

Guía de orientación Saber Pro

Módulo Diseño de Procesos Industriales

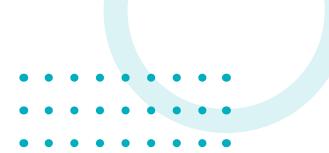
APLICACIÓN

2024-2

Módulo de competencia específica

Subdirección de Diseño de Instrumentos
Dirección de Evaluación



**Presidente de la República**

Gustavo Francisco Petro Urrego

Ministra de Educación Nacional

Aurora Vergara Figueroa

Viceministro de Educación Superior

Alejandro Álvarez Gallego

Publicación del Instituto Colombiano
para la Evaluación de la Educación (Icfes)
© Icfes, 2024.

Todos los derechos de autor reservados.
Bogotá, D. C., mayo de 2024

NOTA

En el contenido de la guía encontrará el ícono de hipervínculo , el cual simboliza que el texto resaltado que lo acompaña es un enlace al que puede acceder para más información.

Ejemplo:  www.icfes.gov.co

Directora General

Elizabeth Blandón Bermúdez

Secretaria General

Blanca Irene Echevarría Lotero

Director Técnico de Evaluación

Rafael Eduardo Benjumea Hoyos

Directora Técnica de Producción y Operaciones

Luz Patricia Loaiza Cruz

Director Técnico de Tecnología e Información

Luis Rodrigo Cadavid Durán

Subdirector de Estadísticas

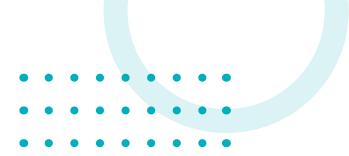
Cristian Fabián Montaño Rincón

Subdirectora de Análisis y Divulgación

Alejandra Neira Aroca

**ADVERTENCIA**

Todo el contenido es propiedad exclusiva y reservada del Icfes y es el resultado de investigaciones y obras protegidas por la legislación nacional e internacional. No se autoriza su reproducción, utilización ni explotación a ningún tercero. Solo se autoriza su uso para fines exclusivamente académicos. Esta información no podrá ser alterada, modificada o enmendada.



**Equipo de la Subdirección de
Diseño de Instrumentos**

Elaboración

Diana Alejandra Calderón García
Carlos Fernando Hernández Prada
Óscar Libardo Lombana Charfuelan
Luis Alfredo Posada Delgado
Sandra Milena Torres Acevedo

Corección de estilo

Lizly Campo Marín

Diseño y diagramación

Linda Nathaly Sarmiento Olaya

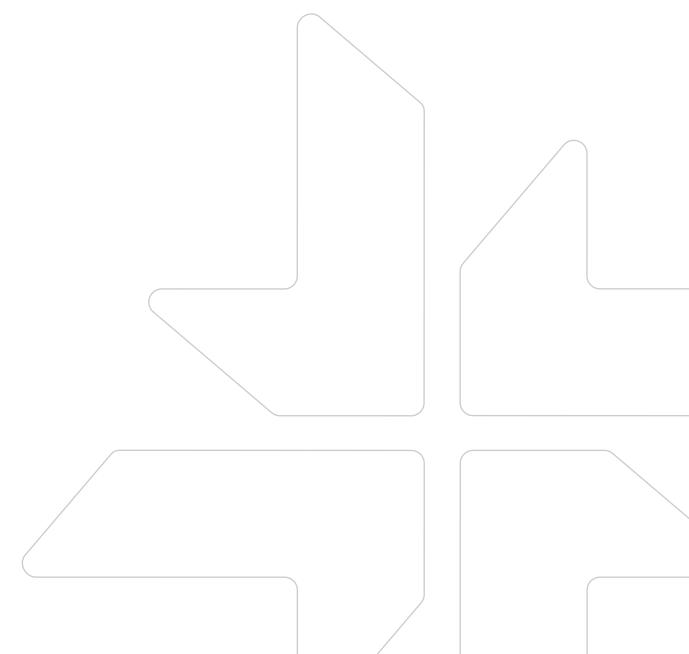
Asesores externos

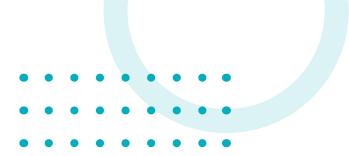
Rubén Camargo
Leonardo de Jesús Herrera Gutiérrez
Hugo Ricardo Zea

Fotografía de la portada

Freepik

https://www.freepik.es/foto-gratis/fabrica-contemporanea-enologo_1631452.htm





Términos y condiciones de uso para publicaciones y obras de propiedad Icfes

El Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (Icfes) pone a disposición de la comunidad educativa y del público en general, de forma gratuita y libre de cualquier cargo, un conjunto de publicaciones a través de su portal www.icfes.gov.co. Dichos materiales y documentos están normados por la presente política y están protegidos por derechos de propiedad intelectual y derechos de autor a favor del Icfes. Si tiene conocimiento de alguna utilización contraria a lo establecido en estas condiciones de uso, por favor, infórmenos al correo prensaicfes@icfes.gov.co.

Queda prohibido el uso o publicación total o parcial de este material con fines de lucro. **Únicamente está autorizado su uso para fines académicos e investigativos.** Ninguna persona, natural o jurídica, nacional o internacional, podrá vender, distribuir, alquilar, reproducir, transformar¹, promocionar o realizar acción alguna, de la cual se lucre directa o indirectamente, con este material.

¹ La transformación es la modificación de la obra a través de la creación de adaptaciones, traducciones, compilaciones, actualizaciones, revisiones y, en general, cualquier modificación que de la obra se pueda realizar, de modo que el producto resultante se constituya en una obra derivada protegida por el derecho de autor, con la única diferencia respecto de la original de que aquella requiere, para su realización, de la autorización expresa del autor o propietario para adaptar, traducir, compilar, etcétera. En este caso, el Icfes prohíbe la transformación de esta publicación.

En todo caso, cuando se haga uso parcial o total de los contenidos de esta publicación del Icfes, el usuario deberá hacer referencia a los créditos institucionales, respetando los derechos de autoría y su correspondiente referencia. Las obras del Icfes se podrán utilizar con los fines aquí previstos, transcribiendo los pasajes necesarios, citando siempre al Icfes como fuente de autor. Lo anterior siempre que los pasajes no sean tantos y tan seguidos que, razonadamente, puedan considerarse como una reproducción simulada y sustancial que redunde en perjuicio del Icfes.

Asimismo, los logotipos institucionales son marcas registradas y de propiedad exclusiva del Icfes. Por tanto, los terceros no podrán usar las marcas de propiedad del Icfes ni signos idénticos o similares respecto de cualesquiera productos o servicios prestados por esta entidad, cuando su uso pueda causar confusión. En todo caso, queda prohibido sin previa autorización expresa del Icfes. La infracción de estos derechos se perseguirá civil y penalmente, de acuerdo con las leyes nacionales y tratados internacionales aplicables.

El Icfes realizará cambios o revisiones periódicas a los presentes términos de uso y los actualizará en esta publicación.

El Icfes adelantará las acciones legales pertinentes por cualquier violación a estas políticas y condiciones de uso.

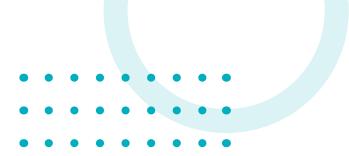


Tabla de contenido

I. Presentación	6
¿Para qué sirve esta guía?	7
II. Características de los módulos de Diseño de Ingeniería	8
Figura 1. Módulos de competencias específicas de Diseño de Ingeniería	10
III. Especificaciones del módulo Diseño de Procesos Industriales	12
Figura 2. Diseño Centrado en Evidencias	13
Competencia evaluada	14
Afirmación 1	15
Tabla 1. Evidencias de la afirmación 1	15
Afirmación 2	16
Tabla 2. Evidencias de la afirmación 2	16
Afirmación 3	16
Tabla 3. Evidencias de la afirmación 3	16
IV. Áreas conceptuales referencia	17
Tabla 4. Contenido referencial	18
V. Productos tecnológicos objeto del diseño de procesos industriales	20
VI. ¿A quién se dirige el módulo?	22
Figura 3. Caja de herramientas	25



I. Presentación



La [**Ley 1324 de 2009**](#) le confiere al Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (Icfes) la misión de evaluar, mediante exámenes externos estandarizados, la formación que se ofrece en los distintos niveles del servicio educativo. También establece que el Ministerio de Educación Nacional (MEN) define lo que se debe evaluar en estos exámenes.

Para cumplir con la misión asignada, el Icfes ha avanzado en la alineación del Sistema Nacional de Evaluación Externa Estandarizada (SNEE); que posibilita la comparación de los resultados en distintos niveles educativos, debido a que los diferentes exámenes evalúan las mismas competencias en algunas de las áreas que los conforman.

¿Para qué sirve esta guía?

Hemos creado esta guía de orientación para que los docentes, evaluados, directivos de instituciones de educación superior (IES) y demás interesados en el Examen de Estado de la Calidad de la Educación Superior, Saber Pro, puedan acceder a la información básica acerca de las características de este módulo de competencia específica.

Saber Pro

Este examen está compuesto por módulos de **competencias genéricas y específicas**; las primeras evalúan conocimientos, habilidades y destrezas que posee un individuo y que se consideran necesarias para desempeñar cualquier profesión; mientras que, las específicas se consideran fundamentales para el desempeño de los futuros egresados de los programas de formación de la educación superior.

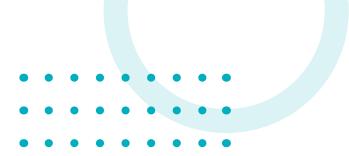


¡Tenga en cuenta!

Además de esta guía de orientación, en la [**página web del Icfes**](#) encontrará para cada uno de los módulos de competencias específicas, marcos de referencia, infografías que resumen las competencias evaluadas en cada módulo y la caja de herramientas del examen Saber Pro, la cual contiene cuadernillos de preguntas y ejemplos de preguntas explicadas, entre otros **materiales de interés** de este examen.



II. Características de los módulos de Diseño de Ingeniería



El diseño de productos tecnológicos (artefactos, procesos, sistemas e infraestructura) está en el centro de la naturaleza de la ingeniería.

El diseño en ingeniería es un proceso sistemático, creativo y flexible, sustentado en las matemáticas, las ciencias naturales y las ciencias de la ingeniería, que incluye la generación, evaluación sistemática y puesta a prueba de especificaciones para la creación de artefactos, sistemas, procesos e infraestructura, cuya forma y función permiten lograr unos objetivos establecidos y satisfacer una serie de restricciones especificadas a partir de una necesidad o situación problemática.

En este sentido, un problema de diseño de ingeniería tiene las siguientes características fundamentales:

1. Es una estrategia para resolver cierto tipo de problemas desde la perspectiva de la concepción de productos tecnológicos.
2. Es un proceso iterativo de toma de decisiones.
3. Es un problema abierto, débilmente estructurado, con múltiples soluciones.
4. Para el caso de ingeniería, el producto final de la actividad de diseño es un producto tecnológico, entendido como un artefacto, un proceso o un sistema que debe ser operado económicamente y que cumple con especificaciones y restricciones.
5. El término *artefacto* se utiliza para designar una amplia gama de productos físicos, como una máquina, un dispositivo, un puente, un automóvil, un bien de consumo que involucra tecnología en su desarrollo y puesta en el mercado para satisfacer necesidades. Un artefacto implica la transformación de la materia para generar elementos con funcionalidades y características nuevas que buscan resolver necesidades existentes o potenciales.
6. La utilización intensiva explícita o implícita del conocimiento matemático y científico es un pilar de todo proceso de diseño en ingeniería.
7. El desarrollo cognitivo que se requiere para diseñar tiene un componente transversal a las especialidades de ingeniería.



Asimismo, el diseño de ingeniería implica un problema concreto en un contexto de desempeño profesional, lo cual requiere del conocimiento declarativo (saber) y procedimental (saber-hacer), siguiendo procedimientos predeterminados específicos (Camacho, Arenas y Duque, 2012)². Esto exige relacionar conocimientos disciplinares con contextos de actuación, lo cual plantea la necesidad de realizar la prueba de Diseño de Ingeniería según contextos particulares que pueden ser compartidos por diferentes programas de ingeniería. Por consiguiente, se definieron **8 módulos de competencias específicas** de Diseño de Ingeniería en el Examen Saber Pro, que permiten cubrir la mayor parte de estos programas.

Figura 1.

Módulos de competencias específicas de Diseño de Ingeniería



² Camacho, A., Arenas, A., y Duque, M. (2012). *Diseño en Ingeniería: una posible visión para la evaluación*. Bogotá, D. C.: ACOFI.



Cada módulo exige un nivel de **conocimientos y desenvolvimiento técnico** en el contexto de aplicación que supere los retos del sentido común, de la lógica elemental y de la comprensión de lectura.

En estos módulos se incluyen casos (situaciones problema) de los que se desprenden varias preguntas; de igual forma, también incluyen preguntas individuales, es decir, que no están unidas a un caso. Para la descripción de cada caso se hace uso de textos, gráficas, tablas, esquemas, ecuaciones o de cualquier otro tipo de representación que le permitan al estudiante entender la problemática que se plantea y resolver las preguntas que se formulan. Estas preguntas deben analizarse y responderse teniendo en cuenta la información presentada en cada caso.

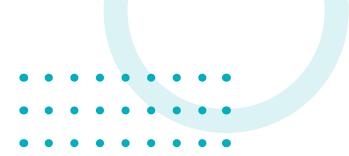


¡Tenga en cuenta!

Estos módulos evalúan aprendizajes relacionados con la capacidad para planificar y concebir productos tecnológicos como artefactos, sistemas o procesos, mediante la integración de conocimientos y principios de las matemáticas, ciencias, tecnología y ciencias de la ingeniería, con el fin de satisfacer necesidades y cumplir con requerimientos y restricciones técnicas, financieras, de mercado, ambientales, sociales, éticas y económicas.



III. Especificaciones del módulo Diseño de Procesos Industriales



En este apartado se presenta las características y estructura del módulo de competencias específicas Diseño de Procesos Industriales, que junto con los módulos de competencias genéricas, conforman el examen Saber Pro. Para ello, se presenta la información desagregada en competencias, afirmaciones y evidencias que las componen, siguiendo la metodología del **Diseño Centrado en Evidencias** (figura 2).

Figura 2.

Diseño Centrado en Evidencias



Nota. Adaptado de *Guía introductoria al Diseño Centrado en Evidencias*, por Icfes, 2018.

Competencias

Son las habilidades necesarias para aplicar los conocimientos en diferentes contextos. En este sentido, enfrentarse al examen Saber Pro no implica solo conocer conceptos o datos, sino que involucra saber cómo emplear dicha información para resolver problemas en situaciones de la vida cotidiana.

Afirmaciones

Para cada competencia se establecen una o más afirmaciones, entendidas como aquello específico de un área del conocimiento o de un conjunto de habilidades y destrezas que, se espera, los evaluados sean capaces de saber-hacer.

Evidencias

Las afirmaciones, a su vez, se componen de evidencias, entendidas como aquello que permite inferir que el evaluado posee las habilidades o los conocimientos suficientes para dar cuenta de la afirmación relacionada. Se trata de la formulación de aspectos observables en los evaluados que permitan obtener información del nivel de adquisición de las afirmaciones planteadas.



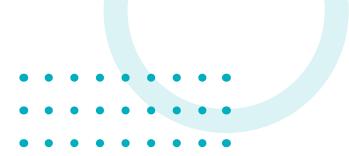
Competencia evaluada

El módulo **Diseño de Procesos Industriales** se compone de 40 preguntas de selección múltiple con única respuesta que evalúan las habilidades para definir y determinar las necesidades involucradas en la fabricación, manipulación y transporte de materia prima y producto terminado, así como los equipos involucrados en su transformación que concluyen en el desarrollo integrado de procesos y productos. El diseño de procesos industriales es un esfuerzo sistemático que abarca todos los elementos del ciclo de vida del producto, desde la definición de las especificaciones preliminares, el diseño conceptual (que incluye diagramas de flujo, balances de masa y energía, fenómenos de transporte y operaciones unitarias), hasta su disponibilidad, calidad, costos y necesidades de los usuarios.



¡Tenga en cuenta!

Además de esta guía de orientación enfocada en el módulo Diseño de Procesos Industriales, puede acceder a las guías de orientación de los demás módulos de diseño (Obras de Infraestructura, Sistemas de Control, Sistemas Mecánicos, Sistemas Productivos y Logísticos, Software, Sistemas de Manejo de Impacto Ambiental y Sistemas, Procesos y Productos Agroindustriales) en la [página web del Icfes](#).



Siguiendo la metodología propuesta por el Diseño Centrado en Evidencias y de acuerdo con el [Marco de referencia](#) del módulo, la competencia evaluada se desagrega en tres afirmaciones.

» **Afirmación 1**

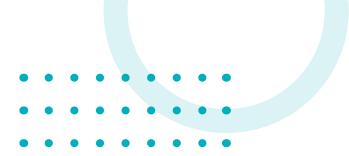
Identifica y formula un problema de diseño a partir del análisis de una situación contextualizada, basado en información que puede ser incompleta, sobrante o incierta

Esta afirmación se desagrega en tres evidencias, como se muestra en la *tabla 1*.

Tabla 1.

Evidencias de la afirmación 1

Evidencias
1.1 Comprende e interpreta en un marco técnico la información para identificar el problema que se requiere resolver en un contexto específico.
1.2 Diferencia y plantea restricciones y requerimientos del producto tecnológico por diseñar.
1.3 Formula las especificaciones técnicas para el diseño del producto tecnológico.



» Afirmación 2

Analiza alternativas de solución y selecciona la más adecuada teniendo en cuenta criterios de tipo técnico, económico, financiero, social, ético y ambiental

Esta afirmación se desagrega en tres evidencias, como se muestra en la *tabla 2*.

Tabla 2.

Evidencias de la afirmación 2

Evidencias
2.1 Reconoce alternativas viables de solución para satisfacer requerimientos, restricciones y especificaciones técnicas de diseño.
2.2 Compara alternativas viables de solución de acuerdo con criterios determinados.
2.3 Selecciona la alternativa más adecuada de solución.

» Afirmación 3

Aplica los conocimientos de las matemáticas, las ciencias, la tecnología y las ciencias de la ingeniería para especificar en forma detallada un producto tecnológico

Esta afirmación se desagrega en tres evidencias, como se muestra en la *tabla 3*.

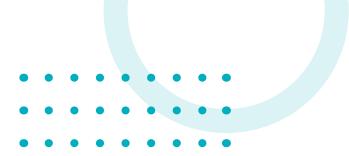
Tabla 3.

Evidencias de la afirmación 3

Evidencias
3.1 Realiza cálculos y procedimientos necesarios para detallar el producto tecnológico y sus componentes.
3.2 Plantea especificaciones para el proceso de desarrollo del producto tecnológico.
3.3 Revisa, verifica y valida que una solución cumpla con las especificaciones técnicas de diseño.



IV. Áreas conceptuales de referencia



El módulo **Diseño de Procesos Industriales** exige tener bases conceptuales para definir diagramas de flujo donde se especifiquen corrientes y sus propiedades, balances de masa y energía (con y sin reacción química), fenómenos de transporte y operaciones unitarias, evaluación y análisis de condiciones técnico-económicas, de seguridad y desempeño ambiental.

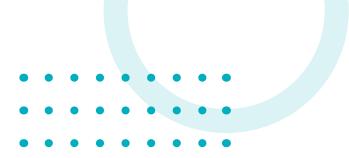
En este módulo se espera que el estudiante demuestre dominio de contenidos referenciales como los indicados en la **tabla 4**.

Tabla 4.

Contenido referencial

Contenido referencial	Subtemas
Diseño de reactores	<ul style="list-style-type: none">» Cinética y mecanismos de reacción.» Análisis de datos cinéticos.» Identificación y selección de reactores (tipo).» Dimensionamiento y comportamiento de reactores (balance de masa, balance de energía, termodinámica, comportamiento, rendimiento, eficiencia, selectividad, entre otros).

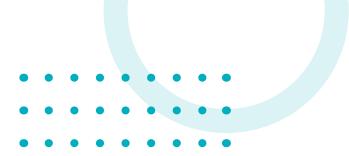
Continúa en la siguiente página



Contenido referencial	Subtemas
Diseño y análisis de procesos industriales	<ul style="list-style-type: none">» Identificación y categorización de procesos químicos, físicos y bioquímicos.» Definición y caracterización de materia prima, producto intermedio y producto terminado.» Identificación y selección de operaciones unitarias y procesos de transformación.» Selección y dimensionamiento básico de equipo.» Análisis de procesos.» Optimización de procesos (intensificación, integración).
Diseño de equipos y plantas	<ul style="list-style-type: none">» Dimensionamiento de equipos.» Planificación y distribución en planta.» Seguridad industrial.» Especificaciones y selección de materiales.» Instrumentación y control de procesos.» Índice de costos.



V. Productos tecnológicos objeto del diseño de procesos industriales



Algunos ejemplos de productos tecnológicos que pueden ser planteados en las preguntas de este módulo son los siguientes:



1

Procesos de transformación de materias primas



2

Plantas de transformación o de proceso



3

Reactores químicos



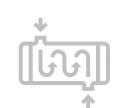
4

Equipos de separación o mezclado



5

Intercambiadores de cantidad de movimiento y logística



6

Intercambiadores de masa y energía

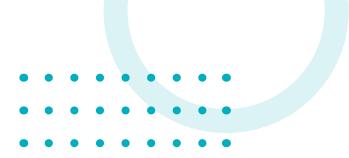


7

Diagramas de flujo que establecen condiciones de operación



VI. ¿A quién se dirige el módulo?



Este módulo se dirige únicamente a los estudiantes que hayan aprobado por lo menos el 75 % de los créditos académicos del programa profesional universitario que cursan; que presentan el examen por primera vez y que fueron inscritos directamente por su Institución de Educación Superior (IES) para la presentación del módulo. Cada IES tiene la posibilidad de seleccionar una de las **combinatorias** que se ofertan para cada uno de los **grupos de referencia**, según lo considere pertinente para cada uno de sus programas.

1

Definición de "combinatoria"

Es una agrupación de módulos que es presentada por los evaluados en el examen Saber Pro. Dicha agrupación está conformada por cinco módulos de competencias genéricas (Razonamiento Cuantitativo, Lectura Crítica, Competencias Ciudadanas, Comunicación Escrita e Inglés) y puede incluir hasta tres módulos de competencias específicas, que se ofertan según los grupos de referencia.

2

Definición de "grupo de referencia"³

Es una agrupación de programas profesionales universitarios con características de formación similares. Esta agrupación es útil para delimitar la oferta de combinatorias que brinda el Icfes a los diferentes programas y para que los evaluados puedan comparar sus resultados con los de otros examinandos del mismo grupo de referencia.

³ Actualmente, conforme con la [Resolución 395 del 12 de junio del 2018](#), se definen estos grupos de acuerdo con el Núcleo Básico del Conocimiento (NBC) y el nivel de formación establecido para cada programa académico, según la clasificación Sistema Nacional de Información de Educación Superior (SNIES) del Ministerio de Educación Nacional.



Para consultar la oferta de combinatorias de módulos disponible para su programa académico le recomendamos seguir los siguientes pasos:

Paso 1:

Identifique el código SNIES asociado al programa.

Paso 2:

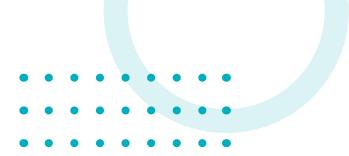
Ingrese el **código SNIES** del programa y verifique el NBC asociado a este.

Paso 3:

Consulte la **oferta de combinatorias** de módulos Saber Pro 2024-2 disponible para su NBC.

Es importante aclarar que las IES pueden decidir que sus estudiantes no tomen ninguno de los módulos de competencias específicas que oferta el Icfes y, de esta manera, los evaluados solo deberán presentar los módulos de competencias genéricas.

Los tiempos de aplicación del examen varían de acuerdo con el número de módulos de competencias específicas que el evaluado presente. Para mayor información, consulte la guía de orientación de los **módulos de competencias genéricas** del examen Saber Pro en la página web del Icfes.



El módulo Diseño de Procesos Industriales se oferta a los programas asociados al NBC de Ingeniería química y afines.

No obstante, para garantizar que los módulos de competencias específicas sean afines al programa de formación de los estudiantes, se recomienda que el director(a) del programa sea quien defina, al momento del prerregistro, qué combinatoria presentarán.

Figura 3.

Caja de herramientas



Si desea familiarizarse con los módulos de competencias genéricas y específicas del examen Saber Pro y con los tipos de preguntas, consulte la [caja de herramientas](#), la cual contiene marcos de referencia, infografías, cuadernillos de preguntas, ejemplos de preguntas explicadas y más.

Subdirección de Diseño de Instrumentos
Dirección de Evaluación

INFORMACIÓN IMPORTANTE

La información relativa al Examen de Estado Superior, Saber Pro, que no se encuentre en esta guía de orientación (como aquella referida al proceso de registro, al calendario o a los resultados), se debe consultar en el sitio web y en las redes sociales del Icfes.

☞ www.icfes.gov.co

Calle 26 N.º 69-76, Torre 2, Piso 16, Edificio Elemento,
Bogotá, D. C., Colombia • www.icfes.gov.co

Líneas de atención al ciudadano: Bogotá, D.C. Tel.: (60+1) 514 4370
| PBX: (60+1) 514 4370

