

**Propuesta para el Establecimiento de un
Programa de Bachillerato en Ingeniería de Software
en la Facultad de Ingeniería del
Recinto Universitario de Mayagüez de la
Universidad de Puerto Rico**

(Borrador)

Revisado: 11/05/01

**Facultad de Ingeniería
Universidad de Puerto Rico
Recinto Universitario de Mayagüez**

<http://ece.uprm.edu/~jarroyo/bsswe>

Créditos

Esta propuesta fue preparada por el Comité Ad Hoc del Programa de Bachiller en Ciencias en Ingeniería de Software. Este Comité estuvo integrado por:

Dr. Javier A. Arroyo-Figueroa - Catedrático Auxiliar, Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras, UPR-Mayagüez

Dr. José A. Borges - Catedrático, Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras, UPR-Mayagüez

Dr. Thomas L. Noack - Catedrático, Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras, UPR-Mayagüez

Dr. Néstor J. Rodríguez - Catedrático, Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras, UPR-Mayagüez

Dr. Ramón Vásquez-Espinosa- Director, Centro de Investigación y Desarrollo y Catedrático del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras, UPR-Mayagüez

Tabla de Contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 TÍTULO DEL PROGRAMA Y GRADOS	1
1.2 DURACIÓN DEL PROGRAMA EN AÑOS PARA ESTUDIANTES A TIEMPO COMPLETO	1
1.3 BREVE EXPOSICIÓN DEL PROGRAMA	1
1.4 FECHA DE COMIENZO.....	2
2. JUSTIFICACIÓN	2
2.1 EL DESARROLLO DE LA INGENIERÍA DE SOFTWARE COMO UNA DISCIPLINA DE INGENIERÍA.....	2
2.2 RAZONES DE TIPO ACADÉMICO PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL PROGRAMA	3
2.3 NECESIDAD DEL NUEVO PROGRAMA	3
2.4 OPORTUNIDADES DE EMPLEO PARA LOS EGRESADOS DEL PROGRAMA	4
3. RELACIÓN DEL PROGRAMA CON EL PLAN ESTRATÉGICO SISTÉMICO DE LA UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO	4
4. RELACIÓN DEL NUEVO PROGRAMA CON OTROS.....	5
4.1 EN EL RECINTO UNIVERSITARIO DE MAYAGÜEZ	5
4.2 EN OTRAS UNIDADES DEL SISTEMA UNIVERSITARIO DE LA U.P.R.....	5
4.3 EN OTRAS INSTITUCIONES DEL PAÍS	6
5. DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA	6
5.1 FILOSOFÍA, METAS Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROGRAMA	6
5.2 PERFIL DEL EGRESADO.....	7
5.3 COMPONENTES DEL PROGRAMA	8
5.3.1 <i>Distribución de los Cursos por Areas de Educación.....</i>	8
5.3.2 <i>Descripción de los Cursos.....</i>	9
5.3.2.1 Cursos Requeridos.....	9
5.3.2.2 Electivas Técnicas	10
5.3.3 <i>Modelo del Programa Propuesto.....</i>	12
5.3.4 <i>Metodología Educativa y Estrategias Instruccionales</i>	14
5.3.5 <i>Catálogo y Promoción</i>	15
6. ADMISIÓN Y MATRÍCULA.....	15
6.1 REQUISITOS DE ADMISIÓN	15
6.2 PROYECCIÓN DE LA MATRÍCULA.....	15
7. REQUISITOS ACADÉMICOS PARA OTORGAR EL GRADO.....	15
7.1 TOTAL DE HORAS-CRÉDITO QUE SE REQUIEREN	15
7.2 INDICES ACADÉMICOS MÍNIMOS	15
7.3 TOTAL DE CRÉDITOS A ACEPTARSE EN TRANSFERENCIA	15
7.4 REQUISITOS DE IDIOMA	16
7.5 TIEMPO LÍMITE PARA COMPLETAR EL GRADO.....	16
8. FACULTAD	16
8.1 FACULTAD NECESARIA PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL PROGRAMA.....	16
8.1.1 <i>Facultad Necesaria para Ofrecer los Cursos de Ciencias de Computación e Ingeniería de Software del Programa.....</i>	16
8.1.2 <i>Facultad Necesaria para Ofrecer los Cursos de Otras Disciplinas.....</i>	16

8.2	PLAN DE RECLUTAMIENTO DE LA FACULTAD.....	17
8.2.1	<i>Reclutamiento de Facultad para Ofrecer los Cursos de Ciencias de Computación e Ingeniería de Software.....</i>	17
8.2.1.1	Reclutamiento de Facultad en el RUM.....	17
8.2.1.2	Reclutamiento de Estudiantes Talentosos/as	Error! Bookmark not defined.
8.2.1.3	Reclutamiento de Facultad Externa al RUM	17
8.2.1.4	Reclutamiento de Ayudantes de Cátedra	18
8.2.2	<i>Facultad para Ofrecer los Cursos de Otras Disciplinas</i>	18
8.3	PLAN PARA EL ADIESTRAMIENTO DE LA FACULTAD	18
9.	RECURSOS DEL APRENDIZAJE.....	18
9.1	INVENTARIO DE RECURSOS EXISTENTES.....	18
9.2	PLAN DE MEJORAMIENTO DE RECURSOS DISPONIBLES	19
9.2.1	<i>Obtención de Libros.....</i>	19
9.2.1	<i>Obtención de Materiales Audiovisuales</i>	19
9.2.3	<i>Obtención de Acceso Electrónico a Base de Datos.....</i>	19
9.2.4	<i>Uso de Otras Bibliotecas.....</i>	19
10.	INSTALACIONES FÍSICAS Y EQUIPO \L 1.....	19
10.1	INVENTARIO DE FACILIDADES DISPONIBLES	19
10.2	IMPACTO DEL PROGRAMA SOBRE LAS INSTALACIONES FÍSICAS EXISTENTES.....	20
10.3	NECESIDAD Y DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS DE CÓMPUTOS PARA EL NUEVO PROGRAMA.....	20
11.	ACREDITACIÓN Y LICENCIA DEL PROGRAMA.....	21
11.1	ACREDITACIÓN PROFESIONAL	21
11.2	LICENCIAMIENTO POR EL CES	21
12.	ADMINISTRACIÓN DEL NUEVO PROGRAMA	22
13.	AYUDA ECONÓMICA PARA LOS ESTUDIANTES	22
14.	PRESUPUESTO.....	22
15.	INGRESOS.....	24
16.	EVALUACION	25

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Título del Programa y Grados

El título del programa propuesto será **Programa de Bachillerato en Ingeniería de Software** y el grado a otorgarse será el de **Bachillerato en Ciencias en Ingeniería de Software**.

1.2 Duración del Programa en Años para Estudiantes a Tiempo Completo

De acuerdo a los requisitos académicos que se indican en la sección 5.3, el programa propuesto tendrá una duración normal de 5 años. El tiempo máximo para completar el grado será de 10 años.

1.3 Breve Exposición del Programa

De acuerdo al "Institute of Electrical and Electronic Engineers" (IEEE), la Ingeniería de Software es la aplicación de una metodología disciplinada, sistemática y cuantificable en el desarrollo, operación y mantenimiento de programas de computadoras. El ingeniero de Software tiene a su cargo tareas técnicas tales como el análisis, especificación, diseño, prueba, verificación y validación de programas de computadoras, al igual que tareas de gerencia tales como control de calidad, medición de procesos y administración de proyectos. En esta era de la informática, donde la sociedad depende cada vez más de el software (y, en muchas circunstancias, la vida de las personas depende de la calidad de el mismo), es necesario proveer a la sociedad con ingenieros capacitados que cumplan la misión de asegurar la calidad de dichos productos. La preparación de un ingeniero de software comprende de (i) un amplio conocimiento de las ciencias de la computación, de tal forma que se puedan aplicar sus principios al proceso de desarrollo; (ii) un amplio conocimiento de las técnicas, principios y métodos de análisis, especificación, diseño, pruebas, verificación y validación de programas de computadoras; (iii) conocimiento de técnicas, principios y metodologías de gerencia; (iv) especialización en un dominio de aplicación tal como sistemas de información, sistemas de control adheridos ("embedded systems"), sistemas de comunicaciones y redes, interacción software-equipos y apoyo a actividades de ingeniería (incluyendo Ingeniería de Software); y (v) formación humano-ética aplicable al quehacer diario de la profesión, especialmente en el ambiente de trabajo en equipo.

El programa propuesto tiene como objetivo preparar ingenieros de software con los conocimientos arriba mencionados, para servir a la sociedad de Puerto Rico y el resto del mundo. Dicho programa posee 8 cursos medulares destinados a proveer los conocimientos esperados de todo profesional en el campo de la computación. A esto le siguen 7 cursos de concentración en ingeniería de software. En adición a esto, los estudiantes podrán tomar 2 cursos electivos tales como sistemas de bases de datos, sistemas de control adheridos, sistemas distribuidos, interacción software-equipos y apoyo a actividades de ingeniería (incluyendo Ingeniería de Software). Es requisito para este programa que el estudiante demuestre los conocimientos adquiridos mediante un proyecto final, el cual envolverá el desarrollo de un producto a través de todo el proceso de desarrollo de software. El proyecto tendrá una duración de dos semestres, obteniendo el estudiante un total de 6 créditos (3 por semestre).

Los ingenieros graduados de este programa estarán preparados para trabajar en la industria y el comercio de Puerto Rico, los Estados Unidos de América, y el resto del mundo. El rol de dichos ingenieros podría ser desde desarrolladores de aplicaciones hasta administradores, en proyectos de software de gran envergadura, que envuelvan un alto riesgo y responsabilidad hacia la sociedad.

1.4 Fecha de Comienzo

El programa comenzará a ofrecerse tan pronto estén disponibles los recursos necesarios (humanos, físicos, y presupuestarios). Se espera que estos recursos estén disponibles para el primer semestre del año académico 2002-2003.

2. JUSTIFICACIÓN

2.1 El desarrollo de la Ingeniería de Software como una Disciplina de Ingeniería

En las pasadas dos décadas, y en especial en años recientes, el campo de la Ingeniería de Software ha tenido importantes avances que lo definen como una disciplina de ingeniería. Entre estos avances, se encuentran:

El establecimiento de estándares de ingeniería de software. Entidades tales como la "IEEE Software Engineering Standards Committee", el Departamento de Defensa de los E.U.A. y el "Software Engineering Institute" (SEI) de la Universidad de Carnegie Mellon han promovido, con un éxito considerable, el establecimiento de estándares de especificación de requerimientos y diseño, prácticas administrativas, pruebas y validación de programas de computadoras.

El desarrollo académico de la Ingeniería de Software. En años recientes, han comenzado programas subgraduados en Ingeniería de Software en varias universidades alrededor del mundo: trece (13) en Inglaterra, tres (3) en Australia, y dos (2) en Canadá. En E.U.A., actualmente existen tres programas en "Rochester Institute of Technology", "Fort Monmouth University" y el "Southern Politechnical State University". A nivel graduado, existen actualmente cerca de cuarenta (40) programas de Maestría en Ingeniería de Software en los E.U.A. En noviembre de 1999, el SEI publicó el documento titulado "Guidelines for Software Engineering Education", el cual servirá de guía para el desarrollo de currículos subgraduados en Ingeniería de Software.

La otorgación de licencias profesionales para Ingenieros de Software. El "Texas Board of Professional Engineering" ha comenzado a otorgar licencias profesionales a ingenieros de software que cumplan con criterios de acreditación. El "IEEE Computer Society" y la "Association for Computer Machinery" han formado el "Joint Steering Committee for the Establishment of Software Engineering as a Profession". El propósito de este comité es el de definir estándares de ética, la gama de conocimientos requeridos, prácticas recomendadas y currículos necesarios para establecer la Ingeniería de Software como una profesión. Este comité ha preparado un documento de referencia titulado "Guide to the Software Engineering Body of Knowledge". El comité también trabaja en la definición de los requisitos para el examen

"Principles of Practice Examination" (PE) para ser recomendados al "National Council of Examiners for Engineers and Surveyors" (NCEES). Dicha entidad ha incluido un cinco por ciento de contenido de Ingeniería de Software en su examen de Ingeniería Eléctrica.

La Ingeniería de Software, como toda disciplina de ingeniería, requiere de un programa que prepare ingenieros de calidad para servir a la sociedad. Estamos seguros que el programa aquí propuesto cumple con este propósito.

2.2 Razones de Tipo Académico para el Establecimiento del Programa

La demanda estudiantil por el programa que se propone se puede estimar basado en el número de solicitudes de admisión presentadas al programa subgraduado en Ingeniería de Computadoras (ICOM), y en una encuesta hecha por el Dr. Manuel A. Pérez, Catedrático Auxiliar del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras. El número de solicitudes de admisión a dicho programa ha ido en aumento (665 en 1996-97, 637 en 1997-98, 808 en 1998-99). Debido a las limitaciones en recursos de el departamento, el número de admisiones se ha mantenido constantemente en 75 estudiantes por año. De acuerdo a la encuesta hecha por el Dr. Pérez, entre los estudiantes subgraduados del programa de ICOM encuestados, 32 de un total de 40 estudiantes (80%) respondió que le hubiera interesado estudiar Ingeniería de Software si hubiera existido dicho programa en el departamento. Basado en esta encuesta, se puede estimar que el 80% de los estudiantes que solicitan admisión al programa de Ingeniería de Computadoras- esto es, alrededor de 600- solicitarían admisión al programa de Ingeniería de Software. Esto se puede atribuir, en gran medida, a que los estudiantes de ICOM están más interesados en el software que en el área de "hardware". El programa propuesto satisfará dicha necesidad en gran medida.

2.3 Necesidad del Nuevo Programa

El desarrollo de la Ingeniería de Software como una disciplina de Ingeniería, el alto número de estudiantes interesados en desarrollarse en esta profesión y la alta demanda en la industria y el gobierno de ingenieros profesionales en este campo, son razones suficientes para justificar la creación este programa. El programa propuesto suplirá la demanda de la industria por ingenieros de software profesionales. Los diferentes comités asesores y compañías de consultores contratados por el gobierno coinciden en que, para el desarrollo y sostenimiento de una política de ciencia y tecnología, una de las áreas que se debe desarrollar mediante es el área de tecnologías de comunicación, computación e información. Por ejemplo, el estudio de Tecnologías de Comunicaciones e Información de Arthur D. Little plantea que una de las iniciativas para el desarrollo de país debe ser un *Centro para el Desarrollo de Software*, con la meta de convertirse en el primer centro de America Latina para conducir proyectos de desarrollo de alta tecnología en colaboración con la industria. Definitivamente, el programa que proponemos es necesario para cumplir con los objetivos del plan de desarrollo económico de nuestro país. De hecho, el estudio antes mencionado reconoce el protagonismo del Recinto Universitario de Mayagüez en el desarrollo de estos profesionales.

2.4 Oportunidades de Empleo para los Egresados del Programa

No hay duda de que existe una gran demanda de profesionales en el desarrollo de software en P.R. y los E.U.A. Evidencia de ello son la cantidad de compañías que vienen al campus a buscar candidatos, en especial en el Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras. Cabe destacar que muchas compañías reclutan estudiantes egresados del programa de Ingeniería de Computadoras para posiciones relacionadas con Ingeniería de Software. Entre dichas compañías se destacan IBM Corp., Motorola, Oracle, Lucent Technologies, AT&T, Xerox Corp. y Raytheon. Sin embargo, dicho programa adolece de un aspecto cada vez más requerido por dichas compañías: la preparación integral en el proceso de desarrollo de software, la cual no solamente se orienta al producto, si no al proceso de desarrollo mismo. El programa propuesto satisfará dichos requerimientos, y los egresados de dicho programa serán más competitivos en el mercado de trabajo.

Uno de los objetivos de este programa es el preparar formalmente a profesionales para eventualmente ser certificados como ingenieros profesionales de software. Para lograr esto, es mandatorio que el programa propuesto contemple la colaboración con sectores de la industria, el comercio, el gobierno, y el Colegio de Ingenieros de P.R. para reconocer la Ingeniería de Software como una profesión regulada. Sin embargo, los últimos avances de la profesión como disciplina de ingeniería hacen ver que no es materia de "sí" o "no", sino de "cuándo" comenzará el proceso de licenciamiento. El plan de desarrollo económico de P.R. contempla el desarrollo de la industria de el software, por lo que esperamos que aumentará la presión para certificar ingenieros de software. Estamos convencidos de que el programa propuesto satisfará dicha demanda.

3. RELACIÓN DEL PROGRAMA CON EL PLAN ESTRATÉGICO SISTÉMICO DE LA UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO

Los objetivos del programa propuesto concuerdan con los del Plan Estratégico Sistémico de la Universidad de Puerto Rico. En particular, el programa guarda una estrecha relación con las direcciones estratégicas de los Asuntos Críticos 6 y 7 del Plan.

El Asunto Crítico 6 del Plan es PROCURAR LA ACTUALIZACIÓN CONTINUA DE LA OFERTA ACADÉMICA. Entre las Direcciones Estratégicas de este Asunto Crítico, las siguientes guardan una estrecha relación con el Programa propuesto:

- Establecer un sistema continuo de investigación institucional y de revisión de los programas académicos que incorpore en su análisis los cambios en el conocimiento, en el entorno social y en el perfil estudiantil
- Promover la revisión continua del contenido de los cursos para incorporar los resultados de la actividad investigativa y los nuevos desarrollos en las disciplinas

El desarrollo de la Ingeniería de Software como una disciplina de ingeniería es evidencia de un cambio en el conocimiento, el entorno social y el perfil estudiantil que debe motivar la actualización de la oferta académica para incorporar dichos cambios.

El Asunto Crítico 6 del Plan es MEJORAR CONTINUAMENTE LOS PROCESOS DE APRENDIZAJE - ENSEÑANZA. Entre las Direcciones Estratégicas de este Asunto Crítico, la siguiente guarda estrecha relación con el programa propuesto:

- Incorporar experiencias de investigación y creación a los currículos graduados y subgraduados

El programa propuesto contempla la incorporación de experiencias creativas mediante la elaboración de un producto de software como parte integral del currículo, lo cual servirá como instrumento de enseñanza-aprendizaje.

4. RELACIÓN DEL NUEVO PROGRAMA CON OTROS

El programa que se propone será el primer y único programa en su clase que se ofrezca en Puerto Rico. Sin embargo, la formación del Ingeniero de Software incluye una preparación sólida en ciencias de la computación. Existen programas de bachillerato que incluyen componentes en ciencias de computación, por lo que están relacionados al programa propuesto.

4.1 En el Recinto Universitario de Mayagüez

El programa propuesto está relacionado con el programa subgraduado en Ingeniería de Computadoras del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras. Dicho programa es un híbrido de cursos en "hardware" y ciencias de computación, y su currículo incluye un curso en Ingeniería de Software. El programa propuesto tiene la capacidad de brindar servicio a dicho programa en cursos en ciencias de computación e ingeniería de software.

La Opción de Ciencias de Computación del programa subgraduado en Matemáticas del Departamento de Matemáticas guarda relación con el programa propuesto. Dicha opción incluye algunos cursos en ciencias de computación similares a algunos cursos del bloque de cursos medulares en ciencias de computación del programa que se propone.

Además, el programa que se propone guarda una estrecha relación con el programa de Ciencia de Computación que se propone establecer el Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras. Estos dos programas comparten un bloque de cursos medulares en ciencia de computación y un gran número de electivas técnicas.

4.2 En Otras Unidades del Sistema Universitario de la U.P.R.

El programa propuesto está relacionado con los programas de bachillerato de Ciencias de Computadoras del Recinto de Río Piedras, Ciencias de Computadoras del Colegio Universitario Tecnológico de Bayamón, Ciencias de Computadoras del Colegio Universitario Tecnológico de Arecibo, y Matemáticas Computacionales del Colegio Universitario de Humacao. Estos programas enfocan áreas de ciencias de computación a nivel subgraduado.

La Concentración en Sistemas Computadorizados de Información del programa de Bachillerato en Administración de Empresas del Recinto de Río Piedras enfoca en temas de ciencias de la información y la computación.

4.3 En Otras Instituciones del País

El programa propuesto está relacionado con el programa de bachillerato en Ciencias de Cómputos de la Universidad Metropolitana. Este programa se enfoca en áreas de ciencias de la información y de la computación a nivel subgraduado.

5. DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA

5.1 Filosofía, Metas y Objetivos Específicos del Programa

El programa propuesto tiene como meta principal la preparación de ingenieros de software profesionales. Para cumplir cabalmente con este objetivo, la filosofía del programa es: (i) la formación de ingenieros como entes capacitados en el aspecto cultural, humano-social, científico, técnico y ético; (ii) el desarrollo y mejoramiento continuo del currículo de acuerdo al desenvolvimiento dinámico de la disciplina; (iii) incorporar la creatividad en el proceso de enseñanza-aprendizaje y (iv) el establecimiento de relaciones con el gobierno, el comercio, la industria, y entidades profesionales tales como Colegio de Ingenieros y Agrimensores de P.R., la "Association for Computer Machinery" y el "Institute of Electrical and Electronics Engineers".

En el aspecto cultural, el programa fomenta la formación del ingeniero con dominio del idioma inglés, conocimientos de literatura en los idiomas inglés y español, y conocimiento básico de economía. El aspecto humano-social se fomenta a través de electivas socio-humanísticas. El aspecto científico es vital en todo ingeniero, en especial un dominio de las matemáticas y las ciencias de la computación. A nivel técnico, la preparación del ingeniero de software incluye conocimientos de ingeniería general (necesarios para satisfacer requisitos de licencia local), gerencia, un conocimiento amplio en ingeniería de software y una especialización en un dominio de aplicación. El aspecto ético incluye el requerir un curso de ética para ingenieros, al igual que el fomentar el involucramiento del estudiante en asociaciones profesionales.

La disciplina de Ingeniería de Software, debido a los rápidos cambios en la tecnología, es un campo que se desenvuelve dinámicamente. Es esencial que el programa se mantenga al día con dichos cambios, por lo que esta dirección estratégica debe mantenerse como parte integral de la filosofía del mismo. En particular, es imperativo que el programa se actualice de acuerdo a los requisitos de ley para regulación de la práctica de los ingenieros de software.

El proceso de enseñanza-aprendizaje de cualquier ingeniero debe incorporar la creatividad individual y colectiva. Esto se logra a través de proyectos que estimulen el análisis, la toma de decisiones, la resolución de compromisos, y la aplicación de las metodologías aprendidas en los cursos. La creatividad colectiva se manifiesta mediante el trabajo en equipo. Es esencial que los

proyectos estimulen la colaboración entre varios desarrolladores. El currículo del programa contempla estos factores.

Cualquier programa de ingeniería tiene que mantenerse a tono con las realidades del gobierno, el comercio y la industria. Es imperativo que el programa propuesto se mantenga al día con los requerimientos y restricciones de dichas entidades. Para satisfacer este requisito, el programa debe mantener contactos con el gobierno, el comercio y la industria, mediante programas de intercambio, internado e investigación subgraduada.

El Programa propuesto pretende cumplir con los siguientes objetivos:

- Servir de centro de educación al más alto nivel en Ingeniería de Software en Puerto Rico
- Preparar ingenieros de software profesionales para servir a las sociedades de Puerto Rico, los E.U.A. y el resto del mundo
- Preparar profesionales al más alto nivel capaces de contribuir al desarrollo social y económico de Puerto Rico

5.2 Perfil del Egresado

Entre los rasgos principales del perfil profesional del egresado en Ingeniería de Software se destacan:

- conocimiento vastos en técnicas y metodologías para el desarrollo de software a gran escala, tales como interacción humano-computadora, especificación, diseño, codificación y prueba, y aquellos relacionados a la gerencia, tales como administración de proyectos y control de calidad,
- conocimiento amplio en las ciencias de la computación, tales como algoritmos, programación, estructuras de datos, lenguajes de programación, sistemas de computadoras, bases de datos y arquitectura de computadoras,
- conocimiento de los fundamentos de ingeniería, que le permiten participar activamente en desarrollos de aplicaciones donde es necesaria la ingeniería, tales como sistemas de control, programas de análisis y programas de diseño,
- conocimiento básico de fundamentos de electrónica, necesario en el entendimiento de los aparatos físicos controlados por la programación y de los mecanismos internos de cualquier sistema de computadoras,
- capacidad para integrar y aplicar sus conocimientos en el desarrollo de proyectos novedosos de software,

- habilidad de comunicación oral y escrita en los idiomas inglés y español,
- capacidad de formular claramente sus objetivos a corto, mediano y largo plazo y de hacer sus ideas y resultados comprensibles para sus compañeros/as de trabajo,
- capacidad de aprender de sus experiencias y realizar trabajo en equipo,
- conciencia del impacto de su trabajo en la calidad de vida de la sociedad, incluyendo un claro entendimiento y respeto por los asuntos legales, éticos, sociales y culturales pertinentes a la práctica de su profesión.

5.3 Componentes del Programa

5.3.1 Distribución de los Cursos por Area

Los/las estudiantes deberán aprobar un mínimo de 158 créditos distribuidos de la siguiente manera:

- 36 créditos de formación general
- 32 créditos en formación en ciencias y matemáticas
- 18 créditos en fundamentos de ingeniería
- 33 créditos en ciencias de computación
- 21 créditos en ingeniería de software
- 6 créditos en electivas técnicas
- 12 créditos en electivas libres

A continuación se presenta el desglose de los cursos por área.

Formación general: 36 creds.

Español	6
Inglés	12
Professional Conversation	1
Economía I	3
Electivas Educ. Física	2
Electivas Sociohumanísticas	12

Matemáticas y ciencias: 32 creds.

Cálculo I-III	11
Ecuaciones Diferenciales	3
Química I, II	8
Física I,II	10

Fundamentos de ingeniería: 18 creds.

Diseño de ingeniería	2
Mecánica de ingeniería	3
Termodinámica	3
Probabilidad y Estadísticas Ingeniería	3
Economía ingeniería	3
Introducción a Circuitos Eléctricos	3
Laboratorio Intro. a Circuitos Eléctricos	1

Electivas libres: 12 creds.

Ciencias de computación: 33 creds.

Introducción a la Programación	3
Programación Avanzada	3
Estructuras de Datos	3
Estructuras Discretas para Computación	3
Análisis y Diseño de Algoritmos	3
Lenguajes de Programación	3
Redes de Computadoras	3
Conceptos de Sistemas Operativos	3
Sistemas de Bases de Datos	3
Arquitectura de Computadoras I y II	6

Ingeniería de Software: 21 creds.

Introducción a Ingeniería de Software	3
Introducción a Interacción Humano-Computadora	3
Especificación de Programas	3
Diseño de Programas	3
Prueba y Confiabilidad de Programas	3
Proyecto Ingeniería de Software I y II	6

Electivas técnicas: 6 creds.

Administración de Proyectos de Programación	3
Inteligencia Artificial	3
Desarrollo de Compiladores	3
Desarrollo Sistemas Distribuidos	3
Investigación Subgraduada en Ingeniería de Software	3

5.3.2 Descripción de los Cursos

5.3.2.1 Cursos Requeridos

Los cursos de ciencias de computación requeridos para el programa serán compartidos con el programa propuesto de Bachillerato en Ciencias de Computación. Se propone una codificación común CCOM (ciencias de computación)

CCOM3edc. Estructuras Discretas para Computación. 3 créditos. Prerreq: ninguno. Introducción a estructuras matemáticas discretas y su uso en Ciencia de Computación. Incluye tópicos tales como la relación entre datos y conjuntos, técnicas de demostración, operadores y funciones, lógica y circuitos elementales, grafos y organización de procesos computacionales, elementos de probabilidad discreta y eventos aleatorios en Computación. Una (1) hora de laboratorio y tres horas de conferencia semanal.

CCOM3iap. Introducción a la Programación. (INGE 3016) 3 créditos. Prerreq: ninguno. Análisis de problemas y programación en un lenguaje de alto nivel. Sistemas numéricos, representaciones internas, constantes, variables y tipos de datos. Estructuras de control de decisión e iterativas. Funciones y mecanismos básicos de entrada y salida de datos. Recurrencia. Problemas de programación, con aumento progresivo en dificultad. Una (1) hora de laboratorio y tres horas de conferencia semanal.

CCOM4pa. Programación Avanzada. (ICOM 4015) 3 créditos. Prerrequisitos: CCOM3iap. Análisis de problemas y programación en un lenguaje de alto nivel. Tipos de dato abstractos. Conceptos avanzados de programación incluyendo encapsulación, modularidad, polimorfismo paramétrico y por subtipos, algoritmos recursivos, manejo de memoria dinámica. Énfasis en el control de la complejidad de sistemas complejos de software. Una (1) hora de laboratorio y tres horas de conferencia semanal.

CCOM4edd. Estructuras de Datos. (ICOM 4035) 3 creds. Prerreq: CCOMpa, CCOMedc. Tipos de dato abstractos. Estructuras de datos básicas, incluyendo: estibas, listas enlazadas, árboles y grafos. Algoritmos y estructuras de almacenamiento, búsqueda y ordenamiento de conjuntos. Análisis de rendimiento y complejidad computacional elemental. Una (1) hora semanal de laboratorio y tres horas de conferencia.

CCOM3aci. Arquitectura de Computadoras I. 3 creds. Prerreq: None. Conceptos fundamentales de arquitectura de computadoras comenzando con el nivel de compuertas lógicas: circuitos combinatorios y secuenciales, aritmética binaria, unidades de aritmética y lógica (ALU), organización de memoria, diseño de unidades de control. Dos (2) horas de laboratorio y tres horas de conferencia semanal.

CCOM4acii. Arquitectura de Computadoras II. 3 creds. Prerreq: CCOMcai. Introducción a la organización de hardware, ejecución de instrucciones y relación entre los lenguajes de alto nivel y el lenguaje de máquina. Programación al nivel de la máquina, conjuntos de instrucciones, representación de datos, subrutinas, software y hardware para entrada y salida de datos. Relación entre arquitecturas y sistemas operativos: memoria virtual, implementación de kernels, interrupciones y excepciones. Dos (2) horas de laboratorio y tres horas de conferencia semanal.

CCOM4ada. Análisis y Diseño de Algoritmos. 3 Creds. Prerreq: CCOMedc, CCOMedd. Formal algorithm analysis. Fundamental algorithm design techniques: greedy algorithms, divide-and-conquer, dynamic programming, backtracking. Fundamental graph algorithms. Searching and sorting. Una (1) horas de laboratorio y tres horas de conferencia semanal.

CCOM4so. Conceptos de Sistemas Operativos. 3 creds. Prerreq: CCOMedd. Coreq: CCOMacii. Organización y estructura de sistemas operativos. Implementación de procesos concurrentes. Memoria virtual. Redes y sistemas operativos distribuidos. Una (1) hora de laboratorio y tres horas de conferencia semanales.

CCOM4ldp. Lenguajes de Programación. (ICOM 4036) 3 creds. Prerreq: CCOMedd. Estudio comparativo de lenguajes de programación, funcional, imperativo, orientado-objetos, y lógico. Conceptos de gramáticas de lenguajes, representación y tipos de data, procedimientos y funciones, procesamiento de símbolos, principios de programación concurrente y programación lógica. Una (1) horas de laboratorio y tres horas de conferencia semanales.

CCOM4rdc. Redes de Computadoras. 3 creds. Prerreq: CCOM4so. Modelo estratificado de redes de computadoras. Arquitecturas y topologías de redes de computadoras. Protocolos para los estratos de enlace, redes, transporte y aplicaciones. Énfasis en los protocolos utilizados por Internet: IP, TCP, HTTP, entre otros. Seguridad en redes de computadoras. Aplicaciones para el World Wide Web. Una (1) horas de laboratorio y tres horas de conferencia semanales.

CCOM4sbd. Sistemas de Bases de Datos. (ICOM 4017) 3 creds. Coreq: CCOM4edd. Arquitectura de sistemas de bases de datos. Diseño de bases de datos. Modelos conceptuales y representacionales.

Modelo E-R y modelo relacional. Algebra relacional. El lenguaje SQL. Dependencias funcionales y normalización. Diseño y realización de aplicaciones usando sistemas de bases de datos. Una (1) hora de laboratorio y tres horas de conferencia semanales.

INSW4sss. Introducción a la Ingeniería de Software. 3 creds. Prereqs: CCOM4ldp. Introducción al proceso de ingeniería de software. Modelos de procesos de desarrollo y medidas relacionadas. Modelo lineal, modelos evolutivos, en espiral y de dominios de aplicación. Introducción a las actividades de desarrollo, incluyendo planificación, análisis, especificación, diseño, codificación, prueba e instalación. Control de versiones. Administración de configuración de programación. Herramientas CASE. Administración de proyectos. Etica en la ingeniería de software. Una (1) hora bisemanal de laboratorio.

INSW4ttt. Introducción a Interacción Humano-Computadora. 3 creds. Prereqs: INSW4sss. Introducción a la interacción humano-computadora: características humanas y psicología cognocitiva, comunicación cara a cara y conversación, psicología social y organizacional, modelos de interacción. Diseño e implementación de interfaces gráficas: metodología para el desarrollo de GUIs y herramientas de desarrollo. Aplicación de la ingeniería de usabilidad en el diseño de interfaces gráficas: análisis heurístico y técnicas de evaluación.

INSW4uuu. Especificación de Programas. 3 creds. Prereqs: INSW4sss. Técnicas para determinar, identificar y representar necesidades y requisitos. Métodos formales de especificación. Análisis orientado a objetos. Estándares de especificación de requerimientos. El lenguaje UML. Verificación de requerimientos. Herramientas de especificación. Administración de requerimientos. Arquitecturas de Programación. Una (1) hora semanal de laboratorio.

INSW4vvv. Diseño de Programas. 3 creds. Prereqs: INSW4uuu. Elementos fundamentales y técnicas de diseño de software. Métodos formales de diseño. Diseño funcional y orientado a objetos. Estándares de especificación de diseño. El lenguaje UML. Validación y verificación de diseño. Métricas de diseño. Patrones de diseño. Diseño por contrato y el lenguaje Eiffel. Herramientas de diseño. Una (1) hora semanal de laboratorio.

INSW4www. Prueba y Confiables Programas. 3 creds. Prereqs: INSW4vvv. Pruebas y validación en el ciclo de vida de un sistema de software. Técnicas, herramientas y modelos formales de pruebas. Validación y verificación de especificaciones y diseño mediante pruebas en programas. Pruebas de unidad, integración, rendimiento, de esfuerzo y de tolerancia a fallas. Herramientas de prueba y depuración. Una (1) hora semanal de laboratorio.

INSW4yyy. Proyecto Ingeniería Software I. 3 creds. Prereqs: INSW4www, INSW4xxx. Primera parte de un curso de proyecto de ingeniería de software. Los estudiantes trabajarán en equipo para resolver problemas comerciales o industriales. Cada equipo será asignado un cliente interno o externo. El trabajo conlleva todo los aspectos del proceso de ingeniería de software al igual que presentaciones escritas y orales. La primera parte del curso termina con una presentación sobre el trabajo completado de las primeras etapas del proyecto.

INSW4zzz. Proyecto Ingeniería Software II. 3 creds. Prereqs: INSW4yyy. Segunda parte del curso de proyecto de ingeniería de software. Los estudiantes continúan trabajando sobre lo presentado en el primer curso. El trabajo termina con una presentación sobre el trabajo realizado y una evaluación del proyecto.

5.3.2.2 Electivas Técnicas

INSW4aaa. Administración de Proyectos de Programación. 3 creds. Prereqs: INSW4sss. Estimación, planificación, monitoreo, documentación, evaluación, refinamiento y control de calidad. Administración de personal. Proceso Personal de Software (PSP). Proceso de Software en Equipo (TSP). Modelo de Madurez de Capacidad (CMM). Análisis de Riesgos. Planificación de hitos. Método de senda crítica (CPM) y diagramas PERT. Herramientas de control de proyectos. Una (1) hora semanal de laboratorio.

CCOM 5ia. Inteligencia Artificial. (ICOM5015). 3 creds. Prereqs: CCOMedd. Introducción al campo de la inteligencia artificial. El lenguaje LISP y sus derivados. Técnicas de búsqueda, juegos, visión, representación del conocimiento, inferencia. Pruebas de teoremas. Entendimiento de lenguaje natural. Tres horas de conferencia semanales.

CCOM 5ddc. Desarrollo de Compiladores. (ICOM4029) 3 creds. Prereqs: CCOM ldp. Técnicas de análisis de código fuente. Análisis léxico y gramático. Generación de código objeto eficiente. Componentes compiladores e interpretadores. Tres horas de conferencia semanales.

CCOM 5ddsd. Desarrollo de Sistemas Distribuidos. 3 creds. Prereqs: CCOMso. Arquitectura de sistemas operativos distribuidos. Implantación eficiente de servicios de red. RPC. Métodos para comunicación, coordinación y sincronización eficiente entre procesos distribuidos. Agendas y transacciones distribuidas. Programación de seguridad de sistemas distribuidos. Introducción a algoritmos distribuidos. Tres horas de conferencia semanales.

INSW4bbb. Investigación Subgraduada en Ingeniería de Software. 3-6 Creds. Prereq: Permiso del Instructor. Desarrollo de un trabajo de investigación relacionado con ingeniería de software bajo la supervisión de un(a) miembro(a) de la facultad.

5.3.3 Modelo del Programa Propuesto

A continuación se presenta un modelo del programa. Este modelo está de acuerdo con la distribución de cursos mencionados en la sección 5.3.1.

AÑO 1 1er Sem.

CURSOS	CRS	PREREQUISITOS
ESPA3101 Español Básico I	3	
INGL3101 Basic English I	3	
MATE3031 Cálculo I	4	
QUIM3001 Química General I	4	
CCOM3iap Intro. a Programación	3	
EDFI---- Elect. Educ. Física	1	
Total	18	

2do Sem.

CURSOS	CRS	PREREQUISITOS
ESPA3102 Español Básico II	3	ESPA3101
INGL3102 Basic English II	3	INGL3101
MATE3032 Cálculo II	4	MATE3031
QUIM3002 Química General II	4	
CCOM4pa Programación Avanzada	3	CCOM3iap
EDFI---- Elect. Educ. Física	1	
Total	18	

AÑO 2 1er Sem.

CURSOS	CRS	PREREQUISITOS
FISI3171 Física I	4	
FISI3173 Lab Física I	1	FISI3171 (c)
CCOM3edc Estructuras Discretas	3	MATE3031
INGL3201 Grammar and Composition I	3	INGL3102
ECON3021 Principios Economía I	3	
CCOM4edd Estructuras de Datos	3	CCOM3edc CCOM4pa
Total	17	

2do Sem.

CURSOS	CRS	PREREQUISITOS
MATE3063 Cálculo III	3	MATE3032
FISI3172 Física II	4	FISI3171
FISI3174 Lab Física II	1	FISI3172 (c)
INGL3195 Professional convers.	1	INGL3102
CCOM4ldp Lenguajes de Programación	3	CCOM4edd
INEL4075 Intro. Circuitos Eléctricos	3	MATE3031
INEL4076 Laboratorio Circuitos Elec	1	INEL4075 (c)
Total	18	

**AÑO 3
1er Sem.**

CURSOS	CRS	PREREQUISITOS
INSW4sss Intro. Ingeniería Software	3	CCOM4ldp
CCOM4sbd Sistemas Bases de Datos	3	CCOM4edd
MATE4009 Ecuaciones Diferenciales	3	MATE3033
CCOM4ac1 Arquitectura Computadoras I	3	
ININ4010 Estad. y Prob. Ingeniería	3	MATE3063 INGEaaaa
CCOM4ada Anal. y Diseño Algoritmos	3	CCOM3edc CCOM4edd
Total	18	

2do Sem.

CURSOS	CRS	PREREQUISITOS
CCOM4ac2 Arquitectura computadoras II	3	CCOM4ac1
INSW4ttt Interacción Humano-Comput.	3	INSW4sss
INSW4uuu Especificación de Programas	3	INSW4sss
CCOM4sop Sistemas Operativos	3	CCOM4edd
INGL3236 Technical Report Writing	3	INGL3102
Total	15	

**AÑO 4
1er Sem.**

CURSOS	CRS	PREREQUISITOS
CCOM4rdc Redes de Computadoras	3	CCOM4sop
INSW4vvv Diseño de Programas	3	INSW4uuu
INGE3035 Mecánica de Ingeniería	3	MATE3031
INSW---- Electiva Técnica	3	
----- Electiva Socio-Humanística	3	
Total	15	

2do Sem.

CURSOS	CRS	PREREQUISITOS
INSW4www Prueba y Confiab Programas	3	INSW4vvv
ININ4015 Economía Ingenieril	3	ININ4010
INSW---- Electiva Técnica	3	
----- Electiva Socio-Humanística	3	
----- Electiva Socio-Humanística	3	
Total	15	

**AÑO 5
1er Sem.**

CURSOS	CRS	PREREQUISITOS
INSW4yyy Proyecto Ing. Software I	3	INSW4www* INSW4xxx
INME4045 Termodinámica	3	QUIM3002 FISI3172
----- Electiva Libre	3	
----- Electiva Socio-Humanística	3	
Total	12	

2do Sem.

CURSOS	CRS	PREREQUISITOS
INSW4zzz Proyecto Ing. Software II	3	INSW4xxx
----- Electiva Libre	3	
----- Electiva Libre	3	
----- Electiva Libre	3	
Total	12	

* Mínimo 4to año y haber completado 30 créditos en CCOM

5.3.4 Metodología Educativa y Estrategias Instruccionales

La metodología educativa en el programa académico propuesto estará dirigida a cumplir con los objetivos educativos del programa. En este programa se persiguen primordialmente: (i) la aplicación de las ciencias y la tecnología en el desarrollo de programación a gran escala, y (ii) la integración de las técnicas de trabajo en equipo para resolver problemas complejos. Las estrategias educativas utilizadas para enseñar los cursos serán diversas. Se utilizarán, entre otras, las técnicas de conferencia efectiva, trabajo independiente, aprendizaje colaborativo y trabajo en equipo. Las capacidades de trabajo individual se desarrollarán mediante asignaciones y la preparación de informes en algunos cursos. Las capacidades de trabajo en equipo y el aprendizaje colaborativo serán incentivadas y evaluadas a través de proyectos que demanden diseños complejos y la efectiva colaboración de varios estudiantes en la obtención de una solución común. En especial, se usará el nuevo concepto de "fábrica", el cual consiste en un proyecto en que se realiza una actividad específica (ej. diseño) en el desarrollo de un producto. En otro proyecto (el

cual puede ser de otro curso), el estudiante realizará otra actividad en otro producto, de tal forma que (i) se simule lo que sucede actualmente en la industria, donde un ingeniero pasa diversos proyectos de desarrollo y (ii) amplíe su visión global del proceso de desarrollo. Se entrenará a los estudiantes en el uso de herramientas aplicadas al desarrollo de programación mediante sesiones de laboratorio conducidas por el profesor o un ayudante de cátedra cualificado.

5.3.5 Catálogo y Promoción

La descripción del programa según se indica en la sección 5.3.1 y la descripción de los cursos que se indican en la sección 5.3.2 se incluirán en el catálogo de ofrecimientos académicos del Recinto Universitario de Mayagüez. Una vez aprobado el programa se preparará un boletín informativo para promocionar el mismo.

6. ADMISIÓN Y MATRÍCULA

6.1 Requisitos de Admisión

Los requisitos de admisión son dos: haber aprobado la escuela secundaria y tener el índice de ingreso mínimo requerido. El índice de ingreso es función del promedio general de escuela superior y la puntuación obtenida en el "College Board". El índice de ingreso mínimo se computará basado en una proyección de oferta/demanda dado por el número de solicitudes y la proyección de matrícula.

6.2 Proyección de la Matrícula

Basado en los recursos aquí requeridos, se estima que se podrá atender una matrícula de cincuenta (50) estudiantes de nuevo ingreso por año.

7. REQUISITOS ACADÉMICOS PARA OTORGAR EL GRADO

Los requisitos académicos para otorgar el grado que se propone se indican en las siguientes secciones.

7.1 Total de Horas-Crédito que se Requieren

Se requiere la aprobación de un total de ciento sesenta (158) créditos para otorgar el grado según se indica en la sección 5.3.1.

7.2 Índices Académicos Mínimos

Se requiere un índice académico no menor de 2.0 para graduarse del programa.

7.3 Total de Créditos a Aceptarse en Transferencia

Los cursos a aceptarse en transferencia son determinados por los directores de los departamentos a los que corresponden los cursos a ser acreditados. No obstante el estudiante debe tomar los últimos 28 créditos en el Recinto Universitario de Mayagüez. Este requisito puede ser obviado en casos excepcionales con la autorización del Decano de Ingeniería y el Decano de Asuntos Académicos.

7.4 Requisitos de Idioma

No aplica.

7.5 Tiempo Límite para Completar el Grado

El tiempo límite para completar el grado es de diez (10) años como estudiante a tiempo completo.

8. FACULTAD

8.1 Facultad Necesaria Para el Establecimiento del Programa

8.1.1 Facultad Necesaria para Ofrecer los Cursos de Ciencias de Computación

Para ofrecer los cursos requeridos y los cursos electivos en ciencia de computación se debe reclutar facultad con especialidad en diferentes áreas. El número de profesores a reclutar por año, durante los primeros cinco años aparece en la tabla 8.1. Estos cálculos asumen una matrícula constante de 50 estudiantes de nuevo ingreso por año y una carga docente promedio de tres cursos por año. De este modo, la facultad dedicará un 50% de su tiempo a la enseñanza (tres cursos de bachillerato y uno graduado anualmente) y otro 50% a la investigación académica.

Tabla 8.1 Facultad Necesaria por Area de Especialidad en Ciencia de Computación e Ingeniería en Software Durante los Primeros Cinco Años

Area	Año				
	1	2	3	4	5
Sistemas operativos				1	
Bases de datos			1		
Lenguajes	1	2			
Interacción humano-computadora			1		
Ingeniería en Software			3	1	1
Redes de Computación				1	
Arquitectura de Computadoras			1		

8.1.2 Facultad Necesaria para Ofrecer los Cursos de Otras Disciplinas

Para poder ofrecer el programa se necesitará la contratación de facultad en disciplinas como español, inglés, humanidades, ciencias sociales, matemáticas, física, química, educación física, ingeniería eléctrica, ingeniería general, ingeniería industrial y economía. En la figura 8.1 se presenta la proyección de la facultad necesaria para ofrecer los cursos de otras disciplinas durante los primeros 5 años. Se asume una carga académica anual de 8 cursos por profesor(a).

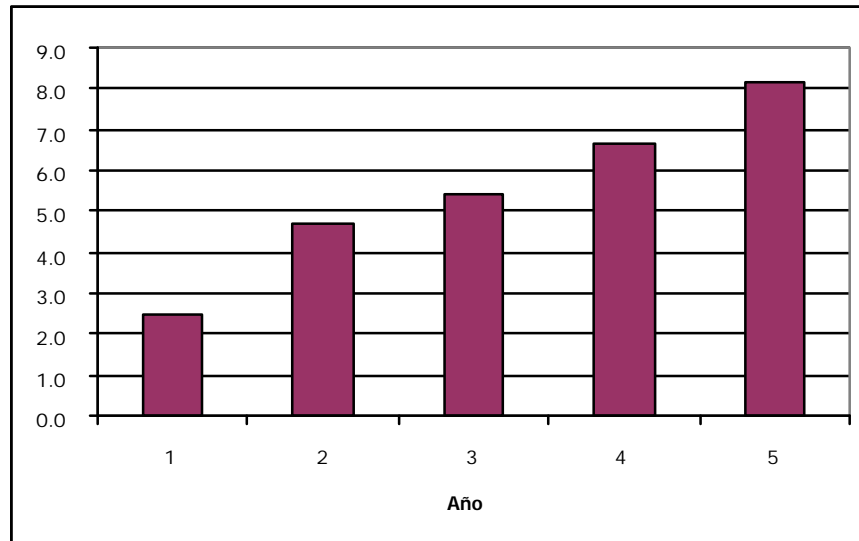


Figura 8.1 Facultad Necesaria para Ofrecer los Cursos de Otras Disciplinas Durante los Primeros Cinco (5) Años

8.2 Plan de Reclutamiento de la Facultad

8.2.1 Reclutamiento de Facultad para Ofrecer los Cursos de Ciencias de Computación

8.2.1.1 Reclutamiento de Estudiantes Talentosos

Tradicionalmente en la facultad de ingeniería el método de reclutamiento más efectivo ha sido el de enviar estudiantes talentosos a obtener doctorados en Estados Unidos. Por esto se propone el desarrollo de una campaña agresiva para el reclutamiento de estos estudiantes. Mediante esta campaña se seleccionará un número no inferior a cinco estudiantes. Dichos estudiantes serán subvencionados para hacer estudios doctorales en Ciencias de Computación o Ingeniería en Computación. Los estudiantes se especializarán en ingeniería de software.

Para que el plan de reclutamiento de estudiantes pueda tener éxito es necesario ofrecer estipendios que cubran adecuadamente el costo de realizar estudios de doctorado en Estados Unidos. Los estipendios que se proveen actualmente son inadecuados

8.2.1.2 Reclutamiento de Nueva Facultad

Para completar la facultad se reclutarán profesores con especialidad en las siguientes áreas: arquitectura de computadoras, lenguajes de programación e interacción entre humano y computadora, bases de datos, sistemas operativos y redes de computadoras. A modo de incentivo, cada profesor reclutado recibirá dinero semilla para investigación durante sus primeros dos años. Este dinero semilla proveerá fondos para la adquisición de equipo, viajes de investigación, una ayudantía de investigación y compensación salarial para el período de verano. Además se le proveerá una descarga docente de seis créditos con el objeto de facilitar su trabajo de investigación.

8.2.1.4 Reclutamiento de Ayudantes de Cátedra

Además de reclutar facultad con maestría y doctorados es necesario reclutar ayudantes de cátedra para asistir al profesorado en la enseñanza de los cursos, particularmente en las sesiones de laboratorio. Se estima que será necesario reclutar un estudiante de cátedra por cada cuatro secciones. Tomando como base una matrícula de 50 estudiantes de nuevo ingreso por año se requerirá un total de 5 ayudantes de cátedra al cabo de cinco años. Estos ayudantes serán reclutados de los programas graduados de ciencias e ingeniería de computadoras.

8.2.2 Facultad para Ofrecer los Cursos de Otras Disciplinas

El reclutamiento de esta facultad se llevará a cabo por los respectivos departamentos. Para este propósito se incluye una partida presupuestaria como parte del presupuesto recurrente del programa.

8.3 Plan para el Adiestramiento de la Facultad

La facultad del programa se reclutará debidamente adiestrada. Sin embargo, se espera que el profesorado continúe manteniéndose al día en su campo asistiendo a conferencias y participando en los diferentes talleres de capacitación en métodos y estrategias de enseñanza efectiva que se ofrecen en el RUM.

9. RECURSOS DEL APRENDIZAJE

9.1 Inventario de Recursos Existentes

La Facultad de Ingeniería tiene a su disposición la Biblioteca General del Recinto Universitario de Mayagüez. Esta biblioteca dispone de una colección de libros que puede servir para comenzar el programa propuesto. Hemos determinado, sin embargo que es necesario presentar un plan de mejoramiento bibliotecario con el propósito de asegurar que la biblioteca general provea la ayuda necesaria al estudiantado de este programa durante los próximos cinco años.

Especial atención se le dará a todo el sistema informático con que la biblioteca general dispone para la comunicación dentro del Recinto Universitario de Mayagüez como fuera de este de tal manera que este sistema informático provea al usuario(a) métodos eficientes para el acceso a los repositorios electrónicos con que cuenta dicha biblioteca. Pensamos que la biblioteca general del

Recinto Universitario de Mayagüez debe convertirse en el repositorio y centro de comunicación de información electrónica.

9.2 Plan de Mejoramiento de Recursos Disponibles

A continuación presentamos un plan de cinco años para mejorar la condición actual de la biblioteca con el objetivo de atender los requisitos del programa propuesto por los próximos cinco años. El plan se divide en cuatro partes principales: obtención de libros, obtención de materiales audiovisuales, obtención de acceso electrónico a documentación y base de datos.

9.2.1 Obtención de Libros

Al inicio de cada semestre se requerirá de la Biblioteca General información sobre la disponibilidad de fondos para obtener libros. Se enviará a la Biblioteca General una lista de libros que deseará obtener para el siguiente semestre. La preparación de cada lista será coordinada con el/la representante de la biblioteca ante la facultad de ingeniería.

9.2.2 Obtención de Materiales Audiovisuales

Al principio de cada semestre se facilitarán a la biblioteca general una lista de recursos audiovisuales que desearán obtener para el siguiente semestre. La preparación de cada lista será coordinada con el representante de la biblioteca ante la facultad.

9.2.3 Obtención de Acceso Electrónico a Base de Datos

La biblioteca general del Recinto Universitario de Mayagüez está desarrollando una infraestructura que facilitará a los/las usuarios(as) de esta biblioteca el acceso electrónico a documentación y base de datos a través de la red electrónica de comunicación de nuestro recinto. Se evaluará periódicamente dicha infraestructura para asegurar que posea los requisitos mínimos para sostener un ambiente activo de acceso a la biblioteca.

9.2.4 Uso de Otras Bibliotecas

Entendemos que los/las estudiantes de este programa deben tener acceso a las bibliotecas de otras universidades. Actualmente la biblioteca general cuenta con un programa de préstamos interbibliotecarios. Además, mediante el Internet y servicios como el "World Wide Web" hoy día se puede acceder un caudal de publicaciones e información científica.

10. INSTALACIONES FÍSICAS Y EQUIPO

10.1 Inventario de Facilidades Disponibles

Actualmente no existen facilidades físicas disponibles para ofrecer el programa que se propone. Esto hace indispensable la construcción de al menos 12,600 pies cuadrados, distribuidos de la siguiente manera:

Cantidad	Tipo de Espacio	Area
4	salones de clases	2,000
3	laboratorios	3,000
15	oficinas de profesores	1,500
5	oficinas de ayudantes de cátedra	500
	oficinas administrativas	2,000
	Salas de estudio y organizaciones estudiantiles	2,000
4	baños	400
2	salas de reuniones	1,200
	Total	12,600

Las facilidades propuestas deberán tener iluminación apropiada y sistemas de acondicionamiento de línea y UPS para todos los tomacorrientes eléctricos destinados a sistemas de comunicación de redes y sistemas de computación. Además, se instalarán cables y equipos de comunicación de redes digitales en todas las facilidades. En los laboratorios se instalarán cerraduras electrónicas. Las facilidades se habilitarán apropiadamente con mobiliario de oficina o equipos de computación según sea el caso. Los salones de clase contarán con un equipo de proyección de computadoras.

Además de las facilidades físicas antes descritas se propone la construcción de 17 espacios de estacionamiento.

10.2 Impacto del Programa Sobre las Instalaciones Físicas Existentes

Puesto que se deberán construir nuevas facilidades físicas, el programa propuesto no afecta las instalaciones existentes en el RUM.

10.3 Necesidad y Disponibilidad de Servicios de Cómputos para el Nuevo Programa

10.3.1 Laboratorios

Para ofrecer el programa se propone el establecimiento de tres laboratorios. Estos laboratorios se describen a continuación.

Laboratorio de Computación - Este laboratorio servirá para apoyar los cursos de fundamentos de computación. Este laboratorio contará con 30 estaciones de trabajo tipo PC, un servidor PC, una impresora láser de alta velocidad y un sistema de proyección de computadoras del alta

iluminación. Las estaciones de trabajo al igual que el servidor operarán con el sistema operativo Linux. El software necesario consistirá de compiladores de lenguajes como C, C++, Java, etc.

Laboratorio de Software - Este laboratorio servirá para apoyar los cursos de que requieren desarrollo de software. El laboratorio contará con 30 estaciones de trabajo tipo PC, un servidor tipo PC, un servidor de alto rendimiento tipo Unix, una impresora láser de alta velocidad y un sistema de proyección de computadoras del alta iluminación. Las estaciones de trabajo al igual que el servidor PC operarán con el sistema Windows 2010. El servidor de alto rendimiento operará con el sistema operativo Unix. El software necesario consistirá de programas para desarrollar bases de datos como Oracle y Access, programas para desarrollar interfaz de usuario(a) como Delphi, JBuilder y Visual Basic, y programas para desarrollar aplicaciones de Web como Front Page y Page Mill.

Laboratorio de Ingeniería de Software - Este laboratorio servirá para apoyar los cursos de ingeniería de software. El laboratorio contará con 40 estaciones de trabajo tipo PC, un servidor PC, una impresora láser de alta velocidad y un sistema de proyección de computadoras del alta iluminación. Las estaciones de trabajo al igual que el servidor operarán con el sistema Windows Millenium. El software necesario consistirá de programas de administración de proyectos y diseño de programas.

10.3.2 Personal Docente y Administrativo

Además de los sistemas de computación antes mencionados se requieren 5 computadoras tipo PC para el personal administrativo, 13 estaciones de trabajo (PC o Macintosh) para la facultad y 5 estaciones de trabajo tipo PC para ayudantes de cátedra. Todas estas estaciones de trabajo deberán tener un micrófono y una mini cámara para facilitar videoconferencia y un sistema de interacción verbal. El software mínimo para estas estaciones consistirá de un paquete de productividad de oficina como Office 2010, un “browser” como Netscape, un programa de correo electrónico, un convertidor de formatos PDF (Acrobat) y un sistema de videoconferencia.

11. ACREDITACIÓN Y LICENCIA DEL PROGRAMA

11.1 Acreditación Profesional

Como todos los programas de ingeniería del RUM es deseable que el nuevo programa sea eventualmente acreditado por la “Accreditation Board of Engineering and Technology” (ABET). Una vez graduada la primera clase del programa se solicitará una visita de acreditación a esta agencia.

11.2 Licenciamiento por el CES

Una vez aprobado por los cuerpos correspondientes de la Universidad de Puerto Rico el programa que se propone, requiere la aprobación del Consejo de Educación superior.

12. ADMINISTRACIÓN DEL NUEVO PROGRAMA

El programa será inicialmente administrado por el Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras del Recinto Universitario de Mayagüez. Para estos efectos se propone la creación del cargo académico administrativo de Director Asociado para el Área de Computación. Dicho director asociado tendrá bajo su responsabilidad:

- currículum,
- desarrollo de infraestructura,
- planificación,
- matrícula de estudiantes y reclutamiento de personal

Este director asociado debe ser nombrado antes del comienzo oficial del programa.

El programa requerirá además de la contratación del siguiente personal de apoyo:

- un(a) secretario(a)
- un(a) oficial administrativo
- un(a) consejero(a) académico

El personal administrativo servirá también de apoyo al Programa de Bachillerato en Ciencias de Computación se propone por el Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras.

13. AYUDA ECONÓMICA PARA LOS ESTUDIANTES

Las becas y préstamos usuales otorgados por agencias del gobierno de Puerto Rico y del gobierno federal, están a disposición de estudiantes cualificados. Aquellos estudiantes de rendimiento académico sobresaliente tendrán matrícula de honor y con ello, la eximición del pago de la misma.

14. PRESUPUESTO

En la tabla 14.1 se presenta el presupuesto recurrente estimado para los primeros 5 años del programa. El presupuesto anual a partir del sexto año será similar al del quinto año con los debidos ajustes salariales. En la tabla 14.2 se presenta el presupuesto no recurrente del programa para los primeros cinco años. En la tabla 14.3 se indican los criterios utilizados para calcular los diferentes renglones del presupuesto.

Tabla 14.1 Presupuesto Recurrente del Programa Propuesto Durante los Primeros Cinco Años.

Renglón	Año				
	1	2	3	4	5
Facultad de la disciplina	80,952	221,127	593,875	791,113	853,238
Facultad de otras disciplinas	112,298	209,623	243,313	299,462	366,841
Ayudantes de cátedra	3,600	9,000	23,400	32,400	36,000
Personal administrativo	78,174	82,083	86,187	90,496	95,021
Administrador(a) de sistemas	55,170	57,929	60,825	127,732	134,119
Estaciones de trabajo (workstation)	87,000	81,000	155,000	140,000	158,000
Servidores	4,000	85,000	4,000	8,000	85,000
Periferales	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
Software	44,000	57,000	70,000	75,000	96,000
Recursos bibliotecarios	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
Materiales didácticos	10,000	10,000	10,000	15,000	15,000
Materiales de oficina	10,000	10,000	10,000	15,000	15,000
Total	500,194	837,762	1,271,600	1,609,204	1,869,219

Nota: Los costos correspondientes al personal administrativo (salarios, estaciones de trabajo y software) serán compartidos con el Programa de Bachillerato en Ciencias de Cómputos que se propone por el Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras. De aprobarse ambos programas el costo real correspondiente a este programa sería la mitad de lo que se ha presupuestado en esta propuesta.

Tabla 14.2 Presupuesto No Recurrente del Programa

Renglón	Año				
	1	2	3	4	5
Construcción de Facilidades	1,398,600				
Estacionamientos	136,000				
Equipo de oficina	35,000				
Equipo de laboratorio	25,500	25,500	30,500	5,000	
Dinero semilla	25,000	75,000	125,000	175,000	125,000
Total	1,620,100	100,500	155,500	180,000	125,000

Nota: Los costos correspondientes al equipo de oficina del personal administrativo serán compartidos con el Programa de Bachillerato en Ciencias de Cómputos que se propone por el Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras. De aprobarse ambos programas el costo real correspondiente a este programa sería la mitad de lo que se ha presupuestado en esta propuesta.

Tabla 14.3 Criterios para determinar el presupuesto

Renglón	Criterio
Facultad de la disciplina	Salario y beneficios marginales según escala de ingeniería. La facultad se

	reclutará según se indica en la tabla 8.1.
Facultad de otras disciplinas	Salario y beneficios marginales según escala básica. (Se asume mitad Instructores con MS y mitad Catedráticos Auxiliares con Ph.D.). La facultad se reclutará según la proyección que se indica en la figura 8.1.
Ayudantes de cátedra	Un ayudante por cada cuatro secciones por semestre @ \$7200 por ayudante
Personal administrativo	Salario y beneficios marginales según escalas salariales para personal no docente y compensaciones para directores(as) asociados para el siguiente personal: una(o) secretaria(o) un(a) consejero(a) académico un oficial administrativo un(a) director(a) asociado Se asume un incremento salarial de un 5% anual.
Administrador(a) de sistemas	Salario y beneficios marginales para dos administradores más beneficios marginales. Se asume un incremento salarial de un 5% anual.
Estaciones de trabajo (workstations)	\$2,500 por computadora de laboratorio, \$3,000 por cada computadora para personal administrativo y facultad. Además de proveer computadoras para el personal docente y administrativo se establecerán tres laboratorios de computación con un total conjunto de 100 computadoras. Se asume que cada estación de trabajo se reemplaza al cabo de dos años.
Servidores	\$10,000 por server PC y \$75,000 por server Unix. Se adquirirá y mantendrá dos servidores PC y un servidor Unix. Se asume que cada servidor se reemplaza al cabo de tres años.
Equipos periféricos	\$10,000 anuales
Software	\$1,000 por computadora, \$10,000 por servidor PC y \$25,000 por servidor Unix. Este costo se contabiliza solamente en el año en que se compra cada computadora.
Recursos bibliotecarios	\$5000 por año
Materiales didácticos	\$15,000 por año
Materiales de oficina	\$15,000 por año
Construcción de facilidades	12,600 pies cuadrados @ \$111 el pie cuadrado
Estacionamientos	17 @ \$8000 por espacio
Equipo de oficina (muebles, anaqueles, fotocopiadoras, etc.)	\$35,000
Equipos de laboratorios	\$500 por mueble de computadora, \$5000 por equipo de proyección para laboratorios y salones de clases (distribuido en cuatro años)
Dinero semilla	\$25,000 por facultad por los primeros dos años de contratación

15. INGRESOS

Además de ingresos por concepto de matrícula, el Colegio de Ingeniería frecuentemente recibe donaciones de compañías privadas para desarrollar laboratorios académicos, didácticos y de investigación. Se espera que el programa que se propone atraiga un número significativo de fondos por este concepto lo cual reduciría las la cantidad de fondos institucionales necesarios para ofrecer el programa. Para este programa la agencia gubernamental PRIDCO aprobó una

propuesta al RUM para contribuir, a modo de pareo, fondos para ofrecer este programa durante los primeros cinco años. El total de fondos que el RUM recibirá de PRIDCO para este programa será de \$.

16. EVALUACION

Para determinar el grado de éxito del programa se realizarán una evaluación del mismo al cabo de 6 años. En esta evaluación se utilizaran los siguientes indicadores:

Indicador	Expectativas
Admisiones	50 estudiantes por año con índices de ingreso superior al 95% de los/las estudiantes admitidos/as al RUM
Retención	90% de retención
Graduandos	90% de los/las estudiantes originalmente admitidos/as graduándose en cinco años
Empleos	85% de los/las egresados/as con ofertas de trabajo en campos afines con la ingeniería de software
Estudios Graduados	15% de los/las egresados/as admitidos/as a universidades reconocidas para proseguir estudios graduados
Acreditación	El programa deberá estar acreditado al cabo del sexto año.
Donativos	\$500,000 en el periodo de 6 años