I.- Datos Generales

Código	Título
EC0530	Mantenimiento al aerogenerador.

Propósito del Estándar de Competencia

Servir como referente para la evaluación y certificación de las personas que ejecutan el mantenimiento al aerogenerador, lo cual implica preparar el área y las condiciones de seguridad, mantener en funcionamiento los sistemas de operación, electro mecánico, eléctrico, de control, hidráulico, estructura mecánica y realizar pruebas de funcionamiento del aerogenerador.

Asimismo, puede ser referente para el desarrollo de programas de capacitación y de formación basados en Estándares de Competencia (EC).

El presente EC se refiere únicamente a funciones para cuya realización no se requiere por disposición legal, la posesión de un título profesional. Por lo que para certificarse en este EC no deberá ser requisito el poseer dicho documento académico.

El presente Estándar de Competencia es de carácter nacional y servirá como referencia para evaluar y certificar la competencia de las personas que elaboran mantenimiento de aerogeneradores.

Para alcanzar la competencia en este Estándar de Competencia, se requieren, en promedio, 200 horas de experiencia laboral o 160 horas de experiencia con 40 horas de capacitación.

Descripción general del Estándar de Competencia

El EC describe el desempeño del personal que ejecuta el mantenimiento de los sistemas de operación del aerogenerador electromecánico, eléctrico, de control, hidráulico y estructura mecánica el cual debe cumplir con los lineamientos de seguridad establecidos por el fabricante y el uso obligatorio del equipo de protección personal, iniciando con la preparación del área de trabajo, para que cumpla con las condiciones de seguridad, material, así como la herramienta y equipo para llevar a cabo la función. Con base en el manual de operación y mantenimiento del fabricante.

El presente EC se fundamenta en criterios rectores de legalidad, competitividad, libre acceso, respeto, trabajo digno y responsabilidad social.

Nivel en el Sistema Nacional de Competencias: Dos

Desempeña actividades programadas que, en su mayoría son rutinarias y predecibles. Depende de las instrucciones de un superior. Se coordina con compañeros de trabajo del mismo nivel jerárquico.

Comité de Gestión por Competencias que lo desarrolló
Comité de Gestión por Competencias de Energías Renovables y Eficiencia Energética.

Fecha de aprobación por el Comité Técnico del CONOCER:	Fecha de publicación en el Diario Oficial de la Federación:
25 de febrero de 2015	13 de abril de 2015

Periodo sugerido de revisión/actualización del EC:

3 años

Ocupaciones relacionadas con este EC de acuerdo con el Sistema Nacional de Clasificación de Ocupaciones (SINCO)

Grupo unitario
9232 Trabajadores de apoyo en la industria eléctrica, electrónica y comunicaciones.

Ocupaciones asociadas
Ayudante de electricista, de eléctrico y de electromecánico.
Ayudante y peón en la generación de energía.

Ocupaciones no contenidas en el Sistema Nacional de Clasificación de Ocupaciones y reconocidas en el Sector para este EC
Técnico en mantenimiento.

Clasificación según el sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN)

Sector:
22: Generación, Transmisión, y Distribución de Energía Eléctrica, Suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final Subsector.

Subsector:
221: Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.

Rama:
2211: Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.

Subrama:
22111: Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.

Clase:

221110: Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.

El presente EC, una vez publicado en el Diario Oficial de la Federación, se integrará en el Registro Nacional de Estándares de Competencia que opera el CONOCER a fin de facilitar su uso y consulta gratuita.

Organizaciones participantes en el desarrollo del Estándar de Competencia

- SIEMENS.
- Acciona Energía.
- Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ)
- Asociación Mexicana de Energía Eólica, A.C. (AMDEE)
- GAMESA.

Aspectos relevantes de la evaluación

Detalles de la práctica:

- Para demostrar la competencia en este EC, se recomienda que se lleve a cabo en el lugar de trabajo y durante su jornada laboral, sin embargo puede realizarse de manera simulada en

área acondicionada para la realización.

Apoyos/Requerimientos:

- Es necesario para llevar a cabo la práctica contar con el apoyo de un auxiliar capacitado para realizar trabajos en altura, así como con el siguiente equipo y herramienta: Instrumentos de medición: flexómetro con medidas milimétricas, megóhmetro, vacuómetro, manifold con manómetros y mangueras, termómetro; Equipo: Hidro-lavadora, bomba de vacío, estetoscopio, recuperadora de refrigerante, equipo de oxiacetilénico, inyector de grasa, bomba para carga de aceite; Herramienta: juego de autocle, solvente dieléctrico, lija de esmeril mediana, cinta de aislar, kit de empalme, gas butano, cinta de aislar autovulcanizable; Las que recomiende el fabricante de acuerdo con su manual de operación y mantenimiento.

Duración estimada de la evaluación

- 2 horas en gabinete y 4 horas en campo, totalizando 6 horas

Referencias de Información

- Norma Oficial Mexicana NOM-009-STPS-2011 Condiciones de seguridad para realizar trabajos en altura.
- Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012 Instalaciones eléctricas.
- Norma Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2008 Equipo de protección personal- Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.
- NOM-026-STPS-2008, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.
- NOM-029-STPS-2011, Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad.

II.- Perfil del Estándar de Competencia

Estándar de Competencia
Mantenimiento al aerogenerador.

Elemento 1 de 3

Preparar el área y las condiciones de seguridad para el mantenimiento del aerogenerador.

Elemento 2 de 3

Verificar el funcionamiento los sistemas de operación del aerogenerador.

Elemento 3 de 3

Realizar pruebas de funcionamiento del aerogenerador.

III.- Elementos que conforman el Estándar de Competencia

Referencia	Código	Título
1 de 3	E1691	Preparar el área y las condiciones de seguridad para el mantenimiento del aerogenerador.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La persona es competente cuando demuestra los siguientes:

DESEMPEÑOS

1. Realiza la planeación de las actividades para el trabajo de mantenimiento del aerogenerador:
   - Identificando los componentes del aerogenerador en los planos y especificaciones técnicas,
   - Seleccionando los materiales, herramientas y recursos técnicos de acuerdo con el tipo de mantenimiento a realizar,
   - Delimitando el área de trabajo de acuerdo con los requerimientos de seguridad determinados en el procedimiento de trabajo, y
   - Revisando los equipos y la herramienta que estén completos, calibrados y en condiciones de operación.

2. Prepara los equipos de enganche, levantamiento y señalización para las tareas de mantenimiento del aerogenerador:
   - Asegurando los elementos de izaje, que tengan cargas, fijándolos en tierra y de acuerdo a la tecnología del equipo,
   - Considerando el ángulo y centro de gravedad que permita la distribución de componentes en altura, y
   - Aplicando la señalización óptica y verbal de acuerdo a los procedimientos y normatividad de seguridad establecidos en el plan de seguridad vigente.

3. Cumple con las medidas de seguridad para el ascenso y descenso al aerogenerador:
   - Portando el equipo de protección personal para trabajos en altura de acuerdo a lo establecido en la norma vigente,
   - Verificando los procedimientos y normatividad de seguridad para el tipo de tecnología del fabricante, establecidos en el plan de seguridad vigente,
   - Utilizando los medios de comunicación en todo momento, y
   - Reportando al mando superior los equipos de protección personal que estén deteriorados/ desgastados.

La persona es competente cuando posee los siguientes:

CONOCIMIENTOS	NIVEL
1. Equipo para el descenso de emergencia.	Conocimiento
2. Normas de seguridad:	Comprensión
• NOM-009-STPS-2011, Condiciones de seguridad para realizar trabajos en altura.	
• NOM-026-STPS-2008, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.	
• NOM-029-STPS-2011, Mantenimiento de las	

CONOCIMIENTOS	NIVEL
instalaciones eléctricas en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad	
3. Procedimiento de seguridad para los trabajos en altura.	Aplicación

GLOSARIO

1.	Aerogenerador:	Generador eléctrico movido por una turbina accionada por el viento (turbina eólica). La energía eólica (en realidad la energía cinética del aire en movimiento), proporciona energía mecánica a un rotor hélice que, a través de un sistema de transmisión mecánico, hace girar el rotor de un generador, normalmente un alternador trifásico, que convierte la energía mecánica rotacional en energía eléctrica. Existen diferentes tipos de aerogeneradores, dependiendo de su potencia, la disposición de su eje de rotación, el tipo de generador, etc.
2.	Equipo de protección personal, para trabajos en altura.	Se refiere al equipo que debe portar una persona que realiza trabajos en altura y que consta de: casco, uniforme de trabajo, botas de seguridad, arnés, cinturón anticaídas, cuerda de seguridad y equipo para descenso de emergencia
3.	Medios de comunicación:	Se refiere al instrumento o forma de contenido por el cual se realiza el proceso comunicacional o comunicación (teléfono, signos, señales, medios audiovisuales, etc.).
4.	Medios de izaje :	Máquina compuesta por dos o más poleas y una cuerda, cable o cadena que alternativamente va pasando por las diversas gargantas de cada una de aquellas. Se utiliza para levantar o mover una carga con una gran ventaja mecánica, porque se necesita aplicar una fuerza mucho menor que el peso que hay que mover.
5.	Turbina:	Nombre genérico que se da a la mayoría de las turbomáquinas motoras. Es un motor rotativo que convierte en energía mecánica la energía de una corriente de agua, vapor de agua o gas. El elemento básico de la turbina es la rueda o rotor, que cuenta con palas, hélices, cuchillas o cubos colocados alrededor de su circunferencia, de tal forma que el fluido en movimiento produce una fuerza tangencial que impulsa la rueda y la hace girar. Las turbinas constan de una o dos ruedas con paletas, denominadas rotor y estátor, siendo la primera la que, impulsada por el fluido, arrastra el eje en el que se obtiene el movimiento de rotación.

Referencia	**Código**	**Título**
2 de 3	E1692	Verificar el funcionamiento los sistemas de operación del aerogenerador.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La persona es competente cuando demuestra los siguientes:

DESEMPEÑOS

1. Aplica el plan de seguridad del fabricante en las maniobras para el mantenimiento del aerogenerador:
- Realizando el procedimiento para la parada segura de la turbina,
- Ejecutando las maniobras de seguridad ante los riesgos eléctricos y mecánicos del aerogenerador de acuerdo al procedimiento y normatividad correspondiente, y
- Manejando las sustancias y materiales peligrosos con base a las exigencias reglamentarias de la empresa.

2. Realiza el mantenimiento preventivo del aerogenerador de acuerdo a los planos y normas:
- Identificando los riesgos de los componentes mecánicos que estén en movimiento y en los eléctricos que haya ausencia de tensión antes de iniciar el mantenimiento,
- Cumpliendo con los requisitos reglamentados en las condiciones de calidad y seguridad establecidos en la organización,
- Revisando los pares de apriete de acuerdo con la periodicidad programada y las especificaciones técnicas establecidas por el fabricante en el manual de operación,
- Efectuando el engrase y cambio de aceite según los procedimientos y en las condiciones de seguridad determinados por el fabricante en el manual de operación,
- Realizando la limpieza de equipos e instalaciones de acuerdo al procedimiento,
- Comprobando la estanqueidad, la ausencia de corrosión y el estado de aislamiento eléctrico de los equipos e instalaciones de acuerdo a la tecnología del equipo,
- Recopilando los resultados de las inspecciones y operaciones realizadas en el informe correspondiente, y
- Manteniendo las zonas de trabajo de su responsabilidad en condiciones de orden y limpieza.

3. Realiza las operaciones de mantenimiento correctivo:
- Consultando los manuales de instrucciones de los componentes y planos de la instalación,
- Seleccionando los equipos, herramientas, materiales y medios auxiliares necesarios para los trabajos,
- Reparando las averías considerando una secuencia de revisión en el equipo que optimice el proceso, método y tiempo,
- Reparando / sustituyendo elementos deteriorados de acuerdo a la secuencia del proceso de desmontaje y montaje establecido, y
- Restableciendo la funcionalidad de la instalación al término de los trabajos.

4. Inspecciona el estado físico de los componentes de la multiplicadora:
- Revisando con el videoscopio que no se encuentren internamente componentes rotos / desgastados / quemados de la multiplicadora,
- Realizando el ensayo de vibraciones de la multiplicadora con la instrumentación determinada por el fabricante del equipo y de acuerdo a la instrucción de trabajo,
- Determinando el estado del equipo de acuerdo a las lecturas obtenidas,
- Revisando los niveles de desgaste, grasa en el rodamiento y nivel de aceite de los ejes de la multiplicadora,
- Tomando muestra de aceite de la multiplicadora para su análisis, y
- Verificando la alineación de los ejes de la multiplicadora mediante los instrumentos de medición.

5. Verifica el funcionamiento del sistema de giro/yaw:
- Inspeccionando en las reductoras la presencia de dientes desgastados/rotos y engranes sueltos,

- Revisando en los motores eléctricos que el eje se encuentre libre de daño/quemado, y
- Midiendo el espesor de las balatas / pastillas en el sistema de freno para determinar que el desgaste este dentro de las especificaciones técnicas,

6. Inspecciona el sistema de regulación de palas/pitch:
- Verificando que los componentes del sistema electromecánico, que estén en los rangos de operación determinados por el fabricante, y
- Ajustando la tornillería de conexión del buje con la tensionadora de acuerdo con las especificaciones técnicas de apriete.

7. Realiza pruebas de resistencia de aislamiento al generador, interruptores, cableado y transformadores:
- Utilizando un instrumento megóhmetro,
- Utilizando los parámetros de referencia determinados por el fabricante, e
- Identificando los equipos que presentan falla de acuerdo a las especificaciones del equipo y los resultados de medición.

8. Verifica los esquemas de protección de generadores, interruptores y transformadores:
- Utilizando el software de aplicación para los sistemas de control, medición y protección,
- Corroborando que este dentro de los parámetros de funcionamiento establecidos por el fabricante, y
- Atendiendo los sistemas que presentan un evento / incidencia.

9. Diagnostica la funcionalidad del sistema de comunicación, protección, medición, control y variables meteorológicas en el Controlador Lógico Programable/PLC:
- Utilizando el software de aplicación durante el proceso,
- Sustituyendo los pares de fibra óptica, de acuerdo con la lectura del software, y
- Corroborando que las lecturas de presiones, temperaturas, niveles, posiciones, velocidades y vibraciones del aerogenerador, estén dentro de los parámetros de funcionamiento.

10. Realiza la sustitución de los instrumentos meteorológicos que estén averiados:
- Cambiando el anemómetro al cumplir su vida útil determinada en el programa de mantenimiento,
- Cambiando/reorientando las veletas, si presentan daño/están movidas, y
- Cambiando las sondas de temperatura que presenten daño.

11. Ajusta/sustituye los equipos hidráulicos:
- Verificando con el manómetro la perdida de presión/fuga de líquido hidráulico en los equipos, y
- Recargando el fluido hidráulico de los equipos al nivel máximo.

12. Verifica la sección de torre, bastidor y góndola/canastilla:
- Realizando el reapriete de tornillería de acuerdo a las especificaciones del fabricante,
- Revisando que estén sin daño/bloqueados y en condiciones operativas de uso los elementos auxiliares como escalera, línea de vida y elevador, y
- Realizando inspección en tierra para la detección de fallas.

La persona es competente cuando obtiene los siguientes:

PRODUCTOS

1. La orden de trabajo elaborada:
- Contiene la descripción del equipo intervenido,
- Cuenta con el nombre del responsable que solicita,
- Contiene el nombre del técnico que ejecuta.
- Contiene las características y especificaciones del equipo a reparar/sustituir.
- Muestra la fecha de la intervención, y
- Tiene la hora de la intervención.

2. La bitácora/reporte de trabajo elaborada:
- Contiene los resultados de las inspecciones y operaciones realizadas en el mantenimiento preventivo,
- Describe las partes e informes de las reparaciones realizadas en el mantenimiento correctivo,
- Tiene el registro de las lecturas obtenidas en la inspección de la multiplicadora y el sistema de regulación de palas,
- Contiene los resultados de las pruebas de resistencia de aislamiento, aplicadas a los elementos eléctricos,
- Contiene los resultados de la verificación de los esquemas de protección de generadores, interruptores y transformadores y la funcionalidad de los sistemas del PLC,
- Instrumentos meteorológicos y equipos hidráulicos se sustituyeron/ajustaron,
- Contiene los resultados de la verificación a la sección de torre, bastidor y góndola/canastilla, y
- Presenta alternativas de solución en la realización de acciones preventivas a los equipos.

La persona es competente cuando posee los siguientes:

CONOCIMIENTOS	NIVEL
1. Acumuladoras	Conocimiento
2. Bombas	Conocimiento
3. Concepto de electrónica de potencia.	Conocimiento
4. Fibra óptica.	Conocimiento
5. Herramienta.	Aplicación
6. Mecánica y electricidad: • Motores eléctricos, • Generadores eléctricos de baja y media tensión, • Trenes mecánicos	Conocimiento
7. Normatividad de aplicación sobre equipos y sistemas eléctricos.	Conocimiento
8. Sistema hidráulico.	Conocimiento
9. Tipos de actuadores.	Conocimiento
10. Válvulas.	Conocimiento

GLOSARIO

1. Anemómetro:	El anemómetro o anemógrafo es un instrumento meteorológico que se usa para medir la velocidad del viento.

2.	Megóhmetro :	Hace referencia a un instrumento para la medida del aislamiento eléctrico en alta tensión. Se conoce también como "Megger", aunque este término corresponde a la marca comercial del primer instrumento portátil medidor de aislamiento introducido en la industria eléctrica en 1889. El nombre de este instrumento, megóhmetro, deriva de que la medida del aislamiento de cables, transformadores, aisladores, etc.
3.	Multiplicadora:	Es el elemento del aerogenerador que multiplica las revoluciones de giro del conjunto buje-aspas y divide en la misma proporción la fuerza de dicho eje. La velocidad de giro del conjunto eje-palas (el elemento que vemos moverse desde el exterior del aerogenerador) suele oscilar entre las 15 y las 25 rpm en función del viento y de la forma constructiva del aerogenerador. Pero debido a las frecuencias eléctricas de las redes nacionales e internacionales (50 Hz en Europa y parte del mundo y 60 Hz en Estados Unidos y parte del mundo) esta velocidad de giro es insuficiente teniendo que elevarse a un régimen de giro de en torno a 1200 - 1800 rpm en función del tipo de generador y frecuencia.
4.	Pares de apriete:	Par de fuerzas con el que se debe apretar un tornillo o una tuerca. Se expresa en unidades de fuerza multiplicada por distancia (par), normalmente en Nw-m en SI o Lbf-ft en unidades inglesas, y para aplicarlo se usan llaves dinamométricas o pistolas atornilladoras que pueden regular el par máximo de apriete. El par de apriete crea la tensión en el tornillo que provoca la sujeción de las piezas. Esta tensión depende de la métrica del tornillo y de su dureza.
5.	PLC	Controlador Lógico Programable.
6.	Sondas de temperatura:	La sonda es solo un trasmisor: mide la temperatura del emisor, y lo trasmite para que el receptor actúe como convenga.
7.	Veletas:	Dispositivo giratorio que consta de una placa que gira libremente, un señalador que indica la dirección del viento y una cruz horizontal que indica los puntos cardinales. El motivo puede ser muy variado (figuras de animales, antropomorfas, etc.).

Referencia	Código	Título
3 de 3	E1693	Realizar pruebas de funcionamiento del aerogenerador.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La persona es competente cuando demuestra los siguientes:

DESEMPEÑOS

1. Verifica el ajuste de elementos de protección eléctricos y mecánicos:

- Corroborando que los ajustes sean los indicados en el manual del fabricante, y
- Corrigiendo el ajuste de acuerdo al manual.

2. Energiza el equipo:

- Retirando etiquetas de seguridad de los interruptores, y
- Cerrando el interruptor principal del equipo y el interruptor que alimenta al equipo.

3. Pone en servicio el aerogenerador:

- Registrando los parámetros con las que se deja funcionando el equipo, y
- Restableciendo las condiciones funcionales con los parámetros de seguridad.

4. Evalúa y previene los riesgos derivados del mantenimiento del aerogenerador,

- Gestionando las medidas de control y prevención de riesgos, adoptando a su nivel, las decisiones técnicas y organizativas que procedan, y
- Aplicando el manual de seguridad de la empresa en cada situación que se requiera.

La persona es competente cuando obtiene los siguientes:

PRODUCTOS

1. La lista de verificación recabada:

- Contiene las reparaciones / actividades realizadas,
- Contiene los resultados de la verificación de los equipos revisados,
- Muestra el nombre del técnico que verifico,
- Contiene la fecha de la intervención, y
- Tiene la hora de la intervención.

La persona es competente cuando demuestra las siguientes:

ACTITUDES/HÁBITOS/VALORES

1.	Orden	La manera en que lleva a cabo la secuencia de la puesta en funcionamiento del equipo.