



Universidad de Puerto Rico
Recinto Universitario de Mayagüez
SENADO ACADEMICO



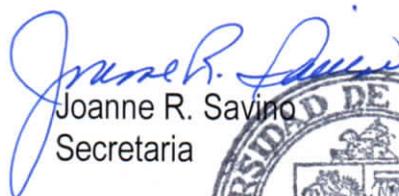
CERTIFICACION NUMERO 07-17

La que suscribe, Secretaria del Senado Académico del Recinto Universitario de Mayagüez de la Universidad de Puerto Rico, **CERTIFICA** que en reunión ordinaria celebrada el martes, 17 de abril de 2007, este organismo **APROBÓ la CREACIÓN DE LA SECUENCIA CURRICULAR EN CIENCIAS ATMOSFÉRICAS Y METEOROLOGÍA.**

Dicha secuencia curricular cumple con los requisitos establecidos en la Certificación Número 47 (2004-2005) de la Junta de Síndicos (Inciso II.B.4).

La misma forma parte de esta certificación.

Y para que así conste, expido y remito la presente certificación a las autoridades universitarias correspondientes, bajo el sello de la Universidad de Puerto Rico a los diecinueve días del mes de abril del año dos mil siete, en Mayagüez, Puerto Rico.


Joanne R. Savino
Secretaria





Aprobado
17/abril/07
[Signature]
Certificación #07-18

29 de marzo de 2007

Miembros del Senado Académico
Recinto Universitario de Mayagüez

Omell Pagán Parés, Presidente
Comité de Asuntos Curriculares

CREACION DE SECUENCIA CURRICULAR EN CIENCIAS ATMOSFÉRICAS Y METEOROLOGÍA

En reunión del viernes, 26 de febrero de 2007 el Comité de Asuntos Curriculares revisó la propuesta presentada por el Departamento de Física para la creación de la Secuencia Curricular en Ciencias Atmosféricas y Meteorología. Esta secuencia es una de Categoría IV. El Comité recomienda que se apruebe dicha secuencia por las siguientes razones:

1. Cumple con todos los requisitos de la Categoría IV.
2. Le añade valor adicional a cualquier bachillerato.
3. El cambio climático y las amenazas provocadas por el mismo hacen imperantes la formación de profesionales capaces de analizar datos de parámetros ambientales, y también deducir relaciones causales sobre los eventos climáticos y meteorológicos de interés social y científico.
4. El crear esta secuencia permitiría aglutinar masas críticas de estudiantes, profesorado y recursos académicos, en ruta hacia establecer un bachillerato en ciencias atmosféricas y meteorología.



2007 MAR -5 AM 10:36

1 de marzo de 2007

Jorge Iván Vélez Arocho, Rector
Universidad de Puerto Rico
Recinto Universitario de Mayagüez

Estimado señor Rector:

El Departamento de Física del Colegio de Artes y Ciencias interesa crear una Secuencia Curricular (Categoría IV), según lo establecido en la Certificación 47 (2004-2005) de la Junta de Síndicos. El título es *Secuencia en Ciencias Atmosféricas y Meteorología*.

El estatus de los cursos de la secuencia propuesta se resumen de la siguiente forma:

- **METE 4006; METE 4007; METE 4008; METE 4057; METE 4061 y METE 4075 y GEOL 3105** existen en nuestra oferta regular.
- **METE 5XXX. METEOROLOGÍA AVANZADA** tiene por codificación oficial **METE 5065**.
- **METE 4XXX. METEOROLOGÍA SINÓPTICA y CMOF 5XXX. INTRODUCCIÓN A LA OCEANOGRAFÍA FÍSICA PARA LAS CIENCIAS ATMOSFÉRICAS** fueron referidos al Senado Académico.

La secuencia requiere la aprobación de 25 créditos. La Certificación 47 que rige la creación de secuencias curriculares indica que se debe justificar cuando una secuencia excede de 15 créditos. Los 10 créditos restantes serán tomados por el estudiante a manera de electivas recomendadas y así no se extiende el tiempo que le toma terminar su bachillerato, así como los cursos que componen la secuencia.

Someto ante su consideración y la del Senado Académico del Recinto Universitario de Mayagüez la información necesaria para la evaluación de crear estas secuencias curriculares.

Atención: Leano
Senado
Senado
T.
13

Gracias por su acostumbrada cooperación.

Cordialmente,

Mildred Chaparro, Presidenta
Comité de Cursos del Senado Académico

ypp

anejos



**Universidad de Puerto Rico
Recinto Universitario de Mayagüez
Colegio de Artes y Ciencias
Departamento de Física**

Propuesta para la creación de una Secuencia Curricular de Interés Especial
de Categoría IV, conducente a una

Subespecialidad en Ciencias Atmosféricas y Meteorología

Autor: **Carlos U. Pabón-Ortiz, PhD**

Endosos y aprobaciones:

Comité de Currículo del Departamento de Física:	sometido: 27.sept.2005 aprobado: 16.nov.2005
Facultad del Departamento de Física:	aprobado: 1.dic.2005
Comité de Currículo del Colegio de Artes y Ciencias:	sometido: 9.feb.2006 aprobado: 26.oct.2006
Facultad del Colegio de Artes y Ciencias:	aprobado: _____
Decanato de Asuntos Académicos	endosado: _____
Senado Académico del RUM:	sometido: _____
aprobado por el Comité de Currículo del S.A.:	_____
	aprobado: _____

7
M. D.

Tabla de contenido

I- Introducción	4
A- Título del Programa y del Grado Académico	4
B- Nomenclatura	4
C- Autorización	4
D- Duración del programa de estudios para estudiantes a tiempo completo	4
E- Fecha de comienzo	5
II- Objetivos de la Subespecialidad	5
A- Objetivos generales de la Subespecialidad	5
B- Objetivos específicos de la Subespecialidad	6
C- Perfil del egresado	6
III- Justificación para la creación de esta Subespecialidad	7
A- Relación de la Subespecialidad con los Objetivos de la UPR	7
B- Razones académicas para establecer la Subespecialidad	7
C- Necesidad socio-económica del nuevo ofrecimiento y oportunidades de empleo	8
IV- Requisitos especificados por instancias académicas, profesionales o industriales	9
V- Requisitos de admisión	10
VI- Requisitos académicos para la aprobación satisfactoria de la Subespecialidad	10
A- Cursos requeridos para completar la Subespecialidad	10
1- Cursos requeridos	11
2- Cursos electivos recomendados	11
B- Total de horas crédito	12
C- Índices académicos mínimos	12
D- Convalidación de cursos	12
E- Restricciones sobre repetición de cursos o aprobaciones con D	12
F- Aceptación de cursos por pruebas de nivel avanzado	12
G- Otros requisitos de la Subespecialidad	12
H- Solicitar anotación en el expediente académico y Certificado de Subespecialidad ..	12
VII- Rutas curriculares para la Subespecialidad	13
A- Rutas normales	13
B- Rutas curriculares alternas	13
VIII- Plan de avalúo	13
A- Admisión y alumnado	13
1- Evolución en los requisitos de admisión	13
2- Proyección del alumnado para los primeros 5 años	14
3- Proyección del número de egresados de la Subespecialidad	14
B- Evaluación de la Subespecialidad	14

IX- Apéndices	15
A- Lista de abreviaturas	15
B- Reconocimientos	16
C- Descripción de los cursos para la Subespecialidad	17
1- Cursos en meteorología	17
2- Cursos de otros departamentos	19
D- Relación del Programa de la Subespecialidad con programas existentes	20
1- Programas del Departamento de Física del RUM	20
2- Programas en otros departamentos del RUM	20
3- Comparación de secuencias del Programa en Física Teórica y con la Subespecialidad	21
E- Recursos de aprendizaje	22
1- Facultad disponible para el establecimiento de la Subespecialidad	22
2- Recursos físicos existentes	22
a- Infraestructura disponible	22
b- Impacto del nuevo Programa sobre la infraestructura existente	23
c- Necesidad y disponibilidad de recursos computacionales	23
3- Plan de mejoramiento	23
4- Otra infraestructura, equipos y servicios	23
F- Administración de la Subespecialidad	24
G- Especificación de requisitos para carreras en meteorología	25

I- Introducción

Este documento describe la nomenclatura de esta propuesta, los objetivos de la Subespecialidad, las justificaciones para su creación, indica paralelos entre la secuencia curricular modelo y las especificaciones profesionales de una carrera en meteorología, los requisitos académicos de la Subespecialidad, la viabilidad de una secuencia curricular modelo a tono con algunos programas de estudio primarios y similares en el RUM, los requisitos de admisión y finalmente, un plan propuesto para el avalúo de la evolución de la Subespecialidad.

A- Título del Programa y del Grado Académico

El Departamento de Física del Colegio de Artes y Ciencias del Recinto Universitario de Mayagüez propone un nuevo **Programa de Subespecialidad en Ciencias Atmosféricas y Meteorología** como una **secuencia curricular de especial interés** entre los ofrecimientos de la Universidad de Puerto Rico. El Programa de Subespecialidad está dirigido a los estudiantes del RUM-UPR que deseen obtener, además de una especialidad primaria en ciencias o ingeniería, obtener una especialización secundaria en Ciencias Atmosféricas y Meteorología.

El estudiante que haya completado todos los requisitos de la Subespecialidad, consecuentemente con las especificaciones de la sección VI, habrá de recibir una **Certificación en Ciencias Atmosféricas y Meteorología** del Departamento de Física del RUM-UPR al momento de completar su bachillerato y se hará constar en su expediente académico que ha aprobado tal Subespecialidad, además de su preparación académica primaria de bachillerato.

B- Nomenclatura

En esta propuesta se nombra al Departamento de Física del RUM-UPR como el “Departamento”; al Colegio de Artes y Ciencias del RUM-UPR como el “CAC”; al “Recinto Universitario de Mayagüez de la UPR” como el RUM; al Programa de Subespecialidad en Ciencias Atmosféricas y Meteorología como “la Subespecialidad”; y al Acuerdo Cooperativo entre el RUM y la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés) como el “Acuerdo Cooperativo” o por “AC-CAM”. Hemos incluido un apéndice con un listado más completo de abreviaturas usadas en el documento.

C- Autorización

La Certificación No. 47 (2004-2005) de la Junta de Síndicos de la UPR, en la sección II.B.4, autoriza la creación de secuencias curriculares en calidad de segundas concentraciones que añadan alternativas pertinentes e innovadoras al bachillerato.

El Programa de la Subespecialidad está propuesto como una especialización secundaria (equivalente a una segunda concentración, aunque más extensiva en el número de créditos que se recomiendan) para estudiantes en ciencias, matemáticas e ingeniería. La temática de esta Subespecialidad es nueva en el sistema de la UPR, y ciertamente de gran pertinencia tanto para nuestra sociedad puertorriqueña, como la mundial en el siglo XXI.

D- Duración del programa de estudios para estudiantes a tiempo completo

El nuevo Programa de Subespecialidad Académica tendrá una duración de 2 años para estudiantes a tiempo completo que satisfagan todos los requisitos estipulados en la sección VI, según la ruta curricular óptima. También se indican otras rutas alternas para estudiantes de otras

especialidades primarias fuera del Departamento. Algunas de estas rutas curriculares alternas podrían requerir 1 o 2 semestres adicionales si el currículo de la especialización primaria no permite el espacio de muchos cursos electivos. Pero, aún en estos casos, la propuesta Subespecialidad Académica cae dentro de las especificaciones de la Certificación No. 47 (2004-2005) de la Junta de Síndicos de la UPR

E- Fecha de comienzo

Se espera que este Programa de Subespecialidad comience a admitir estudiantes para el primer semestre del año académico de 2006-2007.

II- Objetivos de la Subespecialidad

A- Objetivos generales de la Subespecialidad

El estudio de la meteorología moderna, y de las ciencias atmosféricas como el supraconjunto de esta disciplina, tiene sus comienzos a principio del siglo XX, con los trabajos del físico noruego Vilhelm Bjerknes. Las redes de observaciones sistemáticas que Bjerknes estableció en las costas de su país natal, sus esfuerzos para uniformizar internacionalmente las mediciones de parámetros meteorológicos, el desarrollo de técnicas de análisis propias de la disciplina, y el desarrollo de escuelas formales de entrenamiento, todo ello previo a la 1ra Guerra Mundial, cimentaron el surgimiento del estudio formal que habríamos de llamar las ciencias atmosféricas modernas, y las técnicas de observación y predicción a corto plazo temporal y espacial que hoy llamamos meteorología.

El científico atmosférico moderno utiliza conocimientos en física, matemáticas, estadística, análisis numérico, química y geología, todo ello incorporado coherentemente a la meteorología, para analizar datos de parámetros ambientales, y deducir relaciones causales sobre los eventos climáticos y meteorológicos de interés social y científico.

Los objetivos de la Subespecialidad en Ciencias Atmosféricas y Meteorología deberán ser consistentes con la evolución histórica de la disciplina académica, y con las necesidades fundamentales de los profesionales que se preparan para el servicio en el campo.

El objetivo primario de la Subespecialidad es la **educación formal de estudiantes** (i.e., entrenamiento formal) en las ciencias atmosféricas y la meteorología, a nivel subgraduado. La secuencia curricular deberá proveerles una base sólida para que estos puedan, posteriormente al grado de su especialización primaria, continuar estudios en la meteorología y campos relacionados, trabajar en industrias y laboratorios que monitorizan las condiciones ambientales, realizar investigación científica en meteorología y áreas afines, o convertirse en meteorólogos profesionales en la industria privada o en el Servicio Nacional de Meteorología, con un mínimo de preparación adicional en tales disciplinas académicas.

El objetivo secundario de la Subespecialidad es el de **informar formalmente a nuestros universitarios** (i.e., diseminación cultural y científica) en aquellos aspectos dinámicos de nuestro medio-ambiente que, de manera interrelacionada, producen el mundo y las condiciones físicas que nos hacen la vida posible. Tal entendimiento ayudará al estudio y postulación de soluciones a los problemas técnicos de predicción meteorológica, de evaluación del impacto de desastres naturales, la monitorización y mitigación ambiental, o simplemente para participar como ciudadanos informados en la discusión de cuestiones ambientales. En tal sentido, este

objetivo concuerda con varios objetivos fundacionales de la Universidad de Puerto Rico según discutidos a continuación.

El tercer objetivo de la Subespecialidad es la preparación para **aglutinar masas críticas de estudiantes, profesorado, y recursos académicos**, en ruta hacia establecer un Bachillerato en Ciencias Atmosféricas y Meteorología, en el Departamento de Física del RUM.

B- Objetivos específicos de la Subespecialidad

El egresado con la Subespecialidad en Ciencias Atmosféricas y Meteorología del RUM podrá haber desarrollado las siguientes destrezas luego de completar los requisitos de la misma:

- 1- Analizar cualitativa y cuantitativamente los factores físicos que determinan los movimientos atmosféricos.
- 2- Reconocer las múltiples escalas espaciales y temporales de los movimientos atmosféricos que caracterizan la meteorología y la climatología de las diversas regiones del globo terráqueo.
- 3- Identificar las variables meteorológicas apropiadas para describir fenómenos atmosféricos, para comprender su rol e interdependencias, y estudiar diversos métodos objetivos usados para medirlas.
- 4- Reconocer la importancia de los diversos métodos de recolectar datos meteorológicos para diseñar pronósticos de calidad.
- 5- Identificar y caracterizar los fenómenos meteorológicos típicos de las latitudes medias y de las latitudes tropicales, con una visión hacia pronosticar su evolución y sus efectos sobre una región geográfica particular.
- 6- Reconocer los efectos del microclima sobre los aspectos urbanísticos, sociales, económicos y de conservación en las comunidades humanas.
- 7- Reconocer el impacto antropogénico sobre los microclimas y sobre el clima global.
- 8- Comunicar clara y objetivamente sobre las condiciones meteorológicas y climatológicas prevaecientes a la comunidad en general.

C- Perfil del egresado

El egresado de la Subespecialidad en Ciencias Atmosféricas y Meteorología podrá desempeñarse como técnico meteorológico, como pronosticador de nivel inicial, como asistente de investigación meteorológica, o como asistente para monitorizar condiciones meteorológicas. Con una selección adecuada de cursos para satisfacer los requisitos de cursos electivos dentro de la Subespecialidad, también podrá proseguir estudios graduados en ciencias atmosféricas y áreas afines con un mínimo de cursos subgraduados adicionales. Con esos objetivos en mente, el egresado de la Subespecialidad se preparará como meteorólogo según los requisitos mínimos aceptados actualmente (e.g., las definiciones de la carrera de meteorología expresadas por la Sociedad Meteorológica Norteamericana - AMS-, y por la Oficina de Gerencia de Personal, OPM, en su especificación GS-1340, según citada en los apéndices).

III- Justificación para la creación de esta Subespecialidad

A- Relación de la Subespecialidad con los Objetivos de la UPR

El Artículo 2 de la Ley de la UPR (1966) establece los siguientes objetivos:

- “(a) La Universidad, como órgano de la educación superior, por su obligación de servicio al pueblo de Puerto Rico, y por su debida fidelidad a los ideales de una sociedad integralmente democrática, tiene como misión esencial alcanzar los siguientes objetivos, con los cuales es consustancial la más amplia libertad de cátedra y de investigación científica,
- (1) Transmitir e incrementar el saber por medio de las ciencias y las artes, poniéndolo al servicio de la comunidad a través de la acción de sus profesores, investigadores, estudiantes y egresados.
 - (b) En el cumplimiento leal de su misión, la Universidad deberá:
 - (3) Procurar la formación plena del estudiante, en vista a su responsabilidad como servidor de la comunidad.
 - (5) Colaborar con otros organismos, dentro de las esferas de acción que le son propias, en el estudio de los problemas de Puerto Rico.”

Los incisos de la Ley de la UPR citados anteriormente establecen nuestra obligación para informar (educar), para buscar aplicaciones de servicio a la comunidad, para buscar soluciones a los problemas de una sociedad moderna en desarrollo, cual ciertamente es la puertorriqueña del siglo XXI, y a conformar nuestros estudiantes para el servicio a su comunidad, en un ambiente de calidad académica. Los objetivos del Programa de Subespecialidad mencionados en la sección II concuerdan plenamente con estos incisos de la Ley de la Universidad de Puerto Rico. Los estudiantes que completen la Subespecialidad aprenderán sobre las ciencias atmosféricas modernas, sobre los factores físicos que determinan la meteorología y la climatología, sobre las condiciones meteorológicas que afectan nuestro medio-ambiente, y podrán inferir soluciones informadas y sensibles a problemas ambientales, relacionados con factores meteorológicos. Muchos egresados que hayan completado la Subespecialidad podrán continuar estudios graduados en Ciencias Atmosféricas. Algunos egresados con la Subespecialidad (aquellos cuyo objetivo primario es convertirse en maestros de escuela) podrán también transmitir sus conocimientos al estudiantado que atiendan en las escuelas primarias y secundarias del país.

B- Razones académicas para establecer la Subespecialidad

Las ciencias atmosféricas y la meteorología comparten con la física moderna su desarrollo histórico, su trasfondo conceptual y práctico, y su metodología para estudiar los fenómenos naturales, tal cual hemos mencionado.

El Departamento de Física del RUM estableció cursos en Meteorología como parte de sus ofrecimientos desde los 1950, incluyendo los cursos de Meteorología Introductoria y Meteorología Física. Más recientemente, el Departamento ha aumentado sus ofrecimientos en esta área disciplinaria al añadir nuevos cursos tales como Termodinámica Atmosférica y Meteorología Dinámica.

Esta oferta académica ha atraído en los pasados 8 semestres (i.e., agosto de 2001 hasta

agosto de 2005) a 76 estudiantes a cursos introductorios, y 29 estudiantes a cursos avanzados, aún dentro de nuestros ofrecimientos limitados. Los estudiantes interesados provienen de diversos departamentos y especialidades: física teórica, ciencias físicas para educadores, geología, química, matemáticas, ingenierías eléctrica, computacional, química, civil y mecánica. Este interés nos provee una oportunidad para cumplir con nuestro deber con la sociedad puertorriqueña del siglo XXI, formalizando un Programa en Ciencias Atmosféricas y Meteorología. La Subespecialidad aumentará los ofrecimientos de la Universidad en un área que no se atiende adecuadamente al presente.

Todavía más, existen numerosos estudiantes deseosos de aprender sobre la meteorología, y sobre las interacciones atmósfera-océano y atmósfera-tierra, aún algunos que carecen de una preparación formal en la disciplina. El Acuerdo Cooperativo RUM-NOAA ha permitido auspiciar 15 estudiantes en un internado de investigación durante el verano de 2004, incluyendo 3 estudiantes que realizaron su internado en las facilidades del Servicio Nacional de Meteorología en San Juan, Puerto Rico. Unos 28 estudiantes solicitaron el internado en 2004, y 8 investigadores universitarios, además del NWS, auspiciaron a los estudiantes aceptados al Proyecto AC-CAM. Este año 47 estudiantes solicitaron cabida para el Internado del Verano 2005, y 21 fueron seleccionados para trabajar en el NWS San Juan (3), en la División de Investigación sobre Huracanes del NWS (2), y con investigadores locales y foráneos (16).

También hemos logrado participar en programas televisados, en programas de promoción al público en general, en conferencias científicas locales, y de orientación académica, en donde ha sido patente el interés de los jóvenes puertorriqueños, de todas las edades, y de sus padres sobre los estudios en Meteorología. El Proyecto AC-CAM ha recopilado información específica de 130 personas con interés en la Subespecialidad, gracias a esta difusión pública del posible ofrecimiento académico.

Por tanto, por el trasfondo fundamental de la disciplina, por la evolución histórica en nuestro Recinto, y por el interés que suscita esta temática en la comunidad intra y extra-universitaria, entendemos que la Subespecialidad servirá apropiadamente para iniciarse en el estudio de las Ciencias Atmosféricas.

C- Necesidad socio-económica del nuevo ofrecimiento y oportunidades de empleo

Diversas agencias del gobierno estatal y federal tienen por encomienda monitorizar eventos y condiciones meteorológicas severas (i.e., exceso de lluvias, tormentas, nevadas y ondas de frío, ondas de calor, tornados, inundaciones, oleaje marino, tsunamis), condiciones climáticas y la planificación urbana (i.e., sequías y la disponibilidad de agua), y la contaminación del medio-ambiente. Las agencias encomendadas con la protección ambiental también reclutan personal capacitado para monitorizar lugares de construcción y otras industrias cuyas actividades impactan el medioambiente, y para monitorizar la salud de las reservas naturales de flora y fauna. A manera de ejemplo citamos el caso del Servicio Nacional de Meteorología. Este tiene más de 120 oficinas de servicio distribuidas en el continente norteamericano y en territorios de ultramar, y emplean al menos 20 profesionales por oficina (aprendido vía comunicación personal). Estos profesionales incluyen naturalmente una gran cantidad de meteorólogos y científicos atmosféricos y ambientales. El NWS tiene necesidad de reclutar personal competente y apropiadamente preparado para cumplir con sus encomiendas.

Otro aspecto a considerar es que algunas de estas agencias han de rendir servicios a

comunidades hispanoparlantes. La necesidad de personal capacitado profesionalmente en meteorología y con conocimiento de otras lenguas además del inglés está claramente establecida. El ejemplo del NWS no es único. Los medios noticiosos también tienen un interés comercial en informar al público sobre los eventos meteorológicos y por lo cual interesan emplear personal experto en esta disciplina. Los egresados con la Subespecialidad podrían cumplir con tales necesidades de la comunicación bilingüe, con un mínimo de preparación adicional.

Finalmente, uno de los aspectos fundamentales del Acuerdo Cooperativo RUM-NOAA es el interés de la NOAA en la preparación formal de estudiantes en las Ciencias Atmosféricas y la Meteorología. Esta agencia ha mostrado disposición para apoyar financieramente los internados de verano de nuestros estudiantes. La Universidad, por su parte del acuerdo, ofreció desarrollar un Programa Académico en estas disciplinas.

Por tanto, por causa del impacto que pueden tener los egresados de la Subespecialidad en la comunidad más general, y por las oportunidades ahora disponibles para desarrollar este Programa, nos parece éste el momento adecuado para someter esta solicitud.

IV- Requisitos especificados por instancias académicas, profesionales o industriales

La Oficina para la Gerencia de Personal del Gobierno Federal (OPM) establece en el documento GS-1340 una especificación, definida esencialmente por la NOAA, sobre las cualificaciones académicas mínimas necesarias para emplear personal bajo la clasificación de meteorólogo. Hemos copiado la tabla de especificaciones de la OPM en el Apéndice G (“Especificación de requisitos para carreras en meteorología”) y resumimos algunos aspectos esenciales de la misma en esta sección.

Un meteorólogo en servicio con el Gobierno Federal requiere como mínimo la siguiente preparación académica:

- 1- 24 horas-crédito en meteorología y ciencias atmosféricas, incluyendo al menos,
 - a- 6 horas-crédito en meteorología dinámica y termodinámica
 - b- 6 horas-crédito en análisis y predicción del tiempo (sinóptico y mesoescala)
 - c- 3 horas-crédito en meteorología física
 - d- 2 horas-crédito en percepción remota y/o instrumentación
- 2- 6 horas-crédito en física general de colegio con laboratorio
- 3- 3 horas-crédito en ecuaciones diferenciales ordinarias
- 4- 9 horas-crédito repartidos en 3 cursos de entre los siguientes temas:
 - a- química
 - b- oceanografía física
 - c- climatología física
 - d- hidrología física
 - e- transferencia radiativa en medios heterogéneos
 - f- aeronomía
 - g- termodinámica intermedia
 - h- magnetismo y electricidad intermedia
 - i- estadística
 - j- luz y óptica

k- ciencias de la computación.

El Programa de la Subespecialidad que proponemos cumple con estos requisitos, tanto para aquellos estudiantes que cursan una especialidad primaria en física, como para aquellos estudiantes de otras especialidades primarias (i.e., matemáticas, química, geología, biología, e ingenierías), con un mínimo de cursos adicionales. En cualquiera de estos casos, la posibilidad de escoger sus cursos electivos o de continuar estudios posteriores al bachillerato bajo el amparo de la Certificación No. 47 de la Junta de Síndicos, les permitirá el espacio suficiente para cumplir con estos requisitos (ver sección VII de esta propuesta).

V- Requisitos de admisión

Los estudiantes que serán considerados para admisión al Programa de la Subespecialidad deberán satisfacer los siguientes requisitos.

- 1- Tener un índice general de estudios de 2.50 .
- 2- Tener un índice tanto en matemáticas como en física de 2.50 .
- 3- Haber aprobado el curso completo en Física General (Fisi-3171-3172) o su equivalente (Fisi-3151-3152 ó 3161-3162).
- 4- Haber aprobado el curso de Cálculo 2 (Mate-3032) o su equivalente.
- 5- Estar matriculado en un programa conducente a grado de bachillerato en física, química, geología, matemáticas o ingeniería en el RUM-UPR, o poseer un bachillerato en una de las mencionadas disciplinas; también podrían ser considerados estudiantes o bachilleres de ciencias en otras disciplinas cuyo trasfondo en física y matemáticas es apropiado a la secuencia curricular de la Subespecialidad.
- 6- En cualquier caso, los solicitantes deberán contener, en su plan de estudios primario o en su record académico previo, los cursos pre-requeridos para la secuencia curricular de la Subespecialidad.
- 7- Solicitar admisión al Programa de la Certificación en Ciencias Atmosféricas y Meteorología del Departamento de Física del RUM-UPR.

VI- Requisitos académicos para la aprobación satisfactoria de la Subespecialidad

El estudiante que haya sido admitido y que haya completado todos los requisitos de la Subespecialidad, recibirá una **Certificación en Ciencias Atmosféricas y Meteorología** del Departamento de Física del RUM-UPR al completar los requisitos de su especialidad primaria, o después de obtener su bachillerato, y se hará constar en su expediente académico que ha aprobado tal Subespecialidad, además de su preparación académica primaria de bachillerato.

A- Cursos requeridos para completar la Subespecialidad

La Subespecialidad se puede completar al aprobar los siguientes cursos, con los índices académicos y condiciones especificadas a continuación.

1- Cursos requeridos

Los cursos requeridos suman 16 horas-crédito en meteorología, 3 horas-crédito en percepción remota y 6 horas-crédito en electivas recomendadas.

Código	Título del curso	Número de horas-crédito
Mete-4006	Meteorología Introductoria	3
Mete-4007	Mediciones Meteorológicas	1
Mete-4008	Meteorología Física	3
Mete-4057	Termodinámica Atmosférica	3
Mete-4061	Meteorología Dinámica 1	3
Mete-4075--	Meteorología Sinóptica	3
Geol-3105	Imágenes del Planeta Tierra	3

Los cursos seleccionados proveerán una introducción sólida a las ciencias atmosféricas, (Mete-4006) y un estudio formal de aquellas fuerzas y efectos que definen los movimientos troposféricos (Mete-4008, Mete-4057 y Mete-4061). El curso de Meteorología Sinóptica proveerá una experiencia práctica sobre el diseño de pronósticos y aplicaciones de conceptos cubiertos en cursos anteriores. El curso en percepción remota le proveerá al estudiante una visión global de algunas de las aplicaciones de estas tecnologías en las ciencias terrestres.

Los cursos electivos ampliarán la comprensión de los fenómenos que impactan las condiciones meteorológicas que percibimos. El curso en Meteorología de la Mesoescala discutirá la representación formal de fenómenos más locales y en los cuales las simplificaciones globales no necesariamente aplican, y el de Meteorología Dinámica 2 continúa la formulación de los conceptos que tan exitosamente cuantifican la meteorología de las latitudes medias. El curso introductorio a la Oceanografía Física proveerá una visión de las interacciones de la atmósfera con el océano y sus efectos modificantes de los movimientos atmosféricos; el de Percepción Remota amplía la discusión en las aplicaciones de estas tecnologías; y el de Química Ambiental trata sobre las sustancias que aun en concentraciones pequeñas impactan nuestro medioambiente.

2- Cursos electivos recomendados

El estudiante deberá escoger 2 cursos de entre los siguientes, para completar los 25 créditos requeridos de la Subespecialidad.

Mete-5062	Meteorología Dinámica 2	3
Mete-4085--	Meteorología de la Mesoescala	3
Cmof-5xxx--	Introducción a la Oceanografía Física para las Ciencias Atmosféricas	3
Geol-4048	Aplicaciones Geológicas de la Percepción Remota	3
Quím-3085	Química Ambiental	3

Notas:

-- curso fue sometido y aprobado por la Facultad de Artes y Ciencias

B- Total de horas crédito

El estudiante deberá aprobar satisfactoriamente los cursos especificados en la sección VI inciso A (que suman 25 horas-crédito) para completar la Subespecialidad.

C- Índices académicos mínimos

El estudiante deberá acumular un índice general (GPA) de 2.50 (en una escala de 4.00) y un índice promedio en los cursos requisito de la Subespecialidad de 2.50 . Además, ninguno de los cursos requeridos de Meteorología contará para la Subespecialidad si es aprobado con una nota menor de C.

D- Convalidación de cursos

Los estudiantes que tratan de convalidar cursos pertinentes o cursos pre-requeridos a los cursos de la Subespecialidad según aprobados en otros Recintos de la UPR u otras universidades deberán proveer con mucha antelación (al menos, 1 semestre previo a la efectividad de su traslado) copias de su record académico, del prontuario de los cursos pertinentes tomados y cualquier otra información requerida por el Departamento. Deberán consultar oportunamente con el Departamento sobre toda la información que tendrán que suministrar. La información se usará para juzgar si la convalidación de los cursos pertinentes procede. La decisión de convalidar los cursos quedará únicamente a la discreción del Departamento de Física.

Los estudiantes que ya tienen su bachillerato y sólo desean completar el Programa de la Subespecialidad deberán seguir los procesos de re-admisión al RUM.

E- Restricciones sobre repetición de cursos o aprobaciones con D

Los estudiantes que obtengan una calificación menor de C en los cursos requeridos para la Subespecialidad, podrán repetir los cursos según las reglas académicas internas del RUM.

F- Aceptación de cursos por pruebas de nivel avanzado

No aplica.

G- Otros requisitos de la Subespecialidad

El estudiante deberá completar su preparación primaria de bachillerato, según las reglas aplicables de su departamento de origen, y obtener el grado de Bachiller en Ciencias o en Ingeniería correspondiente, simultánea o previamente a obtener la Subespecialidad.

La Subespecialidad no se confiere en ausencia de un grado primario apropiado de bachillerato.

H- Solicitar anotación en el expediente académico y Certificado de Subespecialidad

Al finalizar su bachillerato y habiendo completado los requisitos de la Subespecialidad, el estudiante deberá solicitar la anotación pertinente en su expediente académico.

También deberá solicitar al Departamento por el Certificado de Subespecialidad.

VII- Rutas curriculares para la Subespecialidad

A- Rutas normales

Esta secuencia curricular se ajusta mejor para los estudiantes que se especializan en física teórica. Un estudiante que se mantenga sincronizado con su plan de estudios podría tomar la siguiente secuencia de cursos para obtener la Subespecialidad. Esta secuencia es adecuada para estudiantes cuyos programas primarios de bachillerato son suficientemente flexibles para acomodar estos cursos en su 3er y 4to años.

1er semestre (# crs.)	2do semestre (# crs.)
Tercer año	
Mete-4006 (3)	Mete-4057 (3) Geol-3105 (3)
Cuarto año	
Mete-4061 (3)	Mete-4075 (3)
Mete-4008 (3)	Mete-4007 (1)
Electiva recom. (3)	Electiva recom. (3)

El estudiante sincronizado en la secuencia primaria de Física Teórica deberá posponer sus cursos en Humanidades (Huma-3111 y Huma-3112) hasta su 4to año, para poder acomodar sus cursos Mete-4006 y Mete-4057, o el de Geol-3105, en el 3er año. Los otros cursos se ajustan dentro del espacio disponible de cursos electivos en la secuencia primaria para el 4to año.

B- Rutas curriculares alternas

Un estudiante podría tomar 1 curso de la secuencia de meteorología por semestre en su 3er año, y luego continuar los restantes en su 4to y 5to años, a razón de 1 o 2 por semestre, para completar la Subespecialidad. Esta secuencia sería más apropiada para los estudiantes de otras disciplinas, por ejemplo los de ingeniería, cuyas secuencias curriculares de especialización primaria están muy cargadas en sus primeros 3 años. La Certificación No. 47 (2004-2005) de la Junta de Síndicos de la UPR resulta muy ventajosa en proveer a estos estudiantes la oportunidad de continuar una segunda especialización en el RUM, en un ambiente académico y financiero similar al que disfrutaron para completar la especialización primaria.

VIII- Plan de avalúo

El Decano de Artes y Ciencias, con el asesoramiento del Director del Departamento de Física, nombrará un **Coordinador del Programa de la Subespecialidad** quién tendrá a su cargo, entre otras, las siguientes responsabilidades en los proceso de avalúo.

A- Admisión y alumnado

1- Evolución en los requisitos de admisión

El Coordinador habrá de evaluar, en conjunción y acuerdo con el profesorado del Departamento, los criterios de admisión a la Subespecialidad. Particularmente, interesa conocer:
a- el **perfil académico inicial** (i.e., preparación académica previa) de

- los estudiantes que ingresan al Programa de la Subespecialidad
- b- el **tiempo requerido** para aprobar satisfactoriamente los cursos de la Subespecialidad
 - c- las estadísticas de los **niveles de aprobación de los cursos** de la Subespecialidad
 - d- la correlación entre el perfil académico inicial con el nivel de aprobación de los cursos
 - e- la compilación de series temporales sobre las estadísticas anteriores
 - f- los datos sobre cómo se enteraron los estudiantes sobre la existencia de este Programa
- También monitorizará entre los egresados de la Subespecialidad,
- g- el número de egresados que prosiguen estudios graduados en Ciencias Atmosféricas
 - h- el número de egresados que consiguen empleos bajo la GS-1340

El objetivo primario de construir algunas estadísticas sobre esta información es **calibrar los requisitos necesarios para optimizar el aprovechamiento académico** de los estudiantes que ingresan al Programa de la Subespecialidad.

2- Proyección del alumnado para los primeros 5 años

El autor reconoce haber recibido unas 5-10 visitas por año de estudiantes interesados en estudiar meteorología para consultar sobre el proceso más apropiado para ingresar a tomar los cursos de la Subespecialidad. El "Freshman Orientation Course" también reveló la existencia de unos 10 estudiantes por año de la población general entrante al Departamento que interesan estudiar ciencias atmosféricas y meteorología. Según mencionado, durante el año académico 2003-04, el Proyecto AC-CAM recibió más de un centenar de llamadas de estudiantes y padres de estudiantes potenciales de todos los niveles de estudio (desde escuela intermedia hasta universitarios) con intereses similares. Otras actividades públicas en que hemos participado, con personal escolar o de orientación general a la comunidad, han mostrado que el interés por las ciencias atmosféricas y la meteorología existe en muchas escuelas de toda la Isla.

Por otro lado, los requisitos de ingreso y las exigencias académicas de la Subespecialidad limitarán la entrada. De aquí que parezca razonable suponer que habrá 10-20 estudiantes que ingresarán a la Subespecialidad cada año por los próximos 5 años. Se compilarán estadísticas sobre la cantidad de estudiantes que ingresan al Programa de la Subespecialidad.

3- Proyección del número de egresados de la Subespecialidad

A juzgar por el número de estudiantes de física a los que les interesa el área académica en ciencias atmosféricas y que han completado su grado primario en unos 4 ó 5 años en tiempos recientes, nos atrevemos a pensar que podremos graduar 5 estudiantes anualmente en los próximos 3 años de la Subespecialidad propuesta. Se compilarán estadísticas apropiadas del número de egresados.

B- Evaluación de la Subespecialidad

El Director del Departamento de Física, el Coordinador del Programa de la Subespecialidad, y el profesorado serán responsables de evaluar la efectividad de la Subespecialidad, estableciendo un proceso pertinente para ello. Este proceso podría incluir los siguientes aspectos para evaluación:

- 1- aprovechamiento de los estudiantes
- 2- efectividad y preparación académica apropiada del personal docente
- 3- nivel de apreciación de los estudiantes y los docentes sobre la Subespecialidad

- 4- efectividad de los egresados en el ejercicio de su profesión
- 5- tendencias en el número de alumnos de la Subespecialidad
- 6- demanda y necesidad por los egresados entre las agencias e industrias
- 7- disponibilidad de recursos físicos y fiscales
- 8- cumplimiento de los objetivos programáticos y fundacionales

El proceso de evaluación requerirá la creación de instrumentos de evaluación para el aprovechamiento estudiantil, para recabar el juicio de los estudiantes y los docentes sobre la Subespecialidad, y para auscultar el sentir de los supervisores de los egresados de la Subespecialidad. También será necesario conservar estadísticas e historial sobre el alumnado de la Subespecialidad y de sus cursos, sobre la demanda por los egresados, y sobre los recursos disponibles.

Se mantendrá un contacto activo con los egresados para obtener sus impresiones sobre la efectividad de su preparación en el ejercicio profesional y para mejorar la oferta curricular.

El Departamento podría también reclutar evaluadores externos para proveer asesoría sobre diferentes aspectos de la Subespecialidad.

IX- Apéndices

A- Lista de abreviaturas

AC-CAM	Acuerdo Cooperativo en Ciencias Atmosféricas y Meteorología RUM-NOAA
CAC	Colegio de Artes y Ciencias
DF-RUM	Departamento de Física del RUM
JA-RUM	Junta Administrativa del RUM
JS-UPR	Junta de Síndicos de la UPR
JU-UPR	Junta Universitaria de la UPR
NASA	Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio
NOAA	Administración Nacional Oceánica y Atmosférica
NWS	Servicio Nacional de Meteorología (por sus siglas en inglés)
OPM	Oficina para la Gerencia de Personal (por sus siglas en inglés)
RUM	Recinto Universitario de Mayagüez
SA-RUM	Senado Académico del RUM
UPR	Universidad de Puerto Rico

B- Reconocimientos

El autor de esta propuesta desea reconocer el apoyo y la labor realizada por los siguientes colegas y entidades, quienes en pequeña o gran medida han aportado al desarrollo de la misma, o en el apoyo brindado a nuestros estudiantes para que pudieran realizar exitosamente su internado de investigación de verano. Quizás algunos nombres hayan quedado sin mencionar, por lo cual pido perdonen mi torpeza y olvido, puramente involuntarios. Los nombres están ordenados alfabéticamente por apellidos.

Nilda Aponte-Avellanet, PhD
María I Barbot, PhD
Dorial Castellanos-Rodríguez, PhD
Mildred Chaparro, PhD
Brad C Diehl, NWS
Félix E Fernández-Sánchez, PhD
Rachel Gross-Zouzias, NWS
Héctor Jiménez-González, PhD
Pablo Marrero-Soto, PhD
Israel Matos, MS, NWS
Rafael Méndez-Tejeda, PhD
Aurelio Mercado-Irizarry, Catedrático
Rafael Mojica, NWS
Ada Monzón, MS
Deborah Moore, PhD
Moisés Orengo-Avilés, PhD
Willard J Pierson, PhD
Luis M Quiñones-Rodríguez, PhD
Doris Ramírez, PhD
Denisse Ramírez, MBA
Rafael Ramos, PhD
Manuel Valdés-Pizzini, PhD

... Y gracias a todos los casi 60 estudiantes que hasta el momento han puesto su confianza en nuestras habilidades para mostrarles una senda en las Ciencias Atmosféricas y la Meteorología.

¡¡Gracias a todos!!

Carlos U Pabón-Ortiz, PhD

C- Descripción de los cursos para la Subespecialidad

1- Cursos en meteorología

METE-4006 Meteorology

Introduction to meteorology. Atmospheric composition, energy input to the atmosphere, fundamental forces determining atmospheric motions, meteorological variables, weather and typical phenomena in mid-latitudes meteorology, aspects of tropical meteorology, climate characterization on Earth, air-sea and air-land interactions, climate change issues..

Pre-requisites: Fisi-3012 or Fisi-3152 or Fisi-3162 or Fisi-3172

METE-4007 Meteorological Measurements

Laboratory in meteorological measurements.

Pre-requisites: Mete-4006

METE-4008 Physical Meteorology

Physical foundations of meteorology: atmospheric dynamics, radiation transfer, surface interactions, atmospheric electricity.

Pre-requisites: Mete-4006

METE-4061 Dynamical Meteorology 1

Discussion of the equations for momentum, continuity, energy conservation, and vorticity applied to the description of fundamental aspects of the meteorology and atmospheric dynamics of middle latitudes and the tropics.

Pre-requisites: Fisi-3172 (Gen Phys 2), Mete-4006 (Introd Meteor), Mate-3063 (Calc 3)

Co-req.: Mate-4009 (Ordinary Differential Equations)

METE-5062 Dynamical Meteorology 2

Discussion of the quasi-geostrophic approximation, linear perturbation theory, and baroclinic instability to describe atmospheric motions in middle latitudes. Mesoscale phenomena and the general circulation of the atmosphere, variability over tropical latitudes, and principles of numerical modeling for atmospheric motions will be studied.

Pre-requisites: Mete-4061 (Dyn Meteor 1), Mate-4009 (Ord Diff Eqns)

METE-4057 Atmospheric Thermodynamics

Discussion of the laws of classical thermodynamics applied to meteorological problems. Topics include relevant state variables, atmospheric composition, equations of state, conservation principles, enthalpy, entropy, thermodynamic diagrams, water phases in the atmosphere, atmospheric stability, and evolution of hydrometeors. Application of these concepts to the study of meteorological phenomena in the tropics and mid-latitudes and to global climatology.

Pre-requisites: Fisi-3172 (Gen Phys 2), Mate-3063 (Calc 3)

METE-4075 Synoptic Meteorology**

A study of large-scale daily weather phenomena combining atmospheric theory and practical laboratory work. Theoretical components consider: 1) mid-latitude weather analysis and forecasting and 2) tropical forecasting techniques. Practical work examines

mid-latitude synoptic events, as well as local weather examples: short and long rainy season events, hurricanes, and dry season frontal systems. Weather maps are analyzed to reveal the motion, evolution, and structure of tropical and mid-latitude cyclones, at the surface and in the upper air. Data acquired from conventional and remotely sensed sources are applied to forecasting and forecast verification. Manual analysis of profiles and vertical sections, quantitative work in map formats, and plotting of weather data are emphasized to identify the four dimensional structure of atmospheric systems. Weather sequences are examined through digital data analysis using the Weather Event Simulator and other resources.

Pre-requisites: Mete-4008, Mete-4057, Mete-4061

Approved by the Faculty of Arts and Sciences on August 2006.

METE-4085 Mesoscale Meteorology**

Identification and discussion of the physics of mesoscale atmospheric processes and their computational representation in predictive modeling. The fundamental equations for atmospheric motions will be analyzed and physical scales of mesoscale motions will be selected. The parametrizations of sub-grid scale physical processes will be examined, including the representation for radiative interactions, convection, and moisture-induced processes. Different types of numerical models, their advantages and disadvantages, and the influence of boundary and initial conditions on the numerical simulations will be identified. The evaluation of atmospheric simulations, and possible applications for mesoscale modeling will also be considered.

Pre-requisites: Mete-4061 (Dyn Meteor 1), Mate-4009 (Ord Diff Eqs)

Approved by the Faculty of Arts and Sciences on August 2006.

2- Cursos de otros departamentos

GEOL-3105 Images of Planet Earth

The use of images from our planet Earth for the study of earth systems science with emphasis on global change; the interactions among the lithosphere, asthenosphere, hydrosphere, cryosphere, atmosphere, and biosphere; the Earth as a planet within the Solar System.

GEOL-4048 Geological Applications of Remote Sensing

Theory and techniques of remote sensing applied to the geosciences, including interpretation of images of the surface of the Earth and other planets.
Requisites: GEOL-4009 or permission from Director of the Geology Department

CMOF-5xxx Introduction to Physical Oceanography for the Atmospheric Sciences**

General introduction to the study of physical processes of the sea; physical properties of sea water; heat budget, water budget, temperature-salinity relationships, light in the sea, equations of motion, vertical stability, Coriolis effect, geostrophic motion, general oceanic circulation, waves and tides.

QUIM-3085 Environmental Chemistry

Effect of man's activities upon the biosphere, with particular emphasis on the chemistry of the processes involved.
Pre-requisites: QUIM-3002 or QUIM-3042

** Course numerical code has been suggested.

D- Relación del Programa de la Subespecialidad con programas existentes

1- Programas del Departamento de Física del RUM

El Departamento de Física ofrece 2 programas de especialidad: Bachiller en Ciencias en Física Teórica, y Bachiller en Ciencias Físicas (para futuros educadores de escuela secundaria). El programa en Física Teórica especifica tomar 12 créditos en electivas libres y 6 créditos en electivas recomendadas. La secuencia curricular modelo para Física Teórica permite tomar 6 créditos electivos en el 2do semestre del 3er año y 6 créditos electivos por semestre del 4to año. El estudiante sincronizado a la secuencia curricular modelo en Física Teórica puede cursar la secuencia secundaria de la Subespecialidad en sus 3er y 4to años.

El programa en Ciencias Físicas especifica tomar 20 créditos en electivas recomendadas y 12 créditos en electivas libres. Estas electivas se subdividen como sigue: 7 créditos en cada semestre del 3er año, 6 créditos en el 1er y 12 créditos en el 2do semestre del 4to año. Los estudiantes deben tomar particularmente algunas electivas recomendadas en química y geología. Pero esto es perfectamente compatible con los objetivos de la Subespecialidad, puesto que los cursos en Geol-3105, 4048, y Quim-3085 (Química Ambiental) satisfacen mutuamente requisitos de ambos Programas. Inclusive, algunos de los cursos de la Subespecialidad serían de gran utilidad conceptual y práctica para un futuro maestro en física (e.g., Meteorología Introductoria y Termodinámica Atmosférica). Sin embargo, es necesario mencionar que el Programa en Ciencias Físicas se diseñó principalmente para preparar maestros de escuela secundaria y que, si ese es el objetivo primordial del estudiante, la mayor parte del espacio de electivas tiene que ser usado en cursos de educación conducentes a la especialidad fundamental.

2- Programas en otros departamentos del RUM

Los programas en Matemáticas Puras, Educación en Matemática, y Matemática Computacional requieren 24 créditos en electivas; y los programas en Química y en Geología requieren cada uno 21 créditos en electivas, lo cual provee el espacio necesario para acomodar los cursos en meteorología. Sin embargo, existen requisitos en matemáticas (i.e., la secuencia completa de cálculo y ecuaciones diferenciales) para algunos cursos en meteorología que no se toman típicamente en una secuencia curricular primaria en Geología o Química. En tales casos, y otros similares, el estudiante deberá hacer arreglos para expandir su preparación en matemáticas.

Los programas en el Colegio de Ingeniería también proveen unos 12 créditos electivos (y otros adicionales), aunque con menor flexibilidad programática. Cualquiera de estos programas podría acomodar varios cursos de la Subespecialidad en sus años 3 y 4, y el restante en un 5to o 6to año de estudios.

3- Comparación de secuencias del Programa en Física Teórica y con la Subespecialidad

Programa regular		Prog. con Subespecialidad	
		Tercer Año	
1er semestre		2do semestre	
Fisi 4051 Mecánica Clásica	3	Fisi 4051 Mecánica Clásica	3
Fisi 4076 Lab. Intermedio 1	2	Fisi 4076 Lab. Intermedio 1	2
Fisi 4105 Física Moderna	3	Fisi 4105 Física Moderna	3
Mate 4009 Ecs. Difs. Ordinarias	3	Mate 4009 Ecs. Fifs. Ordinarias	3
** Curso en programación	3	** Curso en programación	3
Huma 3111 Intr. Cult. Occidental 1	3	Mete 4006 Meteorología	3
subtot	17 crs.	subtot.	17 crs
2do semestre		2do semestre	
Fisi 4052 Dinámica Clásica	3	Fisi 4052 Dinámica Clásica	3
Fisi 4077 Lab. Intermedio 2	2	Fisi 4077 Lab. Intermedio 2	2
Fisi 4068 Electromagnetismo	3	Fisi 4068 Electromagnetismo	3
Fisi 4125 Comp. en la física	3	Fisi 4125 Comp. en la física	3
Huma 3112 Intr. Cult. Occidental 2	3	Geol 3105 Imág. Planeta Tierra	3
**Fisi electiva rec. en física	3	Mete 4057 Termod. Atmosf.	3
subtot	17 crs.	subtot.	17 crs
Cuarto Año			
1er semestre		1er semestre	
Fisi 4001 Seminario 1	1	Fisi 4001 Seminario 1	1
Fisi 4057 Física Térmica	3	Fisi 4057 Física Térmica	3
Fisi 4046 Física Cuántica	3	Fisi 4046 Física Cuántica	3
Mate 4071 Mate. Ciencia Mod. 1	3	Mate 4071 Mate. Ciencia Mod. 2	3
** electiva recomendada	3	Mete 4061 Meteo. Dinámica 1	3
** electivas libres	6	Mete 4008 Meteorología Física	3
subtot	19 crs.	Huma 3111 Intr. Cult. Occidental 1	3
subtot		subtot.	
19 crs.		19 crs	
2do semestre		2do semestre	
Fisi 4002 Seminario 2	1	Fisi 4002 Seminario 2	1
Mate 4072 Mate. Ciencia Mod. 2	3	Mate 4072 Mate. Ciencia Mod. 2	3
**Fisi electiva rec. en física	3	Mete 4071 Meteor. Sinóptica	3
** electiva recomendada	3	Mete 4007 Lab. Meds. Meteor.	1
** electivas libres	6	**Mete electiva en meteor.	3
subtot	16 crs.	Huma 3112 Intr. Cult. Occidental 2	3
subtot		subtot.	
16 crs.		14 crs	
Quinto Año			
1er semestre			
**Mete electiva en meteor.			
		3	

E- Recursos de aprendizaje

1- Facultad disponible para el establecimiento de la Subespecialidad

Este listado identifica los profesores del Departamento que pueden participar actualmente en el desarrollo de la Subespecialidad y de sus actividades instruccionales, incluyendo la enseñanza de los temas, según mencionados:

Jiménez-González, Héctor, PhD

termodinámica atmosférica, meteorología física, electricidad y magnetismo, termodinámica avanzada y mecánica estadística, transferencia radiativa en medios heterogéneos, e investigación

Jury, Mark, PhD

meteorología introductoria, termodinámica atmosférica, meteorología sinóptica, climatología, interacciones atmósfera-océano, e investigación

Pabón-Ortiz, Carlos U., PhD

meteorología introductoria, termodinámica atmosférica, meteorología dinámica, meteorología física, meteorología de la mesoescala, climatología de los trópicos, e investigación

Ramos, Rafael A., PhD

termodinámica atmosférica, meteorología física, electricidad y magnetismo, mecánica estadística y termodinámica avanzada, física computacional y caos, e investigación

2- Recursos físicos existentes

a- Infraestructura disponible

El Departamento cuenta con un moderno Laboratorio Computacional para Meteorología, establecido en el verano de 2005, auspiciado por el Acuerdo Cooperativo RUM-NOAA. Este laboratorio contiene 4 estaciones de trabajo, con computadores de procesadores duales de 3.3 GHz, con 500 Mb de memoria activa, y con doble pantalla sincronizada, capaces de ejecutar los programas de representación del clima y para entrenamiento meteorológico (e.g., programas para estudiar eventos climáticos en tiempo real), según especificaciones similares a las del NWS. También se pueden ejecutar otros programas para simulación de la dinámica atmosférica.

En general, para cumplir con todas sus obligaciones, el Departamento de Física cuenta con 10 salones de clase (con un área total de 5640 ft²), 8 laboratorios de enseñanza (5350 ft²), un salón anfiteatro (capacidad de 90 personas), 2 laboratorios subgraduados avanzados, 18 laboratorios de investigación (11290 ft²), un taller para electrónica y un taller para mecánica, un planetario, un observatorio astronómico, un laboratorio instruccional de computadoras y un centro de cómputos (equipado con un servidor de multi-procesadores para computación en paralelo), además del laboratorio de visualización meteorológica descrito anteriormente.

El Departamento comparte el edificio con el Departamento de Geología y con el Departamento de Ciencias Marinas, los cuales ofrecen algunos de los cursos necesarios o recomendados para el Programa de la Subespecialidad (i.e., cursos en Percepción Remota y en Oceanografía Física). Estos Departamentos también poseen salones para cómputos y laboratorios de visualización que se usan en algunos de estos cursos.

b- Impacto del nuevo Programa sobre la infraestructura existente

El Programa de la Subespecialidad propuesta necesitará equipos para computación en paralelo de programas de simulación meteorológica, para almacenar datos meteorológicos (tanto de mediciones, como de simulaciones numéricas) y para visualización y entrenamiento interpretativo meteorológico. Actualmente existen la infraestructura y las condiciones estables o están desarrollándose bajo las provisiones de AC-CAM.

c- Necesidad y disponibilidad de recursos computacionales

El servidor computacional de multiprocesadores adquirido recientemente en el Departamento fungirá muy bien para la ejecución de algunos programados, provisto que el ambiente computacional efectivo (i.e., "hardware" y "software") mantenga un buen nivel de estabilidad funcional. Hará falta adaptar buenos recursos para almacenamiento de datos, puesto que las simulaciones meteorológicas pueden generar enormes cantidades de información.

El Proyecto de Cooperación NOAA-RUM estableció un laboratorio de visualización, con buenos programados para importar datos del Servicio Nacional de Meteorología, que será usado para el entrenamiento en destrezas de pronósticos del tiempo.

3- Plan de mejoramiento

El Departamento vislumbra que se pueda contratar un profesor adicional en las áreas de Ciencias Atmosféricas y Meteorología en un futuro cercano por conversión de otras plazas, según crezca el número de estudiantes en la Subespecialidad, y consecuentemente, crezca la demanda para expandir los ofrecimientos académicos (ver también la sección VIII).

Nuestros profesores mantienen una colaboración estrecha con el NWS con el objetivo primordial de proveer un ambiente apropiado para internados y trabajos cooperativos para los estudiantes de la Subespecialidad. Por medio de esta colaboración podemos participar en entrenamientos sobre la predicción del tiempo, participar en conferencias y seminarios en ciencias atmosféricas, sostener intercambios de conferenciantes y realizar otras actividades de interés común, a tenor con el Acuerdo Cooperativo RUM-NOAA.

También hemos establecido algunas colaboraciones con personal de la División de Investigaciones sobre Huracanes, del Centro Nacional de Huracanes y con varias universidades en los EUA y en el exterior para auspiciar internados o intercambios de estudiantes, de profesionales y de conferenciantes. Algunas de estas universidades ya poseen programas subgraduados y graduados en Ciencias Atmosféricas y Meteorología.

4- Otra infraestructura, equipos y servicios

El Programa de la Subespecialidad en Ciencias Atmosféricas y Meteorología aspira a poder establecer una **estación meteorológica adecuada según los mejores estándares del NWS**. Esta estación servirá para proveer datos sobre diversos parámetros meteorológicos y climatológicos de buena calidad en el oeste de Puerto Rico y para el entrenamiento de nuestros futuros meteorólogos. También aspiramos al crecimiento paulatino del Programa de la Subespecialidad y a que podamos establecer otros laboratorios de investigación meteorológica y climatológica. Sin embargo, la ausencia actual de estos recursos no impide el establecimiento de la Subespecialidad.

F- Administración de la Subespecialidad

El Departamento de Física, tendrá la responsabilidad de administrar el Programa de Subespecialidad en Ciencias Atmosféricas y Meteorología y de ofrecer los cursos en ciencias atmosféricas y meteorología.

Según indicado anteriormente (sección VI inciso A), otros departamentos en el RUM ofrecerán cursos pertinentes a su área de especialidad y que forman parte de la Subespecialidad.

El Decano de Artes y Ciencias, con el asesoramiento del Director del Departamento de Física, nombrará un **Coordinador del Programa de la Subespecialidad** quien tendrá a su cargo, entre otras, las siguientes responsabilidades de carácter administrativo:

- 1- promover la Subespecialidad
- 2- reclutar nuevos estudiantes para la Subespecialidad
- 3- colaborar en la sincronización de la oferta curricular de la Subespecialidad
- 4- monitorizar el progreso académico de los estudiantes
- 5- recopilar y monitorizar las estadísticas necesarias para evaluar la Subespecialidad
- 6- mantener vigente una base de datos sobre los egresados de la Subespecialidad
- 7- promover proyectos de investigación, internados semestrales y de verano,
y proyectos de trabajo cooperativo con agencias gubernamentales y de la industria
para beneficio de los estudiantes de la Subespecialidad
- 8- establecer un análisis bianual sobre el estado de la Subespecialidad
y documentar un proyecto de mejoras para la Subespecialidad
- 9- distribuir los Certificados de la Subespecialidad .

Las características académicas del Programa de la Subespecialidad serán evaluadas y determinadas por el profesorado del Departamento de Física.

G- Especificación de requisitos para carreras en meteorología

La siguiente información fue extraída del portal de la Sociedad Meteorológica Americana (www.ametsoc.org) describiendo los requisitos especificados por la Oficina de Gerencia de Personal del Gobierno de EUA para carreras en meteorología (también referenciados en la publicación Bull. Amer. Met. Soc., vol. 80, páginas 475—478).

Federal civil service requirements for meteorologist positions (GS 1340, effective 1 March 1998)
The requirements for federal employment as a meteorologist are given below. To meet these requirements, students should ensure that the 12 credits of course work in atmospheric thermodynamics and dynamics and weather analysis and forecasting recommended in section 2 of this statement include six semester hours of dynamic meteorology and six semester hours of weather analysis and forecasting.

A. A degree in meteorology, atmospheric science, or other natural science major that includes the following:

- 1) At least 24 semester hours (36 quarter hours) of credit in meteorology/atmospheric science, including a minimum of
 - a) 6 semester hours in atmospheric dynamics and thermodynamics,*
 - b) 6 semester hours in analysis and prediction of weather systems (synoptic/mesoscale)
 - c) 3 semester hours of physical meteorology, and
 - d) 2 semester hours of remote sensing of the atmosphere and/or instrumentation;
- 2) 6 semester hours of physics, with at least one course that includes laboratory session;*
- 3) 3 semester hours of ordinary differential equations;* and
- 4) at least 9 semester hours of course work for a physical science major in any combination of three or more of the following: physical hydrology, chemistry, physical oceanography, physical climatology, radiative transfer, aeronomy, advanced thermodynamics, advanced electricity and magnetism, statistics, light and optics, and computer science.

Or

B. A combination of education and experience—course work shown in A above, plus appropriate experience or additional education.

Notes:

1 For the purposes of this document, the terms "atmospheric science" and "meteorology" are taken to be equivalent.

2 Some institutions use a quarter system rather than the semester system.

Normally, two semester hours equates to three quarter hours. In some cases, the recommended credits in section 2b may convert to noninteger numbers of quarter hours. In such cases, the institutions may combine a course with an appropriate portion of another course to meet the recommendation.

* There is a prerequisite or corequisite of calculus for course work in atmospheric dynamics and thermodynamics, physics, and differential equations. Calculus courses must be appropriate for a physical science major.