

## ACTIVIDADES DE LA CÁTEDRA EMPRESA ANEFA DE LA E.T.S. DE INGENIEROS DE MINAS DE MADRID

Dulce Gómez-Limón Galindo<sup>(1)</sup>, Adolfo Núñez Fernández<sup>(2)</sup>, José Luis Parra y Alfaro<sup>(3)</sup>

(1) Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de la Universidad Politécnica de Madrid. Calle Ríos Rosas, 21.28003 Madrid. España. E-mail: [dulce.gomezlimon@upm.es](mailto:dulce.gomezlimon@upm.es).

(2) Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de la Universidad Politécnica de Madrid. Calle Ríos Rosas, 21.28003 Madrid. España. E-mail: [adolfo.nunez.fernandez@upm.es](mailto:adolfo.nunez.fernandez@upm.es).

(3) Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de la Universidad Politécnica de Madrid. Calle Ríos Rosas, 21.28003 Madrid. España. E-mail: [joseluis.parra@upm.es](mailto:joseluis.parra@upm.es)

### RESUMEN

La Cátedra ANEFA de Tecnología de Áridos, es una de las Cátedras Universidad-Empresa de la E.T.S de Ingenieros de Minas de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). Fue creada hace diez años y está patrocinada por ANEFA (Asociación Nacional de Empresarios Fabricantes de Áridos).

Desde su creación se han realizado numerosas actividades, fundamentalmente de formación en materias del sector de los áridos, tanto a los alumnos de los últimos cursos de la Escuela de Minas, como a alumnos de postgrado que quieran una actualización de conocimientos, incorporando los últimos avances tecnológicos. Esta última formación se realiza de forma semipresencial, empleando una plataforma de Internet de la UPM para seguimiento de la enseñanza no presencial.

También se han realizado cursos y jornadas de uno o dos días de duración, en temáticas de actualidad e interés para los profesionales y empresarios del sector. Así como impartición de conferencias en diferentes foros universitarios, profesionales o escolares.

Otra actividad importante es el fomento y apoyo a la investigación dentro del sector de los áridos.

### ABSTRACT

The ANEFA Chair of Technology of aggregates, it is one of the University-Company Chairs of the School of Mines of the Polytechnical University of Madrid. It was created ten years ago and it is supported by ANEFA.

From its creation have been realized a lot of activities, training of students of the last courses of mining engineer and postdegree that want to increase the knowledge of the matter, incorporating the last technological advances. This postdegree training is realized of form b-learning, using an internet support of the UPM, that allows the follow-up of the training not presencial.

Also others short courses have been realized, in subject of current and interest for the professionals of the aggregates sector. So as conferences in academic forums.

Another important activity is to promote and support research in the aggregates sector.

Palabras clave: Cátedras Universidad-Empresa, tecnología de áridos, formación, investigación, University-Company Chairs, technology of aggregates, training, researching

## INTRODUCCIÓN

Las Cátedras-Empresa son una iniciativa pionera de la Escuela de Minas de Madrid y representan un intento de vincular más estrechamente la docencia y la investigación de la Escuela con las demandas de la industria.

Su objetivo es establecer convenios de colaboración permanente entre la Escuela y las empresas destacadas del entorno industrial. Estos convenios se basan siempre en principios de mutuo beneficio y no en criterios de subvención a fondo perdido o ayudas sin retorno.

Mediante estos convenios que firma el Rector de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) y el máximo representante de la empresa, se establecen actividades de interés común tanto docentes, como de investigación o de imagen. La Escuela facilita la selección de alumnos de los últimos cursos a las empresas y éstas pueden aportar una formación complementaria y concreta a estos estudiantes para facilitar su integración en el mercado laboral, en condiciones de alta competitividad.

En cuanto a la investigación, desarrollo e innovación la Escuela facilita personal y medios para llevar a cabo esta actividad, con unos costes muy ventajosos, proyectos conjuntos de interés para la empresa, en temas previamente convenidos.

La Escuela como institución, se beneficia de las aportaciones económicas de las empresas, y sobre todo conoce de cerca las necesidades del tejido industrial y económico. Todo ello dentro del marco de la mejor prestación de servicios a la sociedad, sin perder su propia autonomía y con respeto a la libertad de Cátedra.

Estas Cátedras son instrumentos valiosos de acercamiento entre la Escuela de Minas y las Empresas.

La primera Cátedra-Empresa se formalizó en 1995, con la Cátedra Repsol. Desde el año 1999 la Dirección de la Escuela ha intensificado esta valiosa herramienta de gestión y ordenación académica, existiendo en la actualidad 13 Cátedras-Empresa.

La Cátedra ANEFA de Tecnología de Áridos se creó hace diez años, y está patrocinada por ANEFA (Asociación Nacional de Empresarios Fabricantes de Áridos).

Su objetivo principal ha sido y es aumentar la formación de los estudiantes de la Escuela de Minas en el campo de los áridos. El acuerdo de constitución se cumple mediante la realización de cursos y seminarios para alumnos de los dos últimos cursos, favoreciendo la participación de prácticas en empresas y proyectos de fin de carrera en las empresas del sector de los áridos. Por otro lado, existe una bolsa de empleo para los alumnos que han cursado la Cátedra ANEFA, donde los empresarios del sector acuden para la selección de estudiantes.

La UPM extiende a los alumnos que han completado los estudios específicos de la Cátedra ANEFA de tecnología de áridos una certificación de haber cursado con aprovechamiento las materias del programa.

También se pretende establecer líneas de investigación adecuadas para contribuir a la mejora de estos materiales.

Su gestión corresponde a una Comisión de Coordinación de Cátedra, que establece la programación anual y realiza su seguimiento. Desde su comienzo hasta junio de 2008 el Coordinador de la Cátedra fue el profesor Benjamín Calvo Pérez, y desde esa fecha hasta

la actualidad esta labor está siendo desarrollada por la profesora Dulce Gómez-Limón Galindo.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Las actividades de la Cátedra han ido incrementándose a lo largo de los años. Desde su creación una de las principales actividades ha sido la formación complementaria en materias del sector de los áridos a los alumnos de los últimos cursos de la Escuela de Minas.

También se favorece la posibilidad de becas, participación de prácticas en empresas y desarrollo de proyectos de fin de carrera, otorgándose al final del curso un Premio al mejor Proyecto Fin de Carrera en la temática de los áridos.

Otra actividad implementada en el curso académico 2009-10 es un curso de postgrado en Tecnología de Áridos acreditado por la UPM, pensando en aquellos profesionales que quieran una actualización de conocimientos, incorporando los últimos avances tecnológicos. Esta última formación se realiza de forma semipresencial, empleando el Gabinete de Tele-Educación de la UPM (GATE) como plataforma de Internet de la UPM para seguimiento de la enseñanza no presencial

También se han realizado jornadas de uno o dos días de duración, en temáticas de actualidad e interés para los profesionales y empresarios de un sector actualmente en crisis, y que por lo tanto, se considera un momento clave para mejorar y hacerlo más competitivo. Igualmente se han impartido conjuntamente con ANEFA conferencias en diferentes foros universitarios, profesionales o escolares, y asistencia grupos técnicos de interés.

Otra importante actividad desarrollada desde el comienzo de la Cátedra ANEFA han sido los proyectos de investigación en el sector de los áridos, cuyo objetivo es la mejora de estos materiales y los procesos de tratamiento. Los resultados obtenidos han servido para la realización de Tesis Doctorales, así como divulgación científica en congresos nacionales e internacionales.

## **ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

En este capítulo se resumen y cuantifican las actividades realizadas y enumeradas en el anterior apartado. Estas son:

### **FORMACIÓN:**

Formación complementaria a las materias de los planes de estudio de las titulaciones oficiales impartidas en Escuela de Minas sobre la tecnología de áridos.

Esta actividad está dirigida a los alumnos de los últimos cursos. Aunque inicialmente tenía una duración de 100h y la actividad docente se realizaba de forma presencial, desde hace dos cursos académicos se desarrolla de forma semipresencial, con una duración de 250h, para el seguimiento de la parte de internet se utiliza la plataforma de la Universidad Politécnica de Madrid (GATE).

El número total de alumnos de la Escuela de Minas que han realizado el curso de la Cátedra ANEFA en los 10 años de actividad docente ha sido de aproximadamente 200 alumnos.

Formación de postgrado: Durante el curso académico 2009-1010 se implantó un curso acreditado por la UPM de Especialista en Tecnología de Áridos (Figura 1).

El programa de formación de este Curso está dirigido fundamentalmente a profesionales relacionados con este campo de la ingeniería, ya que las empresas del sector demandan, cada vez más, técnicos bien cualificados para hacer frente a los nuevos retos tecnológicos. Esto exige una necesidad de perfeccionamiento y reciclaje de los conocimientos.

Este Curso de postgrado de 10 créditos ECTS, equivalente a 250 h, tiene carácter semipresencial (con desarrollo de parte del programa dado de forma presencial y otra por vía Internet). Para ello, la UPM dispone de un Gabinete de Tele-Educación (GATE) que facilita el entorno telecolaborativo y de teleformación necesario para llevar a cabo este proceso formativo. Es posible encontrar información en la Web de la UPM: [www.upm.es](http://www.upm.es), en Posgrados propios de la Universidad Politécnica de Madrid (Formación Continua).



Figura 1. Tríptico informativo del Curso de Especialista en Tecnología de Áridos por la UPM

El objetivo general del programa es proporcionar una formación que garantice la capacitación para la supervisión, control y asesoramiento en materia de gestión eficaz en todos los aspectos relacionados con la actividad profesional del sector de los áridos. El contenido del curso se divide en seis Módulos correspondientes a:

- Introducción. Geología y Prospección Minera
- Explotación
- Calidad
- Tratamiento de áridos
- Seguridad y medio ambiente
- Legislación y gestión económica de los procesos productivos

En el curso académico 2009-10 el número de alumnos inscritos fue de 49, y en este curso 2010-11, el número es de 39 alumnos. En total se ha formado a 88 personas.

En el curso participan 20 profesores, entre los que se encuentran profesores de la Escuela de Minas de la UPM, personal de la Administración Pública, profesionales de varias

empresas del sector de los áridos, así como del Laboratorio Oficial de Ensayos de Materiales de Construcción adscrito a la UPM (LOEMCO).

Para obtener el título de Especialista en Tecnología de Áridos por la Universidad Politécnica de Madrid, será necesario haber cumplido el mínimo de presencialidad señalado en la normativa (60%), haber realizado las actividades de internet, y superar las dos evaluaciones presenciales correspondientes a cada bloque.

El contenido completo del Curso de Postgrado (seis módulos) se encuentra a través de internet. Con objeto de adecuarse a las necesidades propias del GATE (Gabinete de Tele-Educación), el programa del Curso de Postgrado se estructura con gran libertad, en forma de pantallas en cascada, que van abriendo de forma guiada las diferentes opciones que existan.

A modo de ejemplo, se ofrecen a continuación una serie de pantallas de un programa del GATE correspondiente al uso de Internet en la enseñanza dentro de la modalidad de no presencial.

Así, una vez se ha entrado en la dirección del GATE que se facilita después de la matriculación, se solicita un nombre de usuario autorizado con la contraseña oportuna; la pantalla que se ofrece al alumno es la que se muestra en la siguiente Figura 2.

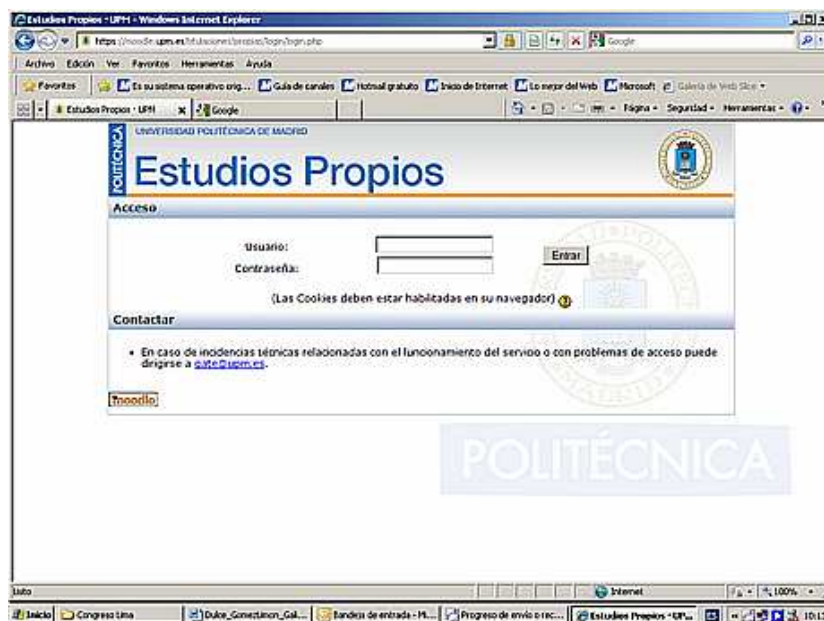


Figura 2. Pantalla de presentación del curso en el GATE

Una vez que se ha insertado la contraseña y el usuario, la pantalla que aparece es la de la Figura 3, donde se muestra la estructura y el calendario del curso, información sobre contactos, presentación de la Cátedra ANEFA, presentación para alumnos, etc.



Figura 3. Pantalla donde se muestra la estructura del curso

Dentro de cada módulo, las opciones que se brindan son muy variadas: foros, tablón de anuncios, ejercicios propuestos por el profesorado, actividades pendientes, seguimiento de las calificaciones obtenidas, relación de alumnos y profesores participantes, material de estudio, documentación adicional, bibliografía, etc.

Para acceder al material de estudio, simplemente hay que pinchar, dentro de cada materia que compone cada uno de los módulos, sobre el título del tema que deseamos descargar. Como documentación adicional, dependiendo de los Módulos, se encuentra información disponible en la Universidad Politécnica de Madrid, que pueden ser libros, DVD, proyectos, etc.

Una vez consultada la documentación principal y adicional, etc., se realizan las actividades del Módulo, que aparecen por debajo del apartado de la documentación.

Para acceder a los Estudios de Postgrado realizados por la U.P.M. será condición necesaria estar en posesión de un título universitario (Arquitecto, Ingeniero, Licenciado, Arquitecto Técnico, Ingeniero Técnico o Diplomado), quedando a cargo de la dirección del curso la selección de los candidatos de acuerdo con los conocimientos y experiencia de cada uno.

Jornadas de Formación de uno o dos días de duración.

Otra de las nuevas actividades iniciadas por la Cátedra ANEFA es la impartición de cursos y jornadas de uno o dos días de duración, en temáticas de actualidad e interés para los profesionales y empresarios del sector, especialmente en este momento de grave crisis, donde se han producido reducciones de producción de áridos en España de hasta el 50%.

Se han celebrado tres cursos con las siguientes temáticas: "Eficiencia Energética en el sector de los Áridos" y dos sobre "Gestión Empresarial y Ahorro de Costes de las

Explotaciones de Áridos”. En ambos el número de asistentes estuvo próximo a 60 personas.

Su objetivo es orientar a los empresarios y profesionales del sector de los áridos tanto en la mejora de la eficiencia energética y ahorro de costes de las explotaciones, como en los aspectos de gestión económica y empresarial del sector de los áridos. Todos estos cursos han tenido una gran acogida con un gran número de inscritos, entre 50 y 70 personas.



Figura 4. Catálogos de Jornadas de Formación para profesionales y empresarios de áridos

## INVESTIGACIÓN:

Financiación y desarrollo de Proyectos de Investigación.

Se han desarrollado un total de 8 Proyectos de Investigación coordinados por profesores de la Escuela de Ingenieros de Minas en temas de aplicación e interés para el sector de los áridos. Estos son:

Ampliación del proyecto “Análisis y prevención de la reactividad árido-álcali para la evaluación de la durabilidad de los hormigones”. Dirigido por el profesor Benjamín Calvo.

Racionalización de los husos granulométricos de áridos y sus aplicaciones. Dirigido por el profesor Mariano Ricardo Echevarría.

Investigación de un modelo de desarrollo sostenible para el sector de áridos en España. Dirigido por el profesor José Antonio Botín.

Estudio prenормativo de áridos reciclados para la fabricación de hormigón y mortero. Dirigido por el profesor José Luis Parra y Alfaro.

Determinación del consumo de acero en plantas de producción de áridos. Dirigido por el profesor Adolfo Nuñez.

Análisis y prevención de la reactividad árido-álcali para la evaluación de la durabilidad de los hormigones. Dirigido por el profesor Benjamín Calvo.

Determinación del consumo de acero en plantas de producción de áridos. Dirigido por el profesor Adolfo Nuñez.

Estudio de un modelo matemático del desgaste de acero en equipos de trituración de Sandvik. Codirigido por el profesor Adolfo Nuñez y Dulce Gómez-Limón.

En la actualidad se está desarrollando in situ en una instalación minera, conjuntamente con la Cátedra Maxam de Tecnología de explosivos, un proyecto para optimizar la trituración primaria de áridos por determinación de las curvas granulométricas en la etapa de voladura por métodos de tratamiento de imágenes.

Estos proyectos han servido para desarrollar numerosos Proyectos Fin de Carrera, Trabajos tutelados de investigación doctoral, así como dos Tesis Doctorales, y otra en elaboración.

Tanto los resultados obtenidos en estos proyectos de investigación como las actividades de la Cátedra ANEFA han sido divulgados en diversos Congresos del sector minero y de áridos de carácter nacional o internacional, donde se han presentado tanto, como los resultados realizados. Estos son:

- 1er Congreso Nacional de Áridos. Zaragoza (España), año 2006. 2 comunicaciones.
- XII Congreso Internacional de Energía y recursos Minerales. Oviedo (España), año 2007. 2 comunicaciones.
- 1er Congreso Argentino de Áridos. Mar de Plata (Argentina), año 2008. 3 comunicaciones.
- 2º Congreso Nacional de Áridos. Valencia (España), año 2009. 2 posters y 4 comunicaciones.
- VIII Jornadas Iberoamericanas de Materiales de Construcción. Lima, Perú. Agosto de 2010. 2 comunicaciones.

#### OTRAS ACTIVIDADES:

Participación de la coordinadora y secretario de la Cátedra ANEFA como evaluadores de los Comités Técnicos del 2º y 3er Congreso Nacional de Áridos.

Asistencia de la coordinadora a los Comités de Imagen de ANEFA.

Visita de prácticas del curso a:

Gravera El Puente (Aranjuez) de HOLCIM.

Cantera de HANSON en Valdilecha. (Madrid) (Fotografía 1).





Fotografía 1. Visita a cantera en Valdilecha (Madrid) de alumnos del curso de postgrado

## CONCLUSIONES

Durante los 10 años de vida de la Cátedra ANEFA se han realizado numerosas actividades que han resultado favorables tanto para las empresas del sector de áridos como para la E.T.S. de Ingenieros de Minas de la UPM.

Sus actividades están orientadas fundamentalmente a formación e investigación en el sector de los áridos.

Un total de cerca de 200 estudiantes de los últimos cursos de las titulaciones impartidas en la Escuela de Ingenieros de Minas han obtenido el diploma acreditativo de la Cátedra, y de ellos, aproximadamente el 20% ha tenido su primer empleo en empresas del sector de los áridos.

También, se ha implementado un curso de postgrado de la UPM en Tecnología de Áridos, con carácter semipresencial, donde parte de la metodología docente se desarrolla vía Internet. El número de estudiantes matriculados en postgrado en los dos cursos académicos impartidos ha sido de un total de 88.

Además, se han realizado cursos cortos en temas de interés para estos momentos de crisis del sector.

Respecto a la investigación desarrollada, se han realizado 8 proyectos de investigación dirigidos por profesores de la Escuela de Minas. Los resultados se han difundido en Congresos nacionales e internacionales relacionados con el sector.

Actualmente se está implementado un estudio piloto en una instalación real en colaboración con otra Cátedra-empresa de la Escuela de Minas (Cátedra MAXAM de Tecnología de Explosivos). Esto ha facilitado la elaboración de numerosos Proyectos Fin de Carrera, así como Trabajos Tutelados de Doctorado y Tesis Doctorales.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Memoria de Actividades Cátedra ANEFA, curso 2007-2008, curso 2008-2009 y curso 2009-10. E.T.S. de Ingenieros de Minas. Disponibles en la Web de la UPM: <http://www.upm.es/portal/site/institucional/menuitem.e29ff8272ddfb41943a75910dff46a8/?vgnnextoid=59aee0b825a92110VgnVCM10000fdbf648aRCRD>

Normativa de la Universidad Politécnica de Madrid por la que se regulan los estudios de postgrado, (Diciembre 1997).

Web Universidad Politécnica de Madrid: <http://www.upm.es>

Web Universidad Politécnica de Madrid: <https://moodle.upm.es/titulaciones/propias/>

Web ETS de Ingenieros de Minas de la Universidad Politécnica de Madrid: <http://ww2.minas.upm.es/catedra-anefa/Pagina-principal.htm>