

**MARCO DE FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL
ESPECIFICACIONES DE PRUEBA
ECAES INGENIERÍA AGRÍCOLA
Versión 6.0**



ACOFI

**ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE
FACULTADES DE INGENIERÍA**

ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO

ORGANIZACIÓN ACADÉMICA

COMITÉ DIRECTIVO DEL PROYECTO

Equipo responsable de proponer las directrices que orienten el marco conceptual para las 15 especialidades de la Ingeniería objeto del proyecto, así como orientar el modelo conceptual de competencias. Su conformación es la siguiente:

Por el Consejo Directivo de ACOFI:

Ing. JAVIER PÁEZ SAAVEDRA
Decano División Ingenierías Universidad del Norte, Barranquilla
Presidente

Ing. ALBERTO OCAMPO VALENCIA
Decano Facultad de Ingeniería Eléctrica Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira
Vicepresidente

Ing. FRANCISCO JAVIER REBOLLEDO MUÑOZ
Decano Académico Facultad de Ingeniería Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá
Vocal

Ing. JULIO ESTEBAN COLMENARES MONTAÑEZ
Decano Facultad de Ingeniería Universidad Nacional de Colombia, Bogotá
Vocal

Ing. CARLOS FELIPE LONDOÑO ÁLVAREZ
Rector Escuela de Ingeniería de Antioquia, Medellín
Vocal

Ing. EDUARDO SILVA SÁNCHEZ
Director Ejecutivo ACOFI

Por las Universidades participantes en el Comité:

Ing. ALAIN GAUTHIER SELLER
Decano Facultad de Ingeniería Universidad de los Andes, Bogotá

Ing. JUAN MANUEL BARRAZA BURGOS
Decano Facultad de Ingeniería Universidad del Valle, Cali

GRUPO DE COORDINACIÓN ACADÉMICA GENERAL

Grupo responsable de la orientación técnica del proyecto. Su conformación es la siguiente:

Ing. ÁLVARO ENRIQUE PINILLA SEPÚLVEDA

Universidad de los Andes, Bogotá

Coordinador Académico General

Ing. AMPARO CAMACHO DÍAZ

Universidad del Norte, Barranquilla

Ing. FRANCISCO JAIME MEJÍA GARCÉS

Escuela de Ingeniería de Antioquia, Medellín

Ing. FRANCISCO FERNANDO VIVEROS MORENO

Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá

Ing. MAURICIO DUQUE ESCOBAR

Universidad de los Andes, Bogotá

Ing. GERMÁN JAIRO HERNÁNDEZ PÉREZ

Universidad Nacional de Colombia, Bogotá

Mat. EDILBERTO CEPEDA CUERVO

Asesor en Competencias

Ing. JAIME SALAZAR CONTRERAS

Universidad Nacional de Colombia, Bogotá

Coordinador Académico ECAES Ingeniería Agroindustrial, Forestal y Petróleos

EQUIPOS DE EXPERTOS INGENIERÍA AGRÍCOLA

Ing. CARLOS ALBERTO GONZÁLEZ MURILLO
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá

Ing. JOHN FABIO ACUÑA CAITA
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá

Ing. JAIME ERNESTO DÍAZ ORTIZ
Universidad del Valle, Cali

Bogotá D.C., Julio de 2005

TABLA DE CONTENIDOS

PRESENTACIÓN	5
CAPITULO 1. REFERENCIACIÓN INTERNACIONAL DE LA FORMACIÓN EN EL PROGRAMA ACADÉMICO DE PREGRADO DE INGENIERÍA AGRÍCOLA	6
CAPITULO 2. CARACTERIZACIÓN DE LA FORMACIÓN EN EL PROGRAMA ACADÉMICO DE PREGRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA EN COLOMBIA.....	8
CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DE ANTECEDENTES Y REFERENTES DE LA EVALUACIÓN EN INGENIERÍA AGRÍCOLA.....	14
CAPITULO 4. DEFINICIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO DE LOS PROGRAMAS ACADÉMICOS DE PREGRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA.....	20
CAPÍTULO 5. DEFINICIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS COMPETENCIAS Y COMPONENTES DEL ECAES DE INGENIERÍA AGRÍCOLA	22
CAPÍTULO 6. DEFINICIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES DE PRUEBA PARA LOS PROGRAMAS DE INGENIERÍA AGRÍCOLA.....	32
EJEMPLOS	38

PRESENTACIÓN

La Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, ACOFI, comprometida con el Sistema de Aseguramiento de la Calidad que impulsa el Ministerio de Educación Nacional, viene desarrollando, bajo la supervisión del Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior, ICFES, el Contrato 063 de noviembre de 2004. Este contrato tiene como propósito presentar el Marco de Fundamentación Conceptual y Especificaciones de Prueba para los programas de Ingeniería Agrícola del país. De acuerdo con el propósito de estos exámenes establecido en el Decreto 1781 de 2003, se precisa que los ECAES son *"pruebas académicas de carácter oficial y obligatorio y forman parte, con otros procesos y acciones, de un conjunto de instrumentos que el Gobierno Nacional dispone para evaluar la calidad del servicio público educativo"* y, dentro de ese marco, las pruebas deben *"comprobar el grado de desarrollo de las competencias de los estudiantes que cursan el último año de los programas académicos de pregrado que ofrecen las instituciones de educación superior"*.

Este trabajo presenta el Marco de Fundamentación Conceptual y Especificaciones de la Prueba, el cual contiene los siguientes estándares: 1. Referenciación internacional de la formación en el programa académico correspondiente; 2. Caracterización de la formación en el programa académico de pregrado; 3. Caracterización de antecedentes y referentes de la evaluación del programa; 4. Definición del objeto de estudio de los programas; 5. Definición y caracterización de las competencias y componentes que serán evaluados; 6. Definición de las especificaciones de las pruebas.

Se desea destacar el trabajo sobre el tema de competencias, realizado por representantes de la comunidad académica, que es un acercamiento a su conceptualización desde la óptica de la ingeniería y permite una buena aproximación para la construcción de las pruebas ECAES basadas en el modelo de competencias propuestas por el ICFES.

El trabajo conjunto, realizado entre la comunidad académica de los programas de Ingeniería Agrícola, ACOFI y el ICFES, permitirá a la sociedad colombiana conocer e informarse en forma confiable sobre los principales componentes del proceso de formación que reciben los estudiantes de las diferentes facultades y programas de ingeniería del país y de las competencias y componentes sobre los cuales se basan la pruebas ECAES en ingeniería.

Es fundamental reconocer y destacar el trabajo del Grupo de Coordinación Académico y el Equipo de Expertos, conformados para este propósito, los cuales han recogido y analizado la documentación pertinente, cumpliendo con los estándares para el desarrollo del marco de fundamentación conceptual y especificaciones de los exámenes; igualmente, a los profesionales responsables del apoyo administrativo del proyecto.

Bogotá, D.C., Julio de 2005

CAPITULO 1. REFERENCIACIÓN INTERNACIONAL DE LA FORMACIÓN EN EL PROGRAMA ACADÉMICO DE PREGRADO DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

Actualmente existen aproximadamente 50 Departamentos de Ingeniería Agrícola en los Estados Unidos y el Canadá, y más de 600 programas de la carrera al nivel de pregrado y postgrado en todo el mundo.

Ingeniería Agrícola en América Latina

La Ingeniería Agrícola se estableció en América Latina paralelamente con la modernización de la agricultura, en los años 50. La primera Escuela de Ingeniería Agrícola la creó la Universidad de Manobí, con sede en la ciudad de Puerto Viejo - Ecuador, en el año de 1957; el programa estaba orientado a las áreas de riego y maquinaria agrícola.

En 1958 se celebró en Chile el Congreso Internacional sobre mecanización Agrícola, organizado por la ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN, FAO, con presencia de destacados profesionales de universidades norteamericanas. Dentro de las conclusiones de este evento se destacan las contribuciones que venía haciendo la Ingeniería Agrícola al desarrollo de la agricultura en América Latina. En esa misma reunión los Ingenieros de la Escuela Nacional de Agricultura de Perú y el Director de Ingeniería Agrícola de la FAO, planearon la creación del Instituto de Ingeniería Agrícola en Lima. Este Instituto se creó en 1959 como entidad adscrita al Ministerio de Agricultura. El propósito del nuevo Instituto fue el de ofrecer a los alumnos de la facultad de agronomía de los últimos 2 años, cursos de Ingeniería Agrícola. El egresado recibía el título de Agrónomo con especialidad en: Fitotecnia, Economía Agrícola, Zootecnia o Ingeniería Agrícola. En 1.960 la Escuela Nacional de Agricultura del Perú se convirtió en lo que es hoy la Universidad Agraria - La Molina y, el Instituto, en la facultad de Ingeniería Agrícola. Con esa nueva estructura se abrió las puertas hacia la creación de un programa profesional de 5 años en Ingeniería Agrícola el cual se inició en 1.962 con la ayuda técnica y financiera por parte de las Naciones Unidas.

En otros países de América Latina, como Brasil, la enseñanza de la Ingeniería Agrícola se inició con cursos de postgrado en las áreas de comercialización de productos agropecuarios y tractores y maquinas agrícolas, en 1.960, en la Universidad Rural del Estado de Minas Gerais, hoy Universidad Federal de Viçosa, programas que estaban dirigidos especialmente a Ingenieros Agrónomos.

Muy pronto las directivas educativas brasileñas encontraron las deficiencias en los campos de las ciencias básicas de ingeniería en los graduados en agronomía y, pocos conocimientos en ciencias biológicas y agrícolas en los egresados de las facultades de Ingeniería. Como resultado de esa experiencia, decidieron crear en 1.969 el programa de Ingeniería Agrícola a nivel de pregrado, siendo las universidades de Campinas en Sao Paulo, de Pelotas en Río Grande Do Sul y Viçosa, las pioneras en esta rama de la Ingeniería, en ese país.

La Escuela de Agricultura de Chapingo, en México, quizá fue una de las primeras Instituciones en América Latina en impulsar el desarrollo de la ingeniería Agrícola; a partir de los años 30 se creó la especialidad en riegos en el plan de estudios de agronomía, con unos sólidos fundamentos en ciencias agrícolas e Ingeniería. Actualmente la Escuela forma Agrónomos en ocho especialidades entre ellos la de conservación de suelos y, riegos y drenajes; igualmente tiene programas de postgrado en estas áreas.

En el panel Latinoamericano de Educación postgraduada en Ingeniería Agrícola, realizado en Lima - Perú, en 1.960, se recomendó que la sede física de las futuras facultades de Ingeniería Agrícola deberían estar ubicadas en centros agrícolas, que permitan el íntimo contacto del estudiante con el medio en que va actuar y, además, ofrezca la posibilidad de vinculación con estaciones o granjas de experimentación agrícola.

Conclusiones

La revisión de los programas de formación en Ingeniería Agrícola a nivel latinoamericano deja ver que las áreas básicas de formación continúan siendo las tradicionales con las que se desarrolló la carrera a mediados del siglo pasado.

En los países desarrollados se han formulado innovaciones en las áreas tradicionales de formación, considerando la inclusión de nuevos áreas y enfocando la carrera a temas que apuntan en la dirección de la biotecnología o de los biosistemas como nuevos paradigmas en el desarrollo de la agricultura moderna, llegando incluso a proponer una modificación en el nombre de la carrera, en los programas de Ingeniería Agrícola.

En Colombia siguen vigentes los campos de formación tradicionales como el de la Ingeniería de suelos y aguas, la maquinaria agrícola, las técnicas de recolección, manejo y conservación de los productos agrícolas.

BIBLIOGRAFÍA

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE FACULTADES DE INGENIERA, ACOFI. Actualización y modernización del currículo en Ingeniería Agrícola. 1999.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN, FAO. www.fao.org

CAPITULO 2. CARACTERIZACIÓN DE LA FORMACIÓN EN EL PROGRAMA ACADÉMICO DE PREGRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA EN COLOMBIA

Ingeniería Agrícola en Colombia

En Colombia, algunos tópicos académicos relacionados con Ingeniería Agrícola, aparecieron con la creación de la facultad de agronomía, fundada en la ciudad de Medellín en 1914.

En la década de los años 30 se resaltó aún más la necesidad de introducir ciertos conceptos de ingeniería aplicados al desarrollo de la agricultura, motivado especialmente por el surgimiento de algunas tecnologías en países desarrollados como Estados Unidos e Inglaterra.

Quizá la época de un verdadero despegue de la agricultura mecanizada fue a finales de los años 40, cuando aparecieron los primeros cultivos de arroz bajo riego en la meseta de Ibagué, la cual era una muestra de la aplicación de la ingeniería a las labores agrícolas.

En 1.956 la Universidad Nacional y especialmente la Facultad de Agronomía de la seccional de Medellín, firmó un convenio con la Universidad de Michigan de Estados Unidos, de asistencia académica; como consecuencia de ello llegaron al país algunos Ingenieros Agrícolas de Estados Unidos, especializados en el área de maquinaria agrícola.

También por esa época algunos profesores Mejicanos especialistas en riego y drenaje e ingenieros colombianos especializados en el exterior colaboraron con la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional en Medellín.

Con la colaboración de estos profesores se organizaron las secciones de Ingeniería Agrícola en la Universidad Nacional de las seccionales de Medellín y Palmira, con el ánimo de prestarle servicio a la carrera de agronomía.

En la segunda conferencia Latinoamericana sobre Educación Agrícola superior realizada en Medellín en 1.962, se propuso la creación de un programa a nivel universitario de cinco años de Ingeniería Agrícola y, se sugirió que la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de la seccional Medellín, por ser una de las Escuelas de mayor experiencia académica en la enseñanza de las Ciencias Agrícolas en Latinoamérica, se encargara de promoverlo y establecerlo en su sede. Fue así como el entonces decano de esa facultad, atendiendo las recomendaciones de la reunión y a las realizadas por la misión de Ingenieros Agrícolas de la Universidad de Michigan, designó a un profesor de la facultad como jefe de la sección de Ingeniería Agrícola, con el propósito de coordinara las labores tendientes a crear y diseñar el plan de estudios de la nueva carrera.

Con la colaboración de algunas entidades como la FAO, la Organización de Estados Americanos, OEA, la Universidad Agraria La Molina de Perú, la Universidad de Michigan y

profesores de la Universidad Nacional sede Bogotá, Palmira y Medellín, se elaboró un programa el cual se presentó a los directivos de la Universidad Nacional de Colombia, el cual fue aprobado por acuerdo 268 del 2 de diciembre de 1.965 emanado del Consejo Superior Universitario de la Universidad Nacional de Colombia, convirtiéndose así en el primer plan de estudios de Ingeniería Agrícola establecido en Colombia, el cual inició los cursos formales en 1.965.

Aprovechando el Convenio que tenía el recién creado Instituto Colombiano Agropecuario - ICA- (antiguo departamento de Investigaciones Agrícolas del Ministerio de Agricultura) con la Universidad de Nebraska y otras Universidades Norteamericanas, se logró la participación de algunos profesores en el programa norteamericanos y a su vez se enviaron algunos docentes de la Universidad Nacional a realizar sus estudios de postgrado en el exterior en diferentes áreas de Ingeniería Agrícola.

Programas similares se estructuraron posteriormente en Palmira - Cali y Bogotá. En 1.967 se estableció un convenio de integración interinstitucional entre la Universidad Nacional de Colombia y la Universidad del Valle. Por acuerdo N° 90 de 1.968, el Consejo Superior de la Universidad Nacional aprobó el plan de estudios de ingeniería agrícola, igualmente lo hizo el Consejo Directivo de la Universidad del Valle, según resolución 011 de julio de 1.968. El programa inició labores en agosto de 1.968.

En el año de 1.969 se formalizó el tercer programa de pregrado en la Universidad Nacional de Colombia, en su sede de Bogotá, mediante acuerdo N° 82 de julio de ese año aprobó el programa de estudios para graduados, PEG, en Ciencias Agropecuarias, para la cual recibió apoyo logístico del Instituto Colombiano Agropecuario, con el cual se firmó un convenio de cooperación para tal fin.

Se ofrecieron al nivel de Maestría Programas en Ingeniería Agrícola, en las áreas de riego y drenaje, maquinaria y mecanización, y, procesos agrícolas. Este postgrado cuya sede física fue el Centro de Investigaciones Agropecuarias de Tibaitatá Municipio de Mosquera (14 Km al occidente de Bogotá), duró cinco años, período en el cual se graduaron 36 profesionales entre colombianos y extranjeros.

En la actualidad en Colombia, cuatro universidades, todas ellas de carácter estatal nacional o departamental, forman profesionales en Ingeniería Agrícola. La Universidad Nacional de Colombia en sus sedes de Bogotá, Medellín y Palmira, la Universidad del Valle en Cali, la Universidad Surcolombiana en Neiva y la Universidad de Sucre en Sincelejo.

Todas estas universidades aparte de ofrecer algunos pequeños tópicos académicos que las diferencian, continúan compartiendo el esquema común de la formación en los campos de las ciencias básicas y ciencias básicas de las ingenierías y en las áreas tradicionales en la formación del Ingeniero Agrícola, como son las áreas de maquinaria y mecanización agrícola, riego y drenaje agrícola, procesos agrícolas y construcciones agrícolas.

Tendencias de actualización e investigación

Al examinar los paradigmas de la agricultura en el siglo XX, se observa que algunos de los postulados planteados durante la implementación de la revolución verde, a la larga no fueron tan exitosos como se había previsto. De todas las tecnologías agrícolas modernas introducidas en los países en desarrollo, la mecanización probablemente demostró la mayor controversia. La mecanización ha sido culpada de exacerbar el desempleo rural y contribuir a otros problemas sociales.

En los años sesenta, setenta y comienzo de los ochenta, un gran número de tractores fueron proporcionados como donaciones o con ventajosas condiciones de préstamo a los países en desarrollo. Esta práctica dañó severamente la reputación de la ingeniería agrícola. Proyectos diseñados para proporcionar los servicios de tractores a través de agencias gubernamentales produjeron un historial terrible. Éste sector público con esquemas del alquiler de tractores se derrumbó debido al distorsionado costo de capital en comparación con la mano de obra y los animales de tracción, la equivocada administración crónica y las ineficacias intrínsecas de cualquier servicio de maquinaria gubernamental. La promoción unilateral de tractores y otras tecnologías de energía mecánica con uso intensivo de capital era producto de una falta de conocimiento, de una percepción limitada de la ingeniería agrícola. Como consecuencia de los fracasos, la ayuda comunitaria retrocedió en la inversión referente a ingeniería agrícola.

Por otra parte las herramientas agrícolas, animales de tracción, aperos y equipos continúan siendo insumos agrícolas esenciales, de tal modo que sin ellos la producción alimenticia sería imposible. A menudo, no es la falta de semilla mejorada, irrigación o fertilizante los que producen el incremento de la producción de las cosechas. Es por el contrario la ausencia de mano de obra, animales de tracción o máquinas para aprovechar la mayoría de sus recursos existentes. En África sub-sahariana, la escasez de potencia motriz agrícola se cita a menudo como una de las más importantes restricciones para incrementar la producción de alimentos.

En 1994 un estudio realizado por Washington basado en el International Food Policy Research Institute (IFPRI) reportó que un aumento en la productividad laboral estacional es de primordial necesidad para aumentar la producción agrícola en el húmedo y sub húmedo trópico del África.

En el mismo año, el Panel de Expertos de FAO en Ingeniería Agrícola dio énfasis a la necesidad de mejorar la productividad laboral como una estrategia importante en el incremento de la producción de alimentos para compensar el impacto de HIV/AIDS en la labor agrícola y producción de cultivos.

Otro estudio FAO confirmó que el siguiente año muchos sistemas agrícolas africanos enfrentarían las restricciones en disponibilidad de potencia motriz que, a su vez, restringirían la producción agrícola.

Reconociendo la baja disponibilidad de potencia motriz con pequeños agricultores y el papel importante de hacer las operaciones en los cultivos a tiempo para obtener rendimientos elevados, el Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR) ha identificado la necesidad de la investigación en el cultivo, plantación y control de malas hierbas así como técnicas de poscosecha.

Según estudios de la FAO, se estima que la agricultura mundial hacia el 2010, dispondrá de un área que no está en uso para producción de cultivos, 2.4 veces mayor que el área en uso en 91 países en desarrollo. Grandes aumentos en los insumos referentes a la potencia motriz agrícola son requeridos para atraer un área significativa de este potencial actualmente sin uso, a la producción.

La tecnología de ingeniería mejorada ofrece grandes oportunidades para aumentar la producción y seguridad alimentaria. El informe final en un proyecto de mecanización de FAO en China reporta un 90% de aumento en el rendimiento en los campos agrícolas, en mayor parte como resultado de la introducción de cero labranza, la siembra en líneas y equipos de cultivo mínimo que resultaron ser muy beneficiosos para el ambiente. Mejorar los equipos de cultivo del suelo puede ayudar a prevenir la degradación y erosión del suelo.

La selección apropiada, utilización y gestión de recursos de potencia motriz agrícola son cruciales. La potencia motriz agrícola adicional o un aumento en su eficacia pueden eliminar "cuellos de botella" causados por la escasez de mano de obra, particularmente en sistemas de cultivos múltiples o áreas de escasas lluvias.

El aumento de rendimiento incrementará la demanda de mejores técnicas y tecnologías para llevar a cabo el trabajo de labranza, cosecha y poscosecha, almacenamiento, secado y procesamiento. Será necesario mejorar las construcciones rurales para almacenar la recolección de cosechas.

Por otra parte el buen uso y la conservación del recurso hídrico son preocupaciones crecientes en el siglo XXI y la Ingeniería agrícola debe contribuir a encontrar soluciones a los problemas ambientales. Las mejoras en los equipos de aplicación de plaguicidas para reducir la cantidad aplicada, el aprovechamiento de los residuos agrícolas pueden contribuir a disminuir los riesgos para la salud humana, debida a la contaminación generada por sustancias químicas que aportan elementos residuales al suelo o a las aguas superficiales y subterráneas.

En países como Colombia, con cantidades de mano de obra no calificada, condiciones de trabajo inseguras, poco saludables e ineficaces, se hace necesario mejorar el entrenamiento y difusión de información la utilización, aprovechamiento de la maquinaria agrícola, de manera que su uso eficiente pueda ayudar a reducir accidentes y lesiones. Por tanto la ergonomía, la ciencia de la "ingeniería humana", también debe ser incluirse como función e incorporarse en la Ingeniería Agrícola.

El Instituto de Tecnología de la India encontró que un tercio de todos los accidentes de trabajo reportados se relacionan a la agricultura. De los 5.5 millones de accidentes serios estimados que ocurren anualmente en la agricultura de la India, muchos son ocasionados por manejo inseguro de trilladoras y utilización de tractores como transporte de carretera.

Por otra parte el ingreso de las familias campesinas en buena parte es desempeñado por mujeres en cantidades desproporcionadas de trabajo en muchos terrenos pequeños, los problemas del género deben figurar en las etapas de formación de la Ingeniería Agrícola.

Estudios han demostrado que cuando una fuente alternativa de potencia motriz agrícola se vuelve disponible, normalmente es el hombre de la familia quien lo usa, lo que a menudo deja a la mujer en desventaja y con exceso de trabajo como antes. Los ingenieros agrícolas deben dirigirse a este problema y difundir información sobre alternativas.

El desarrollo de la agricultura sustentable depende ampliamente de la ingeniería agrícola. Ahora más que nunca, la ingeniería es necesaria como arma potente en la lucha por aliviar el hambre, la pobreza, la protección del medioambiente y la salud humana.

En la formación del futuro Ingeniero Agrícola se deberán considerar componentes que aporten a la solución de los nuevos paradigmas presentados en el siglo XXI, de tal manera que puedan brindar soluciones a los nuevos retos presentados, que se relacionan con la conservación del recurso hídrico, el aprovechamiento de los residuos agrícolas, el manejo integral de los problemas de impacto ambiental provocado por la utilización intensiva de los recursos naturales, la automatización y el control necesarios para producir altos valores agregados a la producción primaria proveniente del campo y el uso y manejo de la biotecnología con el fin de aprovechar sus ventajas para realizar una agricultura más competitiva.

Perfil Profesional del egresado y competencias

El Ingeniero Agrícola en Colombia es un profesional con la capacidad de correlacionar los fundamentos de la Ingeniería Agrícola para dar óptimas soluciones técnicas, económicas a las necesidades del sector agropecuario. Posee la preparación teórico-práctica proporcionada por principios técnicos y científicos para dirigir y administrar empresas del sector agropecuario y para desempeñar eficientemente actividades de investigación, asesoría, interventoría, docencia y dirección. De manera específica el perfil permite:

Ingeniería de agua y suelo

- Formular proyectos de desarrollo para el manejo integral de los recursos de agua y suelo, considerando las relaciones con el entorno natural y las necesidades básicas de las comunidades.
- Gestionar eficientemente el recurso hídrico superficial y subterráneo con fines agrícolas.
- Diseñar obras hidráulicas complementarias para el manejo del recurso hídrico.
- Planear, diseñar, construir, administrar y evaluar sistemas de riego y drenaje.
- Diseñar, construir y operar obras tendientes a regular el complejo agua-suelo-planta.

- Seleccionar y diseñar equipos de bombeo.
- Aplicar técnicas para el manejo y conservación de suelos.
- Realizar estudios de ordenamiento territorial.

Ingeniería de Poscosecha de procesos agrícolas

- Diseñar sistemas de recolección de productos agrícolas
- Aplicar a procesos biológicos, los fundamentos de transferencia de calor y masa para el manejo, aprovechamiento y conservación de los productos agropecuarios.
- Mejorar las condiciones de almacenamiento de productos agrícolas.
- Diseñar procesos de secado para la conservación de productos agropecuarios.
- Aprovechar los residuos agrícolas
- Realizar transformaciones primarias de productos agrícolas.
- Administrar empresas agroindustriales.

Maquinaria agrícola, mecanización y fuentes de potencia

- Adaptar y diseñar equipos agrícolas para mejorar la eficiencia en las labores del campo.
- Aplicar principios de administración para el uso de la maquinaria agrícola.

Construcciones agropecuarias

- Diseñar y construir obras de infraestructura rural para la adecuación del medio productivo, para el almacenamiento de productos agropecuarios, el procesamiento primario de productos agrícolas y la conservación de la maquinaria agrícola, donde los componentes estructural, ambiental, económico y de sostenibilidad se combinan para dar una respuesta óptima a los problemas de explotación y producción agropecuaria.

BIBLIOGRAFÍA

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE FACULTADES DE INGENIERA, ACOFI. Actualización y modernización del currículo en Ingeniería Agrícola. 1999.

CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DE ANTECEDENTES Y REFERENTES DE LA EVALUACIÓN EN INGENIERÍA AGRÍCOLA

Este capítulo resume la experiencia de los ECAES de Ingeniería en Colombia. En cada caso se describen sus objetivos generales y particulares, aspectos prácticos de la aplicación masiva de cada uno de estos exámenes, se incluyen las especificaciones y contenidos referenciales de estas pruebas en Ingeniería.

Esta información ha servido para analizar las experiencias en el manejo de estas evaluaciones, y ha permitido adaptar algunos conceptos para la construcción de la presente propuesta de evaluación por competencias de los ECAES en el futuro.

EXAMEN ECAES EN INGENIERÍA EN COLOMBIA

Entre el año 1998 y 2000, la Asociación Colombiana de Ingenieros Eléctricos y Mecánicos, ACIEM con el apoyo del Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior, ICFES, desarrolló el Proyecto "*Exámenes para Ingenieros*", el cual culminó con la aplicación piloto de los Exámenes de Calidad de la Educación Superior en Ingeniería Mecánica en el año 2001. En esta primera aplicación, se evaluaron cerca de 1000 estudiantes de último año de los programas de Ingeniería Mecánica del país.

Para en el año 2002, la aplicación de ECAES se extendió a otros programas, como Medicina y Derecho y en 2003, se aplicó a 26 pregrados. Se espera que para 2005, la aplicación de ECAES se amplíe a 46 programas de pregrado en Colombia.

Experiencia de ingeniería Mecánica

En lo que respecta a los ECAES en Ingeniería Mecánica, el ICFES, con el apoyo académico de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, ACOFI, convocó a la comunidad académica, para el desarrollo y refinamiento de los ECAES, facilitando, así, una amplia participación de profesores en el diseño de las pruebas de evaluación de la calidad.

Las actividades conducentes al desarrollo de instrumentos de evaluación adecuados, fueron:

- ✓ Refinamiento y desarrollo de acuerdos académicos en las Especificaciones y Estructura del Examen, detallando los contenidos básicos por áreas y subareas de conocimiento en la formación de Ingenieros mecánicos.
- ✓ Definición de la población objetivo a quien va dirigida la prueba y de los dominios del conocimiento ha ser evaluados.
- ✓ Tipos de preguntas que constituyen la prueba
- ✓ Elaboración de preguntas por parte de Profesores de las universidades del país
- ✓ Talleres de Revisión, Aprobación y Juicio de expertos sobre las preguntas que pueden constituir el examen
- ✓ Ensamble de las pruebas

- ✓ Desarrollo de documentos guía a los estudiantes para la preparación del examen y difusión de las especificaciones
- ✓ Aplicación de la Prueba
- ✓ Análisis de Resultados y difusión a la comunidad académica

Los exámenes desarrollados en Ingeniería Mecánica hacen especial énfasis en la evaluación de los conceptos básicos, de cada una de las áreas evaluadas, concediendo menor relevancia a la solución numérica de problemas de Ingeniería.

Para el año 2002 se recibieron aproximadamente 1500 preguntas, construidas por 125 docentes de 15 programas de Ingeniería Mecánica de todo el país.

El proceso general de elaboración de los ECAES ha constituido un valioso y exitoso ejercicio interinstitucional – académico, y con la información que se obtuvo se enriqueció enormemente el texto de las especificaciones del mismo.

El ECAES –2002 para Ingeniería Mecánica se estructuró en dos campos: Formación Básica y Formación Profesional. El primer campo incluyó las áreas de Matemáticas, Física, Química y Humanidades; mientras que, el campo de Formación Profesional consideró los contenidos de Termodinámica y Fluidos, Materiales de Ingeniería, Procesos de Manufactura, Diseño de Maquinas, un área Interdisciplinaria y otra de Pensamiento Crítico. Los procesos de pensamiento que se incluyeron en la evaluación del conocimiento son el recuerdo, la comprensión, la aplicación y el análisis. Las preguntas que comprendieron el examen fueron de tres tipos: Selección Múltiple-Única Respuesta, Selección Múltiple-Múltiple Respuesta y de Análisis de Relación.

El ECAES - 2002 en Ingeniería Mecánica se aplicó a 1500 estudiantes de último año. El examen consistió de 120 preguntas, en una jornada de 8 horas, divididas en la sesión de la mañana y tarde, cada una de 4 horas. Los resultados emitidos por el ICFES fueron entregados de manera individual a los estudiantes y de manera global a cada institución con los resultados de sus estudiantes, discriminados en cada una de las áreas de conocimiento evaluadas.

Experiencia en otras denominaciones

Para las versiones del ECAES de 2003 y 2004, el Estado a través del ICFES decidió ampliar la aplicación de los exámenes a 15 especialidades de Ingeniería, las cuales fueron:

- ✓ Ingeniería Agrícola
- ✓ Ingeniería Alimentos
- ✓ Ingeniería Ambiental
- ✓ Ingeniería Civil
- ✓ Ingeniería Eléctrica
- ✓ Ingeniería Electrónica
- ✓ Ingeniería Geológica
- ✓ Ingeniería Industrial

- ✓ Ingeniería Materiales
- ✓ Ingeniería Mecánica
- ✓ Ingeniería Metalúrgica
- ✓ Ingeniería de Minas
- ✓ Ingeniería Química
- ✓ Ingeniería de Sistemas
- ✓ Ingeniería Telecomunicaciones

El ICFES estableció un nuevo convenio con ACOFI, el cual se basó en la replica de la experiencia adquirida en el desarrollo de los ECAES en Ingeniería Mecánica de años anteriores. Las versiones de ECAES de las 15 especialidades de Ingeniería para ser aplicadas en 2003 y 2004 fueron elaboradas entre Febrero y Septiembre de 2003.

La estructura de las pruebas, se basó en el trabajo realizado por un Comité Académico Ad-hoc, en el cual participaron directivos y profesores de los programas de ingeniería del país.

Para el desarrollo de las especificaciones de cada especialidad de Ingeniería, se realizó una exhaustiva revisión por parte de la comunidad académica, en reuniones con directores y decanos de las especialidades. Éstas fueron sometidas a los ajustes pertinentes, y se encuentran disponibles para ser discutidas permanentemente por la comunidad académica.

Para desarrollar el proceso de la construcción de preguntas, ACOFI realizó talleres regionales. El objetivo principal de estos talleres fue entrenar profesores de todo el país en aspectos básicos de construcción de preguntas. Como resultado, se recibió el aporte de cerca de 15.000 preguntas de 1.200 profesores de las universidades colombianas.

Con un equipo de cerca de 300 profesores de ingeniería, se revisaron las preguntas recibidas y con el aporte de un grupo de psicólogos se aprobaron 3.500 preguntas, que constituyeron los instrumentos de prueba de los ECAES 2003 y 2004.

Los ECAES en Ingeniería preservan la estructura original dispuesta en la experiencia de Ingeniería Mecánica de años anteriores, consistente en: exámenes de 120 preguntas, 3 tipos de preguntas, 4 procesos de pensamiento evaluados y 2 sesiones de 4 horas de aplicación del examen.

APLICACIÓN DE ECAES EN INGENIERÍA – 2003

Hacia finales de Noviembre 2003, se aplicó el ECAES – INGENIERÍA –2003 a 28.588 estudiantes de último año de 15 especialidades de Ingeniería de todo el país. La tabla 4 indica el número de estudiantes evaluados para cada especialidad.

TABLA 4. - COBERTURA ECAES - INGENIERÍA - 2003

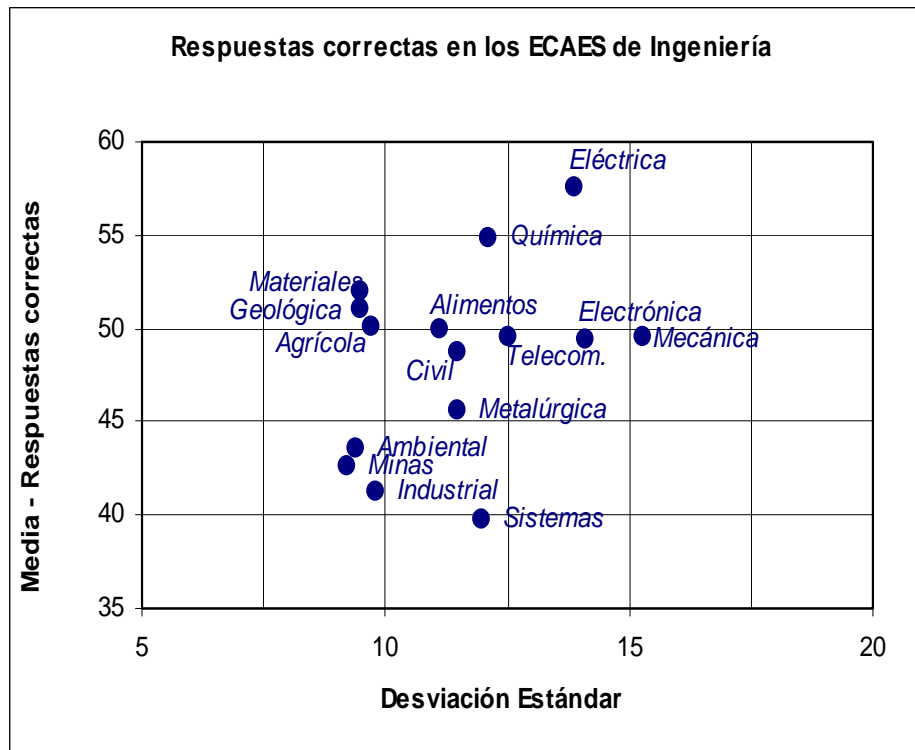
Especialidad	Estudiantes
Ingeniería de Sistemas	8,332
Ingeniería Industrial	5,674
Ingeniería Electrónica	3,648
Ingeniería Civil	3,593
Ingeniería Ambiental	2,110
Ingeniería Mecánica	1,575
Ingeniería Química	1,073
Ingeniería de Alimentos	636
Ingeniería Eléctrica	793
Ingeniería de Telecomunicaciones	426
Ingeniería Agrícola	222
Ingeniería de Minas	208
Ingeniería Metalúrgica	122
Ingeniería Geológica	114
Ingeniería de Materiales	62
TOTAL	28,588

Note que cerca del 50% de los estudiantes evaluados pertenecen a los programas de Ingeniería de Sistemas e Ingeniería Industrial.

Los estudiantes evaluados pertenecen a 344 programas de Pregrado en Ingeniería provenientes de 80 universidades del país.

Como decisión de la comunidad académica, se logró que cerca del 45% del examen fuera común (las mismas preguntas) a todas las especialidades de Ingeniería, en las áreas de Matemáticas, Física, Humanidades y Económico-Administrativa, y entre algunas especialidades, áreas comunes como Química, Biología, Ciencias de la Tierra.

La figura 1 resume los resultados generales de los ECAES-2003 en Ingeniería, en lo que respecta a valores promedio de respuestas acertadas de un total de 120 preguntas, contra la correspondiente desviación estándar de preguntas acertadas de todos los estudiantes evaluados en cada especialidad de Ingeniería.



Los ECAES resultaron de mediana dificultad y con un alto nivel de confiabilidad, de acuerdo a la teoría y el análisis clásico de ítem.

ECAES EN INGENIERÍA AGRÍCOLA

Este examen fue presentado por 222 estudiantes de Ingeniería Agrícola, pertenecientes a 6 programas de pregrado de todo el país.

La calificación final del examen se realizó sobre 118 preguntas, el valor promedio de preguntas acertadas fue de 50 (42%) y la desviación estándar de 9.7 (8.2%) El estudiante con más alto puntaje respondió 74 preguntas acertadas y el de más bajo puntaje respondió 19 preguntas acertadas. Los resultados fueron presentados a la comunidad académica, clasificando a los estudiantes en tres grupos, de acuerdo a su rendimiento en el ECAES con respecto al número de preguntas acertadas en la prueba, así:

Grupo de Bajo rendimiento: estudiantes que respondieron entre 18 y 38 preguntas acertadas (64 estudiantes)

Grupo de Mediano Rendimiento: estudiantes que respondieron entre 38 y 58 preguntas acertadas (89 estudiantes)

Grupo de Alto Rendimiento: estudiantes que respondieron entre 58 y 102 preguntas acertadas (69 estudiantes)

CONCLUSIONES DE LA EVALUACIÓN DE INGENIEROS

La estructura general de evaluación de ingenieros, en general, en Colombia es similar a otros países (Estados Unidos, México, Brasil), con exámenes de selección múltiple, de 8 a 12 horas de duración, y entre 120 y 220 preguntas.

Se debe reconocer que la experiencia colombiana en la evaluación de ingenieros agrícolas ha sido enriquecedora y ha servido a la comunidad académica para evolucionar y aplicar políticas de mejoramiento de la calidad en la formación de ingenieros agrícolas, y sobre la cual se construye esta propuesta ECAES para 2005-2006.

ACOFI ha realizado los contactos iniciales con el Centro Nacional de Evaluación (CENEVAL) de México, INEP de Brasil y Educational Testing Service de Estados Unidos para compartir y aprender de las experiencias adquiridas; además de considerar la posibilidad que en futuras aplicaciones de los respectivos exámenes se puedan compartir bloques de preguntas y así iniciar las acciones que correspondan para que los exámenes de evaluación de ingenieros empiecen a tener un carácter internacional y por qué no, para que sea aplicado a otros países de la región.

BIBLIOGRAFÍA

ACOFI, Memorias del Seminario Internacional: Compromiso de la Evaluación Objetiva con el Mejoramiento de la Calidad de la Educación Superior, Bogotá, Enero 27-30 de 2004.

ICFES - ACOFI, Especificaciones del Examen de Estado de Calidad de la Educación Superior (ECAES) en Ingeniería Mecánica 2002-2003, Bogotá, Septiembre de 2002 – Mayo 2003 (Editado por: Álvaro Pinilla).

ICFES - ACOFI, Especificaciones del Examen de Estado de Calidad de la Educación Superior (ECAES) en Ingeniería Agrícola 2003-2004, Bogotá, Agosto de 2003

PINILLA, A., SILVA, E., GONZÁLEZ, L.: Presentación de Resultados - Informe Final de Exámenes de Estado de la Calidad de la Educación Superior – ECAES Ingeniería – 2003, Contrato ICFES – ACOFI, Febrero 2004. Bogotá, Colombia.

CAPITULO 4. DEFINICIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO DE LOS PROGRAMAS ACADÉMICOS DE PREGRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA

Objetivos de la profesión

El objetivo del Programa Académico de Ingeniería Agrícola es generar conocimientos científicos y aplicar desarrollos tecnológicos de ingeniería a la producción agropecuaria y a otros biosistemas orientados a la adecuación de tierras, al manejo de recursos hídricos, a la selección y el diseño de equipos agrícolas, al diseño y construcción de instalaciones agropecuarias y al procesamiento de productos agropecuarios con criterios sostenibles y dentro de un marco de competencia nacional y global.

Para esto, es necesario que el profesional de Ingeniería Agrícola sea capaz de desarrollar las habilidades y destrezas que le permitan plantear y resolver problemas prácticos y teóricos propios de las diferentes áreas de actividad de su profesión, mediante la formulación e interpretación de modelos en términos matemáticos, así como apropiarse un lenguaje y unos simbolismos propios, que le permitan comunicarse con claridad y precisión. Es decir, que el profesional de Ingeniería Agrícola requiere dominar los principios básicos de física y matemáticas para aplicarlos al sector de infraestructura y desarrollo rural.

Para el ECAES, se utilizará la agrupación de contenidos en las áreas de conocimiento definidas por la Resolución 2773 DE 2003 del MEN. En cada área se incluyen los contenidos definidos para los ECAES 2003-2004. La definición de estas áreas y de los contenidos en cada área ha sido el resultado del trabajo continuado de la comunidad académica de ingeniería en la última década. Para ingeniería Agrícola los contenidos en cada área se resumen de la siguiente manera, para la parte profesional:

Ingeniería de agua y suelo

Aporta al estudiante de Ingeniería Agrícola los conocimientos, métodos y destrezas técnicas que lo capaciten para el diseño de estructuras hidráulicas, de sistemas de riego y de drenaje, y en general de sistemas de adecuación de tierras y manejo y conservación de suelos, con el fin de obtener sistemas de alta productividad que sean viables desde los puntos de vista técnico, económico, social y ambiental, buscando la seguridad alimentaria con criterios de sostenibilidad.

Ingeniería de Poscosecha de productos agrícolas y agroindustria

Suministra al futuro profesional, los conocimientos que lo capacitan para el manejo, beneficio y conservación de los productos agropecuarios desde el momento de su recolección hasta el momento de su consumo, ya sea doméstico o industrial, con el fin de conservar la calidad y cantidad inicial en condiciones óptimas, reduciendo de esta manera las pérdidas que se presentan de los productos durante el periodo poscosecha, y contribuyendo de esta forma a garantizar la seguridad alimentaria y el mejoramiento de la calidad de vida de los agricultores.

Construcciones Agrícolas

Muchos de los sistemas de producción agropecuaria requieren de una infraestructura física, que está directamente relacionada con la eficiencia que se alcance de los sistemas productivos, representada fundamentalmente en la productividad. Para lograr estructuras rurales que cumplan con los requerimientos básicos, el ingeniero agrícola aplicará las normas de diseño de estructuras en concreto armado, precisando la normatividad que en el campo de la construcción existe en Colombia.

Área de Maquinaria Agrícola y Mecanización

Esta área aporta los conocimientos para el diseño, manejo óptimo, mantenimiento y administración del tractor, los implementos agrícolas para preparación de terrenos, y la maquinaria de manejo de productos agrícolas en fresco, con algunos conocimientos básicos en maquinaria de conservación y/o transformación de productos perecederos.

En resumen para la ingeniería agrícola, las áreas y los contenidos referenciales mínimos son los siguientes:

TABLA 5. CONTENIDOS REFERENCIALES RESUMIDOS

ÁREA		CONTENIDOS
ABREVIATURA	NOMBRE	
CB	CIENCIAS BÁSICAS	<ul style="list-style-type: none">- Matemáticas- Física- Química- Biología
BI	CIENCIAS BÁSICAS DE INGENIERÍA	<ul style="list-style-type: none">- Mecánica- Termodinámica- Suelos agrícolas- Interdisciplinaria
IA	INGENIERÍA APLICADA	<ul style="list-style-type: none">- Ingeniería de recursos de agua – suelo- Ingeniería de poscosecha de productos agrícolas- Maquinaria agrícola, mecanización y fuentes de potencia- Construcciones agropecuarias
C	FORMACIÓN COMPLEMENTARIA	<ul style="list-style-type: none">- Ciencias económico - administrativas- Ciencias Sociales y humanidades

BIBLIOGRAFÍA

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE FACULTADES DE INGENIERA, ACOFI. Actualización y modernización del currículo en Ingeniería Agrícola. 1999.

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE FACULTADES DE INGENIERA, ACOFI. Contenidos Programáticos básicos para ingeniería. 2004.

CAPÍTULO 5. DEFINICIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS COMPETENCIAS Y COMPONENTES DEL ECAES DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

De acuerdo con los referentes nacionales e internacionales (que caracterizan a la ingeniería Agrícola) descritos en los Capítulos 1 y 2 del presente documento, su objeto de estudio y los contenidos referenciales, indicados en el Capítulo 4, junto con la experiencia de la evaluación externa realizada en Colombia y otros países, son el sustento para establecer los criterios para definir las características de las competencias y componentes de evaluación, que son la estructura del Capítulo que se muestra a continuación, como parte estructural del Marco de Fundamentación Conceptual y Especificaciones de Prueba para la los ECAES de Ingeniería Agrícola.

La comunidad académica en ingeniería se encuentra comprometida con transformaciones que permitan cualificarla y que sea un desarrollo moderno de ella capaz de enfrentar los nuevos contextos de su desempeño, así como el de sus ingenieros. Se espera que la introducción del concepto de competencia (si se hace correctamente) pueda ser una estrategia interesante en el mejoramiento de la educación superior.

En los últimos años, el concepto de competencias ha venido ganando terreno en los diferentes niveles de la educación y tomando diversas formas e interpretaciones; recientemente esta idea ha comenzado a ser utilizada en la formación de ingenieros. Por ello, diferentes países e instituciones de educación superior, que ofrecen programas de ingeniería, han dado pasos en la dirección de introducir este concepto en sus procesos de enseñanza y estructuras curriculares.

A título ilustrativo, sin pretender realizar un estudio de antecedentes, vale la pena mencionar los criterios ABET 2000, el trabajo del proyecto TUNING Europeo, los recientes exámenes de estado para ingenieros de Brasil y un número importante de trabajos en diferentes escuelas de ingenieros, en los cuales, se encuentra el concepto de competencias manejado con diferentes matices.

De otra parte, en el contexto nacional la comunidad académica de ingeniería en Colombia, representada en ACOFI, ha venido realizando un número importante de trabajos de reflexión, a lo largo de varios años, sobre el tema de las competencias esperadas de los graduados de los programas de ingeniería. El ICFES, a su vez, respondiendo a la políticas de evaluación y mejoramiento de la calidad de la educación definidas por el estado Colombiano, ha aplicado en los últimos años pruebas basadas en competencias en los niveles en educación básica y media. El modelo de evaluación del ICFES esta centrado en los procesos cognitivos que incluyen las dimensiones o acciones de competencia: *interpretativa, argumentativa y propositiva*. Este modelo ha sido aplicado en las pruebas de Evaluación de la Educación Básica – SABER, en las Pruebas ICFES de Evaluación de Educación Media y algunas de Pruebas de Evaluación de la Educación Superior – ECAES el año pasado. A partir de este año la prueba ECAES para los programas de ingeniería del país, está basada en el concepto de competencia.

MARCO CONCEPTUAL PARA UN EXAMEN ORIENTADO POR COMPETENCIAS PARA INGENIERÍA

Existe una dinámica mundial de cambios curriculares en la educación en ingeniería que promueve una formación orientada al desarrollo de habilidades, capacidades o competencias¹, estos cambios curriculares reflejan en últimas un cambio de los objetivos del proceso de formación, desde el saber, al saber hacer y el ser. Existe un gran número de instituciones de educación en ingeniería en las cuales se está orientando en el desarrollo de sus currículos una formación orientada por las competencias requeridas, en los nuevos escenarios de desempeño, para los ingenieros. Estos trabajos no siempre expresan su intencionalidad en dirección de las competencias, pero resultan finalmente cercanos al concepto. Solamente a título indicativo se mencionan cambios y experiencias en instituciones como el Massachusetts Institute of Technology (MIT), California Institute of Technology (CALTECH), Universidad de Colorado, Universidad de Drexel en EEUU, Danske Tekniske Universitet (DTU) en Dinamarca, Ecole de Mines de Nantes y Ecole de Mines de Saint Etienne en Francia.

Sobre las competencias existen diversas definiciones y a continuación presentamos algunas que son relevantes para la especificación de la prueba ECAES para ingeniería.

En el ámbito educativo Colombiano el ICFES plantea la competencia como “un saber hacer en contexto”, es decir, el conjunto de acciones que un estudiante realiza en un contexto particular y que cumple con las exigencias específicas del mismo” (ICFES, Nuevo Examen de Estado, Cambios para el Siglo XXI, Propuesta general, 1998).

El grupo de trabajo en competencias de la Universidad Nacional plantea la competencia como “*una actuación idónea que emerge en una tarea concreta, en un contexto con sentido. La competencia o idoneidad se expresan al llevar a la práctica, de manera pertinente, un determinado saber teórico*” (Universidad Nacional de Colombia, 2000)

De otra parte, Torrado define la competencia como un conocimiento que se manifiesta en un saber hacer o en una forma de actuar frente a tareas que plantean exigencias específicas y que ella supone conocimientos, saberes y habilidades, que emergen en la interacción que se establece entre el individuo y una situación determinada.

Estas, entre otras definiciones apuntan a concebir la competencia como un conjunto de características propias del ser humano que se ponen en juego en un contexto específico y particular, evidenciada a través de acciones concretas que se consideran indicadores de la misma.

¹ Si bien estos tres conceptos en opinión de los especialistas no son completamente equivalentes, en varios escenarios se manejan como sinónimos con el mismo espíritu.

COMPETENCIAS COGNITIVAS:

INTERPRETACIÓN, ARGUMENTACIÓN, PROPOSICIÓN

Aquí se plantea la clasificación de las competencias cognitivas sobre el cual se fundamenta, el modelo de evaluación del ICFES. La propuesta de Componentes disciplinares y profesionales se articula con estas competencias cognitivas, sin detrimento de las definiciones y objetivos generales de esta evaluación por competencias propuesta por ACOFI, y contenida en versiones preliminares de este marco de fundamentación de los Ecaes en Ingeniería 2005 (ACOFI, 2005).

Se debe tomar como punto de partida, la definición misma de las competencias cognitivas y su articulación y armonización con el lenguaje de la Ingeniería.

➤ COMPETENCIA INTERPRETATIVA

Se define como aquella acción encaminada a encontrar el sentido de un texto, un problema, una gráfica, un plano de ingeniería, un diagrama de flujo, una ecuación, un circuito eléctrico, entre otras situaciones, donde se le proporciona un contexto al estudiante.

La interpretación sigue unos criterios de veracidad, los cuales no implican sólo la comprensión de los contextos, sino que se debe dirigir a la situación concreta y reflexionar sobre sus implicaciones y los procesos de pensamiento involucrados son el recuerdo, la evocación, comprensión, análisis, medición, etc.

➤ COMPETENCIA ARGUMENTATIVA

Es aquella acción dirigida a explicar, dar razones y desarrollar ideas de una forma coherente con el contexto de la disciplina evaluada. Los puntos relacionados con esta competencia exigen dar cuenta de un saber fundamentado en razones coherentes con los planteamientos que se encuentran en el texto.

Se contextualiza la argumentación en acciones como la resolución de problemas, los fundamentos de un diseño de ingeniería, la organización de la información, la proyección de la información, la explicación de eventos, fenómenos, la formulación de soluciones a través de un grafico, un plano, un diagrama, etc.

➤ COMPETENCIA PROPOSITIVA

Es aquella acción cuyo fin persigue que el estudiante proponga alternativas que puedan aplicarse en un contexto determinado; por lo tanto, se espera que la solución que escoja corresponda con las circunstancias que aparecen en la formulación de un problema. Así mismo, el estudiante deberá generar hipótesis y proponer alternativas de solución a los problemas de ingeniería que cubran aspectos como los ambientales, de manufacturabilidad, económicos, entre otros; y propondrá acciones de aplicación, evaluación o/y optimización de una solución en un contexto de ingeniería dado.

Como se puede desprender de estas definiciones, resulta complejo dividir expresamente las acciones de competencia en el marco de la preparación de los ingenieros; por lo cual

no es fácil demarcar una frontera específica entre estas acciones y los niveles de desempeño de cada una de las competencias.

Es importante mencionar que la evaluación por competencias es un proceso que exige mucha creatividad; debido a que las nuevas pruebas buscan medir competencias, las preguntas se deben diseñar con el fin de evaluar aspectos relevantes de formación del ingeniero agrícola. Aunque la evaluación de hechos particulares es importante, la comprensión conceptual, los procedimientos, la solución de problemas complejos, la apropiación del conocimiento y la posibilidad de hacer extrapolación del mismo a situaciones novedosas, pueden proporcionar una retroalimentación más confiable para medir la calidad general de los programas.

COMPONENTES DISCIPLINARES Y PROFESIONALES DE LOS INGENIEROS EN COLOMBIA

A continuación se presenta un compendio de las competencias esperadas, que se plantean, en los diferentes estudios mencionados en la introducción del capítulo, para los profesionales en general y para los profesionales de ingeniería en particular.

Competencias que un profesional de cualquier disciplina o profesión debe tener al finalizar su formación de pregrado:

- Actitud y capacidad para el aprendizaje continuo a lo largo de la vida (tanto de temas de su profesión o disciplina, así como de otras áreas que le permitan comprender a nivel local y global, el contexto histórico, político, social, económico y ambiental de su quehacer)
- Actitud y capacidad para trabajar en grupos multidisciplinarios y multiculturales en contextos nacionales e internacionales.
- Habilidad para trabajar de manera autónoma
- Capacidad de análisis, síntesis, planeación, organización y toma de decisiones.
- Capacidad para aplicar el conocimiento en la práctica
- Excelente capacidad comunicativa (oral y escrita) en lengua nativa, en una segunda lengua y en lenguajes formales, gráficos y simbólicos.
- Creatividad (capacidad para inventar, innovar, pensar fuera de la caja, crear de manera artística, eso es, capacidad para proponer soluciones novedosas a problemas y retos que traerá el futuro).
- Ingenio (capacidad de combinar, adaptar y planear soluciones prácticas a problemas complejos)
- Iniciativa, espíritu empresarial, capacidad de emprendimiento, liderazgo y actitud triunfadora para desarrollar acciones y construir empresas exitosas que lleven a la realidad las soluciones que propone, aplicando de manera efectiva en estas los principios de los negocios y la administración.
- Compromiso con la calidad.
- Dinamismo, agilidad, elasticidad y flexibilidad (para adaptarse al carácter incierto y cambiante del mundo).
- Ética profesional y responsabilidad social como orientadoras de su quehacer.

- Actitud hacia el desarrollo de acciones para mejorar las condiciones de vida de la población.
- Habilidad y actitud investigativa.
- Habilidad para administrar información (habilidad para recolectar, analizar y seleccionar información de diversas fuentes)
- Habilidades críticas y auto-críticas.
- Habilidades interpersonales.
- Habilidades computacionales básicas.

Competencias específicas adicionales que un profesional de ingeniería debe tener al finalizar su formación de pregrado:

- Habilidades analíticas fuertes.
- Comprensión de las matemáticas, las ciencias naturales y las herramientas modernas de la ingeniería.
- Capacidad para modelar fenómenos y procesos.
- Capacidad para resolver problemas de ingeniería aplicando el conocimiento y la comprensión de las matemáticas, las ciencias naturales y las herramientas modernas de la ingeniería, utilizando un lenguaje lógico y simbólico.
- Capacidad para diseñar, gestionar y evaluar sistemas y procesos de ingeniería, teniendo en cuenta el impacto (social, económico y ambiental).

Todas las competencias listadas son objetivos centrales en la formación de ingenieros competitivos, i.e., son competencias que deben ser desarrolladas y evaluadas, de manera explícita, en los currículos de ingeniería. Pero no todas estas competencias son evaluables una prueba masiva escrita de calificación automática como los ECAES.

Con el de propósito especificar la prueba ECAES se tomaron las competencias listadas y se eliminaron aquellas que no son evaluables en prueba masiva escrita de calificación automática, entre estas se tiene: actitud y capacidad para el aprendizaje continuo a lo largo de la vida; capacidad para trabajar en grupos multidisciplinarios y multiculturales en contextos nacionales e internacionales; creatividad; ingenio; adaptabilidad, iniciativa; espíritu empresarial; capacidad de emprendimiento, liderazgo; la actitud triunfadora, ética profesional; responsabilidad social; actitud investigativa; etc.

Luego se hicieron agrupaciones de varias componentes que se podían evaluar de manera integrada. Estas son:

- Modelamiento de fenómenos y procesos: entendida como la concepción de esquemas teóricos, generalmente en forma matemática, de un sistema o de una realidad compleja, que se elabora para facilitar su comprensión, análisis, aplicación y el estudio de su comportamiento.
- Resolución de problemas de ingeniería: Se entiende como las soluciones referidas a cualquier situación significativa, desde elementos dados hasta elementos desconocidos, sean estos reales o hipotéticos; requiere pensamiento reflexivo y un razonamiento de acuerdo con un conjunto de definiciones, axiomas y reglas. Se

pretende lograr esta competencia a través de las ciencias básicas, y con ello tener una fundamentación conceptual muy sólida en la matemática y ciencias naturales (física, química, biología); esto le genera estructura de pensamiento lógico y simbólico y le da las herramientas básicas para la innovación y el desarrollo tecnológico.

- Comunicación: referido a las capacidades que permiten un manejo adecuado del lenguaje tanto en un contexto cotidiano como científico. Implica además del manejo de los aspectos formales de la lengua, la comprensión de la intención comunicativa, en donde el lenguaje es el vehículo para entender, interpretar, apropiarse, expresar y organizar la información que proviene de la realidad y la ficción; es intercambiar y compartir ideas, saberes, sentimientos y experiencias, en situaciones auténticas de comunicación.

Es una característica que se viene reclamando por parte del sector empresarial y de la cual se quiere hacer énfasis en la formación integral del ingeniero; se enfatiza que el ingeniero debe ser competente expresando ideas y que, además, pueda escribirlas y argumentarlas correctamente.

- Diseño, gestión y evaluación: se expresa como la dimensión resultante del análisis y el cálculo; es encontrar las correctas proporciones y las soluciones económicas; determinar características, aplicar sistemas y procesos que permitan encontrar las óptimas alternativas; lograr el mejor aprovechamiento de los materiales, de los recursos, que aseguren su sostenibilidad y preservación del medio ambiente; estimar, apreciar y calcular el valor de algo; llevar a cabo las acciones y efectos derivados de administrar, con el propósito de lograr los objetivos propuestos, entre otros.

A partir de estas competencias propias del ingeniero se estructuraron los elementos de evaluación en la prueba ECAES. Desde esta perspectiva se asumen unas características comunes para todas las ingenierías y unas específicas para cada programa a evaluar, y que para efectos de la evaluación se denominan Componentes, los cuales son:

- a. Modelamiento de fenómenos y procesos.
- b. Resolución de problemas, mediante la aplicación de las ciencias naturales (Física, química y biología) y las matemáticas, utilizando un lenguaje lógico y simbólico.
- c. Comunicación efectiva y eficazmente en forma escrita, gráfica y simbólica.
- d. Diseño, gestión y evaluación de sistemas y procesos de ingeniería, teniendo en cuenta el impacto (social, económico y ambiental).

En lo referido a la componente d, para el caso de Ingeniería Agrícola, se desagrega así:

- Diseño y evaluación de procesos de manejo integral de los recursos de agua y suelo y conservación de los productos agropecuarios.
- Adaptar y aplicar principios de administración de equipos agrícolas para mejorar la eficiencia en las labores del campo.
- Diseñar y construir obras de infraestructura rural, para dar una respuesta óptima a los problemas de explotación y producción agropecuaria.

La tabla 6 conjuga lo expresado arriba, y propone la estructura de prueba para los ECAES en Ingeniería agrícola, de acuerdo a las competencias cognitivas: interpretación, argumentación y proposición.

TABLA 6. DEFINICIÓN DE ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA DE PRUEBA ECAES PARA INGENIERÍA AGRÍCOLA

COMPONENTES DE LA PRUEBA	COMPETENCIA COGNITIVA		
	INTERPRETACIÓN	ARGUMENTACIÓN	PROPOSICIÓN
Modelar fenómenos y procesos	Identifica los aspectos y características relevantes de un fenómeno o proceso	Establece y analiza relaciones que representan fenómenos o procesos y modela fenómenos y procesos	Plantea hipótesis y genera alternativas de modelos que representan un fenómeno o proceso
Resolución de problemas, mediante la aplicación de las ciencias naturales (física, química y biología) y las matemáticas utilizando un lenguaje lógico y simbólico	Identifica y comprende las variables que definen un problema	Selecciona métodos apropiados y resuelve un problema	Plantea hipótesis y genera alternativas de solución de un problema
Comunicación efectiva y eficaz en forma escrita, gráfica y simbólica	Lee, comprende e interpreta textos científicos, gráficas, datos e información experimental, planos e imágenes de sistemas mecánicos	Argumenta ideas técnicas a través de textos, gráficas, reportes de datos experimentales, planos e imágenes.	Propone ideas técnicas a través de textos, gráficas, reportes de datos experimentales, planos e imágenes.
Diseño y evaluación de procesos de manejo integral de los recursos de agua y suelo y productos agropecuarios	Califica especificaciones apropiadas para problemas de Ingeniería, Identificando aspectos relevantes de un problema para formular un proyecto y traslada su definición a términos de ingeniería.	Analiza y establece potenciales soluciones al problema planteado, valora su adecuación con las especificaciones y dimensiona sus consecuencias de tipo social y ambiental	Plantea una solución al problema a partir de la aplicación de principios científicos y conocimientos tecnológicos, y Formula proyectos eficientes como respuesta a problemáticas, incorporando las mejores prácticas de ingeniería
Adaptación y aplicación de principios de administración de equipos agrícolas para mejorar la eficiencia en las labores del campo.			
Diseño y construcción de obras de infraestructura rural, para dar una respuesta óptima a los problemas de explotación y producción agropecuaria			

BIBLIOGRAFÍA

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE FACULTADES DE INGENIERÍA (ACOFI). Marcos de Fundamentación Conceptual y Especificaciones de Prueba Correspondientes a los Ecaes de Ingeniería Agrícola. Versión 5.0. Bogotá, Abril 2005

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE FACULTADES DE INGENIERÍA (ACOFI). Memorias del Seminario Internacional: Compromiso de la Evaluación Objetiva con el Mejoramiento de la Calidad de la Educación Superior, Bogotá, Enero 27-30 de 2004.

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE FACULTADES DE INGENIERÍA (ACOFI). Actualización y Modernización Curricular en ingeniería Agrícola, Bogotá, Colombia, 1999

CRITERIA FOR ACCREDITING ENGINEERING PROGRAMS. Effective for Evaluations During 2005-2006, ABET Board of Directors, November 1, 2004.

EUR-ACE Standards and Procedures for the Accreditation of Engineering Programmes, Feani, 2005

ICFES. Evaluación Por Competencias: Matemáticas, Ciencias Sociales, Filosofía. Evolución de las pruebas de estado ICFES. – Bogotá, Cooperativa Editorial Magisterio, 2004.

ICFES. Nuevo examen de Estado. Cambios para el Siglo XXI. Propuesta general, Bogotá, 1998.

ICFES - ACOFI, Especificaciones del Examen de Estado de Calidad de la Educación Superior (ECAES) en Ingeniería Agrícola, Bogotá, Agosto 2003.

INTERNATIONAL BUREAU OF EDUCATION GENEVA. Key competencies for all: an overarching conceptual frame of reference, February 2003

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia, Brasil, 2002.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Resolución Número 2773, Bogotá, Colombia, 2003.

NATIONAL ACADEMY OF ENGINEERING. The Engineer of 2020: Visions of Engineering in the New Century, National Academies Press, Washington, DC, 2005

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Knowing what students know: the science and design of educational assessment, National Academy Press, 2001.

TORRADO M. De la Evaluación de Aptitudes a la Evaluación de Competencias. ICFES Bogotá 1998.

TUNING Educational Structures in Europe, Final Report Phase One, Edited by Julia González and Robert Wagenaar, 2003.

UNESCO. International Bureau of Education Geneva Key Competencies for all: An Overarching Conceptual Frame of Reference in *Developing key competencies in education: some lessons from international and national experience*, Editors D. S. Rychen and A. Tiana, February 2004.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Competencias y proyecto pedagógico. Segunda edición. Bogotá. 2000.

CAPÍTULO 6. DEFINICIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES DE PRUEBA PARA LOS PROGRAMAS DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

ESTRUCTURA DEL EXAMEN

El ECAES para Ingeniería Agrícola es un examen de **160** preguntas tipo selección múltiple que cubren las áreas de conocimiento señaladas en el capítulo 4, y se diseñan para poder medir las competencias y componentes evaluables establecidas en el capítulo 5 del presente documento.

La distribución de las preguntas de acuerdo con las competencias debe responder tanto a la importancia relativa que podría tener cada una de ellas en la formación del ingeniero agrícola como al hecho que se requieren por lo menos 20 preguntas para poder medir cada componente de la prueba.

El examen ECAES de Ingeniería Agrícola del 2003, tuvo 120 preguntas, divididas en las 12 áreas de evaluación como se presenta en la tabla 7.

CAMPO	ÁREAS DE EVALUACIÓN	NUMERO DE PREGUNTAS EXAMEN 2003
FORMACIÓN BÁSICA	MATEMÁTICAS	16
	FÍSICA	12
	HUMANIDADES	8
	ECONÓMICO-ADMINISTRATIVA	6
FORMACIÓN EN CIENCIAS BÁSICAS DE INGENIERÍA	MECÁNICA	8
	TERMODINÁMICA Y FLUIDOS	10
	BIOLOGÍA Y PRODUCCIÓN AGRÍCOLA	10
	INTERDISCIPLINARIA	10
FORMACIÓN PROFESIONAL	INGENIERÍA DE RECURSOS AGUA-SUELO	10
	INGENIERÍA DE POSCOSECHA	10
	MAQUINARIA AGRÍCOLA	10
	CONSTRUCCIONES AGROPECUARIAS	10
TOTAL		120

TABLA 7. DISTRIBUCIÓN DE PREGUNTAS ECAES 2003

En este examen gran parte del campo de formación básica fue común para todas las ramas de ingeniería.

El examen ECAES 2004 fue bastante similar al del 2003: se adicionaron 20 preguntas de comprensión lectora, pero la estructura básica del examen se mantuvo, para un total de preguntas de 140 en dos sesiones de 4 horas.

Para el ECAES 2005 se propone una distribución de preguntas proporcional a la del ECAES 2003, renombrando las áreas y componentes de conocimiento de acuerdo con lo propuesto en el capítulo 5. Así mismo se propone la existencia de un núcleo común para todas las ramas de ingeniería que consistiría una porción importante de las áreas de ciencias básicas y de formación complementaria. De esta forma se sugiere en la tabla 8 una distribución de la prueba.

TABLA 8. ESTRUCTURA DE PRUEBA ECAES INGENIERÍA AGRÍCOLA – DISTRIBUCIÓN DE PREGUNTAS

**ESTRUCTURA DE PRUEBA ECAES INGENIERÍA AGRÍCOLA – DISTRIBUCIÓN DE PREGUNTAS					
COMPONENTES ECAES 2005-2006	Interpretación	Argumentación	Proposición	TOTAL	NUMERO DE PREGUNTAS
Modelamiento de fenómenos y procesos	14	14	12	40	20 CB
					20 BI
Resolución de problemas, mediante la aplicación de las ciencias naturales (física, química y biología) y las matemáticas utilizando un lenguaje lógico y simbólico	14	14	12	40	20 CB
					20 BI
Comunicación efectiva y eficaz en forma escrita, gráfica y simbólica	7	7	6	20	20* CB, BI, C, IA
Diseño y evaluación de procesos de manejo integral de los recursos de agua y suelo y productos agropecuarios	7	7	6	20	50 IA, BI + 10C
Adaptación y aplicación de principios de administración de equipos agrícolas para mejorar la eficiencia en las labores del campo.	7	7	6	20	
Diseño y construcción de obras de infraestructura rural, para dar una respuesta óptima a los problemas de explotación y producción agropecuaria	7	7	6	20	
TOTAL	56	56	48	160	

CB: CIENCIAS BÁSICAS, BI: CIENCIAS BÁSICAS DE INGENIERÍA; C: COMPLEMENTARIA; IA: INGENIERÍA APLICADA

* En la Prueba ECAES, el ICFES adiciona 20 preguntas para la evaluación de la Comprensión Lectora de los Estudiantes. Estas preguntas son comunes a todos los programas evaluados por el ICFES y no se encuentran incluidas en la presentación de esta tabla

** Se sugiere distribuir el total de la preguntas, guardando equilibrio con los contenidos referenciales, semejante a la distribución de preguntas realizado en el ECAES 2003, 2004.

COMPONENTES DE LA PRUEBA	CONTENIDOS REFERENCIALES
Modelamiento de fenómenos y procesos	CB: Matemáticas, física, química, biología BI: Mecánica, Termodinámica Suelos Agrícolas, Interdisciplinaria
Resolución de problemas, mediante la aplicación de las ciencias naturales (física, química y biología) y las matemáticas utilizando un lenguaje lógico y simbólico	CB: Matemáticas, física, química, biología BI: Mecánica, Termodinámica Suelos Agrícolas, Interdisciplinaria
Comunicación efectiva y eficaz en forma escrita, gráfica y simbólica	CB: Matemáticas, física, química, biología BI: Mecánica, Termodinámica Suelos Agrícolas, Interdisciplinaria IA: Ingeniería de Recursos Agua – Suelo, Ingeniería de Poscosecha de Productos Agrícolas, Maquinaria Agrícola, Mecanización y Fuentes de Potencia, Construcciones Agropecuarias C: Ciencias Económico Administrativas, Ciencias Sociales y Humanidades
Diseño y evaluación de procesos de manejo integral de los recursos de agua y suelo y productos agropecuarios	BI: Mecánica, Termodinámica Suelos Agrícolas, Interdisciplinaria IA: Ingeniería de Recursos Agua – Suelo, Ingeniería de Poscosecha de Productos Agrícolas, Maquinaria Agrícola, Mecanización y Fuentes de Potencia, Construcciones Agropecuarias C: Ciencias Económico Administrativas, Ciencias Sociales y Humanidades
Adaptación y aplicación de principios de administración de equipos agrícolas para mejorar la eficiencia en las labores del campo.	BI: Mecánica, Termodinámica Suelos Agrícolas, Interdisciplinaria IA: Ingeniería de Recursos Agua – Suelo, Ingeniería de Poscosecha de Productos Agrícolas, Maquinaria Agrícola, Mecanización y Fuentes de Potencia, Construcciones Agropecuarias C: Ciencias Económico Administrativas, Ciencias Sociales y Humanidades
Diseño y construcción de obras de infraestructura rural, para dar una respuesta óptima a los problemas de explotación y producción agropecuaria	BI: Mecánica, Termodinámica Suelos Agrícolas, Interdisciplinaria IA: Ingeniería de Recursos Agua – Suelo, Ingeniería de Poscosecha de Productos Agrícolas, Maquinaria Agrícola, Mecanización y Fuentes de Potencia, Construcciones Agropecuarias C: Ciencias Económico Administrativas, Ciencias Sociales y Humanidades

La estructura presentada por áreas de formación se discrimina, así:

Ciencias Básicas:	40/160 (25%)
Ciencias Básicas de Ingeniería:	40/160 (25%)
Ingeniería Aplicada:	50/160 (31.25%)
Formación Complementaría:	30/160 (18.75%)

Esta estructura corresponde a los mínimos sugeridos por ACOFI en diversos documentos académicos sobre la distribución por áreas de conocimiento de los programas de pregrado en Ingeniería que se imparten en Colombia

FORMATO DE PREGUNTAS Y REQUERIMIENTOS PARA SU ELABORACIÓN

La definición de las especificaciones permite garantizar que las pruebas diseñadas sean coherentes con el marco de fundamentación conceptual desarrollado; contemplen los recursos disponibles y ofrezcan información útil para cumplir con los propósitos de los ECAES.

TIPO DE PREGUNTAS

Selección Múltiple con Única Respuesta

Este formato presenta un enunciado y 4 opciones de respuesta de las cuales una es la respuesta correcta.

Como la evaluación por competencias requiere de la formulación específica de un contexto, algunas preguntas deberán incluir enunciados complejos que permitan desarrollar más de una pregunta en los distintos niveles de la competencia a evaluar.

PREGUNTAS DEPENDIENTES DE UN CONTEXTO

Este formato incluye además del enunciado y las opciones de respuesta una serie de textos, ilustraciones, problemas, ensayos, situaciones a partir de las cuáles se generan 3 ó más preguntas. Son cuatro los contextos más comunes que se presentan y buscar dar cuenta de actividades tendientes a evaluar la comprensión de lectura, la solución de problemas, la interpretación y comprensión de material simbólico o gráfico.

Cada pregunta se debe presentar en el formato diseñado para tal fin, el cual se presenta a continuación.

CÓDIGO DE LA PREGUNTA

CIUDAD
FECHA
INSTITUCIÓN
AUTOR

ÁREA DE USO INTERNO. DILIGENCIADO POR GRUPO DE EVALUACIÓN

CÓDIGO DE LA PREGUNTA:

DIBUJO: SI NO

Después de esta información básica acerca del constructor y la ubicación de la pregunta de acuerdo con la estructura de prueba, se presenta el contexto o situación que sirve de marco a las preguntas.

Es necesario aclarar que en la prueba que contestan los estudiantes no se hace el desglose presentado en el formato, sino que se presenta la pregunta como un todo.

CÓDIGO: 1-

CONTEXTO (SITUACIÓN DE LA CUAL SE DESPRENDER TRES O MÁS PREGUNTAS, TENIENDO EN CUENTA QUE PARA CADA PREGUNTA SE DILIGENCIA UN FORMATO APARTE)

PREGUNTA No _____

INDICADOR	DESCRIPCIÓN
COMPETENCIA:	
COMPONENTE:	
CONTENIDO REFERENCIAL:	
NIVEL DE COMPLEJIDAD:	
TIEMPO DE RESOLUCIÓN:	

En cuanto a Nivel de Complejidad, este es la estimación de grupos de expertos sobre desempeño de la población que responden acertadamente una pregunta y se clasifica de la siguiente manera:

- Nivel de Complejidad Alta: Menos del 30% de la población da cuenta exitosa de una pregunta
- Nivel de Complejidad Media: Entre el 30% y 70% de la población da cuenta exitosa de una pregunta
- Nivel de Complejidad Baja: Más del 70% de la población da cuenta exitosa de una pregunta

Además se presenta la información de la pregunta atendiendo a la estructura de prueba y al tiempo que el estudiante emplearía para responder.

ENUNCIADO

OPCIONES DE RESPUESTA

A
B
C
D

CLAVE:

RESOLUCIÓN O JUSTIFICACIÓN DE LA RESPUESTA

Se resuelve la pregunta evidenciando porque la opción señalada como correcta responde de manera adecuada la pregunta.

SEÑALE LAS FÓRMULAS O TÉRMINOS QUE DEBEN SER INCLUIDOS EN EL GLOSARIO

Debe escribir aquella información que debe ser incluida en las páginas iniciales del examen, considerando que son indispensables para resolver una o varias preguntas.

PERTINENCIA (MENCIONE BREVEMENTE LAS RAZONES POR LAS QUE CONSIDERA QUE ESTA PREGUNTA PERTENECE AL UNIVERSO DE LO QUE SE QUIERE EVALUAR)

Brevemente señale las razones por las que esta pregunta hace parte de lo definido en la estructura de prueba y que justifican su inclusión en la prueba.

OBSERVACIONES

TIEMPO DE RESOLUCIÓN

El examen se realizará en dos sesiones (una en la mañana y otra en la tarde), el tiempo de resolución será de 4 horas por cada sesión.

EJEMPLOS

EJEMPLO 1

INDICADOR	DESCRIPCIÓN
COMPETENCIA:	PROPOSICIÓN
COMPONENTE:	DISEÑAR SISTEMAS, COMPONENTES O PROCESOS QUE CUMPLAN CON LAS ESPECIFICACIONES DESEADAS.
CONTENIDO REFERENCIAL:	INGENIERÍA APLICADA (IA)/ CONSTRUCCIONES RURALES
NIVEL DE COMPLEJIDAD:	MEDIO
TIEMPO DE RESOLUCIÓN:	3 MINUTOS

ENUNCIADO

En una finca productora de flores en la zona de Rionegro (Antioquia), se tienen problemas de ataque de plagas, enfermedades y hongos sobre los cultivos de rosa bajo invernadero, causados por las elevadas temperaturas y humedades relativas. El ingeniero agrícola, para disminuir y tratar de evitar este problema, debe:

OPCIONES DE RESPUESTA

- A. Formular aplicaciones de productos químicos que ataquen las plagas y hongos que se presenten.
- B. Instalar sistemas automatizados de última tecnología para el manejo de clima del invernadero
- C. Promover del desarrollo de nuevas variedades resistentes.
- D. Evaluar y generar programas de manejo de temperatura y humedad del invernadero, teniendo en cuenta la relación agua, suelo, planta ambiente.

CLAVE: D

RESOLUCIÓN O JUSTIFICACIÓN DE LA RESPUESTA

En esta pregunta el estudiante se enfrenta a un caso práctico donde se presenta una dificultad técnica que requiere una solución de ingeniería. En este sentido, lo primero que debe saber el estudiante es que el manejo del clima en el invernadero es el problema a atacar. Las opciones *A* y *B* no son propuestas válidas para solucionar la situación descrita. La opción *A* tiene relación con el manejo correctivo y no preventivo de plagas y enfermedades, estando en contravía del componente ambiental. La opción *B* no es viable debido principalmente al alto costo de los equipos y a que el desarrollo de estos equipos no se ha dado en el país, teniendo que importarlos. La opción *C* es una actividad que siempre se debe realizar en un proyecto productivo, pero no permite solucionar la problemática descrita a corto plazo ya que requiere de inversiones altas y trabajo de investigación interdisciplinario. La opción *D* se relaciona directamente con el problema y le da una solución eficaz a éste. Para llegar a esta conclusión, es fundamental que el estudiante comprenda el efecto que tienen las variables climáticas (temperatura y humedad) sobre la incidencia de plagas y enfermedades, y que concluya que este proceso es necesario bajo las condiciones descritas por el enunciado.

EJEMPLO 2

INDICADOR	DESCRIPCIÓN
COMPETENCIA:	INTERPRETACIÓN
COMPONENTE:	MODELAMIENTO DE FENÓMENOS Y PROCESOS
CONTENIDO REFERENCIAL:	INGENIERÍA APLICADA (IA)/ CONSTRUCCIONES RURALES
NIVEL DE COMPLEJIDAD:	MEDIO
TIEMPO DE RESOLUCIÓN:	3 MINUTOS

ENUNCIADO

Los problemas de ataque de plagas, enfermedades y hongos sobre los cultivos de rosa bajo invernadero, se han visto incrementados en los últimos tiempos a causa de:

OPCIONES DE RESPUESTA

- A. Cambios en los diseños estructurales de los nuevos invernaderos.
- B. Plantas débiles a condiciones ambientales extremas.
- C. Desarrollo de resistencia por parte de las plagas y enfermedades a los productos químicos que tradicionalmente se aplican.
- D. Excesos de riego y fertilización.

CLAVE: C

RESOLUCIÓN O JUSTIFICACIÓN DE LA RESPUESTA

En esta pregunta el estudiante debe saber que los hongos, plagas y enfermedades se desarrollan favorablemente en condiciones de alta humedad y temperatura ambiental. Además, los nuevos diseños estructurales tienen en cuenta el manejo de ambientes y los excesos de riego y fertilización generan problemas de metabolismo de la planta y no de plagas u hongos, descartando las claves A y D. Las plantas débiles ven reflejada su debilidad en crecimiento y productividad, pero no en aumento de plagas, por lo que la clave C es la que define el origen de la problemática y de allí el estudiante puede llegar a proponer alternativas de solución.

EJEMPLO 3

INDICADOR	DESCRIPCIÓN
COMPETENCIA:	ARGUMENTACIÓN
COMPONENTE:	MODELAMIENTO DE FENÓMENOS Y PROCESOS
CONTENIDO REFERENCIAL:	INGENIERÍA APLICADA (IA)/ MAQUINARIA AGRÍCOLA
NIVEL DE COMPLEJIDAD:	MEDIO
TIEMPO DE RESOLUCIÓN:	3 MINUTOS

ENUNCIADO

Para calibrar una aspersora de tractor y determinar la cantidad de mezcla agua-producto, a ser distribuido por hectárea en la labor de aspersión, debe considerarse

OPCIONES DE RESPUESTA

- A Regularidad del terreno, condición del terreno y tipo de cultivo.
- B Temperatura, humedad relativa y velocidad del viento.
- C Caudal de las boquillas, ancho de trabajo y velocidad de avance del tractor.
- D Volumen de tanque de la aspersora, velocidad del TDF y presión de trabajo.

CLAVE: C

RESOLUCIÓN O JUSTIFICACIÓN DE LA RESPUESTA

En esta pregunta el estudiante debe resolver una situación frecuente de la producción de cultivos. En este sentido, lo primero que debe identificar el estudiante es el tipo de implemento y la labor correspondiente a realizar en campo. Las opciones A, B y D no son propuestas válidas para solucionar la situación descrita. La opción A tiene relación con las decisiones de cómo realizar la distribución del producto en el cultivo, pero no influyen en la calibración de la aspersora. La opción B esta relacionada con las condiciones climáticas y solo sirve para decidir si se hace o no la distribución del producto. La opción D referencia parámetros técnicos de operación y manejo de la aspersora. Por el contrario, la opción C permite establecer la cantidad de mezcla agua-producto que se requiere en la labor de aspersión. Para llegar a esta conclusión, es necesario que el estudiante comprenda el funcionamiento de la aspersora, de las boquillas y tenga claridad sobre conceptos de manejo de tiempos en las labores agrícolas.

EJEMPLO 4

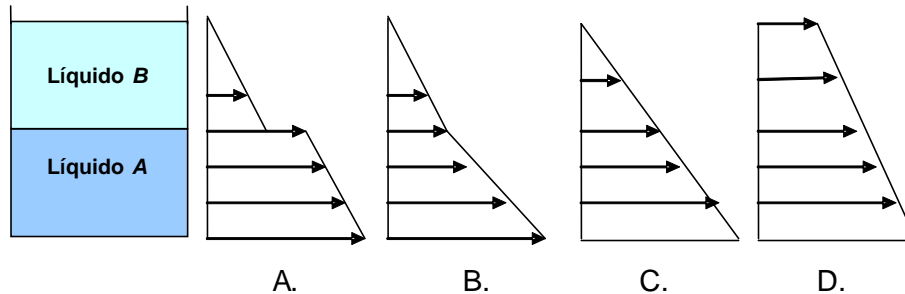
INDICADOR	DESCRIPCIÓN
COMPETENCIA:	INTERPRETACIÓN
COMPONENTE:	COMUNICAR EFECTIVA Y EFICAZMENTE EN FORMA ESCRITA, GRÁFICA Y SIMBÓLICA Y DISEÑAR SISTEMAS, COMPONENTES O PROCESOS MECÁNICOS QUE CUMPLAN CON ESPECIFICACIONES DESEADAS.
CONTENIDO REFERENCIAL:	INGENIERÍA APLICADA (IA)/ MECÁNICA DE FLUIDOS
NIVEL DE COMPLEJIDAD:	MEDIO
TIEMPO DE RESOLUCIÓN:	3 MINUTOS

ENUNCIADO

El tanque abierto a la atmósfera mostrado en la figura contiene dos líquidos inmiscibles de peso específico γ_A y γ_B , respectivamente, uno encima del otro. Si se cumple que $\gamma_A > \gamma_B$. ¿Cuál gráfica muestra la distribución correcta de la presión manométrica con la profundidad en el tanque?

CLAVE: B

OPCIONES DE RESPUESTA



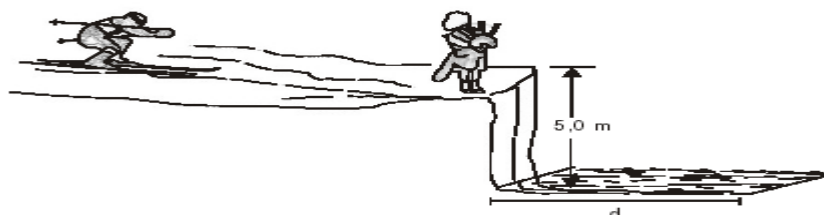
RESOLUCIÓN O JUSTIFICACIÓN DE LA RESPUESTA

En este caso el estudiante debe aplicar conocimientos básicos de la física con respecto a la distribución de presión manométrica en un tanque. La opción *D* es incorrecta por varias razones, pero en particular porque la presión en la superficie debe ser nula. La opción *A* es incorrecta porque la presión en la altura que corresponde al límite de los dos líquidos debe ser única y no presentar saltos. La opción *C* no es posible ya que la curva no puede tener una única pendiente porque existen dos líquidos diferentes. Por lo tanto, la única posibilidad es la *B*, que se ajusta adecuadamente a la distribución hidrostática del caso mostrado y cumple con la relación de los pesos específicos de los dos líquidos ($\gamma_A > \gamma_B$).

EJEMPLO 5

INDICADOR	DESCRIPCIÓN
COMPETENCIA	ARGUMENTATIVA
COMPONENTE	A : MODELAR FENÓMENOS Y PROCESOS
CONTENIDO REFERENCIAL	CB : FÍSICA (MECÁNICA)
NIVEL DE COMPLEJIDAD	MEDIO
TIEMPO DE RESOLUCIÓN	3 MINUTOS

Enunciado



Un escocés toca su gaita parado al borde de un barranco cubierto de nieve que tiene una altura de 5 m. Un esquiador, a pesar de sus esfuerzos por frenar, choca con el escocés a una velocidad de 10 m/s y se precipitan abrazados por el borde del barranco. Los dos hombres con sus respectivos pertrechos tienen, cada uno, la misma masa y la gravedad local es de 10 m/s^2 . Ellos caen a una distancia d del borde del barranco. El valor de d en metros, es (ayuda: en un choque inelástico el momento lineal se conserva) :

Opciones de respuesta

A	2.5
B	5
C	10
D	12.5

Clave B

Resolución o justificación de la respuesta

Sean:

m : masa de cada hombre

v_1 : velocidad del esquiador antes del choque (10 m/s)

v_2 : velocidad del escocés antes del choque (0 m/s)

v_3 : velocidad del sistema 'esquiador + escocés' después del choque

h : altura de la caída (5 m)

Conservación del momento lineal: $m v_1 + m v_2 = (2m) v_3$. Entonces: $v_3 = 5 \text{ m/s}$.

La caída dura un tiempo t tal que $h = gt^2/2$. Como $h = 5$, $t = 1$.

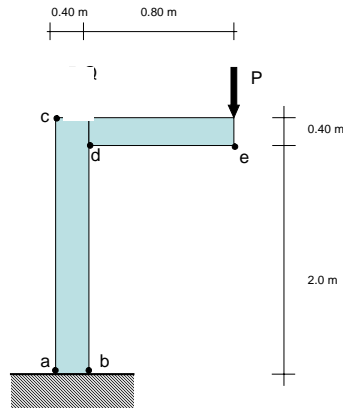
Por tanto: $d = v_3 t = 5 \text{ m}$.

EJEMPLO 6

INDICADOR	DESCRIPCIÓN
COMPETENCIA:	INTERPRETACIÓN
COMPONENTE:	MODELAMIENTO DE FENÓMENOS
CONTENIDO REFERENCIAL:	INGENIERÍA APLICADA (IA)/ESTRUCTURAS
NIVEL DE COMPLEJIDAD:	MEDIO
TIEMPO DE RESOLUCIÓN:	3 MINUTOS

ENUNCIADO

Considere el pórtico mostrado en la siguiente figura. Suponga que $P = 50$ kN y que el peso propio de la estructura es despreciable. ¿Cuáles de los siguientes puntos se encuentran sometidos a compresión?:



OPCIONES DE RESPUESTA

- A. a y e
- B. c y a
- C. b y d
- D. b , d y e

CLAVE: C

RESOLUCIÓN O JUSTIFICACIÓN DE LA RESPUESTA

En esta pregunta el estudiante debe comprender el concepto de esfuerzo y tener claro que la demanda por flexión induce esfuerzos de compresión. En este caso particular el punto e no se encuentra sometido a ningún tipo de esfuerzo; c y a están sometidos a tensión; y los puntos b y d están sometidos a compresión. El esfuerzo normal generado por flexión se calcula como $\sigma = M/I$.

EJEMPLO 7

INDICADOR	DESCRIPCIÓN
COMPETENCIA:	INTERPRETATIVA
COMPONENTE:	MODELAMIENTO DE FENÓMENOS Y PROCESOS
CONTENIDO REFERENCIAL:	ÁREA DE CIENCIAS BÁSICAS, CIENCIAS BÁSICAS DE INGENIERÍA E INGENIERÍA APLICADA. (TEORÍA DE PROBABILIDADES, INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES, PROCESOS ESTOCÁSTICOS)
NIVEL DE COMPLEJIDAD:	MEDIO
TIEMPO DE RESOLUCIÓN:	2 MINUTOS

ENUNCIADO

Los carros pasan por un punto de una autopista según un proceso aleatorio Poisson a una tasa de dos carros por minuto. Si el 15% de los carros son camionetas, entonces la probabilidad de que por lo menos cuatro camionetas pasen por ese punto en una hora es:

OPCIONES DE RESPUESTA

- a. 0.1756
- b. 0.1865
- c. 0.84176
- d. 0.99998

CLAVE: d

RESOLUCIÓN O JUSTIFICACIÓN DE LA RESPUESTA

Esta pregunta tiene que ver con la modelación de problemas bajo incertidumbre utilizando conceptos de distribuciones de probabilidad discretas y procesos estocásticos. Para la resolución de la pregunta se indica que los eventos ocurren según una distribución de Poisson, lo cual determina los parámetros a utilizar.

EJEMPLO 8

INDICADOR	DESCRIPCIÓN
COMPETENCIA:	INTERPRETATIVA
COMPONENTE:	MODELAMIENTO DE FENÓMENOS Y PROCESOS
CONTENIDO REFERENCIAL:	ÁREA DE CIENCIAS BÁSICAS, CIENCIAS BÁSICAS DE INGENIERÍA E INGENIERÍA APLICADA. (TEORÍA DE PROBABILIDADES, INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES, PROCESOS ESTOCÁSTICOS)
NIVEL DE COMPLEJIDAD:	MEDIO
TIEMPO DE RESOLUCIÓN:	2 MINUTOS

ENUNCIADO

Los carros pasan por un punto de una autopista según un proceso aleatorio Poisson a una tasa de dos carros por minuto. Si el 15% de los carros son camionetas. Dado que 25 carros han pasado en una hora cuál es la probabilidad de que 10 de ellos hayan sido camionetas?

OPCIONES DE RESPUESTA

- a. 1.64×10^{-3}
- b. 1.74×10^{-3}
- c. 1.57×10^{-3}
- d. 1.64×10^{-2}

CLAVE: a

RESOLUCIÓN O JUSTIFICACIÓN DE LA RESPUESTA

Esta pregunta tiene que ver con la modelación de problemas bajo incertidumbre utilizando conceptos de distribuciones de probabilidad discretas y procesos estocásticos. Para la resolución de la pregunta se indica que los eventos ocurren según una distribución de Poisson, lo cual determina los parámetros a utilizar.

EJEMPLO 9

INDICADOR	DESCRIPCIÓN
COMPETENCIA:	INTERPRETATIVA
COMPONENTE:	RESOLVER PROBLEMAS, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LAS CIENCIAS NATURALES Y LAS MATEMÁTICAS UTILIZANDO UN LENGUAJE LÓGICO Y SIMBÓLICO
CONTENIDO REFERENCIAL:	ÁREA DE CIENCIAS BÁSICAS, CIENCIAS BÁSICAS DE INGENIERÍA E INGENIERÍA APLICADA
NIVEL DE COMPLEJIDAD:	MEDIO
TIEMPO DE RESOLUCIÓN:	DOS MINUTOS

ENUNCIADO

Una reacción química puede ocurrir en el rango de 400°C a 1600°C mediante un solo mecanismo reacción y una energía de activación intermedia (ni muy alta , ni muy baja); el efecto de la temperatura sobre la velocidad de reacción es

OPCIONES DE RESPUESTA

- A. Un poco menor a temperatura baja que a temperatura alta.
- B. Mucho mayor a temperatura baja que a temperatura alta.
- C. Igual a temperatura baja que a temperatura alta.
- D. Un poco mayor a temperatura baja que a temperatura alta.

CLAVE: B

RESOLUCIÓN O JUSTIFICACIÓN DE LA RESPUESTA

Al graficar la ecuación de Arrhenius en escala semilogarítmica, se observa que la escala de velocidad es logarítmica, y por lo tanto cualquier cambio en la temperatura es mayor a bajas temperaturas que a altas temperaturas.

EJEMPLO 10

INDICADOR	DESCRIPCIÓN
COMPETENCIA:	PROPOSICIÓN
COMPONENTE:	DISEÑO DE SISTEMAS, COMPONENTES, EXPERIMENTOS Y PROCESOS QUE CUMPLAN CON ESPECIFICACIONES DESEADAS
CONTENIDO REFERENCIAL:	BIOLOGÍA
NIVEL DE COMPLEJIDAD:	MEDIO
TIEMPO DE RESOLUCIÓN:	2 MINUTOS

ENUNCIADO

Un municipio colombiano de escasos recursos desea formular un plan de manejo para establecer una reserva ecológica protectora alejada a un santuario de flora y fauna. Los suelos del área que se va a dedicar a la reserva están en buen estado de conservación y existe un banco adecuado de semillas. La actividad más apropiada para implementar es la siguiente:

OPCIONES DE RESPUESTA

- A. Plantación de especies pioneras
- B. Regeneración natural
- C. Plantación de especies exóticas
- D. Establecimiento de cultivos agrícolas

CLAVE: B. Regeneración natural

RESOLUCIÓN O JUSTIFICACIÓN DE LA RESPUESTA

Dado que el área en la que se establecerá la reserva ecológica está en buen estado de conservación y hay un buen banco de semillas no se requiere la plantación de especies. En las condiciones del área lo más apropiado y económico sería la regeneración natural del área.