

Fabricación de torres para Aerogeneradores.

Fabrication of eolian towers for electric air generators.

Leicy Zuazo Yera.

¹EES Empresa Planta Mecánica, Correo electrónico: cidf@plantamec.co.cu

Resumen

En Cuba con el objetivo de sustituir los combustibles fósiles, con la ventaja adicional de evitar la emisión a la atmósfera de CO₂, se ha implementado un programa estratégico de desarrollo de la energía eólica a mediano plazo que contempla la instalación de parques eólicos en zonas previamente estudiadas para alcanzar una Potencia Instalada de 537 MW en el año 2020. En este trabajo nos podemos percatar de las limitantes a la hora de su fabricación pero también demuestra las grandes ventajas que brinda para el sector energético.

Palabras claves: Energía Eólica, estrategia, materiales.

Abstract

In Cuba with the objective of substitution fossils fuels and additional advantages to avoid CO₂ emission to atmosphere, has been implemented an strategic program for develop eolian energy by middle and long period of time which include installation of eolian parks in zones studies previously in order to reach an installed power of 537MW in 2020. In this work limitations and advantages of its manufacturing and installation for energetic sector are analyzing.

1.Introducción

1.1 Objetivos que se persiguen para la fabricación de las torres eólicas

En Cuba con el objetivo de sustituir los combustibles fósiles, con la ventaja adicional de evitar la emisión a la atmósfera de CO₂, el país implementó un programa estratégico de desarrollo de la energía eólica a mediano plazo que contempla la instalación de parques eólicos en zonas previamente estudiadas para alcanzar una Potencia Instalada en Energía Eólica de 510 MW en el año 2020 [1,2]. Cuba no está exenta del desarrollo que ha ido alcanzando la fabricación de Torres Eólicas a nivel mundial, siguiendo el desarrollo energético en el país, hoy existen posibilidades de desarrollar parques eólicos en casi toda la costa norte del país, empezando por uno de 30 MW entre Gibara y Punta Lucrecia, lo que presupone unas 20 ó 30 torres a mediano plazo, pudiéndose extender a varios cientos de MW las posibilidades de generación eólica en el país. [1,2]. Otra perspectiva lo es la posibilidad de producir torres para futuros desarrollos eólicos en países del área, principalmente en los países signatarios del ALBA, en Cuba no se han producido torres de tal magnitud de alrededor de 50 a 60 metros de altura, con espesores de pared entre 15 y 36 mm y una conicidad precisa de menos de 2.º Independientemente de producirse en el país, los precios no deben tener una disminución espectacular. [1,2] Pero aunque no es previsible lograr ahorros muy altos por su fabricación nacional, el factor crítico de las torres es su costo de flete marítimo, que puede alcanzar valores cercanos a su precio ex - Works debido a su gran volumen y bajo peso relativo, lo que hace muy atractivo para Cuba su fabricación en el país, además de propiciar una reanimación de la industria mecánica nacional, pero se ha visto limitada por la falta de recursos económicos y financieros que frenan la adquisición de materiales y equipos en otros países, ya que se cuenta con tecnologías muy antiguas. [1,2]. En los momentos actuales existen problemas que afectan la fabricación de Torres Eólicas tales como: la falta de tecnologías adecuadas para la fabricación de las mismas, una fuerza de trabajo capaz de asimilar en breve estas tecnologías, influencia en el desnivel alcanzado por los principales países desarrollados productores de equipos [5,6]

En el Ministerio de la Industria Sideromecánica le fue asignada esta tarea y las posibilidades de la industria nacional para la fabricación de torres de aerogeneradores. donde hoy toda nuestra producción sería absorbida por la demanda nacional, siendo nuestra fabrica la seleccionada para asumir esta responsabilidad por los demás organismos que rectoran este programa. ([1,2]

En la empresa Planta Mecánica de Villa Clara se ejecutará la fabricación de torres para Aerogeneradores que pertenece al Grupo Industrial GBK, consiste en hacer un taller para la fabricación de torres eólicas para ello se aprovechan estructuras y locales existentes a los cuales se le hará un reacondicionamiento en su interior y se le montarán maquinarias fundamentalmente para las áreas de calderería y terminación de la superficie. [5,6]

La idea de la creación de este taller está dada por altos costos de transportación de este tipo de producto, de gran diámetro y longitud, así como la adquisición de un Know How de gran importancia para el país toda vez que podríamos fabricar nuestras propias torres en un futuro y brindar el servicio de fabricación para otras firmas extranjeras que deseen hacer negocios de este tipo en el área del caribe y continental. [3,4]

Los equipos a instalar en su gran mayoría pueden utilizarse en otras producciones (tanques, recipientes a presión etc.) y tienen una productividad superior a los hoy instalados.[3,4]

2. Materiales y métodos

2.1.1. Principales procesos que intervienen en esta producción

La secuencia de los procesos tecnológicos principales que intervienen en esta producción son:

1. Corte y Biselado de las planchas de acero.
2. Roleado de la plancha cortada.
3. Soldadura eléctrica en el exterior e interior de las virolas de la torre.
4. Ensamble por soldadura de las virolas para conformar las secciones.
5. Conformado en caliente de las bridas y soldadura a tope por fusión de los extremos. Otra opción: aros forjados en caliente.
6. Maquinado de las bridas.

7. Soldadura de bridas en las virolas extremas.
8. Soldadura de las secciones para conformar los tramos.
9. Preparación de superficie: desengrasado, sand blasting, pre-metalizado y pre-calentamiento.
10. Metalizado de la superficie exterior e interior por tramo.
11. Pintura exterior e interior de cada tramo.
12. Montaje de puerta, escalera, plataformas, barandillas, armarios, etc.
13. Expedición y transporte.

2.1.2. Corte y Biselado de las planchas de acero.

En esta primera etapa del proceso se realiza el corte y biselado de las planchas manual, ya que el mismo no lleva gran complejidad a la hora de su realización, siendo este un paso primordial para los procesos que le preceden y que de la calidad y precisión del mismo dependen los demás. [7]

2.1.3. El corte se hace manual y por CNC. Se solicita una inversión de una maquina CNC de corte.

Esta operación debe realizarse de forma manual, ya que la misma no conlleva a complicación alguna en cuanto al corte, si se el operario debe tener presente siempre que se debe trabajar con sumo cuidado a la hora de realizar este proceso ya que de el dependen los demás procesos que le preceden, y si no se tiene cuidado y calidad en el mismo esa pieza no puede continuar a los procesos que le siguen. [7]

2.1.4. Roleado de la plancha cortada.

En Planta Mecánica no se dispone de una roleadora de precisión que garantice los parámetros dimensionales de las virolas y los tiempos mínimos de producción. [7]

Se requiere la adquisición de una roleadora digital para elaborar troncos de conos con la precisión y calidad que se requiere para este proceso.

2.1.5. Soldadura eléctrica en el exterior e interior de las virolas de la torre

- Soldadura a penetración total corrida bajo fundente. Se requiere la adquisición de estos equipos nuevos de soldar ya que para este proceso se necesita trabajar con equipamiento tecnológico adecuado para poder realizar el trabajo con la calidad que se requiere. [1,2]

- Los medios y procedimientos de soldadura deben estar homologados con una entidad clasificadora independiente. [7]

- Las características del metal depositado (límite elástico, resiliencia y alargamiento) serán como mínimo igual a las del metal base. [7]

2.1.6. Soldadura automatizada bajo fundente del cordón longitudinal exterior e interior.

Se solicita adquirir 3 equipos nuevos de soldar bajo fundente para Planta Mecánica, ya que la empresa no cuenta con equipamiento adecuado de este tipo de tecnología para realizar este proceso que requiere de mucha calidad y precisión. [7]

2.1.7. Ensamble por soldadura de las virolas para conformar los tramos:-

Soldadura longitudinal alternativa a 180° y 0° del eje de la puerta.

-Los desalineamientos admisibles en las soldaduras de virolas es < 3 mm en iguales espesores y < 1,5 mm en diferentes espesores.

En este proceso es necesario que la soldadura se realice con calidad y seguridad, ya que aquí es donde se conformarían los tramos de las torres. [7]

2.1.8. Verificación de las soldaduras:

Los equipos y medios mas usados en las verificaciones de los cordones de soldadura que dispone Planta Mecánica son:

- Ultrasonido: calidad de laminados y grietas profundas en soldadura.
- Rayos X: comprobación de grietas profundas en soldadura.
- Flujo magnético: determinación de grietas superficiales en soldadura.
- Líquidos penetrantes a colores: grietas superficiales en soldadura.

Con estos equipos y medios que disponemos en la empresa son fiables para la verificación de las soldaduras. [7]

2.1.9. Conformado en caliente de las bridas y soldadura a tope por fusión de los extremos. Otra opción: aros forjados en caliente.

En este proceso podemos conformar las bridas en el país pero adquiriendo la tecnología adecuada al mismo o de lo contrario realizar las siguientes operaciones: [7]

- Importar semiproducto por inexistencia de tecnología en el país.
- Estudiar posibilidad de solución dentro del país o importar tecnología.

2.1.10. Maquinado de las bridas

En el maquinado de las bridas se tiene que realizar de la siguiente forma:

- Las bridas de una misma unión taladradas conjuntamente.
- La planitud de los extremos de cada tramo debe garantizar el asiento circunferencial mínimo, por el diámetro exterior de las bridas de dos tramos yuxtapuestos, previo al atornillado y una vez metalizado.

2.1.11. Soldadura de bridas en las virolas extremas

La soldadura de bridas en las virolas extremas es un proceso muy importante en el cual debe prestarse una especial atención resultando que:

Fase crítica, en la que debe prestarse especial atención a las deformaciones (abolladuras de las virolas, alabeo de las bridas, contracción del diámetro de unión entre brida y virola) que pueden introducirse por relajamiento de tensiones de soldadura; en este punto es importante tener en cuenta tanto el método utilizado en la ejecución de las soldaduras como el método utilizado para metalizar. [7]

2.1.12. Soldadura de las secciones para conformar los tramos.

En la soldadura de las secciones para conformar los tramos debemos tener presente:

- Los puntos de referencia de las dos bridas de cada tramo y el eje de simetría vertical del marco de la puerta, deben de coincidir en la misma generatriz.
- Esta operación requiere de dispositivos rotatorios montados en vía de raíles. Dispositivos rotatorios sobre línea férrea.

- Se solicita un dispositivo de estos.

2.1.13. Preparación de superficie:

Para la preparación de la superficie de las torres se procede a realizar las siguientes operaciones que son tan importantes como los procesos anteriores, de esta operación depende mucho la calidad de la superficie de las torres para su posterior metalizado:

- Desengrasado, sand blasting, pre-metalizado y pre-calentamiento.
- Se solicita un equipo de sand-blasting para la limpieza de la superficie. [7]

2.1.14. Metalizado de la superficie exterior e interior por tramo:

Se necesita realizarle el metalizado a estas superficies exteriores e interiores para evitar la corrosión en la superficie de las torres y para su mayor durabilidad o ciclo de vida, ya que las mismas requieren de algunas condiciones especiales en cuanto a su configuración: [7]

- El metalizado es una capa de zinc o aluminio con arco, llama o plasma con un espesor de 100 micras.
- Se propone la adquisición de un sistema de metalizado.

2.1.15. Pintura exterior e interior en cada tramo:

La pintura de los exteriores e interiores en cada tramo se realiza de la siguiente forma:

Pintura exterior:

- Primaria, 2 capas de pinturas diferentes = 80 μ k
- Intermedia, 2 capas de pinturas diferentes = 120 μ k
- Acabado, 2 capas de pinturas diferentes = 80 μ k

Pintura interior:

- Primaria, 2 capas de pinturas diferentes = 150 μ k
- Intermedia, 2 capas de pinturas diferentes = 200 μ k
- Acabado, 2 capas de pinturas diferentes = 80 μ k

2.1.16. Montaje de todos los componentes internos de las torres:

El montaje de los componentes internos de las torres se realiza después de concluida la pintura que es el proceso final:

Se hace el montaje de la Puerta, escalera, plataformas, barandillas, armarios, etc. Todo el montaje de los componentes internos de las torres es el último proceso para dar el acabado final a las mismas.

Como se puede decir este proceso se debe llevar a cabo con mucha atención, precisión y cuidado, ya que del mismo depende la seguridad de los hombres a la hora de darle mantenimiento a estas torres, depende también de este proceso la durabilidad de las mismas. [7]

2.1.17. Lugar de almacenamiento de las torres:

Contamos con un amplio lugar para el almacenamiento de las torres, donde se puede tener acceso para el movimiento de las mismas por diferentes vías, ya sea por ferrocarril o por carretera, siendo Planta Mecánica un punto muy importante y estratégico en estas producciones, por quedar en el centro del territorio, y pudiéndose tener acceso a estas por las diferentes vías para el suministro a todo lo largo del país. [1]

3 .Resultados

3.1. Resultado del estudio realizado

Para el caso de Planta Mecánica simboliza un gran reto debido que no solo tendríamos que adquirir las máquinas para el proceso de fabricación y ensamblaje de las torres, sino que además mejoraríamos nuestro parque de equipos e incluida una gran mejora en la calidad de nuestro producto final.[1] Con la implementación de este proyecto se podrá fabricar torres eólicas a razón de 32 en el primer año, 64 para el segundo y 72 para los restantes, sufragando así gran parte de la demanda nacional y dando posibilidades a exportar para la obtención de divisas para la retroalimentación de materias primas y así poder seguir el ciclo productivo.

3.1.2. Comparación de costos de las torres

CONCEPTO		COSTO (USD)
TORRES DE 55m IMPORTADAS GAMESA GIBARA	6 Virolas de cimentar.+Flete CIF MOA	\$225.000,00
	6 torres CIF Carúpano desde México	\$1.327.500,00
	TOTAL IMPORTADO 6 TORRES	\$1.552.500,00
	COSTO x TORRE	\$258.750,00
	COSTO X METRO	\$4.704,54

TORRE 67.5 m (ECOTECNIA) Desde México	COSTO x TORRE	\$317.520,00
PLANTA MECÁNICA	COSTO X METRO	\$137.852,00
	COSTO x TORRE	\$2.042,37
AHORRO	POR TORRE	\$179.668,00
	POR X METRO	\$2.662,17

4. Conclusiones

4.1. - El proyecto brinda la oportunidad de que Cuba se inserte en el mercado mundial, y ofertar este producto principalmente a los países signatarios del ALBA. Satisfacer la demanda nacional y ahorrar miles de pesos en las importaciones de las mismas. A través de las Exportaciones ingresar al país alrededor de 44,305 400.00 de USD en los cinco años de vida del proyecto.

4.2. El estudio de las posibilidades objetivas de Planta Mecánica y la industria nacional, por sus recursos tecnológicos y humanos disponibles, para la producción de las torres tubulares de forma tronco cónicas de acero, diversifica la oferta al mercado con la introducción de un nuevo renglón dentro del marco de las exportaciones en Cuba.

5. Referencias bibliograficas

1. Estudio tecnológico de la empresa sobre diseño y fabricación de torres eólicas. Octubre 2007
2. Manual para la preparación de Estudios de Viabilidad Industrial de la ONUDI.
3. Manual para la preparación y presentación de proyectos de inversión del MIDEPLAN de Chile.
4. Resolución 91 Proceso Inversionista para las industrias.
5. Metodología del Ministerio de Economía y Planificación(MEP)
6. NRSM 7:81 Control de la calidad. Control de los procesos