

DIJOURS

A L'ACE

45

Quaderns d'estructures

Editorial | Editorial

Jornada tècnica sobre el terratrèmol de Llorca
Jornada técnica sobre el terremoto de Lorca

*Pavimentos continuos de hormigón
en la obra de IKEA de Sabadell*

Patorreb

Miscel·lània | Miscelánea

Llista de membres de l'Associació
Listado de miembros de la Asociación

ASSOCIACIÓ DE
CONSULTORS
D'ESTRUCTURES



Desembre 2012. **Preu 9,00 €**

Assentaments? Esquerdes a les parets? **URETEK® ES LA SOLUCIÓ**



AIXECAMENT

AVANTATGES

- No invasiu: sense excavacions ni obres de paleta
- Econòmic
- Ràpid
- No embruta i no produeix residus
- Garantit durant 10 anys

URETEK®
DEEP INJECTIONS

PATENT EUROPEA n. 0.851.064

Mètode protegit per patent europea, per a la consolidació de sòl amb injeccions de resina expansiva Uretex Geoplus® aplicable a tot tipus de estructura:

- Edificis històrics
- Naus Industrials
- Vivendes
- Piscines
- Torres
- Esglésies
- Murs de contenció

Apte per tot tipus de sòls, tant granulars com cohesius i qualsevol tipologia de fonamentació: sabates aïllades, sabates corregudes i lloses de fonamentació construïdes amb qualsevol material.

Visites i pressupostos gratuïts a tota Espanya*



URETEK
Soluciones
Innovadoras S.L.U.



www.uretek.es

*Per a pressupostos a Balears i Canaries consultar condicions

Edita

Associació de Consultors d'Estructures (ACE)

Quaderns d'Estructures (Dijous a l'ACE)

Número 45

Desembre 2012

Preu de l'exemplar: 9,00 €

JUNTA DIRECTIVA

President

David Garcia i Carrera

Vicepresident

Antoni Blázquez i Boya

Secretari

Josep Baquer i Sistach

Tresorer

Xavier Mateu i Palau

Àrea Qualitat

Martí Cabestany Puértolas

Àrea Cultural

Emma Leach i Cosp

Àrea Formació

Cesc Aldabó Fernández

Àrea Tècnica

Jorge Blasco Miguel

Àrea Professional

Enric Heredia Capmany-Gaudet

Àrea Social

Miquel Rodríguez Niedenföhr

Gerent

Sandra Freijomil i Tramunt

Equip de Redacció

Sandra Freijomil i Tramunt

Emma Leach i Cosp

Xavier Mateu i Palau

Publicitat

Ana Usea i Garí

Tel. 93 459 33 30

Col·laboradors d'aquest número

J. Blasco, A. Blázquez, D. Garcia, S. Figueras,

X. Goula, A. Macau, J. Montón, J. A. Rodríguez,

A. Salazar,

Maquetació i producció

Baber

Núm. d'exemplars 750

Impressió: EGS. Rosari 2. Barcelona

Dipòsit legal: B. 28347-2000

La redacció de la revista no es fa responsable de les opinions, textos i imatges dels autors dels articles.



Redacció i Administració:

Jordi Girona 31, edifici TILlers

08034 Barcelona

tel. 93 401 18 88 / fax 93 401 56 72

e-mail: info@consultorsestructures.org

web: www.consultorsestructures.org

Horaris d'oficina:

dilluns a divendres (9 a 14 hores)

Sumari

Pàg. 2

1

Editorial | *Editorial*

David Garcia

Pàg. 6

2

Jornada tècnica sobre el terratrèmol de Llorca

Jornada tècnica

sobre el terremoto de Lorca

Conclusions | *Conclusiones*

Antoni Blázquez

El terremoto de Lorca del 11 de mayo de 2011: aspectos sismológicos

Xavier Goula, Sara Figueras + A. Macau

SGE, la herramienta 2.0 para coordinación de emergencias

Alejandro Salazar

Pàg. 34

3

Pavimentos continuos de hormigón en la obra de IKEA de Sabadell

José A. Rodríguez

Pàg. 42

4

Patorreb

Patología estructural: rotura de una jácena de madera de 100 años por «vicios ocultos» en su interior

Jorge Blasco + Joaquín Montón

Pàg. 56

5

Miscel·lània | *Miscelánea*

Pàg. 58

6

Lista de membres de l'Associació | *Listado de Miembros de la Asociación*

1 Editorial

Il·lusió, vocació i esforç: el nostre futur

David Garcia

Fa força temps, en una editorial d'aquesta mateixa revista, vaig plantejar la possibilitat d'arribar al 25% d'atur a l'estat espanyol. Hi va haver qui m'ho va retreure titllant-me de pessimista. Avui ja hi hem arribat. I ja hi som. Una altra meritòria fita dels nostres dirigents!

No és que jo en sàpiga, de macroeconomia predictiva, gens ni mica, però veient com anaven les coses i, sobretot, veient com les encaraven els polítics, no era especialment difícil fer aquestes previsions.

Igual que ara. No és tampoc difícil veure que, per moltes tonteries —per no dir directament mentides— que arribin a dir determinats «representants» nostres, l'economia espanyola no remuntarà amb facilitat ni en breu.

En el nostre sector específicament, on encara s'està discutint, anys després de l'esclat de la bombolla immobiliària, si la solució serà el «banc dolent» i com s'ha d'articular efectivament aquest mecanisme, la perspectiva és, de llarg, molt pitjor, si és possible, que la general del país. La caiguda d'activitat dins l'edificació és tan forta que podem afirmar, amb resignació, que, en realitat, no estem davant d'una crisi cíclica del sistema. Estem davant d'un canvi de paradigma o, a la pràctica, enfrontant-nos a l'extinció mateixa del model econòmic i professional que havíem conegut. I gaudit, no ho oblidem.

On està la sortida? No ho sé. No crec que n'hi hagi només una, de sortida. El que hi haurà, que ja hi és ara, és una necessitat de posicionament dins d'un nou sistema que encara s'està constituint. I això implica entendre —i assumir— que nosaltres hem de canviar alhora, per poder encaixar dins d'aquest nou model.

Aquesta transformació obligada i imperativa no té un camí únic, ni cap de clarament definit. Però

el que està clar és que només hi ha una via inadmissible: el quedar-se quiet, com qui s'amaga d'una tempesta violenta que aviat passarà, esperant que després tot continuï igual. No serà així. Tot haurà canviat i qui no s'hagi adaptat al nou paradigma serà una espècie en extinció.

Les seqüències, les transformacions, les evolucions, no són mai lineals. Com el comportament de les nostres estimades estructures. Són més complexes.

Hi haurà qui cercarà la sortida en la direcció que ara està més de moda recomanar: la internacionalització. És una sortida? Doncs sí. Fora del nostre territori hi ha moltes oportunitats. Jo així ho crec; però no per a tothom. S'ha de tenir convicció, vocació, capacitat i mitjans per dur-ho a terme. I no tothom té aquestes característiques.

Una altra sortida —també força en boca dels gurus de l'economia (entre nosaltres, que ja cansen una mica)— és el creixement en dimensió, l'increment de mida de les organitzacions a fi de guanyar en eficàcia, en musculatura financera, en capacitat comercial. També penso que és una bona sortida, però no necessàriament amb les rigideses que plantegen els esmentats «savis». En el nostre sector, on els «empresadors» ens movem en realitat molt a prop de la vocació professional i de la idea tècnica, més que de l'interès empresarial en sí mateix, no crec que la solució de cercar unions, fusions, absorcions i altres sistemes de concentració sigui l'única possible ni la més adequada en molts casos. Segurament, en el cas específic de les nostres nano empreses tan especialitzades la millor solució estigui més aviat propera a l'esperit de les agrupacions flexibles entre tècnics de la mateixa especialitat o d'especialitats diferents amb la intenció d'oferir al mercat una millor capacitat de resposta, una major capaci-

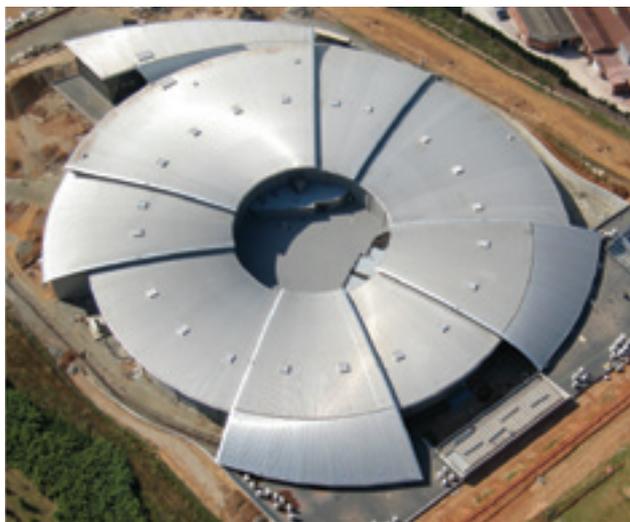
tat financera i una més àmplia oferta de producte professional. La unió, en un mateix espai, de diversos tècnics que poden ser competència en un treball concret però poden ser capaços de ser col·laboradors en el treball següent, és una bona via per poder competir amb d'altres equips de major envergadura. Una via similar és la de cercar equips que en una unió flexible, circumstancial, puguin exposar solucions professionals multidisciplinàries. És una bona solució per a uns mercats que cada cop exigeixen més concentració, menys dispersió de responsabilitats i de gestió.

Una altra sortida totalment oposada és precisament la de decreïxer. Té sentit això? No dèiem que la solució ha de passar per presentar equips més complets? Jo crec que hi ha una tercera possibilitat: la del consultor hiperespecialitzat. Ja tenim a dia d'avui alguns companys que estan optant per aquest camí, el de ser un dels millors en temes molt específics i d'alt nivell tècnic, de manera que poden ser els consultors especialitzats que assessoren els altres equips, per resoldre els problemes més complexos que van sorgint. Aquesta proposta, és clar, és la més

individual de totes però això no significa solitària. Significa que, en lloc de treballar en un entorn humà fix, es treballa dins d'un sistema variable de capital humà. Probablement és la més clàssica i alhora la més moderna de les opcions. I també, probablement, una de les més enriquidores des del punt de vista professional.

Segurament existeixen moltes altres opcions de seguir endavant i superar aquesta gran transformació de la nostra professió —ja no estic segur del que pot voler dir aquesta paraula— però en tot cas, qualsevol de les alternatives possibles implica una sèrie de trets comuns.

No rendir-se, no defallir, no desanimar-se i no deixar de lluitar. Aquestes són les condicions necessàries per tirar endavant. Generositat i esforç. Estudi i evolució personal. Però sobretot el més necessari és no deixar d'estimar la nostra professió, no perdre la vocació i no deixar de tenir il·lusió. Perquè sense il·lusió i sense entusiasme la lluita està perduda abans de començar. I això no ens ho permetrem. Ànims companys. El futur que ens espera serà, de ben segur, fantàstic. Bon Nadal i un feliç 2013, ara sí.



Obra: SINCROTRÓN ALBA
Dirección Facultativa: Master, S.A. de Ingeniería y Arquitectura
Solución Constructiva: 1.560 Tn. de estructura metálica; 18.000 m² de cubierta a base de bandejas de aluminio cóncavas y curvadas; 7.300 m² de fachadas de panel sandwich; 1.500m² de muro soportina semiestructural.



Construimos lo que imagina

Después de más de 45 años de liderazgo en su mercado y más de 10.00 obras realizadas, ACIEROID es hoy un punto de referencia en la construcción y renovación de Cubiertas, Fachadas y Estructuras Metálicas.

ACIEROID hace realidad su proyecto aportando asesoramiento en fase de desarrollo, ingeniería aplicada y know-how constructivo, para materializar cualquier idea, geometría o diseño.

Confíe sus proyectos a ACIEROID, por...
Seguridad, ingeniería, edificación sostenible y solvencia.

900 504 671
www.acieroid.com

Avda. de la Granvía, 179 Pol. Granvía Sur
08908 L'Hospitalet de Llobregat (Barcelona)

Editorial

ILUSIÓN, VOCACIÓN Y ESFUERZO: NUESTRO FUTURO

David García

Hace bastante tiempo, en una editorial de esta misma revista, planteé la posibilidad de llegar al 25% de paro en el estado español. Hubo quien me lo reprochó tildándome de pesimista. Hoy ya hemos llegado. Ya estamos aquí. ¡Otro meritorio hito de nuestros dirigentes!

No es que yo sepa, de macroeconomía predictiva, ni lo más mínimo, pero viendo cómo iban las cosas y, sobre todo, viendo cómo las enfocaban los políticos, no era especialmente difícil hacer estas previsiones.

Igual que ahora. No es tampoco difícil ver que, por muchas tonterías —por no decir directamente mentiras— que lleguen a decir determinados «representantes» nuestros, la economía española no remontará con facilidad ni en breve.

En nuestro sector, específicamente, donde todavía se está discutiendo, años después del estallido de la burbuja inmobiliaria, si la solución será el «banco malo» y cómo hay que articular efectivamente este mecanismo, la perspectiva es, de largo, mucho peor, si es posible, que la general del país. La caída de actividad dentro de la edificación es tan fuerte que podemos afirmar, con resignación, que, en realidad, no estamos ante una crisis cíclica del sistema. Estamos ante un cambio de paradigma o, en la práctica, enfrentándonos a la extinción misma del modelo económico y profesional que habíamos conocido. Y disfrutado, no lo olvidemos.

¿Dónde está la salida? No lo sé. No creo que haya solo una salida. Lo que habrá, que ya lo hay ahora, es una necesidad de posicionamiento dentro de un nuevo sistema que todavía se está constituyendo. Y esto implica entender —y asumir— que nosotros debemos cambiar a la vez para poder encajar dentro de este nuevo modelo.

Esta transformación obligada e imperativa no tiene un camino único, ni ninguno claramente definido. Pero lo que está claro es que solo hay una vía inadmisibles: el quedarse quieto, como quien se esconde de una tormenta violenta que pronto pasará, esperando que después todo continúe igual. No será así. Todo habrá cambiado y quien no se haya adaptado al nuevo paradigma será una especie en extinción.

Las secuencias, las transformaciones, las evoluciones, no son nunca lineales. Como el comportamiento de nuestras queridas estructuras. Son más complejas.

Habrà quien buscará la salida en la dirección que ahora está más de moda recomendar: la internacionalización. ¿Es una salida? Pues sí. Fuera de nuestro territorio hay muchas oportunidades. Yo así lo creo; pero no para todo el mundo. Hay que tener convicción, vocación, capacidad y medios para llevarla a cabo. Y no todo el mundo tiene estas características.

Otra salida —también en boca de los gurús de la economía (entre nosotros, que ya cansan un poco)— es el crecimiento en dimensión, el incremento de tamaño de las organizaciones con objeto de ganar en eficacia, en musculatura financiera, en ca-

pacidad comercial. También pienso que es una buena salida, pero no necesariamente con las rigideces que plantean los mencionados «sabios». En nuestro sector, donde los «emprendedores» nos movemos en realidad muy cerca de la vocación profesional y de la idea técnica, más que del interés empresarial en sí mismo, no creo que la solución de buscar uniones, fusiones, absorciones y demás sistemas de concentración sea la única posible ni la más adecuada en muchos casos. Seguramente, en el caso específico de nuestras nano empresas tan especializadas, la mejor solución esté más bien próxima al espíritu de las agrupaciones flexibles entre técnicos de la misma especialidad, o de especialidades diferentes, con la intención de ofrecer al mercado una mejor capacidad de respuesta, una mayor capacidad financiera y una más amplia oferta de producto profesional. La unión, en un mismo espacio, de varios técnicos que pueden ser competencia en un trabajo concreto, pero pueden ser capaces de ser colaboradores en el trabajo siguiente, es una buena vía para poder competir con otros equipos de mayor envergadura. Una vía similar es la de buscar equipos que en una unión flexible, circunstancial, puedan exponer soluciones profesionales multidisciplinares. Es una buena solución para unos mercados que cada vez exigen más concentración, menos dispersión de responsabilidades y de gestión.

Otra salida totalmente opuesta es precisamente la de decrecer. ¿Tiene esto sentido? ¿No decíamos que la solución debe pasar por presentar equipos más completos? Yo creo que hay una tercera posibilidad: la del consultor hiperespecializado. Ya tenemos a día de hoy, algunos compañeros que están optando por este camino, el de ser uno de los mejores en temas muy específicos y de alto nivel técnico, de forma que pueden ser los consultores especializados que asesoran a los otros equipos, para resolver los problemas más complejos que van surgiendo. Esta propuesta, claro está, es la más individual de todas pero esto no significa solitaria. Significa que, en vez de trabajar en un entorno humano fijo, se trabaja dentro de un sistema variable de capital humano. Probablemente es la más clásica y a la vez la más moderna de las opciones. Y también probablemente una de las más enriquecedoras desde el punto de vista profesional.

Seguramente existen otras muchas opciones de seguir adelante y superar esta gran transformación de nuestra profesión —ya no estoy seguro de lo que significa esta palabra— pero en todo caso, cualquiera de las alternativas posibles implica una serie de características comunes.

No rendirse, no desfallecer, no desanimarse y no dejar de luchar. Estas son las condiciones necesarias para salir adelante. Generosidad y esfuerzo. Estudio y evolución personal. Pero sobre todo lo más necesario es no dejar de querer nuestra profesión, no perder la vocación y no dejar de tener ilusión. Porque sin ilusión y sin entusiasmo la lucha está perdida antes de empezar. Y esto no nos lo permitiremos. Ánimo compañeros. El futuro que nos espera será, seguro, fantástico. Feliz Navidad y un feliz 2013, ahora sí.



PREINDUSTRIALITZACIÓ SOSTENIBLE: ECOEFICIÈNCIA AMBIENTAL (ADAPTATS AL C.T.E.)

AVANTATGES COMUNS A TOTS ELS NOSTRES SISTEMES :

- LLUMS LLARGUES I SOBRECÀRREGUES IMPORTANTS.
- Sistemes homogenis Armats.
- L'armadura positiva de les plaques penetra en la sustentació (sismo).
- QUALITAT I GARANTIA.
- RAPIDESA en l'execució.
- ESTALVI de mà d'obra.
- SEGURETAT de les persones a l'obra.
- Mínim treball físic dels operaris.
- ECOLOGIA : materials reciclables i estalvi d'encofrats en obra.
- Pel què fa als de formigó, acabat inferior lís que permet, si es vol, estalviar l'enguixat i pintar directament.
- Hiperestàtic.
- Varietat de contells.

AUTORITZACIONS:

- Tots els nostres sistemes disposen d' Autorització d'ús vigent.
- Marcatge CE
- El sistema de murs té DAU atorgat per l'ITEC



SOLUCIONS :

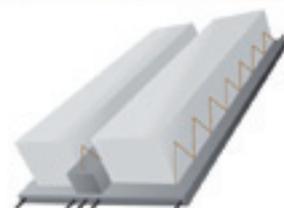
1 Murs semi-fabricats en sandvitx "PrefCat" per a edificació en general i per a obra civil com a :

- Murs de càrrega
- Murs de contenció



2. Forjats armats unidireccionals per a Escoles, naus industrials, parkings de vivendes i edificació en general.

2.1. De formigó, Praeloses aligerades amb poliestirè "Cat" (també sense)



2.2. De formigó, "PredeCa Pt"



2.3. Forjat ceràmic "Llum", en panells



2 Jornada tècnica sobre el terratrèmol de Llorca

Al llarg dels propers números anirem publicant les ponències presentades a la Jornada Tècnica sobre el Terratrèmol de Llorca que vam organitzar el passat 17 de maig de 2012.

A lo largo de los próximos números iremos publicando las ponencias presentadas en la Jornada Técnica sobre el Terremoto de Lorca que se organizó el pasado 17 de mayo de 2012.

Conclusions

Antoni Blázquez, coordinador de la jornada

Aspectes sismològics (IGC)

Xavier Goula: Dr. Ciències Físiques. Cap de l'Àrea de Sismologia de l'IGC.

Sara Figueras: Dra. Ciències Físiques. Cap unitat Ciències Geofísiques de l'IGC.

- Llorca està sobre una falla.
- Característiques del terratrèmol:
 - Magnitud del terratrèmol principal: 5,1 a les 18:47.
 - Longitud del trencament: 4 km.
 - Profunditat: 2 km.
 - Desplaçament: 3 cm.
 - Duració: 1,5 s.
 - Acceleració pic: 0,376 g.
- La proximitat de l'epicentre i la poca profunditat de l'hipocentre són aspectes que van influir en la gravetat dels efectes sobre les construccions.
- Els efectes de sòl poden haver amplificat els efectes aproximadament al doble.
- Els efectes es van atenuar per un terratrèmol previ de 4,5 de magnitud, 1:40 hores abans, el que va posar en avís a la població, i també per la poca durada del terratrèmol (1,5 s).

- A Catalunya també es podrien donar, com a Llorca, acceleracions superiors a les previstes per la Norma.

Estimació ràpida del dany i la seva evolució posterior

Carmen Sandoval: Dra. Enginyera de Camins. Govern «Región de Murcia».

- L'11 de maig de 2011 hi va haver tres sacsejades sísmiques:
 - A les 17:05 h, amb una magnitud de 4,5. Només es van produir danys materials.
 - A les 18:47 h, amb una magnitud de 5,1. Va provocar nombrosos danys en construccions, uns 300 ferits i 9 morts.
 - A les 22:37 h, amb una magnitud de 3,9.
- Activació del pla SISIMUR, que va consistir en:
 - Grup d'avaluació sísmica:
 - ♦ Format per personal tècnic de les administracions i personal voluntari amb molt poca preparació, sense formació ni experiència en casos com aquest. Es van revisar uns 7.500 edificis en 36 hores i es va decretar el desallotjament d'unes 15.000 persones.
 - ♦ Elaborar un informe preliminar «in situ». Fitxa bàsica i codi de colors.
 - ♦ Grup zero, format per tècnics especialitzats en patologia estructural i que s'ocupava dels casos més greus.

- Grup logístic:
 - ♦ Grup zero liderat per Juan Roldán.
 - ♦ Es va retirar tot allò que suposés un risc per a les persones.
 - ♦ Equips de treball d'apuntament.
 - ♦ Es va constituir una base de dades de gestió d'incidències.

Lliçons apreses a Llorca 2011. Sistema de gestió d'emergències «on line»

Alejandro Salazar: Arquitecte. Voluntari «Escuela Nacional de Protección Civil».

- A l'era de les comunicacions, davant de catàstrofes naturals i degut a la complexitat de la situació, resulta imprescindible la col·laboració «on line» de tots els actors per optimitzar i economitzar el dispositiu de gestió integral de l'emergència, reduir riscos i minimitzar danys.
- Proposa un software de gestió d'emergències basat en l'ús d'Internet.
 - Informació només accessible en cas d'emergència.

- L'accés a la informació és restringit.
- Concepte de «feedback».

Experiències per un Protocol Tècnic d'Actuació després dels terratrèmols de l'onze de maig de 2011 a Llorca

Juan Roldán: Dr. Arquitecte. Director «Escuela de Arquitectura e Ingeniería de la Edificación de la Universidad Católica San Antonio de Murcia».

Va destacar que les morts es van produir pel desprement o col·lapse d'elements secundaris com cornises, ampits de terrat, motlures, decoracions, etc.

Dels aproximadament 5.000 edificis de Llorca només se'n va col·lapsar un, uns 400 van patir danys greus i uns 265 s'han enderrocat o estan en tràmit d'enderroc.

- Resposta als terratrèmols: edificis/persones
 - Els danys més intensos es van produir a les plantes baixes, en els següents elements:
 - ♦ Pilars curts.
 - ♦ Escales.



A IBERTRAC, AMB 30 ANYS D'EXPERIÈNCIA, DISPOSEM D'UNA DIVISIÓ ESPECÍFICA PER A CADA PROBLEMA DE PLAGUES. TRACTEM CADA CAS AMB SERIETAT I RIGOR PROFESSIONAL, FENT SERVIR TOTS ELS RECURSOS NECESSARIS I COMPLETANT ELS PROCEDIMENTS, ASSEGURANT-NOS D'UNA EFICÀCIA DEL 100% EN ELS RESULTATS.



**TRACTAMENTS DE LA FUSTA
CONTROL DE PLAGUES**

93 439 31 04 · 93 430 43 01
www.ibertrac.com / www.termitas.net
LORETO 13-15 D 08029 BARCELONA



**CUIDEM LA
FUSTA**



- ◆ Caixes d'ascensors.
- ◆ Parets.
- Danys intensos a les façanes de planta 1.^a i als ampits de terrat.
- Danys moderats i lleus a la resta de plantes.
- Pel que fa a la resposta de les persones es poden distingir tres grups:
 - ◆ *Auxiliador format*: bona resposta sempre.
 - ◆ *Ciutadà en general*: molt bona resposta al principi, que comença a baixar al segon dia i es recupera a partir del setè dia.
 - ◆ *Delinqüent habitual*: molt mal comportament en tot moment, intenta aprofitar-se'n de la desgràcia dels altres.
- Després de l'experiència i reflexionant sobre el viscut, proposa un protocol d'actuació:
 - **Fase 0.** Inspeccions d'urgència en base a una fitxa preparada prèviament i assignació d'una sèrie de colors pels edificis, en funció de la gravetat dels danys. Durada entre 1 i 5 dies.
 - **Fase 1.** Verificació d'apuntaments. Durada entre 5 i 20 dies.
 - **Fase 2.** Actuacions immediates. Durada entre 1 i 2 mesos.
 - **Fase 3.** Redacció dels informes prescrits per la Norma sismoresistent.
 - **Fase 4.** Actuacions finals.

Una visió crítica general de la problemàtica generada pel terratrèmol

Florentino Regalado: Dr. Enginyer de Camins. Professor «Universidad de Alicante».

No estava gens d'acord en com s'estan desenvolupant els fets i es va mostrar molt crític sobretot en:

- Que hi hagués 265 edificis enderrocats o per enderrocar, ja que segons ell la majoria es podrien salvar, però hi ha massa tècnics desitjosos de feina i propietaris desitjant indemnitzacions.
- Que els honoraris s'estableixin en funció del presupost d'execució, doncs això provoca que sigui molt més sucós projectar un edifici nou que reparar-ne un d'existent.

Segons el seu criteri:

- Hi hauria d'haver un equip nacional de tècnics molt ben preparats.

- S'hauria d'aclarir qui paga els informes.
- No es pot aplicar la normativa nova pels edificis antics.
- S'haurien de pactar unes regles amb les companyies asseguradores.
- S'han de regular per llei els protocols d'actuació, aclarint les responsabilitats.
- Cal posar en dubte la restauració d'edificis convencionals de barris vells conservant façanes.

Danys observats, patrimoni i edificis d'especial importància

Janira Irizarry: Dra. Enginyera Civil. IGC.

Jairo Valcárcel: Enginyer Civil. Doctorand UPC.

Van fer una descripció dels danys soferts en els edificis patrimonials i d'especial importància.

Danys observats, necessitat de la ductilitat

Àlex Barbat: Dr. Enginyer de Camins. Catedràtic UPC.

- Va comentar les enormes pèrdues provocades per un sisme moderat i previsible a la zona.
- Les prescripcions de la norma sismoresistent són correctes. En general els projectes es calculen a sisme, però no es compleixen les prescripcions sobre els armats.
- No és previsible que en un futur canviïn les tipologies, per tant, potser s'hauran de revisar les reduccions per ductilitat.
- No s'entreveu la possibilitat d'evitar-los en el futur.
- Elements danyats amb comportament elàstic (envans i tancaments).

Danys observats, la importància d'aprendre

Hugo Corres: Dr. Enginyer de Camins. Professor UPM.

- El sisme és el moment de la veritat de les construccions, és el que et treu els colors.
- La importància de la ductilitat només es veu quan es perd.
- Els polítics han d'entendre que els edificis no s'han de reparar perquè compleixin la normativa actual.

- S'haurien de fer:
 - Guies de construcció en zones sísmiques.
 - Guies de reparació.
 - Inventaris de danys.
 - Plans d'emergència.

Comportament dels entramats estructurals davant el sisme. Criteris de reparació

Ramón Álvarez: Dr. Enginyer Industrial. Professor UPM.

- S'ha de subjectar tot el que pugui caure.
- Els pilars haurien de resistir més que els envans, per evitar que aquests els trenquin.

Taula rodona

Moderador: Antoni Blázquez.

Xavier Goula, Florentino Regalado, Àlex Barbat, Hugo Corres i Ramón Álvarez.

- Efecte sòl:
 - És evident que l'efecte sòl amplifica l'efecte dels terratrèmols, doncs hi ha hagut grans terratrèmols que han sofert aquest efecte.
 - En el cas de Llorca és possible que no hagi tingut massa importància per la poca durada del terratrèmol.
- Configuració arquitectònica:
 - És evident que la importància de la configuració és essencial, doncs gran part dels danys són conseqüència de defectes de configuració.
- Ductilitat:
 - Si es volen evitar trencaments en elements no estructurals, cal calcular l'estructura sense reducció per ductilitat, fent-la rígida, amb pantalles. Aquesta solució és cara, però permet reduir els costos de reparació després del sisme.
 - La ductilitat és necessària en tot element estructural, ja que proporciona capacitat d'avís abans del trencament.
 - Una proposta seria calcular l'estructura en servei sense reducció per ductilitat i amb ductilitat a trencament.



CONCLUSIONES

Antoni Blázquez, coordinador de la jornada

Aspectos sismológicos (IGC)

Xavier Goula: Dr. Ciencias Físicas. Jefe del Área de Sismología del IGC.

Sara Figueras: Dra. Ciencias Físicas. Jefe unidad Ciencias Geofísicas de la IGC.

- Lorca está sobre una falla.
- Características del terremoto:
 - Magnitud del terremoto principal: 5,1 a las 18:47.
 - Longitud de la rotura: 4 km.
 - Profundidad: 2 km.
 - Desplazamiento: 3 cm.
 - Duración: 1,5 s.
 - Aceleración pico: 0,376 g.
- La proximidad del epicentro y la poca profundidad del hipocentro son aspectos que influyeron en la gravedad de los efectos sobre las construcciones.
- Los efectos de suelo pueden haber amplificado los efectos aproximadamente al doble.

- Los efectos se atenuaron por un terremoto previo de 4,5 de magnitud, 1:40 horas antes, que puso en aviso a la población, y también por la poca duración del terremoto (1,5 s).
- En Catalunya también se podrían dar, como en Lorca, aceleraciones superiores a las previstas por la Norma.

Estimación rápida del daño y su evolución posterior

Carmen Sandoval: Dra. Ingeniera de Caminos. Gobierno «Región de Murcia».

- El 11 de mayo de 2011 hubo tres sacudidas sísmicas:
 - A las 17:05 h, con una magnitud de 4,5. Solo se produjeron daños materiales.
 - A las 18:47 h, con una magnitud de 5,1. Provocó numerosos daños en construcciones, unos 300 heridos y 9 muertes.
 - A las 22:37 h, con una magnitud de 3,9.
- Activación del plan SISMIMUR, que consistió en:
 - Grupo de evaluación sísmica:
 - ♦ Formado por personal técnico de las administraciones y personal voluntario con muy poca preparación, sin formación ni experiencia en casos como este. Se revisaron unos 7.500 edificios en 36 horas y se decretó el desalojo de unas 15.000 personas.
 - ♦ Elaborar informe preliminar «in situ». Ficha básica y código de colores.

- ♦ Grupo cero, formado por técnicos especializados en patología estructural y que se ocupaba de los casos más graves.

— Grupo logístico:

- ♦ Grupo cero liderado por Juan Roldán.
- ♦ Se retiró todo aquello que supusiera un riesgo para las personas.
- ♦ Equipos de trabajo de apuntalamiento.
- ♦ Se constituyó una base de datos de gestión de incidencias.

Lecciones aprendidas en Lorca 2011.

Sistema de gestión de emergencias «on line»

Alejandro Salazar: Arquitecto. Voluntario «Escuela Nacional de Protección Civil».

- En la era de las comunicaciones, ante catástrofes naturales y debido a la complejidad de la situación, resulta imprescindible la colaboración «on line» de todos los actores para optimizar y economizar el dispositivo de gestión integral de la emergencia, reducir riesgos y minimizar daños.
- Propone un software de gestión de emergencias basado en el uso de Internet.
 - Información solo accesible en caso de emergencia.
 - El acceso a la información es restringido.
 - Concepto de «feedback».

Experiencias para un Protocolo Técnico de Actuación tras los terremotos del once de mayo de 2011 en Lorca

Juan Roldán: Dr. Arquitecto. Director «Escuela de Arquitectura e Ingeniería de la Edificación de la Universidad Católica San Antonio de Murcia».

Destacó que las muertes se produjeron por el desprendimiento o colapso de elementos secundarios como cornisas, antepechos de azotea, molduras, decoraciones, etc.

De los aproximadamente 5.000 edificios de Lorca solo colapsó uno, unos 400 sufrieron daños graves y unos 265 se han derrocado o están en trámite de derrocar.

- Respuesta a los terremotos: edificios/personas
 - Los daños más intensos se produjeron en las plantas bajas, en los siguientes elementos:
 - ♦ Pilares cortos.
 - ♦ Escaleras.
 - ♦ Cajas de ascensores.
 - ♦ Paredes.
 - Daños intensos en las fachadas de planta 1.^a y en los antepechos de azotea.
 - Daños moderados y leves en el resto de plantas.
 - Con respecto a la respuesta de las personas se pueden distinguir tres grupos:
 - ♦ Auxiliador formado: buena respuesta siempre.
 - ♦ Ciudadano en general: muy buena respuesta al principio, que empieza a bajar al segundo día y se recupera a partir del séptimo día.

- ♦ Delincuente habitual: muy mal comportamiento en todo momento, intenta aprovecharse de la desgracia de los demás.

- Tras la experiencia y reflexionando sobre lo vivido, propone un protocolo de actuación:

- **Fase 0.** Inspecciones de urgencia en base a una ficha preparada previamente y asignación de una serie de colores para los edificios, en función de la gravedad de los daños. Duración entre 1 y 5 días.
- **Fase 1.** Verificación de apuntalamientos. Duración entre 5 y 20 días.
- **Fase 2.** Actuaciones inmediatas. Duración entre 1 y 2 meses.
- **Fase 3.** Redacción de los informes prescritos por la Norma sismorresistente.
- **Fase 4.** Actuaciones finales.

Una visión crítica general de la problemática generada por el terremoto

Florentino Regalado: Dr. Ingeniero de Caminos. Profesor «Universidad de Alicante».

No estaba nada de acuerdo en cómo se están desarrollando los hechos y se mostró muy crítico, sobre todo en:

- Que hubiera 265 edificios derrocados o por derrocar, puesto que según él la mayoría se podrían salvar, pero hay demasiados técnicos deseosos de trabajo y propietarios deseando indemnizaciones.
- Que los honorarios se establezcan en función del presupuesto de ejecución, pues esto provoca que sea mucho más jugoso proyectar un edificio nuevo que reparar uno de existente.

Según su criterio:

- Tendría que haber un equipo nacional de técnicos muy bien preparados.
- Se tendría que aclarar quién paga los informes.
- No se puede aplicar la normativa nueva para los edificios antiguos.
- Se deberán pactar unas reglas con las compañías aseguradoras.
- Se deben regular por ley los protocolos de actuación, aclarando las responsabilidades.
- Hay que poner en entredicho la restauración de edificios convencionales de barrios viejos conservando fachadas.

Daños observados, patrimonio y edificios de especial importancia

Janira Irizarry: Dra. Ingeniera Civil. IGC.

Jairo Valcárcel: Ingeniero Civil. Doctorando UPC.

Hicieron una descripción de los daños sufridos en los edificios patrimoniales y de especial importancia.

Daños observados, necesidad de la ductilidad

Àlex Barbat: Dr. Ingeniero de Caminos. Catedrático UPC.

- Comentó las enormes pérdidas provocadas por un seísmo moderado y previsible en la zona.
- Las prescripciones de la norma sismorresistente son correctas. En general los proyectos se calculan a seísmo, pero no se cumplen las prescripciones sobre los armados.

- No es previsible que en un futuro cambien las tipologías, por lo tanto, quizás habrá que revisar las reducciones por ductilidad.
- No se entrevé la posibilidad de evitarlos en el futuro.
- Elementos dañados con comportamiento elástico (tabiques y cierres).

Daños observados, la importancia de aprender

Hugo Corres: Dr. Ingeniero de Caminos. Profesor UPM.

- El seísmo es el momento de la verdad de las construcciones, es el que te saca los colores.
- La importancia de la ductilidad solo se ve cuando se pierde.
- Los políticos han de entender que los edificios no se deben reparar para que cumplan la normativa actual.
- Se deberán hacer:
 - Guías de construcción en zonas sísmicas.
 - Guías de reparación.
 - Inventarios de daños.
 - Planes de emergencia.

Comportamiento de los entramados estructurales ante el seísmo. Criterios de reparación

Ramón Álvarez: Dr. Ingeniero Industrial. Profesor UPM.

- Se debe sujetar todo lo que pueda caer.

- Los pilares deberán resistir más que los tabiques, para evitar que estos los rompan.

Mesa redonda

Moderador: Antoni Blázquez.

Xavier Goula, Florentino Regalado, Àlex Barbat, Hugó Corres y Ramón Álvarez.

- Efecto suelo:
 - Es evidente que el efecto suelo amplifica el efecto de los terremotos, pues ha habido grandes terremotos que han sufrido este efecto.
 - En el caso de Lorca es posible que no haya tenido demasiada importancia por la poca duración del terremoto.
- Configuración arquitectónica:
 - Es evidente que la importancia de la configuración es esencial, pues gran parte de los daños son consecuencia de defectos de configuración.
- Ductilidad:
 - Si se quieren evitar roturas en elementos no estructurales, hay que calcular la estructura sin reducción por ductilidad, haciéndola rígida, con pantallas. Esta solución es cara, pero permite reducir los costes de reparación tras el seísmo.
 - La ductilidad es necesaria en todo elemento estructural, puesto que proporciona capacidad de aviso antes de la rotura.
 - Una propuesta sería calcular la estructura en servicio sin reducción por ductilidad y con ductilidad a rotura.



Sistema MBrace®
Sistema Integral para Refuerzo de estructuras
Mejora las capacidades de carga de estructuras de hormigón
Reestablece la capacidad de estructuras del hormigón deteriorado
Corrige errores de diseño o de construcción

MBrace

BASF
The Chemical Company

Documente
Idoneidad Técnica

visite nuestra web
www.mbrace.es

El terremoto de Lorca del 11 de mayo de 2011: aspectos sismológicos

Xavier Goula, Sara Figueras y A. Macau

El 11 de mayo de 2011, dos sismos superficiales de magnitud moderada se produjeron a menos de 5 km al noreste de la ciudad de Lorca. El primer sismo (Mw 4,5) tuvo lugar a las 15:05 (UTC), y tuvo una intensidad máxima de VI (escala macrosísmica europea, EMS). El segundo evento, que fue el principal (Mw 5,1), se produjo a las 16:47 (UTC), con un epicentro de coordenadas 37,69 °N, 1,67 °W y una profundidad de 2 km (fig. 1) (IGN, 2011). Debido a los grandes daños en los edificios de viviendas, escuelas y monumentos que causó se le asignó una intensidad máxima de VII. No causó ruptura en superficie, según la visita de campo realizada días después por geólogos del IGME (IGME, 2011).

Estos sismos han tenido lugar en la parte oriental de la Cordillera Bética, a lo largo de la falla de Alhama de Murcia (FAM) (Bousquet, 1979). Se trata de una

falla de alto potencial sismogénico, con una deformación del tipo inverso-senestre, con una orientación entre N45 °E a N65 °E y un movimiento de alrededor de 4 a 5 mm por año desde el Neógeno (Masana et al., 2004). Está situada cerca del límite de placas convergentes, entre las placas euroasiática y africana. La dirección de convergencia de esta falla se ha mantenido constante desde finales del Mioceno hasta la actualidad (Martínez-Díaz, 2002).

En la figura 2 se muestra la sismicidad conocida en la región según IGN (2011). Son de destacar los terremotos de 1579 y de 1674 que causaron daños importantes en la ciudad de Lorca, con intensidades en ambos casos estimadas en VIII. En 1911 tuvo lugar en Lorquí una serie sísmica con daños importantes en esta población, también con una intensidad de VIII. En 1948 ocurrió en Cehegín otro seísmo catalogado con intensidad VIII. Recientemente, en 1999 ocurrió un sismo de M4,7 en Mula, con daños considerables estimados por el Consorcio de compensación del Seguro (Consorcio de Compensación del Seguro, 1999), y en 2002 y 2005 sendos terremotos al SO de Bullas de magnitudes 4,7 y 5,0 causaron algunos daños, sin haber de lamentar víctimas, afortunadamente.

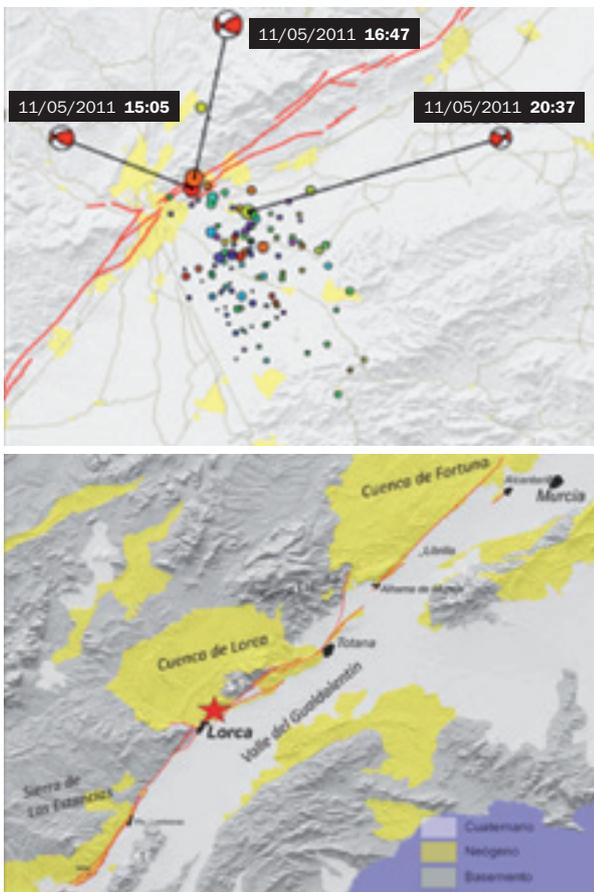


Figura 1. Zona de estudio en el SE de España, mostrando las trazas de fallas principales, la localización epicentral de los principales eventos sísmicos y réplicas y el mecanismo focal de los tres eventos principales (IGN, 2011; IGME, 2011).

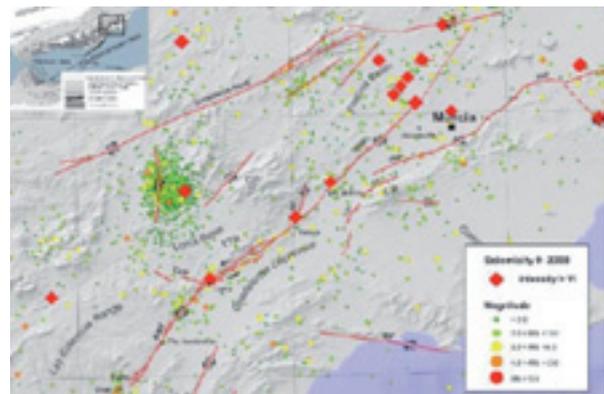


Figura 2. Sismicidad de la región (IGN, 2011).

REGISTROS DEL MOVIMIENTO SÍSMICO

El acelerógrafo del IGN situado en el sótano de la cárcel de la ciudad de Lorca registró el movimiento sísmico, producido por el terremoto, cuyo epicentro se situó solamente a unos 3 km de este emplazamiento. En la figura 3 se presentan las tres compo-

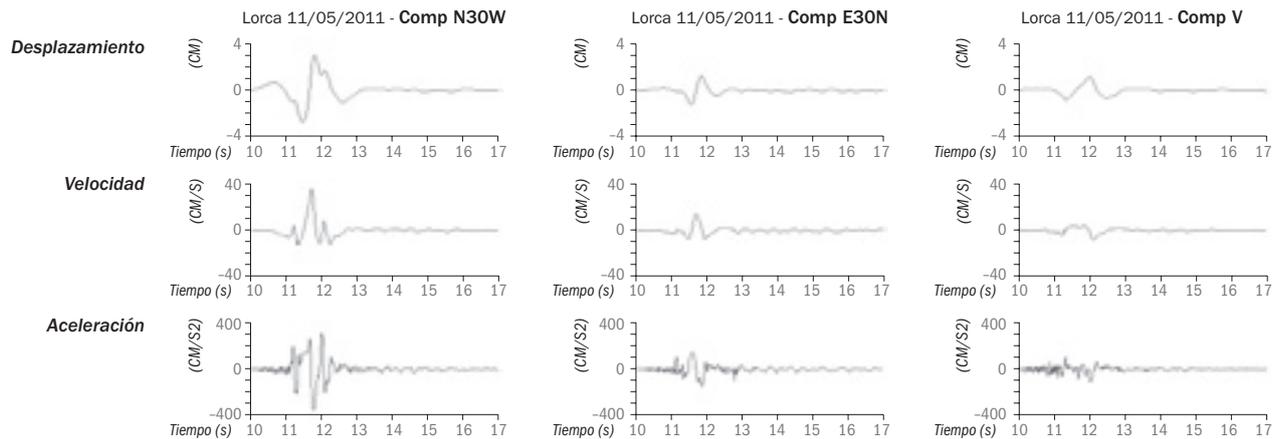


Figura 3. Registros de aceleración, velocidad y desplazamiento (3 componentes), obtenidos por el acelerógrafo de Lorca.

mentos de los registros de aceleración, velocidad y desplazamiento. Se han aplicado filtros paso-altas de 0,06 Hz a los registros de aceleración antes de realizar las integraciones a velocidad y desplazamiento.

Son de destacar los valores máximos registrados en la componente horizontal, de azimut N30 °O, casi perpendicular a la dirección de la falla y de la ruptura, debido muy probablemente a que la ruptura sísmica se propagó por debajo del núcleo urbano de Lorca, hasta una distancia muy próxima al emplazamiento, tal como se presenta en la figura 4.

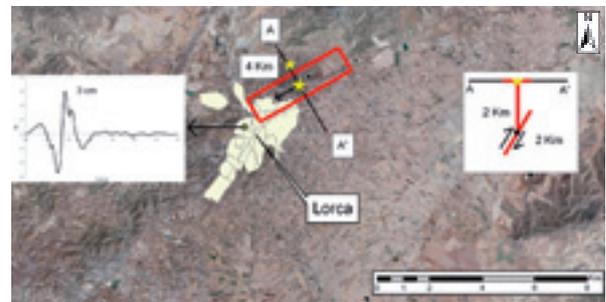


Figura 4. Esquema de la posición del epicentro y de la ruptura sísmica con las dimensiones estimadas y el registro del desplazamiento correspondiente a la componente horizontal N30 °O (IGC, 2011) (Ortofotomapa: IGN, 2011).



GEAS INTEGRAL

Rda. Santa Eulàlia, 18
 08780 Pallejà
 Barcelona (ESPAÑA)
 Tel.: (+34) 936 633 051
 Mov.: (+34) 637 413 111 / 637 413 112

GEAS MEDITERRANÉE

Place Roudani - Rue Libani, 1
 Rd. Lina 9é etage, n° 76
 90000 Tánger (MARRUECOS)
 Tel.: (+212) 539 941 775
 Mov.: (+34) 637 413 111 / 637 413 112

geas@geas.es - www.geas.es

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS CON "SEGELL DE QUALITAT GEOTÉCNICA"
SONDEOS CON EXTRACCIÓN DE TESTIGO CONTINUO
ESTUDIOS DE CONTAMINACIÓN DEL SUBSUELO
PIEZÓMETROS, AUSCULTACIÓN, TOPOGRAFÍA, ETC.



DESPLAZAMIENTO DINÁMICO HORIZONTAL

Tal como se muestra en la figura 3 y en la figura 4, el desplazamiento máximo observado en la componente horizontal N30 °O es de al menos 3 cm (el filtrado operado en el registro de aceleración puede haber eliminado parte del desplazamiento real). Esencialmente el movimiento observado es un pulso simétrico de una duración de algo más de 1 s. El gran desplazamiento observado en la componente casi perpendicular a la dirección de la ruptura puede ser debido muy probablemente a un efecto de directividad (efecto Doppler), causado por la propagación de la ruptura en dirección a la ciudad de Lorca.

El efecto de este movimiento horizontal sobre distintas estructuras y maquinaria pesada se puede observar en las figuras 5, 6, 7 y 8.



Figura 5. Pared del castillo agrietada en la dirección del movimiento observado, mostrando un desplazamiento de algunos centímetros.



Figura 6. Obelisco de la Plaza del Paso Blanco, donde se observó la rotación de alguno de los bloques que lo componen.



Figura 7. La capilla de Nuestra Señora del Rosario. La cúpula quedó desplazada de los muros que la sostienen unos 15 cm, después de producirse el terremoto.



Figura 8. Máquinas pesadas quedaron desplazadas unos centímetros después del terremoto.

Es también interesante de señalar que además del desplazamiento dinámico de unos 3 cm, se ha observado un desplazamiento permanente co-sísmico del orden de 3 cm, a partir del análisis de imágenes DInSAR (Frontera et al., 2011).

ACELERACIÓ DEL SUELO

La acceleració màxima del sòl observada en el registre de la component N30 °0 de la acceleració (fig. 3) ha arribat a un valor de 0,376 g. La major part de l'energia ha estat alliberada en un interval de temps d'alguna cosa més de 1 s en 3 pulsos principals.

Aquest valor de l'acceleració màxima és molt superior al valor de l'acceleració bàsica, a_b , previst en la Norma de Construcció Sismorresistent Espanyola (NCSE-02) (NCSE, 2002) que per Lorca és de 0,12 g.

En la figura 9 es han representat els valors espectrals per a un amortiguament del 5% per a les dos components horitzontals registrades juntament amb els espectres prevists en la NCSE-02 per al sòl de tipus mitjà i per a roca. Es poden fer les següents observacions sobre les components mencionades:

1. Els nivells espectrals per a la component N30 °0 són tres vegades superiors al espectre de sòl (tipus II) i gairebé 5 vegades per a l'espectre de la Norma per a roca i això es observa fins a períodes de l'ordre de 0,4-0,5 s.
2. L'espectre es manté per sobre dels espectres de la Norma fins a $T = 1,6$ s per a sòl (tipus II) i fins a $T = 2$ s per a roca.

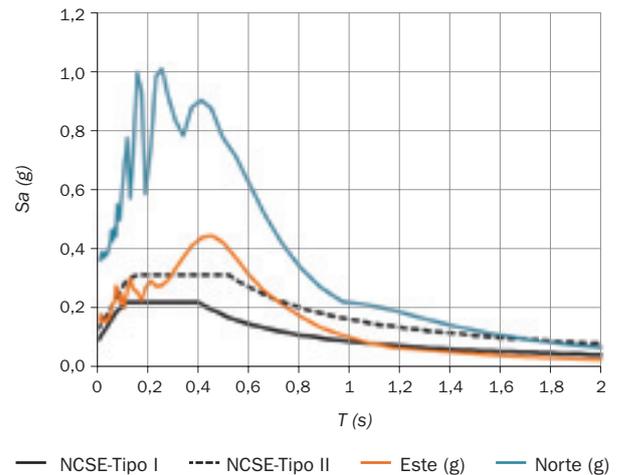


Figura 9. Espectres de resposta (5% d'amortiguament) de les dos components horitzontals del registre d'acceleració de Lorca (Este i Norte), juntament amb els espectres de la Norma NCSE-02 per a roca (tipus I) i sòl (tipus II).

3. Els nivells espectrals per a l'altra component horitzontal es mantenen compresos entre els valors de la Norma NCSE-02 per a sòl (tipus II) i per a roca (tipus I), excepte per a períodes compresos entre 0,3 i 0,6 s on s'observa una amplificació important de l'energia, que coincideix també amb una amplificació en l'espectre de la primera component mostrada (aunque amb un factor d'amplificació molt menor).

La solució a tots els problemes dels sostres

NOU BAU

El sistema de renovació de sostres

És l'única substitució funcional efectiva
 Renova qualsevol tipus de sostre
 Evita futures esquerdes
 No abaixa el sostre
 El millor suport tècnic
 Fàcil muntatge
 D'acer inoxidable
 Màxima seguretat i garantia
 Excel·lent relació qualitat-preu

Nº 271 R/11

Nº3 / 09-593

Distribuidor oficial de:

Connectors per a forjats mixtes

Soci protector

Muntadors certificats amb la marca ApTO per ITEC

Tel. 93 796 41 22 – www.noubau.com

4. El espectro de la componente vertical se adapta bastante bien al espectro de la Norma NCSE-02 para roca.

IMPORTANCIA DE LA DISTANCIA EN LOS VALORES DE ACELERACIÓN OBSERVADOS

Se representan en la figura 10 los valores máximos de aceleración (PGA) de los acelerogramas registrados en distintas estaciones durante el sismo de Lorca, en comparación con el conjunto de registros existentes en la base de datos del IGN para sismos de magnitudes comprendidas entre 5 y 6.

Se puede observar que, para distancias superiores a 20 km, los valores registrados en el sismo de Lorca son parecidos a los valores anteriormente registrados en la red del IGN para sismos de magnitud similar. Los puntos correspondientes a los registros de Lorca que se han representado a una distancia epicentral de 5 km, pero que de hecho podrían representarse a distancias inferiores si tenemos en cuenta la dimensión de la ruptura, muestran valores por encima de los 100 cm/s².

No existían hasta el momento registros a distancias tan cortas.

Si observamos el comportamiento de distintas ecuaciones predictivas del movimiento (GMPE) ajustadas

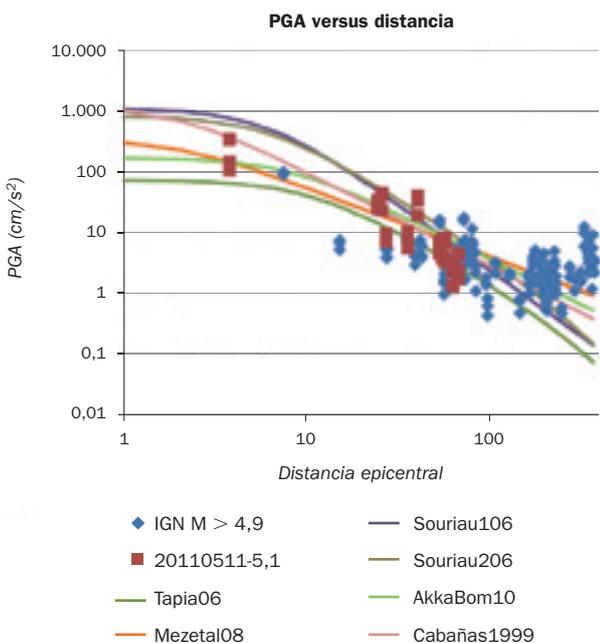


Figura 10. PGA versus distancia para el conjunto de acelerogramas registrados por la red del IGN para sismos de M5-6 (rombos). Se representan con cuadrados los valores obtenidos para el sismo de Lorca de M5. Se representan también distintas curvas predictivas del movimiento del suelo (GMPE), según diversos autores.

a valores de PGA registrados en otras zonas, nos damos cuenta que todas ellas son semejantes para distancias superiores a los 20 km. Sin embargo hay una gran dispersión para distancias inferiores a 10 km, superior a un factor 10 (entre 0,1 y 1 g), debido en gran parte a la profundidad del foco. Los valores registrados en Lorca están comprendidos en esta horquilla de valores.

Esta observación nos da indicación de la gran importancia que tuvo la corta distancia y la escasa profundidad de la ruptura sísmica en la intensidad del movimiento registrado en la ciudad de Lorca.

CARACTERIZACIÓN DE LOS EFECTOS SÍSMICOS LOCALES

Los días posteriores al sismo de Lorca (11/05/2011, Mw = 5,1) se constataron diferencias geográficas en la distribución de daños en los edificios. Por un lado se observó que el sector más afectado fue el barrio de la Viña, situado al sur de la ciudad, y por tanto, más alejado del epicentro. También se observó que los edificios situados en el llano, construidos sobre suelo blando, habían sufrido más daños que los de la parte alta, construidos sobre terreno firme (roca) independientemente de su edad y de sus características constructivas. Estas diferencias en la distribución de daños en Lorca sugerían la presencia de efectos de suelo durante el sismo.

Con el objetivo de comprobar los posibles efectos de suelo se realizó una campaña de caracterización de los efectos sísmicos locales. Por un lado se caracterizó la capa de suelos blandos. Para conseguir este objetivo se utilizaron dos métodos: la técnica del cociente espectral H/V y la técnica de «array». Por otro lado, se caracterizó la respuesta sísmica de la capa de suelos mediante el registro de réplicas en distintos emplazamientos.

Se contaba con un estudio previo de microzonación sísmica de la ciudad de Lorca (M. Navarro, comunicación personal) y de un estudio más antiguo de peligrosidad y vulnerabilidad de la ciudad (ITGE, 1992). Se tuvieron en cuenta estas informaciones para preparar la campaña de campo.

De forma muy resumida se puede decir que en la parte oeste de la ciudad, donde se ubica el centro histórico, situada en los contrafuertes del Castillo, aparecen afloramientos rocosos de edad paleozoica y que el resto de la ciudad se ubica en suelos formados por materiales cuaternarios del Pleistoceno (Glacis). Más al este, la parte más moderna de la ciudad, está situada sobre materiales coluviales y aluviales recientes.

se han distribuido en perfiles transversales a la estructura geológica y en emplazamientos cercanos a edificios dañados y esenciales.

Las medidas de ruido sísmico se realizaron con un equipo CityShark, formado por un digitalizador de la casa Leas (fig. 12, arriba) y un sismómetro triaxial Lennartz de 5 s (fig. 12, abajo). El equipo trabaja con un período de muestreo que se puede seleccionar entre 100 Hz y 1.000 Hz. Dispone de seis canales donde se conectan dos sismómetros triaxiales con una separación máxima de 60 m, esto permite hacer medidas de ruido sísmico en dos emplazamientos simultáneamente. El equipo dispone de diferentes ganancias que permiten trabajar con la máxima resolución sin llegar a la saturación.

En general, la longitud de los registros ha sido de 15 minutos, excepto en los puntos donde se preveía mayor espesor de sedimentos que ha sido de 20 minutos. Se ha trabajado con ganancias de 512 y 1.024, y con un intervalo de muestreo de 100 Hz. En la figura 13 se muestran dos fotografías hechas durante la medida de ruido sísmico en dos emplazamientos de la ciudad de Lorca. Para calcular el cociente espectral H/V se ha utilizado el programa Geopsy desarrollado por Marc Wathelet (<http://www.geopsy.org>).



Figura 12. Equipo de medida de ruido sísmico: digitalizador City-Shark (arriba) y sismómetro Lennartz 5 s (abajo).



Figura 13. Fotografías de diferentes emplazamientos donde se ha medido ruido sísmico: punto LOR02, Instituto Francisco Ros Giner (arriba) y punto LOR07, edificio colapsado durante el sismo (abajo).

Técnica de «array»

Se realizaron medidas de ruido sísmico con la técnica de «array» en tres emplazamientos (fig. 11) con el objetivo de obtener el perfil vertical de la velocidad de propagación de las ondas de cizalla (V_s). En la tabla 1 se indican las coordenadas geográficas del punto central de estas medidas.

La longitud del registro de ruido sísmico fue de 16 minutos y se adquirieron los datos con un intervalo de muestreo de 8 ms. La instrumentación utilizada (fig. 14) consiste en un sismómetro Summit DMT de 24 canales y 11 geófonos Mark L4C 1 Hz de componente vertical.

En la figura 15 se muestra la disposición de los geófonos utilizados en los «array» realizados en la ciudad de Lorca. Los sensores se disponen formando dos círculos concéntricos alrededor de un sensor central

Nombre «array»	Latitud	Longitud	Radio interior (m)	Radio exterior (m)
Plaza de toros	37° 40' 22,4" N	1° 41' 36,9" W	10	20
Centro médico	37° 39' 50,8" N	1° 41' 39,5" W	10	19
Feria	37° 40' 34,0" N	1° 41' 18,0" W	15	30

Tabla 1. Coordenadas geográficas ED50 del sensor central y radios interior y exterior de los «array» realizados en la ciudad de Lorca.

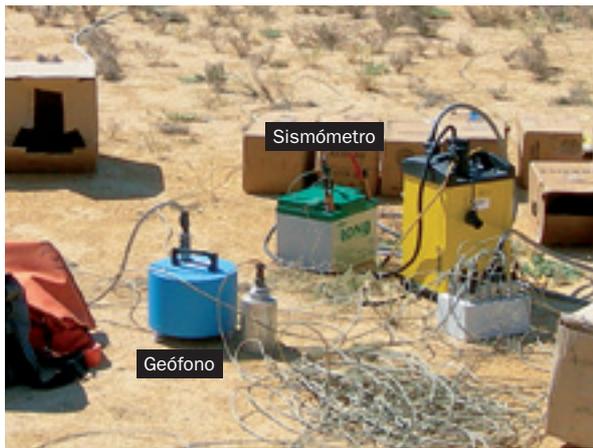


Figura 14. Instrumentación utilizada en la medida de ruido sísmico con la técnica de «array»: sismómetro Summit DMT de 24 canales y geófono Mark L4C 1 Hz de componente vertical.

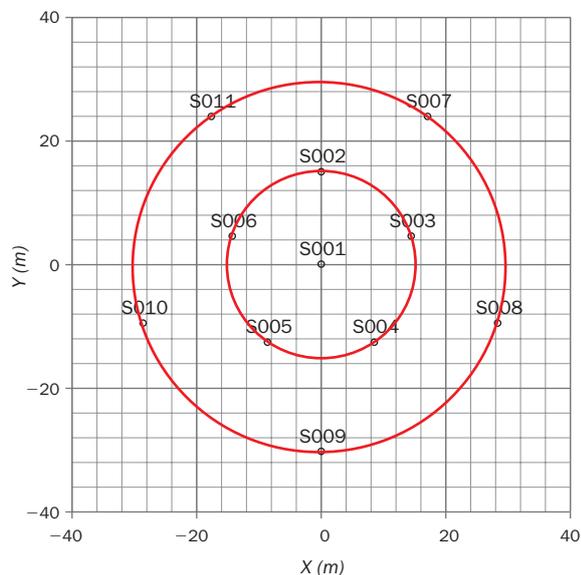


Figura 15. Disposición de los sensores utilizada en las medidas con la técnica de «array» realizadas en Lorca. La longitud del radio de los círculos depende de las dimensiones de cada emplazamiento.

(S001), de modo que el radio de círculo exterior es el doble del radio del círculo interior. La longitud de los radios del «array» (tabla 1) depende de las dimensiones del emplazamiento donde se hacen las medidas.

En la figura 16 se observan las panorámicas de las medidas en «array» en la Plaza de toros y en el recinto ferial de Lorca. El procesado de los datos adquiridos con la técnica de «array» se ha hecho con el programa Geopsy.

Por otro lado, en diferentes puntos de los «array» se ha calculado la frecuencia fundamental del suelo con la técnica del cociente espectral H/V con el objetivo de validar la hipótesis de capas de suelos subhorizontales. Para la medida y procesado del ruido sísmico se ha seguido la misma metodología descrita en el apartado 2.1.



Figura 16. Panorámicas de las medidas de ruido sísmico con la técnica de «array»: plaza de toros (arriba) y feria (abajo).

Red de intervención

Se instaló una red de intervención para registrar las réplicas del sismo principal en distintos emplazamientos (fig. 11), con el objetivo de caracterizar la respuesta sísmica de la capa de suelos. Las estaciones sísmicas de la red de intervención consisten en un sismómetro triaxial Lennartz de 5 s y un digitalizador Spider de la casa Worldensing. En la figura 17 se muestran los emplazamientos de las estaciones sísmicas instaladas en la Escuela Pérez de Hita y el Centro Médico. Se trabajó en registro continuo y con un intervalo de muestreo de 100 Hz. En la tabla 2 se indican las coordenadas geográficas de los puntos donde se emplazaron estas estaciones, junto con la fecha y hora de instalación y retirada de estos equipos.

Si se registra una réplica simultáneamente en diferentes estaciones sísmicas se podrá calcular la función de transferencia de la capa de suelos de cada emplazamiento. El método parte de la estación de referencia, que se considera libre de efectos locales, y se encuentra situada en las proximidades de las estaciones sísmicas sobre el suelo a estudiar. Si la

Estación	Latitud	Longitud	Inicio	Fin	Suelo
Ayuntamiento	37° 40' 39,9" N	1° 41' 54,8" W	24/05 18:00	27/05 13:30	Suelo duro
Escuela P. Hita	37° 39' 48,8" N	1° 42' 35,0" W	24/05 19:00	27/05 13:00	Roca
Centro médico	37° 39' 52,0" N	1° 41' 42,5" W	25/05 09:00	27/05 12:30	Suelo blando

Tabla 2. Coordenadas geográficas ED50, fecha y hora de la puesta en marcha y retirada de las estaciones de la red de intervención instalada en la ciudad de Lorca.



Figura 17. Emplazamientos de las estaciones de la red de intervención en Lorca: Escuela Pérez de Hita (arriba) y Centro médico (abajo).

distancia entre las dos estaciones es pequeña comparada con la distancia al epicentro, es válido suponer que el término de trayectoria será idéntico entre las dos estaciones. Al dividir el espectro de Fourier del registro de la estación en suelo (RS) por el espectro de la estación de referencia (RR) obtenemos:

$$\frac{RS}{RR} = \frac{FS \cdot T \cdot I \cdot FT}{FS \cdot T \cdot I}$$

donde FS es el término de fuente sísmica, T es el término de trayectoria, I es el término de instrumentación y FT es el término de efecto de suelo o función de transferencia.

Como la fuente sísmica, la trayectoria de las ondas sísmicas y la instrumentación son las mismas para todas las estaciones, y la estación de referencia no

tiene efectos locales, la expresión resultante nos permite calcular la función de transferencia de la capa de suelos:

$$\frac{RS}{RR} = FT$$

RESULTADOS

Técnica del cociente espectral H/V de ruido sísmico

En la tabla 3 se muestran los valores de la frecuencia fundamental del suelo obtenidos en el cálculo del cociente espectral H/V de las medidas de ruido sísmico realizadas en los emplazamientos de la ciudad de Lorca. En general, se observan valores bajos, la mayoría varía entre 0,25 y 0,5 Hz. Estas frecuencias corresponden a depósitos de suelos con grosores de centenares de metros, incluso superiores. Los emplazamientos sobre roca o con valores elevados de la frecuencia fundamental (> 1 Hz) se encuentran al noroeste de la ciudad, cerca de los afloramientos rocosos.

En la figura 18 se muestra el cociente espectral H/V obtenido en dos emplazamientos de la ciudad (LOR15 y LOR16). En los gráficos se observan valores bajos de amplitud H/V y, por tanto, no debemos esperar

Emplazamiento	v (Hz)	Emplazamiento	v (Hz)
LOR01	0,3	LOR11	Roca
LOR02	1,5	LOR12	0,3
LOR03	0,95	LOR13	10,6
LOR04	0,3	LOR14	Roca
LOR05	0,25	LOR15	0,5
LOR06	0,3	LOR16	0,3
LOR07	0,3	LOR17	0,25
LOR08	Roca	LOR18	0,3
LOR09	1,2	LOR19	0,5
LOR10	0,3		

Tabla 3. Valores de la frecuencia fundamental del suelo obtenidos en la ciudad de Lorca.

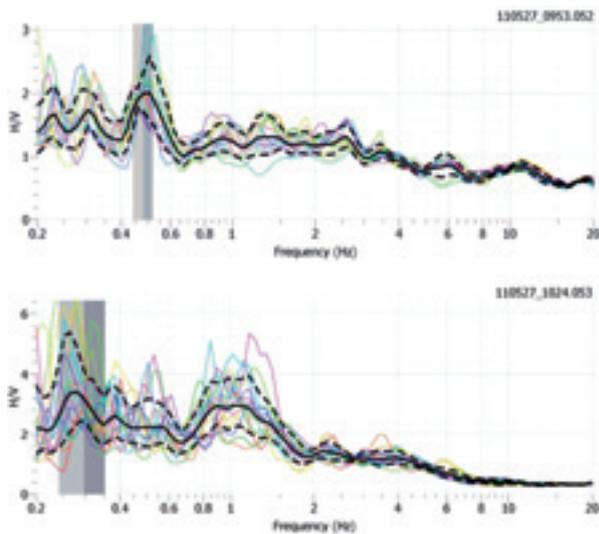


Figura 18. Cocientes espectrales H/V obtenidos en los emplazamientos LOR15 $f = 0,5$ Hz (arriba) y LOR16 $f = 0,3$ Hz (abajo). En color se representan los cocientes espectrales para cada ventana de cálculo, y en negro la media de todas las ventanas junto con sus bandas de error (en discontinuo).

contrastes mecánicos importantes entre suelo y roca. Este comportamiento es el que se observa en la mayor parte de los emplazamientos de la ciudad. Los resultados de la técnica del cociente espectral H/V detectan un posible efecto de suelo en la ciudad de Lorca, pero no sería muy destacado.

Técnica de «array»

En la figura 19 se muestra el modelo del perfil vertical de la velocidad de propagación de las ondas de cizalla obtenido en el emplazamiento de la Plaza de toros de Lorca. Este modelo se ha obtenido invirtiendo la curva de dispersión calculada con el método FK. En el modelo se identifican dos capas, la curva de color rojo, que es la que presenta menor error («misfit» < 0,37), muestra una primera capa de 16 m con una velocidad de 280 m/s. Por debajo de esta se identifica otra capa con una velocidad aproximada de 680 m/s.

En la figura 20 se muestra el modelo del perfil vertical de la velocidad de propagación de las ondas de cizalla obtenido en el emplazamiento del Centro médico de Lorca. Este modelo se ha obtenido invirtiendo la curva de dispersión calculada con el método FK. En el modelo se identifican dos capas, la curva de color rojo, que es la que presenta menor error («misfit» < 0,39), muestra una primera capa de 11 m con una velocidad de 220 m/s, y una segunda capa con una velocidad aproximada de 490 m/s.

En la figura 21 se muestra el modelo del perfil vertical de la velocidad de propagación de las ondas de cizalla obtenido en el emplazamiento del Recinto ferial de Lorca. Este modelo se ha obtenido invirtiendo

la curva de dispersión calculada con el método FK. En el modelo se identifican tres capas, la curva de color rojo, que es la que presenta menor error («misfit» < 0,27), muestra una primera capa de 12 m con una velocidad de 285 m/s. Por debajo de esta se observa una capa de 23 m de grosor y una velocidad de 440 m/s, y finalmente otra capa con una velocidad aproximada de 750 m/s.

Se observa cómo, en los tres emplazamientos de los «array» realizados en Lorca, aparecen capas de suelo

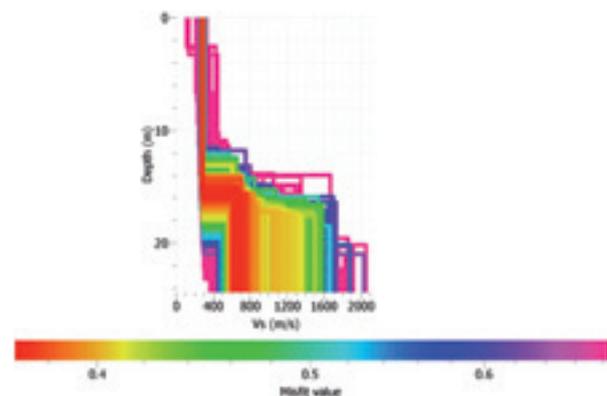


Figura 19. Modelo del perfil vertical de la velocidad de propagación de las ondas de cizalla (V_s) resultante de la inversión de las curvas de dispersión obtenido en la Plaza de toros (misfit < 0,37).

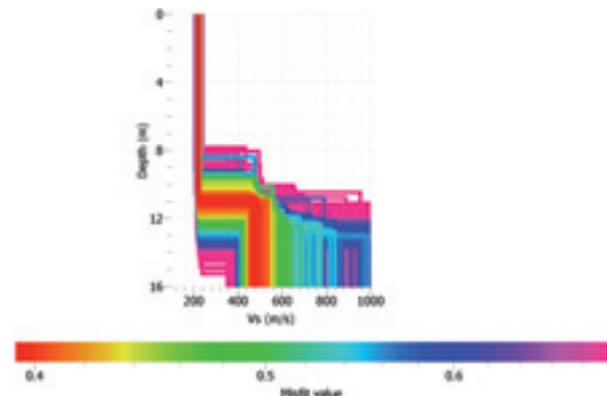


Figura 20. Modelo del perfil vertical de la velocidad de propagación de las ondas de cizalla (V_s) resultante de la inversión de las curvas de dispersión obtenido en el Centro médico (misfit < 0,39).

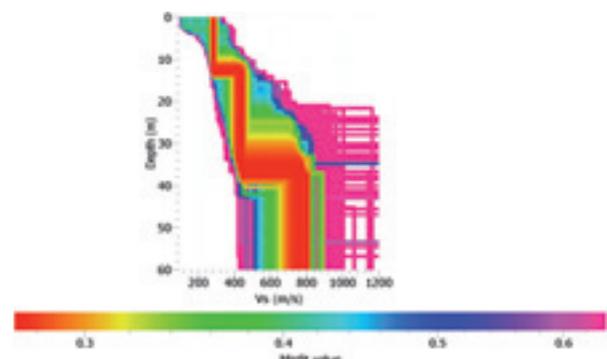


Figura 21. Modelo del perfil vertical de la velocidad de propagación de las ondas de cizalla (V_s) resultante de la inversión de las curvas de dispersión obtenido en el Recinto ferial (misfit < 0,27).

superficiales con Vs bajas. A pesar de no apoyarse directamente sobre la roca, estas capas pueden amplificar las ondas sísmicas, ya que se producen contrastes mecánicos importantes entre las diferentes capas de suelos.

En la tabla 4 se representan los valores de la velocidad media de propagación de las ondas de cizalla para los primeros 30 m de suelo (V_{s30}).

Emplazamiento	V_{s30} (m/s)
Plaza de toros	386
Centro médico	338
Recinto ferial	361

Tabla 4. Valores de la velocidad media de propagación de las ondas de cizalla para los primeros 30 m de suelo (V_{s30}) calculados en los distintos «array» realizados en la ciudad de Lorca.

Comparamos los valores de V_{s30} obtenidos en los emplazamientos de los «array» realizados en Lorca con los valores V_{s30} propuestos para las diferentes clases de suelo definidas en la clasificación del Eurocódigo 8 (EC8) (CEN, 2003). Los valores que se han obtenido en Lorca corresponden aproximadamente a clases de suelo C del Eurocódigo (con valores de Vs comprendidos entre 180 y 360 m/s).

Red de intervención

Durante los días en que estuvo en funcionamiento la red de intervención se produjo una réplica (tabla 5). Esta fue registrada por las dos estaciones que estaban instaladas en el momento del sismo (Ayuntamiento y Escuela Pérez de Hita). Además también se dispone del sismograma de la réplica registrado en la unidad móvil que el IGN instaló en Lorca (UMV6).

En la tabla 6 se muestran los valores pico para cada componente del movimiento del suelo registrados durante la réplica del día 24/05/2011 en las tres estaciones sísmicas que estaban en funcionamiento. En la figura 22 se representan los sismogramas de la componente norte de las tres estaciones. Se observa que la estación que ha registrado el movimiento más fuerte es la Unidad móvil IGN, seguida de la estación del Ayuntamiento y, finalmente, la estación de la Escuela Pérez de Hita.

En la figura 23 se muestra la localización del epicentro junto a la situación de las tres estaciones sísmicas. Se observa que la estación más próxima al epicentro es el Ayuntamiento (5,7 km), seguida de la Unidad móvil IGN (7,0 km) y la Escuela Pérez de Hita (7,4 km). Dado que la estación del Ayuntamiento está instalada sobre suelo duro y que la Unidad móvil IGN está sobre suelo blando, podemos suponer que



**ENCOFRADOS
CASTELL, S.L.**

ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN

Camí de Can Ferran, 13-15
 Pol. Ind. Coll de la Manya
 08403 GRANOLLERS
 Tel. 902 88 40 99 - Fax. 902 88 45 65
 e-mail: encofradoscastell@ecastell.com



Realització de tot tipus d'estructura de formigó, la nostra prioritat és la qualitat del nostre treball i l'atenció als nostres clients.

www.ecastell.com

Fecha	Hora	Latitud	Longitud	Profundidad	Mag (mblg)
24/05/2011	23:10:56	37,7089 N	1,6475 W	—	1,8

Tabla 5. Fecha/hora, coordenadas geográficas ETRS-89 y magnitud de la réplica registrada por la red de intervención instalada en la ciudad de Lorca.

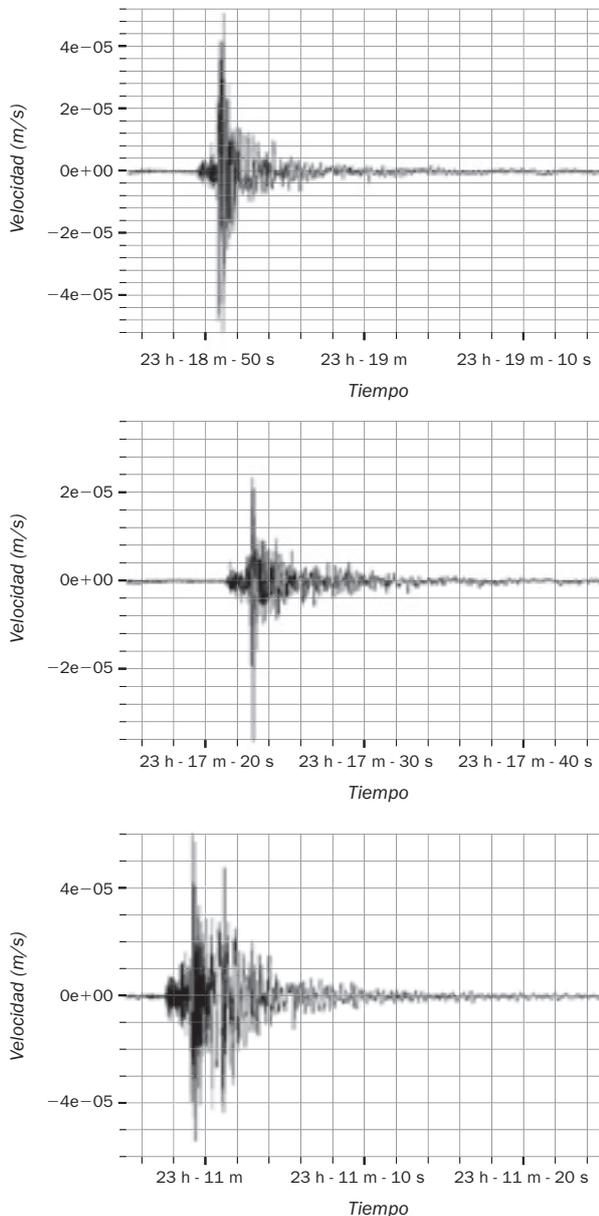


Figura 22. Registro de la réplica del día 24/05/2011 (componente norte) en tres estaciones instaladas en Lorca: Ayuntamiento (arriba), Escuela Pérez de Hita (centro) y Unidad móvil UMV6 (abajo).

el aumento del movimiento del suelo se ha debido a un fenómeno de amplificación por efecto de suelo. En la estación de la Escuela Pérez de Hita, que está instalada sobre roca, no se ha producido amplificación del movimiento del suelo. En estas condiciones no se puede calcular la función de transferencia de la capa de suelos, ya que las distancias entre las estaciones sísmicas (< 2 km) es del orden de la distancia epicentral (< 7 km) y por tanto no se puede descartar el término de atenuación.

Estación	Componente	Velocidad (m/s)
Ayuntamiento	Vertical	$5,0 \cdot 10^{-5}$
	Norte	$5,2 \cdot 10^{-5}$
	Este	$6,4 \cdot 10^{-5}$
Escuela P. Hita	Vertical	$1,5 \cdot 10^{-5}$
	Norte	$3,7 \cdot 10^{-5}$
	Este	$3,2 \cdot 10^{-5}$
Unidad móvil IGN UMV6	Vertical	$1,3 \cdot 10^{-4}$
	Norte	$6,0 \cdot 10^{-5}$
	Este	$3,0 \cdot 10^{-5}$

Tabla 6. Valores pico del movimiento del suelo (velocidad) registrados durante la réplica del día 24/05/2011 en tres estaciones sísmicas instaladas en Lorca.

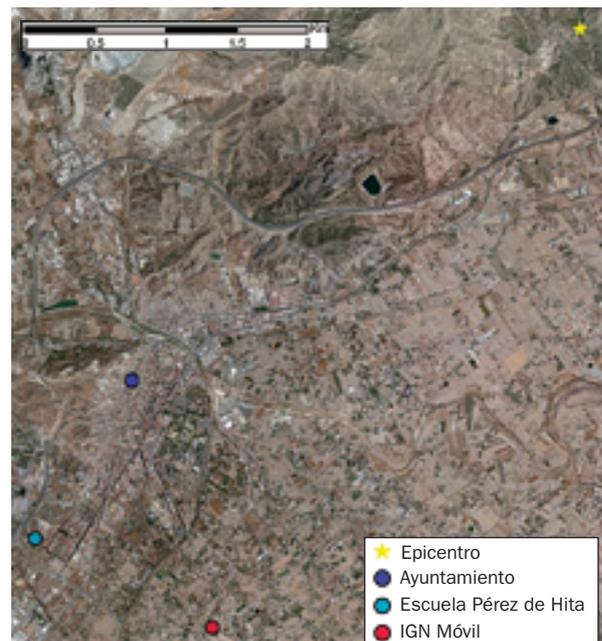


Figura 23. Localización de la réplica producida el día 24/05/2011 a las 23:10 h junto con la situación de las estaciones sísmicas que la registraron (IGC, 2011) (Ortofotomapa: IGN, 2011).

Conclusiones

Los valores de la frecuencia fundamental del suelo son bajos, la mayoría varía entre 0,25 y 0,5 Hz. Estas frecuencias corresponden a depósitos de suelos con grosores de centenares de metros, incluso superiores. Con la técnica del cociente espectral H/V no se detectan contrastes importantes entre suelo y roca, cosa que indica que el efecto de suelo no sería muy destacado.

Con la técnica de «array» se obtienen capas de suelo superficiales con Vs bajas (clases de suelo C del Eurocódigo EC8). A pesar de no apoyarse directamente sobre la roca, estas capas pueden amplificar las ondas sísmicas, ya que se producen contrastes mecánicos importantes entre las diferentes capas de suelos.

A partir del registro de réplicas se ha comprobado que en los emplazamientos situados sobre suelo blando se amplificó el movimiento del suelo debido a efectos de suelo. La reducida distancia entre las estaciones sísmicas y el epicentro no ha permitido calcular la función de transferencia de la capa de suelos.

A pesar de que no se hayan encontrado contrastes mecánicos importantes suelo-roca con la técnica del cociente espectral H/V, los resultados obtenidos con la técnica de los «array» nos indican de la presencia de capas superficiales de suelos con Vs bajas (clases de suelo C del Eurocódigo EC8) que podían haber amplificado las ondas sísmicas durante el sismo de Lorca.

COMENTARIOS SOBRE LOS ASPECTOS SISMOLÓGICOS

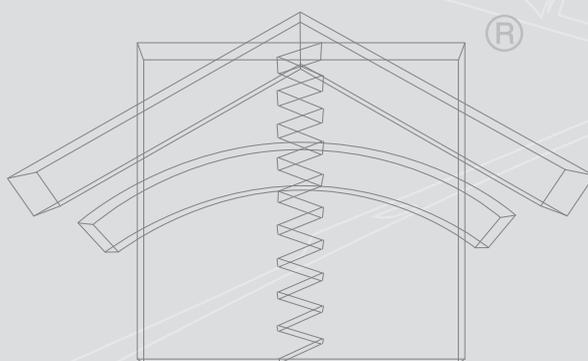
1. El terremoto principal ocurrió a las 18 h 47 m, hora en que los edificios públicos, tales como escuelas, ya habían cerrado y, por tanto, el número de personas expuestas en los mismos ha sido menor.
2. Se produjo un terremoto de M4,5, 1 h 30 m antes del principal. Esta coincidencia tuvo efectos atenuantes en el número de víctimas, ya que sacó fuera de los edificios a muchas personas.
3. La magnitud del terremoto principal fue de M5,1, que entra dentro de los valores «esperados» y tenidos en cuenta en los análisis de peligrosidad de la región. Como se ha mencionado, terremotos de esta magnitud ocurren con cierta frecuencia en la región.
4. El movimiento del suelo registrado en el acelerógrafo de Lorca, fue inusual para una magnitud de 5,1 (PGD > 3 cm y PGA = 0,38 g) debido principalmente a la proximidad de la ruptura a la superficie y a la ciudad de Lorca, con un posible efecto de «directividad». Se superaron ampliamente los valores espectrales previstos en la Norma NCSE-02.
5. A pesar del fuerte movimiento registrado, la duración fue extremadamente corta, no más de 1,5 s.
6. A partir de los registros de ruido sísmico, realizados con instrumentación móvil durante la visita realizada, no se han podido detectar efectos de suelo destacados en los 19 emplazamientos medidos.
7. Las medidas de ruido sísmico en tres emplazamientos situados en la parte este de la ciudad dan valores de Vs₃₀ propios de suelos blandos, clasificados como tipo C en el EC8, y por tanto con capacidad de amplificar el movimiento sísmico.
8. El análisis de los registros de una réplica en dos instrumentos portátiles situados en roca, junto con el registro de la unidad móvil del IGN ha permitido detectar efectos de amplificación en suelo blando.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- J. C. Bousquet. *Quaternary strike-slip faults in south-eastern Spain*, Tectonophysics, 52, p. 277-286. 1979.
- CEN, Comité Européen de Normalisation. *Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance, Part 1*, CEN management Centre, Bruselas, p. 229. Doc CEN/TC250/SC8/N335. January, 2003.
- T. Frontera, A. Concha, P. Blanco, A. Echevarría, X. Goula, R. Arbiol, G. Khazaradze, F. Pérez, E. Suriñach. *DInSAR Coseismic Deformation of the May 2011 M_w 5.1 Lorca Earthquake (Southern Spain)*. Submitted to Solid Earth (accepted in Solid Earth Discussions). 2011.
- ITGE. *Estudio de peligrosidad y vulnerabilidad sísmica en Lorca y su término municipal*. Instituto Tecnológico y Geominero de España (ITGE). Empresa de Estudios Geológicos-Geotécnicos (GEONOC). 1992.
- IGME. *Informe geológico preliminar del terremoto de Lorca del 11 de mayo del año 2011, 5.1 Mw*. Instituto Geológico y Minero de España (IGME), Grupo de Tectónica Activa, Paleosismicidad y Riesgos Asociados de la Universidad Complutense de Madrid (UCM), Universidad Autónoma de Madrid (UAM) y la Universidad Rey Juan Carlos de Madrid (URJC). 2011.
- IGN. *Serie terremoto NE Lorca, 11 mayo 2011*. <<http://www.ign.es/ign/resources/sismologia/Lorca.pdf>>. 2011.
- M. Navarro. *Mapas de microzonación de Lorca*. Comunicación personal. 2011.
- J. J. Martínez-Díaz. *Stress field variety related to fault interaction in a reverse oblique-slip fault: the Alhama de Murcia Fault, Betic Cordillera, Spain*. Tectonophysics, 356, p. 291-305. 2002.
- E. Masana, J. J. Martínez-Díaz, J. L. Hernández-Enrile, P. Santanach. *The Alhama de Murcia fault (SE Spain), a seismogenic fault in a diffuse plate boundary: Seismotectonic implications for the Ibero-Magrebien region*. Journal of Geophysical Research, 109, B01.301, doi: 10.1029/2002JB002359. 2004.
- NCSE. *Normativa de Construcción Sismorresistente Española. Comisión Permanente de Normas Sismorresistentes*. Real Decreto 997/2002. Boletín Oficial del Estado N.º 244 del 11 de octubre de 2002, España. 2002.



Complexitat i professionalitat a l'abast de tothom



tecnifusta
ingenyeria

SGE. La herramienta 2.0 para coordinación de emergencias

Alejandro Salazar Ortuño y Francisco Martínez Moreno

La Región de Murcia, como otras muchas regiones del territorio nacional que se encuentran afectadas por su alto grado de sismicidad, disponen de directrices de actuación recogidas en sus planes de emergencias.

Sin embargo, la experiencia de Lorca muestra el camino hacia una evolución de estos recursos dirigida a dar respuesta a la compleja organización de las distintas profesiones y colectivos alertados por la catástrofe.

En el caso de un terremoto, arquitectos, Protección Civil, ingenieros, geólogos, juristas, bomberos, fuerzas de Seguridad del Estado, Policía Local, técnicos municipales y autonómicos, sanitarios, empresarios, informáticos, sismólogos, comunicadores, políticos, educadores, psicólogos y asociaciones de vecinos, entre otras corrientes sociales, requieren de una herramienta de gestión integrable, compatible y única

con la que trabajar para atender las necesidades que surjan de la emergencia en el menor tiempo posible para salvar vidas y minimizar los daños personales y materiales.

Una representación de todos ellos tuvieron que trabajar en la coordinación de las labores de emergencia en la que se vio sumida Lorca tras la crisis sísmica del 11 de mayo de 2011 que dio paso, siguiendo las indicaciones del Plan de Emergencias regional frente a terremotos de gran magnitud (Sismimur), a la activación del grado 2 de emergencia. El daño ya estaba hecho.

Durante los tres primeros días, un equipo multidisciplinar de voluntarios junto con las administraciones y los cuerpos de seguridad y emergencias, hicieron frente al caos inicial de manera cooperativa, solidaria y ordenada, poniendo en valor los potenciales de la **inteligencia colectiva** al servicio de la comunidad.



- REPARACIÓN Y REFUERZO DE ESTRUCTURAS
- RECALCE DE CIMENTACIONES
- REHABILITACIÓN INTEGRAL DE EDIFICIOS
- CONSTRUCCIÓN OBRA NUEVA
- IMPERMEABILIZACIÓN DE TÚNELES, CANALES Y MINERÍA

CONSTRUCCIONES, APLICACIONES Y REFUERZOS S.A.
(C.A.R.S.A.)

De Lo Gaiter del Llobregat, 125-127
08820 El Prat de Llobregat
Tel. 93 478 61 60 - Fax 93 478 32 70
e-mail: carsa@carsa-carfoam.com



Establecido el dispositivo, en las siguientes semanas se pasó a una situación de control, siendo lo más relevante la coordinación de equipos de emergencia y voluntarios para atender y resolver incidencias.

En ese período se crearon dos herramientas informáticas que facilitaron las tareas: una base de datos de incidencias y un mapa basado en Google-Maps para su gestión y consulta por los profesionales autorizados. Era el primer paso del SGE.

Aquella herramienta primitiva sirvió para coordinar a más de un millar de personas, profesionales de los servicios locales, regionales y estatales y voluntarios. Y de su necesidad y carencia surgió la premisa de crear una herramienta estándar que permitiera la interacción a todos los organismos oficiales de las distintas administraciones (local, regional y estatal), a las compañías suministradoras de servicios (electricidad, gas natural, gas propano, combustible), a la DGT, a la UE, al IGN, al IGME, al CNI, a los cuerpos y fuerzas de seguridad, a los colegios de profesionales y asociaciones empresariales y, por supuesto, al propio ciudadano.

Y así las cosas, se presenta el software 2.0 para la gestión integral de emergencias municipales frente a catástrofes naturales. SGE es una herramienta ideada y desarrollada por la empresa made2dream S. L.

en colaboración con el Ayuntamiento de Lorca y nutrida de todas las especificaciones técnicas originales de la experiencia del equipo multidisciplinar del centro de coordinación de emergencias suscitado por el terremoto de Lorca e implementado por diversos estamentos profesionales y colectivos sociales afectos a aquella situación.

SOLUCIÓN

La herramienta informática SGE es una aplicación Web 2.0 que permite controlar, evaluar y coordinar a toda la sociedad para responder en menos de 48 horas a los efectos derivados de catástrofes naturales.

En la primera fase del proyecto piloto del Software de Gestión de Emergencias (SGE), estimada en 10 meses de duración en colaboración con el Ayuntamiento de Lorca, se incluirá el desarrollo de una aplicación para la post-emergencia, con lo que permitirá racionalizar y optimizar los trámites de los ciudadanos para la rehabilitación y reconstrucción de la ciudad. En su proceso habrán de interactuar y colaborar una comunidad virtual de usuarios formada por la Administración, cuerpos de emergencias, científicos, técnicos, universidades, empresas, voluntariado y la ciudadanía en general.

SGS

SGS es Líder Mundial en Inspección, Verificación, Ensayos y Certificación

Fundado en 1878, SGS está considerada como principal referente mundial en calidad e integridad. Con más de 59.000 empleados, SGS opera a través de su red de 1.000 oficinas y laboratorios por todo el mundo.

El núcleo de sus actividades lo constituyen los servicios de inspección y supervisión del comercio internacional de productos agrícolas, minerales, petróleo y petroquímicos, equipos industriales y bienes de consumo. A lo largo de los años, SGS ha ampliado sus actividades hacia campos no dependientes del comercio,

como son la certificación de calidad y la gestión industrial.

Establecido en España desde 1929 dentro de su sector de actividad de control del tráfico de mercancías, SGS se constituye en **el mayor grupo empresarial en el sector de calidad.**

En la actualidad, el Grupo SGS España cuenta con más 3.000 profesionales, que son su principal activo. Está presente en todas las Comunidades Autónomas a través de sus 80 oficinas y 30 laboratorios (entre fijos y móviles).

NUESTROS PRODUCTOS

- Organismo de Control Técnico.
- Asistencia Técnica en la Edificación.
- Geotecnia (Estudios y Asesorías).
- Edificación (Estructuras, Instalaciones, Acabados, Patologías, Due Diligence...).
- Monitorización de Estructuras de Edificación y Obra Civil.
- Obra Civil (Asistencia Técnica en Proyectos y Obras).
- Laboratorio de Materiales de Construcción.



Edificio SGS en Barcelona.

DATOS DE LA EMPRESA

Nombre: **SGS**
Fecha de creación: **1878**
Delegaciones en España: **en todas las Comunidades Autónomas**
Presencia en otros países: **140**
N.º de trabajadores en España: **3.002**
Oficinas en Barcelona:
SGS
c/ Lluís 95-97, 5.ª planta
08005 Barcelona
Tel.: +34 93 320 36 17
Fax: +34 93 320 36 20 / 21
www.sgs.es

SGE mejora la gestión de la emergencia en todos sus parámetros, minimiza el coste económico de los gastos derivados de la misma y agiliza la reconstrucción de las poblaciones afectadas. El sistema utiliza todas las herramientas informáticas disponibles en la actualidad y crea un dispositivo tecnológico de control y gestión de la emergencia en todos sus apartados imaginables: localización de urgencias, evaluación de daños y riesgos, puntos de asistencia e información al ciudadano, áreas afectadas, redes de saneamiento, roturas, cortes de suministro, atención sanitaria móvil, telecomunicaciones, energía, consultas on line de los expedientes de ayudas y/o indemnizaciones y la situación de las mismas, estado de los edificios...

En la aplicación se van a volcar todas las carencias observadas durante la prestación del servicio de coordinación tras el 11 de mayo, que provocaron duplicidades, sobreesfuerzos y una infrautilización tecnológica de los avances disponibles actualmente en materia de comunicación y al alcance de todos mediante smartphones, PDAs, notebooks, tablets, ordenadores portátiles...

Esta herramienta informática permitirá aunar los tres fundamentos de la iniciativa:

- Integrable.
- Compatible.
- Única.

SGE está destinado tanto a la Administración como a los ciudadanos. Dispone de una serie de herramientas de registro y control (alfanuméricas y gráficas) y de mapeado mediante mapas de datos SIG de la información de la ciudad que permite llevar a cabo una optimizada prevención y gestión de las emergencias y tareas de reconstrucción de ciudades vulnerables a catástrofes naturales.

Una de las grandes preocupaciones de la Normativa Sismorresistente Española es la de garantizar que la seguridad de los edificios tras un terremoto de gran intensidad sea revisada y adaptada en todo el parque inmobiliario afectado. SGE es una potente base de datos que facilitará la gestión y el control de esta premisa fundamental para la seguridad de los habitantes de Lorca. Gracias a la colaboración de los técnicos y la participación ciudadana se alimentará la Base de Datos y unos sencillos algoritmos de optimización permitirán organizar la información y estudiar los problemas de forma global. Esto facilitará al Ayuntamiento la toma de decisiones para gestionar eficientemente las ayudas y velar por el cumplimiento de la ley y la seguridad de sus vecinos.

El sistema lleva incorporado por defecto el plugin de gestión ante la situación de emergencia que oca-

sionan los terremotos. El software contempla tres fases:

1. Pre-emergencia.
2. Emergencia.
3. Post-emergencia.

Una de las características más importantes de este software es la posibilidad de ir implementando plugins o widgets al sistema elaborados para tal efecto y que permiten ir adaptando el software a las necesidades. Además permite también la participación de otros desarrolladores e integradores de software.

IMPLANTACIÓN

El proyecto de implantación consiste en activar en una fase inicial y de manera experimental en Lorca, una aplicación Web 2.0 denominada SGE 2.0 *Software para la Gestión de Emergencias 2.0* (Emergency Management Software 2.0) y que consiste en una herramienta informática abierta a la participación ciudadana para la gestión integral de emergencias en poblaciones vulnerables a catástrofes naturales.

SGE está desarrollado en PHP, PERL, C++, con la base de librerías de Code-Igniter y soporte de bases de datos en MySQL, ORACLE y POSTGRESQL.

El interfaz de usuario está desarrollado en HTML 5 y Javascript, usando la tecnología Web 2.0. El uso de esta herramienta se realiza desde un navegador de Internet, convirtiéndose, pues, en una herramienta de gestión on line.

Para poder instalar este software se requieren de los siguientes medios técnicos:

- a) Servidor Web Apache, con soporte de PHP, Javascript y Bases de Datos en MySQL u Oracle.
- b) Capacidad mínima del servidor en disco duro de 500 GB o más.
- c) Un mínimo de 2 GB de memoria RAM.
- d) Procesador de 32 bits (×86) o 64 bits (×64) a 1 gigahercio (GHz) o más.
- e) Acceso a Internet dedicado de 2 Mbps o más con IP pública.
- f) Certificado de Seguridad emitido por Autoridad Certificadora.
- g) Firewall de Control de accesos y restricciones IP.

Este software es compatible con el 100% de los dispositivos que dispongan de conexión a Internet, nave-

gador web compatible HTML 5 y con motor de Javascript.

Además contempla el desarrollo de herramientas y apps para la gestión en modo off-line durante la ausencia de las telecomunicaciones.

En líneas generales, estos dispositivos compatibles son:

- a) Smartphone con Wifi, 3G, GPS.
- b) Tablet con Wifi, 3G, GPS.
- c) Ordenador personal portátil.
- d) Ordenador personal sobremesa.

BENEFICIARIOS

Principalmente se benefician de la implantación del proyecto los siguientes colectivos e instituciones:

Administración Local

El software está especialmente dirigido a la administración local, ya que obtendrá información veraz y cualificada de la emergencia, por lo que podrá tomar las decisiones orientadas a realizar la mejor ges-

tion posible de la catástrofe, así como proceder a informar de la mejor forma posible al ciudadano y al resto de administraciones y agentes intervinientes. Este software en la fase de Pre-Emergencia sirve para analizar la situación de riesgo del Municipio y, con ese conocimiento, poder gestionar las acciones necesarias para garantizar la mayor seguridad posible de sus ciudadanos y del patrimonio inmueble.

Administración Regional y Nacional

El software ayuda y permite controlar su patrimonio, así como estado y daños en sus infraestructuras. Además del conocimiento veraz y global de los daños le permitirá dimensionar sus inversiones en ayudas acordes a las necesidades de todos los agentes intervinientes equitativamente y de forma optimizada.

La labor que el software brinda a la Administración Regional es la de tutelar y coordinar las actuaciones sobre el conjunto de los municipios y sus términos municipales para conseguir la mejora de la seguridad en todo su territorio.

Se incluyen en ambas administraciones todos los servicios asociados, sobre todo los de emergencia y cuerpos de seguridad.



**Ellos construyen,
nosotros protegemos**

PERLITA
Y VERMICULITA

GRUPO
PV

EXPERTOS EN AISLAMIENTO NATURAL

Fabricación y aplicación de sistemas para la protección pasiva contra el fuego, la absorción acústica y el aislamiento térmico.

Tel. 93 209 60 19 • Fax. 93 240 50 51 www.perlitayvermiculita.com

Ciudadano

La implantación de este software beneficia al ciudadano en caso de emergencia en todos los aspectos pero fundamentalmente en estos tres:

- Conocimiento técnico y veraz del estado de su vivienda, comercio y/o patrimonio.
- Situación global de la ciudad en caso de emergencia (vías de evacuación, servicios, hospitales, colegios, puntos de información y su ubicación).
- Acceso directo y personalizado a los documentos de solicitud de ayudas o indemnización así como de cualquier otro trámite (al tener una valoración oficial lo más real posible del daño, recibirá una ayuda e indemnización más justa).

Además de todos ellos se benefician los siguientes colectivos sociales:

- Cuerpos de emergencia.
- Cuerpos de seguridad.
- Universidades.
- Organismos científicos.
- Arquitectos y arquitectos técnicos.
- Ingenieros.
- Médicos y sanitarios.

- Jurídicos.
- Administradores de fincas.
- Notarios.
- Empresas de servicios.
- Empresas de construcción que colaboran en la emergencia.

PROTEGIDO

Se trata de un diseño de software original que está acogido a la tutela del Registro de la Propiedad intelectual y simultáneamente a la protección de Patentes Europea y al tratado PCT de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) con el fin de que los autores tengan los derechos exclusivos de explotación en cualquier forma e impedir así a terceros la explotación comercial de copias.

Acerca de made2dream

Made2dream es una empresa de servicios técnicos de ingeniería, que tiene por objeto el diseño de artículos en general, y en especial para la arquitectura, la construcción, la industria, el comercio, el ocio, el hogar y la decoración, su producción y su comercialización. Más información en www.made2dream.com

Tractaments a la fusta
 Curació i prevenció envers corcs, tèrmits, fongs de podriment...
 Diagnòstics biòtics per a la determinació del tipus i grau de la patologia
 Recuperació d'estructures de fusta (reforços, reconstruccions, empelts,...)

ATRUM
 Soluciones Integrales, S.L.

C/ Chapí, 17 Local-1 08031 - Barcelona
 Tel.: 627564344 Fax.: 934200900
 e-mail: info@atrum.es web: www.atrum.es

Control de Plagues
 Estudi de la plaga
 Tractaments químics
 Tractaments biològics
 Control de la població
 Control d'aus

Sanejament ambiental
 Desinfecció d'aires condicionats
 Neutralització d'olors

Treballs en alçada
 Sistemes de cordes i penjants
 Plataformes elevadores

la_durabilitat_comença_per_la_base

PILOTS
MICROPILOTS
MURS PANTALLA
ANCORATGES
INJECCIONS
PROJECTES



SISTEMAS DE CIMENTACION SA

VIA AUGUSTA 13-15. 1r-112 • 08006 BARCELONA
Tel. 93 217 32 08 • Fax 93 415 32 48
sc@sistemasdecimentacion.es

www.sistemasdecimentacion.es

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

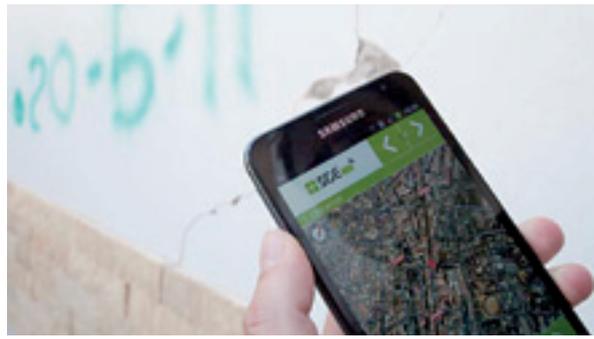
La herramienta informática 2.0 denominada SGE es una aplicación que permite controlar, evaluar y coordinar a toda la sociedad para responder en menos de 48 horas a los efectos derivados de catástrofes naturales, capaz de ahorrar tiempo y dinero a la Administración y a los ciudadanos.

ACCESIBLE

Tecnológicamente, SGE 2.0 crea una comunidad virtual conectada mediante Internet y accesible mediante dispositivos de uso generalizado como teléfonos móviles, tabletas u ordenadores. Desde el servidor central, las autoridades controlan la interactividad de sus usuarios, que implementan el sistema o usan sus contenidos según sea el caso, o ambas relaciones a la vez.

ADAPTABLE

En su versión básica, la plataforma utiliza cinco aplicaciones, cuatro de raíz técnica y una última de utilidad social que sobre la base de datos del municipio geoposicionada en un plano virtual tipo Google-Earth permiten el registro de datos, la valoración del impacto, una estimación rápida de daños, la organización de la logística y la transmisión de la información, desde una central de coordinación municipal con funciones de servidor. Además este software puede ir implementando *plugins* y *widgets* al sistema que permiten adaptar el software a las necesidades de la Administración y los ciudadanos.



CONTACTO made2dream

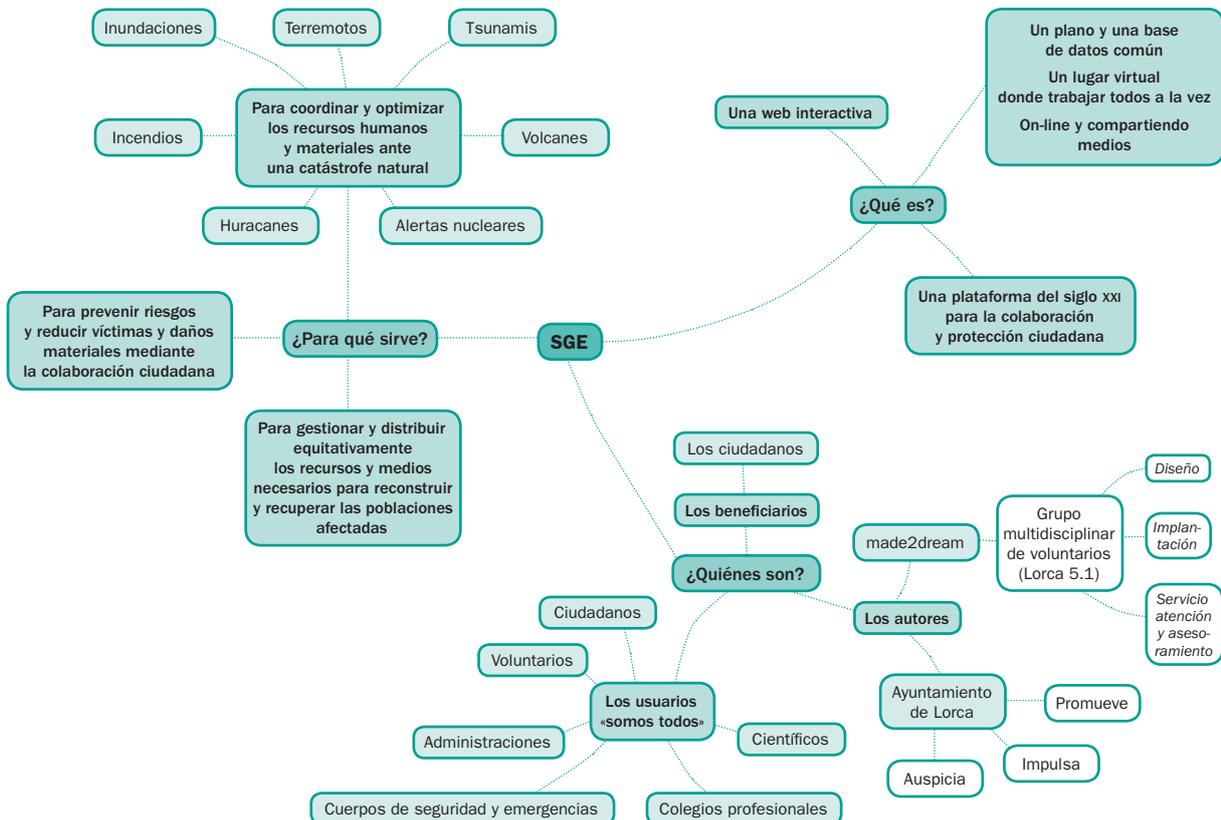
Paco Martínez
 pacomartinez@made2dream.es
 +34 649 773 260

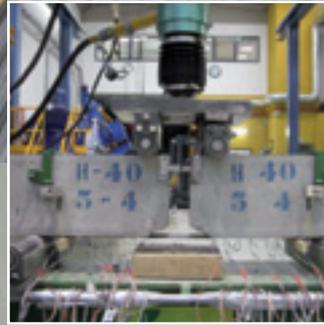
Alejandro Salazar
 alejandrosalazar@made2dream.es
 +34 629 188 040

REFERENCIAS

- 15.^a Conferencia Mundial de Ingeniería Sísmica. Lisboa (Portugal) del 24 al 28 de septiembre de 2012.
- 7.^a Asamblea Hispano-Portuguesa de Geodesia y Geofísica. Donostia-San Sebastián del 25 al 28 de junio de 2012.
- Jornada Técnica sobre el Terremoto de Lorca en Barcelona. 17 de mayo de 2012.

ESTRUCTURA DE COMUNICACIÓN 2.0





WWW.INTEMAC.ES • WWW.INTEMAC.ES • WWW.INTEMAC.ES • WWW.INTEMAC.ES

Prestigio en el Control de Calidad



METIRE UT SCIAS

INTEMAC

INSTITUTO TÉCNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

Una organización independiente de control de calidad y asistencia técnica en la construcción

Control de calidad de proyectos

Control de calidad de materiales y pruebas - Auscultación

Control de calidad de obras civiles

Control de ejecución de instalaciones

Control de ejecución de obras de edificación

Patología y Rehabilitación

Cursos de especialización

www.intemac.es

3 Pavimentos continuos de hormigón sin juntas en la obra de IKEA de Sabadell

José Antonio Rodríguez López

En la construcción de la tienda de IKEA de Sabadell, y a partir de una estructura prefabricada previamente montada, la empresa especializada en la construcción de pavimentos Prosistemas ha realizado las operaciones oportunas para convertir el hormigón estructural de la capa de compresión de los forjados en pavimentos continuos de hormigón de alta planimetría sin juntas, en acabado gris claro brillante de elevada dureza (fig. 1).

Con este tipo de solución adoptada, se optimiza la capacidad de carga de la estructura, reduciendo cotas y disponiendo de mayor altura libre. A su vez, se pretende conseguir un pavimento bonito que sea fácil de limpiar y mantener, a lo largo de toda su vida útil (fig. 2).



Figura 1.



Figura 2.

Para poder conseguir estos retos planteados por IKEA, se ha trabajado de forma conjunta entre un equipo de la oficina técnica de Prosistemas, la ingeniería responsable de la obra y la oficina técnica de IKEA, colaborando así mismo técnicos especialistas externos del sector, entre los que se encontraba MAPEI, en el diseño de un hormigón con retracción compensada.

HORMIGÓN COMPENSADOR DE LA RETRACCIÓN

El hormigón confeccionado con cemento Portland tiene, inevitablemente, retracción, en mayor o menor medida. Los cambios de volumen provocados por retracción por secado, contracción térmica u otras causas desarrollan tensiones de tracción que frecuentemente llevan a la fisuración.

Las juntas de retracción convenientemente dispuestas sirven para evitar la fisuración por secado lento, que suele aparecer en los pavimentos por su adherencia al terreno y/o paredes laterales. La combinación de retracción y restricción desarrolla tensiones de tracción dentro del hormigón. Debido a la baja resistencia a la tracción inherente al hormigón, con frecuencia habrá fisuración si no se dispone de un sistema adecuado de juntas o, como se trata en este caso, de un hormigón compensador de la retracción.

De la retracción no uniforme surge un grado de restricción adicional. Como el secado ocurre de manera no uniforme desde la superficie hacia el núcleo del hormigón, la fisuración creará tensiones de tracción internas próximas a la superficie y compresiones en el núcleo. La retracción diferencial puede provocar alabeo y fisuras superficiales. Con el tiempo, las fisuras superficiales pueden penetrar más profundamente en el miembro de hormigón, a medida que la parte interna está sujeta a retracción adicional (fig. 3).

La tensión de tracción inducida por la restricción de la retracción por secado se reduce con el tiempo debido a la fluencia lenta o a la relajación de la tensión. Sin embargo, el beneficio de la fluencia lenta dismi-



Figura 3.

nuye con la edad, de manera que la tendencia a la fisuración aumenta con el transcurso del tiempo.

El control de la fisuración consiste en reducir a un mínimo la tendencia a la fisuración del hormigón, usando armaduras adecuadas y correctamente ubicadas, usando juntas de retracción y/o empleando hormigón compensador de la retracción. Esta última cuestión es donde la química específica de Mapei juega un papel destacado.

El empleo de hormigón compensador de la retracción, especialmente diseñado y preparado con una

química especial, permite minimizar y, en ciertos casos, eliminar la fisuración por retracción.

En el hormigón compensador de la retracción la expansión de la pasta cementicia durante los primeros días de hidratación desarrollará un bajo nivel de pre-tensión, induciendo tensiones de tracción en el acero y tensiones de compresión en el hormigón. El nivel de las tensiones de compresión desarrolladas en el hormigón compensador de la retracción varía entre 0,2 y 0,7 MPa.

Normalmente, cuando el agua comienza a evaporarse del hormigón se produce retracción. La retracción del hormigón reducirá o eliminará su precompresión. La expansión inicial del hormigón reduce la magnitud de cualquier tensión de tracción que se desarrolle debido a la retracción no restringida.

La cantidad de armadura que normalmente se emplea en pavimentos con hormigones sin esta química especial suele ser suficiente con hormigones compensadores de la retracción, aunque existen ciertas zonas críticas donde el hormigón tiene una resistencia muy baja a tracción (y, por tanto, una alta probabilidad de fisuración), que deben ser estudiadas con detenimiento.

Para aprovechar plenamente el potencial expansivo del hormigón compensador de la retracción, para mi-

**Grup Alsina: Enginyeria i persones
per resoldre estructures de formigó**



Telèfon: 935 753 000
Web: www.alsina.com
Twitter: @AlsinaNews

Alsina 60
ANYS
SOLUCIONS EN ENCOFRATS



enginyeria - seguretat - muntatges - edificació - obra pública

Esquema	Antes de añadir agua	A las 24 horas	A los 28 días
			
Microscopio electrónico			
	2.700 aumentos	2.000 aumentos	2.000 aumentos

Figura 4.

nimizar o impedir la fisuración por retracción de las superficies de hormigón, es importante (imprescindible) iniciar un curado con agua efectivo e ininterrumpido (cubierta húmeda o inundación) inmediatamente después del acabado final. Si un hormigón compensador de la retracción no se cura adecuadamente, se puede producir una expansión insuficiente que no logre alongar el acero y, consecuentemente, el hormigón se fisurará por retracción por secado.

De todas formas, en el diseño del hormigón no basta con incorporar el producto expansivo, en este caso Expancrete. Por mucho que la expansión esté controlada con el producto, debemos cuidar otros parámetros de la mezcla, en especial la relación agua/cemento.

Sin entrar en demasiadas consideraciones, podemos afirmar que el cemento fragua y endurece al combinarse con el agua. Cada uno de sus gránulos, al entrar en contacto con ella, genera en su entorno una capa, constituida por microcristales de cemento hidratado, que tienen formas más o menos aciculares, que se entrecruzan y traban los unos con los otros.

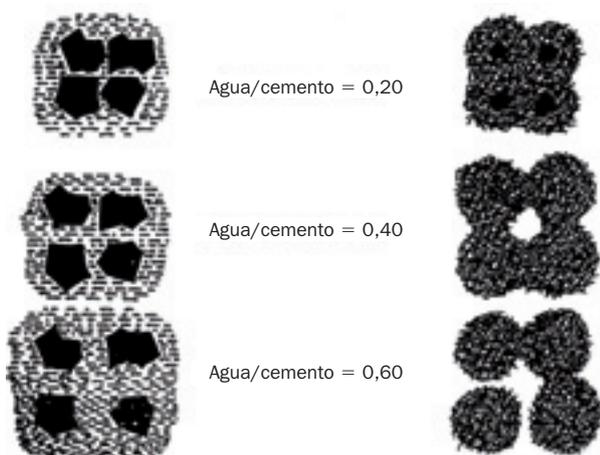


Figura 5.

La reacción química progresa, la masa de gránulos se difunde en el agua y continúan generándose hidratos microcristalinos, que se extienden en forma de nubes (gel de cemento) a través del espacio ocupado por el agua (fig. 4).

Estas nubes, mientras hay cemento anhidro disponible para reaccionar, continúan creciendo, se entrelazan y mezclan con las vecinas, y de esta manera crean una extensa red que engloba a los áridos presentes.

Ahora bien, la cantidad de agua necesaria para la total reacción es del orden de solo 0,3 kg por cada kilogramo de cemento (esta masa de agua, se une por enlaces relativamente fuertes, de naturaleza química, como ya hemos visto en el apartado anterior, constituyendo el agua de hidratación).

Si mezclamos 0,4 kg de agua por cada kilogramo de cemento, este incremento de 0,1 kg de agua (0,4 kg - 0,3 kg = 0,1 kg), queda más o menos atrapado en forma de pequeñas bolsas, entre las nubes microcristalinas generadas por la hidratación de los gránulos de cemento, en parte retenido por fuerzas de superficie de naturaleza física (fuerzas de Van der Waals).

A temperatura ambiente, en climas benignos, no suele tener libertad para salir del retículo cristalino (evaporarse). Y, en consecuencia, hasta aquí disponemos de un sólido sin porosidad abierta.

Cuando añadimos más que 0,4 kg de agua por cada kilogramo de cemento, el espacio que ocupa el agua es mayor que el que pueden llegar a cerrar la totalidad de las nubes de microcristales, y en consecuencia, entre estas nubes, quedan capilares comunicados entre sí y con el exterior, llenos de agua —la cual puede moverse por ellos con libertad—, tal y como se pone de manifiesto en los ciclos humedad-secado a temperatura moderada. Este efecto se podría asemejar al de una esponja, con el consiguiente aumento y disminución de volumen aparejado a la entrada y salida del agua.

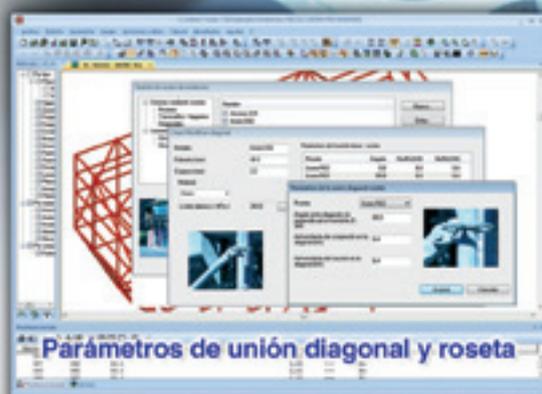
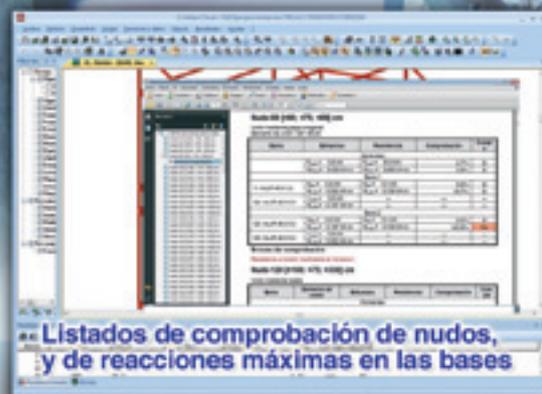
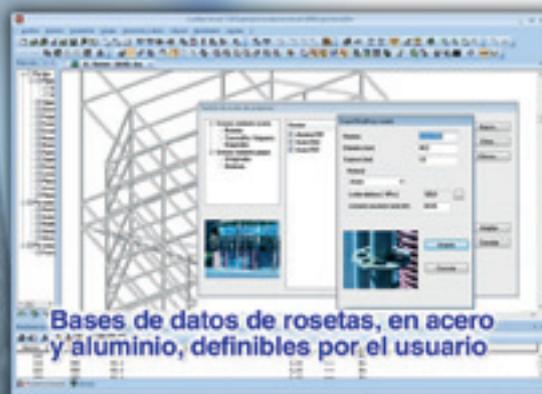
En la figura 5 se presenta la situación descrita. Esta red capilar intercomunicada y distribuida por toda la masa de hormigón —porosidad abierta—, crea discontinuidades que impiden alcanzar resistencias mecánicas a compresión simple mayores de 60 MPa, y que pueden ser vía de entrada para eventuales agresiones del hormigón.

Esta dualidad, es decir, esta diferencia que suele existir entre el volumen de agua que añadimos para obtener la deseada trabajabilidad, y la masa de agua realmente necesaria para hidratar la dosis de cemento que estamos empleando, condiciona la cuan-

Nuevo Módulo

T-Connect

Cálculo y comprobación de nudos de andamios: rosetas y grapas



Arktec

Software para arquitectura, ingeniería y construcción

educArk

Fomación 'on-line' de Arktec

www.arktec.com/tricalc.htm

MADRID ♦ BARCELONA ♦ VALENCIA ♦ LISBOA ♦ MÉXICO ♦ BRASIL ♦ ARGENTINA ♦ PERÚ
ARGENTINA ♦ ECUADOR ♦ CHILE ♦ COSTA RICA ♦ GUATEMALA ♦ BOLIVIA ♦ ANGOLA ♦ MOZAMBIQUE

tía de la porosidad abierta, que a la postre es reflejo de las propiedades esenciales del hormigón endurecido: su durabilidad, su resistencia mecánica y su retracción.

Cuando deseamos obtener un hormigón en una situación normal (en cuanto a calidad) de arenas y áridos, si añadimos solo agua como único líquido durante el amasado, se necesitan dosis próximas a 220 litros/m³ para un tamaño máximo de árido 25 mm.

Poder añadir la dosis de cemento necesaria para enlazar toda esa masa de agua (serían necesarios aproximadamente 500 kg/m³), está condicionado, y en mayor medida limitado, según el tipo de pieza y cuantía de armaduras, por razones derivadas de las consiguientes retracciones ocasionadas por:

- Deseccación interna (hidratación del cemento: los productos de hidratación ocupan menos volumen que los anhídros de los que provienen, es decir, cemento y agua).
- Pérdida de agua (hidráulica, en los ciclos humedad-secado).
- Incremento y posterior disminución de temperatura (térmica, calor de hidratación).

En esta línea de la dosis de cemento necesaria, otro factor menos científico, pero igual de importante en

la consecución de las obras, es el económico, por el decisivo papel que desempeña en el coste final del hormigón.

Es aquí donde destacamos la importancia que tiene una buena elección de los aditivos en el diseño de un hormigón, pues nos van a permitir, con su efecto fluidificante y defloculante del cemento, trabajar con relaciones agua/cemento en el entorno deseado, con cantidades de agua bastante más bajas que las inicialmente previstas. Esto permitirá que la cuantía de cemento sea razonable, reduciendo la influencia de las diversas retracciones inherentes a la cantidad del mismo en el hormigón y el propio coste del producto.

Otra discusión, fuera del propósito de este estudio, trataría acerca de lo que se debería considerar como cantidad de cemento en el hormigón, si solo la cantidad de clinker del cemento o, por el contrario, todo el conjunto de clinker y adiciones. A efectos de la Instrucción EHE-08, el cemento tiene la misma consideración, en lo que a cuantía por metro cúbico se refiere, sea del tipo que sea.

Queremos decir con esto que 500 kg de un cemento CEM I (mínimo 95% clinker) tienen la misma consideración, en cuanto a cantidad a dosificar, limitaciones de contenido y repercusión en la relación agua/ce-

FONAMENTS ESPECIALS EN PETITS ESPAIS

Treballem en condicions
molt estrictes d'espai



Certificat núm. ES11/9905 de compliment dels requisits de la Norma ISO 9001:2008.



Membre protector de l'associació de consultors d'estructures.



Màxima classificació com a contractista d'obra per l'administració amb categoria K02E de "Sondeos inyecciones y pilotajes" i la categoria K01D de "Cimentaciones especiales".

Visita'ns a www.2pe.biz



93 763 26 99 / 660 484 072. Mail: 2pe@2pe.biz
Av. Maresme 9. 08396 Sant Cebrià de Vallalta.

mento que un cemento CEM III/A, que suele rondar el 55% de clinker.

Nos hemos centrado básicamente en el estudio de la retracción derivada de la hidratación del cemento que, para unas condiciones de temperatura y humedad más o menos normales, es el factor más importante en la retracción total del hormigón.

Téngase, además, en cuenta que la cantidad de agua en hormigones de pavimentos con capa de rodadura en seco siempre es superior a la teóricamente establecida, pues debemos hidratar dicha capa cementante con el agua que sobra. Esta capa de rodadura en seco es, en realidad, una mezcla muy rica en cemento, por lo que estamos compensando este exceso de agua de nuestro hormigón de pavimentos, lo que significa al final una moderada relación agua/cemento total del mismo.

Esto trae como consecuencia que la elección de los aditivos reductores de agua y/o superplastificantes del hormigón no deben interferir en este proceso de incorporación de la capa de rodadura, porque se pueden presentar problemas de delaminación si no conseguimos una unión monolítica entre el hormigón y la capa endurecedora. En general, debe huirse de aditivos plastificantes y todos aquellos superplastificantes de alto poder de reducción de agua y/o que

introduzcan bastante aire ocluido, pero se debería estudiar en cada caso y en cada circunstancia la mejor combinación posible. Finalmente, se optó por un aditivo específico de pavimentos en tiempo caluroso, el Dynamon Floor 2, de Mapei.

En el caso concreto de la obra de IKEA de Sabadell, se probaron hasta cuatro plantas de hormigón diferentes con diferentes combinaciones de áridos y aditivos, hasta llegar a la fórmula finalmente elegida.

EL PROCESO DE EJECUCIÓN

La importancia que se ha dado al diseño no es mayor que la que se ha dado al proceso de ejecución, elaborándose un Manual Específico para los pavimentos de la obra (fig. 6). En este manual se recogen todas las operaciones y procesos desde el principio hasta el final de la obra, y se desarrolla en las siguientes fases:

- Trabajos previos de encofrado, apuntalamiento y relleno de huecos.
- Trabajos previos de hormigonado antes de la capa de compresión.
- Colocación de armaduras de negativos, anclajes y rasante.

Tecnología

en la rehabilitación

- Rehabilitació Integral d'Edificis
- Contractistes d'Obres
- Reparació Patologies Estructurals
- Aplicació de Morters i Resines



Treballs
especials



Rehabilitació
Integral



Rehabilitació
Integral d'Edificis





Balmes, 243, 1r 3a · 08006 Barcelona
 T. 93 238 56 93 · F. 93 238 56 94 · info@contracta.net · www.contracta.net



Figura 6.

- Hormigonado de capas de compresión a fin de lograr los pavimentos de hormigón continuos sin juntas, incluyendo por separado trabajos especiales en bordes libres y bordes contiguos.
- Proceso de curado y protección del pavimento.
- Proceso de limpieza y vitrificado final.

Se ha conseguido realizar la obra en plazo, con los siguientes números (fig. 7):

- Superficie de hormigonado: 1.800 m² diarios.
- 250 m³ de hormigón bombeado al día, de 7 de la mañana a 1 de la tarde.
- 200 metros lineales de tubería para bombeo.
- 15.000 kg de hierro atado diarios.
- Armadura de rasante: 2.500 m² diarios.
- Armadura de negativos: 12 Tm por día.



Figura 7.

- Armadura de reparto: 2.500 m² diarios.
- Refuerzo de esquinas.

Para conseguir una ejecución adecuada de los pavimentos, y buscando la máxima planimetría posible, se ha empleado una nueva máquina extendedora niveladora automática semi-robotizada, que se ha mejorado y adaptado para los requerimientos de nivelación y planimetría de esta obra, utilizando emisores y receptores láser de gran sensibilidad (figs. 8 y 9).

También se ha empleado en alguna zona un sistema de nivelación basado en un sencillo —pero ingenioso— sistema de reglas de aluminio magnesio, niveladas manualmente mediante receptores láser, que funcionan con el mismo sistema de emisores y receptores láser de gran sensibilidad que la extendedora. Este sistema alternativo mejora y perfecciona el sistema tradicional de maestras, consiguiendo también altos niveles de nivelación y planimetría.

Para la correcta incorporación de la capa de rodadura, se han empleado nuevos equipos de fratasadoras hidrostáticas de gran potencia, que permiten realizar



Figura 8.



Figura 9.



Figura 10.

mayor producción, aumentar la compacidad del hormigón, conseguir mejor planeidad y ayudar a reducir el riesgo de delaminaciones en el pavimento (figs. 10 y 11).

Se está empleando, además, un novedoso y revolucionario sistema de curado, que aporta endurecimiento, curado y protección al hormigón.

El diseño del hormigón, el sistema constructivo empleado y el proceso de calidad y control interno de la planimetría del pavimento ha traído como consecuen-



Figura 11.

cia superar con creces los parámetros exigidos por IKEA. Para ello, diariamente y en tiempo real, se controló la planeidad (F_p) y nivelación (F_n) mediante un equipo propio (Dipstick) conforme a la norma ASTM. Este equipo es igual al que emplea el laboratorio independiente contratado por la propiedad para certificar los valores de planeidad y nivelación obtenidos.

Se debe destacar, como valor añadido importante para estos pavimentos, que se han conseguido pavimentos catalogados como superplanos, a saber, $F_p > 50$ / $F_L > 50$.

Fijaciones para proyectos constructivos industriales



Consultoría y servicio técnico

www.fator.es

30
AÑOS
FATOR

ASOCIACIÓN DE
CONSULTORES
D'ESTRUCTURAS

ASCEM
Asociación
para la
Construcción
de Estructuras
Metálicas

Apta
CONSTRUCCIÓN

CERT
ISO 9001



Pernos estructurales de alta resistencia para precarga EN 14399-1, sistemas HV y HR e Indicadores Directos de Tensión

4 Patorreb

4.º Congreso de Patología y Rehabilitación de Edificios

Tal como ya se viene haciendo en números anteriores, recogeremos a lo largo de varios números algunas ponencias presentadas por nuestros asociados en el Congreso Patorreb, celebrado en Santiago de Compostela el pasado mes de abril.

Patología estructural: rotura de una jácena de madera de 100 años por «vicios ocultos» en su interior

Jorge Blasco Miguel y Joaquín Montón Lecumberri

RESUMEN COMUNICACIÓN

Los autores de la comunicación fueron requeridos para realizar el peritaje y posterior estudio de solidez de una cubierta inclinada a un agua, en la que una jácena de 155 × 295 mm de 100 años, colapsó sin aviso previo aparente, arrastrando parte de la cubierta. Se presentará el estudio anatómico y estructural del elemento.

La viga siniestrada, se encontraba en buen estado de conservación: la viga no presentaba ataques xilófagos, ni ataques de hongos, ni humedades. Las fendas superficiales entraban dentro de la normalidad y no afectaban al comportamiento estructural.

A partir de los trozos de la viga, se realizó la clasificación visual (lógicamente obviando todo lo que no era visible desde el exterior y que la rotura permitió observar) que al no presentar ninguna particularidad o defecto de especial relevancia visible permitió clasificarla como MEG.

La viga estaba bien dimensionada: los cálculos estructurales del comportamiento de la viga indicaban que las tensiones de la viga eran aceptables. Concretamente, en el punto de rotura de la viga, las tensiones son inferiores a las máximas de la viga, inferiores a su vez a las indicadas en el CTE.

Hubo dos motivos que facilitaron la rotura de la viga: en primer lugar la existencia de una acumulación de nudos no visibles desde el exterior y en segundo lugar la presencia de madera de reacción, en este caso de compresión, que hicieron disminuir su resistencia. Todo parece apuntar a un fenómeno similar a la fatiga del material (rotura en parte superior-compresión) para aproximarnos a las causas.

Palabras clave: madera, MEG, patología, madera reacción.

ANTECEDENTES

Siniestro de parte de la cubierta

El siniestro tuvo lugar a las 23:00 horas, con gente en la sala de plenos del Ayuntamiento. Según los testigos, se oyó un ruido seco y después se convirtió en el hundimiento de parte de la cubierta. Tal como se aprecia en las fotografías, la viga se rompió en el tercio alto, apoyándose en una puerta. Los nudos se encontraban en lo alto de la viga, en la zona comprimida y el deslizamiento de los anillos en la zona traccionada (fig. 1).

El objeto del estudio era el análisis de la estructura horizontal de la Casa Consistorial, para saber si ofrecía garantías de seguridad para el uso actual.



Figura 1. Imágenes del siniestro desde el exterior y desde el interior.



SONDEIGS I ESTUDIS GEOTÈCNICS
PIEZOCON, ASSAIGS CPTU.
ENGINYERIA GEOLÒGICA
GEOLOGIA DEL MEDI AMBIENT
HIDROGEOLOGIA

Bosch & Ventayol Geoserveis S.L és una empresa creada el 1990, amb l'objectiu d'oferir un servei de qualitat en el camp de l'Enginyeria Geològica, la Geologia del Medi Ambient i els Reconeixements geotècnics en general.

<p>Sondeigs: Perforació a rotació amb extracció de mostra contínua. Geòleg a peu de sondeig.</p>	 
<p>Piezocons - Assaigs CPTU, i Electric Field Vane-Test: L'assaig CPTU és un dels més interessants, sofisticats i fiables que es poden fer "in situ", especialment en terrenys argilosos poc compactes i en sediments sorrencs sota el nivell freàtic. L'assaig Vane-Test "in situ" ens permet obtenir un registre automàtic i informatitzat de la cohesió no drenada de sòls cohesius.</p>	<p>Contacte: Seu Social: C/ Rocafort 261º àtic 2º 08029 Barcelona Magatzem i oficines: C/ Indústria 26. Polígon Industrial Buvisa. 08329 Teià. Tel: 93-5408542 Fax: 93-5408539</p>
<p>Estudis Geotècnics: - Qualitat i rigor. - Ajustats a les necessitats del projecte. - Supervisió geològica en fase d'obra.</p>	<p>info@boschiventayol.com www.boschiventayol.com http://geoventayol.blogspot.com/</p>
<p>Hidrogeologia: - Estudis per a l'excavació de soterranis sota el nivell freàtic. - Instal·lació de piezòmetres de control.</p>	<p><small>Empresa acreditada per la Generalitat de Catalunya com a Laboratori d'assaigs per al control de qualitat de l'edificació. Núm. Declaració Responsable: L0600075</small></p>
<p>Estudis de contaminació de sòls i aigües.</p>	
<p>Cartografies Geotemàtiques.</p>	

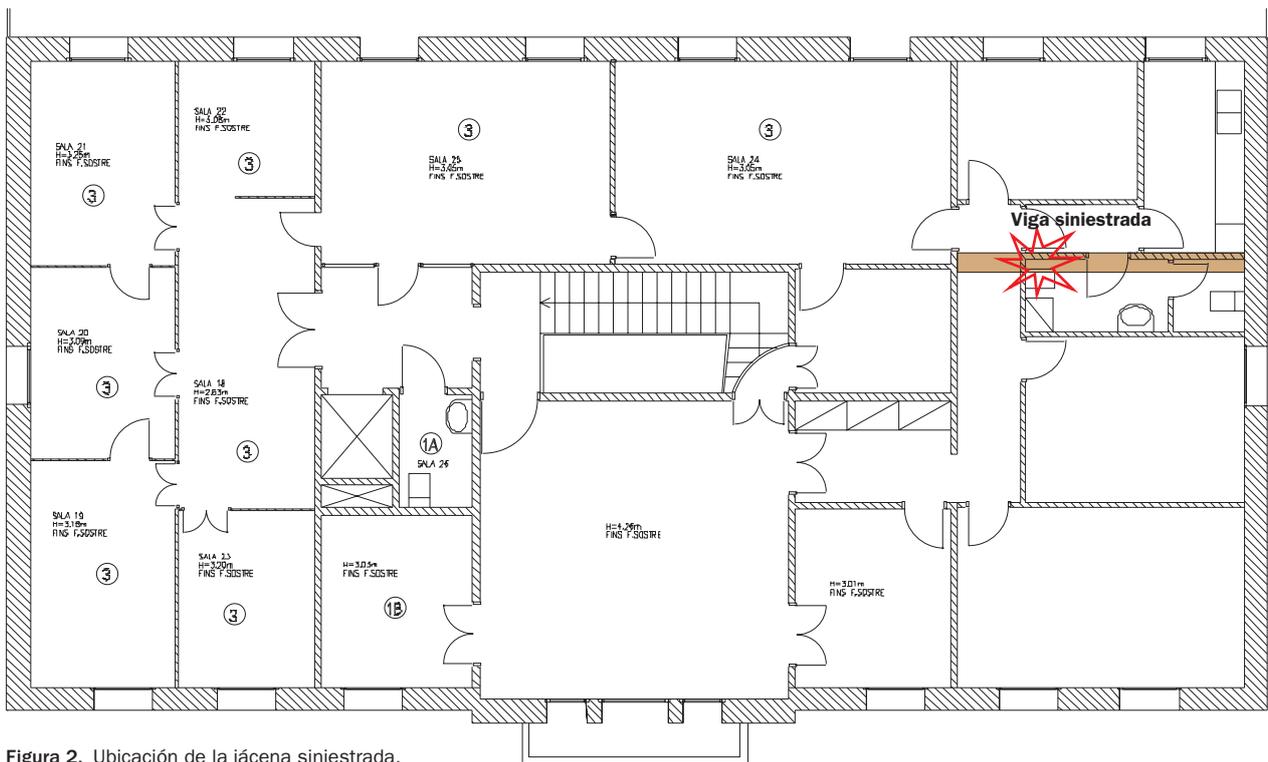


Figura 2. Ubicación de la jácena siniestrada.



Figura 3. Visión de la cubierta antes del colapso (simétrica en el edificio) y de la zona siniestrada, con la jácena gemela.

Descripción de la edificación

Se trata de un edificio aislado; dispone de dos plantas y un pequeño altillo intermedio entre la planta baja y la planta primera.

Características de la estructura

La estructura del edificio está formada por paredes de carga de fábrica cerámica y mampostería. Los forjados son diferentes en cada planta; solo describimos la planta cubierta: la cubierta antigua del edificio está formada por jácenas y correas de madera, sobre las que se apoya un tablero cerámico de rasillas y las tejas cerámicas (fig. 2).

Estado actual de la estructura de cubierta

La estructura presenta un ligero ataque de carcoma, y es posible que presente algún vicio oculto de las mismas características que la jácena siniestrada. La cubierta no está protegida contra el fuego (fig. 3).

ENSAYOS REALIZADOS

En primer lugar, se llevó a cabo un análisis de la jácena siniestrada, con un ensayo in situ, cortando la jácena en rebanadas para determinar su estructura de anillos y nudos internos. También se comprobó la humedad de la jácena.

En segundo lugar se llevó la jácena gemela de la siniestrada hasta el laboratorio, donde se hicieron pruebas de carga para determinar sus características mecánicas y resistentes.

Análisis de la jácena siniestrada

La observación exterior de la jácena no presentaba señales que hubieran permitido dudar de su calidad, en cambio en el interior se pudieron apreciar muchas discontinuidades (figs. 4, 5 y 6).

De los cortes de la viga se desprende que la viga en sus 10 primeros años creció muy rápidamente, y después mucho más lentamente. A esa edad, más o menos, se cortaron ramas, que quedaron como nudos ocultos dentro del tronco. Posteriormente, el árbol creció rodeando los nudos, con anillos de formas confusas, acompañado de fuertes tensiones de compresión, que provocaron la aparición de la madera de reacción. Es una patología difícil de detectar, y casi imposible de prever.

En la figura 7B, se puede observar un corte de la zona 3 del croquis. Puede comprobarse la gran diferencia de grueso dentro de un mismo anillo de creci-



Figura 4. Aspecto exterior de la jácena rota.



Figura 5. Secciones consecutivas: en la zona anterior a la de la rotura (se puede ver cómo nacen cuatro ramas que al ser cortadas, quedan reducidas a tres nudos). En la tercera imagen se aprecia que un nudo se ha desprendido.



Figura 6. Ambos lados de la rotura por nudos. A la izquierda faltan fibras.

miento. Esta situación indicaba la presencia de madera de reacción (madera de compresión).

La presencia de este defecto, también ha estado detectado y corroborado en la identificación de la especie de madera que se ha hecho mediante microscopía de lámina fina en direcciones radial, axial y tangencial.

En la figura 7A, de la zona 2 del croquis, se puede comprobar que los anillos no presentan este crecimiento desigual.

Se realizó una determinación de especie, obteniéndose los resultados que se muestran en la figura 8.

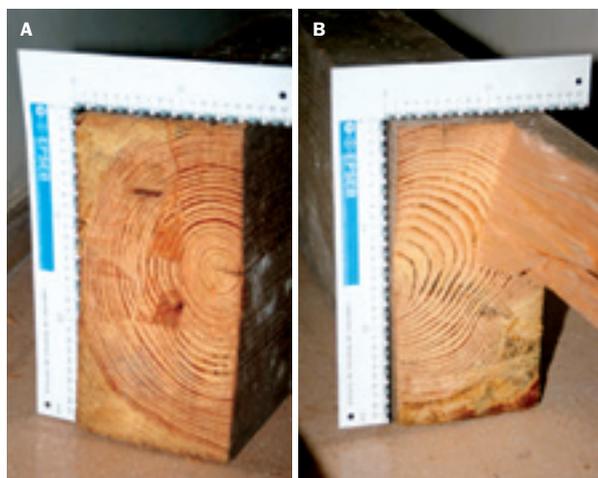


Figura 7. Visualización y medida de los defectos.

Se compararon las imágenes y los resultados con lo expuesto en el libro *La madera y su anatomía*, de L. García Esteban, A. Guindeo Cassaús y otros.

La sección transversal de las traqueidas es circular y por consiguiente se producen meatos.

Las paredes celulares son gruesas, presentando fendas inclinadas de 40 a 60° con respecto al eje, que nunca deben confundirse con los engrosamientos helicoidales de algunas coníferas.

Las traqueidas son francamente más cortas que las restantes (entre un 10 y un 49%) y con sus extremos frecuentemente bifurcados.

Los radios leñosos, en ocasiones suelen presentarse en mayor número y ser más gruesos, como en algunas especies del género Pinus.

La pared celular aumenta de espesor gradualmente. La estructura en capas se ve modificada por una escasa lignificación de la laminilla media, la capa S3 no existe, la S2 aparece con un espesor anormalmente elevado y el lumen pierde diámetro en favor de la pared (fig. 9).

Ensayo de rotura de la jácena gemela

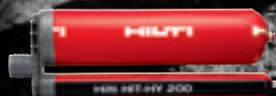
La cubierta siniestrada disponía de dos jácenas de madera de la misma geometría y calidad teóricamente similares. Es prácticamente imposible que las dos

HILTI

Sistema Hilti
HIT-HY 200

Un gran paso para la fijación.

Hilti. Superando expectativas.



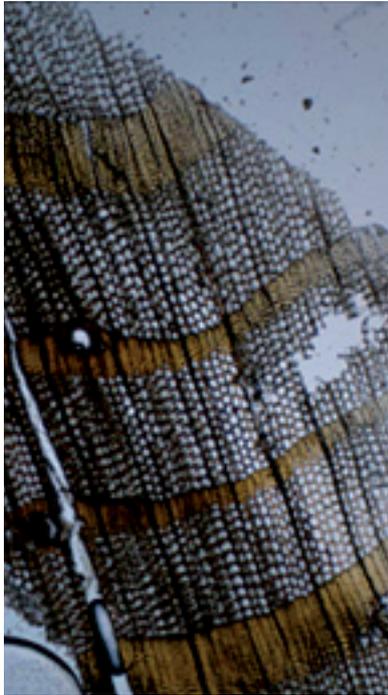
| Hilti HIT-HY 200

| Aplicador HDE 500-A22

| Varilla HIT-Z

Servicio de venta directa y atención al Cliente | T 902 100 475 | F 900 200 417 | www.hilti.es

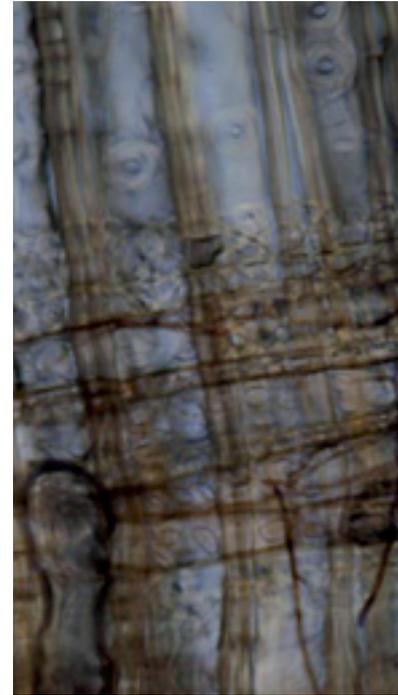
Familia: *Pinaceae* Género: *Pinus tipus taeda-echinata* (pino melis)



Plano transversal: madera homoxyla. Canales resiníferos presentes.



Plano longitudinal tangencial: radios uniseriados, excepto los que contienen los canales resiníferos.



Plano longitudinal radial: detalle campos de cruzamiento.

Figura 8. Imágenes utilizadas para la determinación de especie.



Figura 9. Detalle de traqueidas de madera de compresión, muestran el distintivo patrón espiralado de las paredes.

jácenas procediesen del mismo árbol, pero es lógico pensar que la calidad de la madera y sus características mecánicas podrían ser similares.

Con el objeto de determinar con mayor exactitud el comportamiento estructural, la resistencia de la jácena siniestrada y la aproximación a la calidad mecánica, se realizó un ensayo de rotura a flexión de la jácena de madera que quedó intacta. El ensayo se llevó a cabo en el laboratorio de materiales de la EPSEB-UPC, y se consiguió la rotura tras tres intentos (figs. 10 y 11).

De los datos obtenidos se interpretaba que la madera correspondería a una conífera C70, no contemplada en el CTE y que se ajustaba a las propiedades de la madera estipulada en el análisis de determinación de especie: se clasificaba la madera como proveniente de *Pino amarillo del sur* (*Pino Melis*), con madera de reacción de compresión, según el libro *La madera y su anatomía*¹.

Con estos resultados se tomó la decisión de considerar una madera C40, según la clasificación de madera aserrada del CTE-DB-M. Se compararon los valores que el libro *Especies de madera*² de la editorial AITIM indica para esta madera con los valores indicados en el Código Técnico, para mostrar la



Figura 10. Detalle del ensayo a rotura de la jácena gemela.

Continuación del ensayo con carga puntual pero con la viga girada (base 29,5 cm y canto 15 cm):

- Aplicación de la carga de forma continua.
- Las lecturas de carga y deformación son simultáneas en el punto de aplicación.
- Determinación de la carga de rotura.

Resultados obtenidos:

Carga de rotura (P)	5.561 kp
Deformación máxima	180,89 mm
Momento flector de rotura	7.924 m·kp
Cortante de rotura	2.780 kp
Carga máxima en límite de proporcionalidad	4.075 kp

Momento flector por límite de proporcionalidad	5.807 m·kp
Cortante por límite de proporcionalidad	2.037 kp
Deformación en límite de proporcionalidad	122,36 mm
Tensión de rotura	725 kp/cm ²

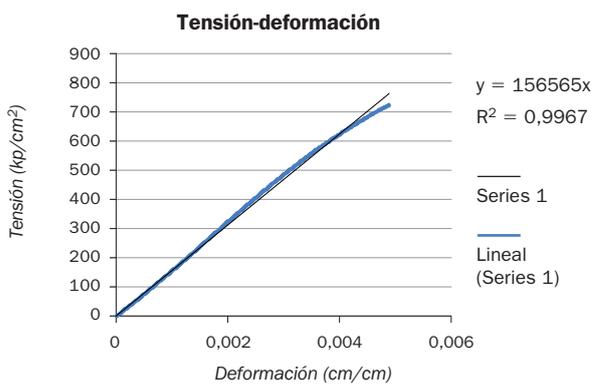
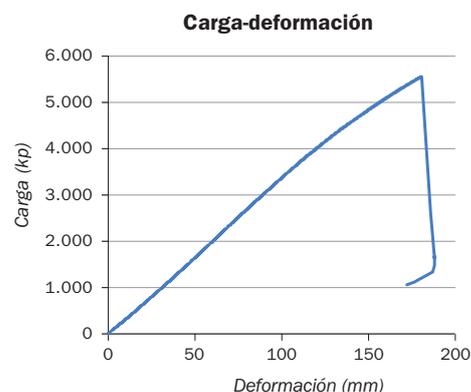
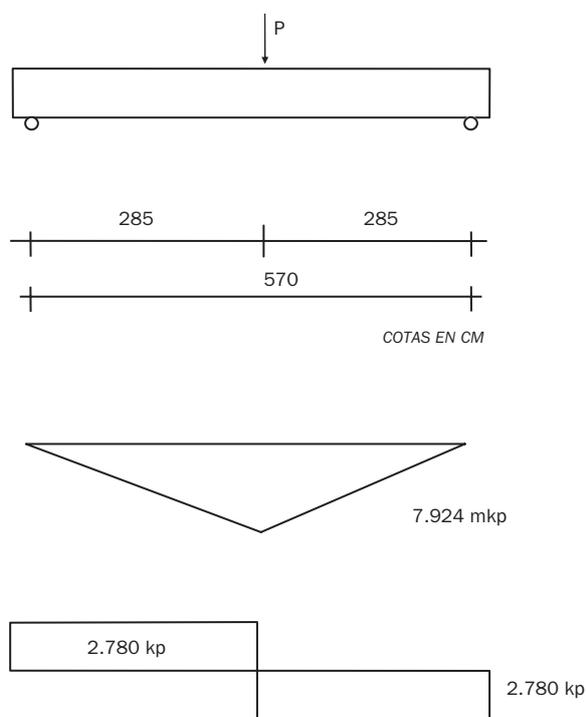


Figura 11. Resultados del ensayo a rotura. Ensayo de resistencia a flexo-tracción aplicando una carga puntual.



00000033 11 de noviembre de 2009 Parte central punto de rotura inferior Avinyonet



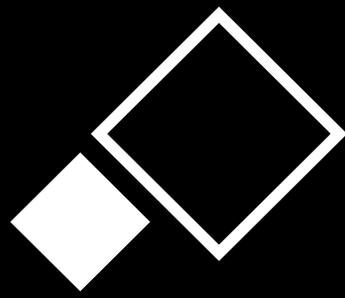
00000035 11 de noviembre de 2009 Parte central punto de rotura superior Avinyonet



Figura 12. Toma de datos y gráficos del resistógrafo en el punto de rotura.

	Libro AITIM	CTE SE-M (C40)	CTE SE-M (MEG-máx C22 para Pino Laricio)
Flexión $f_{m,k}$	74 ~ 105 N/mm ²	40 N/mm ²	22 N/mm ²
Compresión $f_{c,0,k}$	41 ~ 58 N/mm ²	26 N/mm ²	20 N/mm ²
Módulo deformación $E_{0,medio}$	11.100 ~ 14.500 N/mm ²	14.000 N/mm ²	10.000 N/mm ²

Tabla 1. Comparación de los valores del libro AITIM con máximo CTE.



CMFSoft

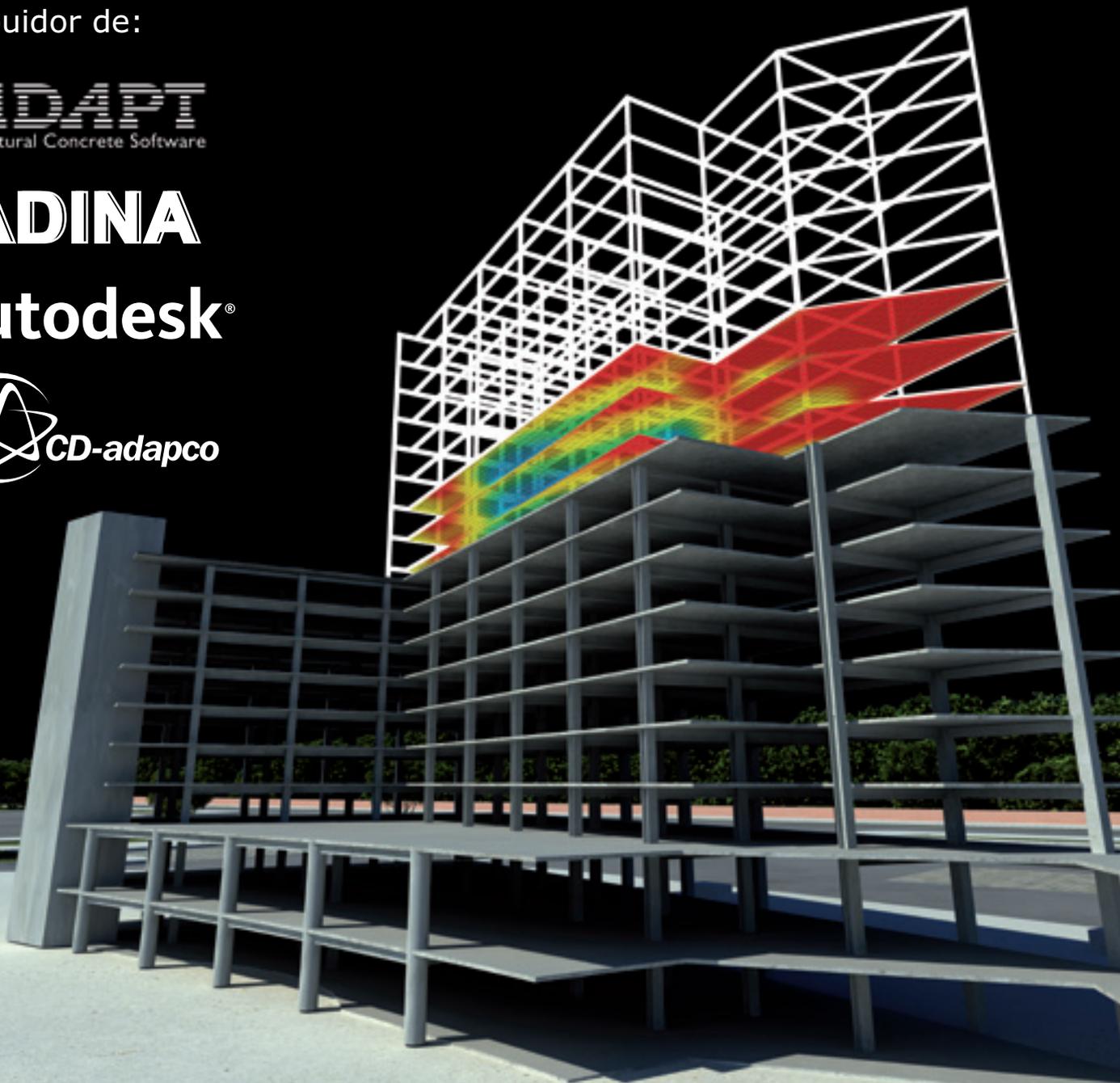
Civil - Mecánica - Fluidodinámica

Distribuidor de:

ADAPT
Structural Concrete Software

ADINA

Autodesk®



Expertos en CAD / CAE / CFD

cmfsoft@cmfsoft.com

www.cmfsoft.com

Tfno: 91.386.89.70

Fax: 91.626.60.89

gran diferencia (a la baja) de este último (tabla 1 y fig. 12).

Análisis estructural de la jácena

Con las acciones usuales en una cubierta inclinada (cargas permanentes de 158 kg/m² y sobrecarga de nieve de 55 kg/m², considerando una sobrecarga de mantenimiento puntual de 100 kg en centro de

viga), se realizó un cálculo como viga biapoyada, mediante el programa Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2011 (figs. 13 y 14).

Las tensiones en el punto de rotura son inferiores al punto central o máximo.

Las tensiones de tracción y compresión a que está sometida la sección indicada serían soportadas por las fibras, si no hubiera defectos o discontinuidades internas (figs. 15 y 16).

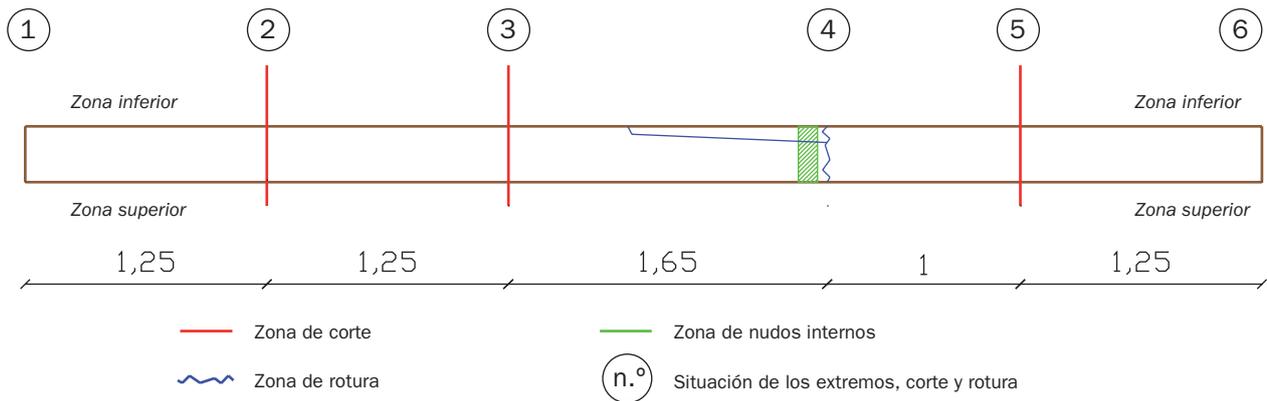


Figura 13. Esquema de la jácena siniestrada.

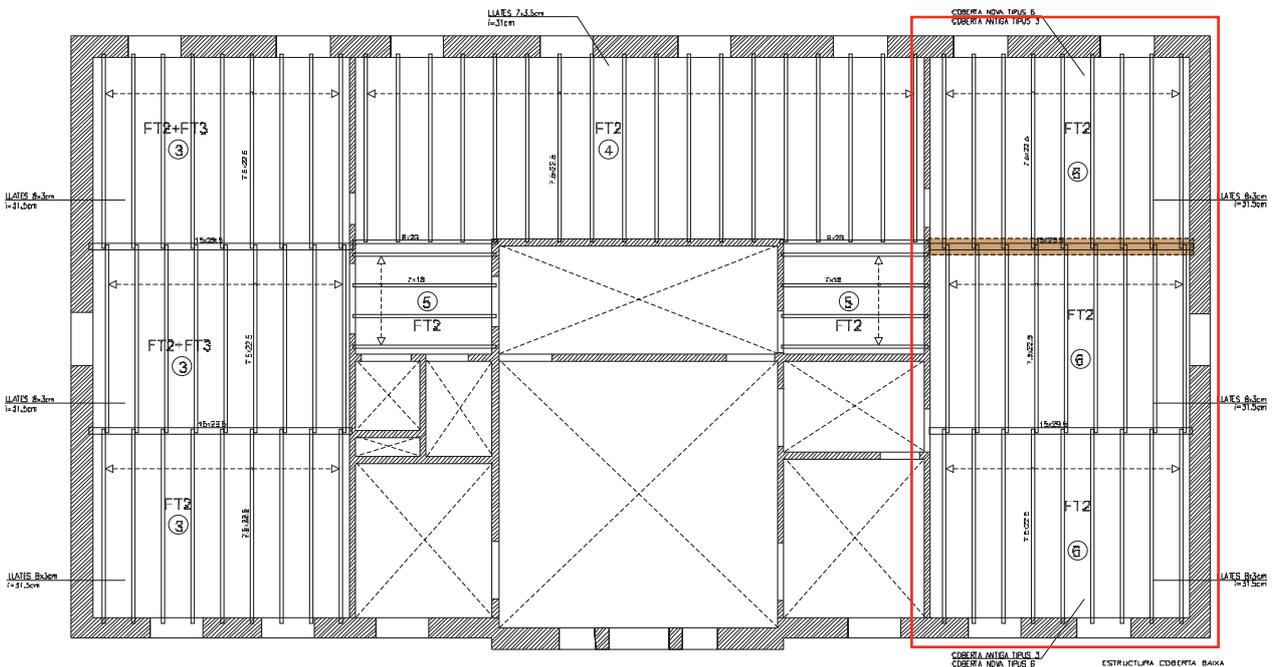


Figura 14. Esquema de la planta cubierta.

Tensiones:

$$\begin{aligned} \sigma_{t,0,d} &= N/Ax = -197,15/457,250 = -4,31 \text{ MPa} \\ \sigma_{m,y,d} &= MY/Wy = -28,71/2.248,146 = -12,77 \text{ MPa} \\ \sigma_{m,z,d} &= MZ/Wz = -2,61/1.181,229 = -2,21 \text{ MPa} \\ \tau_{y,d} &= 1,5 \cdot 5,02/457,250 = 0,16 \text{ MPa} \\ \tau_{z,d} &= 1,5 \cdot -0,16/457,250 = -0,01 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Tensiones admisibles:

$$\begin{aligned} f_{t,0,d} &= 16,61 \text{ MPa} \\ f_{m,y,d} &= 27,69 \text{ MPa} \quad 13,54 \text{ N/mm}^2 \text{ para C22} \\ f_{m,z,d} &= 27,69 \text{ MPa} \\ f_{v,d} &= 2,77 \text{ MPa} \end{aligned}$$

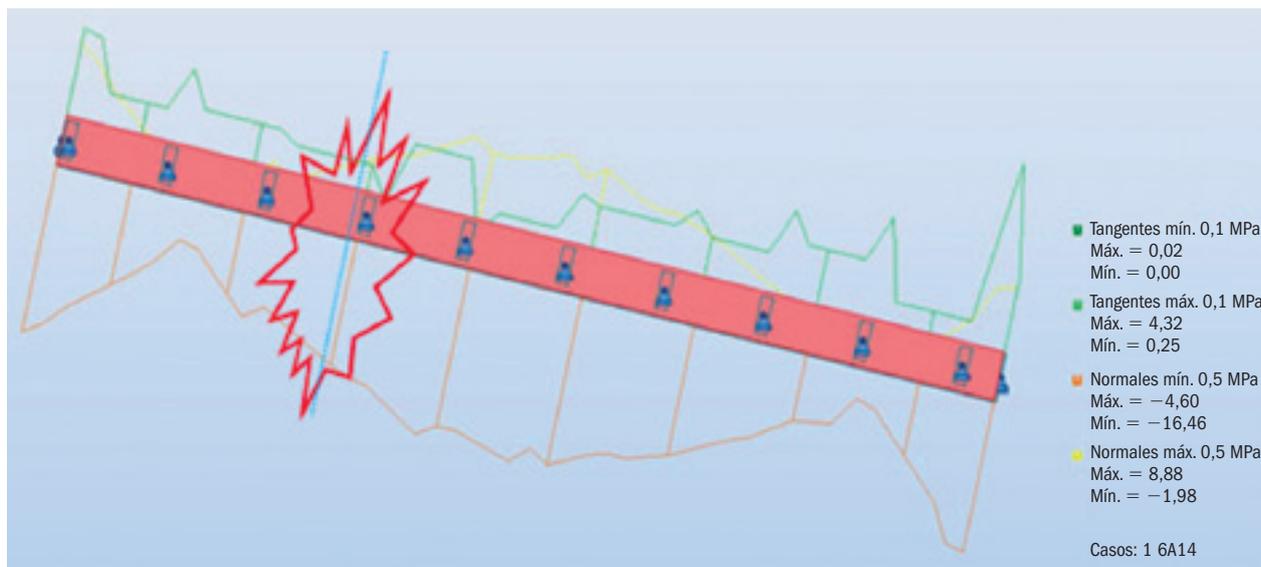


Figura 15. Tensiones en la jácena y en la sección transversal del punto de rotura.

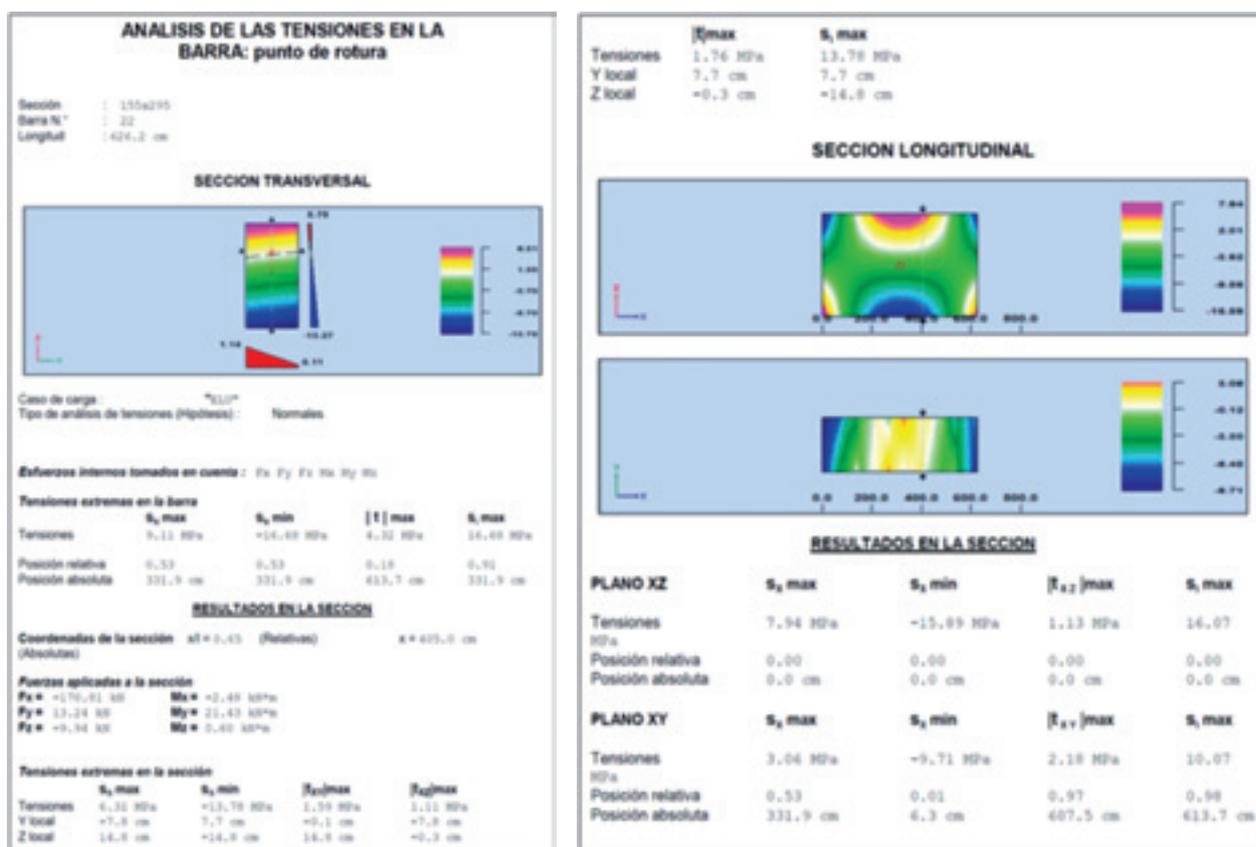


Figura 16. Resultados de cálculo obtenidos del software Robot.

3. CONCLUSIONES

a) La viga siniestrada, con una edad aproximada de 100 años, se encontraba en buen estado de conservación: la viga no presenta ataques xilófagos, ni ataques de hongos, ni humedades. Se encontró una pequeña pudrición parda en una de las

cabezas de viga, pero que no comportaba peligro ni afectaba estructuralmente la viga. Las fendas superficiales entraban dentro de la normalidad y no afectaban al comportamiento estructural.

b) La clasificación de la viga es buena: con una inspección externa de la viga antes de la rotura se

hubiera clasificado como madera de muy alta calidad. Según la normativa española, actualmente se clasificaría con madera MEG.

- c) La viga estaba bien dimensionada: con los cálculos estructurales del comportamiento de la viga se puede garantizar que las tensiones de la viga son aceptables. Concretamente, en el punto de rotura de la viga, las tensiones son inferiores a las máximas de la viga, que son inferiores a su vez a las indicadas en el CTE. Así pues, se puede asegurar que la rotura de la viga no ha sido una falta de sección estructural.
- d) Motivos de la rotura. Creemos que hubo dos motivos que ocasionaron la rotura de la viga: en primer lugar la existencia de una agrupación de nudos no visibles desde el exterior y que ocupaban una parte muy importante de la sección total de la viga, y en segundo lugar el tipo de madera considerada como madera de reacción, en este caso de compresión, que hace disminuir su resistencia. La madera de compresión solo se manifiesta en las zonas conflictivas, en este caso, la zona de nudos. Las alteraciones sufridas en sus propiedades físico-mecánicas hacen que la existencia de madera de compresión se considere un grave defecto, especialmente para madera de

construcción, ya que sometida a esfuerzos de flexión tiene tendencia a la separación de los anillos de crecimiento en capas (como sucedió en la viga). No hubo ningún aumento de carga en la cubierta, ni suspendida bajo ella, que indicase un aumento puntual de los esfuerzos, por lo que ha debido aparecer un fenómeno de fatiga en la sección.

- e) Posibilidad de detección precoz: era y es imposible detectar esta patología externamente con los medios (razonables) disponibles actualmente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

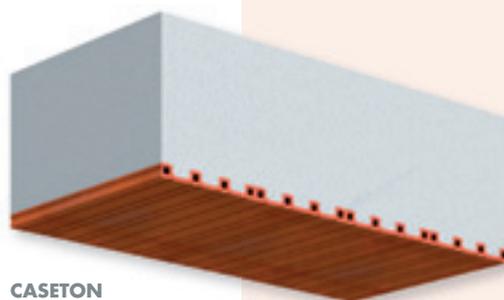
1. L. García Esteban, A. Guindeo Cassauís y otros. *La madera y su anatomía*, p. 34-36. Ed. Fundación Conde de Salazar. Ediciones Mundiprensa, AITIM. Madrid, 2003.
2. L. García Esteban, A. Guindeo Cassauís y otros. *Especies de maderas para construcción, carpintería y mobiliario*, p. 524-527. Imprime Gráficas Palermo, S. L., AITIM. Madrid, 1997.
3. R. Argüelles, F. Arriaga y otros. *Estructuras de madera. Diseño y cálculo*. AITIM. Madrid, 2000.

Casetones KNAUF Ceraclip® para aligeramiento de forjados

- Casetones de poliestireno expandido **EPS** con tableros cerámicos insertados en la cara vista.
- Cumplen con las exigencias del Código Técnico «Documento Básico-SI».
- Resistencia **EI-90** a la propagación de fuego entre sectores de incendio, en sentido transversal (ensayo sin recubrimiento de yeso).
- Máximo aligeramiento sin problemas de fisuras en yesos o colgado de lámparas y falsos techos.



CASETÓN RETICULAR
60 × 60



CASETÓN UNIDIRECCIONAL DE GRANDES CANTOS

Knauf Miret S.L.
c/Calafell, 1- 08720 Vilafranca del Penedès
Tel. 938 906 943 - Fax. 938 906 925
pilar.peiro@knauf.fr
www.knauf-industries.com

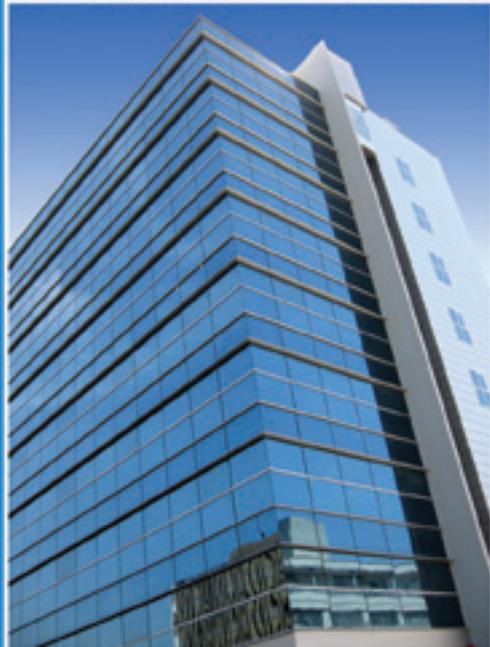
KNAUF INDUSTRIES



LÍDER EN POSTESADO PARA EDIFICACIÓN



Espacios diáfanos (lucos desde 8 a 30 metros)
Grandes cargas (i.e. naves industriales y cubiertas de aparcamientos)
Grandes lucos (i.e. cubiertas de polideportivos) y grandes voladizos
Forjados colgados y losas de transferencia/apoyo



5 Miscel·lània

Conveni escola SERT-IEE

El passat 31 de maig de 2012 se signà un conveni de col·laboració entre l'Institut d'Estudis Estructurals (IEE)-ACE i l'Escola Sert-Col·legi d'Arquitectes de Catalunya (COAC). Amb aquest conveni l'IEE esdevé el desenvolupador i impartidor dels cursos de l'Escola Sert relacionats amb les estructures.

Els primers cursos, fruit d'aquest acord, ja estan en marxa.

El conveni també estableix que els associats de l'ACE puguin gaudir dels mateixos descomptes que els col·legiats del COAC per als cursos desenvolupats dins del seu marc.

CONVENIO ESCOLA SERT-IEE

El pasado 31 de mayo de 2012 se firmó un convenio de colaboración entre el Instituto de Estudios Estructurales (IEE)-ACE y la Escuela Sert-Colegio de Arquitectos de Cataluña (COAC). Con este convenio el IEE se convierte en el desarrollador e impartidor de los cursos de la Escuela Sert relacionados con las estructuras.

Los primeros cursos, fruto de este acuerdo, ya están en marcha.

El convenio también establece que los asociados de la ACE puedan disfrutar de los mismos descuentos que los colegiados del COAC para los cursos desarrollados dentro de su marco.



Robert Brufau (president IEE), David Garcia (President ACE) i Lluís Comeron (Degà COAC). | Robert Brufau (presidente IEE), David García (Presidente ACE) y Lluís Comeron (Decano COAC).

Soluciones innovadoras para el Sector de la Edificación

El sector de la edificación, tanto en obra nueva como en rehabilitación, requiere de los mejores. Usted como profesional y **Sika** como especialista, hacen la alianza perfecta.

Líderes mundiales en el sector, garantizamos su éxito asesorándole en cada momento y ofreciéndole la mejor solución existente, sistemas de productos para cada fase de ejecución de obra o mantenimiento de cualquier tipo de espacio.



Química para la Construcción

Más información



Sika, S.A.U. · Tel.: 916 57 23 75
info@es.sika.com · www.sika.es



Innovation & Consistency | since 1910

6 Llista de membres de l'Associació

Desembre 2012

SOCIS D'HONOR

Antonio Aguado de Cea

Jordi Girona 1-3
Campus Nord UPC
08034 BARCELONA
antonio.aguado@upc.edu

Ramón Argüelles Álvarez

ETS Ingenieros de Montes
Ciudad Universitaria s/n
28040 MADRID
email: ramonarguelles@upm.es

Francesc Bassó i Birulés

Balmes 415, 9è C
08022 BARCELONA
email: ciricibasso@coac.net

Carles Buxadé i Ribot

Major 26
08960 SANT JUST DESVERN

José Calavera Ruiz

Mario Rosso de Luna 29
Zona Industrial
Fin de Semana
Edificio Bracamonte (Edif. 12)
28040 MADRID
email: jcalavera@intemac.es

Rafael Casals i Bohigas †

Betlem 42
08012 BARCELONA

José María Fornons García

Entença 299
08029 BARCELONA

Enrique González Valle

Mario Rosso de Luna 29
Edificio Bracamonte
28040 MADRID
email: egonzalez@intemac.es

Fruitós Mañà i Reixach

Bailèn 7, 2n 2a
08010 BARCELONA

Joan Margarit Consarnau

Major 26
08960 SANT JUST DESVERN
email: 2bmf@coac.net

Antoni Marí i Bernat

Jordi Girona 1-3,
edifici C1, despatx 201 C
Campus Nord UPC
08034 BARCELONA
email: antonio.mari@upc.edu

Florentino Regalado Tesoro

Granja de Rocamora 18, entlo.
03015 ALICANTE

Antoni Torrent i Marquès

Avda. Montevideo 65, 3r 4a
08340 VILASSAR DE MAR

José Antonio Torroja Cavanillas

Príncipe de Vergara 103, 10 D
28006 MADRID

SOCIS EMÈRITS

Rafael Bellmunt i Ribas

Comte Borrell 215, 7è 4a
08029 BARCELONA
email: r.bellmunt@coac.net

José Luis Pedraza i Llanos

Camí de Can Gatxet 47, 1r 2a
08190 SANT CUGAT DEL VALLÈS
email: efarre@apabcn.ictnet.es

José Luis Vázquez i Baanante

Travessera de les Corts 348
08029 BARCELONA
email: joseluisvazquezb@gmail.com

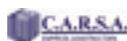
Eduard Hernando i Talo

Jaume I 41
43005 TARRAGONA

Manel García Cabrera

Vía Augusta 4, àtic
08006 BARCELONA

SOCIS PROTECTORS



1P. CONSTRUCCIONES, APLICACIONES Y REFUERZOS, S.A. (CARSA)

1P.1 Fernando Gordún Burillo
De lo Gaiter del Llobregat 125-127
P. I. Can Estruch
08820 EL PRAT DEL LLOBREGAT
email: carsa@carsa-carfoam.com



2P. PREFABRICATS DE CATALUNYA, S.A.

2P.1 Agustí Ferrés Altimiras
Els Plans,
antiga ctra. de la Puda s/núm.
08640 OLESA DE MONTSERRAT
email: Prefcat@prefcat.com
www.prefcat.com



4P. SGS TECNOS, S.A.

4P.1 Vicens Villalba
Llull 95-97, 5a planta
08005 BARCELONA
email: vicens.villalba@sgs.com
www.sgs.es



7P. SISTEMAS DE CIMENTACIÓN, S.A.

7P.1 Manuel Bertran Mariné
Via Augusta 13-15
08006 BARCELONA
email: sc@sistemasdecimentacion.es
www.sistemasdecimentacion.es

8P. ASISTENCIA TÉCNICA INDUSTRIAL, S.A.

8P.1 Jordi Fernández Borreguero
Ronda Can Fatjó 13
08290 CERDANYOLA DEL VALLÈS
email: oct-barcelona@atisae.com
www.atisae.com



9P. INTEMAC

9P.1 Francisco Hostalet Alba
Avda. de la Riera 28
Pol. Ind. Oest 1
08960 SANT JUST DESVERN
email: a2bo@intemac.es
www.intemac.es

11P. PROPAMSA, S.A.U.

11P.1 Manel Soler Caralps
Camí de Ciments Molins s/n
08620 SANT VICENÇ DELS HORTS
email: msoler@propamsa.cemolins.es
www.propamsa.es



14P. ENCOFRADOS J. ALSINA, S.A.

14P.1 Jaume Alsina Oliva
Camí de la Font Freda 1
Polígon Industrial d'en Coll
08110 MONTCADA I REIXAC
email: alsina@alsina.es
www.alsina.es

15P. MEDITERRÀNIA DE GEOSERVEIS, S.L.

15P.1 Joan Recasens Bertran
Passeig La Salle 9, 1r 1a
43850 CAMBRILS
email: joan@geomediterrania.com

16P. TALLERES MANUTENCIÓ, S.A.

16P.1 Armando Lalmolda de la Hija
P. I. «Camí Ral»
Passeig Ferrocarril 383
08850 GAVÀ
email: tamansa@tamansa.com
www.tamansa.com



17P. CENTRO CATALÁN DE GEOTECNIA, S.L.

17P.1 Teodoro González López
Bertran 39, baixos 1a
08023 BARCELONA
email: administracion@geotecnia.biz

21P. EMMSA (ESPAÑOLA DE MONTAJES METÁLICOS)

21P.1 Javier Gil Sánchez
Torres i Amat 7-11
08001 BARCELONA
email: jgil@emmsa.es
www.emmsa.es

23P. CELSA

23P.1 Honorino Ortega Valencia
Camino de las Canteras s/n
45200 ILLESCAS (TOLEDO)
email: hortega@gcelsa.com
www.celsa.com

24P. OCA SOCOTEC, S.A.U.

Av. de la Ferreria 57
Pol. Ind. la Ferreria
08110 MONTCADA I REIXAC
email: barcelona@ocasocotec.com
www.ocasocotec.com



27P. KNAUF MIRET S.L.

27P.1 Daniel Miret Bausili
Calafell 1
08720 VILAFRANCA DEL PENEDÉS

28P. CYPE INGENIEROS, S.A.

28P.1 Bernabé Farré i Oró
Almogàvers 66, 2n A
08018 BARCELONA
email: bernabe.farre@cype.com
www.cype.com



29P. SIKA

29P.1 Eva Cunill Biscos
Travessia Industrial 13
08907 HOSPITALET DE LLOBREGAT
email: cunill.eva@es.sika.com
www.sika.es



30P. CTT. STRONGHOLD, S.A.

30P.1 Pedro Ossó Rebull
Passeig de Gràcia 11, esc. B, 1a pl.
08007 BARCELONA
email: posso@vslsp.com
www.vsl-intl.com



32P. BASF CONSTRUCTION CHEMICALS ESPAÑA S.L.

32P.1 Carmen Moral
Carretera del Mig, 219
08907 L'HOSPITALET DEL LLOBREGAT
email: carmen.moral@basf.com
www.basf-cc.es

33P. ASSOCIACIÓ PER LA CONSTRUCCIÓ D'ESTRUCTURES METÀL·LIQUES (ASCEM)

33P.1 Fermí Arqué Franquesa
Aribau 168, 1r 1a
08036 BARCELONA
email: info@ascem.org
www.ascem.org



34P. ACIEROID, S.A.

34P.1 Ramón Escolano Miguel
Avinguda de la Granvia 179
08908 HOSPITALET DE LLOBREGAT
email: escolano@acieroid.es
www.acieroid.es

35P. EUROPERFIL, S.A.

35P.1 Lluís Paguera Sánchez
Avinguda de la Granvia 179
08908 HOSPITALET DE LLOBREGAT
email: lpaguera@europerfil.es
www.europerfil.es



37P. HILTI ESPAÑOLA, S.A.

37P.1 Albert Marull
Pallars 455
08018 BARCELONA
email: albert.marull@hilti.com



39P. SISTEMES DE REFORÇ ACTIU, S.L.

39P.1 Antoni Aguadé Vila
Jaume Balmes 8
08301 MATARÓ
email: toni@noubau.com
www.noubau.com



42P. ARKTEC, S.A.

42P.1 Alejandro Sarró Alonso
Bailén 7, 3r A
08010 BARCELONA
email: barna@arktec.com
www.arktec.com



43P. 2PE PILOTES

43P.1 Núria Sauleda i Serna
Avda. Maresme 9
08396 SANT CEBRIÀ DE VALLALTA
email: 2pe@2pe.biz
www.2pe.biz



44P. IBERMAPEI, S.A.

44P.1 Antoni Faura Mesa
Plaça Catalunya 20, 5a planta
08002 BARCELONA
email: antonifaura@ibermapei.com
www.mapei.es



45P. TORNILLERÍA INDUSTRIAL, S.A.

45P.1 Daniel Valls Fonoll
Catalunya 11,
P. I. Can Oller
08130 SANTA PERPÈTUA DE LA MOGODA
email: danifonoll@tindsa.com
www.tindsa.com



47P. IBERTRAC, S.L.

47P.1 Víctor Rubio Monsant
Loreto 13-15, D
08029 BARCELONA
email: vrubio@ibertrac.com
www.ibertrac.com



50P. GERB, S.A.

50P.1 Tomás López de Uralde Gines
Paseo de la Castellana 121,
esc. dcha. 2.º C
28046 MADRID
email: tomas.lopez@gerb.com.es
javier.vazquez@gerb.com.es
www.gerb.com



52P. CONSTRUCCIÓ I TRACTAMENT DE REHABILITACIÓ D'EDIFICIS

52P.1 Josep Antoni Martínez
Balmes 245
08006 BARCELONA
email: info@contracta.net

53P. FERROBÉRICA, S.L.

53P.1 Juan Carlos Calderón Apolo
 53P.2 Eduard Barragan Font
 53P.3 Santiago Meseguer Bellés
 Ctra. Martorell a Olesa, km 4,5
 08630 ABRERA
 email: ferrobérica@ferrobérica.com
 www.ferrobérica.com

**61P. CMFSoft**

61P.1 Primitivo Rodríguez
 Valle del Roncal 12
 Edificio Ros Falcón of. 9, pl. baja
 28232 LAS ROZAS - MADRID
 email: cmfsoft@cmfsoft.com
 www.cmfsoft.com

**62P. ENCOFRADOS CASTELL, S.L.**

62P.1 Hilario García Mata
 Camí Can Ferran 13-15
 08403 GRANOLLERS
 email: encofradoscastell@ecastell.com
 www.ecastell.com

**64P. PERLITA Y VERMICULITA, S.L.**

64P.1 Jeremías Marques
 Pol. Can Prunera s/n
 email: jmarques@perlindustria.com
 www.perlitayvermiculita.com

**65P. TECNIFUSTA ENGINEERIA, S.L.**

65P.1 Jordi Figueras Figueras
 Closa d'en Llop 110, apt. 213
 17130 L'ESCALA
 email: info@tecnifusta.com
 www.tecnifusta.com

**66P. BOSCH & VENTAYOL GEOSERVEIS, S.L.**

66P.1 Albert Ventayol Lázaro
 Rocafort 261, àtic 2a
 08029 BARCELONA
 email: aventayol@boschiventayol.com
 www.boschiventayol.com

**67P. ATRUM SOLUCIONES INTEGRALES, S.L.**

67P.1 Àngel Truzman Cifuentes
 Chapí 17, local 1
 08031 BARCELONA
 email: info@atrum.es
 www.atrum.es

**68P. URETEK SOLUCIONES INNOVADORAS, S.L.U.**

68P.1 Rubén Galisteo del Río
 Príncipe de Vergara 126
 28002 MADRID
 email: uretek@uretek.es
 www.uretek.es

**69P. GEAS INTEGRAL, S.L.P.**

69P.1 Javier Pastor Cañadas
 Ronda Santa Eulàlia 18, local
 08780 PALLEJÀ
 email: geas@geas.es
 www.geas.es

**70P. PLAKABETON SLU**

70P.1 Alexandre Damon
 Acústica 14, P. I. Santa Rita
 08755 CASTELLBISBAL
 email: a.damon@plakagroup.es
 http://es.plakagroup.com/index/es-es/

**71P. ITW CONSTRUCTION PRODUCTS**

71P.1 Àlvaro Bizarri Albarrán
 Murcia 36, P. I. Les Salines
 08830 SANT BOI DE LLOBREGAT
 email: a.bizarri@itw-cp.com
 http://www.spit.es

SOCIS NUMERARIS PROFESSIONALS

11. BRUFAU, OBIOL, MOYA I ASSOCIATS, S.L.

11.1 Robert Brufau i Niubó
 11.2 Agustí Obiol i Sánchez
 11.3 Lluís Moya i Ferrer

BOMA BARCELONA

11.4 Miguel Àngel Sala i Mateus
 11.5 Antoni Orti i Molons
 11.7 Ignacio Costales Calvo
 11.8 Alicia Huguet González
 11.9 Carles Jaén González
 11.10 Anabel Lázaro Yus
 11.11 Fernando Llaberia Martínez
 Hercegovina 23, baixos
 08006 BARCELONA
 email: info@bomainpasa.com
 www.bomainpasa.com

BOMA NORTE

11.12 Diego Martín Sáiz
 Muelle Tomás Olabarrí 3, bajos
 48930 LAS ARENAS-GETXO VIZCAYA
 email: boma.norte@bomainpasa.com

BOMA MADRID

11.14 Xavier Aguiló Aran
 Marqués del Riscal 8, 4.º A
 28010 MADRID
 email: boma.madrid@bomainpasa.com

BOMA INTERNACIONAL

11.15 Guillem Baraut i Bover
 Hercegovina 23, baixos
 08006 BARCELONA
 email: guillem.baraut@bomainpasa.com

13. INDUS CÀLCULO, S.A.

13.1 Jordi Pedrerol Jardí
 13.4 Xavier Mas Garcia
 13.5 Cesc Aldabó Fernández
 13.6 Luis Chóliz del Junco
 Via Augusta 4, àtic
 08006 BARCELONA
 email: jpedrerol@indus-eng.com
 www.indus-eng.com

14. PBX CENTRE DE CÀLCUL, S.L.

14.1 Enric Xercavins i Valls
 14.2 Josep Xercavins Batlló
 Can Xercavins
 Apartat de correus 359
 08191 RUBÍ
 email: pbx@pbx.cat
 www.pbx.cat

16. area5

16.1 Antoni Massagué i Oliart
 Camp 63, baixos
 08006 BARCELONA
 email: antoni.massague@area5.cat

18. Jesús Pérez i Lluch

Gran Via 339, 1r
 08014 BARCELONA

20. STATIC INGENIERÍA, S.A.

20.1 Gerardo Rodríguez i González
 20.2 Miguel Rodríguez Niefenführ
 20.3 Luis Cortés Mínguez
 Passeig d'amunt 18,
 entresòl 1a
 08024 BARCELONA
 email: static@static-ing.com
 www.static-ing.com

21. CABEZAS & GÓNGORA, S.L.

21.1 Francisco Cabezas i Cabello
 21.2 Juan José Moreno Cabrera
 San Fructuós 80, baixos
 08004 BARCELONA
 email: cyg@cygsl.com

25. Juan José Ibáñez i Acedo

Santa Teresa 42A
 08172 SANT CUGAT DEL VALLÈS
 email: jji@arrakis.es
 www.jji-ingenieria.com

27. Llorenç García i Geira

Passeig del Canal 25, 3r 1a
 08970 SANT JOAN DESPÍ
 email: ll.garcia@coac.net

- 29. Vicens Moya i Torredadell**
Sant Iscle 5
17400 BREDA
email: vimoto@comasmoya.com
- 30. Pere Sobré i Massagué**
Borrell 2B, 1r 2a
08202 SABADELL
email: p.sobre@telefonica.net
- 31. NB 35 barcelona**
31.1 Enric Torrent i Figuerola
Taquígraf Garriga 10
08014 BARCELONA
email: bcn@nb35.es
- 33. GENESCÀ MOLIST, SL.**
33.1 Josep M. Genescà i Ramon
33.2 Marcel Cruells Castellet
Numància 63, entresòl
08029 BARCELONA
email: amparo@coac.net
- 35. BLÁZQUEZ-GUANTER, S.L.P.**
35.1 Antoni Blázquez i Boya
35.2 Lluís Guanter i Feixas
Sant Josep 3
17004 GIRONA
email: info@bg-arquitectes.com
www.bg-arquitectes.com
- 37. L3J, S.L.P.**
37.1 Jaime Pastor i Sánchez
Avda. Cornellà 13-15, edifici Símbol,
local 5, nivell 2
08950 ESPLUGUES DE LLOBREGAT
email: jaimepastor@eletresj.com
- 38. Jordi Padró i Quintana**
Passeig Comte d'Egara 10
08221 TERRASSA
email: caire@ctv.es
- 39. R.M. CÀLCULO DE ESTRUCTURAS**
39.1 Josep M. Ramos i Mezquita
39.2 Raúl Montes Usategui
Suïssa 13
08023 BARCELONA
email: rm-calculo@coac.net
- 44. TRANSMETAL, S.A.**
44.1 Lucindo Lázaro i Rico
P. I. «Les Argelagues»
08185 LLIÇÀ DE VALL
email: transmetal@transmetalsa.com
www.transmetalsa.com
- 45. ESTRUCTURAS NAVÀS S.A.**
45.1 Josep Lluís Sánchez i Sánchez
Ronda Ponent 5-11
08820 EL PRAT DE LLOBREGAT
email: tecnica@grupo-navas.com
www.grupo-navas.com
- 47. VALERI CONSULTORS ASSOCIATS**
47.1 Josep Maria Valeri i Ferret
47.2 Mercè Ramos i Ortiz
47.5 Ramon Costa i Farràs
Bailèn 7, 2n 2a
08010 BARCELONA
email: valeri@valericonsultors.net
www.valericonsultors.net
- 48. AGW CONSULTORS ESTRUCTURES, S.C.P.**
48.1 Ferran Anguita de Caralt
48.2 José Luis Galindo Rubio
Concili de Trento 36-40, baixos
08018 BARCELONA
email: f.anguita@coac.es
- 49. Josep M. Masanés i Meseguer**
Ermengarda 32, local 3
08014 BARCELONA
email: jmmm@coac.net
- 51. TECTUM ENGINEERING, S.L.P.**
51.1 Xavier Mateu i Palau
Autonomia 2, local C
08225 TERRASSA
email: tectum@coac.cat
http://arquitectes.coac.cat/tectum/
www.silicics.comlu.com
- 52. Josep Baquer i Sistach**
Domènech 6, 3r 6a
08172 SANT CUGAT DEL VALLÈS
email: jbaquer@apabcn.cat
- 53. GWAMBA CONSULTORIA D'ESTRUCTURES, S.L.P.**
53.1 Raül Núñez i Lacarra
Avet 6
08186 LLIÇÀ D'AMUNT
email: arquitectura@gwamba.cat
- 55. MANUEL ARGUIJO Y ASOCIADOS, S.L.**
55.1 Manuel Arguijo Vila
Llull 51, 4t 4a
08005 BARCELONA
email: arguijo@coac.es
- 56. GMK ASSOCIATS, S.L.**
56.1 Miquel Llorens i Sulivera
56.3 Josep Bellés Gea
Joan Alsina 5, entresòl
17003 GIRONA
email: gmk@gmkgrup.com
- 58. FALGUERA I ASSOCIATS CONSULTORS D'ESTRUCTURES, S.L.P.**
58.1 Xavier Falguera Valverde
58.2 Israel García Nadal
Carrer dels Arcs 8, 2n 1a
08002 BARCELONA
email: xavier.falguera@aaupc.upc.edu
- 59. Martí Cabestany i Puértolas**
Passeig Joan de Borbó 27, 3r
08003 BARCELONA
email: martins@arquired.es
- 60. STABIL ARQUITECTURA, S.L.**
60.1 Jordi Oliveras i Reder
Aribau 15, 5è. despatx 11
08011 BARCELONA
email: j.oliveras@coac.es
- 61. Eduard Doce Goicoechea**
Avda. La Miranda 28
08950 ESPLUGUES DE LLOBREGAT
email: eduard.doce@coac.net
- 62. Jaume Vizcarro i Pedrol**
Avda. Mistral 8, escala C, despatx 5
08015 BARCELONA
email: jaumevizcarro@menta.net
- 63. BIS ARQUITECTES, S.L.P.**
63.1 David Garcia i Carrera
63.2 Esther Muñoz Gavilán
63.3 Marta Farrús Cassany
63.5 Marina Vilà Pau
63.6 Amparo Lecha Gargallo
63.7 Maite Ramos Martínez
Enric Granados 135, 5è 1a
08008 BARCELONA
email: davidg@bisarquitectes.com
www.bisarquitectes.com
- 64. LAND PLANIFICACIÓ I PROJECTES**
64.1 Miquel Capdevila I Bassols
Pare Roca 4
17800 OLOT
email: land@coac.net
- 66. Oriol Marron i Puigdueta**
Viladomat 140 bis, 4t 5a
08015 BARCELONA
email: marron@arquired.es
- 67. Emma Planas Ferrer**
Diputació 27-33, sobreàtic 2a
08015 BARCELONA
email: eplanas@apabcn.cat
- 68. ATEH (TENSIOMAQ, S.L.)**
68.1 Enric Heredia Campmany-Gaudet
Carrer del Julivert 46
08860 CASTELLDEFELS
email: estructura@ateh.net
www.ateh.net
- 69. Eduard Palao Aguilar**
Dr. Martí i Julià 13
08820 EL PRAT DE LLOBREGAT
email: e.palao@coac.net
- 70. FORBACSA**
70.1 Ferran Teixidó Martínez
70.2 Ramon Caralt Delcor
Balmes 23, 4t
25006 LLEIDA
email: forbacsa@forbacsa.com
www.forbacsa.com

- 72. JOSEP PALAU I GRAU**
 72.1 Josep Palau i Grau
 Carrer del Jardí 11-D
 08202 SABADELL
 email: josep_palau@coac.net
- 75. KUBIC CONSULTORÍA TÉCNICA, S.L.**
 75.1 Miquel Flequé i Melé
 Costa Magdalena 2, 4t B
 25007 LLEIDA
 email: kubic@kubic3.com
- 76. ESTUDI m103, S.L.**
 76.1 Jorge Blasco Miguel
 Avda. Madrid 103-105, entresòl 2a
 08028 BARCELONA
 email: jorge.blasco@coac.es
- 78. A DE ARQUITECTURA**
 78.1 M. José Martínez Vilchez
 Casp 118-120, 1r 4a
 08013 BARCELONA
 email: adearquitectura@terra.es
- 81. ESTUDIOS Y SOLUCIONES EN LA INGENIERÍA, S.L.**
 81.1 José Falcón López
 Ronda Europa 60, 5è 4a
 Edifici Eurocentre
 08800 VILANOVA I LA GELTRÚ
 email: esin@cetib.ictnet.es
- 82. ENGIPROJECT, S.L.**
 82.1 David Rodríguez Santás
 82.3. Enric Font Mendiola
 Almogàvers 66, 1r B
 08018 BARCELONA
 email: drs@engiproject.com
 www.engiproject.com
- 83. PL2 ENGINYERIA D'ESTRUCTURES I FONAMENTACIONS, S.L.**
 83.1 Bernabé Farré i Oró
 Almogàvers 66, 2n
 08018 BARCELONA
 email: enginyeria@pl2.es
 www.pl2.es
- 89. 2BMFG ARQUITECTES, S.L.P.**
 89.1 Ramon Ferrando Ríos
 89.2 Carles Gelpí Arroyo
 89.3 Eduard Reus Plana
 Major, 26
 08960 SANT JUST DESVERN
 email: estudi@2bmfmg.com
 www.2bmfmg.com
- 91. Josep Maria Cots Call**
 Rambla d'Aragó 14, 6è 1a
 25002 LLEIDA
 email: info@josepcots.com
- 92. Emma Leach Cosp**
 Reina Victòria 4, baixos
 08021 BARCELONA
 email: emmaleach@coac.net
- 93. Laureà Miró Bretos**
 Pl. Josep Tarradellas 21-27, 3r 2a
 08340 VILASSAR DE MAR
 email: laurea@laureamiro.com
 www.laureamiro.com
- 94. STRAIN ENGINEERING, S.L.**
 94.1 Carles Teixidor Begudan
 94.2 Francesc Arbós Bellapart
 Ctra. de la Parcel·lària 32
 17178 LES PRESES
 email: farbos@strain.es
 cteixidor@strain.es
 www.strain.es
- 95. OB ENGINYERIA, S.L.**
 95.1 Joel Orobitg Pérez
 Roc dels escollons 8, 2n D
 A0500 ANDORRA LA VELLA
 email: joel@obenginyeria.com
- 97. CAMPANYÀ I VINYETA SERVEIS D'ARQUITECTURA, S.L.**
 97.1 Carles Campanyà i Castelltort
 Joaquim Molins 5, 5è 3a
 08028 BARCELONA
 email: cvarq@cvarq.com
- 98.1 Pere Castelltort Sales**
 98.2 Josep Lluís Ortega Blanco
 Saragossa 108, baixos
 08006 BARCELONA
 email: castelltort@coac.es
- 99. Frederic Casals Domingo**
 Sant Elies 29-35, esc. B, 6è 4a
 08006 BARCELONA
 email: fcasals@coac.net
- 100. Raúl Lechuga Durán**
 Lezabide 15, 4.º A
 20110 PASAIA (GUIPUZCOA)
 email: raule75@gmail.com
- 101. ESKUBI-TURRÓ ARQUITECTES, S.L.**
 101.1 Juan Ignacio Eskubi Ugarte
 Girona 62, baixos, local b
 08009 BARCELONA
 email: esk-nur@coac.net
- 102. CALTER INGENIERÍA, S.L.**
 102.1 Juan Carlos Arroyo Portero
 Valenzuela 8, 2.º izquierda
 28014 MADRID
 email: calter@calter.es
 www.calter.es
- 103. BERNUZ FERNÁNDEZ ARQUITECTES, S.L.P.**
 103.1 Manuel Fernández Pérez
 103.2 Jordi Bernuz Bertolin
 Doctor Trueta 154, baixos
 08005 BARCELONA
 email: estudi@coac.es
 estudimf@coac.es
- 104. ORIOL PALOU JULIÁN**
 Badajoz 91
 08005 BARCELONA
 email: estructura@coac.net
 www.sustenta.eu
- 106. INARGEST, S.L.**
 106.1 Juan Ramón Aurrekoetxea
 Aurrekoetxea
 Cr. Bilbao-Galdako 6A, of. 2B
 Edificio Metroalde
 48004 BILBAO
 email: inargest@infonegocio.com
 www.inargest.com
- 107. ENGINYERIA REVENTÓS, S.L.**
 107.1 Manuel Reventós Rovira
 Pere IV 363-38, 1r local 15
 08020 BARCELONA
 email: info@ereventos.com
 www.ereventos.com
- 108. MP3 ARQUITECTURA I ESTRUCTURA, S.C.P.**
 108.1 Carles Padrós Sallés
 Montserrat 95
 08221 TERRASSA
 email: mp3@mp3web.cat
- 109. FS ESTRUCTURAS, S.L.**
 109.1 Fernando Sarría Pueyo
 109.2 Javier Asensio Olaso
 109.3 Sergio Jiménez Romero
 Plaza Mayor 19-21, bajos
 31621 SARRIGUREN
 email: info@fsestructuras.com
- 110. FUNDACIÓ INSTITUT TECNOLÒGIC DE LLEIDA**
 110.1 Marta Torras Isla
 Parc de Gardeny edifici 29,
 porta B
 25003 LLEIDA
 email: marta.torras@itl.cat
- 111. Juan José Rosas Alaguero**
 Sant Quintí 52-68
 08041 BARCELONA
 email: juanjose.ra@telefonica.net
- 112. Francisco Duarte Jiménez ESTUDIO DUARTE Y ASOCIADOS S.L.P.**
 Diego Angulo Iñiguez 14, 1.º A
 41018 SEVILLA
 email: paco@duarteasociados.es
- 113. José Ramón Solé Marzo WINDMILL STRUCTURAL CONSULTANTS S.L.P.**
 Av. Bellissens 42
 Ed. Tecnoparc, despatx 225
 43204 Reus (TARRAGONA)
 email: administracion@windmill.com.es
 www.windmill.com.es

114. THINK ENGINYERIA, S.L.P.

114.1 Jordi Parés Massagué
114.2 Jordi Velasco Saboya
Calaf 24, 5è 3a
08021 BARCELONA
email: info@thkng.com
www.thkng.com

SOCIS ACADÈMICS

AD1. Jaume Avellaneda Díaz-Grande

Pere Serra 1-15
08190 SANT CUGAT DEL VALLÈS
email: avellaneda@ca1.upc.es

AD2. Narcís Majó i Clavell

Sant Agustí 40
08301 MATARÓ
email: narcis@noubau.com

**AD3. FERRÉS ARQUITECTOS
Y CONSULTORES, S.L.**

Xavier Ferrés Padró
Passatge Marimón 6, 2n 2a
08021 BARCELONA
email: xferrés@ferrésarquitectos.com

AD4. Ramon Sastre i Sastre

ETS ARQUITECTURA DEL VALLÈS
Pere Serra 1-15
08190 SANT CUGAT DEL VALLÈS
email: ramon.sastre@upc.edu

AD5. Antoni Paricio Casademunt

ETS ARQUITECTURA DEL VALLÈS
Pere Serra 1-15
08190 SANT CUGAT DEL VALLÈS
email: antoni.paricio@upc.edu

AD7. David Lladó Porta

Gran Via Carles III 58-60, «B» local
08028 BARCELONA
email: dacar@coac.net

AD8. Jordi Maristany Carreras

ETSAB
Avinguda Diagonal 649, 3a planta
08028 BARCELONA
email: jordi.maristany@upc.edu

AD9. Francisco Muñoz Salinas

ETSAV
Pere Serra 1-15
08173 SANT CUGAT DEL VALLÈS
email: francisco.munoz@upc.edu

AD10. César Díaz Gómez

ETSAB
Avinguda Diagonal 649, 3a planta
08028 BARCELONA
email: cesar.diaz@upc.edu

AD11. Javier López-Rey Laurens

ETSAB
Avinguda Diagonal 649, 3a planta
08028 BARCELONA
email: javier.lopez-rey@upc.edu

AD12. Joan Ramon Blasco Casanovas

ETSAB
Pere Serra 1-15
08190 SANT CUGAT DEL VALLÈS
email: joan.ramon.blasco@upc.edu

**SOCIS ASPIRANTS
PROFESSIONALS**

A5. Sílvia Hernández Antón

Hercegovina 25, local 4
08006 BARCELONA
email: shernandez@bomainpasa.com

A6. Paulino Vicente Rodríguez

Hercegovina 25, local 4
08006 BARCELONA
email: pvicente@bomainpasa.com

A8. Clara Bretón Brat

Hercegovina 25, local 4
08006 BARCELONA
email: clara.breton@salaconsultors.com

A11. Dídac Hueso Falguera

Pg. del Born 17, 2n 5a
08003 BARCELONA
email: estudiborn@coac.net

A12. Bernat Nadal Martí

Berenguer de Tornamina 7, 2n 1a
07012 PALMA DE MALLORCA
email: bernat@axilconsulting.com
www.axilconsulting.com

A16. Ana Andrade Cetto

IDOM INGENIERÍA Y SISTEMAS S.A.
Gran Via Carles III 97, baixos
08028 BARCELONA
email: aacetto@hotmail.com

A18. Marta Solé Arbués

TUTOR: BIS ARQUITECTES
Enric Granados 135, 5è 1a
08008 BARCELONA
email: msole@bisarquitectes.com

A20. Esther Viladrih Granda

EUROPEA INGENIEURBURO S.L.
TUTOR: GERARDO VIDAL PUEYO
Independència 240, baixos
08025 BARCELONA
email: europea@ing-europea.com

A28. Laia Picarín Maciás

TUTOR: BIS ARQUITECTES
Enric Granados 135, 5è 1a
08008 BARCELONA
email: lpicarín@bisarquitectes.com

A29. ESTRUCTURAS MONGE

Ricard Monge Zaragoza
Avda. Ramón y Cajal 57, 7 E
43005 TARRAGONA
email: r.monge@estructurasmonge.com

A36. Josep Agustí de Ciurana

Tejería 28, 4.º derecha
31011 PAMPLONA
email: josepagusti@arquired.es

A38. Blanca Boira Sales

TUTOR: BOMA SL
Hercegovina 23, baixos
08006 BARCELONA
email: bboira@bomainpasa.com

A40. Xavier Reina Vázquez

XAVIER REINA-ARQTEC S.L.
Rambla Llibertat 16-18, 2D
17834 PORQUERES
email: xreina@aparellador.org

A41. César Vázquez Valcárcel

Armónica 60, 5è
27002 LUGO
email: cesar@indutecingenieros.com

A42. Rosa María Buadas Brujat

TUTOR: BG ARQUITECTES S.L.P.
Sant Josep 3
17004 GIRONA
email: rosam@bg-arquitectes.com

A44. Rubén Sánchez Anguera

Plaça Nova 2, ent. 4a
08191 RUBÍ
email: rubensanchez@apabcn.cat

A46. José Antonio Muiños Acuña

Álvaro Cunqueiro 10, 1.º F
36211 VIGO
email: estructalc@gmail.com

A47. Iván Florencia Vasallo

IDOM INGENIERÍA
Y SISTEMAS, S.A.
Gran Via Carles III 97, baixos
08028 BARCELONA
email: ivan.florencia@idom.com

48. Marc Bàrbara Sirera

ARQUITECTES I CONSULTORS
S4, S.L.P.
Aribau 143, 2n 2a
08036 BARCELONA
email: info@s4arquitectes.com

A49. Xavier Alberola i Criado

Avda. Catalunya 105, 2n 2a
08757 CORBERA DE LLOBREGAT
email: xavier_alberola@hotmail.com

A50. Roger Senís López

Passeig del Congost 187, 3r 1a
08530 LA GARRIGA
email: roger_senyis@hotmail.com

A51. Rodrigo Martín Saiz
 BOMA S.L.
 Hercegovina 25, entresòl
 email: rodrigo.martin@boma.es

A52. Xavier Coll Bastus
 Galileu 300, E3
 08028 BARCELONA
 email: xaviercollbastus@hotmail.com

A53. Jordi Payola Lahoz
 TUTOR: ROBERT BRUFAU NIUBÓ
 Hercegovina 23, baixos
 08006 BARCELONA
 email: jordipayola@coac.cat

A54. Gerant Yeray Bordon de Benito
 BOMA S.L.
 TUTOR: FERRAN LLABERIA MARTÍNEZ
 Hercegovina 23, baixos
 08006 BARCELONA
 email: gerant.bordon@boma.es

A55. Nuria Ayala Mitjavila
 D'AURA ARQUITECTURA
 Francesc Carbonell 34, baixos B
 08034 BARCELONA
 email: tecnic@dauraestudio.com

A57. Ana Belén Jiménez Gañan
 BOMA S.L.
 Hercegovina 23, baixos
 08006 BARCELONA
 email: anabelen@boma.es

A58. Josep Picarín Macias
 TUTOR: ROBERT BRUFAU NIUBÓ
 Comte Borrell 183
 08015 BARCELONA
 email: jpicarin@hotmail.com

A59. Marc Sanabra Loewe
 EPSEB
 Doctor Marañón 44-50,
 3a pl., edifici P
 08034 BARCELONA
 email: marc.sanabra@upc.edu

A60. César Cano Almon
 Avinguda Indústria 9, 3r B
 08960 SANT JUST DESVERN
 email: ccano@ccano.net

SOCIS ASPIRANTS ESTUDIANTS

AE4. Ramon Freixes Capdevila
 Travessera de Gràcia 66, 3r 2a
 08006 BARCELONA
 email: rfc1309@yahoo.es

AMIC DE L'ACE

1. Josep Pugibet Martí

Si desitgen el telèfon d'algun dels nostres associats, poden demanar-lo a secretaria.

Si desean el teléfono de alguno de nuestros asociados, pueden pedirlo en secretaría.



Vol saber per què les més importants firmes d'arquitectura confien en nosaltres?



Perquè el nostre objectiu és part del seu camí

CENTRO CATALÁN GEOTECNIA

La clau de la nostra companyia no és que tinguem les màquines més modernes del mercat, sinó que disposem del millor equip de professionals per aconseguir els resultats més rigurosos i fiables.

- Assessorament en geotècnia i geologia.
- Estudis geològics, geotècnics, hidrogeològics, mediambientals, contaminació de sòls.
- Sondeigs a rotació de testimoni continu, helicoidal i penetromètrics (DPSH i Borros).
- Estudi de patologies del terreny.
- Depressió del nivell freàtic.
- Micropilots, pilots, injeccions, ancoratges, bulons.
- Direcció d'obra.

Adecuación estática de las estructuras de albañilería



Iglesia de Ibi (Alicante)

Productos utilizados:
PLANITOP HDM MAXI y MAPEGRID G220

- **Mapei FRG System**
Sistema de refuerzo estructural con materiales compuestos de matriz inorgánica, de alta ductilidad, para reforzar elementos de piedra, ladrillo y tufo
- **Mapegrid G 120**
- **Mapegrid G 220**
Mallas estructurales aprestadas de fibra resistente a los álcalis (A.R.)
- **Planitop HDM**
- **Planitop HDM Maxi**
- **Planitop HDM Restauro**
Morteros bicomponentes fibrorreforzados de elevada ductilidad, con reactividad puzolánica y bajo módulo elástico

