



240

abril 2011
www.upc.edu



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

La línia 9, innovant a peu d'obra

**La Terra dins
d'un museu**

pàg. 3

**L'hidrogen, el
somni d'aparcar
els combustibles
fòssils**

pàg. 8

**Què és el límit
de Heisenberg?**

pàg. 13

Informacions



- 02 tribuna
- 03 reportatge
La Terra dins d'un museu
- 04 des de la portada
L9, enginyeria avançada per a una obra singular
- 08 cognos
L'hidrogen, el somni d'aparcar els combustibles fòssils
- 10 panorama
- 12 avatars, la vida a la UPC
Maurici Pla, escriptor
- 13 respostes
Què és el límit de Heisenberg?
espais
El Laboratori d'Electroquímica Molecular, Interfícies i Pel·licules Nanomètriques
- 14 micro obert
Quines mesures poden ajudar a reduir la contaminació a Barcelona?
projectes amb empreses
Es recupera un forn de calç únic
- 15 llavors de ciència
D'Udine a Tarragona, una estació universal
- 16 l'entrevista
Andreas Schulz, enginyer alemany i expert en sistemes d'il·luminació (*lighting design*)

Edició i redacció

Oficina de Mitjans de Comunicació
Tel. 93 401 61 43
oficina.mitjans.comunicacio@upc.edu
www.upc.edu/revistainformacions
Disseny i maquetació
Lacuína

Fotografia

Jordi Pareto, Frederic Camallonga,
Christian Ribas

Foto de Portada

©GISA

Investigadors de l'Escola de Camins innoven i actuen com a assessors d'alt nivell en una obra emblemàtica: la línia 9 del metro de Barcelona, la més llarga d'Europa.

Per una mobilitat més sostenible

La nova línia 9 del metro de Barcelona constitueix l'aposta més important en transport públic feta pel Govern de la Generalitat de Catalunya. Aquesta aposta significa un increment d'un 58% de la longitud de la xarxa de metro existent, amb 47,8 km de nova infraestructura, i d'un 43% del nombre d'estacions, amb 52 noves estacions.

De fet, s'hi inclouen tres actuacions diferents. La mateixa L9, que ha d'unir Santa Coloma de Gramenet amb el Prat de Llobregat, des de Can Zam fins a la terminal T1 de l'aeroport, amb 38,1 km i 39 estacions; l'L10, que ha d'unir Badalona i la Zona Franca des del Gorg fins al Polígon Pratenc, amb 26,1 km i 33 estacions. Aquestes dues línies comparteixen 16,4 km i 20 estacions entre Bon Pastor i Gornal. Com a tercera actuació, l'L9 també engloba una actuació petita en relació amb les anteriors, però important per al conjunt de la xarxa, que és el perllongament de l'L4 des de la Pau fins a la Sagrera, amb 2,8 km i tres noves estacions.

Però més enllà d'aquestes dades i el volum de l'actuació, cal destacar el que la nova línia suposarà en relació amb tres aspectes fonamentals: el fet de completar la xarxa amb la creació de nous intercanviadors fora de l'àrea central de Barcelona, la nova cobertura de

la xarxa de metro d'àmbits i barris on no arribava, i l'accés en metro a infraestructures o punts estratègics de l'àrea metropolitana.

L'L9/L10 tindrà intercanvi amb tota la resta de modes ferroviaris, tant amb les altres línies de metro com amb tots els diferents serveis dels FGC i amb els altres serveis ferroviaris, des dels convencionals, de rodalies i de mitjana distància fins als d'alta velocitat. I es crearan dos importants intercanviadors al nord i el sud de Barcelona: Sagrera i Torrassa.

Així mateix, el traçat de la nova línia pels barris del sector muntanya de la ciutat de Barcelona farà que constitueixi un tancament del sistema actual, una mena de ronda, que situarà els intercanviadors lluny de l'àmbit central on es troben a hores d'ara, cosa que afavorirà la mobilitat en xarxa dels ciutadans i descarregarà, en la part central, la xarxa actual del metro, que està molt carregada, especialment les línies L1 i L5. D'altra banda, la connexió d'importants punts estratègics com ara l'aeroport, la Fira o la Ciutat Judicial esdevé un punt clau per afavorir la competitivitat del territori.

L'L9 ha de significar un canvi en la mobilitat ciutadana en configurar-se com una peça clau de la nova xarxa de metro del futur que afavoreixi una mobilitat més sostenible.

tribuna

**RICARD FONT**

Director general de Transport i Mobilitat de la Generalitat de Catalunya

CONTACTE

NOM Ricard Font

WEB www.gencat.cat/territori

TEL. 93 495 80 00

Un museu de geologia molt particular, que apropa els visitants al món dels minerals, els fòssils, les roques i les seves aplicacions, però que alhora els convida a la reflexió sobre els principals problemes que es deriven de l'explotació dels recursos naturals. Aquests són els trets essencials del Museu de Geologia Valentí Masachs de l'EPS d'Enginyeria de Manresa.

La Terra dins d'un museu

Calcita, caolinita, ferro, níquel, quars, diamant o calcària són alguns dels minerals, fòssils i roques presents a la Terra, molts dels quals potser ens resulten familiars, però, en coneixem l'origen? I, el que és més important, som conscients de la utilitat que tenen per a la vida de les persones? Són elements gairebé omnipresents, amb in comptables utilitats per a sectors tradicionals com ara l'energia, els combustibles, l'alimentació, la construcció, la medicina, l'electrònica... Però també tenen aplicació en altres àmbits en plena expansió, com ara el dels cotxes híbrids i els motors elèctrics. L'infinit ventall d'aplicacions d'aquests minerals es recull al Museu de Geologia Valentí Masachs de l'Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Manresa (EPSEM).

Aquest museu de geologia s'inspira en models d'altres ciutats europees. Per això, les col·leccions bàsiques de minerals, fòssils i roques dels Països Catalans i d'altres llocs del món que s'hi exposen inclouen l'explicació sobre les utilitats

que tenen. Des dels usos més populars fins als més insospitats. En són un exemple les aplicacions innovadores que el visitant pot descobrir en la secció "Minerals del futur", com la que ofereix el neodimi per a imants de gran potència i de mida reduïda, o bé la del liti, molt útil per a piles i bateries, que en la forma carbonatada ha demostrat que és eficaç en el tractament de la bipolaritat de les persones.

Tot al Museu Valentí Masachs està pensat per facilitar l'aprenentatge de l'estudiantat universitari i de l'alumnat escolar, així com per apropar altres visitants —joves i grans— a la geologia d'una manera atractiva i pedagògica.

Un espai geosocial

"Conèixer la geologia, a més d'aportar un enriquiment personal, també és important per prendre consciència de la nostra dependència dels recursos de la Terra", explica el director del Museu, Joaquim Sanz. Per això, també és un museu geosocial on es posen en relleu els principals problemes socials i mediambientals derivats de l'explotació dels recursos naturals. Així, per exemple, en un dels espais es repassen els pros i els contres de la radioactivitat i es descriuen les utilitats tan desconegudes de les radiacions ionitzants en el camp de l'oncologia, la indústria i la recerca científica. Els visitants poden mesurar la radioactivitat de



certs minerals per mitjà d'un comptador de Geiger i veure, a través d'una pantalla interactiva, una explicació sobre l'emmagatzematge de residus radioactius o la utilitat històrica dels minerals.

En la secció "Minerals i persones", d'altra banda, se sensibilitza el visitant sobre l'explotació humana que hi ha al darrere de l'exportació internacional d'alguns minerals i roques. Així mateix, s'hi explica que en algunes regions del món l'extracció de minerals fins i tot ha desencadenat enfrontaments armats, com és el cas del coltan —un element que s'empra per a l'electrònica— a la República Democràtica del Congo.

FOTO El Museu de Geologia Valentí Masachs de Manresa disposa d'un fons d'uns 5.000 minerals, 2.000 roques i 3.000 fòssils.

Experiències singulars

Tocar un meteorit i comprovar com un imant s'hi enganxa fortament, o observar en una sala fosca el fenomen de la fluorescència i fosforescència d'alguns minerals en exposar-los a diferents tipus de llum (blanca i ultraviolada, d'ona llarga o curta) són altres de les experiències que ofereix el Museu, el qual també organitza sortides geològiques durant els caps de setmana.

D'altra banda, el Museu disposa d'una cadira, equipada amb una videocàmera i un monitor, per facilitar a les persones amb discapacitat física la visualització detallada del contingut de les vitrines i els objectes a qualsevol altura.

Ullals prehistòrics

La meitat dels 3.000 fòssils del Museu provenen del llegat de Valentí Masachs, el primer catedràtic de Geologia de l'EPSEM i fundador del Museu el 1980. D'aquest fons destaquen, per la seva espectacularitat, dos ullals de mamut (família *Elephantidae*) que daten de fa uns 600.000 anys. La resta de la col·lecció la formen uns 5.000 minerals i 2.000 roques, provinents de mostres obtingudes per l'equip del Museu, donacions particulars, intercanvis i adquisicions.

El Museu, amb gairebé 4.000 visites anuals, la majoria procedents de centres escolars i instituts, es planteja seguir alimentant el fons amb aportacions i actualitzar-lo constantment per adequar-lo a les noves aplicacions que la ciència troba per a alguns materials. Per això, una part de les vitrines del Museu també mostren els elements més vinculats a l'activitat de recerca que es fa a la UPC.

CONTACTES

NOM Joaquim Sanz

E-MAIL qsanz@epsem.upc.edu

WEB www.geomuseum.upc.edu

TEL. 93 877 72 40

des de la portada



L9, enginyeria avançada per a una obra singular

Obres subterrànies, viaductes, carreteres, el perllongament de la xarxa dels Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya a Terrassa i Sabadell... L'Escola de Camins té una llarga experiència en obres d'enginyeria civil de gran rellevància. Però, sens dubte, la més emblemàtica i singular en què ha pres part és la construcció de la línia 9 del metro de Barcelona, fent recerca, innovant i actuant com a consultors d'alt nivell.

FOTO 1 Mapa del traçat de l'L9/L10. Amb 47,8 km i 52 estacions serà la línia de metro més llarga d'Europa.

FOTO 2 La construcció de l'L9/L10 s'ha fet amb cinc tuneladores, de les quals només en queden tres treballant.



La xarxa de metro de Barcelona creixerà 47,8 km gràcies a la construcció de la línia L9/L10. Un cop finalitzada, serà la línia més llarga d'Europa i els combois circularan sense conductor. La línia connectarà cinc municipis —Santa Coloma de Gramenet, Badalona, Barcelona, l'Hospitalet de Llobregat i el Prat de Llobregat— i donarà servei a districtes que avui no disposen de metro.

El projecte de la L9 va néixer amb el Pla director d'infraestructures 2000-2010.

Durant l'any 2001, la Direcció General de Transports de la Generalitat de Catalunya va ordenar la redacció del projecte constructiu a Gestió d'Infraestructures, SA (GISA).

La nova infraestructura contempla la construcció de les línies 9 i 10, que comparteixen més de 15 km de trajecte però que tenen estacions de procedència i destinació diferents, i l'ampliació de la línia 4 en gairebé 3 km i tres estacions. El 2002 GISA va demanar col·laboració a

la UPC. Des d'aleshores, professors i investigadors de l'Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona (ETSECCPB) han elaborat més de 130 informes diferents.

"Participar en un projecte com aquest era una oportunitat magnífica per aprendre, investigar i innovar i també per poder aplicar tot el coneixement que generéssim en la mateixa infraestructura", afirma Antoni Marí, professor del Departament d'Enginyeria de la Construcció.

¿Per què una obra d'aquesta envergadura té unes característiques que la fan diferent de la resta de línies de la xarxa de metro de Barcelona? "Per la seva longitud, fondària i naturalesa, per la geologia del terreny que travessa i per la inversió que suposa, l'L9 és una línia singular. És l'obra més gran, amb escreix, que s'ha fet a Catalunya i, probablement, també amb escreix, la més difícil", afegeix Marí.

La major part (43,7 km) del traçat de l'L9 és soterrat i transcorre a molta profunditat, entre 40 i 60 metres sota terra. La profunditat del traçat es deu al fet que s'ha de passar per sota de les línies de metro existents, dels col·lectors, de la xarxa de serveis i de moltes zones edifi-



caedes. “Si s’han d’evitar aquestes infraestructures i s’han de reduir els efectes als edificis provocats per la construcció del túnel, és imprescindible buscar una certa profunditat”, explica Climent Molins, professor del Departament d’Enginyeria de la Construcció.

A més a més, el metro té un traçat molt rígid, el pendent màxim amb què poden circular els trens és del 4 %. Aquest pendent no permet salvar desnivells com ara els del turó de la Rovira o la muntanya de Singuerlín a Santa Coloma de

El projecte constitueix una gran oportunitat per aprendre, investigar i innovar

Gramenet. Per tant, la solució és un traçat a gran fondària, amb pics de profunditat causats per la mateixa orografia de la ciutat”, conclou.

A una profunditat tan gran, la construcció de les estacions es complica i s’encareix molt. És per això que, en comptes de fer una gran cavitat a molta profunditat, s’ha optat per un disseny estructural innovador que tan sols té un precedent en un túnel d’autopista de París. Consisteix en un únic túnel de 12 metres de diàmetre, dividit en dos pisos

per una llosa intermèdia que separa els dos sentits de circulació dels trens. D’aquesta manera, les andanes queden integrades dins del mateix túnel i la construcció de les estacions es limita a l’excavació de pous per poder accedir a les andanes des del carrer.

El túnel es construeix amb màquines tuneladores. Les tuneladores, a mesura que avancen, deixen el túnel fet. El sistema usat per construir-lo són segments circulars de formigó armat prefabricats, anomenats dovelles, que s’uneixen mitjançant cargols, de manera que formen un anell.

Ara per ara, el 85 % del túnel ja està acabat i a les tuneladores només els falta perforar, de tot el recorregut, 7,5 km en el tram central i a la Zona Franca.

A l’L9 s’han utilitzat formigons reforçats amb fibres metàl·liques, les quals li aporten resistència a les tensions de tracció quan s’ha produït una fissura. Actualment, aquest formigó té una funció important tant en el sector de la construcció com en el de la recerca i la innovació. “La utilització d’aquest formigó és, sens dubte, una innovació important. Una part del professorat del Departament, com ara Antonio Aguado, ha assessorat sobre com es pot produir el formigó per minimitzar l’acer que s’utilitza per fabricar les dovelles. També hem donat consells sobre com s’han de manipular les dovelles o com

s’han d’acoblar, de manera que no es produeixin danys”, explica Mari. A banda d’això, s’han dedicat moltes energies a l’estudi del comportament del túnel. De fet, s’han dut a terme assaigs i proves de càrrega sobre la mateixa estructura del túnel, per la qual cosa no ha calgut utilitzar o construir instal·lacions fixes al laboratori de la Universitat ni a cap altre lloc. “Hem col·locat gats hidràulics entre el terreny i el revestiment del túnel, hi hem aplicat

FOTO 3 La majoria d’estacions són de tipus pou i tenen un vestíbul superior i un d’inferior (connectat a les andanes). En la imatge de sota, el pou de Zona Universitària.



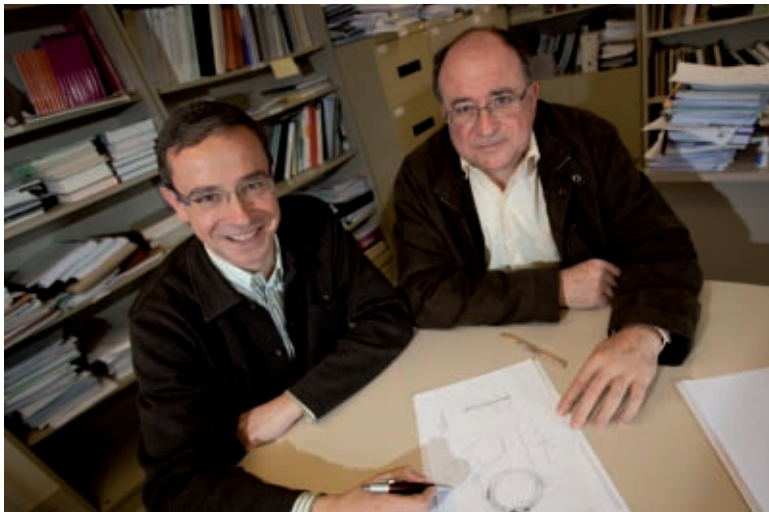
L’Assaig Barcelona

Al llarg de gairebé deu anys d’obres, l’optimització de processos ha estat una de les prioritats dels tècnics de la UPC implicats en la construcció de l’L9. Quan va començar la construcció de la línia, no hi havia un assaig de característiques idònies per fer el control de qualitat i la caracterització del formigó reforçat amb fibres. La UPC ha creat un nou mètode de control basat en l’assaig de doble punxonament, batejat com Assaig Barcelona, el qual no s’havia utilitzat mai fins ara per caracteritzar el formigó.

És una alternativa a les metodologies existents i actualment s’ha estandarditzat i s’ha estès en el sector de la construcció. L’Associació Espanyola de Normalització i Certificació (AENOR), l’organisme responsable del desenvolupament i la difusió de les normes tècniques a Espanya, n’ha fet una normativa.

FOTO 4 Climent Molins i Antoni Marí (d'esquerra a dreta) afirmen que l'L9 és una gran infraestructura que incorpora importants innovacions tecnològiques.

FOTO 5 Antonio Gens diu que preveure els moviments del terreny és un aspecte essencial a l'hora de planificar el projecte d'un túnel en entorns urbans.



càrregues de centenars de tones i hem pogut comprovar *in situ* el comportament del túnel. Assajos que comporten un esforç molt gran i de diverses persones que han analitzat els resultats finals per treure'n conclusions amb un interès científic", afirma Molins.

Foradar el subsòl

La geologia del terreny que travessa l'L9 és molt complexa i canviant. Els dos extrems de la línia estan sobre terrenys deltaics, les desembocadures dels rius Besòs i Llobregat, on predominen sòls tous d'origen sedimentari, és a dir, grava, sorres de platja, sediments i, fins i tot, aigua. En canvi, en altres trams es travessa roca sana, com ara a l'alçada de la UPC; argila al pla de Barcelona, i pissarres i roques cristal·lines (granit) en altres zones. Aquesta variabilitat és una dificultat, però alhora és una oportunitat única per aprendre.

"Observar obres reals és una prioritat i estar involucrats en una d'aquesta magnitud era una gran oportunitat. Sobretot perquè els avenços en els estudis geològics i geotècnics del subsòl van molt lligats a observacions precises del que passa sobre el terreny i a una anàlisi crítica del resultat de les obres", explica Antoni Gens, professor del Departament d'Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica. "És molt difícil obtenir aquesta informació en un laboratori, on sempre has de fer simplificacions. I l'L9 és una obra que travessa tots els tipus de terreny que es poden trobar en el subsòl de Barcelona", assenyala.

La construcció de túnels va acompanyada, inevitablement, de moviments del terreny adjacent, els quals es manifesten en superfície amb el que es coneix com a cubeta de subsidència o cubeta d'assentaments, i també de moviments horitzontals. Des del Depar-

tament d'Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica s'han fet aportacions significatives en el camp de la modelització i el calibratge de models matemàtics de comportament de sòls.

La línia travessa tots els tipus de terreny que es poden trobar en el subsòl de Barcelona

"Recopilem i examinem la informació que s'obté de l'obra per aprendre, perquè en surtin ensenyaments per al futur", afegeix Gens. "Per exemple, intentem relacionar els moviments del terreny amb el que es fa a l'excavació.

Reptes estructurals

Els reptes estructurals que plantejava l'L9 han estat resolts amb solucions que es poden qualificar d'òptimes. Un exemple n'és el disseny de la llosa intermèdia que divideix el túnel per la meitat. El Departament d'Enginyeria de la Construcció ha invertit gairebé dos anys en l'estudi d'aquesta estructura. Per facilitar-ne la construcció s'utilitzen unes prelloses prefabricades sobre les quals s'aboca el formigó *in situ*. D'aquesta manera s'evita haver d'encofrar l'interior del túnel. És una solució que funciona i que és bona des del punt de vista constructiu i també econòmic.

Perquè l'excavació està constantment vigilada, es controlen les variacions i l'empenta del capçal tallador, la velocitat d'avanç de la tuneladora, la pressió del front, la pressió d'injecció del morter de cua, el volum de material excavat, etc. Són dades que es poden relacionar, mitjançant models matemàtics, amb quant i com s'ha bellugat el terreny."



Un resultat modèlic

La participació de la UPC en la construcció de l'L9 ha significat la possibilitat d'aplicar coneixements teòrics i científics avançats en una obra emblemàtica. Per tant, ha proporcionat experiència professional, prestigi i reconeixement als investigadors que han treballat plegats. En definitiva, ha servit per generar coneixement i transmetre'l a l'estudiantat i a la societat en general, col·laborant en la resolució dels problemes reals del país.

CONTACTES

NOM Antoni Marí

E-MAIL antonio.marí@upc.edu

TEL. 93 401 65 08

NOM Climent Molins

E-MAIL climent.molins@upc.edu

TEL. 93 401 10 53

NOM Antonio Gens

E-MAIL antonio.gens@upc.edu

TEL. 93 401 68 67

El mapa més exacte de la Terra en tres dimensions serà una realitat properament gràcies a una formulació matemàtica que permetrà obtenir, de forma fidel i sense marge d'error, la superfície exacta del planeta que habitem. Aquesta precisió s'aconseguirà, fins i tot, en zones totalment cobertes de vegetació. La UPC i el Centre Aeroespacial Alemany han sol·licitat una patent.

La fotografia perfecta de la Terra

La idea de crear un procediment per a l'estimació de la topografia de la superfície de la Terra en àrees amb cobertura vegetal té l'origen en el protocol de Kyoto. L'acord internacional preveu, entre altres aspectes, que la contaminació d'un territori ha de ser directament proporcional a la seva biomassa, entesa com la matèria total dels éssers que hi viuen i expressada en pes per unitat d'àrea o de volum. Per tant, a partir d'aquest protocol, la mesura de la totalitat de la topografia de la Terra va esdevenir una necessitat.

El fet que el 30 % de la superfície sòlida del planeta estigui coberta per zones forestals que tenen una alçada mitjana de 20 metres afecta, poc o molt, qualsevol intent de proporcionar una mesura global fiable de la topografia terrestre. "La tècnica en si no mesura boscos, sinó que permet mesurar la topografia de la Terra sense l'efecte de la vegetació, la qual cosa ens proporciona un resultat exacte de la superfície del planeta", afirma Carlos

Serà el mapa 3D més precís que comprèn tot el planeta

López, investigador del Departament de Teoria del Senyal i Comunicacions de la UPC que, en col·laboració amb el Centre Aeroespacial Alemany (DLR), ha descobert aquest procediment.

Actualment, hi ha dues missions espacials l'objectiu principal de les quals és mesurar la topografia de la Terra de forma global. D'una banda, hi ha la Missió Topogràfica de Radar a bord de Transbordador (l'SRTM, acrònim anglès de Shuttle Radar Topography Mission), que és de la NASA; i, de l'altra, el projecte alemany TanDEM-X, per al qual el DLR, juntament amb la companyia Astrium, ha posat en òrbita dos satèl·lits a només 500 metres de distància entre ells. Aquests dos satèl·lits, que formen el primer interferòmetre radar d'obertura sintètica (SAR) format per satèl·lits a l'espai, escanegen la superfície terrestre des de diferents perspectives.



FOTO El mètode desenvolupat per Carlos López permetrà mesurar la topografia exacta de l'Amazònia

La tecnologia de microones SAR permet obtenir, amb molta precisió, mesures de la Terra sense que les condicions meteorològiques i les variacions de llum interfereixin en la captació de dades i es caracteritza perquè pot explotar la interferometria i la polarització de l'ona electromagnètica. El mètode interferomètric "mesura dues vegades en posicions espacials diferents, la qual cosa permet saber, en una zona forestal, a quina alçada es troben les diferents parts dels arbres", explica López. I la polarització de l'ona "identifica el tipus de blanc, és a dir, ens permet distingir allò que és el terra del que és el tronc o la copa de l'arbre", afegeix.

La patent, per casualitat

Dos mesos després d'haver estat a Alemanya explorant les matemàtiques que hi ha al darrere de la tecnologia SAR, López va descobrir que existia una "fórmula directa, simple i molt elegant des del punt de vista matemàtic d'eliminar l'efecte de la vegetació". Aquesta expressió, gràcies a l'ús de la polarimetria de l'ona, elimina les ambigüitats tècniques precedents i proporciona una única solució que ofereix una mesura de la topografia de la Terra molt més consistent i sense marge d'error. Aquest procediment "permetria mesurar la

topografia exacta, fins i tot, de l'Amazònia". L'exactitud i precisió que ofereix aquest procediment per mesurar la topografia de la Terra esdevindrà imprescindible per a àmbits com ara la recerca mediambiental, la planificació territorial i de grans infraestructures, o la previsió dels efectes de les pluges, ja que permetrà obtenir la fotografia exacta i en tres dimensions de tot el planeta.

CONTACTE

NOM Carlos López
E-MAIL carlos.lopez@tsc.upc.edu
WEB www.tsc.upc.edu/rs

L'investigador respon

Qui

Departament de Teoria del Senyal i Comunicacions i Centre Aeroespacial Alemany

Quan

Març de 2010

Què

Mesurar la topografia de la superfície de la Terra, fins i tot en àrees cobertes de vegetació

On

Barcelona

Per a qui

Empreses que fabriquen dispositius per a la navegació i la comunicació o que elaboren mapes de superfície

Per a què

Estimació de la topografia del sòl precisa, eficaç i sense ambigüitats

L'hidrogen no és una font d'energia perquè no es troba en estat lliure a la natura, però fer-ne ús permet una gestió més eficient i menys contaminant de l'energia. El contrapunt d'aquest element són l'obtenció i el transport. El director de l'Institut de Tècniques Energètiques (INTE) de la UPC, Jordi Llorca, analitza les possibilitats de l'hidrogen i aposta per aplicar-lo a l'electrònica de consum.

L'hidrogen, el somni d'aparcar els combustibles fòssils

És el primer element químic de la taula periòdica i el més abundant de l'Univers, ja que en representa el 75 % del pes total de l'Univers. En condicions normals, el seu estat és gasós i com que té una densitat tan baixa, la gravetat de la Terra no pot retenir-lo i s'escapa a l'espai. L'hidrogen és el quinze element més abundant de la superfície terrestre. Sobretot hi és present en forma d'aigua i de compostos orgànics, tant en els éssers vius com en els combustibles fòssils.

L'hidrogen es pot emmagatzemar fàcilment i no emet gasos contaminants

"L'hidrogen no és una font d'energia perquè no existeix de forma lliure a la natura i, per tant, no es pot extreure físicament de nous com es fa amb el petroli", explica Jordi Llorca. "En aquest cas cal fer una extracció química, que permet usar l'hidrogen com a vector energètic, és a dir, com a portador d'e-

nergia entre diferents punts, com és el cas de l'electricitat. El seu gran avantatge és que es pot emmagatzemar fàcilment i quan s'usa en una pila de combustible per obtenir electricitat no emet gasos contaminants", continua. Així resumeix aquest doctor en Química el potencial d'aquest element.

Es pot produir hidrogen fàcilment a partir de gas natural, de carbó o de petroli, però aleshores no se soluciona el problema de les emissions de CO₂. En aquest sentit, Llorca assegura que el gran somni seria obtenir l'hidrogen a partir de l'aigua (és gratuïta i és per tot arreu) mitjançant algun mètode que no requerís gaire energia. "D'aquesta manera s'atenuaria la dependència energètica dels combustibles fòssils i es reduirien les conseqüències politicoeconòmiques que se'n deriven", explica l'investigador. Actualment, el procés que més s'hi acostava és la hidròlisi, però no és rendible perquè cal usar una gran quantitat d'energia i l'hidrogen que se n'obté resulta car.

"Aquest és un camí molt llarg i som molts els equips que arreu del món hi treballen. La clau són els fotocatalitzadors,

que extreuen l'hidrogen de l'aigua amb la llum solar. De moment, el seu rendiment és encara massa baix i per això també treballam amb molècules derivades de la fracció no comestible de la biomassa (biocombustibles)", assenyala aquest expert en tecnologia de l'hidrogen.

Obtenció versàtil

Un altre aspecte positiu és la versatilitat en l'obtenció d'aquest element, ja que es pot adaptar al model energètic de cada país. "Lituània podria aprofitar el model nuclear que té per obtenir hidrogen. Dinamarca, per exemple, ho podria fer amb l'energia eòlica i Islàndia, amb l'energia geotèrmica.", afirma Llorca.

Un cop obtingut, el repte següent és transportar un gas tan poc dens. Es tracta d'una pràctica molt habitual en la indústria, que treballa amb l'hidrogen des de fa anys en molts processos químics. Entre França, Alemanya i Bèlgica, per exemple, hi ha una xarxa de transport d'hidrogen a pressió que supera els 1.000 km de longitud. El principal inconvenient és que cal molta precaució, perquè l'hidrogen es difon amb el mateix material de la canonada, per la qual cosa provoca porus i esquerdes.

Finalment, emmagatzemar aquest element no és gaire complicat. El mètode més senzill és comprimir-lo, ja sigui a gran escala o en recipients més petits i transportables. La part menys atractiva és que l'energia que es consumeix en el procés no es recupera. Una altra opció és combinar l'hidrogen amb hidrurs metàl·lics, però en aquest cas el resultat és un producte molt pesant, cosa que suposa una penalització energètica important a l'hora de transportar-lo.

Un aspecte que cal tenir en compte a l'hora de tractar amb hidrogen és la seguretat durant la manipulació. Es tracta d'un gas inflamable i, com a tal, pot arribar a ser perillós, com la resta de combustibles. "Per fer justícia, la perillo-

FOTO 1 El director de l'Institut de Tècniques Energètiques, Jordi Llorca, al Laboratori de l'Hidrogen.

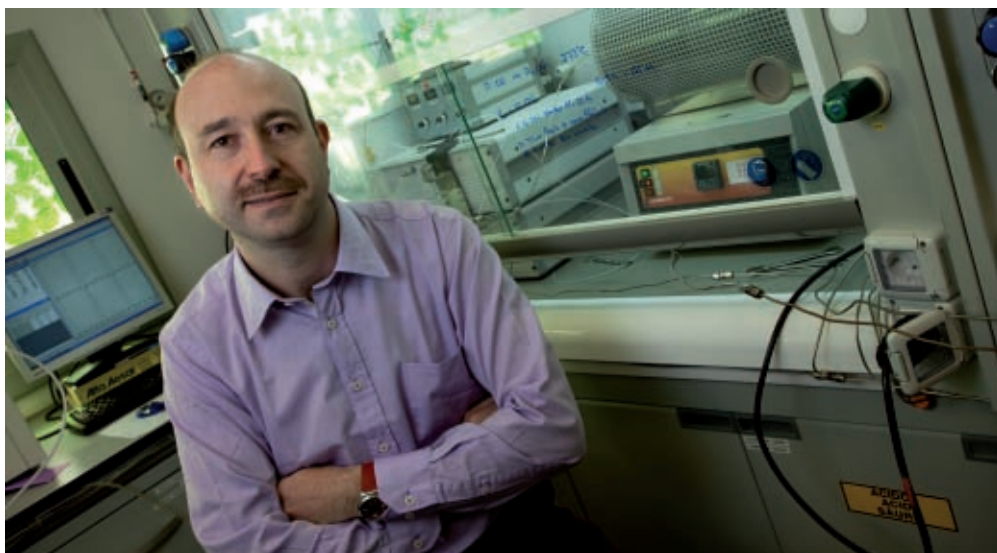




FOTO 2 L'equip de Llorca ha dissenyat catalitzadors i peces de microreactors a l'escala d'aplicacions portàtils.

sitat de l'hidrogen s'ha de comparar amb la del gas natural o amb la de la benzina, que són dos dels combustibles que utilitzem avui de manera habitual. Com que l'hidrogen és molt volàtil, en cas de fuga marxaria ràpidament a l'atmosfera i el fet que no quedi retingut pot evitar molts disgustos", assegura Llorca. "D'altra banda, si hi ha un accident, l'hidrogen es crema molt ràpidament. A diferència del que passa amb la benzina, que crema lentament, la temperatura del voltant no augmenta i no s'arriba a la calcinació del vehicle", assenyala Llorca. De fet, actualment hi ha més de 200 prototips de vehicles híbrids d'hidrogen i fins i tot la companyia Honda ja comercialitza el primer cotxe que funciona només amb piles de combustible. Disponible de moment al Japó i als Estats Units, es preveu que aquest model arribarà a Europa d'aquí a un parell d'anys. El gran avantatge dels vehicles amb hidrogen és l'eficiència. En un automòbil equipat amb un motor de combustió interna només s'aprofita el 25% de l'energia produïda per la combustió de

la benzina. En el millor dels casos, amb les piles de combustible es pot arribar a una eficiència de fins al 70% i, a més, no s'emeten gasos contaminants. No obstant això, la barrera que frena el creixement d'aquests vehicles és el preu, que encara està molt per sobre del dels automòbils tradicionals.

La gran aposta és introduir l'hidrogen en l'electrònica de consum

En les investigacions que encapçala Llorca es treballa per no haver de transportar l'hidrogen, sinó per crear-lo *in situ, on board* en el cas dels vehicles. En aquest sentit, l'equip de Llorca ha rebut un ajut VALTEC del Centre d'Innovació i Desenvolupament Empresarial (CIDEM) per dissenyar un prototip d'un reformador que funciona amb una mescla d'alcohol i aigua, un catalitzador desenvolupat a l'INTE i una membrana per extreure

re l'hidrogen. Per aconseguir la integració del reformador amb la pila de combustible, Llorca treballa amb investigadors de l'Institut de Robòtica i Informàtica Industrial (IRI), ja que "seria molt complicat avançar en aquest àmbit tan específic sense aprofitar les sinergies entre diferents grups de recerca de la Universitat", conclou.

La recerca bàsica que es du a terme a l'INTE consisteix a produir hidrogen, purificar-lo perquè sigui vàlid per alimentar piles de combustible i dissenyar dispositius que ho facin possible. El Centre de Recerca en Nanoenginyeria (CRnE) de la UPC, del qual Llorca forma part, proporciona les tècniques per caracteritzar els catalitzadors.

Ara, la gran aposta és l'electrònica de consum. "Treballem amb microdispositius que ens proporcionin hidrogen a una escala molt petita. Als ordinadors portàtils, per exemple, es poden aconseguir autonomies de fins a 20 hores, sense haver de dependre d'un endoll. Simplement cal portar una ampolla amb un líquid per recarregar-los. Això també es pot aplicar als telèfons mòbils, tot i que a causa de la miniaturització nosaltres encara no hi treballem", explica Llorca. Ja n'hi ha els primers prototips, els quals, tot i que encara no es comercialitzin, significaran un gran canvi en la concepció de l'hidrogen com a generador d'energia.

FOTO 3 Hi ha més de 200 prototips de vehicles híbrids d'hidrogen, un camp en el qual la UPC té molt a dir, no en va, va obtenir el segell de Campus d'Excel·lència Internacional pel projecte Campus Energia UPC.



CONTACTES

NOM Jordi Llorca

E-MAIL jordi.llorca@upc.edu

WEB www.inte.upc.edu

TEL. 93 401 17 08

Una idea provocadora

"És un model idil·lic, però una idea tan provocadora serveix per fer-nos pensar, obrir la ment i discutir els escenaris energètics actuals." Jordi Llorca es fa ressò en el seu llibre *L'hidrogen i el nostre futur energètic* (Edicions UPC, 2010) d'un corrent que va néixer fa més de mig segle. L'economia de l'hidrogen aposta perquè aquest sigui el vector energètic que s'utilitzi en la nostra societat, de manera que es deixi enrere el model basat en combustibles fòssils.

"La peculiaritat de l'hidrogen és que, a diferència de l'electricitat, es pot emmagatzemar. D'aquesta manera es podria entrar en un model energètic que deixés enrere la unidireccionalitat actual, ja que tots els generadors estarien interconnectats i cada unitat podria ser consumidora i productora d'energia en funció de les necessitats de cada moment."

Ara per ara, el país que ha anat més enllà és Islàndia, el qual, abans de la crisi, s'havia proposat deixar d'importar petroli cap al 2030.

"No es pot aspirar a una implementació total d'aquest model en la producció, l'emmagatzematge i l'ús de l'hidrogen. No estem preparats ni hem d'estar-ho" —matisa el director de l'INTE—, "però ens podem plantejar com podem aprofitar l'hidrogen per aconseguir millors prestacions en el nostre dia a dia, com ara allargar l'autonomia dels ordinadors portàtils amb piles de combustible."



Nous allotjaments universitaris al Campus de Terrassa



El 6 d'abril va tenir lloc l'acte de col·locació de la primera pedra dels nous allotjaments universitaris al campus de la UPC a Terrassa. L'edifici, anomenat com la científica grega Hipàtia, donarà servei a diferents tipus d'allotjament i serà el segon edifici destinat a aquesta finalitat que hi haurà a la ciutat. El sistema constructiu de l'edifici es basarà en l'ús d'estructures semi-prefabricades. Hipàtia constarà de sis plantes, amb una superfície construïda de 4.400 m², i disposarà de 90 allotjaments per a cent persones, a més dels serveis comuns.

L'empresa Residencials de Estudiantes, SA (RESA), que construirà i gestionarà els nous allotjaments universitaris, preveu que l'edifici estarà enllestit el mes de juny de 2012.

A l'acte de col·locació de la primera pedra hi van assistir el rector de la UPC, Antoni Giró; l'alcalde de Terrassa, Pere Navarro; el president de RESA, Jaume Pagès; el director de RESA, Thierry Igonin; el delegat del rector de la UPC al Campus de Terrassa, Francesc Astals, i els directors i directores de les escoles de la UPC a Terrassa.

www.upc.edu/saladeprensa

Registren el so del terratrèmol del Japó al fons marí

El Laboratori d'Aplicacions Bioacústiques (LAB) de l'Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú, que dirigeix el professor Michel André, va detectar el so del sísmic que va sacsejar el Japó el dia 11 de març. L'enregistrament es va fer des d'una xarxa d'observatoris submarins de l'Agència Japonesa de Ciència i Tecnologia Marítimoterrestre, ubicada al voltant de l'epicentre del terratrèmol, prop de la localitat nipona de Hatsushima.

El so del terratrèmol i les seves rèpliques es va captar gràcies a un sistema que permet escoltar a temps real i simultàniament què passa en diversos punts d'observació. Els espectrograms mostrats reflecteixen, de manera acústica i també

visual, la intensitat i la distribució de l'energia del so del terratrèmol. Es tracta d'imatges del so que n'indiquen la freqüència i la intensitat a través d'una gamma de colors (com més vermell i groc, més intens).

D'altra banda, l'Institut de Geomàtica —centre de recerca de la UPC i la Generalitat de Catalunya— ha realitzat una estimació de les deformacions del terreny a la zona de Sendai, al Japó, que ha demostrat que el terratrèmol va provocar una deformació cosísmica del terreny —deformació permanent de la superfície terrestre— de gairebé dos metres.

<http://listentothedeep.com> / www.ideg.es

Presentació d'Iniciativa Digital Politècnica

L'11 d'abril va tenir lloc a la llibreria Bertrand de Barcelona la presentació d'Iniciativa Digital Politècnica (IDP), un nou servei editorial que ofereix, en paper i en línia, coneixements en obert sobre la producció acadèmica científica i tècnica de la Universitat. IDP ocupa l'espai del que era Edicions UPC i vol fomentar l'elaboració de llibres i revistes digitals i materials docents multimèdia, així com de diversos productes electrònics sobre la recerca i les publicacions de la UPC.

L'acte de presentació va ser presidit pel rector de la UPC, Antoni Giró, i hi van participar Jordi Prats, director d'IDP, i Joaquín Rodríguez, vicedegà de l'Escola d'Organització Industrial de Madrid.

www.upc.edu/idp



La UPC acull la VII Lliga de Debat Universitari

Entre els dies 22 i 25 de març va tenir lloc al Campus Nord de Barcelona la VII Lliga de Debat Universitari. En la competició, 12 equips de cinc estudiants representants de diverses universitats de la regió Vives van defensar alternativament posicions a favor i en contra sobre el tema "Lideratge i empreudoria, qualitats principalment masculines?". L'objectiu de la competició, organitzada per la Xarxa Vives d'Universitats, és fomentar l'ús de la paraula entre l'estudiantat, en un format d'enfrontament dialèctic entre equips.

Els guanyadors d'aquesta edició van ser els estudiants de la Universitat Ramon Llull. El jurat, constituït per professionals de diferents àmbits del coneixement, van valorar capacitats com ara el treball en equip, la solidesa de les argumentacions, la fluïdesa en la intervenció i la correcció tant semàntica com formal. D'altra banda, els participants en el debat van seleccionar l'equip de la UPC com el millor equip de la competició.

www.vives.org



Estudiantat representant de la UPC en la competició.



Imatge del debat final de la competició.

Recerca Jove, passió per la investigació en la frontera

S'acaben d'estrenar deu nous vídeos de la sèrie UPC Recerca Jove al Canal UPC.tv; els audiovisuals condensen en tres minuts el testimoni de joves investigadors, de perfils molt diversos, que porten a terme projectes de recerca en diferents àmbits científics i tecnològics de la UPC.

El projecte UPC Recerca Jove va néixer l'any 2008 amb una clara vocació divulgativa i impulsora de vocacions científiques entre el jovent i, des d'aleshores, nombrosos investigadors i investigadores han explicat en primera persona la seva implicació en més de 50 projectes de recerca des d'un punt de vista professional i emocional. La producció d'aquests deu últims curts ha rebut el suport del Ministeri de Ciència i Tecnologia a través dels ajuts que atorga la Fundació Espanyola per a la Ciència i la Tecnologia.

D'altra banda, també s'ha posat en marxa el nou CanalUPC.tv, un canal de televisió per Internet on es poden visualitzar els vídeos de la sèrie UPC Recerca Jove i d'altres vídeos relacionats amb l'activitat docent i investigadora de la Universitat. La interfície permet la navegació per canals i per etiquetes, inclou un servei de podcàsting a través de la connexió iTunesUPC i ofereix un tractament del contingut en alta definició.

<http://tv.upc.edu>



Maurici Pla, professor del Departament de Composició Arquitectònica a l'ETS d'Arquitectura de Barcelona, acaba de publicar 'L'alquímia del mercat d'alquímies' (ed. Quaderns Crema), una novel·la en què descriu de manera còmica i irònica com les relacions de mercat fan malbé els valors i les relacions humanes. També és autor d'una altra novel·la, un llibre de contes i dos assajos sobre arquitectura.

"Construir un text és com construir un edifici"



tecte. Escric les novel·les amb ànim de construir un text. En el fons, construir un text és com construir un edifici.

Quins moments dedica a l'escriptura?

Quan la universitat i les circumstàncies personals m'ho permeten. La meua tasca de docent sempre passa per davant de la d'escriptor i, darrerament, m'he adonat que també cal cuidar i cultivar les relacions personals i socials. Sempre adapto la redacció de les novel·les a la meua agenda. Per exemple, l'última novel·la, 'L'alquímia de les alquímies', la vaig començar el 2003 i en vaig interrompre la creació durant set anys. El 2009 m'hi vaig tornar a dedicar i s'acaba de publicar. A l'hora d'escriure no tinc la pressió de cap editorial.

Un gran avantatge, el fet de no estar pressionat...

Sempre he pensat que el gran avantatge de la literatura és la llibertat. Amb la literatura no t'has de cenyir a cap programa. La ficció dóna una llibertat que no la trobes enlloc. Escriure és un alliberament, de vegades, fins i tot podria dir que acabo escrivint ficció com a teràpia.

I els avantatges de la docència?

Són, d'una banda, compartir un projecte comú amb altres persones i, de l'altra, conèixer les novetats en arquitectura, ja que aquestes passen necessàriament per la universitat.

L'equilibri perfecte...

Exactament. El secret de la vida, a banda de la perseverança i la tenacitat, és saber trobar l'equilibri. En el meu cas, el fet de compaginar les meves dues grans aficions em permet trobar-lo.

Els seus alumnes llegeixen els seus llibres?

El cert és que m'he adonat que alguns d'ells sí que ho fan, no pas perquè siguin de lectura obligada. Alguna vegada els he descobert polemitzant sobre algun dels meus llibres i això és molt gratificant.

D'on li ve l'afició per l'escriptura?

Vaig començar a escriure als 14 anys. Els meus germans grans eren filòlegs. El fet que l'entorn familiar em pressionés perquè no estudiés filologia va ser el que em va empènyer a estudiar arquitectura, però potser també va ser el que va desencadenar el meu interès per les lletres i la literatura. Actualment, m'entusiasma tant l'arquitectura com l'escriptura.

I per la docència?

Inicialment la meua vocació era la d'arquitecte i la meua passió era l'escriptura, i totes dues disciplines continuen entusiasmant-me. La docència és una passió que he anat descobrint a mesura que m'hi he anat dedicant i, actualment, no sabria definir-me a mi mateix sense aquesta faceta de professor.

Sempre ha compaginat la seva feina amb l'escriptura?

Vaig començar compaginant-la per necessitat. Quan era professor associat i estudiava per a les oposicions a professor titular, vaig treballar com a traductor d'assajos sobre arquitectura per a l'editorial Gustavo Gili i altres editorials especialitzades en arquitectura.

Per tant, la meua vinculació amb el món de la literatura ha estat i és constant. És una forma d'ampliar el camp d'inquietuds i d'interessos. Crec que tots els professors haurien de desenvolupar tasques creatives i investigadores al marge de la docència per enriquir la seva aportació a la universitat.

Què hi aporta, l'escriptura a l'activitat docent?

La meua afició a l'escriptura m'ajuda molt, tant en la meua tasca de professor, ja que el domini del llenguatge és molt útil a l'hora d'impartir classe, com en la professió. Com a arquitecte, tot i que no m'hi dediqui activament, escric articles o estudis i el domini de les tècniques literàries em permet expressar-me amb la claredat que necessito. En aquests casos, sí que se'm nota que també sóc escriptor.

I la docència a l'escriptura?

El que puc traslladar a l'escriptura no és tant la meua tasca docent com la d'arquitecte. Els coneixements per estructurar un text, per conferir ritme a la novel·la o a l'assaig i, fins i tot, per crear escenaris, me'ls dóna el fet de ser arqui-

Què és el límit de Heisenberg?

Si volem dur a terme mesures amb una exactitud extrema, els instruments que fem per fer-ho han d'arribar a precisions atòmiques. Però, com de precisa pot arribar a ser una mesura i fins a quin punt l'eina de mesura no n'altera el resultat final? Fins ara, la precisió de qualsevol mesura es pensava que estava limitada per l'anomenat límit de Heisenberg, una conseqüència del principi d'incertesa formulat pel físic d'origen alemany Werner Heisenberg.

Aquest principi és la base de tots els fenòmens sorprenents que ocorren en el món microscòpic, en el món quàntic, que afirma que, tot i que se sàpiga exactament on hi ha un objecte molt petit com pot ser un àtom, no es pot saber cap a on va. Suposem, per exemple, que volem mesurar la temperatura de l'aigua calenta introduint-hi un termòmetre. Aquest està fred i, en entrar en contacte amb l'aigua, la refreda lleugerament. La dada que s'obté segueix sent una bona aproximació de la temperatura, però no l'expressa exactament fins a la bilionèsima del grau. El termòmetre ha modificat de manera quasi imperceptible la temperatura que volíem mesurar.

El principi de Heisenberg es basa en el fet que res es pot mesurar sense alterar-ho, perquè quan les eines de mesura entren en contacte amb l'objecte que es vol mesurar, les seves

partícules hi interaccionen i el modifiquen quasi imperceptiblement. Segons com sumen aquestes modificacions s'arriba a un límit últim de sensibilitat.

Superació del límit

Un equip de l'Institut de Ciències Fotòniques (ICFO), dirigit per Morgan Mitchell, ha aconseguit superar el límit de Heisenberg en un estudi de detecció, a temps real, dels camps magnètics que es produeixen al cor i al cervell del cos humà. I això ho han aconseguit fent servir un interferòmetre amb llum làser polaritzada i àtoms de rubidí. La recerca constitueix un avenç en la comprensió dels mecanismes que limiten totes les mesures més precises. En particular, "pot tenir aplicacions en la diagnòsi de desordres del cor o en el coneixement del comportament del cervell, i es pot extrapolar, entre altres àmbits, a l'observació de la Terra per detectar-hi, per exemple, els canvis causats per la presència en el subsòl de jaciments minerals o de petroli", explica Mitchell. El resultat obtingut per l'equip de l'ICFO suposa, doncs, un avenç en l'obtenció de mesures sensibles que utilitzen interferòmetres, cosa que inclou la detecció d'ones gravitacionals, la diagnòsi per imatge en el camp de la medicina i els rellotges atòmics per a la navegació.

CONTACTE

NOM Morgan Mitchell
E-MAIL morgan.mitchell@icfo.es
WEB www.icfo.es
TEL. 93 553 40 17

Millorar materials i obtenir energia



El Laboratori d'Electroquímica Molecular, Interfícies i Pel·lícules Nanomètriques, ubicat a l'Escola Universitària d'Òptica i Optometria de Terrassa, disposa d'equipament per portar a terme recerca bàsica i aplicada en els camps de l'electroquímica i de les interfícies. En aquest espai del Departament d'Enginyeria Química es treballa, d'una banda, en el tractament de superfícies. Mitjançant l'electrodeposició, una tècnica per millorar la resistència a la corrosió de materials tot millorant-ne les propietats de la superfície, s'optimitzen, per exemple, els recobriments de les muntures metàl·liques de les ulleres per evitar que es desgastin a causa de la suor o la calor. En aquest laboratori també es desenvolupen tècniques electroquímiques per caracteritzar i estudiar sistemes que permetin simular artificialment processos naturals, com ara la fotosíntesi, amb l'objectiu d'obtenir energia.

www.eq.upc.edu/recerca/leipn

espais

Quines mesures poden reduir la contaminació a Barcelona?



José M. Baldasano

Departament de Projectes d'Enginyeria

Els nivells de contaminació de l'aire de Barcelona són normalment superiors en diòxid de nitrogen i partícules als valors de qualitat de l'aire establerts per la Unió Europea, tot i les mesures i la crisi. La causa principal, encara que no és l'única, són els vehicles. El primer objectiu hauria de ser reduir els vehicles que contaminen més. Hauria d'haver-hi un control més estricte que l'actual a les ITV i no permetre la circulació als vehicles que emeten més contaminació, igual que es fa per motius mecànics. A més, s'hauria de limitar la circulació als tot terreny, que consumeixen de forma exagerada i no són apropiats per a l'entorn urbà.

jose.baldasano@upc.edu



Lázaro V. Cremades

Departament de Projectes d'Enginyeria

Segons l'Institut per a la Diversificació i l'Estalvi de l'Energia (IDAE), el vehicle és la principal font de contaminació de l'aire de ciutats com ara Barcelona, d'emissió de soroll i de la majoria de les emissions de CO₂, NOx, hidrocarburs no cremats i partícules. Sabent que a la ciutat el 50 % dels viatges amb cotxe no superen els 3 km, el transport públic —en bicicleta, metro, tren de rodalies o autobús— o el desplaçament a peu són clarament les millors opcions. D'altra banda, per al passatger, utilitzar el transport públic és més eficient i més econòmic, contamina menys que el vehicle privat i, si funciona i és de qualitat, li estalvia temps i estrès.

lazaro.cremades@upc.edu

Es recupera un forn de calç únic



FOTO Més esvelt i modern que els forns efimers preindustrials, el Forn del Raig té forma de tronc piramidal semienterrat.

El Laboratori de Materials de l'Escola Politècnica Superior d'Edificació de Barcelona ha iniciat els treballs per recuperar el Forn del Raig, un forn de calç preindustrial ubicat al municipi de Calders (Barcelona). El seu funcionament continu, diferent del dels forns efimers, més comuns, i el bon estat de conservació de les restes trobades el fan únic a Catalunya.

Un cop finalitzada l'excavació arqueològica, mitjançant la qual s'ha descobert tota l'estructura interior de la xemeneia gairebé intacta, ara comencen els treballs per datar-lo. La idea és posar en marxa el forn per poder-hi fer una cuita anual i experimentar l'antic procés d'obtenció de calç —un producte clau, en el passat, per a la construcció i l'agricultura— a partir de la cocció de la pedra calcària.

Segons explica la investigadora Judith Ramírez-Casas, responsable del projecte juntament amb Joan Ramon Rosell, "hi ha evidències que el forn es va utilitzar en diverses ocasions". Es tracta d'un forn de flama curta en què es feia la cocció per capes. "A mesura que avançava la cocció s'anaven afegint capes de combustible i de pedra, materials que rajaven per la xemeneia. D'aquí ve el nom de Forn del Raig", indica.

Manca d'escrits

Només s'ha trobat un document escrit que parla de l'existència de diversos forns a la finca del Forn de la Calç, on s'ubica el Forn del Raig. De fet, a la finca, que va funcionar com a explotació de calç fins a l'any 1955, també hi ha cinc forns efimers, una tipologia més antiga que es caracteritza per una cocció única i puntual, ja que s'hi coïa la pedra utilitzada per a la construcció del forn. En no haver-hi referències escrites, una part de les dades sobre el Forn del Raig s'han extret de les converses mantingudes amb tres dels últims treballadors de l'explotació, que coneixien vagament l'existència d'aquest forn, tot i que mai no l'havien vist funcionar.

El projecte de recuperació l'impulsa el Centre d'Art Contemporani i Sostenibilitat del Forn de la Calç de Calders (CACIS), amb el suport de l'empresa Cales de Pachs.

CONTACTE

NOM Judith Ramírez-Casas

E-MAIL judith.ramirez@upc.edu

WEB www.gicited.upc.edu

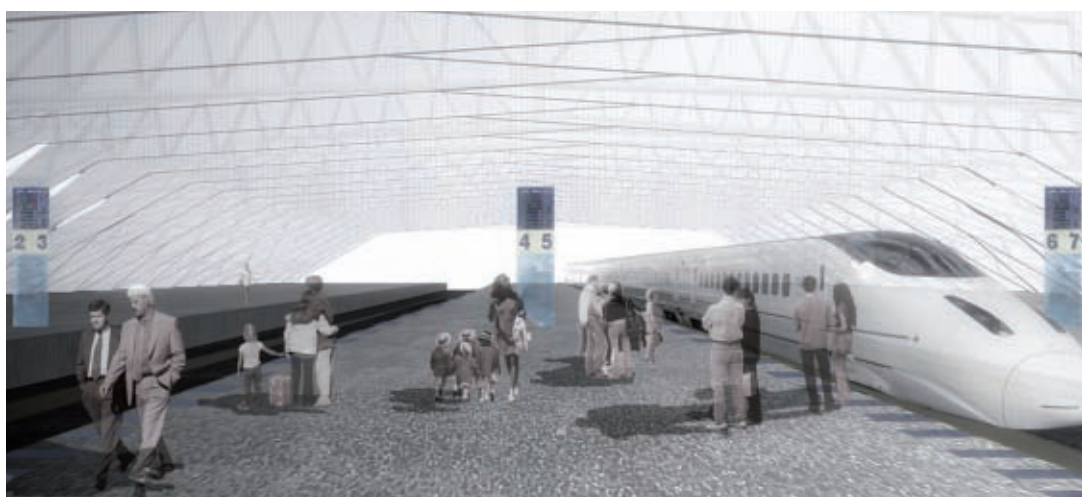
TEL. 93 401 62 34

Una estació intermodal on conflueixen tots els mitjans de transport públics i privats, pensada per millorar la mobilitat i estimular el creixement de la ciutat d'Udine, al nord-est d'Itàlia, i la seva àrea metropolitana. És el projecte de fi de carrera d'Arnau Tiñena, de l'ETS d'Arquitectura de Barcelona. El seu disseny ha despertat interès a Tarragona, ciutat en ple debat ferroviari.

D'Udine a Tarragona, una estació universal

Les urbs actuals estan evolucionant cap a formes més difuses i policèntriques. Ja no habitem ciutats, sinó territoris i, en aquest context, la mobilitat, sobre-tot a través del transport públic, hi juga un paper essencial. Partint d'aquesta idea, Arnau Tiñena ha elaborat el seu projecte de fi de carrera a l'Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona (ETSAB). Tiñena, ara ja titular, ha dissenyat una estació intermodal per a la ciutat italiana d'Udine que aglutina els trens de rodalies i d'alta velocitat, el transport públic i privat per carretera, i el trànsit de vianants.

El plantejament és millorar la mobilitat d'aquesta ciutat del nord-est d'Itàlia, situada al centre d'importants rutes comercials europees. Actualment, les vies del tren d'una antiga àrea industrial abandonada frenen el creixement de la ciutat a la zona sud. Arnau Tiñena, que coneix la ciutat, ha interrelacionat tots els mitjans de transport per millorar la mobilitat de l'àrea metropolitana. "L'estació d'Udine tenia deficiències d'accessibilitat, d'articulació amb la ciutat i de capacitat, d'acord amb les previsions de creixement; era un espai estàtic i aïllat, pensat únicament com a lloc d'espera", explica. La proposta d'estació es basa en la intermodalitat eficient, la



integració en el context de la ciutat i l'àrea metropolitana i la creació d'una nova centralitat entorn de la qual es pugui desenvolupar el nou creixement de la ciutat.

El resultat és un projecte d'estació semisoterrada amb una àrea urbana d'intensa activitat —eix nord-sud—, on es resol la superació de les vies amb un passeig enjardinat i un vial per al trànsit rodat. En aquesta àrea hi ha oficines, comerços, serveis i la zona d'aturada de taxis i d'autobusos urbans. L'eix est-oest està dedicat a la mobilitat de mitjana i

llarga distància, que se situa en una cota inferior, amb el vestíbul de l'estació de trens, l'estació d'autobusos i una part de l'aparcament, la resta del qual s'ubica en dues plantes soterrades. Les andanes —inspirades en les estacions modernistes— se situen per sobre del vestíbul i es conserva el nivell original de les vies. Tot el conjunt rep il·luminació i ventilació naturals.

Un model extrapolable

El projecte intermodal d'Udine també podria resoldre les necessitats de mobilitat de Tarragona, on hi ha obert un intens debat quant a les infraestructures. Ambdues ciutats tenen moltes similituds, com ara la situació en un punt estratègic de comunicació (Tarragona és en ple corredor mediterrani, amb connexions Saragossa-Madrid, i té un port industrial clau) o una població similar (185.000 habitants a Tarragona i 170.000 a Udine), amb moltes persones que viuen fora de la ciutat però que hi treballen, fet que genera molts desplaçaments diaris curts. Segons Arnau Tiñena, la nova estació de Tarragona s'hauria de construir a la zona de l'Horta Gran, perquè crearia un pol intens d'activitat i relacionaria el centre de la ciutat amb els barris perifèrics. A més, contribuiria a la creació de la gran àrea metropolitana del Camp de Tarragona.

FOTO El projecte de l'estació intermodal concentra tots els mitjans de transport de la ciutat a diferents escales, amb espais lluminosos i ventilació natural.

Projecte de fi de carrera

Autor

Arnau Tiñena

Directors

Mamen Domingo, del Departament de Projectes Arquitectònics; Lluís Moya, del Departament d'Estructures a l'Arquitectura, i Estanislao Roca, del Departament d'Urbanisme i Ordenació del Territori

Títol del projecte

KA-U. Estació intermodal a Udine

Per què vas triar aquesta recerca?

Perquè la mobilitat és clau per entendre l'estructura dels territoris i les ciutats actuals.

Àrees d'aplicació

Situacions urbanístiques en què les vies del tren representen un obstacle per a la ciutat.

CONTACTE

NOM Estanislao Roca
E-MAIL jane2@coac.net
TEL. 93 401 64 02



Andreas Schulz

Andreas Schulz és un referent en l'especialitat del *lighting design*, una disciplina que conjuga tecnologia, disseny i sostenibilitat per projectar la llum en tot tipus d'espais. Al febrer, Schulz va pronunciar a Barcelona la conferència titulada "Donar vida als museus a partir de la llum natural", en el marc de les activitats de post-grau que organitza la UPC School of Professional & Executive Development.

En els darrers 20 anys, l'estudi que dirigeix Schulz (Licht Kunst Licht) ha dissenyat l'estratègia lumínica de més de 350 edificis d'arreu del món, pels quals ha rebut diversos premis de prestigi internacional. Bona part dels projectes s'han dut a terme a Bonn i Berlín, on té la seu. Durant els últims anys, aquest enginyer alemany s'ha especialitzat en l'àmbit museístic i ha intervingut en la il·luminació d'espais com ara la galeria de Venus del Museu del Louvre de París, amb l'estudi d'arquitectura Adeline Rispal, o el Lenbachhaus de Munic, juntament amb l'estudi de Norman Foster and Partners.

"No té sentit voler que la llum artificial s'assembli a la natural"

Andreas Schulz, enginyer alemany i expert en sistemes d'il·luminació (*lighting design*), domina el joc lumínic. Amb les seves tècniques pot potenciar la bellesa d'edificis històrics o bé despertar l'impuls de comprar de les persones que hi ha en un centre comercial. Creu que les ciutats estan sobreil·luminades i prefereix il·luminacions senzilles. No té por de les ombres.

Per què va decidir treballar amb la llum?

Perquè sense la llum no podríem viure. Quan Thomas Alva Edison va inventar la llum artificial, va canviar el món radicalment. Des d'aleshores no depenem de la natura. Podem decidir quan l'engeguem i quan l'apaguem, cosa que ha canviat la nostra actitud social.

La relació entre els humans i la llum és universal?

Hi ha diferències en funció de l'àrea geogràfica. Al sud d'Europa la gent està més acostumada a una gran exposició de llum i a una temperatura més freda del color. Si il·luminéssim un restaurant de Berlín com ho fan a Andalusia, t'asseguro que no hi entraria ningú.

Xoc cultural.

Tothom té la seva impressió sobre la llum que li agrada i la que no, influeix l'educació lumínica que s'ha rebut a la infància. La percepció per la llum és un sentiment individual, però l'entorn hi té un paper destacat.

Ha il·luminat molts centres museístics. En els seus projectes, altera, en part, el contingut d'aquests espais?

La meva feina consisteix a estudiar l'espai i posar la llum al servei de les peces d'art, no a l'inrevés. Jo no dissenyo grans Il·luminàries o sistemes sofisticats, jo només respecto l'art.

La llum artificial intenta imitar la natural?

No hauria de fer-ho. La llum natural és dinàmica, és especial i ens connecta amb les estacions, i la llum artificial mai no podrà fer-ho. No té cap sentit intentar que s'hi assembli.

L'ombra és la seva pitjor enemiga?

Al contrari. És la nostra millor aliada, sense la qual no existiria la llum. Quan el cos d'una persona crea una ombra, s'està produint una interacció amb la llum. Fa poc em van encarregar il·luminar un centre comercial i crec que el més important és il·luminar els compradors. S'han de sentir guapos, sense grans ombres a la cara. Si els agrada el lloc, possiblement hi tornaran.

Se sent més còmode treballant en interiors o en exteriors?

Són tècniques molt diferents. Fa poc hem il·luminat un aparcament subterrani i ha estat una experiència molt gratificant. Sabíem que aquest tipus d'espais estan

molt mal il·luminats, però no sabíem per què. Després de passar moltes hores donant-hi voltes amb el cotxe, vam descobrir que les parets no estaven il·luminades perquè eren els mateixos vehicles els que il·luminaven l'espai. Això crea sensació d'inseguretat.

Com ho va resoldre?

Instal·lant unes parets lluminoses de color xampany a totes les plantes. El color és un element imprescindible. Si s'aconsegueix crear una atmosfera càlida, la gent pot tenir un sentiment positiu, tot i estar en un aparcament!

Fa el mateix en espais exteriors?

Personalment, prefereixo els edificis simples, que semblin més naturals. Si no hi intervenim, trobem ciutats ultrail·luminades, com ara París. De nit, és impossible amagar-se pels carrers d'aquesta ciutat.

Això és culpa, en gran part, dels seus col·legues de professió.

En part, sí; però al darrere hi ha un efecte cadena. Nosaltres il·luminem els edificis de renom, però els particulars que viuen al costat també volen tenir una bona il·luminació. D'aquesta manera, els edificis estrella no contrasten amb el seu entorn i per això nosaltres hem d'augmentar la quantitat de llum.

Els colors de la torre Agbar, de Barcelona, alteren l'entorn?

És un cas diferent, perquè la torre Agbar, així com l'Uniq Tower de Viena, no les hem d'il·luminar des de l'exterior. Són el que són per la llum, les identifiquem per la llum que emeten. Reconec que projecten una imatge de modernitat, però a les ciutats hi hauria d'haver pocs edificis com aquests. Si no, això acabarà per convertir-se en Xangai, on tot és massa il·luminat i confús.

Els LED es troben a tot arreu. Hi està a favor o en contra?

Seràn la llum del futur. Es calcula que d'aquí deu anys representaran el 90% del conjunt de sistemes d'il·luminació. És una revolució per al nostre sector i ens permeten fer coses que abans eren impensables. Els LED són una bona font de llum, però encara són massa desconeguts. No sabem exactament quant duren, ni com es comportaran d'aquí a uns quants anys. És per això que, de moment, prefereixo no abusar-ne.