



GUÍA DE
ORIENTACIÓN

Saber TyT

Competencias Específicas

Módulo de Ensamblaje, mantenimiento y
operación de maquinaria y equipos
2017-1

Presidente de la República
Juan Manuel Santos Calderón

Ministra de Educación Nacional
Yaneth Giha Tovar

Viceministro de Educación Preescolar, Básica y Media
Pablo Jaramillo Quintero

Publicación del Instituto Colombiano para la
Evaluación de la Educación (Icfes)
© Icfes, 2017.
Todos los derechos de autor reservados.

Directora General
Ximena Dueñas Herrera

Secretaria General
María Sofía Arango Arango

Director de Evaluación
Hugo Andrés Gutiérrez Rojas

Director de Producción y Operaciones
Giovany Babativa Márquez

Directora de Tecnología
Ingrid Picón Carrascal

Oficina Asesora de Comunicaciones y Mercadeo
Ilba Cárdenas

Oficina Gestión de Proyectos de Investigación (E)
Ximena Dueñas Herrera

Subdirector de Producción de Instrumentos
Luis Javier Toro Baquero

Subdirector de Diseño de Instrumentos (E)
Hugo Andrés Gutiérrez Rojas

Subdirector de Estadística
Cristian Fernando Téllez Piñerez

Subdirectora de Análisis y Divulgación
Silvana Godoy Mateus

Revisión de estilo
Leonardo Galeano Barbosa

Diagramación
Diana Téllez Martínez

ISBN de la versión digital: 978-958-11-0742-1

Bogotá, D. C., marzo de 2017



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.

Este documento se elaboró a partir de los documentos conceptuales de cada módulo, con la participación de los equipos de gestores de pruebas del Icfes y asesores externos.

Coordinación de la publicación

Alejandra Calderón

Angélica Piñeros

Equipo de gestores de pruebas del Icfes

Gestores Competencias Específicas

Ensamblaje, mantenimiento y operación de maquinaria y equipos

Juan Francisco Velásquez

Asesores externos que han participado en las definiciones y conceptualizaciones de cada uno de los módulos, en las distintas fases y momentos del diseño, construcción y validación de marcos de referencia, especificaciones o preguntas:

Ensamblaje, mantenimiento y operación de maquinaria y equipos

Ing. Álvaro Alfonso Flautero Urquijo

Ing. Jorge Enrique Pérez Nepta

Ing. Rodrigo Jaimes Abril

TÉRMINOS Y CONDICIONES DE USO PARA PUBLICACIONES Y OBRAS DE PROPIEDAD DEL ICFES

El Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (Icfes) pone a la 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. Estos 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, transformar*, promocionar o realizar acción alguna de la cual se lucre directa o indirectamente con este material. Esta publicación cuenta con el registro ISBN (International Standard Book Number, o Número Normalizado Internacional para Libros) que facilita la identificación no solo de cada título, sino de la autoría, de la edición, del editor y del país en donde se edita.

En todo caso, cuando se haga uso parcial o total de los contenidos de esta publicación del Icfes, el usuario deberá consignar o hacer referencia a los créditos institucionales del Icfes respetando los derechos de cita; es decir, se podrán utilizar con los fines aquí previstos transcribiendo los pasajes necesarios, citando siempre la fuente de autor; lo anterior siempre que estos no sean tantos y seguidos que razonadamente puedan considerarse 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 con signos idénticos o similares respecto a cualesquiera productos o servicios prestados por esta entidad, cuando su uso pueda causar confusión. En todo caso, queda prohibido su uso sin previa autorización expresa del Icfes. La infracción de estos derechos se perseguirá civil y, en su caso, 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.

* 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, generando que la nueva obra resultante se constituya en una obra derivada protegida por el derecho de autor, con la única diferencia respecto a las obras originales que aquellas requieren 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.

Contenido

I. Especificaciones del Módulo de Ensamblaje, mantenimiento y operación de maquinaria y equipos	6
A. Procesos evaluados en el módulo	6
B. ¿A quiénes se evalúa?	8
C. Estructura del módulo	9
D. Ejemplos de preguntas	10

Lista de tablas

Tabla 1. Lista de programas	8
--	---

I. ESPECIFICACIONES DEL MÓDULO DE ENSAMBLAJE, MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPOS

Este módulo evalúa la competencia relacionada con el funcionamiento de máquinas y equipos, la identificación, evaluación y resolución de problemas asociados con la operación y el mantenimiento de los mismos y la aplicación de normas técnicas para su ensamble, instalación y mantenimiento, teniendo en cuenta aspectos de seguridad industrial e impacto ambiental.

A. Procesos evaluados en el módulo

En el módulo se abordan procesos relacionados con: 1) Aplicar conocimientos técnicos para identificar y organizar actividades propias del montaje e instalación de equipos y maquinaria, interpretar planos y aplicar normas técnicas; 2) Conocer y aplicar metodologías de gestión de mantenimiento; 3) Conocer y analizar el funcionamiento básico de máquinas o equipos; y 4) Conocer y aplicar conceptos y normas de seguridad industrial, salud ocupacional e impacto ambiental relacionadas con el ensamble, instalación, operación y mantenimiento de máquinas o equipos.

Para abordar el módulo, el estudiante deberá tener conocimientos en sistemas mecánicos, eléctricos, electrónicos, hidráulicos y neumáticos, que le permitan dominar su montaje, funcionamiento y mantenimiento en forma segura y con un impacto ambiental mínimo.

1. Aplicar conocimientos técnicos para identificar y organizar actividades propias del montaje e instalación de equipos y maquinaria, interpretar planos y aplicar normas técnicas.

Evalúa desempeños tales como:

- Interpretar en planos diagramas o esquemas, la simbología y los procedimientos que se requieren para el ensamble de máquinas y equipos.
- Analizar el funcionamiento de los elementos constitutivos de un sistema eléctrico, electrónico, mecánico, hidráulico y neumático.

- Analizar opciones de procedimientos para el ensamble y montaje de maquinaria y equipos, con base en normas y conocimientos técnicos.
- Identificar elementos, dispositivos o equipos de medición y herramientas usados en la instalación y ensamblaje de equipos y analizar resultados de mediciones.

2. Conocer y aplicar metodologías de gestión de mantenimiento.

Evalúa desempeños tales como:

- Seleccionar los procedimientos o acciones requeridos en la programación, ejecución o evaluación de un plan de mantenimiento preventivo, predictivo o correctivo.
- Aplicar metodologías de análisis para la detección de fallos incipientes y/o catastróficos de un equipo o máquina.
- Interpretar o analizar documentación relacionada con gestión de mantenimiento.
- Comparar o evaluar planes y actividades de mantenimiento preventivo y predictivo.

3. Conocer y analizar el funcionamiento básico de máquinas o equipos.

Evalúa desempeños tales como:

- Identificar secuencias lógicas de la operación de máquinas o equipos.
- Diferenciar tipos de equipos y máquinas de uso industrial y su funcionamiento.

4. Conocer y aplicar conceptos y normas de seguridad industrial, salud ocupacional e impacto ambiental relacionadas con el ensamble, instalación, operación y mantenimiento de máquinas o equipos.

Evalúa desempeños tales como:

- Evaluar procedimientos o acciones de seguridad industrial relacionadas con el montaje, la instalación, la puesta en marcha y/o el mantenimiento de máquinas o equipos.
- Recomendar acciones para minimizar el impacto ambiental de proyectos o actividades de ensamblaje, instalación, mantenimiento o reciclaje de máquinas o equipos.

B. ¿A quiénes evalúa?

El Módulo de Ensamblaje, mantenimiento y operación de maquinaria y equipos lo deben presentar estudiantes de los programas académicos relacionados a continuación:

Tabla 1. Lista de programas

Programas nivel tecnológico	Programas nivel técnico profesional
Tecnología en mecatrónica	Técnica profesional automotriz
Tecnología en procesos industriales	Técnica profesional en diseño de máquinas
Tecnología en electrónica	Técnica profesional en electrónica
Tecnología en automatización electrónica	Técnica profesional en instalaciones eléctricas
Tecnología en automatización industrial	Técnica profesional en mantenimiento electromecánico
Tecnología en diseño de máquinas y productos industriales	Técnica profesional en mantenimiento electrónico
Tecnología en electricidad	Técnica profesional en mantenimiento electrónico industrial
Tecnología en electricidad y telefonía	Técnica profesional en mecánica automotriz
Tecnología en electromecánica	Técnica profesional en minería
Tecnología en electromedicina	Técnica profesional en operación de procesos industriales
Tecnología en electrónica aeronáutica	Técnica profesional en procesos industriales
Tecnología en electrónica y comunicaciones	Técnica profesional en tecnología de plásticos
Tecnología en electrónica y controles industriales	Técnica profesional en mecatrónica
Tecnología en gestión de mantenimiento y operación de plantas industriales	Técnica profesional en electromecánica
Tecnología en gestión de sistemas electromecánicos	Técnica profesional en electromedicina
Tecnología en ingeniería industrial	Técnica profesional en mantenimiento electromecánico
Tecnología en instrumentación industrial	Técnica profesional en mecánica industrial
Tecnología en mantenimiento y gestión electrónica	
Tecnología en maquinaria e instrumentación industrial	
Tecnología en mecánica	
Tecnología en mecánica automotriz	
Tecnología en mecánica industrial	
Tecnología industrial	
Tecnología mecatrónica	
Tecnología naval en electromecánica	

C. Estructura del módulo

Este módulo se compone de 50 preguntas, todas de selección múltiple con única respuesta. En cada ítem se presenta el enunciado y 4 opciones de respuesta, (A, B, C, D), y solo una de estas es correcta y válida respecto a la situación planteada. Para responder todas las preguntas del módulo el evaluado contará con 120 minutos.

El módulo se diseñó siguiendo las especificaciones del *Modelo Basado en Evidencias (MBE)*¹. De acuerdo con este modelo, en las especificaciones se formalizan, primero, las afirmaciones sobre las competencias que posee un estudiante dado su desempeño en el módulo. Luego, se describen las evidencias que sustentan cada una de las afirmaciones. Por último, se describen las *tareas* que se le pide realizar al evaluado para obtener las *evidencias* que dan sustento a las *afirmaciones*. De esta manera, la elaboración de las especificaciones garantiza una completa comparabilidad de los exámenes que se construyan a partir de ellas.

¹Este modelo se empezó a usar para el diseño de Saber 5.º y Saber 9.º desde 2007.

D. Ejemplos de preguntas

En esta sección se presentan ejemplos de preguntas de selección múltiple con única respuesta del módulo. Para cada ejemplo de pregunta se indica la afirmación y la evidencia, al igual que la respuesta correcta junto con su justificación. Las siguientes preguntas se utilizaron en aplicaciones previas del módulo e ilustran algunas de las tareas de evaluación que forman parte de este.

Pregunta 1

El sistema de montaje de rodamientos que NO se debería escoger para instalar dos (2) rodamientos sobre el eje del inducido de un motor eléctrico trifásico es:

- A. Aplicar golpes de martillo sobre un casquillo especial apoyado sobre el aro interior del rodamiento para que este se deslice sobre el eje del inducido.
- B. Aplicar aros de calentamiento sobre el eje del inducido para dilatarlo y luego empujar los rodamientos con martillo de acero.
- C. Utilizar una prensa hidráulica y un casquillo que empuje el aro interior del rodamiento sobre el eje del inducido mediante presión hidráulica.
- D. Aplicar calor de inducción sobre el aro o pista interior del rodamiento para dilatar el aro y permitir su ensamble en el eje del inducido.

Clave B

Afirmación Aplicar conocimientos técnicos para identificar y organizar actividades propias del montaje e instalación de equipos y maquinaria, interpretar planos y aplicar normas técnicas.

Evidencia Identifica elementos, dispositivos o equipos de medición y herramientas usados en la instalación y ensamblaje de equipos y analiza resultados de mediciones.

Mediante aros de calentamiento aplicados sobre el eje, para luego empujar los rodamientos con casquillo protector y martillo de goma. Los aros de aluminio para calentamiento, que se muestran en la figura adjunta, están diseñados para el desmontaje de aros interiores de rodamientos de rodillos cilíndricos, no para montaje de rodamientos. Si se calienta el eje donde se van a ensamblar los rodamientos, el eje se expande y sería imposible ensamblar los rodamientos golpeándolos con un casquillo de protección y martillo de goma. Así que es la respuesta incorrecta que se pedía.

Justificación



Pregunta 2

De las siguientes condiciones, la más peligrosa para el ser humano al entrar en contacto con una fuente de energía eléctrica es:

- A. Tensión continua de 115 voltios y corrientes entre 5 miliamperios y 10 miliamperios.
- B. Tensión alterna de 220 voltios y corrientes entre 2 miliamperios y 5 miliamperios.
- C. Tensión continua de 220 voltios y corrientes entre 2 miliamperios y 5 miliamperios.
- D. Tensión alterna de 115 voltios y corrientes entre 20 miliamperios y 30 miliamperios.

Clave D

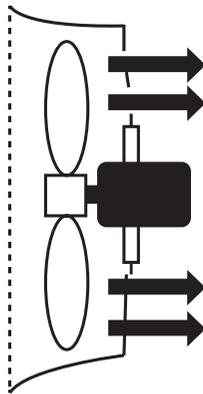
Afirmación Conoce y aplica conceptos y normas de seguridad industrial, salud ocupacional e impacto ambiental

Evidencia Evalúa procedimientos o acciones de seguridad industrial relacionadas con el montaje, la instalación, la puesta en marcha y/o el mantenimiento de máquinas o equipos.

Justificación Lo que representa mayor peligro no es la tensión eléctrica sino la intensidad de la corriente que circula por el cuerpo humano, especialmente si es corriente alterna.
Corrientes alternas de 20mA a 30mA representan un riesgo potencial de accidente fatal para los seres humanos.

Pregunta 3

En la figura se muestra un ventilador de bajo rendimiento apto para mover grandes caudales de aire con bajas presiones.



El ventilador representado en la figura es del tipo

- A. centrífugo helicoidal.
- B. axial helicoidal.
- C. centrífugo radial.
- D. axial radial.

Clave B

Afirmación Conoce y analiza el funcionamiento básico de máquinas o equipos.

Evidencia Diferencia tipos de equipos y máquinas de uso industrial y su funcionamiento.

Justificación Efectivamente, el ventilador mostrado en la figura es un ventilador axial helicoidal, como lo muestra la flecha en que el flujo se dirige a lo largo del eje horizontal.

Pregunta 4

Dentro de un programa de Mantenimiento Predictivo, se suelen hacer mediciones o ensayos no destructivos a partes de maquinarias mediante equipos especializados. La mayoría de las inspecciones de mantenimiento predictivo se realizan con el equipo en marcha y sin afectar los sistemas productivos. De los siguientes procedimientos o actividades, el que NO forma parte del mantenimiento predictivo es

- A. Realización de calibraciones.
- B. Medición de espesores y detección de fracturas.
- C. Detección de ruidos y vibraciones.
- D. Lectura de calor y temperaturas por termografía.

Clave A

Afirmación Conoce y aplica metodologías de gestión de mantenimiento.

Evidencia Selecciona los procedimientos o acciones requeridos en la programación, ejecución o evaluación de un plan de mantenimiento preventivo, predictivo o correctivo.

Justificación Las calibraciones, en general, buscan ajustar partes o sistemas de las máquinas a especificaciones dadas, más que predecir o prevenir fallas, por lo que no forman parte de un programa de mantenimiento predictivo, que tiene por objetivo establecer evidencias de fallas incipientes o avanzadas.

Pregunta 5

Para una máquina CNC, el manual de mantenimiento establece que el cambio de la taladrina (refrigerante) se debe hacer cada 1.500 horas y que los rodamientos del usillo deben cambiarse cada 18.000 horas de funcionamiento de la máquina. Según estos datos, si la máquina trabaja en promedio 15 horas diarias, 5 días a la semana, todo el año, el mantenimiento preventivo para el cambio de la taladrina y de los rodamientos debería efectuarse, respectivamente, cada

- A. 9 y 107 semanas.
- B. 12 y 150 semanas.
- C. 14 y 171 semanas.
- D. 20 y 240 semanas.

Clave D

Afirmación Conoce y aplica metodologías de gestión de mantenimiento.

Evidencia Selecciona los procedimientos o acciones requeridos en la programación, ejecución o evaluación de un plan de mantenimiento preventivo predictivo o correctivo.

Los siguientes son los datos que se deben tomar para resolver la pregunta:

Justificación

- Cambio de taladrina : 1500 horas.
- Cambio de rodamientos: 18000 horas.
- Horas máquina: 15 horas diarias, 5 días por semana.

Horas máquina a la semana $15 \text{ horas} \times 5 \text{ días} = 75 \text{ horas a la semana}$.

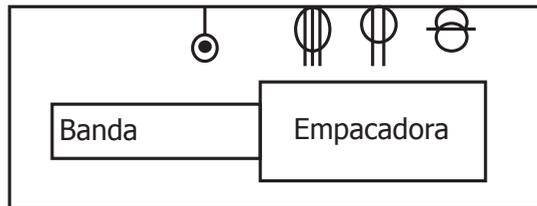
Cambio de taladrina en semanas: $1500 / 75 = 20 \text{ semanas}$.

Cambio de rodamientos en semanas: $18000 / 75 = 240 \text{ semanas}$.

Pregunta 6

En una fábrica de galletas se requiere instalar una máquina empacadora, compuesta por motores eléctricos trifásicos y monofásicos, controles electrónicos y aire comprimido.

En el área de trabajo donde se instalará la máquina se encuentran disponibles varias fuentes energéticas.



Figura

De acuerdo con la figura, las fuentes energéticas disponibles son:

- A. Fuente de energía trifásica, fuente de energía monofásica, red hidráulica y red de corriente continua.
- B. Fuente de energía trifásica, fuente de energía monofásica, red regulada y red hidráulica.
- C. Fuente de energía trifásica, fuente de energía monofásica, red neumática y red regulada.
- D. Fuente de energía alterna, fuente de energía monofásica, red neumática y red de corriente continua.

Clave C

Afirmación Aplicar conocimientos técnicos para identificar y organizar actividades propias del montaje e instalación de equipos y maquinaria, interpretar planos y aplicar normas técnicas.

Evidencia Interpreta en planos, diagramas o esquemas, la simbología y los procedimientos que se requieren para el ensamblaje de máquinas y equipos.

En la figura de la pregunta se presentan los siguientes símbolos:

Cuadro con el significado de los símbolos

Justificación		Toma neumática
		Toma de energía trifásica
		Toma de energía monofásica
		Toma de red regulada

En el enunciado de la pregunta se describen los sistemas y motores de la máquina empacadora.

- Motores eléctricos trifásicos.
- Motores eléctricos monofásicos.
- Sistema de control electrónico.
- Sistema de aire comprimido.

Pregunta 7

En el manual del fabricante de un ventilador industrial aparecen las siguientes instrucciones: *verificar que las medidas de seguridad se hayan seguido correctamente; verificar que exista el adecuado suministro eléctrico al motor del ventilador y realizar el arranque de prueba*. Las anteriores instrucciones en el orden lógico descrito corresponden a la

- A. instalación del ventilador.
- B. ensamble del ventilador.
- C. puesta en marcha del ventilador.
- D. mantenimiento del ventilador.

Clave C

Afirmación Conoce y analiza el funcionamiento básico de máquinas o equipos.

Evidencia Identifica secuencias lógicas de la operación de máquinas o equipos.

Generalmente los ventiladores industriales se componen de un motor, hélices y una caja de soporte. En la pregunta solo se hace referencia a las condiciones de seguridad, suministro eléctrico del motor del ventilador y el arranque de la prueba.

Justificación

- No es instalación porque no se nombra el soporte necesario para fijar el ventilador.
- No es ensamble porque no se describen las otras partes del ventilador como hélices, marcos, cajas, soportes, cables,... entre otras.
- No es mantenimiento porque no se describe en la pregunta ninguna herramienta o procedimiento para cambiar componentes del ventilador.

Pregunta 8

El evento que **no se considera** enfermedad profesional, para trabajos efectuados durante varios años, involucra

- A. patologías causadas por estrés por exposición al ruido.
- B. enfermedades producidas por radiaciones ultravioleta.
- C. la fibrilación ventricular asociada con taquicardia.
- D. el calambre recurrente de mano o antebrazo.

Clave C

Afirmación

Conoce y aplica conceptos y normas de seguridad industrial, salud ocupacional e impacto ambiental.

Evidencia

Evalúa procedimientos o acciones de seguridad industrial relacionada con el montaje, la instalación, la puesta en marcha y/o el mantenimiento de máquinas o equipos.

Justificación

Se considera enfermedad profesional a los quebrantos de salud que se generan por la exposición de trabajadores a ambientes tóxicos, ruido excesivo, radiación, o por las condiciones de incomodidad o trabajo de sobre esfuerzos que ejecutan cada día.

Las enfermedades relacionadas con el corazón son comúnmente identificadas como enfermedad laboral. Este tipo de enfermedades están más relacionadas con hábitos alimenticios y la falta de ejercicio.

