



Libertad y Orden  
Ministerio de Educación Nacional  
República de Colombia



## EXÁMENES DE CALIDAD DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

# Guía de Orientación

Bogotá D.C., 2008

**Exámenes de Calidad de la Educación Superior en Ingeniería Eléctrica  
Guía de Orientación**



ISSN: 1794 - 595X

Diseño y diagramación:  
Carlos F. Misas

Secretaría General, Grupo de Procesos Editoriales - ICFES

ALVARO URIBE VÉLEZ  
**Presidente de la República**

FRANCISCO SANTOS CALDERÓN  
**Vicepresidente de la República**

CECILIA MARÍA VÉLEZ WHITE  
**Ministra de Educación Nacional**

**INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL FOMENTO DE  
LA EDUCACIÓN SUPERIOR**



**Directora General**  
MARGARITA PEÑA BORRERO

**Secretario General**  
GENISBERTO LÓPEZ CONDE

**Subdirector de Logística**  
FRANCISCO ERNESTO REYES JIMÉNEZ

**Subdirector Académico**  
JULIAN PATRICIO MARIÑO HILDEBRAND

**Oficina Asesora de Planeación**  
CLAUDIA NATALIA MUJICA CUELLAR

**Oficina Asesora Jurídica**  
MARTHA ISABEL DUARTE DE BUCHHEIM

**Oficina de Control Interno**  
LUIS ALBERTO CAMELO CRISTANCHO

**GRUPO DE EVALUACIÓN DE LA  
EDUCACIÓN SUPERIOR - SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA  
CLAUDIA LUCÍA SÁENZ BLANCO**

**GRUPO DE PROCESAMIENTO - SUBDIRECCIÓN LOGÍSTICA  
VICTORIA EUGENIA DÍAZ**

**GRUPO DE ADMINISTRACIÓN  
Y OPERACIONES - SUBDIRECCIÓN LOGÍSTICA  
MARTHA SILVA DE ROBLEDO**

# CONTENIDO

PRESENTACIÓN	6
1. MARCO NORMATIVO	7
2. ANTECEDENTES DE LA EVALUACIÓN	9
3. EL EXAMEN	10
3.1. Objetivos	10
3.2. Población objetivo	11
3.3. ¿Qué y cómo se evalúa?	11
3.3.1. Componentes	12
3.3.2. Contenidos referenciales	13
3.3.3. Competencias a evaluar	13
3.4. Número de preguntas y tiempo disponible	15
3.5. Tipos de preguntas y ejemplos	15
4. ORGANIZACIÓN DE LA APLICACIÓN DEL EXAMEN	27
4.1. Pre-registro	27
4.2. Registro en línea	27
4.2.1. Recaudo	28
4.2.2. Procedimiento para el pago por derechos de examen	28
4.3. Citación	29
4.4. Aplicación del examen	30
4.4.1. Día del examen	30
4.4.2. Instrucciones para la presentación del examen	30
4.5. Entrega de resultados	31

# PRESENTACIÓN

Los Exámenes de Calidad de la Educación Superior –ECAES–, constituyen una modalidad de Examen de Estado para la evaluación externa<sup>1</sup> de los estudiantes de último año de los programas de pregrado de educación superior. Los ECAES tienen carácter obligatorio para dichos estudiantes y, adicionalmente, pueden presentarlo voluntariamente aquellas personas que deseen autoevaluarse en cada programa del nivel de formación universitaria. Existen ECAES en las siguientes áreas del conocimiento:

- AGRONOMÍA, VETERINARIA Y AFINES: Ingeniería Agronómica y Agronomía, Medicina Veterinaria, Zootecnia y, Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN: Educación Física, Recreación, Deportes y Afines, Licenciaturas en Educación Preescolar o Pedagogía Infantil, Básica con Énfasis en Ciencias Naturales, Básica con Énfasis en Ciencias Sociales, Básica con Énfasis en Humanidades y Lengua Castellana, Básica con Énfasis en Matemáticas y, Lenguas Modernas.
- CIENCIAS DE LA SALUD: Bacteriología, Enfermería, Fisioterapia, Fonoaudiología, Instrumentación Quirúrgica, Medicina, Nutrición y Dietética, Odontología, Optometría y Terapia Ocupacional.
- CIENCIAS SOCIALES, DERECHO Y CIENCIA POLÍTICA: Comunicación e Información, Derecho, Psicología y Trabajo Social.
- ECONOMÍA, ADMINISTRACIÓN, CONTADURÍA Y AFINES: Administración, Contaduría y Economía.
- INGENIERÍA, ARQUITECTURA, URBANISMO Y AFINES: Arquitectura, Ingenierías Agrícola, Ambiental, Agroindustrial, Civil, de Alimentos, de Petróleos, de Sistemas e Informática, Eléctrica, Electrónica, Forestal, Industrial, Mecánica y Química.
- MATEMÁTICA Y CIENCIAS NATURALES: Biología, Física, Geología, Matemática y Química.
- PROGRAMAS TÉCNICOS PROFESIONALES Y TECNOLÓGICOS: Administración y Afines, Electrónica y Afines y Sistemas y Afines.

Adicionalmente, se ofrecerán ECAES para evaluar a quienes cursan último año de educación en las Escuelas Normales Superiores.

<sup>1</sup>. Evaluación externa, es aquella que se realiza fuera de la institución educativa, en este caso es la desarrollada por el Estado, la cual complementa y enriquece la evaluación interna.

Con el propósito de socializar las características generales de las pruebas, el ICFES, así como las diversas asociaciones académicas y de profesionales y varias universidades del país que participaron en el proceso de diseño y construcción de los ECAES, han considerado necesario elaborar este documento con información relativa al examen. En primer lugar usted encontrará el marco normativo así como los antecedentes de los ECAES en el programa académico de educación superior que se evaluará. Posteriormente, las características específicas del examen incluyendo el enfoque de la evaluación, la estructura de prueba, tipos y ejemplos de preguntas y finalmente los procedimientos de registro, aplicación y entrega de resultados.

El ICFES espera que este documento le permita acercarse al ECAES y le sirva como instrumento de preparación.

# 1. MARCO NORMATIVO

De conformidad con la Constitución Política de 1991, la educación es un derecho de la persona, un servicio público con función social con el cual se busca acceso al conocimiento, la ciencia, a la técnica y a los demás bienes y valores de la cultura. Así mismo, le corresponde al Estado regular y ejercer la suprema inspección y vigilancia de la educación con el fin de velar por su calidad, el cumplimiento de sus fines y la mejor formación moral, intelectual y física de los educandos (Art. 67). En consecuencia, por tratarse de un derecho de la persona y dada su naturaleza de servicio público cultural, es inherente a la finalidad del Estado y constituye, por lo tanto, una obligación ineludible asegurar su prestación eficiente (Art. 365) y ejercer la inspección y vigilancia de la enseñanza, en cabeza del Presidente de la República, Constitución Nacional (Art. 189, numeral 21), con garantía de la autonomía universitaria.

Estos ordenamientos constitucionales tienen desarrollo legal en la Ley 30 de 1992 mediante la cual se organiza el servicio público de la Educación Superior, especialmente en los artículos 3, 6, 27, 31 (literal h) y 32 en los que se hace referencia a la responsabilidad del Estado de velar por la calidad y ejercer la inspección y vigilancia de la Educación Superior. Igualmente se determinan los objetivos de la Educación Superior y sus instituciones en el contexto de la formación integral de los colombianos con miras a mejorar las

condiciones de desarrollo y avance científico y académico del país. Además, establece la Ley 30 que los Exámenes de Estado son pruebas académicas de carácter oficial, que tienen por objeto comprobar los niveles mínimos de aptitudes y conocimientos. Estos exámenes se constituyen entonces, en uno de los mecanismos de evaluación de la calidad de los programas académicos de las instituciones de Educación Superior.

Por otra parte, el Decreto 2566 del 9 de octubre de 2003 establece las condiciones mínimas de calidad y demás requisitos para el ofrecimiento y desarrollo de programas académicos de Educación Superior y la Resolución 2773<sup>2</sup> de noviembre 2003 del Ministerio de Educación Nacional define las características específicas de calidad para los programas de pregrado en Ingeniería.

Así mismo, los Exámenes de Calidad para Educación Superior -ECAES- son reglamentados mediante el Decreto 1781 de junio de 2003, y la Resolución 00092 del 22 de febrero de 2008, por la cual se expide reglamentación de los procedimientos para registro, inscripción, citación y presentación de exámenes ante el ICFES y se deroga la resolución 256 de 2006.

A la luz del artículo 1o. del Decreto 1781, los ECAES se definen como “pruebas académicas de carácter oficial y obligatorio que forman parte, con otros procesos y acciones, de un conjunto de instrumentos que el Gobierno Nacional dispone para evaluar la calidad del servicio educativo”<sup>3</sup>.

Este mismo Decreto, en sus artículos 2o y 3o, determina que los ECAES deben comprender aquellas áreas y componentes fundamentales del saber que identifican la formación de cada profesión, disciplina u ocupación, y que será el ICFES la entidad que dirija y coordine el diseño, la aplicación, la obtención y análisis de los resultados, para lo cual se puede apoyar en las comunidades académicas, científicas y profesionales del orden nacional o internacional.

En consonancia con lo anterior, el ICFES se encargó, conjuntamente con asociaciones de profesionales y de Facultades y programas del país, del diseño y elaboración de los ECAES, entre ellos, el de Ingeniería Eléctrica, desarrollado bajo el liderazgo de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería –ACOFI.

---

<sup>2</sup> Consulte el texto completo de la Resolución 2773 de 2003, en la página web del Ministerio de Educación Nacional [www.mineduacion.gov.co](http://www.mineduacion.gov.co) o del ICFES: [www.icfes.gov.co](http://www.icfes.gov.co) Sección ECAES, documentos conceptuales, técnicos, legales y estadísticos.

<sup>3</sup> .Consulte el texto completo del Decreto 1781 en la página web del ICFES: [www.icfes.gov.co](http://www.icfes.gov.co)

## 2. ANTECEDENTES DE LA EVALUACIÓN

En los años 2003 y 2004 se han aplicado ECAES a estudiantes de último año de 15 programas de Ingeniería en todo el país. Para el trabajo de elaboración del material de prueba de estos exámenes, la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería - ACOFI, integró un Comité Técnico y Grupos de Expertos entre directores y profesores de los 15 programas involucrados de instituciones de Educación Superior del territorio nacional.

Las actividades desarrolladas por ACOFI se adelantaron en diferentes frentes:

- La elaboración de las especificaciones de la prueba, su revisión por parte de la comunidad académica de Ingeniería y la incorporación de los ajustes necesarios.
- La realización de talleres de socialización e inducción sobre los ECAES con participación de docentes y directivos de los diferentes programas de Ingeniería involucrados.
- La construcción de preguntas de la prueba, para lo cual se desarrollaron talleres de entrenamiento a los que asistieron 262 profesores de 78 Instituciones de Educación Superior.
- La revisión por parte del comité y de los grupos de expertos de material de prueba acopiado y la revisión final por jueces expertos.

Las pruebas de los años 2003 y 2004 fueron similares, excepto por la distribución de las preguntas por componente y por la adición a esta última de una sección de comprensión lectora.

Para el año 2005 el ICFES encomendó a ACOFI la revisión de los marcos de fundamentación y de las estructuras de prueba de 18 ingenierías, con la misión de incorporar en ellos el enfoque de evaluación por competencias. ACOFI adelantó reuniones regionales con la comunidad académica y, a través de un proceso colectivo de reflexión, se produjeron marcos conceptuales y especificaciones de prueba para 15 programas de ingeniería evaluados en el 2004 y 3 nuevos programas: Agroindustrial, Forestal y de Petróleos.

Las nuevas estructuras de prueba se caracterizan porque la dimensión disciplinar contempla procesos ingenieriles como el diseño, el modelamiento y la resolución de problemas, en lugar de temas, como ocurría con las de años anteriores; además, en las nuevas estructuras, la evaluación de la dimensión cognitiva se asume desde modelo de competencias que contempla las acciones interpretativa, argumentativa y propositiva como objetos de evaluación; las pruebas de años anteriores incluían los objetivos educacionales propuestos desde la Taxonomía de Bloom.

Una vez disponibles los nuevos marcos de fundamentación y las nuevas estructuras de prueba, el ICFES realizó una convocatoria abierta para la construcción de las preguntas, la cual, infortunadamente, tuvo que ser declarada desierta. El ICFES procedió, entonces, a invitar a algunas universidades de amplio reconocimiento en el respectivo campo, para que asumieran esta tarea. La Universidad del Valle, La Universidad de Córdoba y la UIS participaron activamente en la construcción de los instrumentos de las 9 ingenierías que fueron evaluadas en el 2005.

Para la elaboración de las pruebas de los años 2006 y 2007 el ICFES contrató con: Universidad Nacional de Colombia, Universidad Industrial de Santander, Universidad del Valle, Universidad de Sucre, Universidad de Antioquia, Universidad Tecnológica de Pereira, Universidad de los Andes, Universidad del Norte, Corporación Universitaria Lasallista y Escuela de Ingeniería de Antioquia, la construcción de ítems y de acuerdo con el marco de fundamentación conceptual revisado por ACOFI en el 2005, el ICFES armó la prueba que se aplicará en el presente año.

## **3. EL EXAMEN**

### **3.1. Objetivos**

El Decreto 1781 de 2003 define como objetivos fundamentales de los ECAES:

- 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.

- Servir de fuente de información para la construcción de indicadores de evaluación del servicio público educativo, que fomenten la cualificación de los procesos institucionales, la formulación de políticas y faciliten el proceso de toma de decisiones en todos los órdenes y componentes del sistema educativo.

## 3.2. Población Objetivo

De acuerdo con lo ordenado en el artículo 5 del Decreto 1781 de 2003, antes citado, estos exámenes “deberán ser presentados por todos los estudiantes que cursen el último año de los programas académicos de pregrado, para lo cual las instituciones de educación superior adoptarán las medidas internas que permitan la participación de la totalidad de sus estudiantes”<sup>5</sup>.

En consecuencia, el examen deberá ser presentado en forma obligatoria por todos los estudiantes que sean alumnos regulares de un programa, a juicio de la institución, en la fecha programada por el ICFES para la aplicación del examen. Adicionalmente podrán presentarlo los egresados que deseen autoevaluarse, siempre y cuando se inscriban oportunamente, en la forma como se indica en el apartado correspondiente de esta guía.

## 3.3. ¿Qué y cómo se evalúa?

La prueba de ingeniería eléctrica evalúa la confluencia de dos dimensiones: una de índole disciplinar y la otra, cognitiva.

La dimensión disciplinar comprende componentes y contenidos referenciales.

La dimensión cognitiva recoge la propuesta de evaluación por competencias del ICFES, la cual reconoce tres acciones básicas: la interpretación, la argumentación y la proposición.

---

<sup>5</sup> El texto completo del Decreto se puede consultar en [www.mineduccion.gov.co](http://www.mineduccion.gov.co) o [www.icfes.gov.co](http://www.icfes.gov.co)

### 3.3.1. Componentes

**Modelamiento de fenómenos y procesos:** Se entiende como la concepción de esquemas teóricos, generalmente en forma matemática, de un sistema o de una realidad compleja, que se elaboran para facilitar la comprensión, el análisis, la aplicación y el estudio de su comportamiento.

**Resolución de problemas mediante la aplicación de las ciencias naturales y las matemáticas, utilizando un lenguaje lógico y simbólico:** 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 básicas, y tiene 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 al ingeniero las herramientas básicas para la innovación y el desarrollo tecnológico.

Los anteriores componentes hacen parte transversal de todas las estructuras de prueba de los programas de ingeniería, mientras que, **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 y, llevar a cabo las acciones y efectos derivados de administrar, con el propósito de lograr los objetivos propuestos, entre otros.

En ingeniería eléctrica se divide en los componentes:

- **Análisis, diseño y evaluación de componentes o procesos organizacionales o de sistemas complejos.**
- **Planeación, diseño, evaluación del impacto (social, económico, tecnológico y ambiental) y gestión de proyectos de ingeniería eléctrica.**

### 3.3.2. Contenidos Referenciales

Para la prueba se utilizará la agrupación de contenidos en las áreas de conocimiento definidas por la Resolución 2773 de 2003 del MEN. Para Ingeniería eléctrica los contenidos en cada área son:

#### **Ciencias básicas, CB**

- Matemáticas
- Física

#### **Ciencias básicas de ingeniería, BI**

- Conversión de energía electromecánica
- Circuitos eléctricos
- Campos electromagnéticos
- Conversión de energía electromagnética
- Electromecánica
- Electrónica
- Ciencias especiales (análisis numérico, probabilidad y estadística, termodinámica, computación)

#### **Ingeniería aplicada, IA**

- Sistemas de potencia
- Líneas y redes
- Control
- Centrales y subestaciones

#### **Formación complementaria, C**

- Ciencias económico-administrativas
- Ciencias Sociales y humanidades

### 3.3.3. Competencias a evaluar

**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.

**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 y fenómenos, la formulación de soluciones a través de un gráfico, un plano, un diagrama, etc.

**Propositiva:** Es aquella acción que 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 y optimización de una solución en un contexto de ingeniería dado.

### 3.4. Número de preguntas y tiempo disponible

El examen se responderá en dos sesiones. La primera sesión será de cuatro horas y media, a partir de las 7:00 a.m. y la segunda de cuatro horas a partir de la 1:30 p.m. La estructura del examen es la siguiente:

COMPONENTES	No. DE PREGUNTAS
Modelamiento de fenómenos y procesos	34
Resolución de problemas mediante la aplicación de las ciencias naturales y las matemáticas utilizando un lenguaje lógico y simbólico.	32
Análisis, diseño y evaluación de componentes o procesos organizacionales complejos o de sistemas.	34
Planeación, diseño, evaluación del impacto (social, económico, tecnológico y ambiental) y gestión de proyectos de ingeniería eléctrica.	20
Comprensión lectora <sup>6</sup>	15
Inglés	45
<b>Número total de preguntas</b>	<b>180</b>

### 3.5. Tipos de preguntas y ejemplos

**Selección múltiple con única respuesta.** Están conformadas por un enunciado y cuatro (4) opciones de respuesta. El enunciado puede contener una frase incompleta, una interrogación, un texto o una gráfica; las opciones de respuesta aparecen identificadas con las letras A, B, C y D. Una sola de las opciones completa o responde correctamente el enunciado.

<sup>6</sup> Este componente como el de inglés se evaluarán de manera similar para todos los ECAES

1. Se tiene una red trifásica equilibrada (balanceada), de secuencia positiva, que alimenta una carga compuesta por tres impedancias iguales conectadas en Y (estrella). Se puede considerar que los conductores que unen la carga con la red son ideales. En esas condiciones la corriente por el neutro es nula (igual a cero) debido a que

- A. en el enunciado no se hace explícita la existencia de un conductor que una el neutro de la carga con el de la fuente.
- B. la ley de corrientes de Kirchhoff aplicada en el punto neutro obliga a que la suma de las corrientes sea igual a cero.
- C. el circuito está equilibrado (balanceado), por lo que la suma de las corrientes de fase es igual a cero.
- D. la fuente se considera ideal e independiente, está equilibrada (balanceada) y es de secuencia positiva.

Clave C

Competencia: Argumentativa

Componente: Modelamiento de fenómenos o procesos.

Justificación:

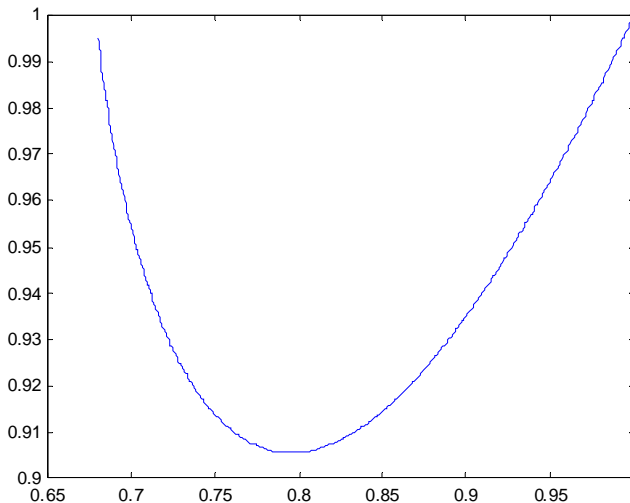
Opción A: La no existencia de un conductor que una el neutro de la carga con el de la fuente sería una respuesta trivial, sin embargo, el enunciado sugiere su existencia y en el contexto dado la corriente referida es nula.

Opción B: El que la ley de corrientes de Kirchhoff aplicada en el punto neutro obligue a que la suma de las corrientes sea cero no garantiza que la corriente por el neutro sea nula; de hecho, si el circuito estuviese desequilibrado (desbalanceado) la ley de corrientes de Kirchhoff sigue obligando a que la suma de las corrientes sea cero y la corriente por el neutro sería distinta de cero.

Opción C: Cuando a una fuente equilibrada (balanceada) se le conecta una carga equilibrada, a través de conductores idénticos, el circuito queda equilibrado (balanceado). En circuitos trifásicos equilibrados las corrientes de fase son iguales en magnitud y están desfasadas entre sí 120 grados, por lo que su suma es igual a cero.

Opción D: El que la fuente sea ideal e independiente, esté equilibrada y sea de secuencia positiva no garantiza que la corriente por el neutro sea nula. Si las tres impedancias de carga fuesen distintas entre sí o los conductores que unen la fuente con la carga no fuesen iguales, habría corriente por el neutro.

2. En la figura se muestra la curva característica de una máquina síncrona (sincrónica) ubicada en una central generadora del Sistema Interconectado Nacional Colombiano. La curva representa la corriente de armadura en función de la corriente de excitación; comúnmente denominada curva en "V" de la máquina. Con base en esta característica se puede afirmar que



- A. la corriente de armadura en una máquina síncrona (sincrónica) siempre es mayor que cero.
- B. el factor de potencia de la máquina depende de la corriente de excitación.
- C. cuando la máquina está sobre-excitada la corriente de armadura tiende a infinito.
- D. la corriente de armadura es inversamente proporcional a la corriente de excitación.

Clave B

Competencia: Interpretativa.

Componente: Modelamiento de fenómenos, efectos o procesos.

Justificación:

Opción A: De la curva dada no se puede afirmar que la corriente de armadura siempre es mayor que cero, dado que se construye para unas condiciones de operación específicas y es posible que la máquina se opere en vacío (como generador de reserva caliente). En esas condiciones la corriente de armadura sería cero.

Opción B: La curva en "V" de una máquina síncrona (sincrónica) se construye manteniendo constantes la tensión y la potencia activa de la máquina. La curva muestra que la corriente de armadura cambia al modificar la corriente de excitación y por tanto la potencia aparente de la máquina también varía en función de la corriente de excitación. En consecuencia, dado que la potencia activa es constante, el factor de potencia de la máquina depende de la corriente de excitación.

Opción C: La máquina se dice sobre-excitada cuando la corriente de excitación es mayor que aquella corriente de excitación para la cual la corriente de armadura alcanza su valor mínimo. Por tanto, el que la máquina esté sobre-excitada no implica que la corriente de armadura tienda a infinito.

Opción D: Si la corriente de armadura fuese inversamente proporcional a la corriente de excitación, tendería a cero cuando ésta tendiese a infinito.

3. Se tiene una red trifásica equilibrada (balanceada), de secuencia positiva, que alimenta una carga compuesta por tres impedancias iguales conectadas en Y (estrella). Se puede considerar que los conductores que unen la carga con la red son ideales. En esas condiciones la corriente por el neutro es nula (igual a cero) debido a que:

- A. en el enunciado no se hace explícita la existencia de un conductor que una el neutro de la carga con el de la fuente.
- B. la ley de corrientes de Kirchhoff aplicada en el punto neutro obliga a que la suma de las corrientes sea igual a cero.
- C. el circuito está equilibrado (balanceado), por lo que la suma de las corrientes de fase es igual a cero.
- D. la fuente se considera ideal e independiente, está equilibrada (balanceada) y es de secuencia positiva.

Clave C

Competencia: Argumentativa

Componente: Modelamiento de fenómenos, efectos o procesos.

Justificación:

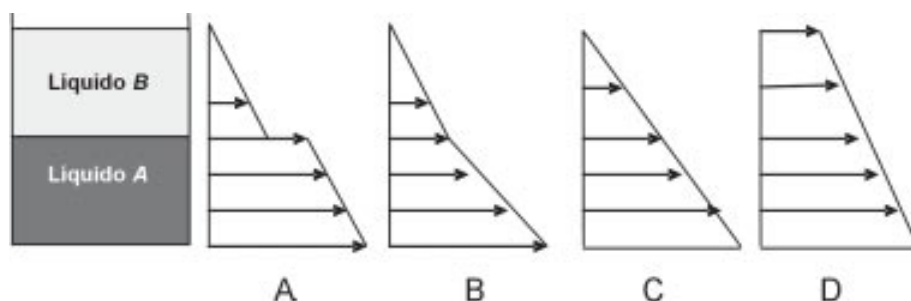
Opción A: La no existencia de un conductor que una el neutro de la carga con el de la fuente sería una respuesta trivial, sin embargo, el enunciado sugiere su existencia y en el contexto dado la corriente referida es nula.

Opción B: El que la ley de corrientes de Kirchhoff aplicada en el punto neutro obligue a que la suma de las corrientes sea cero no garantiza que la corriente por el neutro sea nula; de hecho, si el circuito estuviese desequilibrado (desbalanceado) la ley de corrientes de Kirchhoff sigue obligando a que la suma de las corrientes sea cero y la corriente por el neutro sería distinta de cero.

Opción C: Cuando a una fuente equilibrada (balanceada) se le conecta una carga equilibrada, a través de conductores idénticos, el circuito queda equilibrado (balanceado). En circuitos trifásicos equilibrados las corrientes de fase son iguales en magnitud y están desfasadas entre sí 120 grados, por lo que su suma es igual a cero.

Opción D: El que la fuente sea ideal e independiente, esté equilibrada y sea de secuencia positiva no garantiza que la corriente por el neutro sea nula. Si las tres impedancias de carga fuesen distintas entre sí o los conductores que unen la fuente con la carga no fuesen iguales, habría corriente por el neutro.

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



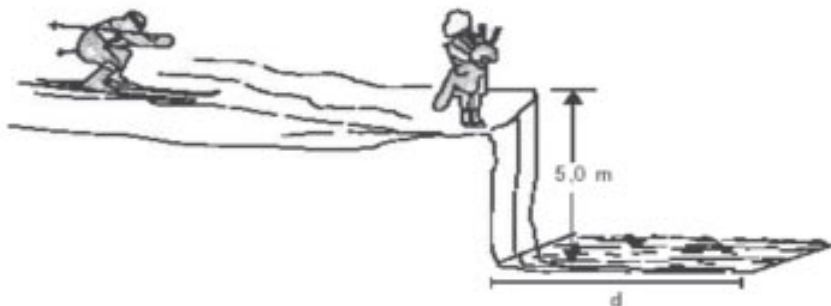
Clave B

Competencia: Interpretación.

Componente: Modelamiento de fenómenos y procesos.

Justificación: 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 ( $\gamma_A > \gamma_B$ ).

5. 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  $10 \text{ m/s}^2$ . 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):

- A. 2,5
- B. 5
- C. 10
- D. 12,5

Clave B

Competencia: Argumentativa.

Componente: Modelar fenómenos y procesos.

Justificación:

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)

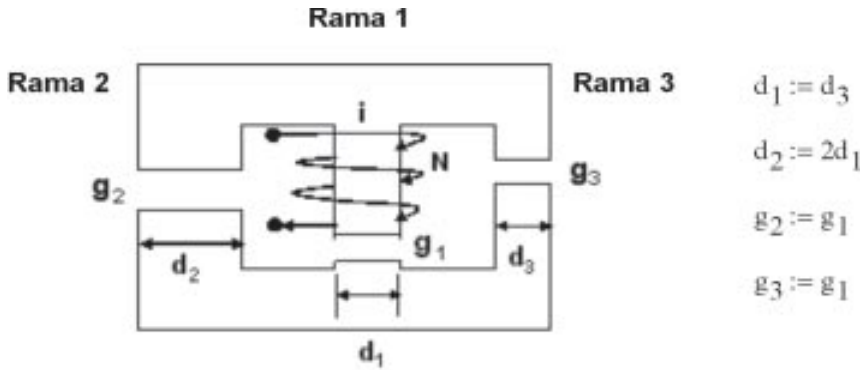
$v_3$  : velocidad del sistema 'esquiador + escocés' después del choque

$h$  : altura de la caída (5 m)

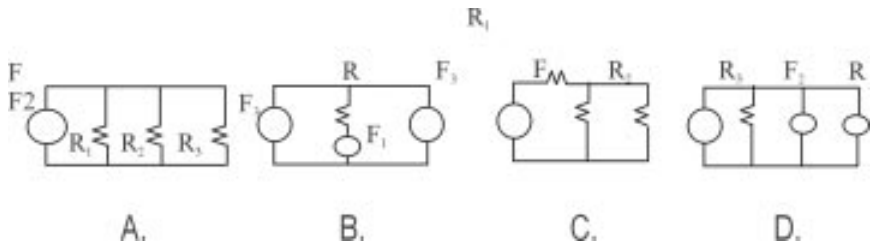
Conservación del momento lineal:  $m v_1 + m v_2 = (2m) v_3$ . Entonces:  $v_3 = 5 \text{ m/s}$ .

La caída dura un tiempo  $t$  tal que  $h = gt^2/2$ . Como  $h = 5$ ,  $t = 1$ . Por tanto:  $d = v_3 t = 5 \text{ m}$ .

6. considere el electromagneto (electroimán) con tres entrehierros mostrado en la figura.



Si se desprecia la reluctancia del hierro y los efectos de dispersión de flujo en los entrehierros, el circuito equivalente es el que se presenta en la figura



Clave C

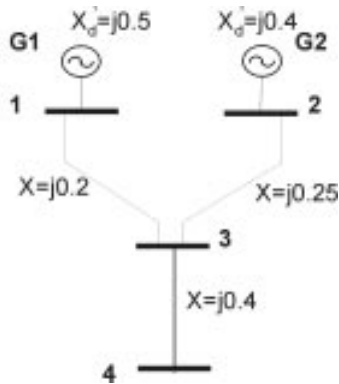
Competencia: Propositiva.

Componente: Modelamiento de fenómenos, efectos o procesos.

Justificación: El circuito magnético se puede modelar mediante un circuito eléctrico análogo equivalente, en el que la corriente representa el flujo magnético, las resistencias modelan las reluctancias que representan los efectos de oposición al paso del flujo magnético que presenta cada material y la fuente de fuerza magnetomotriz (ampere-vuelta) se representa por una fuente equivalente de tensión. Dado que se desprecia la reluctancia del hierro y los efectos de dispersión de flujo en los entrehierros, se puede construir un modelo lineal que en este caso contiene una única fuente de fuerza magnetomotriz y tres reluctancias lineales, una por cada entrehierro. Como puede verse en el circuito magnético, el flujo producido por la fuente de

fuerza magnetomotriz (la bobina ubicada en la columna central, rama 1) es el mismo que atraviesa el entrehierro  $g_1$ , por lo que la fuente y la reluctancia  $R_1$  están en serie. Ese flujo se divide entre las otras dos ramas (rama 2 y rama 3), las cuales contienen las reluctancias  $R_2$  y  $R_3$  conectadas en paralelo a través del hierro, que en este caso se considera un conductor ideal de flujo. Por tanto, la clave correcta es la C.

7. Considere el sistema de potencia de la figura.



Si se requiere llevar a cabo un estudio de flujo de cargas, el modelo matricial correspondiente a la matriz de admitancias de barras ( $Y_{bus}$ ) contendrá el elemento  $Y_{11}$  cuyo valor se indica en la matriz

$-j3$		$Y_{13}$	
	$Y_{22}$	$Y_{23}$	
$Y_{31}$	$Y_{32}$	$Y_{33}$	$Y_{34}$
		$Y_{43}$	$Y_{44}$

A.

$-j7$			
	$Y_{22}$	$Y_{23}$	
$Y_{31}$	$Y_{32}$	$Y_{33}$	$Y_{34}$
		$Y_{43}$	$Y_{44}$

B.

$-j2$		$Y_{13}$	
	$Y_{22}$	$Y_{23}$	
$Y_{31}$	$Y_{32}$	$Y_{33}$	$Y_{34}$
		$Y_{43}$	$Y_{44}$

C.

$-j5$		$Y_{13}$	
	$Y_{22}$	$Y_{23}$	
$Y_{31}$	$Y_{32}$	$Y_{33}$	$Y_{34}$
		$Y_{43}$	$Y_{44}$

D.

- A. Matriz A.
- B. Matriz B.
- C. Matriz C.
- D. Matriz D.

Clave D

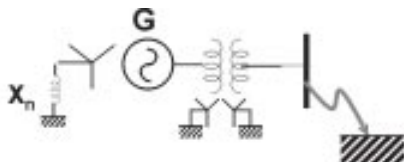
Competencia: Propositiva.

Componente: Modelamiento de fenómenos, efectos o procesos.

Justificación: Para realizar estudios de flujos de carga los generadores se consideran fuentes externas que inyectan potencia a las barras y por tanto no se tienen en cuenta en la formación de la matriz de admitancias de barras. Además, dado que no existen efectos mutuos en el sistema, la matriz de admitancias de barras se puede formar por inspección. En ese caso, los elementos de la diagonal principal se obtienen sumando las admitancias conectadas a la barra correspondiente. Así, el elemento  $Y_{11}$  se obtiene sumando las admitancias conectadas a la barra 1. En consecuencia,  $Y_{11} = 1/j0.2 = -j5$ , que corresponde a la clave D.

8. Para el sistema mostrado en la Figura, una forma apropiada y práctica de reducir la corriente de cortocircuito que circulará por el generador y el transformador debido a una falla monofásica línea a tierra en el lado de alta tensión del transformador, es

A. aumentar la impedancia de la falla en el lado de alta.



**Generador:**  
100 MVA  
20 kV  
 $X_d = X_2 = 0.15$   
 $X_o = 0.05$   
 $X_n = 0.05$

**Transformador**  
100 MVA  
20kV/345kV  
 $X_1 = X_2 = X_0 = 0.1$

B. aumentar la impedancia de puesta a tierra del generador.

C. aumentar la impedancia de dispersión del transformador.

D. aumentar la impedancia de armadura del generador.

Clave B

Competencia: Propositiva.

Componente: Resolución de problemas de ingeniería.

Justificación:

Opción A: La impedancia de la falla es una variable no controlada por los ingenieros que diseñan y operan los sistemas de potencia.

Opción B: Aumentar la impedancia de puesta a tierra del generador es la forma apropiada y práctica normal para reducir la corriente de falla monofásica en cualquier sistema de potencia que se opere con el neutro puesto a tierra.

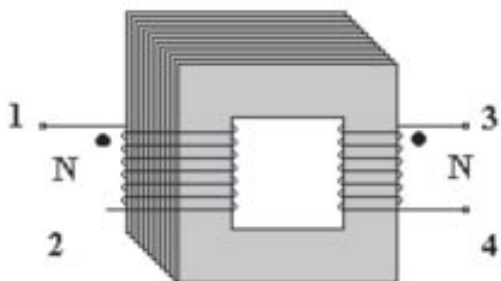
Opción C: Al aumentar la impedancia de dispersión del transformador se aumentan las pérdidas en condiciones normales de funcionamiento, por lo que esta solución no es apropiada.

Opción D: Al aumentar la impedancia de armadura del generador se aumentan las pérdidas en condiciones normales de funcionamiento, por lo que esta solución no es apropiada.

9. En un laboratorio se tiene un componente compuesto por dos bobinas acopladas como se muestra en la figura; se conoce la ubicación de los puntos (dirección del acople). Usando la medida del valor de autoinducción, se obtiene:

- Con 3 y 4 abiertos, entre 1 y 2 una inductancia  $L$ .
- Con 1 y 2 abiertos, entre 3 y 4 una inductancia  $L$ .

Si se tiene coeficiente de acople unitario y se conecta 2 -3, la inductancia medida entre 1 y 4 es



- A. 0
- B.  $L$
- C.  $2L$
- D.  $4L$

Clave D

Competencia: Interpretación

Componente: Resolución de problemas, mediante la aplicación de las ciencias naturales y las matemáticas, utilizando un lenguaje lógico y simbólico.

Justificación: 4L, ya que equivale a construir una inductancia con 2N vuelta y la inductancia es proporcional al número de vueltas al cuadrado.

10. La ecuación de Arrhenius describe el efecto de la temperatura en la cinética de una reacción química  $k = k_0 e^{(-E_A/RT)}$ . Del análisis de esta ecuación se puede concluir que

- A. en una reacción exotérmica la reducción de temperatura incrementa la velocidad de reacción.
- B. para una reacción química la velocidad de reacción sigue una relación directa con la temperatura.
- C. el uso de catalizadores acelera la reacción debido al aumento en el parámetro  $k_0$ .
- D. en las cercanías del cero absoluto la energía de activación tiende a cero.

Clave B. Para una reacción química la velocidad de reacción sigue una relación directa con la temperatura.

Competencia: Interpretación

Componente: Modelamiento de fenómenos y procesos.

Justificación: La ecuación de Arrhenius define la variación de una constante cinética con la temperatura, no tiene relación con aspectos termodinámicos como los definidos por los calores de reacción, por lo que la opción A resulta ser incorrecta. La opción B señala una relación directa entre cinética y temperatura. De acuerdo con la ecuación, la cinética de una reacción aumenta con la temperatura, no en forma lineal, pero si es una relación directa. La opción C presenta un argumento falso ya que los catalizadores disminuyen la energía de activación y no el factor pre-exponencial. La opción D plantea un argumento falso.

# 4. ORGANIZACIÓN DE LA APLICACIÓN DEL EXAMEN

## 4.1. Pre-registro

Tiene como objetivo relacionar los programas académicos con el ECAES a ser evaluados.

Los programas académicos de cada institución que están disponibles en el sistema, corresponden a los suministrados por el Ministerio de Educación Nacional.

Todos los programas que son susceptibles de ser evaluados, deberán ser pre-registrados, para lo cual el módulo permitirá dos alternativas:

### 1. Programas que ya fueron evaluados

Para ellos el pre-registro tiene como objetivo ACTUALIZAR la información correspondiente a estudiantes de último y penúltimo semestre.

### 2. Programas que no han sido evaluados

Para estos casos la universidad deberá seleccionar el ECAES, e indicar el número de estudiantes de último y penúltimo semestre.

Los programas que no sean pre-registrados, no quedarán habilitados para el proceso de registro.

Teniendo en cuenta lo anterior, se ha programado el pre-registro de los programas, del 29 de septiembre al 3 de octubre de 2008, actividad que estará a cargo de un coordinador, delegado por el Decano o Director correspondiente a cada programa.

## 4.2. Registro en línea

El proceso de registro de los estudiantes que presentarán los ECAES se lleva a cabo en cada programa, a través del coordinador correspondiente;

este coordinador está encargado de mediar acciones entre la Institución de Educación Superior y el ICFES, encaminadas principalmente a:

- Divulgar entre los estudiantes la información sobre el Examen: proceso de registro en línea, aplicación e informe de resultados.
- Registrar o autorizar a los estudiantes en [www.icfesinteractivo.gov.co](http://www.icfesinteractivo.gov.co).
- Presentar al ICFES las inquietudes planteadas por los estudiantes sobre los exámenes.

A solicitud del ICFES, el Coordinador en cada facultad registrará o autorizará a los estudiantes, así:

Registro ordinario: del 7 al 22 de octubre de 2008

Registro extraordinario: del 23 al 26 de octubre de 2008

Los egresados de programas académicos de pregrado podrán presentar los Exámenes de Estado de Calidad de la Educación Superior – ECAES-, haciendo su registro en línea a través de Internet.

#### **4.2.1. Recaudo**

En cumplimiento de la Ley 635 del 29 de diciembre de 2000 y mediante la Resolución 000002 del 2 de enero de 2008, se fijó las tarifas por estudiante para la presentación del Examen de Calidad de la Educación Superior, ECAES así:

#### **INSTITUCIONES DE EDUCACION SUPERIOR PÚBLICAS**

Recaudo ordinario           \$ 47.000

Recaudo extraordinario   \$ 63.000

#### **INSTITUCIONES DE EDUCACION SUPERIOR PRIVADAS**

Rango I: MATRÍCULA MENOR O IGUAL A \$1.000.000

Recaudo ordinario:       \$ 47.000

Recaudo extraordinario: \$ 63.000

Rango II: MATRÍCULA MAYOR QUE \$ 1.000.000

Recaudo ordinario:       \$ 61.000

Recaudo extraordinario: \$ 82.000

## 4.2.2. Procedimiento para el pago por derechos de examen

Las Instituciones de Educación Superior de manera centralizada o a través de cada una de sus facultades o unidades académico-administrativas del caso; deberán recaudar el valor correspondiente por cada estudiante que presentará el ECAES.

Luego, deberán realizar un pago institucional o por programa ECAES según sea el caso, en cualquier sucursal del Banco Popular en la cuenta corriente número 07000006-2, en recaudo ordinario del 6 al 21 de octubre, ó recaudo extraordinario del 22 al 24 de octubre, solicitando un PIN institucional.

El PIN deberá ser impreso en el comprobante de pago al momento de realizar la consignación y 24 horas después, la Institución podrá ingresar con el usuario y contraseña del programa correspondiente y relacionar el pago. El sistema cargará automáticamente el número de cupos equivalente.

Con el fin de facilitar la administración de los cupos, se ha implementado una funcionalidad que permite realizar traslados de cupos de un programa a otro.

Esta funcionalidad puede ser operada con el mismo usuario y contraseña del pre-registro.

### Ejemplo:

Nombre de la Institución		FUNDACION UNIVERSITARIA DEL AREA ANDINA - BOGOTA	
	Programa Académico	Cupos Disponibles	Jornada
Origen	Arquitectura	80	Diurna
Destino	Ingeniería Civil		Diurna
Cantidad de Cupos a Transferir	40		

Los egresados podrán efectuar el pago a favor del ICFES en cualquier oficina del Banco Popular, en la cuenta corriente número 070-00006-2. Al realizar este proceso deben verificar que el cajero del Banco pegó en su consignación un rótulo con un número denominado PIN, el cual le permitirá después

de 24 horas de realizar el pago, registrarse oficialmente para presentar el examen, ingresando a [www.icfesinteractivo.gov.co](http://www.icfesinteractivo.gov.co).

## **4.3 Citación**

Inmediatamente se registre, cada persona tendrá un reporte de su citación (fecha, ciudad, sitio y hora) en la que deberá presentar cada sesión de examen.

Las personas registradas que tengan algún tipo de duda, podrán consultar su citación en la página [www.icfesinteractivo.gov.co](http://www.icfesinteractivo.gov.co).

## **4.4 Aplicación del examen**

### **4.4.1. Día del examen**

El examen se aplicará el domingo 23 de noviembre de 2008, en dos sesiones de examen, en los siguientes horarios:

Primera sesión (mañana): 7:00 a.m.

Segunda sesión (tarde): 1:30 p.m.

Cada estudiante debe llevar únicamente los siguientes elementos:

- Documento válido de identificación
- Lápiz de mina negra No.2
- Borrador de nata
- Tajalápiz

### **4.4.2. Instrucciones para la presentación del examen**

Se recomienda seguir estas instrucciones:

- Asistir puntualmente a las sesiones de examen, de acuerdo con el día, la hora y con los elementos antes mencionados.
- Llevar su documento de identificación.
- Atender las instrucciones del Jefe de Salón responsable de administrar el examen.
- Verificar que sus nombres y apellidos estén escritos correctamente en la hoja de respuestas. De no ser así, deberá informarlo inmediatamente al Jefe de Salón.

- Verificar que el número del cuadernillo de examen coincida con el de la hoja de respuestas. De no ser así, deberá informarlo inmediatamente al Jefe de Salón.
- Leer cuidadosamente cada pregunta antes de contestarla.
- Verificar frecuentemente que el número de la pregunta que esté respondiendo corresponda con el número de la hoja de respuestas.
- Hacer uso racional del tiempo establecido para el examen. No excederse en el tiempo que le dedique a una sola pregunta.
- Marcar (ennegrecer) sólo una opción por pregunta con el lápiz de mina negra No.2.

El Delegado o el Jefe de Salón se reservarán el derecho a retener cualquier implemento que no se requiera para el examen.

## **4.5. Entrega de resultados**

Se entregarán resultados individuales e institucionales, a través de la página [www.icfesinteractivo.gov.co](http://www.icfesinteractivo.gov.co), a partir del 14 de febrero de 2009, así:

### **Resultados individuales**

- Puntaje de la prueba
- Puntaje proyecto o ensayo
- Puntaje total
- Promedios de puntaje total del ECAES por Institución y Nacional
- Resultado individual por componentes
- Resultado individual por componente inglés
- Resultado individual por competencias

### **Resultados Institucionales**

- Reporte 1: Informe general y agrupado por semestre
- Reporte 2: Estudiantes por rango de puntaje
- Reporte 3: Estudiantes según desempeño por componentes y niveles de competencias
- Reporte 4: Resumen de resultados individuales

Tenga en cuenta que los puntajes de los componentes de comprensión lectora en español e inglés se presentan en los resultados por componentes y no hacen parte del puntaje de la prueba.