

## ***Reflexión sobre los cambios recientes en el Departamento de Ciencias Geomáticas de la Universidad Politécnica de Puerto Rico***

*Raúl Matos Flores, PhD(c)*  
*Director*  
*Departamento de Ciencias Geomáticas*  
*Universidad Politécnica de Puerto Rico*  
*ramatos@pupr.edu*

*Las personas inteligentes tienen un derecho sobre las ignorantes: el derecho a instruir las.*  
*Ralph Waldo Emerson*

---

### **SINOPSIS**

*El objetivo del presente escrito es presentar una recopilación de los eventos y datos relevantes que impulsaron el cambio de nombre del Departamento de Agrimensura y Cartografía a Departamento de Ciencias Geomáticas y los cambios curriculares en el programa de Bachillerato.*

### **SOBRE EL CAMBIO DE NOMBRE Y SU RAZÓN**

En la actualidad la profesión de la Agrimensura sufre cambios drásticos al nivel internacional. Tecnologías como los Sistemas de Información Geográfica y la Teledetección (Remote Sensing) conocidas por décadas en otros campos profesionales hacen su incursión como nuevas herramientas de trabajo en la Agrimensura. Especialistas en el tema plantean que si “la Agrimensura como campo profesional no se adapta a estos cambios su tiempo como profesión está contado” [1].

Luego de dos años de estudio e investigación el Departamento de Agrimensura y Cartografía decidió cambiar su nombre a Departamento de Ciencias Geomáticas. Este cambio busca mostrar una nueva visión que represente la actualidad y el futuro de la profesión. Además, permite acomodar los nuevos ofrecimientos académicos que se desarrollan al momento en el Departamento. El cambio fue aprobado el pasado 27 de agosto del 2004 en reunión del Consejo Académico de nuestra Institución.

El término Geomática (Geo + informática) se comenzó a utilizar en Canadá y de ahí ha sido poco a poco adoptado por la comunidad académica y científica

internacional. La Geomática se preocupa por la medición, representación, análisis, manejo, recuperación y despliegue de datos espaciales concernientes tanto a las características físicas de la Tierra como a la estructura del medio ambiente. La Geomática tiene sus fundamentos en la ingeniería topográfica, pero hoy en día comprende una amplia gama en áreas de las ciencias de medición y los sistemas de información espacial. Diversas disciplinas involucradas en la obtención de datos georeferenciados convergen en este amplio concepto, incluyendo: Agrimensura y Topografía, Geodesia, Sistemas de Información Geográfica, Fotogrametría, Percepción Remota, Cartografía, Hidrografía, Valoración de Bienes Raíces (Tasación), Ordenación del Territorio y Planificación, Sistemas Catastrales, Desarrollo Sostenible y la Administración de Terrenos. La Geomática utiliza tecnología moderna para los procesos de mensuras, manejo, presentación y análisis de datos espaciales (relacionados a la tierra). Estos datos provienen de muchas fuentes figurando entre éstos los satélites en el espacio y los sensores aerotransportados.

El Departamento, dentro de su plan estratégico en el año 2002, estableció dos metas a seguir: Primero, buscar enriquecer la educación en Agrimensura y Cartografía que se ofrece actualmente y segundo, buscar el fortalecimiento y crecimiento del Departamento en general. Las acciones principales definidas para alcanzar el primer punto son: (a) actualizar el contenido de los cursos, (b) mejorar las facilidades de laboratorios y (c) lograr la acreditación

de ABET [2] para el programa. En todos estos objetivos se está trabajando actualmente. Por otro lado, el crecimiento y fortalecimiento del Departamento se puede lograr a través de diversos cursos de acción, por ejemplo, incorporando nuevos ofrecimientos académicos conducentes a la obtención de certificados, bachilleratos y maestrías. En la actualidad se está ofreciendo por tercer año consecutivo el Programa de Certificado Profesional en Sistemas de Información Geográfica, siendo el primero de esta materia en desarrollarse en Puerto Rico. Se trabaja también con la propuesta para un bachillerato en Bienes Raíces y Administración de Tierras. Un nuevo ofrecimiento de bachillerato promoverá un aumento de matrícula dentro del Departamento. Además, se estarán maximizando los ofrecimientos académicos ya muchos de los cursos se ofrecen actualmente, así que un mismo curso servirá para más de un bachillerato.

Al nivel graduado se cuenta con un borrador preliminar para una Maestría en Ciencias Geomáticas con opción a una de tres concentraciones, Sistemas de Información Geográfica (Geographic Information Systems), Manejo de Imágenes y Percepción Remota (Remote Sensing and Imaging Processing) o Sistemas de Información Territoriales y Catastrales (Land Information and Cadastral Systems). Estos programas de maestría requieren profesores con educación a nivel doctoral. A tales efectos el Departamento ya ha enviado a dos profesores a prepararse en este nivel en los campos de Sistemas de Información Geográfica o GIS por sus siglas en inglés, Prof. Raúl Matos, y

Percepción Remota o “Remote Sensing”, Prof. Víctor Romero. Se estima que estas concentraciones contarán con la mayor demanda debido al gran interés a nivel internacional sobre estas materias. Aún se necesita preparar a un profesor a nivel doctoral en el área de Sistemas Catastrales y otro en Ordenación del Territorio para cubrir las nuevas disciplinas que proponemos ofrecer.

La visión de futuro del Departamento se puede comparar con el campo de la Administración de Empresas. Bajo este campo inciden especialidades diversas como pueden ser la Contabilidad, el Mercadeo y las Finanzas. Nuestra idea es que bajo el manto de las Ciencias Geomáticas converjan disciplinas como Agrimensura y Topografía, Geodesia, Sistemas de Información Geográfica, Fotogrametría, Percepción Remota, Cartografía, Hidrografía, Valoración de Bienes Raíces (Tasación), Ordenación del Territorio y Planificación, Sistemas Catastrales, Desarrollo Sostenible y Administración de Terrenos.

Para evidenciar esta convergencia basta con observar la estructura de la Federación Internacional de Geómetras (FIG [3]). La FIG es el organismo internacional que cobija la profesión de la Agrimensura junto a las profesiones hermanas antes mencionadas (Figura 1).

Se puede señalar que la educación en Agrimensura y Cartografía que abarca nuestro programa se concentra en las comisiones 5,6 y algo de la 9 (Figura 1). Sin embargo, se observan muchas otras comisiones que cubren tópicos que caen bajo el

## La FIG y sus Comisiones



- Comisión 1 – Práctica Profesional y Estándares
- Comisión 2 – Educación Profesional
- Comisión 3 – Manejo de Información Espacial**
- Comisión 4 – Hidrografía
- Comisión 5 – Posicionamiento y Mensuras**
- Comisión 6 – Agrimensura de Construcción**
- Comisión 7 – Catastro y Administración de Terrenos
- Comisión 8 – Planificación y Desarrollo
- Comisión 9 – Valoración y Manejo de Bienes Raíces
- Comisión 10 – Administración y Economía de Construcción

*Figura 1: Esquema de Comisiones de la FIG.*

manto de las Ciencias Geomáticas y que en Puerto Rico no se educa en ellas. El Departamento quiere aprovechar estos renglones descubiertos y potenciarlos en programas de estudio. En la actualidad se desarrolla un bachillerato en Bienes Raíces y Administración de Terrenos que ofrecerá al estudiante una oportunidad de educación en un campo necesario en la isla para los cuales no existe educación formal a nivel de bachillerato. En este momento nos encontramos dando los toques finales a este bachillerato y podemos indicar que sólo se tendrán que crear entre 8 y 9 cursos nuevos porque los restantes son cursos que existen dentro del bachillerato de Agrimensura y Cartografía u otros bachilleratos en la Universidad Politécnica. Con este bachillerato estaríamos cubriendo los temas de las comisiones 7 y 9 de la FIG. Todavía se podrían explorar otros programas de estudio en temas como Ordenación Territorial o Planificación y Desarrollo. Incluso éstos se pueden manejar a nivel de Maestría.

Si observamos la Figura 2, podemos señalar que el Agrimensor actual que produce el Departamento está preparado y ejecuta las funciones señaladas en el primer renglón (Agrimensura y Levantamientos para obras de Ingeniería). Este sector sólo representa el

40% de las posibles actividades profesionales del Agrimensor. Los que se dedican a alguno de los otros aspectos es porque han adquirido educación o experiencia posterior en algunos de esos renglones. Se puede indicar que los profesionales de la Agrimensura no están capacitados para ejercer el 100% de las tareas descritas en esta gráfica. La intención del Departamento es cubrir el nicho educativo que permitiría que los egresados del Departamento puedan operar en actividades profesionales hasta la fecha no tradicionales. Sin embargo, aumentar la cantidad de créditos necesarios para cubrir estos aspectos haría del programa de bachillerato uno con una carga académica difícil de llevar. Por esta razón es que, como se indicó anteriormente, se establecerán programas educativos que vayan a tono con los renglones profesionales no cubiertos a la fecha. Si lo vemos a modo de similitud podríamos compararlo con las ramas de la ingeniería. El ingeniero se especializa en un renglón como puede ser el civil, ambiental, industrial, mecánico o electricista, pero no puede mostrar especialidad en todas estas áreas simultáneamente. Los programas que se proponen crearán especialistas en estas áreas sin menoscabar la posición profesional con que el Agrimensor cuenta actualmente.

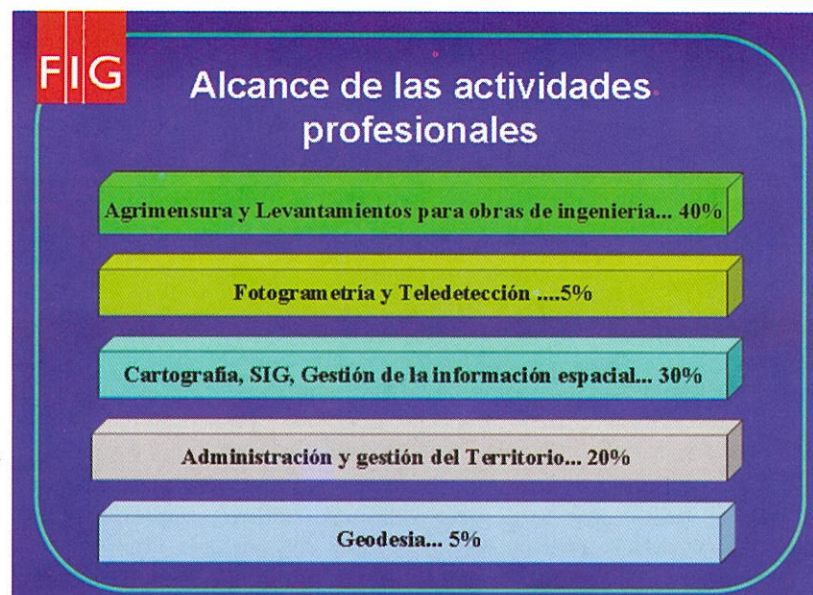


Figura 2: Alcance de actividades profesionales, Stig Enemark, 2003 [4]

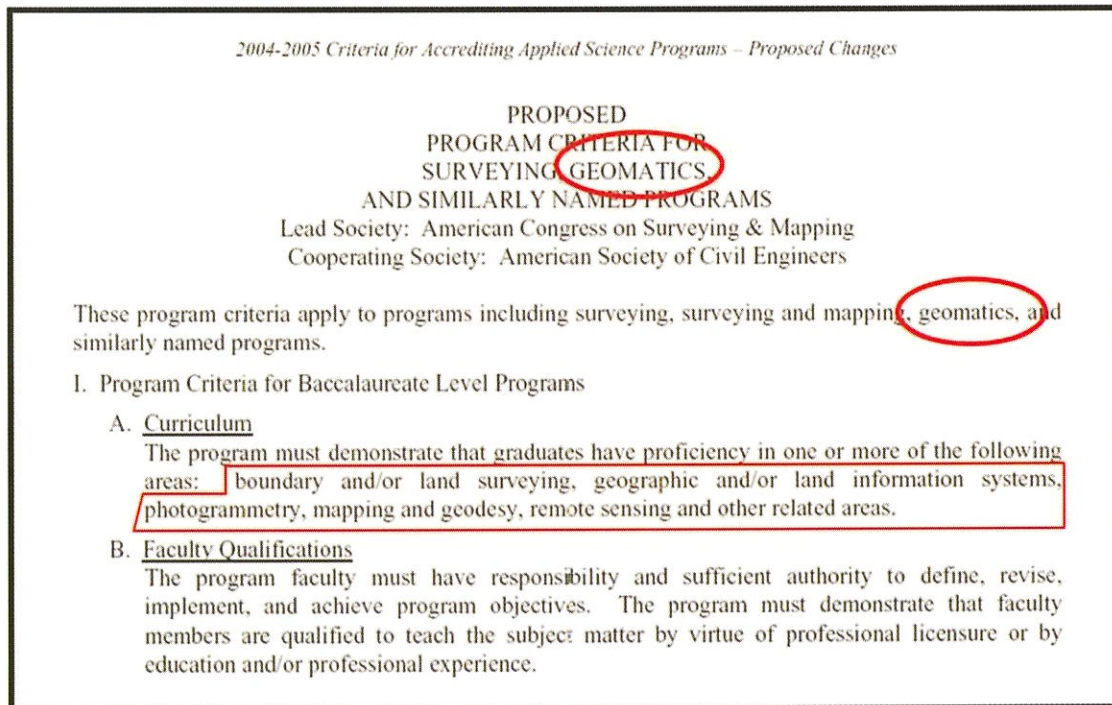
Cabe mencionar que tanto el Colegio de Ingenieros y Agrimensores de Puerto Rico como el Instituto de Agrimensores pertenecen a esta organización. Como hecho histórico fue en una reunión de la FIG, junto a la representación del Instituto de Agrimensores de Puerto Rico, que la FIG expuso que el Departamento de Agrimensura y Cartografía de la Universidad Politécnica ha crecido a un nivel tal que se asemeja más a un Departamento de Ciencias Geomáticas que a uno de Agrimensura. Fueron ellos quienes inicialmente hicieron referencia al Departamento en el renglón de las Ciencias Geomáticas.

La visión de un Departamento de Ciencias Geomáticas con varios ofrecimientos educativos es única en Puerto Rico, ya que estas disciplinas no se cubren de manera integrada en ningún centro educativo. Esta visión es ya aplicada en muchas universidades de los Estados Unidos destacándose la Universidad de Florida en Gainesville (Departamento de Geomática) o el de la Universidad de Purdue en Indiana (Departamento de Geomática). A nivel internacional son muchas las universidades que adoptan este esquema destacándose el Departamento

de Geomática de la Universidad de Melbourne en Australia. La historia de ellos es muy interesante ya que hace 15 años su matrícula llegó al punto más bajo en su historia. Este programa nace en 1949. Decidieron cambiar el nombre del Departamento al de Ciencias Geomáticas y añadieron al bachillerato en Agrimensura un bachillerato en Geomática. Estos cambios dieron un impulso que hoy día se evidencia en la existencia de tres programas de certificado, dos programas de bachillerato, seis programas de maestría, un programa doctoral y siete centros de investigación avanzada.

Los efectos de esta dinámica de cambio también se pueden observar en las políticas de acreditación de ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology). En su versión 2004-2005 (Figura 3) de los criterios de acreditación incluyen por primera vez el término Geomática para hacer referencia a los programas de Agrimensura que busquen acreditación. Entre los criterios relacionados al currículo plantean que:

*“The program must demonstrate that graduates have proficiency in one or more of the following areas: boundary and/or land surveying,*



*Figura 3: Criterios de Acreditación de ABET 2004-05 para programas de Agrimensura*

*geographic and/or land information systems, photogrammetry, mapping and geodesy, remote sensing and other related areas*". [2]

Como puntos interesantes que ayudaron a tomar la decisión sobre el cambio de nombre podemos mencionar los siguientes relacionados a ABET:

- Existen 14 Departamentos de Agrimensura acreditados en los Estados Unidos.
- 7 de estos bajo el criterio de acreditación de Ingeniería (AEC) y 7 bajo el de Ciencias Aplicadas (ASAC)
- De los 14 programas, 5 han cambiado su nombre para incluir la palabra Geomática en su última visita de seguimiento.

El Departamento se encuentra insertado en la preparación para la acreditación de ABET. Su intención es someterse al proceso para la visita en el año 2007 a la Institución. Si el Departamento desea acreditar su programa de Agrimensura y Cartografía, es imperante

amoldarse a las tendencias y exigencias académicas establecidas por esta organización ya que son reflejo de los cambios que están ocurriendo a nivel internacional.

Como se puede observar son muchos los criterios que apoyaron la idea del cambio de nombre del Departamento. El perfil del Agrimensor de futuro requiere que el mismo adquiera herramientas que actualmente adolece en su preparación. Esta educación en Puerto Rico requiere de un equipo multidisciplinario para generar la misma (ver Figura 4). Se entiende que con el cambio son más los beneficios que se obtienen que las pérdidas. Como cuestión de hecho, en el otoño de los años 2004 y 2005 se han evidenciado la segunda y tercera matrícula más grande de la historia del Departamento, 347 y 332 estudiantes respectivamente.

Es importante aclarar que el cambio de nombre es al Departamento, no al bachillerato en Agrimensura y Cartografía. Este último se mantiene intacto como uno de los ofrecimientos del Departamento. El bachillerato fue modificado en la última visita del Consejo de

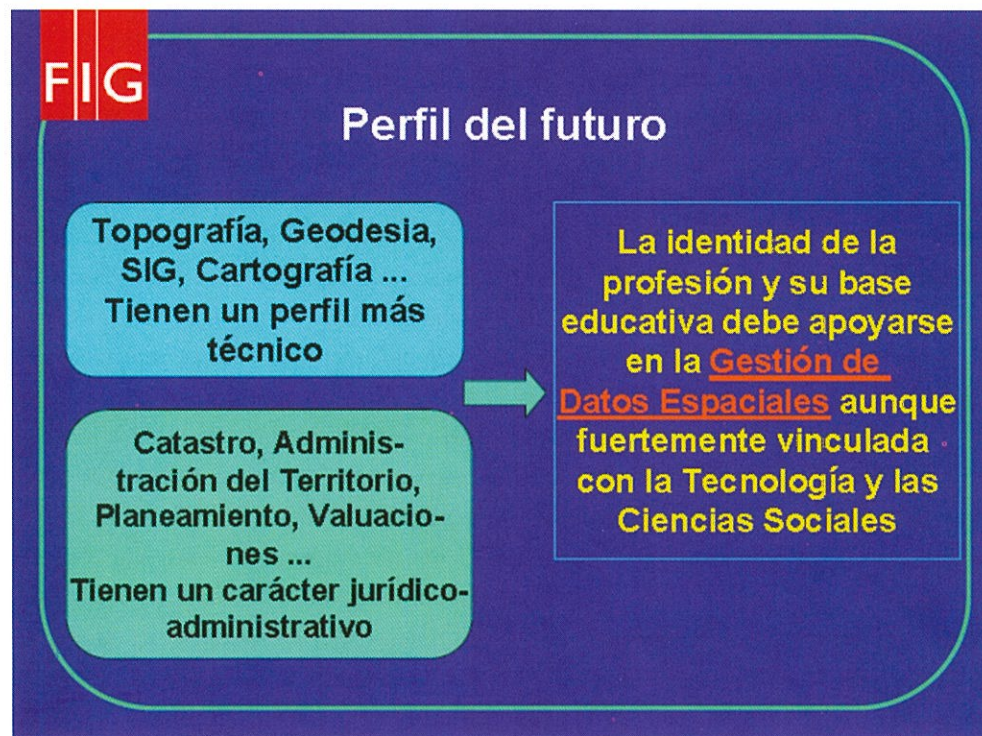


Figura 4: Perfil de Futuro de acuerdo a Stig Enemark, 2003 [4]

Educación Superior (2000) y se le realizaron algunos ajustes menores en el verano del 2005 (Aprobados por el Consejo Académico). En la actualidad no se contemplan cambios mayores al mismo. Los cursos han realizado los ajustes necesarios recomendados por la facultad y sólo se han creado algunos cursos que se ofrecerán a los estudiantes como electivos.

### ***SOBRE PROFESORADO Y LA ORGANIZACIÓN DEL DEPARTAMENTO***

El estudio que se hizo para la revisión del programa académico que entró en vigencia en el año 2000 manifestó la necesidad de contar con profesionales en diversas disciplinas que vendrían a reforzar los cursos que se habían creado en el 1992 y nunca se habían ofrecido. Por ejemplo, en el 1992 se crearon los cursos electivos de Ordenación Territorial y Municipios Autónomos, Sistemas de Información Geográfica, Land Planning (Planificación de Terrenos) y otros. Estos cursos permanecieron 6 años sin ofrecerse debido a que el Departamento no contaba con personal preparado para dictar los mismos. Al contratarse a este servidor, se me pidió como tarea principal tomar estos cursos, revisarlos y comenzar a ofrecerlos. Con la revisión del programa del año 2000 se encontró necesario pasar estos cursos del nivel electivo al obligatorio, ya que la mayoría de los programas de Agrimensura acreditados por ABET así los contienen.

Se contrataron tasadores para ofrecer los cursos de Tasación de Bienes Raíces, un geólogo para los cursos de geomorfología e hidrología, abogados para ofrecer los cursos de aspectos legales (uno de ellos Registrador de la Propiedad retirado). Para identificar las diversas áreas educativas en el programa del 2000, se cambiaron los códigos de los cursos de manera que éstos reflejarán el área temática del curso y el tipo de profesional que los enseñaría.

En toda esta discusión es importante considerar el trabajo que realiza el Departamento para su acreditación bajo ABET. Todos los esfuerzos relacionados en los pasados años van dirigidos a lograr este objetivo. La diversidad de profesionales

con que cuenta el Departamento es cónsona con los estatutos reglamentarios de ABET. Con relación a la facultad que puede educar en un programa de Agrimensura o nombre similar, se le debe demostrar a ABET que éstos están calificados para el puesto a cumplir con una de tres condiciones: (ver Figura 3)

- Cuentan con una licencia profesional relacionada al campo de enseñanza.
- Cuentan con la educación necesaria para impartir el curso
- Cuentan con la experiencia profesional necesaria para enseñar el tópico que se le asigna.

Nuestra facultad cumple perfectamente con estas condiciones.

La diversidad planteada anteriormente no es nueva en muchos departamentos de Ciencias Geomáticas al nivel mundial. En conversaciones con profesores de la Universidad de Melbourne, éstos plantearon a este servidor que al momento de realizar los cambios que ahora enfrentamos nosotros, ellos tenían la ventaja de que sus universidades contaban con programas donde los Sistemas de Información Geográfica, la Ordenación Territorial, los cursos de Conservación de Recursos, Planificación y otros ya eran ofrecidos en la universidad. Para incorporar cursos de estos renglones en su programa de Agrimensura sólo tuvieron que contactar los respectivos departamentos y coordinar para que sus estudiantes asistieran a dichos cursos. Esta situación no se da en la Universidad Politécnica debido a que dichos cursos no existen, por tal razón, se tuvieron que crear los mismos y buscar los recursos que los enseñaran. En Melbourne se decidió crear en el propio departamento los cursos de Sistemas de Información Geográfica porque se entendía el potencial de crecimiento que dicha disciplina traería para los Agrimensores y profesionales de otros campos. Para esta tarea ellos buscaron talento de otras profesiones que tuvieran educación en esta disciplina a nivel Doctoral. El reclutamiento fue internacional contando con recursos de España, Estados Unidos e Inglaterra.

Ninguno de ellos era agrimensor. En el caso del Departamento de Agrimensura de nuestra Institución se buscó en el mercado local personas que tuvieran una educación a este nivel. Sólo se encontró a nivel de maestría tres personas, siendo un servidor una de ellas, por lo que nuestro Departamento optó por seguir la misma experiencia que Melbourne.

Al igual que Melbourne, la Universidad de Aalborg en Dinamarca cuenta con un sistema similar. En su caso el nombre que adoptaron es "Departamento de Planificación y Desarrollo". Dentro de éste se encuentra la división de Ciencias Geomáticas. Bajo Ciencias Geomáticas se encuentra Agrimensura, Geoinformación, Administración de Tierras, Sistemas Catastrales e Información Espacial.

Referente a la organización del Departamento, y debido a la diversidad de especialidades que se proyecta se genere en el futuro, se estableció un sistema donde se cuenta con un Director Departamental y Coordinadores por cada área de especialidad. La posición de cada Coordinador está ocupada por un especialista del área. En la actualidad se cuenta con tres coordinadores de área: para el renglón de la Agrimensura se cuenta con el Prof. Julio Pujols, para el área de Bienes Raíces y Tasación, el Prof. Luis Montes, y para los cursos de Sistemas de Información Geográfica, la Prof. Marisol Rodríguez.

Cada Coordinador está encargado de manejar todos los asuntos relacionados a los cursos que se encuentran bajo su área. Entre estos se encuentra la revisión de cursos, selección de libros de texto, coordinación de pruebas diagnósticas y portafolios, coordinación con los otros coordinadores para el flujo efectivo de los cursos y todo otro asunto relacionado al área asignada. Se vislumbra que cuando comiencen a establecerse los nuevos programas académicos la función de estos coordinadores pasará a ser la de Directores Asociados del Departamento de Ciencias Geomáticas.

En el caso del Director, éste se encarga de funciones administrativas relacionadas a la operación del Departamento como entidad. Como ejemplo de sus funciones se encuentran la representación del

Departamento en reuniones con oficiales de la institución, formulación, petición y administración del presupuesto, la adquisición de equipos y programas de computadora para la operación de los laboratorios, preparar los programas de clases para los trimestres, llevar a cabo los procesos de matrícula, gestionar los procesos de mantenimiento de equipo, supervisar el personal administrativo del Departamento y otras funciones de índole gerencial. Las decisiones de gran impacto se toman en reuniones de facultad. Esta estrategia da espacio a toda la Facultad a aportar en la discusión sobre el tópico bajo discusión. Ejemplo de esto fueron la serie de reuniones que se llevaron a cabo para considerar el cambio de nombre del Departamento.

Este sistema ha mostrado ser muy efectivo. Los coordinadores de área manejan todo lo relacionado a los aspectos académicos permitiendo que el Director se encargue de la administración del Departamento. Se espera que con el surgimiento de los programas académicos bajo desarrollo las posiciones de coordinadores de área evolucionen y éstos se conviertan en Directores Asociados del Departamento. Esta experiencia ya se puede observar en otros Departamentos dentro de nuestra institución los cuales cuentan con más de un programa académico y a su vez con un Director y uno o más Directores Asociados.

## **CONCLUSIONES**

A modo de resumen de los pasados planteamientos podemos establecer lo siguiente:

- El cambio de nombre requirió un estudio y evaluación que tardó 2 años.
- Luego de las frecuentes discusiones internas, la decisión por parte de la Facultad del Departamento fue unánime.
- Ciencias Geomáticas como nombre para un Departamento no es nuevo en el mundo. Quienes lo han cambiado han visto los resultados positivos que esta acción representa.
- Al cambiar el nombre del Departamento estamos

siguiendo la tendencia que muestran organizaciones como ABET y la FIG.

- El perfil del futuro profesional del Agrimensor se mejora al interactuar con profesionales de diversas especialidades.
- Se enfatiza en el perfil futuro planteado por Enemark [4] (Figura 4) donde se entiende que el Agrimensor del futuro será un “gestor de datos espaciales” que unifica el campo tecnológico con el campo de las Ciencias Sociales.
- El cambio de nombre abre la puerta a otros ofrecimientos académicos permitiendo la maximización de los cursos y el crecimiento del Departamento como unidad.
- El ofrecimiento de otros programas y cursos abrirá el Departamento a otros profesionales que, al igual que en el caso de los cursos de tasación, vienen al Departamento a adquirir conocimientos que fortalezcan sus respectivas profesiones. Esto en especial en el caso de los Sistemas de Información Geográfica y la Percepción Remota.

## REFERENCIAS

- [1] Bebit, Joe; “Surveying Education at a Crossroads”, Revista Professional Surveyor Septiembre 2002 Volumen 22 Número 9.
- [2] Accreditation Board for Engineering and Technology, [www.abet.org](http://www.abet.org)
- [3] Federación Internacional de Geómetras, [www.fig.net](http://www.fig.net)
- [4] Enemark, Stig; El Agrimensor del Siglo XXI. Segunda Conferencia Regional de la FIG, Marruecos, 2003.

## REFERENCIAS ADICIONALES

- ASPRS: The Imaging and Geospatial Information Society, <http://www.asprs.org>
- Gibson, David W. y Plasker, James R.; “Education in Surveying: 40 Years Later—The Status of U.S. Surveying and Mapping Education in 2005”, Revista Professional Surveyor, Noviembre 2005 Volumen 25 Número 11.
- Esri Arc News ; “GIS programs at Community Colleges”, Summer 1998.
- Marble, Duane F.; “Rebuilding the top of the pyramid” Arc News, Volumen 20 No. 1, 1998.
- Matos Flores, Raul; Educación en Sistemas de Información Geográfica en el Departamento de Agrimensura, Periódico El Politécnico, 2000.
- Matos Flores, Raúl: Educación en Sistemas de Información Geográfica para Agrimensores: Experiencia de Implementación en el Ámbito Universitario. XIII Congreso de Ingeniería y Agrimensura Colegio de Ingenieros y Agrimensores de Puerto Rico 30 y 31 de marzo de 2001.
- Matos Flores, Raúl, Modificaciones Académicas al Currículo de Agrimensura y Cartografía de la Universidad Politécnica de Puerto Rico: Experiencias de Implantación.
- Segundo Congreso Internacional de Educación en Agrimensura Federación Internacional de Geómetras (FIG), Mayaguez, Puerto Rico, Octubre 2002.
- Matos Flores, Raúl: Educación en SIG: Ciencia o Tecnología. X Conferencia Iberoamericana de SIG, San Juan, Puerto Rico. Septiembre 2005.
- National Society of Professional Surveyors, <http://www.acsm.net/nsps/index.html>
- Occupational Outlook Handbook [www.bls.gov/oco](http://www.bls.gov/oco)