

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

**Adecuaciones estructurales para plataforma de la enrolladora de cable de
acero**

TECN-007

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

Tecnología superior en mecatrónica

Presentado por:

Jorge Luis Merino Galarza

Félix Ernesto Gonzabay Caicedo

Guayaquil - Ecuador

Año: 2025

Dedicatoria

Es realmente emotivo para mi poder dedicar esta etapa de mi vida a dos personas muy especiales en mi vida. A mi madre, Pilar Galarza Ponce, por ser parte fundamental de mi crecimiento personal, por su amor incondicional y su apoyo constante y recordarme que siempre todo esfuerzo tiene una recompensa. A mi hermana, María Merino Galarza, por ser mi modelo profesional e inspirarme siempre que todo con sacrificio se puede alcanzar, y a mi familia, por su paciencia y comprensión durante todo este proceso. Este trabajo es tan suyo como mío, es un reflejo de todo lo aprendido y superado durante el periodo de este maravilloso aprendizaje.

¡Gracias Totales ¡

Merino Galarza Jorge Luis.

Agradecimientos

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han sido parte de este proceso y que, con su apoyo, contribuyeron de manera importante a la culminación de este. En primer lugar, agradezco profundamente a mi empresa formadora y la institución académica “ESPOL”, por creer en mis capacidades y potenciar mis conocimientos. A mis directores: José Gabriel Martínez Barre y Jiménez Carrera Daniel Celso, por su orientación constante, su paciencia y su invaluable apoyo académico durante todo el desarrollo de este proyecto. Finalmente, agradezco a mi familia, compañeros de trabajo y de carrera, por la motivación constante y apoyo incondicional.

Gracias de todo corazón a todos los que han sido parte de este viaje académico.

Merino Galarza Jorge Luis.

Dedicatoria

A Dios, por darme fuerza y la sabiduría y por sostenerme cuando más lo necesitaba. Dedico este proyecto a mi Padre, que ya no está físicamente, pero siento su presencia cada instante de mi vida, a él le debo todo el ejemplo y los estricto que fue en mi crianza, aunque no pueda acompañarme en estos momentos sé que este donde este, celebra este título conmigo. de igual manera a mi amada madre, pues sin ella esto no sería posible, ella fue la persona que me impulsó a tomar este gran reto. Siempre llevo en mente que nada es imposible y que todo se puede alcanzar con gran empeño. Ya a un paso de convertirme en tecnólogo, no ha sido fácil, pero tampoco complicado, así que sigo esforzándome diariamente para estar aquí donde estoy hoy en día.

Gonzabay Caicedo Félix Ernesto.

Agradecimientos

Deseo utilizar este instante para manifestar mi más profundo agradecimiento a la empresa formadora, a mis colegas y a los líderes que componen el equipo. Me siento muy agradecido por la oportunidad que me han proporcionado para desarrollarme profesionalmente y por el entorno laboral tan positivo y cooperativo que todos aportan cada día. Cada uno de mis tutores y técnicos ha representado una inspiración, y la colaboración en equipo ha resultado fundamental para afrontar retos y lograr objetivos. Agradezco su confianza, su constante respaldo y la oportunidad de adquirir conocimientos y continuar con mi crecimiento profesional. Estoy orgulloso de pertenecer a esta primera cohorte como lo es el proyecto UAFFT que aprecia y cree en los jóvenes de mi parroquia. Valoro profundamente a cada uno de ellos por hacer que esta experiencia sea tan significativa.

Gonzabay Caicedo Félix Ernesto.

Declaración Expresa

Nosotros: Jorge Luis Merino Galarza y Félix Ernesto Gonzabay Caicedo, acordamos y reconocemos que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique a los autores que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, miércoles 09 de octubre del 2024.



Merino Galarza Jorge Luis



Gonzabay Caicedo Félix Ernesto

EVALUADORES

MSC. JIMÉNEZ CARRERA CELSO

DANIEL

Profesor de Materia

MSC. MARTÍNEZ BARRE JOSÉ

GABRIEL

Tutor de proyecto

RESUMEN

En el siguiente documento se redacta los trabajos realizados en un equipo enrollador de cable de acero denominado “remolque” designación OTH-27, el cual, tiene como fin destinado el soportar y trasladar mediante tambores los cables de acero de varias dimensiones, para ser utilizado como dispositivo de trabajos en cambios de cables de izaje para grúas portacontenedores de muelle. Se ejecutó trabajos de ampliaciones estructurales mediante procedimiento de soldadura eléctrica y oxicorte, se utilizó materiales resistentes, se modificó la base y se soldó de manera simétrica las planchas corrugadas en los extremos, tubos circulares construidos a modo de resguardo en su alrededor, adicional se instaló señaléticas y cintas de seguridad para mejorar la visibilidad y disponibilidad del equipo. También se reforzó la superficie con plancha de acero al carbono, se realizó procedimiento de lijado y pintado aplicando pintura anticorrosiva para el control de corrosión debido al ambiente salino. En este proyecto integrador se realiza la comparación del diseño actual con el anterior, en conclusión, se evidencia que el modelo actual incrementa en gran medida la seguridad operativa y resistencia de la plataforma, los pasillos amplios y resguardos evitan el contacto con el enrollador al momento de girar el tambor, así mismo la parte estructural es más tenaz mediante el uso de materiales resistentes a la corrosión como el recubrimiento anticorrosivo.

Palabras claves: estructura de plataforma, enrollador de cable, cambios de cables, proyecto integrador y OHT-27.

ABSTRACT

The following document describes the work carried out on a steel cable winding equipment called “trailer” designation OTH-27, which is intended to support and transport steel cables of various dimensions by means of drums, to be used as a work device for changing lifting cables for dock container cranes. Structural expansion work was carried out using electric welding and oxy-cutting procedures, resistant materials were used, the base was modified and the corrugated plates at the ends were symmetrically welded, circular tubes built as a protection around them, additional installations were made. signage and safety tapes to improve the visibility and availability of the equipment. The surface was also reinforced with a carbon steel plate, a sanding and painting procedure was carried out, applying anticorrosive paint to control corrosion due to the saline environment. In this integrative project, a comparison of the current design with the previous one is made, in conclusion, it is evident that the current model greatly increases the operational safety and resistance of the platform, the wide aisles and guards prevent contact with the reel at the moment. rotating the drum, likewise the structural part is tougher through the use of corrosion-resistant materials such as anticorrosive coating.

Keywords: platform structure, cable reel, cable changes, integrative project and OHT-27.

ÍNDICE GENERAL

Evaluadores	VII
Resumen	VIII
Abstract.....	IX
Índice general	X
Abreviaturas.....	XII
Simbología.....	XIII
Índice de figuras	XIV
Índice de tablas	XV
ÍNDICE DE PLANOS.....	XVI
Capítulo 1	17
1.1 Introducción	18
1.2 Descripción del problema.....	19
1.3 Justificación del problema.....	19
1.4 Objetivos	20
1.4.1 Objetivo general.....	20
1.4.2 Objetivos específicos	20
1.5 Marco teórico	20
1.5.1 Definición y función de una transportadora de cable de acero.....	21
1.5.2 Estructura de metal en las transportadoras de cables de acero	22
1.5.3 Componentes principales de la estructura.....	23
1.5.4 Base de la transportadora	23
1.5.5 Tambor de almacenaje de cable.....	23
1.5.6 Materiales utilizados en la estructura metálica	24
1.5.7 Avances estructurales en las transportadoras de cables de acero	24
1.5.8 Resistencia al desgaste.....	25
1.5.9 Componentes principales	25

1.5.10 Esfuerzos en la carreta	25
1.5.11 Normativas y Estándares Relacionados	26
Capítulo 2	27
2.1 Metodología	28
2.2 Diagnóstico de la estructura inicial	28
2.3 Identificación de acciones de mejora	30
2.4 Implementación	31
2.4.1 Refuerzo de la estructura principal	32
2.4.2 Preparación de la superficie	33
2.4.3 Mejoras en componentes de seguridad	34
2.4.4 Sistemas de protección contra la corrosión.....	34
2.4.5 Aplicación de la pintura.....	35
Capítulo 3	36
3.1 Resultados y análisis	37
3.1.1 Modificación estructural	37
3.1.2 Refuerzo de la estructura principal	37
3.1.3 Mejoras en los dispositivos de seguridad	39
3.1.4 Protección contra la corrosión	40
3.1.4 Ampliación final de la plataforma	41
3.1.5 Adecuación finalizada.....	41
Capítulo 4	42
4.1 Conclusiones y recomendaciones.....	43
4.1.1 Conclusiones.....	43
4.1.2 Recomendaciones	44
Referencias	46
Apéndice A.....	47

ABREVIATURAS

ASTM	American Society for Testing and Materials
ASME	American society mechanical engineer
AWS	American welding society
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
NACE	National Association of Corrosion Engineer
SMAW	Shielded metal arc welding
ISO 3834	International organizations for standardizations

SIMBOLOGÍA

C	Carbono
m	Metro
mm	milímetro

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Tambor de almacenaje de cable -----	24
Figura 2 Carreta transportadora de cable de acero -----	25
Figura 3 Se ilustra la corrosión en el sistema -----	29
Figura 4 Falta de implementos de seguridad -----	29
Figura 5 Se ilustra desprendimiento de pintura y oxidación-----	30
Figura 6 Ampliación lateral de la carreta -----	33
Figura 7 Preparación de superficie -----	33
Figura 8 Elementos de seguridad-----	34
Figura 9 Aplicación de antioxidante -----	35
Figura 10 Pintura y equipo a utilizar con equipo pulverizador-----	35
Figura 11 Secciones laterales inicial -----	37
Figura 12 Ampliación de secciones laterales -----	38
Figura 13 Soldado de rodapiés antes y después -----	38
Figura 14 Armado de mecanismos -----	39
Figura 15 Colocación de refuerzo y pintado-----	39
Figura 16 Colocación de cinta reflectiva y señalética -----	40
Figura 17 Pintado general de la carreta-----	40
Figura 18 Estructura inicial -----	41
Figura 19 Estructura después del pintado y finalizado -----	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Esfuerzos más relevantes del sistema.....	26
Tabla 2 Tabla de procesos	28
Tabla 3 Problemas encontrados con la estructura inicial.....	28
Tabla 4 Materiales empleados y función.....	31
Tabla 5 Dimensiones generales de la adecuación.....	32

ÍNDICE DE PLANOS

Plano 1 Plano general de la estructura enrolladora de cable de acero	22
Plano 2 Plano de ampliación de remolque.....	22
Plano 3 Plano vista lateral	23

CAPÍTULO 1

1.1 Introducción

Las estructuras enrolladoras de cable de acero son componentes fundamentales en las terminales portuarias, desempeñando un rol esencial en la manipulación del cable de acero utilizado para las operaciones de carga pesada dentro de la terminal. En este caso, se tiene una estructura que, por lo largos de los años de servicio, ha comenzado a mostrar varios problemas que afectan tanto su funcionalidad como la seguridad de los técnicos al operar en ella. Entre los principales inconvenientes se destaca la corrosión de los componentes metálicos, lo que genera dificultades para moverla hacia el área del muelle. Esto impacta directamente su desempeño y capacidad operativa.

Con el paso del tiempo, la estructura metálica ha sufrido desgaste por el uso constante durante las maniobras de carga y descarga, así como por las vibraciones de los equipos móviles. Este deterioro, sumado a la falta de un mantenimiento preventivo adecuado, ha generado deformaciones en algunas partes de la estructura, lo que aumenta la probabilidad de fallos. Mantener la estructura en buen estado es crucial para asegurar un funcionamiento eficaz y seguro en su totalidad.

Lo que se pretende en este proyecto es abordar resolver estos desafíos mediante un enfoque integral, que no solo identifique los problemas estructurales presentes, sino que también proponga soluciones correctivas y preventivas que optimicen el funcionamiento de la estructura. Para ello, se necesita un análisis detallado de la estructura enrolladora, evaluando los distintos factores que puedan afectar su desempeño y seguridad. A partir de este estudio, se puede desarrollar propuestas específicas para la adecuación y mejora de la estructura metálica.

1.2 Descripción del problema

La carreta transportadora de cable de acero, aunque fue diseñada para facilitar el manejo y transporte del cable dentro de la terminal portuaria, presenta varios problemas que afectan su desempeño y seguridad en el día a día. Uno de los principales problemas está relacionado por la falta de una adecuada protección y sujeción del cable durante el transporte. Este problema se agrava cuando el cable se ve sometido a tensiones constantes y movimientos repetidos, lo que puede provocar deformaciones o daños en su estructura.

Uno de los problemas más críticos detectados en esta estructura de la enrolladora es la corrosión en las uniones entre las vigas y los pisos de la estructura metálica, así como las perforaciones visibles, esta corrosión es un problema directo para la seguridad de los técnicos, ya que puede provocar problemas estructurales adicionales, ya sea durante, antes o después de su operación.

A este problema de la corrosión se suman otros factores como el desarme en las partes interiores y exteriores de la estructura metálica, estos problemas contribuyen a la inestabilidad de la enrolladora, lo que representa una amenaza significativa para su uso a largo plazo, las tensiones adicionales causadas por las vibraciones de los equipos móviles y las condiciones climáticas extremas, como la salinidad, aumenta aún más los riesgos, ya que los componentes de la enrolladora, como el tambor de enrollado pueden presentar fallos prematuros bajo estas condiciones.

1.3 Justificación del problema

La enrolladora de cable de acero es una herramienta fundamental en diversas operaciones en la terminal portuaria, especialmente en el manejo de cables utilizados para tareas críticas como el levantamiento de cargas pesadas.

A pesar de haber sido construida y probada conforme a los controles de calidad, factores como el desgaste y condiciones de trabajo han comprometido la integridad de la estructura enrolladora, esto pone en riesgo la seguridad de los técnicos y la vida útil de la estructura, por lo antes mencionado, es necesario mejorar la estructura de la enrolladora de cable de acero para garantizar la seguridad de los técnicos y alargar la vida útil.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Implementar ampliación de la estructura de una enrolladora de cable de acero de igual manera reducir el desgaste de piezas, garantizando una mayor durabilidad y tener mayor seguridad en su uso

1.4.2 Objetivos específicos

- Analizar la estructura actual de la enrolladora de cable de acero para identificar limitaciones y áreas de mejora en términos de funcionalidad y seguridad.
- Incorporar soluciones que resuelvan las limitaciones actuales del equipo.
- Revisar el impacto de la modificación estructural en el desempeño operativo y la seguridad.
- Comparar la estructura original con la nueva en cuanto a durabilidad y seguridad operacional.

1.5 Marco teórico

Las estructuras metálicas para enrolladoras de cable de acero son un componente esencial para el manejo, transporte y almacenamiento de cables, habiéndose desarrollado soluciones avanzadas en su diseño y fabricación que optimizan las operaciones dentro de la terminal portuaria.

El empleo de cables de acero para las operaciones con grúas pórtico ha experimentado un notable incremento en la demanda en los últimos años, debido a su alta capacidad de carga y su

gran resistencia en la industria portuaria, uno de los avances más significativos ha sido el desarrollo por parte de la empresa fabricante del cable de acero que es de ultra alta resistencia, este cable innovador ha sido diseñado con el objetivo de mejorar la capacidad de elevación de cargas pesadas, lo cual es fundamental para optimizar las operaciones de grúas en terminales portuarias y otros entornos industriales a gran escala.

El nuevo cable de fibra de acero cuenta con una combinación única de materiales que otorgan mayor resistencia al desgaste y a la fatiga, lo que lo convierte en una opción ideal para levantar cargas pesadas, asimismo, la reducción en el peso del cable facilita tanto su manipulación como su almacenamiento, sin comprometer su resistencia ni capacidad de carga, esta innovación permite a las grúas y otros equipos de elevación operar de manera más eficiente y segura, aumentando su productividad y reduciendo el riesgo de fallos operativos.

Ante la creciente necesidad de infraestructuras más robustas y eficientes para el transporte de mercancías y materiales pesados, la innovación en cables de acero y fibra de alta resistencia se presenta como un elemento clave para mantener la competitividad en el sector, este tipo de tecnologías avanzadas no solo incrementa las capacidades de las grúas, sino que también ayuda a reducir los costos operativos y mejora la seguridad en las operaciones de carga y descarga en puertos y otros entornos industriales.

1.5.1 Definición y función de una transportadora de cable de acero

Las transportadoras de cables de acero son sistemas compuestos por equipos diseñados para mover, almacenar y transportar cables de acero de forma segura y eficiente, minimizando el riesgo de daños, este tipo de estructura es indispensable en las terminales portuarias, donde se maneja cable de acero de alta durabilidad.

La función principal de estas transportadoras es garantizar que los cables de acero se movilicen, enrolen y almacenen de manera adecuada, evitando alteraciones, enredos o daños

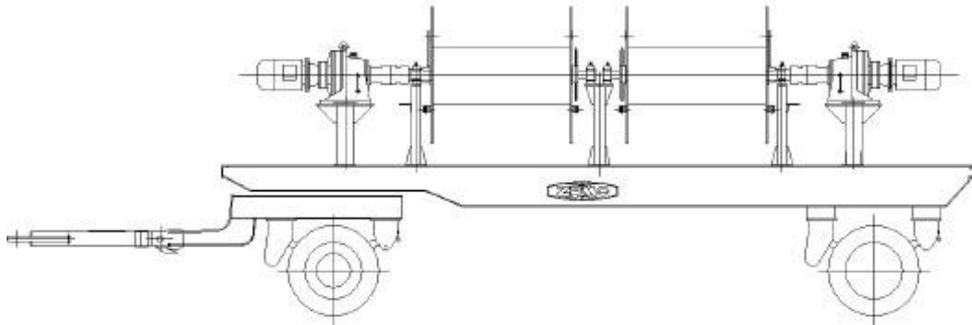
que puedan afectar su desempeño, estas transportadoras deben ser capaces de operar de forma continua, garantizando tanto su rendimiento como la seguridad dentro de la terminal.

1.5.2 Estructura de metal en las transportadoras de cables de acero

Estas deben ser robustas para soportar las cargas pesadas asociadas con el cable, resistir las tensiones generadas durante su movimiento y asegurar la durabilidad y seguridad del sistema en general, a continuación, se muestra el plano 1, 2 y 3 de la estructural inicial de la plataforma.

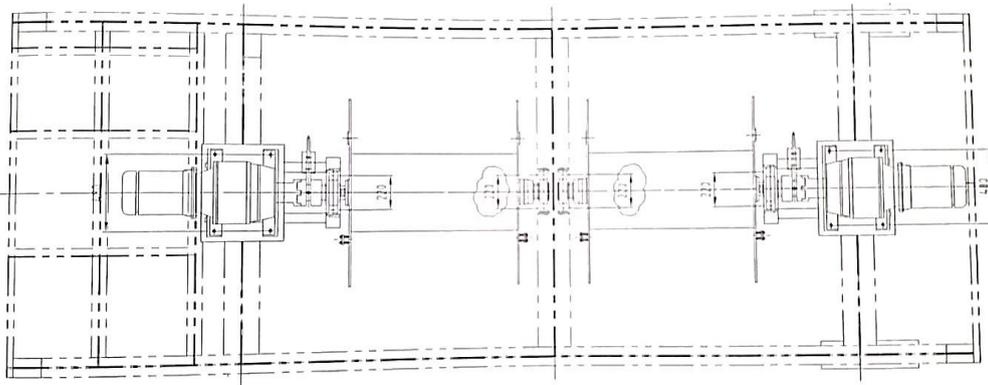
Plano 1

Plano general de la estructura enrolladora de cable de acero



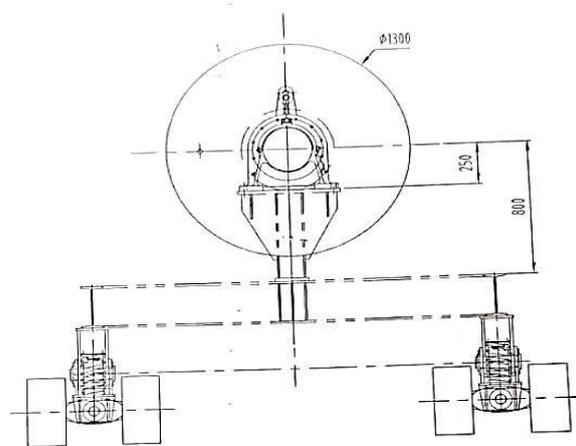
Plano 2

Plano de ampliación de remolque



Plano 3

Plano vista lateral



1.5.3 Componentes principales de la estructura

La estructura de metal de las transportadoras de cables de acero consta de varios componentes clave que funcionan en conjunto para garantizar un funcionamiento adecuado del sistema, estos componentes incluyen:

1.5.4 Base de la transportadora

El soporte o base es el componente fundamental que sostiene todos los elementos de la transportadora, este componente es crítico para la estabilidad del sistema, ya que debe ser capaz de soportar tanto el peso del cable como su almacenamiento, la base está fabricada con materiales de alta resistencia, como acero inoxidable, lo que asegura su durabilidad frente a condiciones climáticas adversas.

1.5.5 Tambor de almacenaje de cable

El sistema de almacenamiento o bobinado es el encargado de enrollar el cable de acero una vez que ha sido transportado, este sistema debe ser capaz de manejar cables de gran peso y longitud, asegurando que el enrollado se realice de manera ordenada, evitando que el cable se enrede o dañe durante el proceso, tal como se muestra figura 1.

Figura 1*Tambor de almacenaje de cable**1.5.6 Materiales utilizados en la estructura metálica*

Los materiales utilizados en la fabricación de la estructura de cable de acero son cruciales para garantizar la fuerza y durabilidad del sistema, la estructura metálica está construida principalmente con acero de alta resistencia, lo que permite soportar las tensiones generadas durante el movimiento del cable, el acero se somete a recubrimiento para evitar la corrosión y el desgaste, lo que extiende la vida útil de la estructura.

1.5.7 Avances estructurales en las transportadoras de cables de acero

En la figura 2 se muestra la estructura de cable de acero, la cual está diseñada para reducir al mínimo el desgaste de los componentes metálicos, la elección de materiales de alta calidad combinada con un diseño optimizado de los rodillos, poleas y otros componentes, permite que las transportadoras manejen grandes cantidades de cable sin sufrir desgastes significativos en el corto plazo.

Figura 2*Carreta transportadora de cable de acero**1.5.8 Resistencia al desgaste*

Los recubrimientos avanzados y el uso de materiales de alta resistencia, como pinturas anticorrosivas en las partes estructurales de la transportadora, permiten una mayor resistencia al desgaste y la corrosión, estos avances contribuyen a una mayor vida útil del equipo, reduciendo la necesidad de mantenimiento frecuente y asegurando la fiabilidad de las operaciones.

1.5.9 Componentes principales

Entre los componentes del sistema se encuentran:

- Tambor enrollador.
- Motor y sistema de transmisión.
- Estructura de soporte (principalmente acero ASTM A36).
- Sistema de guía y tensión del cable.

1.5.10 Esfuerzos en la carreta

Los principales esfuerzos se presentan en la tabla 1.

Tabla 1*Esfuerzos más relevantes del sistema*

Tipo de esfuerzo	Ubicación
Esfuerzo de tracción	En cable durante al manipular cargas.
Esfuerzo cortante	En los puntos de apoyo y unión estructural.
Esfuerzos de flexión y compresión	En los elementos estructurales debido al peso propio y las cargas externas.

1.5.11 Normativas y Estándares Relacionados

La adecuación estructural de equipos portuarios debe regirse por normativas internacionales y nacionales. Entre las más relevantes se encuentran:

- ISO 4301: Clasificación de grúas por tipo y condiciones de servicio.
- ASME B30.9: Requisitos para cables y sistemas de izaje.
- ASTM y AWS D1.1: Normas para materiales y soldadura estructural.

CAPÍTULO 2

2.1 Metodología

En la siguiente tabla se muestra el proceso la cual constó de las siguientes etapas:

Tabla 2

Tabla de procesos

Etapas	Acción
1. Diagnóstico de la estructura.	Identificar los problemas de seguridad y resistencia mecánica.
2. Identificación de acciones de mejora.	Toma de decisiones para implementar la estructura.
3. Implementación.	Ejecutar las acciones definidas por pasos previos.

2.2 Diagnóstico de la estructura inicial

Esta etapa consistió en realizar un análisis de la estructura actual de la carreta enrolladora de cable, la inspección visual reveló varias limitaciones y fallas que afectaban el rendimiento y la seguridad del equipo, los hallazgos más importantes se representan en la tabla 3:

Tabla 3

Problemas encontrados con la estructura inicial

Corrosión.	La estructura metálica de la carreta presentaba corrosión avanzada en varias partes claves.
Espacios de manipulación reducida.	Se identifica espacios con limitaciones y poco accesibles.
Desajustes de elementos.	Se identificó un desajuste de poleas motriz y los rodamientos de los ejes.
Cintas reflectivas.	Inexistente.
Deterioro funcional y estético.	Pintura desprendida.

Los problemas de **la tabla 3** se indican desde la figura 3 hasta la 5.

Figura 3

Se ilustra la corrosión en el sistema



Figura 4

Falta de implementos de seguridad



Figura 5

Se ilustra desprendimiento de pintura y oxidación

**2.3 Identificación de acciones de mejora**

Con base en la inspección se procedió a identificar qué acciones debían realizarse para solucionar los problemas, se enlistó los materiales y herramientas para dejar el sistema en condiciones operativas, en la tabla 4 se muestran los materiales usados.

Tabla 4*Materiales empleados y función*

Elementos para utilizar	Uso
Electrodo 6011.	En zonas averiadas e instalación de planchas nuevas.
Planchas corrugadas (antideslizante).	Acero al carbono de 6 mm de espesor.
Lijas #80.	Se preparó las partes soldadas previo a aplicación de pintura.
Pintura anticorrosiva.	2 litros para dos carretas portan cables.
Decapante de pintura.	Se aplica este producto para que la pintura se desprenda de manera rápida y eficiente.
Cinta reflectiva 3 M.	Se instala cintas reflectivas para mejorar la visibilidad en la traslación del equipo.
Letrero de operatividad.	Indicativo si el equipo se encuentra fuera de servicio o está operativo.
Tubo redondo.	De 1 pulgada de diámetro y ¼ de pulgada de espesor.
Ángulos.	De 6x3 mm en acero al carbono.

2.4 Implementación

Se tomaron en cuenta acciones con la finalidad de resolver los problemas identificados en etapas previas, de manera general, las adecuaciones buscaron mejorar tanto la eficiencia operativa como la seguridad.

2.4.1 Refuerzo de la estructura principal

Se colocaron puntos de soldadura y elementos de unión para reforzar las áreas más afectadas por la corrosión y el desgaste, se incorporaron refuerzos metálicos en las zonas críticas que soportan las mayores tensiones, las dimensiones se detallan en la tabla 5.

Tabla 5

Dimensiones generales de la adecuación

Materiales	Dimensiones
Plancha antideslizante.	Varia secciones de corte.
Longitud de la plataforma.	7150 mm
Ancho de la plataforma.	760 mm
Alto de las barandas.	1000 mm
Letrero informativo.	220 mm ancho x 290 mm alto.
Cercos laterales 2.	660 mm ancho x 1000 mm alto.
Rodapié.	150 mm
Distancia entre tubos.	850 mm
Tubería central.	500 mm
Ángulos inferiores.	800 mm

Se realizaron cortes de planchas de diferentes medidas, ajustando cada sección en los laterales del bastidor principal, se moldeó un pasillo de ambos lados para poder desplazarse de manera segura al momento de ejecutar trabajos de cambio de cables, adicional, se realizó el pulido de soldadura y secciones con asperezas, se muestra ampliación en la figura 6.

Figura 6

Ampliación lateral de la carreta



2.4.2 Preparación de la superficie

En la figura 7 se muestra la limpieza realizada a la superficie con desengrasante, antioxidante y grata con cerdas de acero, adicional se lijó la superficie con amoladora angular y disco de lija de grano fino.

Figura 7

Preparación de superficie



2.4.3 Mejoras en componentes de seguridad

Se incorporaron señales reflectivas y letreros visibles que indicaran claramente si la carreta está operativa, y si existían condiciones de seguridad específicas que se debían de conocer antes de usar la carreta, estas señaléticas se muestran en la figura 8.

Figura 8

Elementos de seguridad



2.4.4 Sistemas de protección contra la corrosión

Se aplicó recubrimientos antioxidantes en toda la estructura metálica ya que están expuestas a la corrosión debido a la alta salinidad del ambiente, también se realizó el pintado general de la estructura realizando un procedimiento con pintura anticorrosiva amarillo tránsito, tal como se muestra en la figura 9.

Figura 9

Aplicación de antioxidante



2.4.5 Aplicación de la pintura

Se diluyó la pintura según las instrucciones del fabricante, se utiliza compresor el cual se muestra en la figura 10.

Figura 10

Pintura y equipo a utilizar con equipo pulverizador



CAPÍTULO 3

3.1 Resultados y análisis

Las adecuaciones de la estructura de la carreta enrolladora de cable buscaron mejorar su rendimiento y seguridad durante el uso.

3.1.1 Modificación estructural

Con base en los hallazgos obtenidos en la inspección, se procedió a la ejecución de una serie de mejoras estructurales que abordaron los problemas identificados, la adecuación estructural se centró en los siguientes aspectos:

3.1.2 Refuerzo de la estructura principal

Se reforzó las partes más afectadas por la corrosión, también se colocaron refuerzos metálicos en las zonas más solicitadas a cargas, las adecuaciones se ilustran desde la figura 11 hasta la 15.

Figura 11

Secciones laterales inicial



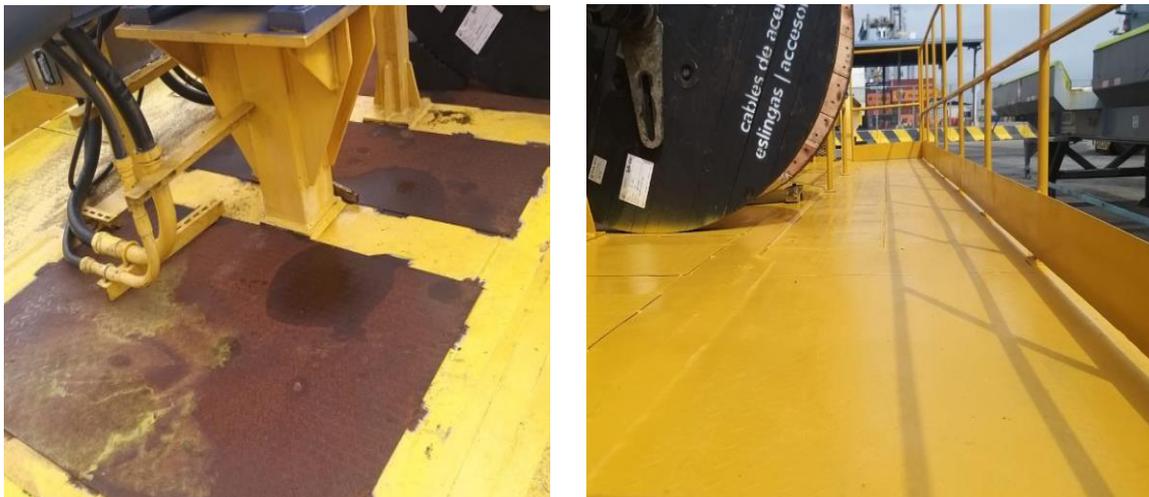
Figura 12

Ampliación de secciones laterales

**Figura 13**

Soldado de rodapiés antes y después



Figura 14*Armado de mecanismos***Figura 15***Colocación de refuerzo y pintado*

3.1.3 Mejoras en los dispositivos de seguridad

Uno de los aspectos fundamentales en la modificación fue la mejora de la seguridad, se incorporaron señales reflectivas en toda la estructura, lo que se facilitó la visibilidad de la estructura, especialmente durante su transporte en condiciones de baja visibilidad o en la noche. Estas implementaciones se muestran en la figura 16.

Figura 16

Colocación de cinta reflectiva y señalética



3.1.4 Protección contra la corrosión

La carreta enrolladora de cable de acero estaba expuesta a un ambiente al aire libre que aceleraba la corrosión, se aplicó recubrimiento antioxidante en toda la superficie metálica, en la figura 17 se evidencia el pintado general utilizando pintura anticorrosiva amarilla tráfico, que además de proteger la estructura, mejoró la visibilidad de la carreta en condiciones difíciles de trabajo.

Figura 17

Pintado general de la carreta



3.1.4 Ampliación final de la plataforma

A continuación, se muestra en la figura 18 la adecuación realizada como medida de refuerzo y de seguridad.

Figura 18

Estructura inicial



3.1.5 Adecuación finalizada

Se muestra en la figura 19 la plataforma finalizada y entregada en estado operativa.

Figura 19

Estructura después del pintado y finalizado



CAPÍTULO 4

4.1 Conclusiones y recomendaciones

4.1.1 Conclusiones

Durante el desarrollo de la adecuación de la plataforma mediante el diseño presentado en el capítulo 2 se toparon temas importantes como la seguridad operacional, la durabilidad y la resistencia al ambiente salino, debido a la necesidad de los usuarios se realiza la propuesta de ampliación en el diseño, por las cuales se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Se realizó inspección y análisis de las condiciones inseguras más relevantes, dado que la operación actual del equipo es reducida y el desplazamiento del operario es limitado, de igual manera se analizó el diseño actual de la estructura de la plataforma para garantizar su desempeño a largo plazo, ya que existen oxidación y partes desoldadas. Además, otro aspecto que se abordó en el análisis es la importancia de la seguridad en el diseño de la carreta en condiciones de trabajo, el uso de este equipo normalmente es de alto riesgo por atrapamiento, los operadores deben tener la seguridad de que la manipulación es confiable.
- En la adecuación de la plataforma se tomó en consideración las secciones de unión y los puntos de soporte que son los más vulnerables a la fatiga y la deformación, por ello se establece la adquisición de materiales de alta resistencia lo que se reforzó estas áreas con materiales más robustos. Estos hallazgos también permiten identificar la importancia de un mantenimiento preventivo en la carreta, ya que las zonas más sometidas a estrés pueden sufrir desgaste con el tiempo, lo que podría generar fallos si no se monitorean adecuadamente. La mejora en la distribución de las cargas a través de una mejor geometría y el uso de materiales compuestos de alta resistencia resultan en una carreta más apropiada, lo que no solo facilitaría su transporte y manejo, sino que también reduciría el esfuerzo necesario para operar el equipo.

- Se logra optimizar su eficiencia en cuanto a seguridad y durabilidad de la plataforma, la elección de la aleación y los recubrimientos anticorrosivos consideró las condiciones ambientales a las que la carreta estará expuesta durante su operación, se implementaron zonas seguras de operación, se adecuaron partes estructurales mejorando su resistencia a las condiciones climáticas existentes en la terminal, también se colocan cintas reflectivas para mejorar la visibilidad en horarios nocturnos y señaléticas indicador de que equipo operativo o fuera de servicio.

La implementación de estos cambios no solo contribuyó a mejorar la eficiencia del equipo, sino que también garantiza su fiabilidad y reduce los riesgos de fallos estructurales, lo que representa un avance significativo en la mejora de la tecnología utilizada en trabajos de remplazo de cables de acero.

La adecuación estructural no es solo un proceso técnico, sino también una inversión en la seguridad y la longevidad de los equipos utilizados en la industria.

4.1.2 Recomendaciones

Al culminar lo planificado en la propuesta se obtienen las siguientes recomendaciones primordiales:

- Se recomienda realizar un plan de mantenimiento preventivo de la plataforma: estado de la estructura y si es necesario pintar, fisura en las uniones, deformaciones y golpes, a fin de llevar acabo un control periódico en base a los requerimientos y disponibilidad del equipo, para de esta manera mantener el elemento en óptimas condiciones operativas y de seguridad.
- Adicional se sugiere la implementación de una cubierta, a fin de ser utilizada en momentos de cambios climáticos o sol extremo, debe tener la capacidad de proteger en todos los sentidos, en muy importante que cuente con sistema de descargas eléctricas y

también que posea sistema de drenaje canaletas o bajantes para ser direccionado a un lugar adecuado evitando el salpiqueo de agua en su alrededor.

- También se recomienda instalar sistemas de anclajes o sistema de frenado para evitar el movimiento involuntario de la carreta y contar con toda la seguridad operacional del equipo.

REFERENCIAS

AG, V. (2019). Manejo adecuado de cables de acero. La industria VEROPE., 30.

Codinter. (2023). Oxicorte guía completa. Codinter, 18.

Fronius. (2015). FERREPRO. El especial de la soldadura, 68.

Vadequímica. (14 de 04 de 2023). Vadequímica. Obtenido de Decapado de metales todo lo que

debes saber: [https://www.vadequimica.com/blog/todos-los-articulos/decapado-de-metales.html?srsltid=AfmBOoqi_YNuyMWgNJIDGUfda-](https://www.vadequimica.com/blog/todos-los-articulos/decapado-de-metales.html?srsltid=AfmBOoqi_YNuyMWgNJIDGUfda-KiK5xhUgcKmXu93RmjbYeuZdEn_OR5)

[KiK5xhUgcKmXu93RmjbYeuZdEn_OR5](https://www.vadequimica.com/blog/todos-los-articulos/decapado-de-metales.html?srsltid=AfmBOoqi_YNuyMWgNJIDGUfda-KiK5xhUgcKmXu93RmjbYeuZdEn_OR5)

ZPMC. ((2019)). As Built Mechanical Drawing. SHANGAI.

APÉNDICE A

Materiales empleados en la adecuación

A continuación, se muestran imágenes de los materiales usados en la adecuación de la plataforma con sus especificaciones técnicas.

Imagen A1

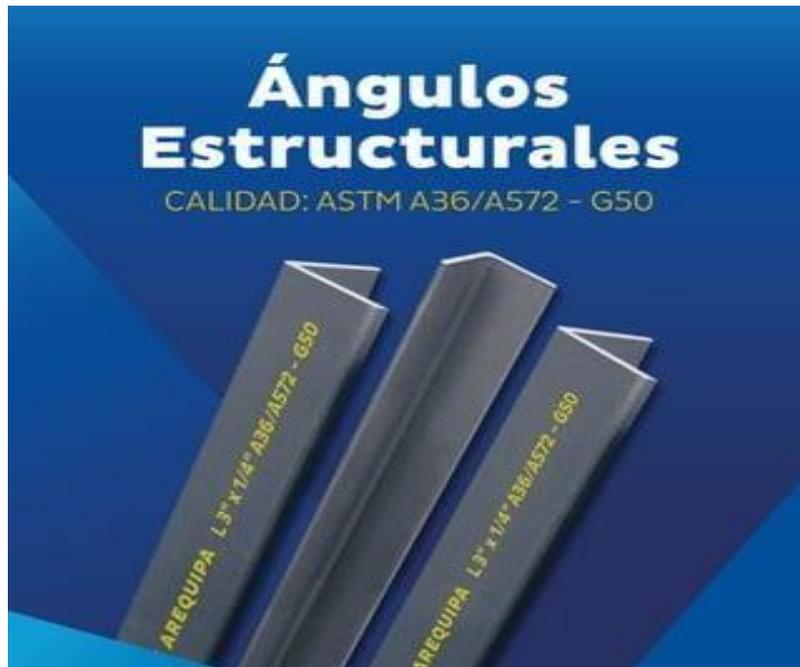
Plancha antideslizante de 6mm



Notas: imagen proporcionada de sitio web dipacguyaquil

Imagen A2

Ángulos de hierro negro de 6mm de espesor



Notas: Imagen obtenida de artículo de sitio web estructuras metálicas.

Imagen A3

Electrodo 6011 utilizado en uniones metálicas

<p>HOJA TÉCNICA</p> <p>ELECTRODOS REVESTIDOS ARAD E 6011</p>	
--	---

Clasificación según norma AWS: E – 6011

- Electrodo para acero al carbono
- Revestimiento celulósico potásico.
- Corriente continua, electrodo positivo o corriente alterna
- Toda posición

Descripción

El electrodo 6011 posee un revestimiento de tipo celulósico diseñado para ser usado con corriente alterna, pero también se le puede usar con corriente continua, electrodo positivo. La rápida solidificación del metal depositado facilita la soldadura en posición vertical y sobre cabeza. El arco puede ser dirigido fácilmente en cualquier posición, permitiendo altas velocidades de deposición (soldadura).

Usos

Este electrodo es apto para ser utilizado en todas las aplicaciones de soldadura en acero dulce, especialmente en trabajos donde se requiera alta penetración.

Aplicaciones típicas

- Cordón de raíz en cañerías
- Cañerías de oleoductos
- Reparaciones generales
- Estructuras
- Planchas galvanizadas

Composición química (típica) del metal depositado:

C 0,11 – 0,15 %; Mn 0,45 – 0,55 %; Si 0,25 – 0,35%; P 0,010 %; S 0,017 %

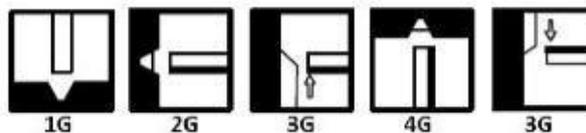
Características típicas del metal depositado (según norma AWS: A5.1/A5.1M-04):

Resultados de pruebas de tracción con probetas de metal de aporte	Requerimientos	Energía Absorbida Ch-v	Requerimientos
Resistencia a la tracción : 495 MPa	430 MPa	34J a -30°C	27J a -30°C
Límite de fluencia : 424 MPa	330 MPa		
Alargamiento en 50 mm : 27%	22%		

Amperajes recomendados:

Diámetro mm	Longitud mm	Amperaje		Electrodos x kg aprox.
		mín.	máx.	
2,4	300	50	90	74
3,2	350	80	120	34
4,0	350	120	160	24

Posiciones de soldadura:



Notas: Hoja técnica obtenida de la compañía Arad Electrodo.