



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

**DISEÑO DE CARROCERÍAS METÁLICAS PALETIZADAS,
ARTICULADAS CON DOLLY TIPO “H”**

Juan Gerardo Moreira Secaida
Asesorado por el Ing. Pablo Rodolfo Zúñiga Ramírez

Guatemala, mayo de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE CARROCERÍAS METÁLICAS PALETIZADAS,
ARTICULADAS CON DOLLY TIPO "H"**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA POR :

JUAN GERARDO MOREIRA SECAIDA

ASESORADO POR EL ING. PABLO RODOLFO ZÚÑIGA RAMÍREZ

AL CONFERÍRSELE TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, MAYO DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

| | |
|-------------|--------------------------------------|
| DECANO: | Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos |
| VOCAL I: | Inga. Glenda Patricia García Soria |
| VOCAL II: | Inga. Alba Maritza Guerrero de López |
| VOCAL III: | Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón |
| VOCAL IV: | Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz |
| VOCAL V: | Br. Elisa Yazminda Vides Leiva |
| SECRETARIA: | Inga. Marcia Ivónne Veliz Vagas |

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

| | |
|-------------|---------------------------------------|
| DECANO: | Ing. Julio Ismael Gonzales Podszuek |
| EXAMINADOR: | Ing. Pedro Enrique Kubes Zacek |
| EXAMINADOR: | Ing. Jorge Chilo Siguere Rockstroh |
| EXAMINADOR: | Inga. Lilian Eugenia López Valenzuela |
| SECRETARIO: | Ing. Francisco Javier Gonzáles López |

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DE CARROCERÍAS METÁLICAS PALETIZADAS, ARTICULADAS CON DOLLY TIPO “H”,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 24 de septiembre de 2002.

Juan Gerardo Moreira Secaida

ACTO QUE DEDICO

| | |
|----------------|---|
| A Dios | Por haberme dado la inteligencia para culminar mis estudios. |
| A mi madre | Por sus consejos y sabiduría. |
| A mi esposa | Por el apoyo y comprensión en momentos difíciles |
| A mis hijos | Con mucho cariño y que les sirva de ejemplo en sus vidas. |
| A mi padre | Q.E.P.D. Con respeto. |
| A mis hermanos | Alfonso Q.E.P.D., Amanda Q.E.P.D., Mario y Carmen por su motivación para culminar mis estudios. |
| A mis tíos | Con mucho cariño |
| A mis sobrinos | Con mucho aprecio. |
| A mis padrinos | Por su cariño y comprensión |

AGRADECIMIENTOS

A:

Ing. José Francisco Monje, por su apoyo incondicional en la culminación de mi carrera.

Sr. José Salvador Molina por su apoyo y cariño.

Ing. Carlos Chicol por su insistencia y perseverancia para culminar el trabajo de graduación.

Y a todos mis amigos que de alguna forma contribuyeron a la culminación de mis estudios.

INDICE GENERAL

| | |
|---|-----------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES | III |
| LISTA DE SÍMBOLOS | V |
| GLOSARIO | VII |
| RESUMEN | XI |
| OBJETIVOS | XIII |
| INTRODUCCIÓN | XV |
| | |
| 1 DOLLY “ H “ | 1 |
| 1.1 Breve descripción de lo que es un dolly “ H “ | 1 |
| 1.2 Necesidad y creación del proyecto | 2 |
| 1.3 Factibilidad del proyecto | 2 |
| 1.3.1 Reglamento para el control de pesos y dimensiones de vehículos automotores y sus combinaciones | 4 |
| | |
| 2 ANÁLISIS DE CARGAS | 11 |
| 2.1 Peso de plataforma | 11 |
| 2.2 Peso de carrocería | 11 |
| 2.3 Peso de carrocería, plataforma y cabezal según báscula | 11 |
| 2.4 Diferentes tipos de carga que soportarán las plataformas | 12 |
| | |
| 3 DISEÑO DE PLATAFORMAS Y CARROCERÍA METÁLICA PALETIZADA | 15 |
| 3.1 Diseño de plataformas | 15 |
| 3.2 Diseño de carrocería | 16 |

| | |
|--|-----------|
| 4 ANÁLISIS Y CÁLCULOS DE PLANCHA DE ENGANCHE DE DOLLY , PLATAFORMAS Y CARROCERIAS | 19 |
| 4.1 Análisis estructural en plataformas | 19 |
| 4.2 Análisis estructural en carrocerías | 20 |
| 4.3 Análisis estructural de plancha de enganche de dolly | 23 |
| 5 TIPO DE ACERO RECOMENDADO | 25 |
| 5.1 Tipo de acero a utilizar en carrocería | 25 |
| 5.2 Tipo de acero a utilizar en plataformas | 25 |
| 5.3 Tipo de acero a utilizar en dolly | 25 |
| 6 SOLDADURA | 27 |
| 6.1 Posiciones recomendadas en la aplicación de la soldadura | 27 |
| 6.2 Diferentes tipos de electrodo recomendados | 30 |
| 7 PLANOS | 37 |
| 7.1 Vista frontal | 37 |
| 7.2 Vista lateral | 38 |
| 7.3 Vista de planta | 38 |
| CONCLUSIONES | 39 |
| RECOMENDACIONES | 41 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 43 |
| BIBLIOGRAFÍA | 45 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

| | | |
|---|--|----|
| 1 | Dolly " H " con eje direccional | 1 |
| 2 | Plataforma de 13.72 mts de longitud con carrocería | 13 |
| 3 | Soldadura en posición plana | 27 |
| 4 | Soldadura en posición horizontal | 28 |
| 5 | Soldadura en posición sobre cabeza | 29 |
| 6 | Soldadura en posición vertical ascendente | 30 |

TABLAS

| | | |
|-----|--|---|
| I | Peso máximo dado por el tipo de eje, según el reglamento de tránsito | 7 |
| II | Separación mínima entre ejes, según el reglamento de tránsito | 8 |
| III | Pesos máximos autorizados por eje, según el reglamento de tránsito | 9 |
| IV | Carga que transportan las plataformas de 45' pies | 9 |

| | | |
|------|---|----|
| V | Separación de ejes para vehículos T3-S2-R4 | 10 |
| VI | Pesos máximos permitidos para vehículos T3-S2-R4 | 10 |
| VII | Diferentes cargas a transportar | 12 |
| VIII | Propiedades físicas de aceros laminados en caliente | 19 |
| IX | Propiedades físicas de aceros laminados en caliente | 20 |
| X | Composición química de lámina | 25 |
| XI | Composición química del acero 36 | 25 |

LISTA DE SÍMBOLOS

| | |
|-----------------------|-------------------------------------|
| A | Área |
| As | Área que soporta la fuerza cortante |
| °C | Grados centígrados |
| Ca | Corriente alterna |
| CC | Corriente continua |
| Cm² | Centímetro cuadrado |
| Cmax | Carbono máximo |
| E | Modulo de elasticidad (E) del Acero |
| F | Fuerza |
| G | Modulo de elasticidad (G) del Acero |
| Kgms. | Kilogramos |
| Lbs. | Libras |
| Lf | Longitud final |
| Lo | Longitud inicial |
| Mn | Manganeso |
| Mts. | Metros |
| mm. | Milímetros |
| n | Factor de seguridad |
| Pmax | Potasio máximo |

| | |
|------------------------------|-------------------------------|
| % | Porcentaje |
| Smáx. | Azufre máximo |
| Si | Sílice |
| T3 – S2 – R4 | Remolque con ejes tandem |
| V | Fuerza cortante |
| W | peso |
| σ | Esfuerzo |
| δs | Deformación Transversal total |
| σ | Resistencia última |
| τ_v | Esfuerzo a corte o tensión |

GLOSARIO

- Acero** Aleación a partir de hierro, maleable en cierto intervalo de temperatura tal como sale de su vaciado inicial, contiene manganeso, generalmente carbono y a menudo otros elementos de aleación.
- Acero al carbono** Acero que contiene hasta aproximadamente 2% de carbono y solo cantidades residuales de otros elementos, excepto los que se agregan para desoxidación, y cuyo contenido de silicio esta limitado generalmente a 6% , y el de manganeso a alrededor de 1.65%. también se le llama acero al carbono simple, acero ordinario.
- Acero aleado** Acero que contiene cantidades significativas de elementos de aleación (además del carbono y de las cantidades comúnmente aceptadas de manganeso , silicio, azufre y fósforo).

| | |
|--------------------|--|
| Acero dulce | Acero al carbono con un máximo de alrededor de 0.25% de carbono. |
| AISI | " American Iron and Steel Institute " Instituto Americano del Hierro y Acero. |
| Aleación | Sustancia que tiene propiedades metálicas y que esta compuesta por dos o mas elementos químicos, de los cuales por lo menos uno es un metal elemental. |
| ASTM | " American Society for Testing Materials " Sociedad Americana para la Medición de Materiales. |
| AWS | " American Welding Society " Sociedad Americana de Soldadura |
| Cabezal | Vehículo automotor que hala plataforma, furgón, por medio de tornamesa donde el engancha el pin master o perno rey. |
| Compresión | Fuerzas que actúan y presionan la sección transversal. |

| | |
|----------------------------|--|
| Cordón de Soldadura | Deposito de metal de aporte hecho mediante una sola pasada de soldadura. |
| Deformación | Un cuerpo sólido sometido a un cambio de temperatura o a una carga externa se deforma. |
| Dolly | Estructura de acero de alta resistencia que sirve para unir (articuladamente) dos remolques o plataformas. |
| Electrodo | Es la parte mas importante del circuito de la soldadura que consta de un núcleo de alambre aleado con un recubrimiento de productos químicos seleccionados cuidadosamente. |
| Esfuerzo | Fuerza por unidad de área |
| Fuerza cortante | Es la sumatoria de las fuerzas verticales |
| Limite elástico | Esfuerzo máximo al que puede someterse un material sin que se produzca una deformación que permanezca después de suprimir completamente el esfuerzo. |
| Modulo de | También se le llama modulo de Young , cuando todos los |

| | |
|---------------------------------|---|
| elasticidad (E) | esfuerzos salvo uno, el normal son nulos , E es una constante de proporcionalidad que relaciona este esfuerzo normal con su deformación lineal. |
| Plataforma | Estructura de metal con dos ejes halada por un cabezal |
| SAE | " Society of Automotive Engineers " Sociedad de ingenieros automotrices. |
| Soldadura | Es la unión de dos o mas piezas de material que se logra mediante la aplicación de calor, presión, o ambos, con o sin material de aporte, para producir una unión localizada por fusión o recristalización transversalmente a la entrecara. |
| Tanden | Es el conjunto de dos ejes de ruedas dobles con una separación de centros comprendida entre 1.00 y 2.45 mts |
| Combinación de vehículos | Es el vehículo articulado con un remolque o camión con un remolque. |

RESUMEN

Las carrocerías articuladas con Dolly tipo “H” es una opción para el aprovechamiento del transporte de palets de bebidas embotelladas, existen normativas y especificaciones que recomienda la dirección general de caminos para este tipo de transporte, con esta información se puede determinar la forma adecuada de diseñar las carrocerías cumpliendo las leyes vigentes en nuestro país.

En el presente trabajo encontrará una serie de lineamientos para el diseño de carrocerías metálicas para que estas sean articuladas con Dolly tipo “H”, así también el material recomendado para usar con sus respectivos análisis estructurales lo cual beneficiara en el desarrollo de la construcción de las mencionadas carrocerías.

Para el diseño de este remolque articulado existen dos factores importantes una plataforma articulada que es la conductora y la otra la conducida, cada una con sus diferentes especificaciones, características tamaños y longitudes y siempre respetando el reglamento de transito.

Debido a que el trabajo consiste en el diseño de las carrocerías metálicas para que estas puedan ser articuladas se encontrara la manera adecuada de aplicar la soldadura para que estas a su vez posean la resistencia idónea, así también como los materiales que se utilicen sean lo suficientemente resistentes y a la vez livianos para poder soportar el peso que transportarán en su momento.

OBJETIVOS

GENERAL

Describir el diseño de carrocerías metálicas paletizadas articuladas con Dolly tipo H.

ESPECÍFICOS

1. Mantener bajos costos de mantenimiento.
2. Alcanzar más desplazamiento de carga.
3. Obtener durabilidad y rentabilidad en el diseño de carrocerías.

INTRODUCCIÓN

El diseño de carrocerías metálicas paletizadas articuladas con dolly tipo H se acomoda a cualquier empresa que utilice este tipo de transporte para su mercadería, modificando las plataformas o furgones que utilice, respetando las normas establecidas en nuestro país.

El transporte pesado esta normalizado por la dirección general de caminos que tomando en cuenta las carreteras que actualmente estan en el país permiten la circulación de vehículos dobles remolques T3-S2-R4 el cual diseñamos especialmente para la infraestructura del país respetando los pesos y dimensiones de los mismos.

En el presente trabajo encontrara una normativa de los pasos a seguir para el diseño de carrocerías metálicas articuladas con dolly tipo H, buscando obtener mantenimientos a bajo costo, así mismo la máxima rentabilidad en los desplazamientos de mercadería.

1. DOLLY “H”

1.1 Breve descripción de lo que es un dolly “ H “

El dolly “ H ” esta formado por una estructura de acero de alta resistencia diseñada especialmente para brindar la flexibilidad necesaria para absorber las diferencias topograficas de las carreteras, pero al mismo tiempo brindar la resistencia requerida debido a los esfuerzos generados al ser un equipo “ rígido”.

El dolly esta formado por un eje direccional trasero que disminuye el desgaste de las llantas y permite seguir mejor el remolque delantero , una suspensión neumática que además de permitir un manejo mas suave, protege a la carga y aprovecha los beneficios de carga adicional establecidos en la legislación y dos ganchos de acople en el semiremolque delantero.

Figura 1. Dolly “H” con eje direccional



Fuente: T.T.A.C.A.S.A.

1.2 Necesidad y creación del proyecto

Muchas empresas tienen la necesidad de transportar grandes volúmenes de carga y se ven en la necesidad de hacer sus vehículos de transporte más eficientes, tomando en cuenta este problema de las empresas que transportan productos gaseosos embotellados, diseñamos un vehículo de transporte que sea más eficiente en su carga y cumpla con las normas conforme a las regulaciones del transporte en Guatemala.

1.3 Factibilidad del proyecto

Tomando en cuenta los pesos y medidas del reglamento de tránsito de nuestro país de la Convención de las Naciones Unidas Sobre la Circulación de vehículos por Carreteras de fecha 19 de Septiembre de 1,949 suscrita por Guatemala y aprobada mediante Decreto Numero 1496 del Congreso de la Republica, por lo que es necesario normar las disposiciones de la Convención indicada sin contravenir los preceptos del Acuerdo Centroamericano sobre la circulación en carreteras suscrito el 10 de junio de 1,958 y aprobado por el decreto numero 1,299 del Congreso de la Republica: Tratados que determinan que las dimensiones y pesos máximos de los vehículos a los que se permite circular por las carreteras de un Estado contratante o de sus subdivisiones serán fijados por la legislación nacional de cada país, respetando como mínimo las normas establecidas en los mismos.

Que la construcción, mantenimiento, y rehabilitación de carreteras representan para el Estado una inversión que es necesario proteger y que para su debida conservación es indispensable controlar y reglamentar los pesos y dimensiones de vehículos que circulan sobre carreteras para evitar el deterioro de las mismas, velando por mantener vigentes programas de mantenimiento y

rehabilitación de carreteras, así como obtener los recursos financieros necesarios para dichos fines, protegiendo de esta forma el patrimonio estatal y la inversión privada en materia de transporte.

El contenido de las leyes de tipo técnico como la presente se encuentra sujeto a revisiones a la luz de nuevas evidencias y experiencias derivadas de estudios y análisis nacionales y extranjeros; que además esta en materia a nivel mundial, se ha revisado obligadamente por la crisis de los derivados del petróleo que encarece la reconstrucción de carreteras, aspecto que hace conveniente adecuar nuestras normas para el logro de los objetivos de seguridad, eficiencia y economía de transporte.

El artículo 19 del Acuerdo Gubernativo número 135-85, Reglamento para el control de Pesos y Dimensiones de Vehículos Automotores y sus combinaciones, establece que el mismo debe ser revisado por la comisión a que se refiere el artículo 9 del inciso “c” a la convocatoria de organismos del estado y sector privado para formar una comisión que efectuara las revisiones establecidas de este reglamento. proponiendo sus reformas y en atención a que esta revisión ha sido efectuada por dicha comisión y entregando el documento correspondiente al Ministerio de Comunicaciones, Transportes y Obras Públicas, el 30 de septiembre de 1,991, se impone la necesidad de emitir la presente disposición legal.

El artículo 183, inciso “e” de la constitución política de la república de Guatemala, en consejo de ministros acuerda: dar vigencia al reglamento para el control de pesos y dimensiones de vehículos automotores y sus combinaciones.

1.3.1 Reglamento para el control de pesos y dimensiones de vehículos automotores y sus combinaciones

- **Artículo 1º.** Únicamente se permitirá circular en las carreteras del país a los vehículos automotores o combinaciones de estos que llenen los requisitos establecidos por el presente reglamento.
- **Artículo 2º.** Para los efectos de aplicación de las disposiciones del presente Reglamento se establecen las siguientes definiciones.
- **Vehículo Automotor:** Significa todo el vehículo provisto de un dispositivo mecánico de autopropulsión, utilizado normalmente para el transporte de personas o mercancías, por carretera y que no marche sobre rieles o conectado a un conductor eléctrico.
- **Tractor o cabezal:** Es el vehículo automotor destinado a soportar y a halar un semirremolque.
- **Semirremolque:** Es el vehículo que carece de eje delantero que descansa la parte frontal de su peso en un tractor o cabezal y que esta destinado a ser halado.
- **Remolque:** Es el vehículo que soporta la totalidad de su peso sobre sus propios ejes y que esta destinado a ser halado por un vehículo automotor.
- **Vehículo Articulado:** Es el compuesto por un tractor o cabezal y un semirremolque.
- **Combinación de Vehículos:** Es un vehículo articulado con un remolque o camión con un remolque.
- **Rueda de Doble Ancho:** Es aquella cuyo ancho sea mayor de 38 centímetros.
- **Eje simple:** Es el eje que esta compuesto por dos ruedas , una en cada extremo del eje.

- **Eje Simple de Rueda Doble:** Es el que esta compuesto de cuatro ruedas de igual medida de fabricación dos ruedas en cada extremo del eje, o una rueda de doble ancho en cada extremo del eje.
- **Eje Doble (Tandem) :** Es el conjunto de dos ejes simples de ruedas dobles , con una separación de centros comprendida entre 1.00 y 2.45 metros.
- **Eje Doble (Tandem) Tipo A :** Es aquel que dispone de un mecanismo que transfiere a uno de sus ejes no menos de 40% de los pesos que soporta el conjunto.
- **Eje Doble (Tandem) Tipo B :** Es aquel que no dispone de un mecanismo de transferencia.
- **Eje Triple :** Es el conjunto de tres ejes simples de rueda doble con una separación de sus centros comprendida entre 1.00 y 2.45 mts.
- **Eje Triple A :** Es aquel que dispone de un mecanismo que transfiere como mínimo de el 28% del peso del conjunto a cada uno de los ejes.
- **Eje Triple B :** Es aquel que no dispone de un mecanismo de transferencia.
- **Peso Bruto Vehicular (PBV) :** Es la suma del peso del vehículo o combinación de vehículos y la carga que el mismo transporta, incluido el peso del conductor y cualesquiera otras personas transportadas al mismo tiempo.
- **Acoplamiento :** Mecanismo de conexión que une el vehículo tractor con el vehículo remolcado.
- **Conductor :** Es toda persona autorizada que conduzca un vehículo automotor.
- **El Departamento :** Es la denominación que el cuerpo de este reglamento , designa al Departamento para el Control de Pesos y Dimensiones de Vehículos Automotores y sus Combinaciones.

- **Carretera Nacional** : Son las rutas pavimentadas de primer orden de uso internacional y de alta convergencia vial.
- **Carretera Departamental o Municipal** : Son las rutas pavimentadas o de terracería que convergen con las carreteras nacionales . Estas son consideradas de segundo orden.
- **Carretera Vecinal** : Son las rutas no pavimentadas que convergen con las carreteras departamentales o municipales y las nacionales , consideradas de tercer orden.
- **Artículo 3º.** Abreviaturas y definiciones de vehículos tipo:
- **C-2:** Es un camión autobús, consistente en un automotor con eje simple (eje direccional) y un eje de rueda doble (eje de tracción).
- **C-3:** Es un camión autobús, consistente en un automotor con eje simple (eje direccional) y un eje de rueda doble o tandem (eje de tracción).
- **C-4:** Es un camión autobús, consistente en un automotor con eje simple (eje direccional) y un eje triple (eje de tracción).
- **T-2:** Es un tractor o cabezal, consistente en un automotor con eje simple (eje direccional) y un eje simple de rueda doble (eje de tracción)
- **T-3:** Es un tractor o cabezal, consistente en un automotor con eje simple (eje direccional) y un eje doble o tandem (eje de tracción)
- **S-1:** Es un semirremolque con un eje trasero simple de rueda doble.
- **S-2:** Es un semirremolque con un eje trasero doble (tandem)
- **S-3:** Es un semirremolque con un eje trasero triple
- **R-2:** Es un remolque con un eje delantero simple o de rueda doble y un eje trasero simple o de rueda doble.
- **R-3:** Es un remolque con un eje delantero simple o de rueda doble y un eje trasero doble, (tandem).
- **R-4:** Es un remolque con dos ejes de rueda doble o tandem en cada uno de sus extremos.

- **Artículo 4º.** Los vehículos y combinaciones no deberán exceder el peso bruto vehicular que señalen sus fabricantes y el artículo 5º de este reglamento.

Peso máximo dado por eje para la circulación de vehículos o combinación de los mismos cuyo peso no exceda los límites que se indican a continuación y en las siguientes tablas.

A) Se permitirá una variación hasta del 8 % del peso por eje indicado en los tipos de vehículos C-2 y C-3 y el 5 % para otros tipos de vehículos. Siempre que el peso bruto vehicular no exceda del peso máximo autorizado en este reglamento.

Para cálculos y diseño el tipo de vehículo en el que nos enfocaremos es T3-S2-R4.

B) Se permitirá que vehículos o combinaciones de vehículos circulen por carreteras con un peso bruto vehicular hasta los indicados siempre que no sean excedidos los límites establecidos en el inciso anterior y que la separación entre ejes mas distantes no sea menor a las que se especifican a continuación en la tabla I

Tabla I. Peso máximo dado por el tipo de eje, según el reglamento de tránsito

| PARA VEHÍCULOS TIPO C-2 Y C-3 | VEHÍCULOS | | PARA OTROS |
|--------------------------------------|---------------------------|------------|-------------------|
| | Eje Simple | 5,500 Kg. | 5,000 Kg. |
| | Eje Simple Rueda Doble | 10,000 Kg. | 9,000 Kg. |
| | Eje Doble (tandem) tipo A | 16,500 Kg. | 16,000 Kg. |
| | Eje Doble (tandem) tipo B | 12,000 Kg. | 12,000 Kg. |
| | Eje triple A | | 20,000 Kg. |
| | Eje triple B | | 17.000 Kg. |

Fuente: Manual de pesos y dimensiones de caminos

La separación mínima de ejes para vehículos T3-S2-R4 (vehículo doble remolque) y el peso bruto total en tabla II.

Tabla II. Separación mínima entre ejes, según el reglamento de tránsito

| TIPO DE VEHÍCULO | SEPARACIÓN MÍNIMA ENTRE | PESO |
|-------------------------------------|--------------------------------|-------------|
| TOTAL | EJES MÁS DISTANTES | |
| T3-S2-R4 (Remolque con ejes tandem) | 16 mts. | |
| 57,000 kg. | | |

Fuente: manual de pesos y dimensiones de caminos

Peso máximo dado por eje sencillo simple (de dos ruedas), eje de rueda doble (de cuatro ruedas) y ejes tandem (ocho ruedas) en tabla III

Tabla III. Pesos por máximos autorizados por eje, según el reglamento de tránsito

| PESOS MÁXIMOS AUTORIZADOS POR EJES PARA REMOLQUE | |
|---|------------|
| COMBINADOS CON VEHÍCULOS TIPO C2 Y C3 | |
| a) Eje sencillo rueda simple | 5,000 kg. |
| b) Eje sencillo rueda doble | 7,000 kg. |
| c) Ejes tandem | 10,000 kg. |

Fuente: manual de pesos y dimensiones de caminos

Peso máximo por eje permitido por caminos para la circulación de vehículos T-S-R sobre diseño a realizar del doble remolque T3-S2-R4 en tabla IV.

Tabla IV. Carga que transportan las plataformas de 45 pies

| PESO MAXIMO PERMITIDO PARA VEHICULOS COMBINADOS T-S-R | |
|--|------------|
| a) ejes sencillo rueda simple | 5,000 kg. |
| b) ejes sencillo rueda doble | 7,500 kg. |
| c) ejes tandem | 10,000 kg. |

Fuente: manual de pesos y dimensiones de caminos

C) El vehículo o combinación de vehículos cuyas separaciones entre ejes sea menor que la indicada en el inciso b) su peso máximo permisible (en kilogramos) se calculara por medio de la fórmula.

$$W = 1,000 \frac{LN}{N-1} + 2.5 N + 5.5$$

En donde

L = Separación entre ejes mas distantes en metros

N = Numero de ejes simples (para vehículos de mas de 5 ejes se usara N=5).

En la circulación de vehículos doble remolque T3-S2-R4 no se permitirá que la separación de ejes sea inferior a la mediada que se muestra en tabla V

Tabla V. Separación de ejes para vehiculo T3-S2-R4

| TIPO DE VEHÍCULO | SEPARACIÓN PERMISIBLE P / CIRCULACION (Metros) |
|-------------------------|---|
| T3-S2-R4 | 14.00 |

Fuente: manual de pesos y dimensiones de caminos

Dimensiones máximas permitidas por el reglamento de transito para el vehiculo a diseñar, que es un doble remolque T3-S2-R4 en longitud, ancho y alto dado en tabla VI

Tabla VI. Pesos máximos permitidos para vehiculo T3-S2-R4

| TIPO DE VEHÍCULO | LONGITUD | ANCHO | ALTO |
|-------------------------|-----------------|--------------|-------------|
| T3-S2-R4 | 23.00 mts. | 2.60 mts | 4.15 mts. |

Fuente: manual de pesos y dimensiones de caminos

2. ANÁLISIS DE CARGAS

2.1 Peso de plataforma

Una plataforma convencional de 13.72 de longitud sin carrocería y un cabezal, haciendo una longitud total de 17.50 mts. Tiene un peso de 27,620 lbs. Haciendo una distribución de peso entre la longitud.

$27,620 \text{ lbs} / 17.50 \text{ mts.} = 1,578 \text{ lbs/mt.}$ Peso de plataforma y cabezal por metro.

2.2 Peso de carrocería

El peso de los materiales con que se fabrica una carrocería de 13.72 mts. de largo es de 5,100 lbs. Y el peso por unidad de longitud.

$5,100 \text{ lbs.} / 13.72\text{mts.} = 371.72 \text{ lbs} / \text{mt.}$ Peso de carrocería por metro.

2.3 Peso de carrocería, plataforma y cabezal según báscula

El peso tara (sin carga) del equipo completo es de 32,720 lbs. Menos el peso permitido por caminos 81,400 lbs. Nos deja 47,620 lbs. De carga a transportar.

2.4 Diferentes tipos de carga que soportaran las plataformas

Las plataformas de 13.72 mts. De longitud, transportan diferentes tipos de productos los cuales identificamos con letras según el peso según tabla VII

Tabla VII. Diferentes cargas a transportar

| TIPOS DE CARGA QUE TRANSPORTAN LAS PLATAFORMAS DE 13.72 MTS. | |
|---|-------------|
| TIPO DE CARGA A | 46,202 lbs. |
| TIPO DE CARGA B | 43,780 lbs. |
| TIPO DE CARGA C | 44,850 lbs. |
| TIPO DE CARGA D | 53,308 lbs. |

Fuente: T.T.A.C.A.S.A.

El tipo de carga “D” esta fuera de las normas de pesos y dimensiones para ser transportada si le sumamos el peso del equipo 32,720 lbs más el peso tipo “D” 53.308 lbs. Esto suma 86,028 lbs. Este dato le restamos la carga permitida por caminos nos deja un sobre peso de 4,628 lbs. Este tipo de carga tendría problema al transportarse.

Plataforma convencional de 13.72 mts. Con su carrocería para el transporte de producto embotellado.

Figura 2. Plataforma de 13.72 mts. de longitud con carrocería



Fuente: T.T.A.C.A.S.A.

3. DISEÑO DE PLATAFORMAS Y CARROCERÍA METÁLICA PALETIZADA

3.1 Diseño de plataformas

Anteriormente en el capítulo dos de la tabla VII, se mostró la capacidad de carga de las plataformas de 13.72 m. y la carga "D" nos daría problema al transportarla, ya que nos pasamos del peso permitido por caminos. Lo que nos crea la necesidad de modificar las plataformas existentes o fabricar nuevas utilizando un dolly articulado para transportar dos plataformas en un solo movimiento.

A la plataforma delantera que conecta con el cabezal transportara 20 palets, le llamaremos conductora y la plataforma trasera que conecta al dolly le llamaremos conducida y transportara 14 palets.

Todo el vehiculo transportara en un solo movimiento 34 palets.

Plataforma conductora

La plataforma conductora es la que se encontrara enganchada en el cabezal y la misma tendrá una longitud de 10.45 mts. Y un ancho modificado de 2.60 mts.

Plataforma conducida

La plataforma conducida es la que se encontrara enganchada al dolly y la misma tendrá una longitud total de 7.34 mts. Y un ancho modificado de 2.60 mts.

Con estas modificaciones la capacidad de carga que nos da la dirección general de caminos para el vehículo T3 – S2 – R4 es de 57 toneladas que equivale a 125,400 libras.

El peso total de equipo por unidad de longitud es 23mts por 1861.71 lbs/mt. Esto es igual a 42,803 lbs. Más el peso del dolly que son 10,000 lbs. Tenemos un total de 52,803 lbs. si restamos esta cantidad a la capacidad de carga que nos da caminos que son 125,000lbs. Nos da una capacidad de carga a transportar de 72,197 lbs. La capacidad de carga con el nuevo diseño aumentaría y el problema para transportar la carga tipo “D” estaría resuelto.

3.2 Diseño de carrocería

La estructura de la carrocería se tendrá que hacer de acuerdo con las consideraciones en las medidas de longitud, ancho y alto de tal forma que se respete el reglamento de tránsito.

Tomando en consideración que para llevar más carga tendremos que anchar nuestras plataformas y fabricar de nuevo las carrocerías utilizando materiales de acero livianos que nos permitan soportar la carga y transportarla con seguridad.

Marcos de tope

Fabricados con tubo estructural chapa 14 y lámina 1/16” de forro para publicidad.

Estructura central de tope de palets

Fabricada de angular de 1/8” * 1 ½” y reforzada con planos de 3/16 “* 2”

Piso inclinado

Fabricado de lamina de acero de 1/8" con estructura de soporte con angular de 3 /16" * 1 1/2".

4. ANÁLISIS Y CÁLCULOS DE PLANCHA DE ENGANCHE DE DOLLY, PLATAFORMAS Y CARROCERÍAS

4.1 Análisis estructural en plataformas

Para aceros de un máximo de 0.2 % carbono laminado en caliente según tabla B-7 propiedades físicas medias de los metales mas comunes (en unidades técnicas) del libro resistencia de materiales Ferdinand L. Singer / Andrew Pytel.

Tabla VIII. Propiedades físicas de aceros laminados en caliente

| | |
|---|--|
| Masa (peso) 7.85 (kg./Dm) | Coefficiente de dilatación (C) Varia de $1.1 \cdot 10$ a $1.3 \cdot 10$ |
| Limite de proporcionalidad a tensión 2450 Kg./cm. | Limite de proporcionalidad al corte 1500 Kg./cm. |
| Resistencia ultima al esfuerzo de ruptura a tensión 1200 Kg./cm. | Resistencia ultima al esfuerzo de ruptura a corte. 3200 Kg./cm. |
| Modulo de elasticidad a tensión $2.1 \cdot 10$ Kg./cm. | Modulo de elasticidad a corte $8.4 \cdot 10$ Kg./cm. |
| Alargamiento En 50 mm. % 35 | |

Fuente: libro resistencia de materiales Ferdinand L. Singer

4.2 Análisis estructural en carrocerías

Para aceros de un máximo de 0.2 % carbono laminado en caliente según tabla B-7 propiedades físicas medias de los metales más comunes (en unidades técnicas) del libro resistencia de materiales Ferdinand L. Singer / Andrew Pytel.

Tabla IX. Propiedades físicas de aceros laminados en caliente

| | |
|---|--|
| Masa (peso) 7.85 (kg./Dm) | Coficiente de dilatación (C) Valor medio $1.18 \cdot 10$ |
| Limite de proporcionalidad a tensión 4200 Kg./cm. | Limite de proporcionalidad al corte 2500 Kg./cm. |
| Resistencia ultima al esfuerzo de ruptura a tensión 5600 Kg./cm. | Resistencia ultima al esfuerzo de ruptura a corte. 4200 Kg./cm. |
| Modulo de elasticidad a tensión $2.1 \cdot 10$ Kg./cm. | Modulo de elasticidad a corte $8.4 \cdot 10$ Kg./cm. |
| Alargamiento En 50 mm % 18 | |

Fuente: libro resistencia de materiales de Ferdinand L. Singer

Para cálculos anteriores es según la norma ASTM del acero A 36 del mismo se fabrican perfiles, tubería y lámina.

Esfuerzo

En general las fuerzas internas que actúan sobre áreas infinitesimales en una sección transversal son de magnitud y dirección variables.

$$\text{Esfuerzo} = \sigma = \frac{F}{A}$$

F = Fuerza
A = Área donde actúa la fuerza

Elongación

Es la deformación longitudinal de un cuerpo por cambios de temperatura o una carga externa.

$$\% \text{ de elongación} = \frac{L_f - L_o}{L_o} * 100$$

L_f = Longitud final
L_o = Longitud inicial

Módulo de elasticidad (E)

El módulo de elasticidad o módulo de young para esfuerzo uniaxial, cuando todos los esfuerzos salvo uno el normal, son nulos, "E" es una constante de proporcionalidad que relaciona este esfuerzo normal con su deformación lineal. Para la mayoría de los aceros "E" esta entre $2 \cdot 10^6$ y $2.1 \cdot 10^6$ Kg/cm².

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

σ = Esfuerzo
 ε = Deformación unitaria axial por tensión o compresión.

Módulo de elasticidad (G)

También se le conoce como modulo de rigidez al corte, las dimensiones son las mismas que el módulo de elasticidad "E" es la relación entre la deformación tangencial total y las fuerzas cortantes aplicadas.

$$G = \frac{VL}{A \delta s}$$

A = Área que soporta la fuerza cortante
 L = Longitud
 V = Fuerza cortante
 δs = Deformación transversal total

Límite de proporcionalidad

Es igual al módulo elástico a compresión y pueden tomarse los mismos valores que a tensión.

Resistencia última

La fuerza necesaria para causar la ruptura se llama carga última. Dividiendo dicha carga entre el área de la sección transversal se obtiene la resistencia última o esfuerzo último.

$$\sigma = \frac{\tau_v}{n}$$

τ_v = Esfuerzo a corte o tensión
 n = Factor de seguridad que siempre es mayor que la unidad

4.3 Análisis estructural de plancha de enganche de dolly

La plancha de enganche de 1" de espesor es la que va soldada en la parte de atrás de la plataforma conductora y es donde se engancha el dolly.

Esta construida con acero de la norma ASTM A – 36

Resistencia a la Tensión = 4075 / 5625 Kg. / cm.

Límite Elástico Mínimo = 2530 Kg. / cm.

5. TIPO DE ACERO RECOMENDADO

5.1 Tipo de acero a utilizar en carrocería

En tubería de proceso y perfiles estructurales se fabrica con lámina de acero rolada en caliente tipo AISI 1008.

Tabla X. Composición química de lamina

| | | |
|---------------------|--------------------|--------------------|
| Grado AISI 1008 | Carbono 0.10 máx. | % elemento químico |
| Manganeso 0.25-0.50 | Fósforo 0.040 máx. | Azufre 0.050 máx. |

Fuente: Intupersa

5.2 Tipo de acero a utilizar en plataformas

El tipo de acero que se utiliza para la fabricación de plataformas es el A-36. Composición química del A-36 norma ASTM

Tabla XI. Composición química del acero 36

| | | |
|-------------------|-----------------|-------------------|
| Carbono máx. 0.25 | Mn. 0.800-1.200 | Pmax. 0.04 |
| Smax. 0.05 | Si. 0.05 máx. | Azufre 0.050 máx. |

Fuente: Multiperfiles

5.3 Tipo de acero a utilizar en dolly

Acero reforzado de 110,000 Lbs. es el tipo de acero que utiliza el fabricante

6. SOLDADURA

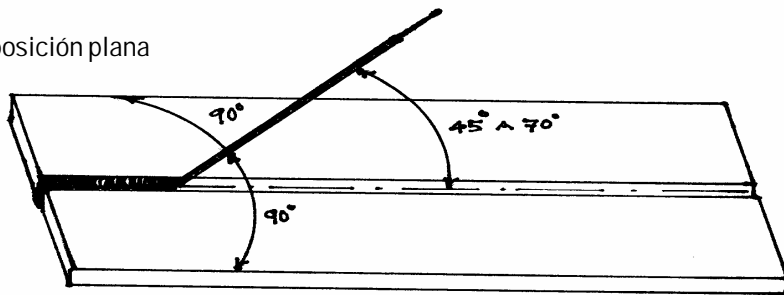
6.1 Posiciones recomendadas en la aplicación de la soldadura

Frecuentemente hay que soldar en los techos, en las esquinas o en el piso. La soldadura se debe ejecutar en la posición en la que se encuentre la pieza si no es posible moverla, cuando esta es grande o ya no sea necesario moverla después de soldarla. Para describir y definir estas distintas posiciones para soldar. La American Welding Society define cuatro posiciones básicas para soldar, que son plana, horizontal, sobre cabeza y vertical.

PLANA

Es la posición que se usa para soldar desde el lado superior de la unión y es la más fácil de ejecutar para el soldador por la fuerza de gravedad. Esta posición permite también lograr los máximos regímenes de depósito.

Figura 3. Soldadura en posición plana

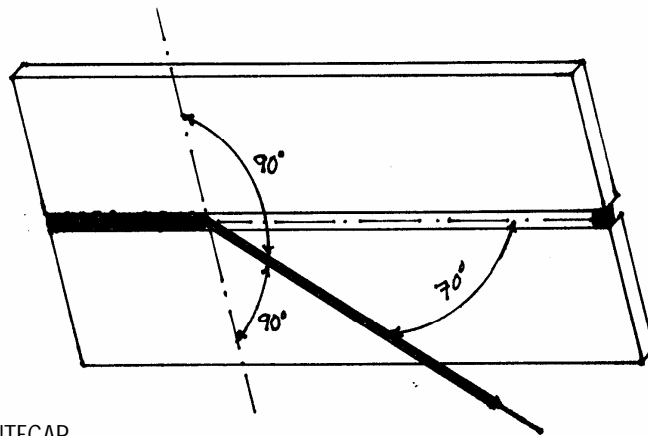


Fuente: INTECAP

HORIZONTAL

Es la posición en la que se suelda sobre la cara superior de una superficie aproximadamente horizontal y contra una superficie más o menos vertical. Para la Soldadura de tubo, el eje de la soldadura que en un plano aproximadamente horizontal. Y la cara de la soldadura que en un plano más o menos vertical.

Figura 4. Soldadura en posición horizontal

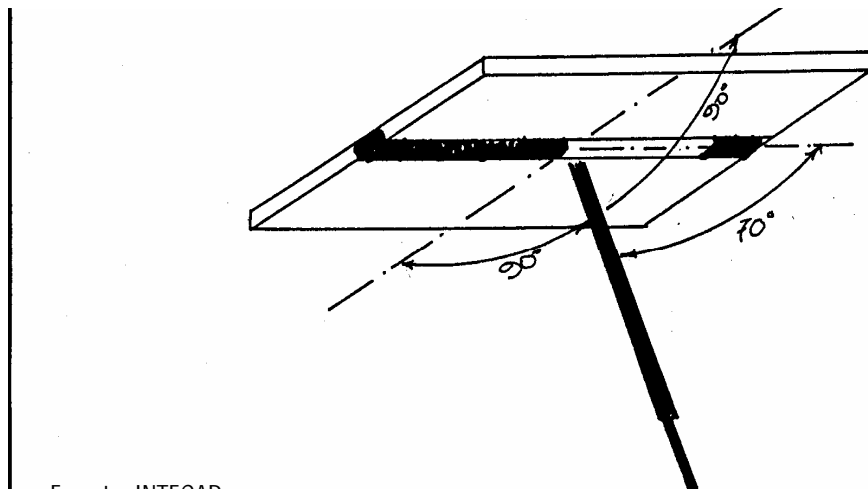


Fuente: INTECAP

SOBRE CABEZA

Es un procedimiento que requiere mucha destreza y consiste en la unión de dos piezas por medio de cordones de soldadura efectuadas desde la parte inferior de la junta su aplicación es frecuente en piezas que por su tamaño, no pueden adecuarse para poder ser soldadas en otra posición.

Figura 5. Soldadura en posición sobre cabeza

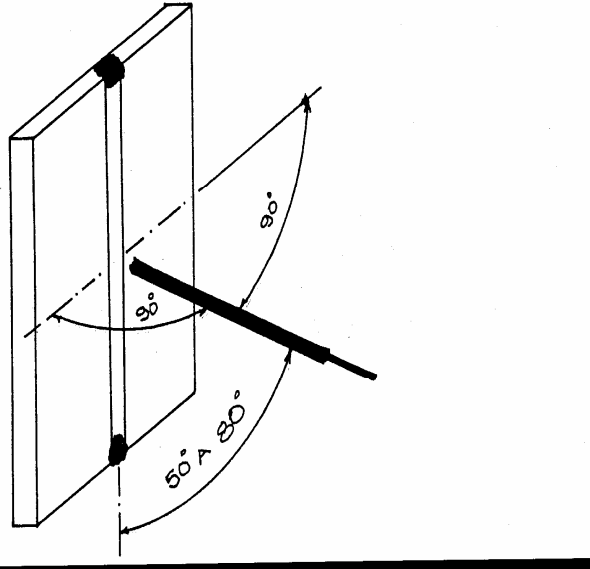


Fuente: INTECAP

POSICIÓN VERTICAL ASCENDENTE

Es la posición en la cual la soldadura se ejecuta desde el lado inferior de la Unión en vertical ascendente y tiene gran importancia en los trabajos del soldador, por presentar dificultades en su ejecución. La misma tiene por objetivo unir piezas de espesores mayores de 5mm para grandes esfuerzos.

Figura 6. Soldadura en posición vertical ascendente



Fuente: INTECAP

6.2 Diferentes tipos de electrodos recomendados

Electrodos recubiertos

El desarrollo de electrodos recubiertos con fundente capaces de producir soldaduras con propiedades físicas que igualen o sobre pasen las del metal base, ha convertido a la soldadura de arco en el proceso de soldadura mas generalizado.

La composición del revestimiento sobre el electrodo determina su aplicación, la composición del metal de soldadura depositado, y la especificación del electrodo.

El propósito original del revestimiento fue proteger el arco de oxígeno y de nitrógeno de la atmósfera. Subsecuentemente, se descubrió que se podían

añadir al revestimiento agentes ionizantes lo cual ayudaba a estabilizar el arco, y hacia a los electrodos convenientes para una soldadura de corriente alterna.

Se descubrió que los silicatos y los óxidos metálicos ayudaban a formar escorias, lo cual mejoraba la forma del reborde del soldado debido a la reacción que se producía en la superficie del metal de soldadura. El metal de soldadura depositado fue aun más refinado y su calidad se mejora por la adición de desoxidante en el revestimiento. Además se añadieron elementos de aleaciones para mejorar la resistencia del metal de soldadura. Finalmente, se ha añadido polvo de hierro al revestimiento para mejorar la tasa de deposición. Los revestimientos de los electrodos para soldar aceros de aleación medianos y bajos pueden tener de 6 a 12 componentes tales como:

Celulosa

Para proporcionar una protección gaseosa con un agente reductor. El gas de protección que rodea al arco se produce por la desintegración de la celulosa.

Carbonatos de metal

Para ajustar la base de la escoria y proporcionar una atmósfera de reducción.

Dióxido de titanio

Para ayudar a formar una escoria altamente fluida pero rápidamente congelante.

Ferro manganeso y ferró silicio

Para ayudar a desoxidar el metal de soldadura fundido y para suplementar el contenido de manganeso y el contenido de silicio del metal de soldadura depositado.

Arcillas y gomas

Para proporcionar elasticidad y expulsar el material de revestimiento de plástico y ayudar a proporcionar resistencia al revestimiento.

Fluoruro de calcio

Para proporcionar un gas de protección para proteger el arco, ajustar la base de la escoria, y proporcionar fluidez y solubilidad de los óxidos de metal.

Silicatos minerales

Para proporcionar escoria y dar resistencia al recubrimiento del electrodo.

Metales de aleación

Estos incluyen níquel, molibdeno, cromo, etc., para proporcionar un contenido de aleación al metal de soldadura depositado.

Óxido de hierro o de manganeso

Para ajustar la fluidez y las propiedades de la escoria. En pequeñas cantidades el óxido de hierro ayuda a estabilizar el arco.

Polvo de hierro

Para incrementar la productividad proporcionando metal adicional a ser depositado en el trabajo del soldado.

Al usar combinaciones y diferentes cantidades de estos elementos constitutivos es posible proporcionar una variedad infinita de revestimientos de electrodos.

La sobre capa que se usa para la mayoría de los revestimientos de electrodos es el silicato de sodio, el cual se combina químicamente y se endurece para proporcionar un revestimiento duro y fuerte. El diseño del revestimiento proporciona el equilibrio adecuado para dar al electrodo características específicas para su aplicación y proporcionar propiedades específicas y una química definida del depósito de soldadura. En general, las diferentes manufacturas de electrodos que satisfacen una clasificación en particular tienen composiciones un tanto similares.

Identificación de los electrodos

Debido a que hay diferentes tipos de electrodos en el mercado, puede haber confusión al seleccionar el correcto para el trabajo que va hacer. Por el, la AWS (American Welding Society) estableció un sistema de numeración, que se utiliza en la industria de la soldadura. Por ejemplo, en la especificación AWS

A-5.1 para acero dulce y de bajo contenido de aleación se utilizan los números E6013. Estos números se interpretan como siguen: La letra E indica que el electrodo es para soldadura con arco.

Los dos números siguientes (si se usan cuatro dígitos) o tres (si se usan cinco dígitos) multiplicados por 1,000, indican la resistencia a la tracción del metal del electrodo en libras por pulgada cuadrada (psi). El penúltimo número indica la posición en la cual se puede usar el electrodo. Esta puede ser plana, vertical, o sobre cabeza. La posición plana está dividida además en horizontal y hacia abajo. En este caso, el número 1 indica que el electrodo se puede usar en todas las posiciones. El número dos indicará que el electrodo sólo se puede utilizar en la posición plana (horizontal o hacia abajo). El último número indica las características eléctricas del electrodo, por ejemplo, si es para ca, cc y cc directa o inversa. Sin embargo, este último número ha dejado de ser confiable debido a los tipos de electrodos que se emplean en la actualidad.

Electrodo 6013

Tienen una velocidad de fusión grande, buen aspecto en los cordones, y sus escorias se desprenden fácilmente, funde con mucha suavidad, y con muy pocas proyecciones. Su escoria es bastante viscosa, cubre regularmente el baño, lo que da origen a cordones muy regulares, con aguas muy finas. El cebado se realiza casi automáticamente, al ponerse el electrodo en contacto con la chapa, lo cual es debido a su gran proporción de rutilo.

Son electrodos “para todo uso” y pueden utilizarse en todas posiciones, excepto los de recubrimiento grueso (electrodos de grandes rendimientos) debido al alto contenido de polvo de hierro en su recubrimiento.

Su identificación según la norma AWS A-5.1 es un electrodo de 60,000 psi de resistencia a la tracción del metal, puede soldarse en todas las posiciones y puede soldarse en cualquier polaridad ya sea cc., ca., (directa o inversa).

Electrodo 7018

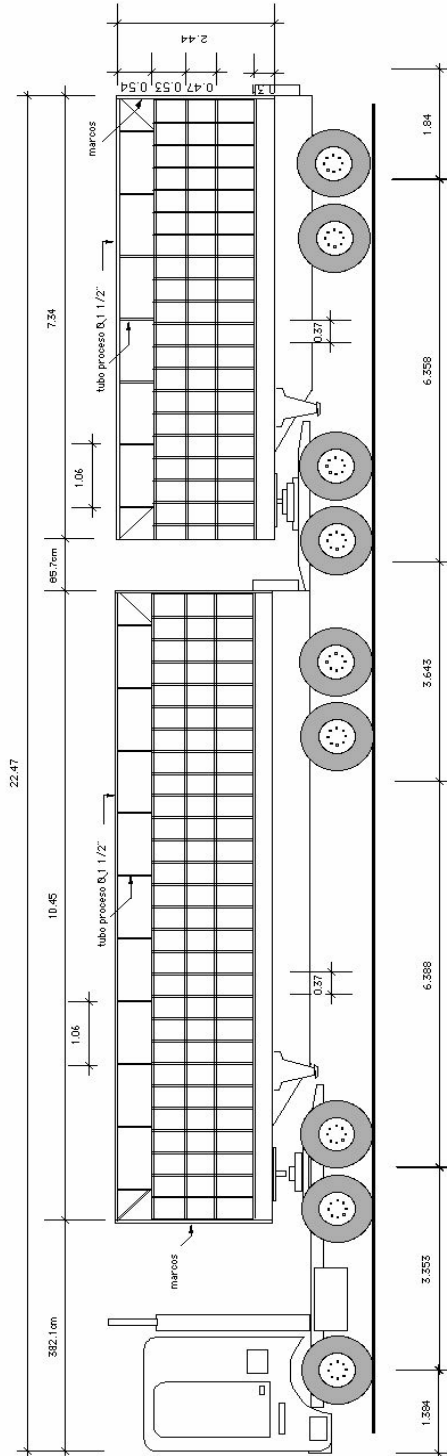
Sus revestimientos están formados por carbonatos, Calcio, Magnesio, contenido también de elementos reductores como manganeso, silicio y titanio, por lo que metalúrgicamente tienen escorias de carácter básico. Estos revestimientos funden a temperaturas muy elevadas por lo que se le añaden fundentes, como el espato de fluor, criolita etc.

Producen una escoria densa y poco abundante generalmente de color pardo-oscuro, con aspecto brillante. Son silicatos de calcio y de hierro. Esta escoria sube a la superficie rápidamente en el baño de fusión, en el cual, se produce una verdadera micro metalurgia con fijación de elementos metálicos en el metal fluido, por lo que pueden obtenerse soldaduras de grandes resistencias mecánicas, si se ha añadido elementos tales como manganeso, níquel, cromo, molibdeno, etc.

Según su clasificación tiene una resistencia a la tracción de 70,000 psi y se puede aplicar en todas la posiciones y la polaridad es ca y cd en polaridad invertida.

7 PLANOS

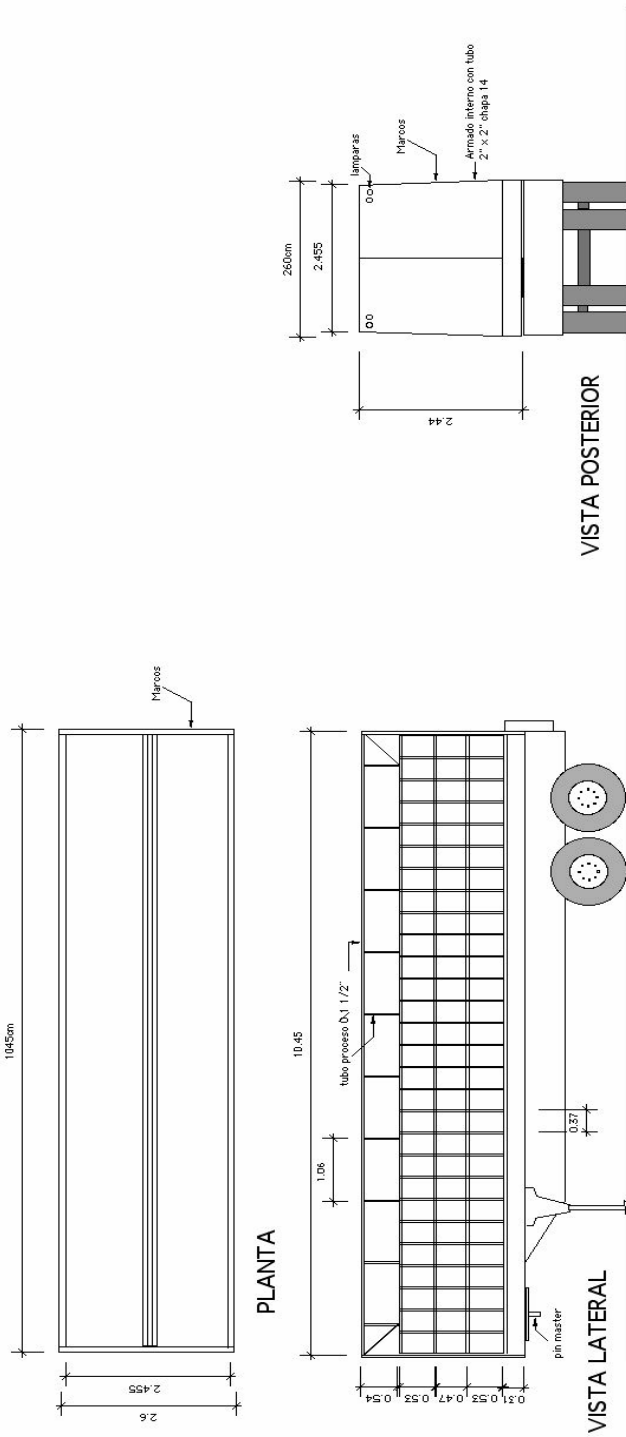
7.1 Vista Frontal



ESCALA 1:50

7.2. Vista Lateral

7.3 Vista de Planta



CONCLUSIONES

1. Usualmente las empresas de transporte pesado deben de cumplir con el reglamento para el control de pesos y dimensiones de vehículos automotores y sus combinaciones, para mantener en buen estado los puentes y carreteras.
2. La porcentaje de carga transportado por el doble remolque analizado, es mayor que la carga transportada con las plataformas convencionales y es aproximadamente el 60%.
3. La inversión de un proyecto de este tipo es recuperable llevando más carga en un solo movimiento, utilizando un piloto y un vehículo doble remolque.
4. Actualmente en nuestro país es utilizada la tecnología y los materiales para la modificación de las plataformas.

RECOMENDACIONES

1. Para impedir fracturas en la estructura, es recomendable instalar ejes de suspensión neumática en plataformas y cabezales.
2. Para reducir el peso en la estructura es conveniente utilizar combinación de materiales con acero, aluminio y polímeros.
3. Es aconsejable para el diseño de carrocerías utilizar equipo ya usado para reducir los costos, pero al observar el rendimiento y sus beneficios se utilizarían materiales y equipos nuevos.
4. Capacitar a los pilotos en relación a su manejo pericia y velocidad en los vehículos de doble remolque, para evitar accidentes y daños a la red vial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Manual de soldadura SEA – SOA (posiciones) nivel operativo INTECAP impresión 1982.
2. Reglamento para el control de pesos y dimensiones de vehículos automotores y sus combinaciones acuerdo gubernativo 1084-92
3. Resistencia de materiales Ferdinand L. Singer /Andrew Pytel tercera edición México D.F. por Harla Copyright 1982.

BIBLIOGRAFÍA

1. Diseño de estructuras de acero método LRFD McCORMAC Ediciones Alfaomega México D.F. 1991.
2. Soldadura James A. Pender Tercera edición McGRAW – HILL México 1989.
3. Soldadura aplicaciones y practica de HENRY HORWITZ, P.E. Representaciones y servicios de ingeniería 1984 México D.F.
4. Timoshenko , S. Godier resistencia de materiales segunda edición Editorial Ibero Americana México 1986.

