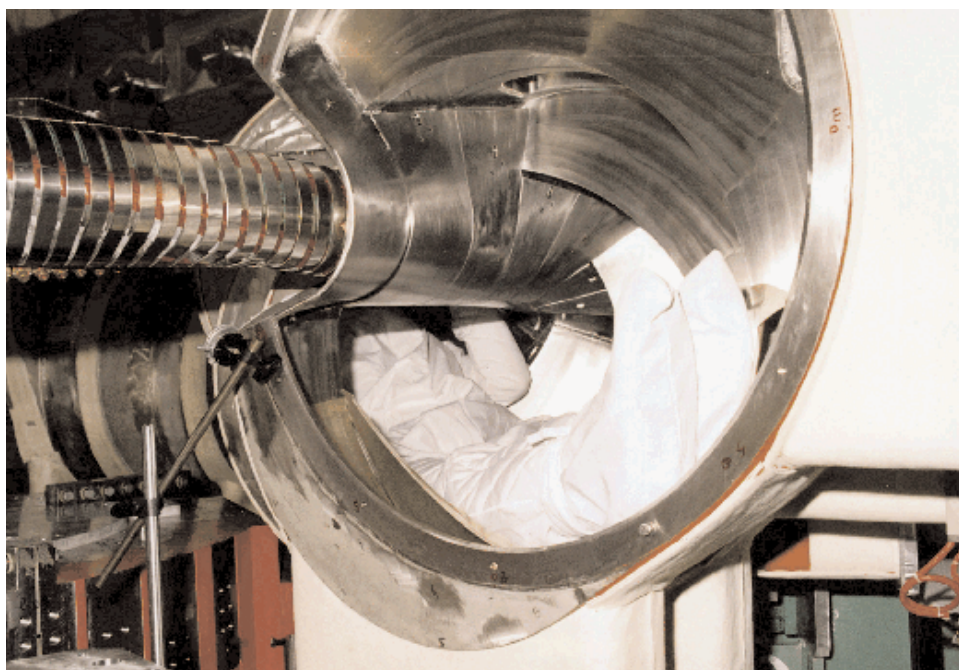
The TJ-II is the outcome of an intense Spanish research commitment to fusion. It dates back to 1983, when the Tokamak TJ-I, built in the United States, was commissioned at the CIEMAT. A significant breakthrough came in 1994 with a new machine, the Stellarator TJ-I upgrade, this time built entirely in Spain. After yielding highly successful results, it was transferred to Kiel University (Germany) in 1999. By then, the CIEMAT was using the TJ-II, which represented a huge step forward in terms of quality. The TJ-II is a Stellarator-type device and one of the most advanced of its kind in the world, together with the German Wendelstein 7-AS

magnéticos.

Actualmente, los esfuerzos de los científicos que en todo el mundo investigan en este campo se dividen entre aquellos que utilizan trampas magnéticas de tipo Tokamak para intentar aproximarse todo lo posible a las condiciones de temperatura, densidad y volumen necesarias para que las reacciones de fusión se produzcan de manera eficiente, y aquellos otros que tratan de superar las limitaciones de los Tokamak buscando nuevos sistemas de confinamiento magnético. Estos últimos deben indagar cómo se comporta la materia cuando se calienta a millones de grados y, a la vez, es confinada en un volumen concreto. Para ello se han construido máquinas como el TJ-II, instalado en Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), en Madrid.

El TJ-II es resultado de una intensa historia de investigación española en fusión. Comenzó en 1983, cuando se puso en marcha en el CIEMAT el Tokamak TJ-I, construido en Estados Unidos. En 1994 se dio un paso significativo con una nueva máquina, esta vez de construcción enteramente española, el Stellarator TJ-I upgrade, que, tras un fructífero rendimiento, fue cedido en 1999 a la Universidad de Kiel (Alemania). Por entonces ya funcionaba en el CIEMAT el TJ-II, que suponía un salto cualitativo de enorme trascendencia. Se trata de un dispositivo de tipo Stellarator, uno de los tres más avanzados del mundo en esta clase, junto con el alemán Wendelstein 7-AS y el japonés LHD.

Para conseguir su correcto funcionamiento, la posición y las dimensiones de los componentes del TJ-II deben someterse a las más estrictas especificaciones, lo cual hizo necesario aplicar a su construcción la más alta tecnología industrial. La enorme máquina de 5 metros de diámetro y 60 toneladas de peso genera un campo magnético 30.000 veces más potente que el terrestre. El calentamiento del combustible se realiza primero por microondas de gran potencia y luego mediante la aceleración y la inyección de un haz de átomos de hidrógeno altamente energéticos. La temperatura se eleva así a valores superiores a los



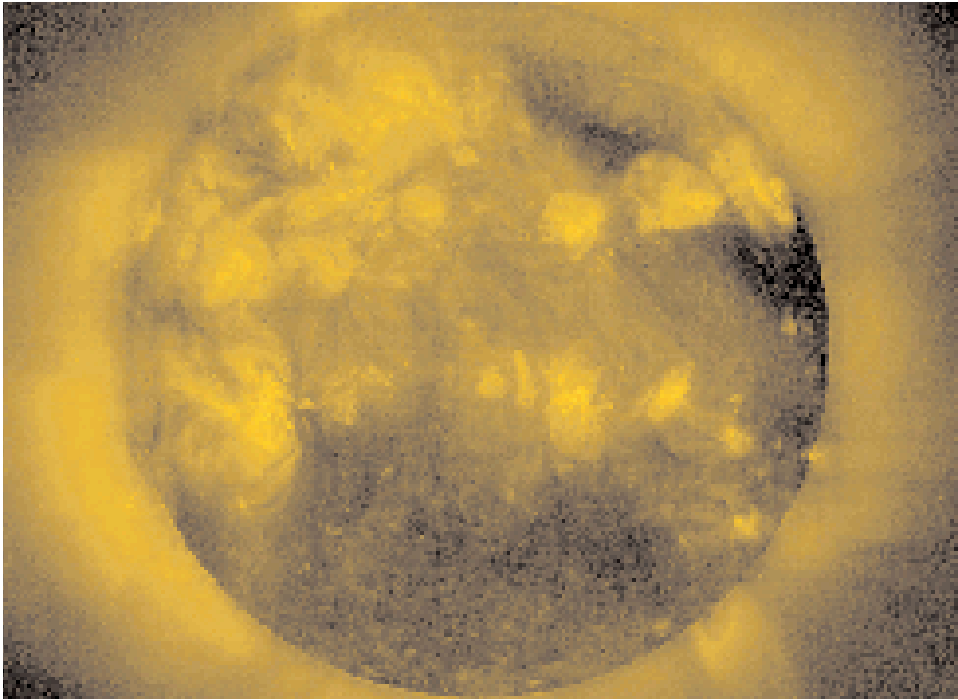
Vista interior de la cámara de vacío

Inside view of the vacuum chamber

and the Japanese LHD.

In order to work properly, the position and the dimensions of the TJ-II's components must comply with very strict specifications, dictating the need for it to be built using cutting-edge industrial technology. This enormous machine, 5 metres in diameter and weighing 60 tonnes, generates a magnetic field 30,000 times more powerful than that of the Earth. The fuel is heated first with very powerful microwaves, and then by the acceleration and injection of a beam of high-energy hydrogen atoms. This makes it hotter than the very centre of the Sun.

# The TJ-II is the outcome of an intense Spanish research effort in fusion



El Sol, una máquina natural de fusión

The Sun, a natural fusion machine

existentes en el mismo centro del Sol.

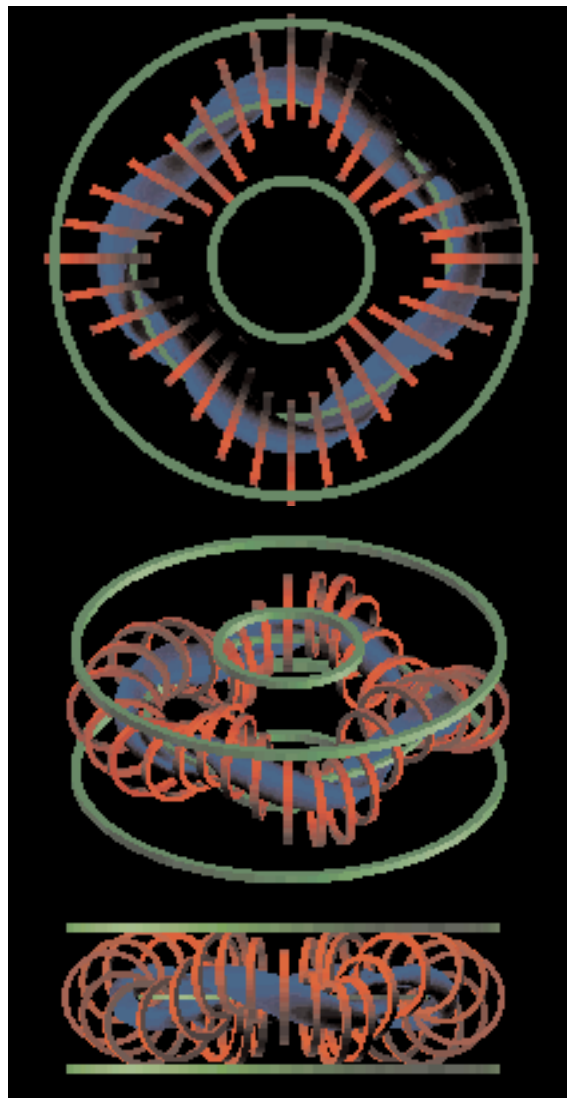
La investigación que se realiza con el TJ-II está integrada en el Programa de Fusión Europeo, en el marco del cual trata de avanzar en el nuevo concepto de Stellarator de tipo Helic. Las predicciones teóricas prevén poder alcanzar así un alto valor en la relación entre la presión del combustible y la del campo magnético que lo confina, lo cual tiene mucho que ver con la eficacia

The research currently being conducted with the TJ-II is part of the European Fusion Programme, and is aimed at further development of the new Helic Stellarator device. According to theoretical predictions, this device will enable scientists to achieve a high ratio of the fuel pressure to the confining magnetic field, which is particularly relevant to the electric-power generation efficiency. The brilliant results achieved with this facility have enhanced Spain's chances of being one of the sites of the International Thermonuclear Experimental Reactor (ITER), a joint Canadian, Japanese, Russian and European project that will cost an estimated  $\approx 4,000$  million. When the ITER is built, it will have to produce more than 500 million watts of thermal power for at least 15 minutes and with a net energy gain factor of 10. If this performance is reached, scientists will have demonstrated not only the scientific but also the technological viability of fusion, an essential step if one day it is to become what is, for many, the dream source of energy.

La temperatura  
se eleva así a valores  
superiores a los  
existentes en el  
mismo centro del Sol



del proceso como fuente de energía eléctrica. Los brillantes resultados conseguidos con esta instalación avalan la posibilidad de que España sea considerada entre las posibles sedes del International Thermonuclear Experimental Reactor (ITER), un proyecto conjunto de Canadá, Japón, Rusia y Europa cuyo coste se estima en 4.000 millones de euros. Cuando se construya el ITER deberá producir más de 500 millones de vatios térmicos durante al menos 15 minutos y con un factor 10 de ganancia energética neta. Con ello se habrá avanzado en la demostración de la viabilidad no solo científica sino también tecnológica de la fusión, paso imprescindible para que un día llegue a ser esa fuente de energía soñada por muchos.



Bobinas especiales, como la representada aquí en diferentes vistas, permiten generar los campos magnéticos con los que se confina el combustible durante el proceso

Special coils, shown here from different views, allow magnetic fields to be generated that confine the fuel during the process

Temperatures higher than those at the very centre of the Sun are reached