

**DISEÑO DE PLUMA GRUA PARA MAQUINA ALESADORA**

**JUAN PABLO VALENCIA OSPINA  
PAULO VICTOR TEJADA CARDONA**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
TECNOLOGÍA MECÁNICA  
MEDELLÍN  
2013**

**DISEÑO DE PLUMA GRUA PARA MÁQUINA ALESADORA**

**JUAN PABLO VALENCIA OSPINA  
PAULO VICTOR TEJADA CARDONA**

**PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN  
MECÁNICA**

**ASESOR  
WILSON MARTINEZ NIETO  
Ingeniero metalúrgico**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
TECNOLOGÍA MECÁNICA  
MEDELLÍN  
2013**

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Medellín, 15 de Noviembre de 2013

## **DEDICATORIA**

### **A Dios**

Por darnos la vida, salud y voluntad para cuidarnos; siempre hemos sentido que ha estado con cada uno de nosotros ya sea en los peores momentos e igualmente en los buenos que es cuando más recordamos que estamos ante él y el con nosotros.

### **A mis padres**

Por dejar que aprovechemos de su compañía, por el apoyo que nos han brindado durante el transcurso de nuestro nacimiento y crecimiento; igualmente por darnos a entender que se debe trabajar duro, luchar legalmente por lo que se anhela y espera obtener.

### **A hermanos y sobrinos**

Por sus consejos y vivencias que han hecho de nosotros seres más precavidos y exigentes en sí mismos, por su cariño y respeto durante toda la vida.

### **A familiares, tías, tíos, primas, primos**

Por su apoyo y compañía más aun cuando tuve el peor suceso hasta el momento en la vida, por todos los momentos que hemos podido compartir y por su expresión de cariño.

## **MUCHAS GRACIAS**

A todos los ya mencionados, a las amistades y personas que esperan el bien para mi e impulsaron que hasta el momento haya alcanzado metas.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al jefe de decanatura de ingeniería mecánica y a sus secretarías, por su apoyo, confianza, buena información y aceptación por la realización de este trabajo de tesis.

A mi tutor Docente Universitario. Wilson Martínez Nieto, por su apoyo y ayuda, comprensión, consejos y por la buena asesoría en el transcurso de la elaboración del trabajo de grado.

Al Ingeniero Electromecánico. Raúl Alberto Bedoya, por su confianza, recomendaciones, consejos y por su aporte con óptima información.

A docentes de la tecnología:

León Jaime Montoya, Sigifredo González Londoño, Diego Muñoz, Luis Carlos Olmos, Ricardo Del Rio, Jaime Ramírez Ríos y Jortin Vargas.

A la Institución Universitaria Pascual Bravo

**GRACIAS**

.

## CONTENIDO

Pág.

	Contenido	
INTRODUCCIÓN .....		16
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....		17
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....		18
3 OBJETIVOS .....		20
3.1 GENERAL .....		20
3.2 ESPECÍFICOS.....		20
4 REFERENTE TEÓRICO .....		21
4.1 DISEÑO .....		21
4.2 MÁQUINA ALESADORA.....		21
4.3 PLUMA GRÚA .....		22
4.6. CARACTERÍSTICAS DE LA MÁQUINA ALESADORA .....		47
4.6.1 Análisis de alternativas.....		49
4.6.2 Funcionamiento de una grúa.....		49
4.7 MÁQUINA HERRAMIENTA .....		60
4.8 ESTÁNDARES Y NORMAS TÉCNICAS APLICABLES.....		60
4.9 GRÚAS HIDRÁULICAS ARTICULADAS SOBRE CAMIÓN .....		61
4.10 MANTENIMIENTO .....		76
5.1 TIPO DE PROYECTO .....		77
5.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN .....		78
5.3 MÉTODO .....		78
5.4 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN .....		78
5.4.1 Fuentes primarias.....		78

5.4.2 Fuentes secundarias.....	79
<b>6 PROCEDIMIENTO.....</b>	<b>80</b>
<b>6.1 TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN .....</b>	<b>80</b>
7.1 RECURSOS HUMANOS.....	81
7.2 RECURSOS INSTITUCIONALES .....	81
7.3 RECURSOS TÉCNICOS.....	81
8.1 PASO A PASO.....	83
8.2 DISEÑO.....	84
8.2.1 Datos de la máquina alesadora.....	84
8.2.2 Datos de la pluma grúa .....	84
8.2.3. Cálculo de Fuerza y Esfuerzo.....	85
8.2.4 Elección Cable de Acero.....	86
8.2.5 Cálculo para el motor.....	87
8.2.6 Rodamientos de bolas especiales de doble hilera .....	120
8.2.7 Engrane cilíndrico helicoidal.....	122
8.2.8 Soporte estructura. ....	124
8.2.9 Soldadura para la estructura .....	125
<b>9 CRONOGRAMA .....</b>	<b>127</b>
<b>10. CONCLUSIONES .....</b>	<b>128</b>
<b>11. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>129</b>

## LISTADO DE FIGURAS.

	<b>Pág.</b>
Figura 1 Grúa torre	31
Figura 2 Durabilidad y mantenimiento pluma grúa	46
Figura 3 Ficha Técnica Alesadora	48
Figura 4 Control del motor	90
Figura 5 Estructura Pluma grúa	91
Figura 6 Diagrama Pluma	94
Figura 7 Diagrama Deflexión pluma	94
Figura 8 Diagrama Pendiente pluma	95
Figura 9 Diagrama Contrapluma	106
Figura10 Diagrama Deflexión contrapluma	106
Figura 11 Diagrama Pendiente contrapluma	107
Figura 12 Dimensiones del perfil ASTM A-36	113



## LISTADO DE FOTOS

	<b>Pág.</b>
Foto 1. Lastre.	25
Foto 2. Mástil	26
Foto 3. Flecha	27
Foto 4. Contra Flecha	28
Foto 5. Gancho	29
Foto 6. Rodamiento doble hilera	120
Foto 7. Engrane helicoidal	122

## LISTADO DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Inspección y tipo de cable	53
Tabla 2. Diámetro y carga de brida	57
Tabla 3. Ángulo y carga de trabajo de la brida	58
Tabla 4. Elección cable	87
Tabla 5. Motorreductor	89
Tabla 6. Fuerza y Esfuerzo	92
Tabla 7. Fuerza miembros y reacciones	93
Tabla 8. Especificación Angulo ASTM A-36	119
Tabla 9. Dimensiones rodamiento	121
Tabla 10. Características electrodo soldadura	126

## LISTADO DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Plano 1. Propiedades en X de la Pluma	96
Plano 2. Propiedades en Y de la Pluma	97
Plano 3. Módulo elástico en la Pluma	98
Plano 4. Centroides y momento de inercia de la Pluma	99
Plano 5. Inercia en la Pluma	100
Plano 6. Propiedades en "X" de Torre	101
Plano 7. Propiedades en "Y" de Torre	102
Plano 8. Módulo elástico en la Torre	103
Plano 9. Centroides y momento de Inercia en Torre	104
Plano 10. Inercia en Torre	105
Plano 11. Propiedades en "X" contrapluma	108
Plano 12. Propiedades en "Y" contrapluma	109
Plano 13. Módulo elástico en contrapluma	110
Plano 14. Centroides y momento de inercia contrapluma	111
Plano 15. Inercia en contrapluma	112
Plano 16. Propiedades en "X" ASTM A-36	114
Plano 17. Propiedades en "Y" ASTM A-36	115
Plano 18. Centroides y momento de inercia ASTM A-36	116
Plano 19. Módulo Elástico ASTM A-36	117
Plano 20. Inercia ASTM A-36	118
Plano 21. Soporte estructura ASTM A-36	124

## GLOSARIO

**Huaipe:** Típico trapo hecho de tiras de tela especial, para la limpieza.

**Tirfor:** Alternativa de polipastos y cabrestantes en cualquier tipo de obra. Con un sencillo accionamiento de la palanca, un solo operario puede desplazar, elevar, posicionar grandes cargas.

**Estrobo:** Es un tramo relativamente corto de un material flexible y resistente (típicamente cable de acero), con sus extremos en forma de ojales.

**Grilletes:** Es un elemento de elevación que se suele usar como pieza intermedia entre el gancho y la eslinga.

**Eslinga:** Cuerda fuerte con ganchos; se usa para el levantamiento de grandes pesos.

**Torones:** Es el componente básico del cable de acero.

**Motores eléctricos asincrónicos:** O de inducción son un tipo de motores eléctricos de corriente alterna, el motor asincrónico trifásico está formado por un rotor, que puede ser de dos tipos a) jaula de ardilla, b) bobinado, y un estator en el que se encuentran las bobinas inductoras. Estas bobinas son trifásicas y están desfasadas entre si  $120^\circ$ .

**Jaula de ardilla:** El motor de corriente alterna trifásica de jaula de ardilla es el motor eléctrico industrial por excelencia. Fuerte, robusto y sencillo, se usa en una gran número de máquinas con un mantenimiento mínimo.

**Estator:** Parte fija de la máquina eléctrica en la que se desarrolla la función de crear un campo magnético o de recoger sobre una bobina los fenómenos provocados por un campo magnético móvil; igualmente o también se conoce como el conjunto de las paletas fijas de una turbina, de un compresor o de un convertidor par.

**Polos conmutables:** Tienen dos velocidades fijas de operación. La forma de conexión nos determina la velocidad a la cual girara el motor. Estas conexiones se hacen exteriormente mediante mando por contactores o conmutadores manuales.

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo de Grado es el diseño de una pluma grúa para máquina alesadora útil en el mecanizado, que se encuentra en el taller de máquinas y herramientas en el bloque cuatro (4) de la Institución Universitaria Pascual Bravo.

Inicialmente se dan a conocer las principales características de las grúas, una de las máquinas más útiles e importantes utilizadas en la actualidad, especialmente en la industria de la construcción, en obras de altura, para el transporte y elevación de cargas. Además se señalan los aspectos más relevantes del funcionamiento de sus sistemas y mecanismos.

Se desarrolla el diseño de una pluma grúa, y así posteriormente poder seleccionar los componentes mecánicos del sistema de elevación, sistema de giro, sistema de traslación y sistema de seguridad; para lo cual se describen los diferentes criterios de diseño.

Definido el diseño estructural y seleccionados los mecanismos de cada uno de los sistemas que conforman la pluma grúa para la máquina alesadora, se procede a realizar las conclusiones que deja el proyecto, habiendo cumplido con el objetivo principal, y se plantean las recomendaciones para posteriores estudios de este tipo de proyecto.

### **Palabras Claves:**

Diseño, grúa, máquina, mecanizado, herramienta, alesadora, proyecto, industria, elevación, cargas, mecanismos, características, objetivo.

## **ASBTRACT**

The objective of this paper grade is to design a boom crane for boring machine is in the workshop of machines and tools in the four (4) block of the University Institution Pascual Bravo.

Initially occur to know the main characteristics of the crane Tower, one of the most useful and important machines used today especially in the industry of construction in works of height for transport and lifting. Also identifies the most relevant aspects of the operation of their systems and mechanisms.

The design of a boom crane develops to then select the mechanical components system elevation system rotation, system translation and system security It describes different design criteria.

Defined the structural design and selected mechanisms of each of the systems that make up the boom crane for boring machine, proceed to make the conclusions that leaves the project, having met the main goal, and there are recommendations for further studies of this type of project.

### **Keywords:**

Design, derrick, machine, mechanized, tool, alesadora, project, industry, elevation, loads, mechanics, characteristics, objective.

## INTRODUCCIÓN

Con este trabajo se plantea la importancia de la implementación de la pluma grúa en la Institución Universitaria Pascual Bravo, para el manejo de grandes cargas, cuando se tenga la necesidad de realizar trabajos en la alesadora, puesto que esta máquina está enfocada a realizar labores pesadas y por ello complicadas para el personal.

Se puede conocer la importancia del uso de una pluma grúa para el buen manejo de maquinaria de grandes cargas, las cuales pueden causar daño a quienes intenten usarla manualmente, puesto que este ha sido un trabajo que ha venido incursionando de manera laboral en el mundo industrial.

Esta maquinaria ha estado solicitada para realizar trabajos necesarios en las empresas industriales, al tener este conocimiento para mejorar los trabajos que serán realizados en la máquina alesadora y por igual se podrá complementar el conocimiento ya adquirido sobre normas para evitar accidentes tanto personales como daños a la maquinaria y herramientas usadas en los procedimientos necesarios.



## 1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Bloque cuatro (4); taller de máquinas y herramientas, 4L – 101 es un taller de mecanizado que cuenta con tornos, fresadoras, dispositivos de esmeril, máquina alesadora y cuarto para guardar herramientas de trabajo.

Está diseñada para trabajo pesado y continuo; la calidad y seguridad industrial, han hecho a esta máquina en una gran herramienta para el desarrollo de proyectos de construcción y usada en talleres de mecánica automotriz.

Este tipo de dispositivo se utiliza más que todo para la construcción, por lo cual se tiene más en cuenta la Torre grúa que la pluma grúa.

Por igual empresas que con la pluma grúa están brindando servicios que dan respuestas específicas ya que permiten ejecutar trabajos en tiempo y forma, estas empresas cuentan con el servicio de reparación y mantenimiento de tipo electromecánicos e instalaciones eléctricas.

Los profesores, auxiliares y/o estudiantes en el laboratorio han trabajado manualmente, ya que no se cuenta con la maquinaria para manejar herramientas de gran peso, por lo cual todos los trabajos de los profesores, auxiliares y/o estudiantes hacen demasiado complicados.

En el taller de máquinas y herramientas, se ha intentado hacer trabajos con la máquina alesadora; por lo cual el grupo elegido ya sea de estudiantes para realizar la práctica requerida, o de profesores y auxiliares para realizar la labor,

se necesita hacer mucho esfuerzo y por igual solicitan ayuda para poder alcanzar la meta propuesta.

Trabajar en equipo multiplica el potencial de cada uno, reforzando la capacidad total de la empresa. Las grúas plumas son colaboradores potentes y fiables, que le facilitarán el trabajo diario, además ofrece soluciones particularmente flexibles y económicas para el flujo de materiales en el puesto de trabajo.

Al no tener una pluma grúa en la Institución Universitaria Pascual Bravo.; todo el personal que requiera hacer un trabajo de gran esfuerzo no tendrá como realizar una buena labor y así deberán realizar un gran esfuerzo; pero con la pluma grúa se solucionarían distintas necesidades; sea para cargar máquinas, cambiar herramientas pesadas o colocar piezas sobre la mesa de trabajo (bancada), con la pluma grúa el trabajo de levantar cargas se convierte en un proceso fácil, rentable y seguro.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Con el diseño de la pluma grúa para la máquina alesadora, se mejorarán las prácticas en el laboratorio?

## 2 JUSTIFICACIÓN

Es un elemento que se diseña para especializar notablemente en la técnica de desplazamiento y elevación de herramientas y dispositivos de gran peso; con la finalidad de mejorar la realización de trabajos dispuestos en el taller de máquinas y herramientas, puesto que es de gran dificultad para los que desean y necesitan poder trabajar dispositivos que solicitan mucho esfuerzo.

Para la Institución Universitaria Pascual Bravo, es de gran importancia este dispositivo puesto que hace notar un proceso de innovación y mejora de entorno, dispositivos y herramientas para la mejora de la maquinaria; con esto los estudiantes podrán tener un conocimiento y aprendizaje apto para representar con buen nombre la Institución.

Se da para alcanzar un máximo rendimiento; de una sola mano se dispondrá para tener una solución sencilla, cómoda y completa; facilitara a la planificación y ahorra esfuerzos de ayudantes complementarios.

Responde al vacío metodológico; puesto que el taller de máquinas y herramientas, ni toda la Institución Universitaria Pascual Bravo cuenta con la maquinaria y herramientas necesarias para impedir el riesgo a daños personales debido al gran esfuerzo que se debe hacer para la colaboración que se realiza en el momento de ayudar en el montaje de elementos pesados que están dispuestos para recibir el trabajo solicitado para ser realizados en la máquina alesadora.

Su impacto llega a ser metodológico, puesto que permitirá hacer las prácticas con más facilidad, dando mejor nombre a la maquinaria disponible por la institución y por igual evitando daños mayores al personal y a los trabajos por realizar.

## **3 OBJETIVOS**

### **3.1 GENERAL**

Diseñar una pluma grúa para la máquina alesadora que se encuentra en un taller de máquinas y herramientas en el bloque cuatro (4) de la Institución Universitaria Pascual Bravo, la cual pueda permitir un mejor manejo de máquina y elementos pesados para así poder ser trabajados obteniendo los menores riesgos de posibles daños y/o accidentes que anteriormente han sucedido por realizar la movilidad de dichos elementos.

### **3.2 ESPECÍFICOS**

- Investigar sobre los materiales más adecuados, con los cuales se pueda fabricar la pluma grúa con las características necesarias o adecuadas para evitar fallas, accidentes y mayores riesgos para el material; así siendo el elemento más adecuado para complementar la máquina alesadora.
- Realizar los adecuados y posibles cálculos que han de ser necesarios para permitir darle las características a la pluma grúa y así permitirle adquirir un óptimo desempeño,
- Aplicar los conocimientos que se han adquirido durante el transcurso de la tecnología.

## 4 REFERENTE TEÓRICO

### 4.1 DISEÑO

Se refiere a un boceto, bosquejo o esquema que se realiza; ya sea mentalmente o en un soporte material, antes de concretar la producción de algo. El diseño implica una representación mental la posterior plasmación de dicha idea en algún grafico para exhibir cómo será la obra que se planea realizar. En el momento de diseñar no solo se debe tener en cuenta aspectos estéticos, sino también cuestiones funcionales y estéticas.

### 4.2 MÁQUINA ALESADORA

La alesadora es usada para trabajar y aumentar superficies de cavidades internas en un sin número de piezas utilizadas en sectores industriales como el automotor, agroindustrial y petrolero. Alesado es la expansión cilíndrica o cónica interna de la superficie de una cavidad previamente hecha a una pieza. Este procedimiento se realiza con el objetivo de rebajar material de la pieza para alcanzar las dimensiones requeridas de producción. Alesar también se define como realizar una cavidad mayor dentro de otra cavidad.<sup>1</sup>

Las alesadoras están conformadas generalmente por bancada; columna fija delantera y columna posterior; cabezal; mesa, donde se ubica la pieza a trabajar; los carros, que permiten el desplazamiento; plato del cabezal; husillo; inserto o

---

<sup>1</sup> (METALACTUAL) METAL ACTUAL. Alesadoras: Trabajo Preciso en Cavidades [recuperado el 17 agosto 2013]. Disponible en: <URL:[http://www.metalactual.com/revista/26/maquinaria\\_alesadoras.pdf](http://www.metalactual.com/revista/26/maquinaria_alesadoras.pdf)>.

cuchilla; soporte de portaherramientas posterior y el control eléctrico o manual (palancas), según el tipo de máquina.

Sobre la bancada está la mesa que puede moverse, longitudinal o transversalmente, por los carros o rieles ubicados para dicha acción. En la columna delantera se encuentra el cabezal y el husillo con la respectiva herramienta que trabaja la pieza, los cuales también pueden desplazarse mediante carros.

### **4.3 PLUMA GRÚA**

En la actualidad la grúa se la considera una herramienta de suma importancia en la industria de la construcción, utilizada para la elevación y transporte de carga a grandes alturas. La grúa es una máquina electromecánica compuesta por un pilar vertical y una viga horizontal inclinada o basculante, diseñada principalmente para el transporte vertical de cargas, además consta de los distintos sistemas mecánicos, tales como: de elevación, de traslación, de giro y de seguridad. La viga horizontal se le llama pluma, tiene unos contrapesos en un extremo para generar el balance y también podría ir cargada en el cimientto para conseguir el momento de empotramiento necesario para funcionar.<sup>2</sup>

La grúa es orientable y su soporte giratorio se monta sobre la parte superior, cuya parte inferior se une a la base de la grúa, puede empotrarse en el suelo, inmobilizada sin ruedas o bien desplazarse sobre vías rectas o curvas, adicionalmente la grúa suele ser de instalación temporal, y está concebida para soportar frecuentes montajes y desmontajes, así como traslados entre distintos

---

<sup>2</sup> (Loor, 2012) Héctor Paúl Jaramillo Loor. "Diseño y Modelado Virtual de una Grúa Fija con Pluma Horizontal Giratoria". Guayaquil-Ecuador. Escuela superior politécnica del litoral 2012.

emplazamientos. Las operaciones de montaje deben ser realizadas por un óptimo personal. Así mismo las operaciones de mantenimiento y conservación se deben realizar de acuerdo con las normas dadas.

A su vez pueden clasificarse en:

**Montadas sobre cadenas:** El desplazamiento es posible gracias a cadenas dispuestas de manera particular.

**Montadas sobre ruedas:** En la parte inferior está dotado de ruedas que permiten un desplazamiento más veloz.

**Otras bases:** Están montadas sobre otros dispositivos o bien una conjunción de las mencionadas más arriba, es decir cadenas y ruedas.

**Torre vertical:** Cuya principal misión es dotar a la grúa de altura suficiente. Para el montaje se formarán módulos o tramos de esta estructura, mediante los elementos de sujeción adecuados, llegando todos unidos a la altura proyectada.

Su forma y dimensión varía según las características necesarias de peso y altura. Consiste en una estructura de celosía metálica, cuya principal misión es dotar a la grúa de altura suficiente. Para el montaje se formarán módulos o tramos de esta estructura, mediante los elementos de sujeción adecuados, llegando todos unidos a la altura proyectada. Su forma y dimensión varía según las características necesarias de peso y altura. En la parte superior del mástil se sitúa el mecanismo de giro que dota a la grúa de movimiento de 360° horizontales, adicionalmente según el modelo puede disponer de una cabina para su manejo por parte de un operador. Para el acceso de operarios, la torre vertical dispondrá de una escalera metálica fijada en la estructura.

**Pluma:** Es una estructura de sección normalmente triangular, cuya principal misión es dotar a la grúa del radio o alcance necesario. Su forma y dimensión varían según las características necesarias de peso y longitud. La pluma no solo tiene por objetivo el soportar los esfuerzos de flexión debidos la carga a elevar sino también debe alojar los aminos de rodadura para que circule longitudinalmente el carro portacarga.

**Contra-pluma:** La longitud de la contra-pluma oscila entre el 30% y 45% de la longitud de la pluma. Al final de la contra-pluma se colocan los contrapesos. Está unida a la torre en la zona opuesta de la unión con la pluma. Está formada por varios perfiles metálicos. Este elemento funciona como una viga articulada a la estructura en un extremo y consigue su triangulación mediante la cuerda bala situada en su otro extremo. En su extremo dispone de un contrapeso que dota de estabilidad a la estructura en general. Su valor depende de la carga a transportar junto con la longitud de la pluma.

**Contra-pesos:** Son elementos que se colocan para estabilizar el peso y la inercia que se producen en la pluma de la grúa. Se debe estabilizar la grúa tanto en reposo como en funcionamiento.

**Lastre:** Puede estar formada por una zapata enterrada o bien por varias piezas de hormigón prefabricado en la base de la grúa-torre. Su objetivo es estabilizar la grúa frente al peso propio, al peso que puede trasladar y a las condiciones ambientales adversas.



**Foto 1.** Lastre.



**Carro:** Este mecanismo se mueve a lo largo de la pluma a través de unos carriles. Es metálico de manera que soporta el peso a levantar, permite desplazar la carga a lo largo de la pluma, con un sistema de poleas para que la altura del gancho permanezca constante.

**Placa base:** Es la estructura de la grúa en contacto con el suelo. Será la encargada de resistir y repartir los esfuerzos que se transmitan desde la estructura de la grúa hasta el terreno. Sus dimensiones serán los marcados por las bases del concurso.

**Mástil:** Consiste en una estructura de celosía metálica de sección normalmente cuadrada, cuya principal misión es dotar a la grúa de altura suficiente. Normalmente está formada por módulos de celosía que facilitan el transporte de la grúa. Para el montaje se unirán estos módulos, mediante tornillos, llegando todos unidos a la altura proyectada. Su forma y dimensión varía según las características necesarias de peso y altura. En la parte superior del mástil se sitúa la zona giratoria que aporta a la grúa un movimiento de 360º horizontales.

También según el modelo puede disponer de una cabina para su manejo por parte de un operario. Para el acceso de operarios dispondrá de una escala metálica fijada a la estructura.

**Foto 2.** Mástil



**Flecha:** Es una estructura de celosía metálica de sección normalmente triangular, cuya principal misión es dotar a la grúa del radio o alcance necesario. Su forma y dimensión varía según las características necesarias de peso y longitud.

También se le suele llamar pluma. Al igual que el mástil suele tener una estructura modular para facilitar su transporte. Para desplazarse el personal especializado durante los trabajos de montaje, revisión y mantenimiento a lo largo de la flecha

dispondrá de un elemento longitudinal, cable fiador, al que se pueda sujetar el mosquetón del cinturón de seguridad.

**Foto 3.** Flecha



**Contra flecha:** La longitud de la contra flecha oscila entre el 30 y el 35 % de la longitud de la pluma. Al final de la contra flecha se colocan los contrapesos. Está unido al mástil en la zona opuesta a la unión con la flecha. Está formada una base robusta formada por varios perfiles metálicos, formando encima de ellos una especie de pasarela para facilitar el paso del personal desde el mástil hasta los contrapesos. Las secciones de los perfiles dependerán de los contrapesos que se van a colocar.

**Foto 4.** Contra Flecha



**Gancho:** Elemento que permite, mediante un polipasto, elevar y descender la carga. La función de este tipo de dispositivo de seguridad es evitar que por un error de operación, el gancho golpee las catalinas del carro provocando que el cable de elevación se corte, o que se golpee el gancho en el suelo desenrollándose el cable del tambor o descarrilándose este cable de elevación de las catalinas guías, con el peligro de cortarse por roce o estrangulación. Esto quiere decir que, controla el número de vueltas efectuadas por el tambor de enrollamiento del huiñche de elevación, evitando que se produzca un accidente.

**Foto 5.** Gancho



**Grúa:** Máquina elevadora compuesta por un eje vertical giratorio, con una o varias poleas que se accionan mecánicamente, que sirve para levantar y transportar pesos, es formada por una estructura metálica con un brazo móvil horizontal del que cuelga un cable con un gancho, que sirve para elevar cosas muy pesadas y para transportarlas de un lugar a otro a distancias cortas.

Es una máquina o dispositivo cuya función es la de levantar mecánicamente determinados materiales o cargas. También se la conoce con el nombre de quinche. Donde más se puede observar la presencia de grúas es en las obras de construcción, donde se vuelve imperante el levantamiento de cargas de alto peso. Si hacemos un poco de historia, los orígenes de esta máquina se remontan al puntal de carga, que consistía en una pieza cilíndrica compuesta por dos partes: una inferior, que presentaba una solidez, una estructura inamovible, llamada coz. Por otro lado, había una parte superior en la que se encontraba el amante, que se encargaba de inclinar el puntal de carga mientras otro cable era el responsable de sostener el peso de toda la carga.

#### 4.4. TIPOS DE GRÚA

**Grúas telescópicas:** Se caracterizan por tener las llamadas flechas. Estas generalmente son rectangulares y están hechas de metales muy duros que sean resistentes y duren mucho tiempo.

Es utilizada en lugares donde haya mucho espacio para poder trabajar.

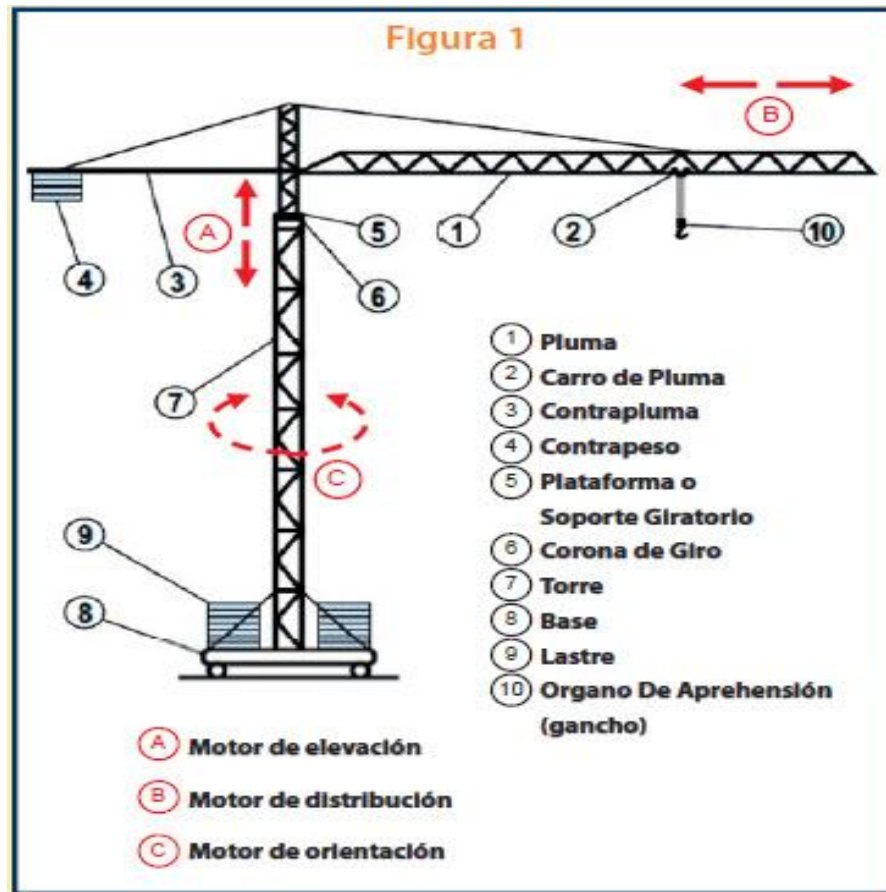
**Grúas que se propulsan por sí mismas:** El trabajo que realizan estas grúas es discontinuo ya que debe subir y repartir la carga, que se mantiene colgada desde un gancho. Estas son utilizadas en grandes edificaciones. Estos son dispositivos muy eficientes y fáciles de maniobrar.

**Grúas hidráulicas:** Posee un sistema hidráulico para frenar y elevar. Normalmente estas grúas pueden tolerar un poco más de ciento cincuenta kilos. Además son muy utilizadas como medio de transporte para los individuos. Estas resultan idóneas para el uso hogareño.

**Grúas móviles:** Se caracterizan por estar constituidas por un vehículo colocado sobre ruedas, teniendo así una movilidad y dirección propia. A su vez debe tener un sistema que permita elevar las cargas de tipo pluma y estabilizadores para que no se produzcan accidentes. En cuanto a sus ruedas, el tamaño de las mismas determina la facilidad de manejarlo, si son de un gran tamaño, resultará más asequible controlarlo. Estas grúas son muy utilizadas en edificaciones y en aquellas que son de un gran tamaño son utilizadas para cargar las grúas de tipo torre. Además son muy útiles en obras de hospitales y residencias.

**Grúa de torre:** Este tipo de grúas se puede poner en la posición que se desee, además su soporte puede rotar. Estas suelen ser colocadas por una determinada cantidad de tiempo, es muy usada durante las construcciones.<sup>3</sup>

**Figura 1** Grúa torre



Están formadas por una torre hecha de metal, una extensión paralela al piso que puede rotar y además está dotada de motores que permitan elevar, trasladar, distribuir los objetos deseados.

<sup>3</sup> (tiposde.org, 2013) SIMPLE ORGANIZATION.portal educativo, tiposde.org. [Recuperado 16 septiembre 2013]. Disponible en: <URL:<http://www.tiposde.org/construccion/616-tipos-de-gruas/#ixzz2deY9NKxy>>.

Generalidades. Las primeras grúas fueron inventadas en la antigua Grecia y sus indicios se dan alrededor del s. VI. Se trata de marcas de pinzas de hierro en los bloques de piedra de los templos. Se evidencia en estas marcas su propósito para la elevación ya que están realizadas en el centro de gravedad o en pares equidistantes de un punto sobre el centro de gravedad de los bloques.

La introducción del torno y la polea pronto conduce al reemplazo extenso de rampas como los medios principales del movimiento vertical. Por los siguientes doscientos años, los edificios griegos contemplan un manejo de los pesos más livianos, pues la nueva técnica de elevación permitió la carga de muchas piedras más pequeñas por ser más práctico, que pocas piedras más grandes.

El apogeo de la grúa en épocas antiguas llegó antes del imperio Romano, cuando se incrementó el trabajo de construcción en edificios que alcanzaron dimensiones enormes. Los romanos adoptaron la grúa griega y la desarrollaron. Los caballos y otros animales eran utilizados para proporcionar la fuerza motriz para elevar y mover objetos pesados. La grúa romana más simple, el Tripastos, consistió en una horca de una sola viga, un torno, una cuerda, y un bloque que contenía tres poleas.

Teniendo así una ventaja mecánica de 3:1, se ha calculado que un solo hombre que trabaja con el torno podría levantar 150 kilogramos ( $3 \text{ poleas} \times 50 \text{ kg} = 150\text{kg}$ ), si se asume que 50 kilogramos representa el esfuerzo máximo que un hombre puede ejercer sobre un período más largo. Tipos más pesados de grúa ofrecieron cinco poleas que se denomina Pentapastos, o en el caso más grande, un sistema de tres por cinco poleas, Polipastos con dos, tres o cuatro mástiles, dependiendo de la carga máxima.

El Polipastos, cuando era operado por cuatro hombres en ambos lados del torno, podría levantar hasta 3000 kg ( $3 \text{ cuerdas} \times 5 \text{ poleas} \times 4 \text{ hombres} \times 50\text{kg} = 3000$



kg). En caso de que el torno fuera substituido por un acoplamiento, la carga máxima incluso se duplicaría a 6000kg con solamente la mitad del equipo, puesto que el acoplamiento posee una ventaja mecánica mucho más grande debido a su diámetro más grande. Esto significó que, con respecto a la construcción de las pirámides egipcias, donde eran necesarios cerca de 50 hombres para mover un bloque de piedra de 2,5 toneladas por encima de la rampa (50kg. Por personas), la capacidad de elevación del Polipastos romano demostró ser 60 veces más alta (3000 kg por persona). Sin embargo, los edificios romanos ofrecen numerosos bloques de piedra mucho más pesados que éstos. Dirigidos por el Polipastos indican que la capacidad de elevación total de los romanos iba mucho más allá que la de cualquier grúa sola.

En el templo de Júpiter en Baalbek, los bloques pesan hasta 60 toneladas cada uno, y las cornisas de la esquina, bloques de incluso 100 toneladas, todas levantadas a una altura de 19 metros sobre la tierra. En Roma, el bloque capital de la columna Trajana pesa 53,3 toneladas que tuvieron que ser levantadas a una altura de 34m. Se asume que los ingenieros romanos lograron la elevación de estos pesos extraordinarios por dos medios: primero, según lo sugerido por Herón, una torre de elevación fue instalada, cuatro mástiles fueron arreglados en la forma de un cuadrilátero con los lados paralelos, no muy diferente a una torre, pero con la columna en el medio de la estructura. En segundo lugar, una multiplicidad de cabrestantes fue colocada en la tierra alrededor de la torre, que aunque la ventaja mecánica es más baja que los acoplamientos, los cabrestantes se podrían instalar en números obteniendo mayor ventaja mecánica.

En la actualidad la grúa-torre se la considera una herramienta de suma importancia en la industria de la construcción, utilizada para la elevación y transporte de carga a grandes alturas. La grúa-torre es una máquina electromecánica compuesta por un pilar vertical y una viga horizontal inclinada o basculante, diseñada principalmente para el transporte vertical de cargas, además

consta de los distintos sistemas mecánicos, tales como: De elevación, de traslación, de giro y de seguridad. La viga horizontal se le llama pluma y el pilar vertical torre. Al final de la torre está la corona donde gira la pluma.

La pluma tiene unos contrapesos en un extremo para generar el balance y también podría ir cargada en el cimientó para conseguir el momento de empotramiento necesario para funcionar.

La grúa-torre es orientable y su soporte giratorio se monta sobre la parte superior de la torre vertical, cuya parte inferior se une a la base de la grúa, puede empotrarse en el suelo, inmovilizada sin ruedas o bien desplazarse sobre vías rectas o curvas, adicionalmente la grúa-torre suele ser de instalación temporal, y está concebida para soportar frecuentes montajes y desmontajes, así como traslados entre distintos emplazamientos. Las operaciones de montaje deben ser realizadas por personal especializado. Asimismo las operaciones de mantenimiento y conservación se deben realizar de acuerdo con las normas dadas por el fabricante.

Puede clasificarse en:

**Desmontable:** Están hechas para poder realizar muchas veces seguidas la tarea de desmontar y montar y también para movilizar cargas.

**Auto despegable:** En este caso es posible que la torre se pliegue y despliegue de una manera muy veloz.

**Desplazable cuando es utilizada:** La parte inferior de esta clase de grúas tiene la capacidad de moverse gracias a carriles, por ejemplo.

**Torre estacionara:** En este caso la parte inferior de la torre no tiene la capacidad de generar movimientos de traslación.

**Torre trepadora:** Se encuentran colocadas sobre una obra en construcción. Sus movimientos son verticales, tanto en ascenso o en descenso.

Clasificación y grados de libertad. Las grúas se clasifican de la siguiente manera:

Forma de Giro:

**Grúa de Giro Superior:** Es la de uso más frecuente, su giro se produce en la parte superior y permite lograr una mayor altura.

**Grúa de Giro de Base:** Es aquella en que el giro se produce en la parte inferior. Su altura es limitada.

Forma de Montaje:

**Grúa-Automontable:** Es aquella que viene con su torre y pluma plegadas, con los cables separados, con sus contrapesos generalmente colocados; solo hay que nivelarla, desplegarla y en el momento que se esté armando puede ser calibrado.

**Grúa-Torre Auto-montable:** Es la combinación de las dos anteriores y además se le puede adicionar algunos tramos. Se ha hecho ya muy popular el empleo de este tipo de grúas en la edificación de pequeña altura y espacios abiertos. Estas grúas son fácilmente trasladadas, puesto que se pueden enviar como unidades compactas en tráiler, con sus contrapesos, incluso las de gran capacidad. Este tipo de grúas ha incorporado la posibilidad de trepado para conseguir mayores alturas de empleo.

Forma de Pluma:

**Grúa de Pluma Horizontal:** Como su nombre lo indica es aquella cuya pluma se encuentra perpendicular a la torre o mástil.

**Grúa de Pluma Abatible:** Este tipo de grúa permite variar la geometría de empleo de la pluma, pudiendo utilizarse en posición horizontal, ángulo obtuso y recto. Esta característica la hace especialmente indicada para determinadas construcciones.

Forma de apoyo:

**Grúa Rodante:** Es el modelo de grúa más empleado para la construcción de bloques de departamentos y en edificaciones de torres aisladas, permiten trasladar la grúa con carga sobre una vía previamente estudiada e instalada en obra. Dada la importancia que tienen las vías de traslación para un buen desempeño de estos equipos, es conveniente respetar todas las medidas de seguridad que se adaptan en estos casos.

**Grúa Fija:** La grúa se ubica en un punto, sobre un chasis y se distribuye en el área de círculo abarcada por la pluma.

**Grúa Trepadora:** Es una grúa cuyo sistema de montaje le permite aumentar de altura desplazándose por el interior del edificio a medida que éste aumente de altura.

Todos sus esfuerzos de carga tanto horizontal como vertical son transmitidos al edificio a través de estructuras soportantes.

**Grúa Anclada al Edificio:** Cuando una grúa sobrepasa su altura rodante determinada por su estabilidad, en trabajo y fuera de servicio, expuesta a excesiva

velocidad del viento, es preciso asegurarla, anclándola, si la grúa se encuentra próxima a un edificio, y arriostrándola por medio de vientos si la grúa se encuentra en una obra despejada.

**Grúa sobre camión:** Este tipo de grúa representa una alternativa práctica a la grúa convencional sobre camión, puesto que a la misma rapidez de traslado entre diferentes puntos de trabajo se añade la ventaja que representa la superior altura de arranque de pluma, que tiene la incorporación de la grúa.

Partes y grados de libertad de una grúa, sistemas y mecanismos. Una Grúa hace posible sus movimientos gracias a los distintos sistemas y mecanismos, donde la principal fuente de energía es la electricidad.

- Elevación.
- Giro.
- Distribución de Carga.
- Traslación.

**Sistema de Elevación:** es el conjunto de elementos mecánicos que permiten subir y bajar carga. Está constituido por:

- Motor de Elevación Eléctrico.
- Un Reductor de Elevación.
- Un Tambor de Enrollamiento.
- Un Cable de Elevación.

**Mecanismo de Giro:** es el que permite girar la pluma en el plano horizontal y está constituido por:

- Un freno hidráulico.

- Un acoplamiento hidráulico.
- Un reductor.
- Un motor eléctrico.
- Una corona y piñón de Giro.

**Mecanismo del carro distribuido:** Es el que permite mover hacia adelante y hacia atrás el carro y de esta manera trasladar la carga en el plano horizontal. Este mecanismo está conformado por:

- Un motor eléctrico.
- Un tambor de enrollamiento.
- Un carro metálico.
- Un reductor.
- Polines

**Mecanismo de traslación sobre vía:** Es el que permite trasladar la grúa hacia adelante y hacia atrás en una vía tipo ferroviaria y está constituido por:

- Uno o dos motores eléctricos.
- Uno o dos reductores.
- Uno o dos rodillos o ruedas de traslación (por eje de apoyo).

**Mecanismos de seguridad:** Los mecanismos de seguridad de una grúa deben ser periódicamente revisados y mantenerse en óptimas condiciones, ésta va a ser la única forma de preservar tanto la vida de las personas como la de la máquina. Las grúas deben disponer de los siguientes mecanismos de seguridad:

- Limitador de carga máxima.
- Limitador de momento máximo.

- Limitador del levante superior del gancho.
- Orientación al viento.
- Limitadores de recorrido.
- Limitadores de ángulos en pluma inclinada.
- Freno de recorrido sobre el riel.

Operación y seguridades. Condiciones de operación:

- La Grúa debe ser operada por una persona debidamente calificada para este efecto.
- El propietario de la Grúa debe establecer instrucciones escritas de trabajo, en que se describan las medidas de seguridad a adoptar durante:
  - La puesta en servicio inicial del equipo.
  - El trabajo diario.
  - Durante las detenciones normales o de emergencia de la grúa.

Las instrucciones de trabajo deben describir, entre otros, las medidas de seguridad que se deben adoptar para:

- Evitar la caída de objetos, sean éstos transportados por la grúa o accidentalmente golpeados por la carga en el curso de su desplazamiento.
- Hacer frente a fenómenos atmosféricos, tales como, viento, escarcha.
- Asegurar la protección del personal que trabaje en labores de inspección, engrase, limpieza, mantención o reparación de la grúa.
- Las instrucciones de trabajo deben hacer especial referencia a la prohibición de transportar personas, o que el personal suba sobre la carga o se suspenda del gancho y/o brida durante las maniobras.

Existen básicamente tres posibilidades de operar una grúa-torre: botonera, joystick, Joystick en Sillón.

Los dos primeros sistemas permiten una operación a distancia; es decir, permiten al operador desplazarse, al mismo punto en que se efectúa el trabajo, logrando de este modo una mayor seguridad en una determinada operación.

Usualmente, cuando la visibilidad lo permite, se opera directamente de la cabina de comando, trasladando ya sea la botonera, o caja de comando de ella. Y con la ayuda del señalero es posible hacer los movimientos requeridos.

Los sistemas de comandos de palanca indicados anteriormente tienen los siguientes movimientos de operación:

- Puesta en Marcha de la Grúa.
- Bocina de Advertencia.
- Subida de Carga.
- Bajada de Carga.
- Traslación del Carro Distribuidor hacia Adelante.
- Traslación del Carro Distribuidor hacia Atrás.
- Giro hacia la Derecha.
- Giro hacia la Izquierda.
- Traslación sobre Rieles hacia Adelante.
- Traslación sobre Rieles hacia Atrás.
- Parada de Emergencia.

Se han clasificado los mecanismos de seguridad en tres tipos:



Limitadores de Esfuerzos:

**Limitador de Par Máximo o de Momento Máximo:** Este mecanismo tiene por misión limitar la carga elevada en función de la distancia y la traslación del carro en función de la carga; por lo tanto, al activarse por exceso de carga bloquea automáticamente la elevación y el avance del carro en la pluma, dejando operables naturalmente los movimientos contrarios, esto es, carro hacia atrás y bajada del gancho. En muchas grúas-torre se encuentra ubicada en el ángulo recto de la torre; en otros modelos se encuentra en el tensor de la pluma, y en el cable de suspensión.<sup>4</sup>

La calibración de este limitador se hace con la carga nominal, más 10% o 5% en la punta de la pluma y su regulación está dada por un micro-switch de funcionamiento eléctrico. Es importante advertir que este 10% o 5% no significa que pueda levantar más carga como se cree normalmente, sino solo para calibrar la grúa; este corte compensa el efecto dinámico del inicio de levante de una carga, lo que sobrepasa temporalmente la carga máxima a izar, diseñada y calculada por el fabricante. En caso contrario, no se podría levantar la carga máxima que la grúa puede izar; es decir, se izaría menos. Por ningún motivo el operador y/o mecánico de obra, puede alterar esta calibración.

**Limitador de Carga Máxima:** El objetivo de este tipo de seguridad es impedir que se sobrepase la carga máxima que ha sido calculada para la grúa-torre. Actúa directamente sobre el hinchado de elevación, debido a la tracción ejercida por el cable, limita igual que al caso anterior, la carga elevada en función de la distancia y la traslación del carro en función de la carga. Se encuentra siempre ubicado en la cúspide o en la pluma; su función es la misma solo cambia el diseño.

---

<sup>4</sup> (Barros, 2011). Héctor Paúl Jaramillo Loor. "Diseño y Modelado Virtual de una Grúa Fija con Pluma Horizontal Giratoria". Guayaquil-Ecuador. Escuela superior politécnica del litoral 2012.

Limitadores de Carrera:

**Limitador de Fin de Carrera Superior e Inferior del Gancho:** La función de este tipo de dispositivo de seguridad es evitar que por un error de operación, el gancho golpee las catalinas del carro provocando que el cable de elevación se corte, o que se golpee el gancho en el suelo desenrollándose el cable del tambor o descarrilándose este cable de elevación de las catalinas guías, con el peligro de cortarse por roce o estrangulación. Esto quiere decir que, controla el número de vueltas efectuadas por el tambor de enrollamiento del huiñche de elevación, evitando que se produzca un accidente. Es importante tener presente, que normalmente en las obras existen más de dos niveles de trabajo y el limitador es regulado para el más desfavorable. Por esta razón, en algún instante el limitador no operará, porque estará en un nivel superior al regulado. Este limitador se encuentra ubicado normalmente en el tambor de enrollamiento del huiñche de elevación.

**Limitador del Carro Distribuidor:** Este limitador actúa sobre el tambor de enrollamiento del huiñche del carro y limita el recorrido atrás o delante de éste. El movimiento del carro se controla además mediante topes plásticos, los que evitan mecánicamente que el carro se salga de su pista de traslación.

**Limitador de Giro de la Pluma:** Este limitador evita que la pluma choque con obstáculos vecinos. También impide la torsión y destrucción del cable de alimentación.

**Limitador de Carrera de Telescopaje:** Es un limitador que evita que el tramo se salga de sus correderas.

**Limitador de Velocidad:** Su misión es detener el movimiento. Generalmente actúa sobre la tracción del cable de elevación y su función es evitar que la grúa levante una carga mayor que la determinada para cierta velocidad de elevación.

**Sistema de Enclavamiento Automático del Carro:** Este mecanismo actúa en el carro distribuidor de cargas y su función es trabar éste ante la eventualidad de que se corte su cable de tracción; con este sistema se evita que cualquier carga se deslice hacia el punto o hacia el mástil de la grúa.

**Limitador de Recorrido de Traslación de la Grúa:** Este limitador sólo es aplicable en grúas rodantes y evita que ésta se salga de la vía por error de operación o accidente. Detiene el movimiento de la grúa cuando esta llega a los extremos de la vía.

**Sistema de Puesta en Bandera o Veleta:** Actúa directamente en el freno de motorreductor de giro, desbloqueándolo con el objeto de que la pluma se oriente con el viento, cuando está fuera de servicio, a fin de oponerle la menor resistencia posible al viento. Es decir, permite que la pluma se oriente a la posición del viento. Hoy en día las grúas modernas se orientan automáticamente con vientos superiores o iguales a 72 Km/h.

**Selección Automática de Velocidad:** Es un sistema automático de control de velocidad que permite el cambio secuencial de las velocidades, de la más baja a la mayor velocidad, tanto de subida como de bajada.

**Topes de Traslación:** Es un sistema mecánico que se debe ubicar en ambos extremos de la vía, y su función es evitar que la grúa se salga de ésta, por acción del viento o accidente.

**Sistema de Hombre Muerto:** Ante la eventualidad de que el operador sufra un percance que lo invalide operar la grúa, todos los movimientos se detienen de inmediato porque los comandos vuelven automáticamente a posición cero.

**Limitadores de Advertencia o Bocina de Alarma:** Indica la puesta en marcha de la grúa. Está comandada directamente por el operador de la grúa, en el comando respectivo, y es muy útil para avisar al personal la aproximación de la carga al lugar de trabajo. Es importante señalar además, que funciona automáticamente con el limitador de par o momento máximo y con el limitador de carga máxima, avisando al operador cuando la grúa se ha desconectado por sobrecarga.

#### **4.5. NECESIDADES DE UTILIZACIÓN**

Solicitaciones de carga

La pluma grúa se diseña para satisfacer las necesidades de levantamiento de cargas de gran peso. Se diseñara con capacidad de levantar 2000Kg puesto que es el peso máximo de trabajo para la maquina alesadora.

La ubicación de la pluma grúa es un poco complicada; puesto que la misma será en un punto determinado o en otras palabras la pluma grúa será fija, por lo cual se deberá tener un manejo pertinente lo cual indica que será suave y con un espacio preciso; así para evitar accidentes y daños tanto en la maquina alesadora como en la pluma grúa.

La pluma grúa estará diseñada para tener la posibilidad de transportar tanto vertical como horizontalmente la carga hasta de 2000 kg; sin embargo en varias ocasiones tendrá la posibilidad de transportar elementos de cargas menores. Por igual cabe resaltar que la pluma grúa obviamente siempre trabajara con su fuerza

equivalente a 2000Kg, así poder evitar fallas y paro en el proceso de realizar el movimiento de los elementos a trabajar en la maquina alesadora.

**Altura:**

Cabe resaltar que nuestro diseño se enfoca en satisfacer la necesidad de darle a cada elemento la óptima posición en la bancada de la máquina alesadora y así realizarle un buen trabajo; aunque se debe tener en cuenta que la bancada está a una altura de 1100mm, sin embargo la pluma grúa requiere de una altura de 2750mm para evitar choque entre la máquina alesadora, tanto en el movimiento vertical como en el horizontal.

**Vida útil del mecanismo:**

La pluma grúa ha sido calculada con el fin de adquirir la mayor durabilidad posible, principalmente estimando que tiene un rango para su vida útil entre 10 y 14 años. Exactamente no se puede indicar en que cantidad de tiempo será su uso, ya que puede ser un tiempo indeterminado debido a que los trabajos a realizar no se conoce si serán temporales o constantes; sin embargo cabe resaltar que su mantenimiento se realizara en un total de 4032 horas.

**Figura 2.** Durabilidad y mantenimiento pluma grúa

<b>Días: 28</b>
<b>Horas: 24</b>
<b>Meses: 6</b>
<b><math>24 \times 28 = 672</math></b>
<b><math>672 \times 6 = 4032</math></b>
<b>Tiempo total de mantenimiento: 4032 Horas</b>

**Capacidad de movimiento:**

La pluma grúa debe abarcar todo el volumen que posee el movimiento que tiene el campo de acción de la bancada, la torre y la altura desde el suelo hasta la parte más elevada de la torre; por lo mismo debe tener tres acciones o movimientos, los cuales son:

- Elevación: Este movimiento se encarga de levantar los elementos a trabajar.
- Giro: Es el movimiento que se encarga de que la pluma realiza un giro de 270° alrededor de la torre; por eso mismo es encargado al igual de darle la precisión adecuada a los elementos.
- Translación: Es el movimiento encargado de que el gancho se mueva paralelamente con la pluma.

#### **4.6. CARACTERÍSTICAS DE LA MÁQUINA ALESADORA**

La máquina alesadora se encuentra ubicada en el taller de máquinas y herramientas en el bloque cuatro (4). Es un taller concurrido especialmente por tornos y fresadoras, al igual que taladros de bancos, esmeril y cizalla; ya que alrededor se encuentran talleres que requieren de los trabajos que se pueden realizar en dichos dispositivos. En la imagen se puede apreciar el espacio en el cual ira la pluma grúa, lo ideal sería ubicarla en la parte inferior izquierda. (Izquierda de la luneta).

Figura 3. Ficha Técnica Alesadora

<h1>Ficha Técnica</h1>		 <b>TECNOLÓGICO PASCUAL BRAVO</b> <small>INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA</small>
<b>IDENTIFICACIÓN DE LA MAQUINA</b>		
NOMBRE: Alesadora		
UBICACION: MECANICA N° IV		
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>		
MARCA: dabrowa - gornecza - warsawa	MODELO:	N° SERIE:
TIPO: c Wca- so	REFERENCIA:	
FABRICANTE: dabrowaska-fabryka- obrabiarek	FECHA DE FABRICACIÓN: 1970	
PROVEEDOR: metal esport (mex.)		
PROCEDENCIA: polonia		
ANCHO: 2450 mm	LARGO: 5250 mm	ALTO: 2800mm PESO: 8500 Kg
<b>RELACIÓN DE COMPONENTES</b>		
MOTOR 1:		
UBICACIÓN EN LA MAQUINA: lado derecho, parte media de la maquina.		
CÓDIGO: m iv 18-m 20	MARCA:	MODELO:
TIPO DE TRABAJO: szjrkd 54 a	N° SERIE: silnikn <sup>o</sup> 100544 4	
FUNCIÓN DE LA MAQUINA: accionamiento principal		
POTENCIA: 4.8 Kw	VOLTAJE: 220V	CORRIENTE: 19/9A
FRECUENCIA: 50- 60Hz	FASE: 3	CICLOS:
CONEXION: Δ/y	HP: 6	
RPM: 1440 - 1730	COS: 0.73	TEMPERATURA: 35 °c





#### 4.6.1 Análisis de alternativas

En la presente descripción se definirá adecuadamente o de manera más comprensible la descripción y solución del problema. Así se podrá realizar un mejor diseño, puesto que con la información se da a conocer las especificaciones técnicas y así por igual se podrá evaluar el tipo de alternativas adecuadas, tanto en la estructura como en lo materiales o elementos necesarios para el óptimo funcionamiento de la pluma grúa. Así evitaremos pérdida de tiempo en el momento de escoger lo más adecuado para solucionar las necesidades que se van requiriendo.

#### 4.6.2 Funcionamiento de una grúa

**Velocidad de trabajo:** Los movimientos que debe realizar una grúa en ser de suma precisión, de manera que pueda tomar y dejar cargas forma adecuada, estos pueden ser controlados por el operador.

Los movimientos que puede realizar la grúa, son posibles gracias a distintos tipos de motores eléctricos trifásicos que determinan finalmente la velocidad a la que se mueve una grúa, estos son:

**Motor de elevación:** Es el motor más potente de la grúa; es asíncrono de polos conmutables o sincrónicos de anillos rozantes. Su función es mover el huinche: Regularmente posee tres velocidades eléctricas, pero en algunos casos llega a tener hasta 15 velocidades mecánicas; posee freno electromagnético directo. El motor se ubica regularmente en la torreta, en la pluma o en la contrapluma. Al igual hay modelos que lo ubican en la estructura o base.

**Motor de giro:** Motor que permite girar la pluma y contrapluma en el ángulo requerido. Ya sea un ángulo agudo, recto, obtuso o lineal; todo de acuerdo a la necesidad requerida. Posee una potencia mínima y al igual depende del tamaño de la grúa e igualmente posee el mecanismo de freno electromagnético. En algunos modelos posee uno o más acoplamientos hidráulicos para obtener un giro progresivo sin torsión excesiva de la estructura.

**Motor del carro distribuidor:** Posibilita el movimiento de traslación del carro en la pluma. Este motor en la mayoría de los casos posee dos velocidades; una lenta y una velocidad alta.

**Motor de traslación de la grúa:** Es uno ó más motores eléctricos asíncronos de polos conmutables, que adquiere potencia mínima y que le permite avanzar o retroceder a una velocidad controlada; por igual posee o cuenta con freno electromagnético.

**Capacidad de carga:** La capacidad de carga se define como la potencia máxima que tiene una grúa para izar una carga determinada.

Cada grúa posee una capacidad máxima de carga, determinada por el fabricante o diseñador. Mientras más cerca de la punta de la pluma, menor será la capacidad de carga. En síntesis la pluma de la grúa actúa como una viga simplemente apoyada y cuando la carga se encuentra más lejos actúa como una viga en voladizo.

Existen dos formas para indicar la capacidad de carga; la primera es una interpretación grafica que compara la carga versus el largo de la pluma y la segunda forma indica las diferentes capacidades en los distintos radios de giro.

**Frenos:** La pluma grúa debe estar equipada, con frenos y/u otros mecanismos similares, que tengan la capacidad y facilidad de detener el movimiento en

cualquier posición, momento o acción; al igual realizar su función en el momento que se llegue a producir falta de energía, ya sea por el paro del motor o la falta de energía.

**Ganchos:** Los ganchos de elevación se requieren que sean de un color llamativo y al igual debe contar con un seguro que evite el desenganche accidental de la carga, tener información sobre la capacidad de carga y que este expuesta o sea llamativa en un lugar que sea visible con facilidad; no debe presentar deformación constante cuando se somete a un esfuerzo con una carga dos veces mayor que la carga para la que está diseñada.

**Cables de acero:** Los cables de acero se utilizan regularmente para el levante, la tracción, el amarre o la fijación de elementos y es el elemento más importante de una grúa, luego de los mecanismos de control y operación, este elemento una la carga a la grúa y participa activamente en todas las operaciones los equipos. La elección de las características de cada cable, se efectúa en función de los esfuerzos a que son sometidos, lo que corresponde a reglas precisas que hay que observar y respetar. Los cables de acero están constituidos por un conjunto de torones y un alma central. Combinando de modo adecuado los alambres y torones, se obtienen tipos de cable de construcciones diversas y para usos diferentes.

Al reemplazar un cable, debe usarse uno que tengas las mismas características al cable que se cambiara; como pueden ser el mismo diámetro, igual construcción, resistencia y similar tipo de alambre con su recubrimiento de protección idéntico. Si se utiliza un cable inadecuado, lo más probable es que estará sometido a una ruptura sin previa espera o de improviso y un desgaste rápido.

**Uniones:** Mediante unión eventual, donde se colocan dos cables de mismo diámetro en forma paralela, y se coloca una cantidad de abrazaderas

determinadas por la norma. Unión de ojo con ojo, donde se usan ojos de cada cable y estos se unen mediante ganchos o se unen directamente los ganchos.

Mediante trenza, básicamente consiste en retirar algunos torones del cable y reemplazarlos por los torones del otro cable y tejer todo el sistema.

**Usos de cables de acero:** Para la elevación de carga se debe usar un cable anti giratorio el que va a estar sujeto a grandes esfuerzos de tracción.

Para el transporte del carro, es un cable de construcción normal, sometido a cargas de arrastre y roce en poleas de diámetro menor, por lo tanto sujeto a desgaste por roce.

Para el cable de freno de giro y otro tipo de emergencia, es un cable sin cualidades mecánicas especiales, solo es un cable rígido de comando.

Cables de estrobos, que son cable sometidos a roces y deformaciones, pero que regularmente son resistentes al mal trato, cuando son contruidos con cables adecuados, cuando se utiliza cable anti giratorio hay que extremar los cuidados de inspección y reapriete de grilletes.

Norma de inspección a fondo de un cable de acero: Las normas internacionales establecen periodos de inspección máximo, cuyo intervalo máximo debe ser cumplido rigurosamente.

**Tabla 1.** Inspección y tipo de cable

12 meses	Cualquier cable
2 meses	Cables de grúa

El cable de una grúa debe ser severamente inspeccionado, antes y después de un montaje. En este último caso, hay que revisar posibles deformaciones y debería tenerse un registro de la persona que hizo la revisión y del profesional que controla la inspección, esta es la única forma de que nos podríamos presentar ante la autoridad en caso de accidente grave.

**Cable antigiratorio:** Cuando las capas exteriores e interiores del cable están en direcciones opuestas, la tendencia a rotar queda contrarrestada la una con la otra. Cuando los extremos no están correctamente engrasados, el núcleo puede resbalarse o salirse por el otro extremo del cable o a través de una capa exterior.

**Lubricación:** Esencialmente, los cables deben mantenerse lubricados ya que su construcción lo requiere para así poder evitar roces interiores.

Especialmente hay que respetar las indicaciones del fabricante, con respecto al lubricante a utilizarse y al medio donde está el equipo trabajando.

Hay algunos cables que no se deben engrasar, como son los de tirfor, estrobos u otro sistema traga cable.

Revisiones:

### **Control visual**

Los cables deben inspeccionarse periódicamente para controlar su evolución y desgaste. Si un cable entre un control y otro, muestra un cambio importante, aparecen filos de acero, cortadura de alambres, se adelgaza en una zona, o uno

nota el alma o el paquete de torones interiores sueltos, el cable debe reemplazarse.

El cable debe ser lavado y después revisado cuidadosamente, una forma fácil es colocarse un guante y apretar el cable con una cantidad de huaípe fino, e iniciar un recorrido del cable, en todas las zonas que el cable se enrede con huaípe, hay que notar la razón, generalmente son hebras cortadas o deformaciones. Después hay que volver a lubricar el cable.

**Zonas críticas:** Siempre en un cable de grúa hay zonas que presentan mayor desgaste que otras, en esta parte del cable hay que mantener una vigilancia especial.

**Deformaciones Anormales:** En varios casos el cable comienza a presentar mucho brillo, aplanamiento irregular o adelgazamiento. En este caso hay que revisar:

Catalinas, las que pueden estar trancadas, descarrilando el cable o garganta con daño.

Gran aplastamiento, puede estar con defectos el tambor de enrollamiento.

Con una cintura muy rara, el cable ha sido tensado irregularmente y es probable que se haya soltado el paquete central o el alma.

Cable muy seco; revisar el roce interior porque puede haber juego entre los torones. (Por la falta de cantidad del lubricante o mala calidad del mismo).

**Causas que obliguen a un reemplazo:**

- Ruptura de más de un torón.
- Existencia de un nudo.
- Reducción anormal del diámetro, formación de una garganta o adelgazamiento de una sección.

- Cuando el cable en cualquier parte ha disminuido en un 10% de su diámetro.
- Cuando en una zona inferior a un paso de cable hay más del 20% de superficie peluda (con hebras de alambre).
- Cuando torón disminuye un 40% del diámetro y se suelta en dos pasos de cable.
- Cuando presenta interiormente un alto grado de oxidación.

**Tambores y poleas:** Los tambores de enrollamiento y las gargantas de las diversas poleas, deben presentar superficies lisas, deben estar provistos de discos laterales, u otros elementos que impidan la salida del cable. El radio del disco debe sobrepasar la última capa de cable a lo menos dos veces el diámetro del cable. Cualquiera sea la posición del tambor, deben permanecer a lo menos tres vueltas de cable.

El diámetro efectivo del cable que se utilice sobre un tambor ranurado o una polea con garganta no debe ser superior al ancho de las ranuras del tambor o de la garganta de las poleas.

**Traspaso de cable a tambor:** Los fabricantes recomiendan traspasar desde abajo la dirección superior para los cables antigiratorios. Es importante cumplir con esta instrucción frenando el tambor portador del cable, para que el enrollamiento sobre el tambor de la maquina quede con una relativa tensión. El cable que no se debe arrastrar por el suelo, porque el lubricante recoge partículas abrasivas, que deterioran el alambre. Al transferir un cable de un carrete a otro o al tambor de una maquina o equipo, el cable debe pasar de la parte superior de uno a otro, o de inferior a inferior.

**Bridas:** Cuando se eleva una carga, regularmente es necesario utilizar un elemento auxiliar, efectuando una unión entre la carga y el gancho de la grúa. A este elemento se le denomina brida.

Generalmente esta operación mantiene suspendida una carga. Es muy importante en esta operación tomar todas las precauciones para no sufrir un accidente no deseado, por caída de material.

Existen diferentes tipos de bridas, en la mayoría de los casos se utilizan soluciones prefabricadas, las que pueden estar constituidas por una o más bridas las que regularmente se construyen de:

Cables de acero	: Estrobos.
Cintas planas de fibras sintéticas	: Eslingas.
Eslabones de acero	: Cadenas.
Fibras vegetales tejidas	: Jarcias de cordel.
Fibras sintéticas tejidas	: Jarcias de cuerdas.

Todas deben cumplir con normas de seguridad comunes válidas para todas, además cada una debe complementarse con las normas particulares para cada brida. Al utilizar bridas mixtas ambas se deben complementar rigurosamente en cada caso particular.

Normas generales:

Es necesario conocer:

- El peso exacto del material a izar (carga de maniobra).
- El peso del elemento a transportar.
- La capacidad de levante del equipo mecánico que ejecutara la trabajo.



- La velocidad del equipo mecánico de elevación, verificar si esta es adecuada a la maniobra programada.
- Las técnicas de levante de cargas, de acuerdo a la naturaleza de la o de las bridas que se están utilizando; esencialmente su capacidad y fragilidad.

Al iniciar la maniobra de elevación de la carga, el operario debe verificar:

- Equilibrio y estabilidad de la carga, debido a que cargas mal estibadas pueden soltarse o desequilibrarse imprevistamente, lo que puede crear un aumento de carga o efectos de péndulo inesperados al cambiar de posición imprevistamente.
- Grado de fijación, no se puede arriesgar deslizamientos de la carga.
- Angulo máximo generado entre las bridas ubicadas en la suspensión del gancho.

#### Carga de maniobra

Este coeficiente de seguridad, determina la resistencia mínima que deben cumplir las bridas cuando están con carga suspendida. En las bridas más corrientes estos coeficientes se denominan cargas de maniobras.

**Tabla 2.** Diámetro y carga de brida

<b>Diámetro (mm)</b>	9,45	12,6	15,7	18,9	25,2
<b>Carga (kg)</b>	710	1.270	1.950	2.850	5.080

### Ángulo de separación de las bridas

Evitar los ángulos mayores a 90°, los que aceleran el desgaste de la brida por deformación y ruptura de ella.

**Tabla 3. Ángulo y carga de trabajo de la brida**

ÁNGULO	CARGA DE TRABAJO
45°	0.5 P
90°	0.7 P
120°	1 P
150°	2 P
160°	3 P
165°	4 P
170°	6 P
175°	11 P

P = Carga total del elemento que se está cargando.

Tipos de bridas.

Es aquella que está formado por un cable único, cuyos extremos terminan en un ojo que puede hacerse trenzado.

Brida sinfín.

Es aquella que tienes sus extremos trenzados, uniéndolos en un solo tramo; su tejido o trenzado debe ser de 18 veces el diámetro del cable.

Brida de varios ramales

Son aquellos cuyos ramales están unidos, en un extremo, a un anillo o argolla y por el otro a ganchos.

#### **4.7 MÁQUINA HERRAMIENTA**

Son máquinas madre porque posibilitan la fabricación de todas las demás máquinas incluyendo a ellas mismas, eliminando el material sobrante mediante procesos tales como taladrado, fresado, torneado.

#### **4.8 ESTÁNDARES Y NORMAS TÉCNICAS APLICABLES**

Comité Europeo de Normalización es ahora el grupo que está desarrollando normas en Europa, y estas son cada vez más reconocidas en todo el mundo. Las normas de las grúas, bandas transportadoras y equipos de manejo de materiales son incluso renovadas y revisadas periódicamente. Las Normas CEN, en el futuro, reemplazarán todas las normas DIN, BS, NEN, NBN, NF, entre otros. Los miembros del CEN son los organismos nacionales de normalización de Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, República Checa, Dinamarca, Estonia, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Hungría, Islandia, Irlanda, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, los Países Bajos, Noruega, Polonia, Portugal, Rumania, Eslovaquia, Eslovenia, España, Suecia, Suiza, Reino Unido.

#### **ISO**

La ISO (Organización Internacional para la Estandarización) es muy reconocida en el mundo y tiene normas especiales para grúas. El trabajo de preparación de las Normas Internacionales es normalmente llevado a cabo a través de los comités técnicos de la ISO.

Normas Internacionales para Grúas-Torre en Particular: ISO 4301-1 Grúas y Aparatos de Elevación-Clasificación-Parte 1:

Generalidades.

ISO 4301-3 Grúas-Clasificación-Parte 3: Grúas-Torre.

ISO 4306-3 Grúas-Vocabulario-Parte 3: Grúas-Torre.

ISO 7752-3 Grúas-Controles-Diseño y Características-Parte 3:Grúas-Torre.

ISO 8566-3 Grúas-Cabinas-Parte 3: Grúas-Torre.

ISO 8686-1 Grúas-Principios de Diseño para Cargas y Combinación de Cargas-Parte 1: Generalidades.

ISO 8686-3 Grúas-Principios de Diseño para Cargas y Combinación de Cargas-Parte 1: Grúas-Torre.

#### **4.9 GRÚAS HIDRÁULICAS ARTICULADAS SOBRE CAMIÓN**

Cuestiones previas. <sup>5</sup>Con carácter previo a la realización de cualquier maniobra de carga, el operador de una grúa hidráulica debe conocer y tener en cuenta cuestiones tales como los usos previstos por el fabricante, las características de la carga que va a manipular, la posición de trabajo más adecuada y las características de los accesorios complementarios que se pueden utilizar.

Usos Previstos. La grúa se puede utilizar, en el margen de carga conforme a su diagrama de capacidad de carga y según lo definido por el fabricante de la grúa, para elevar, transportar, sostener y depositar cargas.

---

<sup>5</sup> José m<sup>a</sup> tamborero del pino, Ingeniero industrial. Centro nacional de condiciones de trabajo. Enrique rodríguez Jiménez. Licenciado en química industrial. Técnico superior en prevención de riesgos laborales.

Algunos ejemplos de trabajo permitidos por los fabricantes son:

- Cargar / descargar el vehículo propio u otro vehículo.
- Elevar, sujetar y mover cargas en las posiciones permitidas según su diagrama de cargas.
- Levantar, sujetar y mover cargas por debajo del nivel del suelo según su diagrama de cargas.
- Levantar cargas a una altura elevada y sostener a continuación dicha carga para trabajos de montaje (cabríos, vigas metálicas, elementos de hormigón, entre otros).

Uso de accesorios autorizados por los fabricantes como: cuchara para levantar y mover material a granel (arena, guijarros), portapalet, pulpos, entre otros. Transportar cubas de hormigón a las diferentes zonas a hormigonar y soltar la carga en altura.

Si en los manuales de instrucciones de los equipos auxiliares o en las instrucciones de uso redactadas por el usuario se permiten utilizaciones (excavar, tracción en oblicuo, etc.) contrarias a lo indicado en el manual de instrucciones del fabricante de la grúa, regirá el manual de instrucciones de la grúa.

Está prohibido

- Presionar contra obstáculos o cargas.
- Tirar, arrancar y toda tracción en oblicuo.
- Sujeción de cargas en puntos distintos a los previstos para ello.
- Trabajos de excavación con la cuchara.
- Transporte de personas sin adoptar las medidas previstas según la legislación vigente.

En todos los trabajos la grúa se debe conocer las características de la carga y adoptar una posición de trabajo óptima. También se deben tener en cuenta los accesorios utilizados, pues pueden condicionar la maniobra.

Conocimiento de las características de la carga. La ejecución segura de una maniobra exige el conocimiento del peso de la carga por lo que, de no ser previamente conocido, deberá obtenerse una aproximación por exceso, cubicándola y aplicándole un peso específico, por ejemplo entre  $7,85$  y  $8 \frac{kg}{dm^3}$  para aceros,  $2,5 \frac{kg}{l}$  para el hormigón. Al peso de la carga se le sumará también el de los elementos auxiliares (cucharas, cubas, pinzas).

Ejemplo: Masa de carga que produce una cuba de 500 litros para hormigón:

Densidad del hormigón:  $2,5 \frac{kg}{l}$

Masa de la carga = densidad ( $\frac{kg}{l}$ ) x volumen (l) =  $2,5 \times 500 = 1\ 250$  kg

Conocido el peso de la carga, debe verificar con el diagrama de cargas (que deben estar en una placa en la propia grúa y en el “Manual de Uso del Fabricante” que el equipo a utilizar es el adecuado.

En operaciones tales como rescate de vehículos accidentados, desmantelamiento de estructuras, etc., la maniobra debe realizarse poniendo en ella una gran atención pues si la carga está aprisionada y la tracción no se ejerce verticalmente, el propio ángulo de tiro puede ser causa de que sobre la arista de trabajo se produzca un momento de carga superior al máximo admisible.

Por otra parte deben evitarse oscilaciones pendulares que, cuando la masa de la carga es grande, pueden adquirir amplitudes que pondrían en peligro la estabilidad de la máquina, por lo que en la ejecución de toda maniobra se adoptará como norma general que el movimiento de la carga se realice de forma armoniosa, es

decir sin movimientos bruscos pues la suavidad de movimientos o pasos que se siguen en su realización inciden más directamente en la estabilidad que la rapidez o lentitud con que se ejecuten.

Posiciones de trabajo de la grúa. En los manuales de uso de los equipos aparecen para cada equipo y accesorios (tercer brazo articulado (JIB), cabrestante, entre otros.) cuales son las indicaciones sobre las posiciones de trabajo más adecuadas. De forma general:

Hay que realizar los movimientos permitidos en los diagramas de carga.

Se deben efectuar movimientos de la grúa suave y uniforme.

A medida que aumenta la inclinación (más de 60°) y la altura de elevación, aumenta la desviación lateral del brazo de carga.

Con una posición del brazo de carga superior a 80°, si se sobre extiende el brazo articulado, el brazo de carga puede desviarse lateralmente o hacia atrás, por tanto, es necesario conocer los diagramas de carga y los Manuales de uso de los fabricantes para verificar las posiciones peligrosas en cada equipo.

Según UNE-EN 12999:2009 si existen zonas de posible inestabilidad en posiciones específicas y la geometría de la máquina permite llegar a estas zonas, entonces se debe instalar un limitador de desplazamiento que impida su paso a dichas zonas, excepto si es necesario en los movimientos a posición de transporte.

Accesorios. La grúa puede equiparse con una serie de dispositivos de elevación y accesorios, por ejemplo: portapalet, grapas, cucharas, ventosas, cubos de hormigón, etc. A la hora de utilizar estos dispositivos ha de tenerse en cuenta:

El tamaño y la capacidad de los dispositivos han de ser adecuados a la capacidad de la grúa. Restar el peso del dispositivo a la carga máxima de la grúa.



La capacidad de la grúa está limitada por la menor capacidad del propio dispositivo. Revisar su capacidad antes de comenzar los trabajos. El fabricante del accesorio realizará el marcado CE, definirá el peso del accesorio en el propio equipo y entregará la “Declaración CE de Conformidad” y su “Manual de Uso”.

En algunos casos habrá que calcular algunas masas de forma aproximada: Como la tierra y hormigón. Las prolongas manuales deberán llevar marcado con su capacidad máxima.

Según la UNE-EN 12999:2009 las mangueras hidráulicas que se emplean para la conexión del equipo intercambiable deben ser diseñadas, identificadas o ubicadas para evitar una conexión incorrecta provocando un peligro (por ejemplo el invertir la dirección de movimiento de un cilindro hidráulico), una solución por ejemplo es identificar por colores las conexiones.

Entorno de trabajo. La realización de una maniobra de carga en un determinado lugar requiere tener en cuenta el entorno y las circunstancias del lugar donde se va a trabajar. En este sentido conviene tener en cuenta la zona donde se va a realizar el trabajo, utilizar las normas de señalización de maniobras, respetar las distancias de seguridad y tener en cuenta la proximidad a líneas eléctricas aéreas.

Zona de realización del trabajo. La zona de trabajo es todo el espacio que cubre la pluma en su giro o trayectoria, desde el punto de amarre de la carga hasta el de colocación. Esta zona deberá estar:

Libre de obstáculos y previamente habrá sido delimitada para evitar el paso del personal, en tanto dure la maniobra.

Comprobar que se puedan manejar todas las funciones de la grúa sin ser obstaculizado por árboles, postes, tendidos eléctricos u otros objetos.

Vigilar que no se estén realizando otros trabajos en el área de movimiento de la grúa o que se ponga en peligro a otras personas con la grúa.

El operador y la grúa deben estar lo más cerca posible al lugar de trabajo.

Las carreteras y caminos que cruzan el área de trabajo deben estar cerradas mientras se utiliza la grúa. Está completamente prohibido circular o pasar por el área de trabajo para cualquier persona que no esté directamente implicado en los trabajos de la grúa. Asimismo está prohibido permanecer bajo carga suspendida incluyendo el operador de la grúa y la persona encargada de la maniobra.

Todos los movimientos de la grúa para las posiciones de carga y descarga, montajes, desmontajes y usos de accesorios (según los usos definidos por el fabricante) deben estar dentro del campo visual del operador, no debiendo perder de vista la carga nunca.

En caso de que no sea posible controlar visualmente toda la zona de trabajo, el operario tiene que ser guiado por una persona cualificada por medio de señas. Deben utilizarse siempre códigos de señales normalizados y conocidos por el operador y el encargado de señas, tal como se indica en el apartado señalización de maniobras. Al amanecer y al anochecer, así como en otros momentos de oscuridad, la zona de trabajo debe ser iluminada artificialmente para garantizar un trabajo seguro.

Señalización de las maniobras. Si la grúa forma un grupo de equipos de trabajo, y se va a realizar una maniobra conjunta debe existir un encargado, con la formación y capacidad necesaria para poder dirigirla, que será responsable de su correcta ejecución, el cual podrá estar auxiliado por uno o varios ayudantes de maniobra, si su complejidad así lo requiere. El gruista solamente deberá obedecer las órdenes del encargado de maniobra y de los ayudantes, en su caso, quienes serán fácilmente identificables por distintivos o atuendos que los distingan de los

restantes operarios. Si fueran necesario las señales gestuales para realizar las distintas operaciones con la carga porque el gruista no puede estar cerca de la posición de ella (en grúas con mando a distancia el gruista suele poder comprobar perfectamente la maniobra a realizar).

Distancias de seguridad. Evitar situaciones en las que el operador u otras personas pudieran ser aplastados por la grúa, los gatos o la carga.

Trabajos en proximidades de líneas eléctricas. Mantener las distancias mínimas de seguridad a las líneas de alta tensión. Si esto no fuera posible, las líneas deberán ser desconectadas de la disposición y altura de las líneas de alta tensión no puede deducirse su voltaje. Si se desconoce el voltaje de la línea, la distancia mínima de seguridad entre la grúa y los cables no deberá ser inferior a 5 metros. Esto es válido igualmente para todos los dispositivos y complementos instalados en la grúa.

Tener en cuenta que el viento puede mover los cables y que los brazos de la grúa pueden oscilar (también hacia arriba) al realizar movimientos bruscos. Esta simple aproximación involuntaria puede provocar un arco voltaico. Deben respetarse unas distancias mínimas de seguridad a líneas de alta tensión y líneas eléctricas de ferrocarriles, tranvías, etc. Las distancias de seguridad a las líneas eléctricas aéreas de alta tensión se encuentran definidas en la Guía Técnica del Real Decreto 614/2001 sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. En caso de contacto accidental de la flecha o de cables con una línea eléctrica en tensión como norma de seguridad deberá:

Mantener la calma, no moviéndose.

Advertir a las personas situadas alrededor exhortándolas a mantener la distancia de seguridad.

La distancia mínima al vehículo, aparato, a la carga o líneas derribadas debe ser de al menos 10 m. (zona de influencia).

Abandonar la zona de influencia solamente saltando. Al hacerlo y debido a la tensión de paso, mantener las piernas cerradas.

No abandonar de ningún modo el puesto de mando elevado, el asiento elevado, la cabina del conductor o la superficie de carga. Mantenerse en el lugar en el que se encuentra y no tocar ningún objeto.

No tocar el aparato, la carga ni las líneas derribadas.

Ordenar enseguida que se desconecten las líneas en conducción.

Antes de rescatar a personas que se encuentren en el circuito eléctrico, es necesario desconectar la línea en conducción.

Normas de seguridad en la maniobra de carga. Distinguiremos entre las normas de carácter general, las específicas de seguridad durante y al finalizar el trabajo, y otras recomendaciones.

Normas generales. De forma general el estrobo se realizará de manera que el reparto de carga sea homogéneo para que la pieza suspendida quede en equilibrio estable, evitándose el contacto de estrobos con aristas vivas mediante la utilización de cantoneras. El ángulo que forman los estrobos entre sí no superará en ningún caso  $120^\circ$  debiéndose procurar que sea inferior a  $90^\circ$ . En todo caso deberá comprobarse en las correspondientes tablas, que la carga útil para el ángulo formado, es superior a la real.

Cada uno de los elementos auxiliares que se utilicen en las maniobras (eslingas, ganchos, grilletes, ranas) deben tener una capacidad de carga suficiente para soportar, sin deformarse, las solicitaciones a las que estarán sometidos. Se deben desechar aquellos cables cuyos hilos rotos, contados a lo largo de un tramo de

cable de longitud inferior a ocho veces su diámetro, superen el 10% del total de los mismos.

Normas específicas de seguridad. Distinguiremos entre las normas relativas a las operaciones de carga, las de enganche o desenganche de la carga y los de descenso de las mismas operaciones de carga.

Tener en cuenta las indicaciones especiales para la manutención de la carga y de los órganos de prensión como por ejemplo: puntos de enganche, centro de gravedad, posición.

El peso de la carga debe ser conocido. Si no existen datos sobre la carga, habrá que calcularla o estimarla.

Asegurarse que la carga pueda moverse libremente y no esté anclada, adherida por congelación o sujeta de algún otro modo.

Limpiar la carga de nieve y hielo antes de levantarla. Las cargas húmedas o cubiertas de hielo pueden escurrirse.

Levantar siempre las cargas por la vertical de su centro de gravedad.

Observar las indicaciones dadas en el apartado “Zona de realización del trabajo”.

Antes de efectuar cualquier movimiento con la grúa, asegurarse de que no se encuentra ninguna persona en la zona de trabajo (zona de peligro) de la grúa.

Interrumpir de inmediato cualquier movimiento con la grúa si alguna persona entra en la zona de trabajo. No reanudar las operaciones de grúa hasta que todas las personas hayan abandonado la zona de trabajo.

Los auxiliares y las personas situadas alrededor deben estar informados sobre el desarrollo del trabajo inminente.

Todos los movimientos de la grúa, la trayectoria de la carga resultante de los mismos y la carga misma deben encontrarse en el campo visual del operador.

Si el operador no puede abarcar con la vista la totalidad de la trayectoria de la carga o la carga misma, habrá que trabajar con un encargado de señales.

Durante la totalidad de las operaciones de grúa el operador no debe llevar a cabo otras actividades distintas a la maniobra que puedan distraerle.

Para impedir una sobrecarga de los estabilizadores durante la operación de carga y descarga del propio vehículo, puede ser necesario volver a asentar los gatos estabilizadores. Esto solamente está permitido:

Sin carga.

- Con el brazo de carga depuesto sobre la superficie de carga o en posición de transporte. Si se presenta un peligro de forma repentina interrumpir de inmediato todos los movimientos de la grúa.
- Enganche/desenganche de la carga.
- Enganchar/desenganchar la carga sólo cuando la grúa esté en total estado de inactividad y haya sido autorizado a ello por el operador.<sup>6</sup>

Por el operador:

- Para enganchar/desenganchar la carga, el operador entra en la zona de peligro de la grúa.
- Desconectar la grúa en el puesto de mando de la misma / en la consola emisora del mando a distancia.
- Enganchar o desenganchar la carga.
- Salir de la zona de peligro.
- Conectar la grúa.

---

<sup>6</sup> INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. Grúas hidráulicas articuladas sobre camión (II). [recuperado 02 marzo 2013]. Disponible en internet: <<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/856a890/869w.pdf>>.

Descenso de la carga: Al descender la carga, en grúas que no dispongan de limitador de capacidad nominal no se debe aumentar el alcance ya que puede producirse un descenso incontrolado de la carga. Tener en cuenta, que si se tiene que realizar este movimiento, se debe observar el indicador de capacidad nominal

Depositar la carga siguiendo las siguientes pautas:

- El lugar para depositar la carga debe estar libre de obstáculos.
- No depositar la carga sobre nieve/hielo.
- No depositar la carga en los bordes del terreno, zonas irregulares, taludes, agujeros y fosas, entre otros.
- Depositar las cargas únicamente sobre un suelo plano y firme. Utilizar una base adecuada si fuera necesario.
- Antes de soltar el órgano de prensión comprobar si la carga está bien apoyada y su posición es estable.
- Interrupción de la actividad de carga/descarga.

Cuando sea necesario dejar la grúa sin vigilancia:

- Depositar la carga.
- Estibar el brazo de carga como es debido.
- Desconectar la grúa.
- Asegurar la grúa contra su puesta en marcha no autorizada.

Reanudación de la actividad de carga/descarga.

Antes de reanudar las operaciones de grúa, comprobar si entre tanto se ha manipulado de forma no autorizada la grúa. Debe estar garantizado el que se pueda seguir trabajando de forma segura.

Normas de seguridad al finalizar un trabajo.

**Debe prestarse atención a tres operaciones:** El plegado de la grúa a la posición de transporte, la retracción del sistema estabilizador y el comienzo de la marcha.

**Plegado de la grúa a la posición de transporte:** Las grúas con panel de mando a nivel del suelo o mandos en alto deben plegarse desde el mando a nivel de suelo. Situar la grúa en la posición de transporte desde el puesto de mando situado en el lado opuesto al apoyo del brazo de carga.

Si la grúa se maneja con mando a distancia, se debe mantener una distancia de seguridad fuera del alcance de los brazos de la grúa.

**Retracción del sistema estabilizador:** No retraer el estabilizador hasta que el brazo de carga de la grúa se encuentre en la posición de transporte. Si el vehículo está equipado con un estabilizador adicional, también deberá retraerse éste. Al replegar las vigas de estabilizador y los gatos estabilizadores, elegir el puesto de mando de modo que pueda abarcar con la vista su zona de movimiento completa.

No perder nunca de vista los componentes de la grúa que se estén moviendo en cada momento. En la zona de movimiento de las vigas de estabilizador / gatos estabilizadores no deben encontrarse personas ni objetos.

Las vigas de estabilizador y los gatos estabilizadores se tienen que introducir/retraer individualmente en cada uno de los lados. Se debe cambiar al hacerlo de puesto de mando.



No se debe empujar o arrastrar objetos con los estabilizadores hidráulicos.

Antes de iniciar la marcha. Cada vez que se vaya a iniciar la marcha se deberá comprobar el correspondiente aseguramiento de la grúa y del sistema estabilizador cada vez, antes de iniciar la marcha, se debe controlar si:

Se ha manipulado la grúa sin permiso.

Los gatos estabilizadores y las vigas de estabilizador están totalmente retraídos y debidamente asegurados.

La grúa (bomba hidráulica) está desconectada.

La grúa se encuentra en posición de transporte o si, en caso de que esté depuesta sobre la superficie de carga, está suficientemente asegurada contra desplazamientos laterales.

Si algunos componentes como el cabrestante, los órganos de aprehensión, los equipos auxiliares, etc. en posición de transporte sobresalen de la anchura del vehículo, los mismos se deben quitar antes de iniciar la marcha y estibarlos de forma segura.

La carga está asegurada correctamente. En relación a la seguridad en el amarre de cargas, con cintas de amarre fabricadas a partir de fibras químicas, cadenas de sujeción y/o cables de amarre de acero.

El conductor del camión debe conocer y tener en cuenta la altura total, los pesos por eje y el peso total (la grúa, los equipos auxiliares y la carga incluidos) del vehículo.

Recomendaciones de seguridad frente a otros riesgos descritos. Los aspectos fundamentales a considerar son el vuelco de la grúa, las caídas de altura, las

quemaduras, la exposición al ruido y la inhalación de gases de escape, condiciones climáticas desfavorables.

No se debe operar con la grúa en caso de:

- Por encima de la velocidad del viento definida en el Manual de Instrucciones del fabricante.
- Amenaza de tormenta.
- Fuera del rango de temperatura ambiente definido en el Manual de Instrucciones del fabricante.
- Caídas de altura.

**Quemaduras:** Algunos componentes pueden calentarse fuertemente durante el funcionamiento de la grúa (conductos, mangueras, válvulas, palancas de mando en las válvulas, acoplamientos de manguera, cilindros hidráulicos, motores oleo hidráulicos, bombas y similares) por ello, pueden producirse quemaduras en caso de contacto con dichos elementos.

En caso de que se produzcan fugas de aceite, se debe parar de inmediato el funcionamiento del equipo y proceder a reparar la avería. El sistema de escape del vehículo debe estar protegido o calorifugado en la zona de intervención, o debe mantenerse una distancia suficiente al mismo.

**Equipos de protección individual:** Para la protección de accidentes en las maniobras con grúas hidráulicas articuladas sobre camión, además de los dispositivos de seguridad y medidas preventivas descritas, se han de utilizar, según la evaluación de riesgos de cada circunstancia de trabajo, los siguientes equipos de protección individual.

- Ropa de trabajo.
- Casco de seguridad.

- Pantallas para la protección del rostro o en su caso gafas protectoras de la vista.
- Auriculares o cascos para la protección de los oídos.
- Calzado de seguridad con refuerzos metálicos.
- Guantes de seguridad.
- Chaleco reflectante.

Operario. El manejo de la grúa requiere habilidad, conocimientos y experiencia. Confiar el manejo de la grúa únicamente a personas que cumplan:

Física y psíquicamente aptas (descansadas, no alcoholizadas ni bajo la influencia de drogas o medicamentos).

Capaces de operar la grúa con responsabilidad.

Dotados de los conocimientos necesarios, formación e información adecuada y suficiente en el uso de la grúa y en el estrobado (si es el caso).

Capaces de demostrar que han recibido la información necesaria para manejar la grúa y que conocen el contenido del manual de uso tanto de la grúa como de eventuales accesorios.

Las maniobras de las grúas conllevan grandes responsabilidades por lo que solamente deben confiarse a personas capaces, exentas de contraindicaciones físicas (limitación de las capacidades visuales y auditivas, tendencia al vértigo, impedimentos físicos de otra naturaleza, entre otros), dotadas de rapidez de decisión y de reacción y que posean los conocimientos técnicos precisos.

Mediante un cuidadoso examen médico y psicotécnico es posible realizar una selección previa del personal apto, pero su especialización en maniobras con la grúa requiere también efectuar, con resultado positivo.

En cualquier caso, debería existir constancia escrita de la formación específica recibida y de la autorización escrita, si es ese el caso, para manejar el equipo de trabajo correspondiente.

#### **4.10 MANTENIMIENTO**

Distinguiremos entre el mantenimiento general y los controles que deben efectuarse diariamente.

**Mantenimiento general:** El mantenimiento se realizará según las indicaciones del fabricante, siendo responsabilidad del propietario del equipo garantizar que el equipo de trabajo se mantenga en las mismas condiciones de seguridad que en su primera puesta de servicio con un mantenimiento adecuado.

**Controles diarios:** Se debe realizar un control diario de la grúa y su montaje para poder detectar a tiempo posibles defectos, daños u otras anomalías visibles. Se deberían comprobar los siguientes aspectos:

- Racores, tuercas, tornillos y todos los elementos del sistema hidráulico para detectar posibles defectos o fugas de aceite.
- Suavidad de los mandos, así como que estos vuelvan a su posición inicial.
- Posibles defectos como fisura, tensión, compresión y/o deformación en la estructura, accesorios, ganchos, seguros y dispositivos de elevación (cable, entre otros).
- Se deben comprobar antes de manejar la grúa los dispositivos de seguridad tal como parada de emergencia, seguro de sobrecarga, entre otros.

## **5 METODOLOGÍA**

La metodología utilizada para el diseño de la pluma grúa para maquina alesadora distingue dos partes. Por un lado el dimensionamiento y cálculo de la estructura con todas las hipótesis de carga necesaria y los coeficientes de seguridad que indica la normativa. Por otro lado el diseño de todos los accionamientos y elementos que permiten darle la función adecuada en el momento de elevación. Si bien se han explicado este proyecto comprende aspectos descriptivos fundamentales como la investigación, el conocimiento, creatividad, la inventiva, además el apoyo y la asesoría basada en el conocimiento.

### **5.1 TIPO DE PROYECTO**

Diseño: Es un diseño porque se está investigando y se especificara cuáles son los elementos o materiales para elaborar de manera óptima la pluma grúa; la cual será un complemento o elemento adicional para llegar a realizar trabajos con maquinaria de gran peso y así mejorar las capacidades de aprendizaje a los alumnos, con esto los profesores tendrán más argumentos para explicar, enseñar el funcionamiento y así poder adquirir la buena labor que puede realizar la máquina alesadora.

## **5.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Es una investigación aplicada puesto que ha de estar encaminada a solucionar una necesidad o problema que tiene la maquina alesadora del taller de máquinas y herramientas (4) de la Institución Universitaria Pascual Bravo; por ello se adquiere la información adecuada y al igual los instrumentos que requieren ser utilizados.

## **5.3 MÉTODO**

Deductivo porque se partió de una teoría de un elemento que ya existe, pero no está siendo utilizado para la maquina alesadora.

La pluma grúa va a permitir solucionar un problema que se está presentando en el laboratorio del taller de máquinas herramientas de la Institución Universitaria Pascual Bravo.

## **5.4 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

### **5.4.1 Fuentes primarias**

Fue realizada con observación directa; ya que se vio el funcionamiento de la máquina alesadora y con ello se logró tener la percepción de lo que impedía realizar labores con elementos de gran peso.

Por igual se dieron por medio de entrevistas con las personas que tienen un contacto constante con la máquina, puesto que se tuvo en cuenta el diálogo y la

opinión de los profesores, alumnos y auxiliares de laboratorio para saber que problemáticas se tenían.

#### **5.4.2 Fuentes secundarias**

Hay información de libros técnicos, revistas técnicas, fichas técnicas, documentos en formato pdf, documentos como una tesis y igualmente información en internet.

## **6 PROCEDIMIENTO**

Primero se habló con el profesor encargado del laboratorio en el taller de máquinas y herramientas para que diera información sobre maquinaria que necesitan elementos secundarios para su mejoramiento.

Como segundo los profesores hablaron sobre la dificultad que se tenía para el trabajo con maquinaria pesada y por lo cual los auxiliares dieron la explicación sobre el funcionamiento de la maquina Alesadora ya que es la más indicada para realizar ese tipo de trabajos.

En tercer lugar se dio a entender la dificultad del montaje de dicha maquinaria y surgió la idea del diseño de la Pluma grúa. Posteriormente se buscó información en bibliotecas e internet.

Luego de las investigaciones que contienen la clasificación, análisis sobre la pluma grúa y la máquina alesadora; se presentara un informe el cual contendrá el diseño de la pluma grúa y las recomendaciones para realizar su óptima instalación.

### **6.1 TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

Gran parte de la información está registrada en el anteproyecto de la misma manera que se consultó respetando los derechos de los autores, criterios de los entrevistados, aportando personalmente cada una de las ecuaciones y al igual dando una solución así realizando un diseño adecuado a la necesidad



## **7 RECURSOS**

### **7.1 RECURSOS HUMANOS**

- Estudiantes
- Profesores
- Auxiliares
- Laboratoristas
- Asesor.

### **7.2 RECURSOS INSTITUCIONALES**

- Sala Informática
- Biblioteca
- Taller de máquinas y herramientas
- Taller de soldadura.

### **7.3 RECURSOS TÉCNICOS**

- Computador
- Máquina alesadora
- Calculadora
- Libros y fichas técnicas

- Soldadura por electrodo revestido
- Cizalla manual.

#### **7.4 MATERIALES:**

- Acero ASTM A-36 Perfil. 27,8 metros
- Acero ASTM A-36 barra redonda 3/8.
- Cable de acero diámetro 16mm.
- Motorreductor 5HP (2).
- Brida 2 ramas con ángulo de 30°.
- Hormigón 4 Toneladas.
- Gancho.
- Tambor de cable.7 metros.
- Tornillo sin fin
- Engrane cilíndrico helicoidal y sin fin.
- Rodamiento de doble hilera.
- Electrodo AWS E 60XX.
- Platina SAE 1045 espesor 2". 0.750m<sup>2</sup>
- Poleas basado en el espesor del cable
- Batería 5cv.

## **8 RESULTADOS DEL PROYECTO**

El trabajo diseño de pluma grúa para maquina alesadora, surge de acuerdo a la necesidad presentada en el taller de máquinas y herramientas del bloque cuatro (4), y así realizar una labor aún más eficiente con un elemento complementario que cumpliera con las necesidades requeridas.

### **8.1 PASO A PASO**

La investigación surge de acuerdo a la necesidad de realizar labores en la maquina alesadora sin requerir del mayor esfuerzo físico posible y al igual estar buscando y contando con personal que está realizando labores en otro entorno; por ello así se podrá adquirir más tiempo para realizar el trabajo específico, sin necesidad de tener tiempo muerto en el proceso.

Se realizó investigación de acuerdo a los materiales adecuados para construir la estructura de la pluma grúa y al igual que los elementos requeridos para realizar un buen funcionamiento.

Investigando logramos consultar y obtener ayuda en trabajos de grado enfocados en grúas de diverso tipo y funciones. En dichos trabajos hacían recomendaciones y cálculos referentes a los materiales y dispositivos de las grúas; con esto así evitar las fallas del mecanismo con lo cual podría causarse, accidentes al personal que manipule la máquina y/o por igual daño que se le puede causar a la maquina alesadora y al igual la pieza que se trabajara.

Con la información obtenida, se hicieron diálogos y diagnósticos de acuerdo a los conocimientos adquiridos durante toda la tecnología; con esto poder garantizar por si mismos si en realidad es información adecuada y óptima para ser utilizada en el proyecto y garantizar un óptimo diseño.

Por igual cabe resaltar, que toda información obtenida y aplicada al proyecto debe enfocarse en la seguridad, las características que garanticen la resistencia del material, el tipo y aplicación que se realizara a dichos mecanismos de la pluma grúa.

Se elige el mecanismo, materiales y forma de la estructura, con la cual se evitara su misma falla y al igual el daño en la pieza a levantar y ser situada en la posición para ser trabajada.

## **8.2 DISEÑO**

### **8.2.1 Datos de la máquina alesadora**

Su carga es equivalente a una masa de:

- $m = 2000\text{kg} = 2$  toneladas
- Altura bancada tiene un valor de 1100mm.

### **8.2.2 Datos de la pluma grúa**

Longitud de la pluma (brazo):

- $X = 2000\text{mm} \Rightarrow 2\text{m}$ .
- $Y = 500\text{mm}$

Longitud de la Torre:

- $Y = 2750\text{mm}$
- $X = 500\text{mm}$

### 8.2.3. Calculo de Fuerza y Esfuerzo

- Momento => Esfuerzo => M.
- $F = \text{Fuerza (N)}$
- $N = \text{Newton}$
- $P = \text{Peso (N)}$
- $\text{Kg} = \text{kilogramo}$
- $\text{Kgf} = \text{kilogramo fuerza}$
- $d = \text{Distancia (m)}$
- $F = m \times \text{constante}$
- $M = F \times d$
- $\text{Constante} = 9.8 \frac{m}{s^2}$
- $F = 2000 \text{ kg} \times 9.8 \frac{m}{s^2} = 19600\text{N}$

La conversion:  $1\text{Kgf} = 9.8066\text{N}$

$$19600\text{N} \times \frac{1\text{Kgf}}{9.8066\text{N}} = 1998.65\text{Kgf}$$

$$M = 19600 \text{ N} \times 2 \text{ m} = 39200 \text{ Nm}$$

$$M = 1998.65 \text{ Kgf} \times 2 \text{ m} = 3997.3 \text{ Kgf.m}$$

$$1\text{Kgf.m} = 9.8066 \text{ Nm}$$

$$39200\text{Nm} \times \frac{1\text{Kgf.m}}{9.8066\text{Nm}} = 3997.3\text{Kgf.m}$$

$$M = 19600 \text{ N} \times 2,75 \text{ m} = 49000 \text{ N.m}$$

$$49000 \text{ N.m} \times \frac{1 \text{ Kgf.m}}{9.8066 \text{ N.m}} = 4996.63 \text{ Kgf.m}$$

$$4996.63 \text{ kgf.m} + 3997.3 \text{ m} = 8993.93 \text{ kgf.m}$$

$$8993.93 \text{ kgf.m} / 2 = 4496.96 \text{ Kgf.m}$$

#### **8.2.4 Elección Cable de Acero**

La elección del cable está dada de acuerdo al peso que se trabajara, teniendo en cuenta el momento que será levantado y situado en su lugar de la bancada en la maquina alesadora.

Diámetro: 16 mm (5/8 in)

2 ramas

Angulo 30°

Kgf = 4496,96 Kgf (calculo) = 5239 Kgf (Tabla 4)

**Tabla 4.** Elección cable

Diámetro del cable		Vertical Simple	Lazo simple	Vertical doble	2 ramas 30° (^)	2 ramas 45° (^)	2 ramas 60° (^)
mm	Pulgadas	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf
6,3	1/4	496	372	992	860	701	496
8	5/16	772	579	1544	1339	1091	772
10	3/8	1106	830	2212	1918	1563	1106
11	7/16	1500	1125	3000	2602	2120	1500
13	1/2	1942	1457	3884	3369	2745	1942
14	11/16	2440	1830	4880	4232	3449	2440
16	5/8	3020	2265	6040	5239	4269	3020
19	3/4	4304	3228	8608	7466	6084	4304
22	7/8	5840	4380	11680	10130	8256	5840
26	1	8140	6105	16280	14120	11507	8140
28	1 1/8	9460	7095	18920	16409	13373	9460
32	1 1/4	14240	10680	28480	24701	20130	14240
35	1 3/8	17540	13155	35080	30425	24795	17540
38	1 1/2	17400	13050	34800	30182	24597	17400
44	1 3/4	27000	20250	54000	46834	38168	27000

### 8.2.5 Cálculo para el motor

$$\text{Potencia} = \frac{W}{t} \Rightarrow F \times \frac{h}{t}$$

$$F = 1998.65 \text{ Kgf}$$

$$F_{\text{max}} = \text{Kgf} = 3997.3 \text{ Kgf.m} = 39200 \text{ N}$$

$$d = 2000 \text{ mm} \Rightarrow 2 \text{ m}$$

$$t = 16 \text{ s}$$

$$P = \frac{39200\text{N}}{16\text{s}} = 2450 \text{ w} = 2.45 \text{ Kw}$$

$$P = 2450\text{W} \times \frac{1 \text{ CV}}{735} = 3.3 \text{ CV}$$

$$\frac{2}{16} = 0.125$$

$$v = \frac{2450 \text{ w}}{19600 \text{ N}} = 0.125 \text{ m.s}^{-1}$$

$$P = F \cdot v \Rightarrow 19600 \times 0.125 = 2450 \text{ W}$$

$$W = 2450 \text{ W} \times 16 \text{ s} = 39200 \text{ J}$$

$$\frac{2450}{85} = 28.82$$

W = trabajo

P = potencia

t = tiempo

h = altura

t = 16 s.

h = 2, 50 m

W = F x h

$$W \Rightarrow 19600 \text{ N} \times 2, 50 \text{ m} = 49000$$

$$P = \frac{W}{t}$$

$$P = \frac{49000 \text{ J}}{16 \text{ s}} = 3062.5 \text{ w} = 3.062 \text{ Kw} \Rightarrow 3.72 \text{ (Comercial tabla 5)}$$

$$1 \text{ Kw} = 1.341 \text{ HP}$$

$$\Rightarrow 3.062 \times 1.341 \text{ HP} = 4.106 \text{ HP} \Rightarrow 5 \text{ HP (Comercial tabla 5)}$$

$$t = \frac{49000}{3062.5} = 16$$

Rendimiento = (Potencia real / Potencia teórica) x 100

$$\text{Rendimiento} = \left( \frac{3.062 \text{ Kw}}{3.72 \text{ Kw}} \right) \times 100\% = 82.3\%$$

$$\text{Ó} \left( \frac{4.106 \text{ HP}}{5 \text{ HP}} \right) \times 100\% = 82.1\%$$



## Relación del sistema

$$E_p = 3,062 + 2,45 = 5,512$$

$$\frac{5.512}{2} = 2,756 \text{ Kw}$$

$$2.756 \times 1.341 = 3.69 \text{ HP}$$

**Tabla 5.** Motorreductor

<b>MOTORREDUCTOR</b>	
Potencia	5HP (3,72)Kw
V	460
RPM	3600
Eficiencia	88.5%
Peso	41 Kg
Diámetro flecha	1 1/8
Par de salida	171 Nm

Figura 4. Control del motor

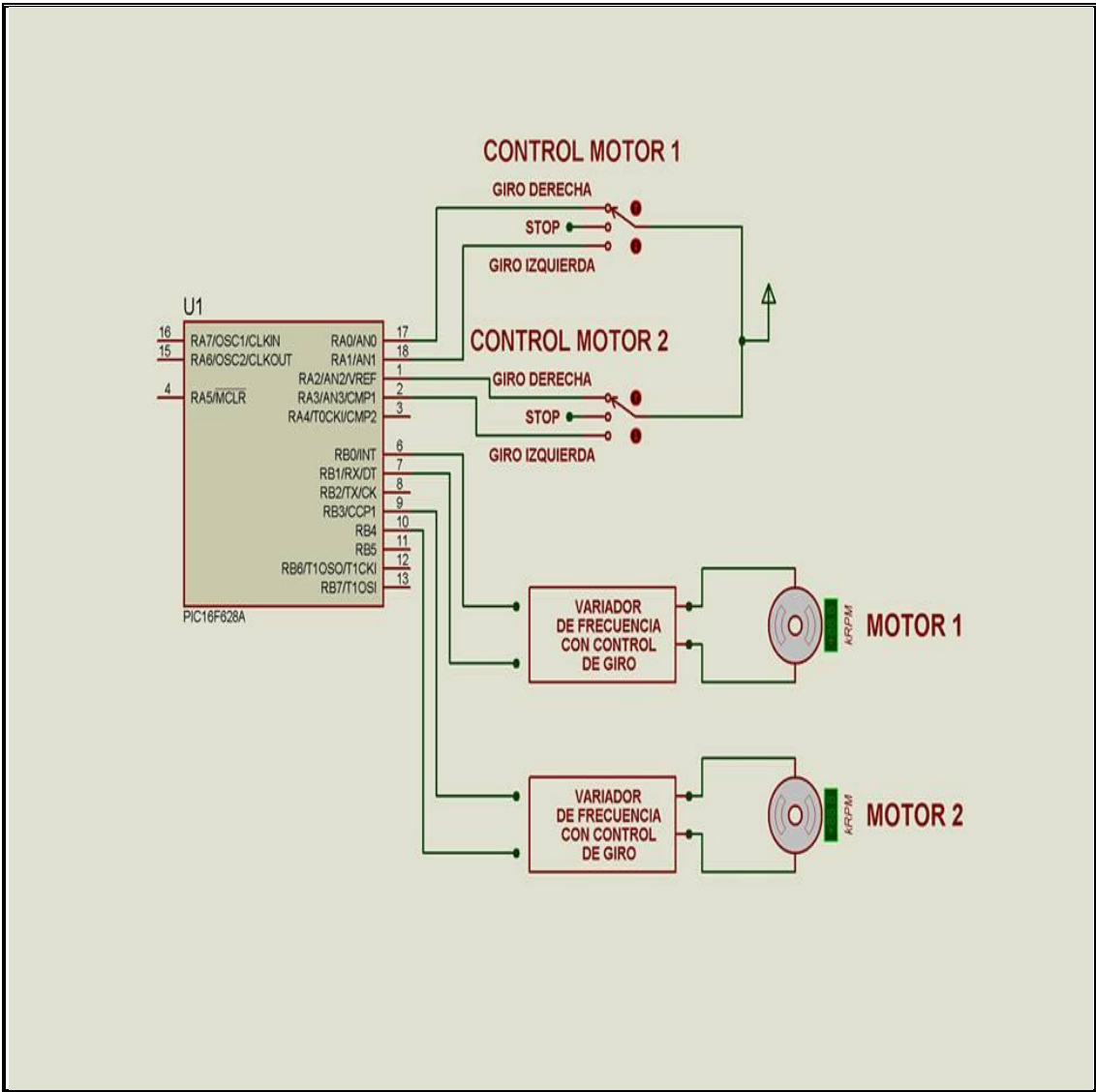
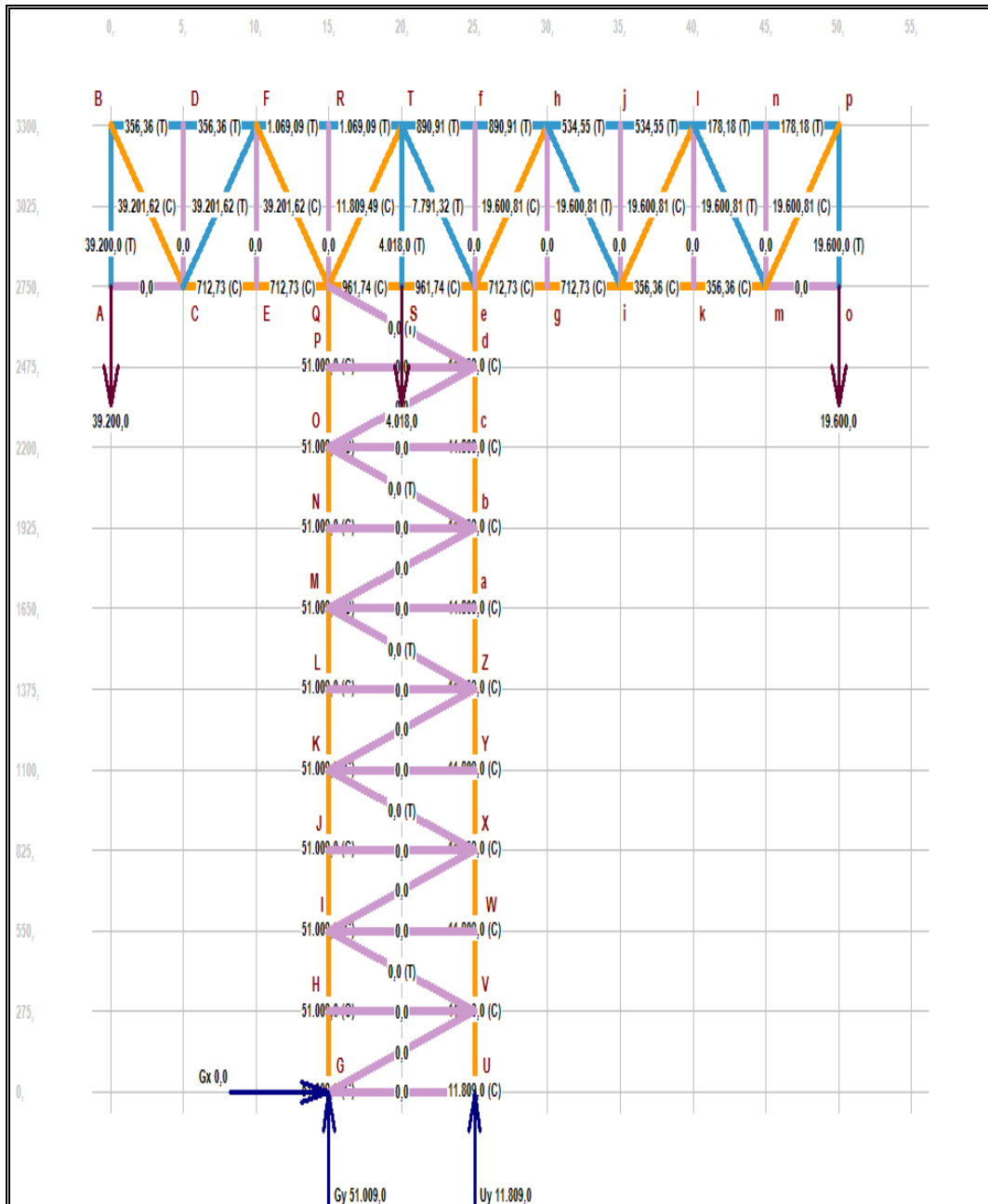


Figura 5. Estructura Pluma grúa



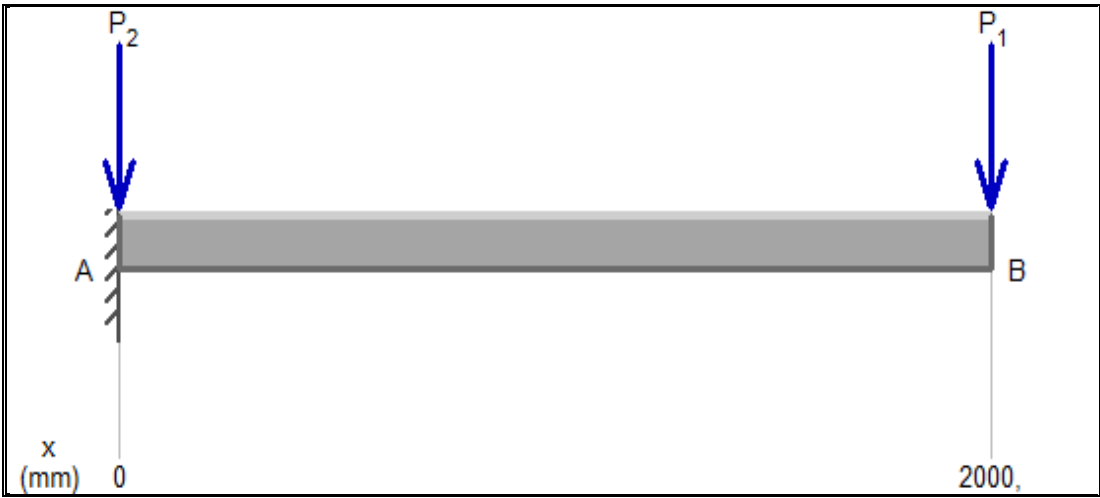
**Tabla 6.** Fuerza y Esfuerzo

<b>MIEMBRO</b>	<b>FUERZA</b>	<b>AREA</b>	<b>ESFUERZO</b>
BC	-39201,6	13.75	-2851.026
CF	39201.6	13.75	2851.026
FQ	-39201.6	13.75	-2851.026
QT	-9800.4	13.75	-712.757
Te	9800.4	13.75	712.757
eh	-19600.8	13.75	-1425.513
hi	19600.8	13.75	1425.513
il	-19600.8	13.75	-1425.513
lm	19600.8	13.75	1425.513
Mp	-19600.8	13.75	-1425.513

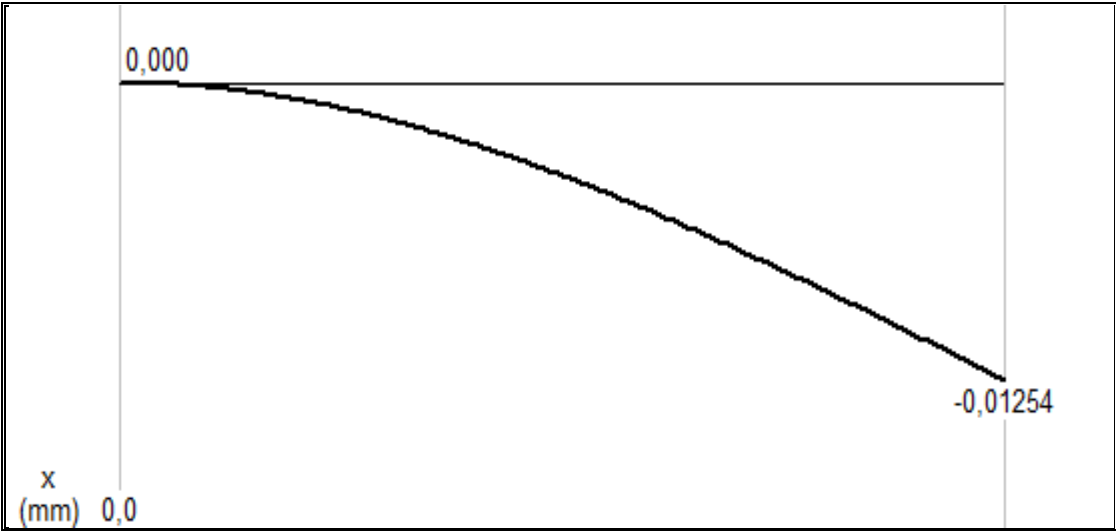
**Tabla 7.** Fuerza miembros y reacciones

FUERZA MIEMBROS		REACCIONES	
GH	49000 Compresión	Gx	0 izquierda derecha
HI	49000 Compresión	Gy	49000 hacia arriba
IJ	49000 Compresión	Uy	9800 hacia arriba
JK	49000 Compresión		
KL	49000 Compresión		
LM	49000 Compresión		
MN	49000 Compresión		
NO	49000 Compresión		

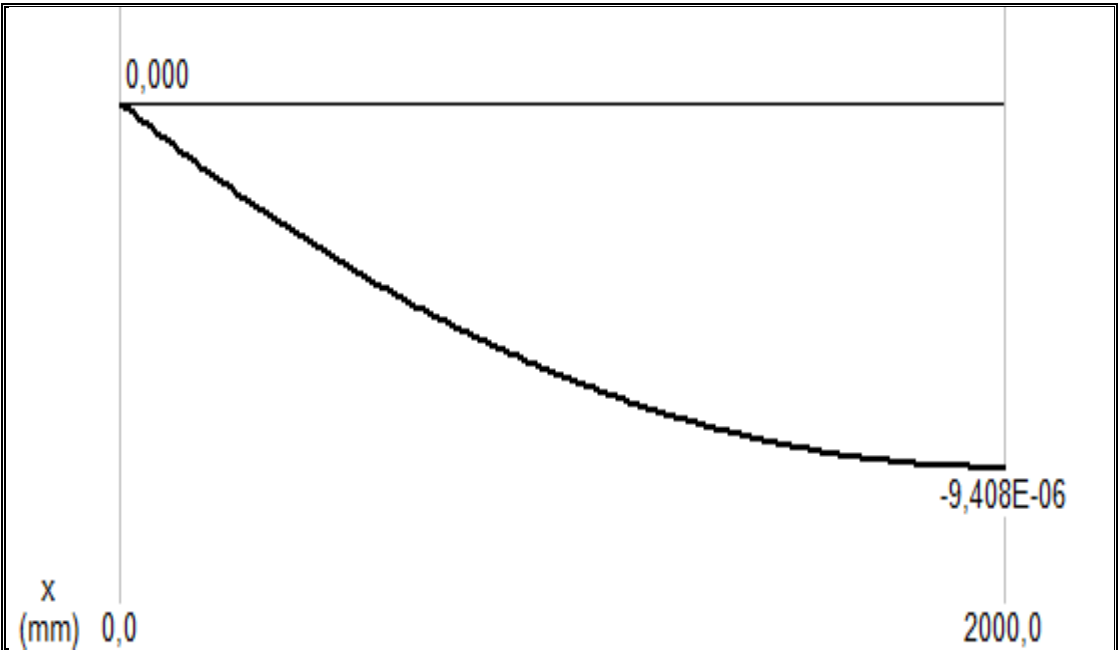
**Figura 6.** Diagrama Pluma



**Figura 7.** Diagrama Deflexión de pluma



**Figura 8.** Diagrama Pendiente de pluma



**Anexo 1. Propiedades en X de la Pluma**

X Axis Properties			
Elastic Modulus	E	200.000,0000	MPa
From bottom to centroid	y (bot)	250,0000	mm
From centroid to top	y (top)	250,0000	mm
Area of shape	A	1,0000E+06	mm <sup>2</sup>
Moment of Inertia	Ix	20,8333E+09	mm <sup>4</sup>
Section Modulus	Sx	83,3333E+06	mm <sup>3</sup>
Section Modulus (bottom)	S (bot)	83,3333E+06	mm <sup>3</sup>
Section Modulus (top)	S (top)	83,3333E+06	mm <sup>3</sup>
Radius of Gyration	rx	144,3376	mm
Plastic Modulus	Zx	125,0000E+06	mm <sup>3</sup>
Shape Factor		1,5000	
From bottom to plastic n.a.	yp (bot)	250,0000	mm
From plastic n.a. to top	yp (top)	250,0000	mm
Polar Moment of Inertia	J	354,1667E+09	mm <sup>4</sup>
Product of Inertia	Ixy	0,0000	mm <sup>4</sup>
Maximum Moment of Inertia	I <sub>max</sub>	333,3333E+09	mm <sup>4</sup>
Minumum Moment of Inertia	I <sub>min</sub>	20,8333E+09	mm <sup>4</sup>
Angle from x axis to I <sub>max</sub> axis	B	0,0000	degrees
		Clockwise	



## Anexo 2. Propiedades en Y de la Pluma

Y Axis Properties			
Elastic Modulus	E	200.000,0000	MPa
From left to centroid	x (left)	1.000,0000	mm
From centroid to right	x (right)	1.000,0000	mm
Area of shape	A	1,0000E+06	mm <sup>2</sup>
Moment of Inertia	Iy	333,3333E+09	mm <sup>4</sup>
Section Modulus	Sy	333,3333E+06	mm <sup>3</sup>
Section Modulus (left)	S (left)	333,3333E+06	mm <sup>3</sup>
Section Modulus (right)	S (right)	333,3333E+06	mm <sup>3</sup>
Radius of Gyration	ry	577,3503	mm
Plastic Modulus	Zy	500,0000E+06	mm <sup>3</sup>
Shape Factor		1,5000	
From left to plastic n.a.	xp (left)	1.000,0000	mm
From plastic n.a. to right	xp (right)	1.000,0000	mm
Polar Moment of Inertia	J	354,1667E+09	mm <sup>4</sup>
Product of Inertia	Ixy	0,0000	mm <sup>4</sup>
Maximum Moment of Inertia	I <sub>max</sub>	333,3333E+09	mm <sup>4</sup>
Minumum Moment of Inertia	I <sub>min</sub>	20,8333E+09	mm <sup>4</sup>
Angle from y axis to I <sub>max</sub> axis	β	90,0000	degrees
		Counterclockwise	

### Anexo 3. Modulo elástico en la Pluma

X Axis Properties Y Axis Properties Print Details Excel					
Plastic Modulus relative to the y axis					
By inspection or trial-and-error, determine that half of the cross-sectional area is located to the left of $x = 1.000,00$ mm and half of the area is to the right of this location. Therefore, the plastic neutral axis is located 1.000,00 mm from the leftmost edge of the shape.					
Shape	Area to the right of plastic n.a. (mm <sup>2</sup> )	xi right of n.a. (mm)	Area to the left of plastic n.a. (mm <sup>2</sup> )	xi left of n.a. (mm)	Sum of $x \times A$ (mm <sup>3</sup> )
1	500.000,00	500,00	500.000,00	500,00	500,00E+06
Plastic Modulus Z about the y axis (mm <sup>3</sup> ) =					500,00E+06

X Axis Properties Y Axis Properties Print Details Excel					
Plastic Modulus relative to the y axis					
By inspection or trial-and-error, determine that half of the cross-sectional area is located to the left of $x = 1.000,00$ mm and half of the area is to the right of this location. Therefore, the plastic neutral axis is located 1.000,00 mm from the leftmost edge of the shape.					
Area to the right of plastic n.a. (mm <sup>2</sup> )	xi right of n.a. (mm)	Area to the left of plastic n.a. (mm <sup>2</sup> )	xi left of n.a. (mm)	Sum of $x \times A$ (mm <sup>3</sup> )	
500.000,00	500,00	500.000,00	500,00	500,00E+06	
Plastic Modulus Z about the y axis (mm <sup>3</sup> ) =					500,00E+06

**Anexo 4.** Centroide y momento de inercia de la Pluma

X Axis Properties		Y Axis Properties		Print	Details	Excel
<b>Centroid in x direction and moment of inertia about the y axis</b>						
Shape	Area A (mm <sup>2</sup> )	xi (from left) (mm)	xi x A (mm <sup>3</sup> )			
1	1,00E+06	1.000,00	1,00E+09			
-----		-----				
	1,00E+06 mm <sup>2</sup>		1,00E+09 mm <sup>3</sup>			
Distance from leftmost edge to centroid, x (left)		= 1,00E+09 mm <sup>3</sup> ÷ 1,00E+06 mm <sup>2</sup> = 1.000,00 mm				
Shape	Ic (mm <sup>4</sup> )	distance, d = xi - x (left) (mm)	d <sup>2</sup> x A (mm <sup>4</sup> )	Ic + d <sup>2</sup> A (mm <sup>4</sup> )		
1	333,33E+09	0,00	0,00	333,33E+09		
				-----		
<b>Moment of inertia about the y axis (mm<sup>4</sup>) =</b>				<b>333,33E+09</b>		

**Anexo 5.** Inercia en la Pluma

X Axis Properties Y Axis Properties Print Details Excel

**Product of Inertia**

Shape	Area, A (mm <sup>2</sup> )	[x - x (left)] (mm)	[y - y (bot)] (mm)	Ixy (mm <sup>4</sup> )
1	1,00E+06	0,00	0,00	0,00

Product of inertia Ixy (mm<sup>4</sup>) = 0,00

**Anexo 6.** Propiedades en “X” de Torre

X Axis Properties			
<b>Elastic Modulus</b>	<b>E</b>	<b>200.000,0000</b>	<b>MPa</b>
<b>From bottom to centroid</b>	<b>y (bot)</b>	<b>1.600,0000</b>	<b>mm</b>
<b>From centroid to top</b>	<b>y (top)</b>	<b>1.600,0000</b>	<b>mm</b>
<b>Area of shape</b>	<b>A</b>	<b>1,6000E+06</b>	<b>mm<sup>2</sup></b>
<b>Moment of Inertia</b>	<b>Ix</b>	<b>1,3653E+12</b>	<b>mm<sup>4</sup></b>
<b>Section Modulus</b>	<b>Sx</b>	<b>853,3333E+06</b>	<b>mm<sup>3</sup></b>
<b>Section Modulus (bottom)</b>	<b>S (bot)</b>	<b>853,3333E+06</b>	<b>mm<sup>3</sup></b>
<b>Section Modulus (top)</b>	<b>S (top)</b>	<b>853,3333E+06</b>	<b>mm<sup>3</sup></b>
<b>Radius of Gyration</b>	<b>rx</b>	<b>923,7604</b>	<b>mm</b>
<b>Plastic Modulus</b>	<b>Zx</b>	<b>1,2800E+09</b>	<b>mm<sup>3</sup></b>
<b>Shape Factor</b>		<b>1,5000</b>	
<b>From bottom to plastic n.a.</b>	<b>yp (bot)</b>	<b>1.600,0000</b>	<b>mm</b>
<b>From plastic n.a. to top</b>	<b>yp (top)</b>	<b>1.600,0000</b>	<b>mm</b>
<b>Polar Moment of Inertia</b>	<b>J</b>	<b>1,3987E+12</b>	<b>mm<sup>4</sup></b>
<b>Product of Inertia</b>	<b>Ixy</b>	<b>0,0000</b>	<b>mm<sup>4</sup></b>
<b>Maximum Moment of Inertia</b>	<b>I<sub>max</sub></b>	<b>1,3653E+12</b>	<b>mm<sup>4</sup></b>
<b>Minumum Moment of Inertia</b>	<b>I<sub>min</sub></b>	<b>33,3333E+09</b>	<b>mm<sup>4</sup></b>
<b>Angle from x axis to I<sub>max</sub> axis</b>	<b>β</b>	<b>0,0000</b>	<b>degrees</b>
		<b>Clockwise</b>	



Anexo 7. Propiedades en “Y” de Torre

Y Axis Properties			
Elastic Modulus	E	200.000,0000	MPa
From left to centroid	x (left)	250,0000	mm
From centroid to right	x (right)	250,0000	mm
Area of shape	A	1,6000E+06	mm <sup>2</sup>
Moment of Inertia	I <sub>y</sub>	33,3333E+09	mm <sup>4</sup>
Section Modulus	S <sub>y</sub>	133,3333E+06	mm <sup>3</sup>
Section Modulus (left)	S (left)	133,3333E+06	mm <sup>3</sup>
Section Modulus (right)	S (right)	133,3333E+06	mm <sup>3</sup>
Radius of Gyration	r <sub>y</sub>	144,3376	mm
Plastic Modulus	Z <sub>y</sub>	200,0000E+06	mm <sup>3</sup>
Shape Factor		1,5000	
From left to plastic n.a.	x <sub>p</sub> (left)	250,0000	mm
From plastic n.a. to right	x <sub>p</sub> (right)	250,0000	mm
Polar Moment of Inertia	J	1,3987E+12	mm <sup>4</sup>
Product of Inertia	I <sub>xy</sub>	0,0000	mm <sup>4</sup>
Maximum Moment of Inertia	I <sub>max</sub>	1,3653E+12	mm <sup>4</sup>
Minumum Moment of Inertia	I <sub>min</sub>	33,3333E+09	mm <sup>4</sup>
Angle from y axis to I <sub>max</sub> axis	B	90,0000	degrees
		Counterclockwise	

**Anexo 8.** Modulo elástico en la Torre

X Axis Properties Y Axis Properties Print Details Excel					
Plastic Modulus relative to the y axis					
By inspection or trial-and-error, determine that half of the cross-sectional area is located to the left of $x = 250,00$ mm and half of the area is to the right of this location. Therefore, the plastic neutral axis is located 250,00 mm from the leftmost edge of the shape.					
Shape	Area to the right of plastic n.a. (mm <sup>2</sup> )	xi right of n.a. (mm)	Area to the left of plastic n.a. (mm <sup>2</sup> )	xi left of n.a. (mm)	Sum of $x \times A$ (mm <sup>3</sup> )
1	800.000,00	125,00	800.000,00	125,00	200,00E+06
Plastic Modulus Z about the y axis (mm <sup>3</sup> ) =					200,00E+06

X Axis Properties Y Axis Properties Print Details Excel					
Plastic Modulus relative to the y axis					
By inspection or trial-and-error, determine that half of the cross-sectional area is located to the left of $x = 250,00$ mm and half of the area is to the right of this location. Therefore, the plastic neutral axis is located 250,00 mm from the leftmost edge of the shape.					
Area to the right of plastic n.a. (mm <sup>2</sup> )	xi right of n.a. (mm)	Area to the left of plastic n.a. (mm <sup>2</sup> )	xi left of n.a. (mm)	Sum of $x \times A$ (mm <sup>3</sup> )	
800.000,00	125,00	800.000,00	125,00	200,00E+06	
Plastic Modulus Z about the y axis (mm <sup>3</sup> ) =					200,00E+06

**Anexo 9.** Centroide y momento de Inercia en Torre

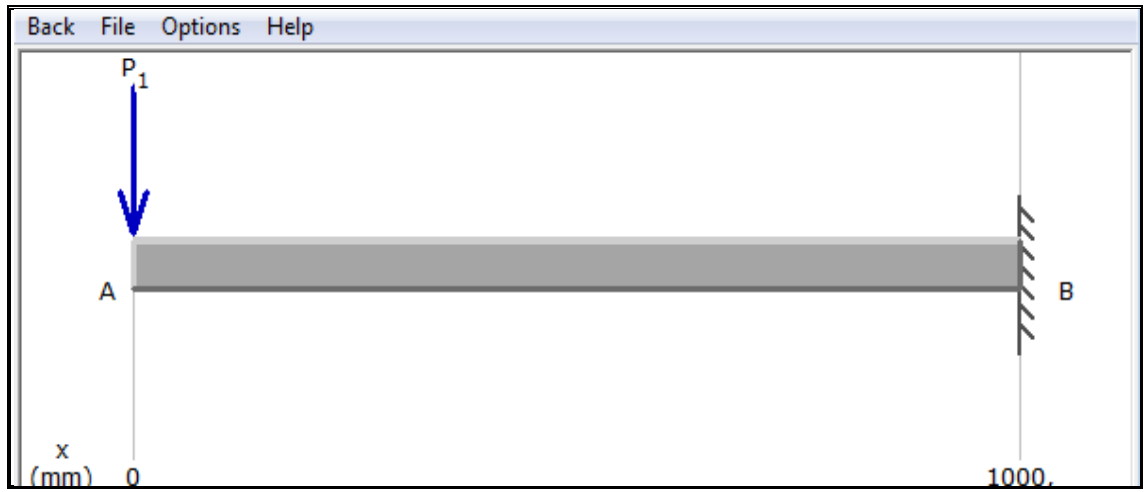
X Axis Properties		Y Axis Properties		Print	Details	Excel
<b>Centroid in x direction and moment of inertia about the y axis</b>						
Shape	Area A (mm <sup>2</sup> )	xi (from left) (mm)	xi × A (mm <sup>3</sup> )			
1	1,60E+06	250,00	400,00E+06			
	1,60E+06 mm <sup>2</sup>		400,00E+06 mm <sup>3</sup>			
Distance from leftmost edge to centroid, x (left)		= 400,00E+06 mm <sup>3</sup> ÷ 1,60E+06 mm <sup>2</sup> = 250,00 mm				
Shape	Ic (mm <sup>4</sup> )	distance, d = xi - x (left) (mm)	d <sup>2</sup> × A (mm <sup>4</sup> )	Ic + d <sup>2</sup> A (mm <sup>4</sup> )		
1	33,33E+09	0,00	0,00	33,33E+09		
<b>Moment of inertia about the y axis (mm<sup>4</sup>) =</b>				<b>33,33E+09</b>		



**Anexo 10.** Inercia en Torre

X Axis Properties Y Axis Properties Print Details Excel				
Product of Inertia				
Shape	Area, A (mm <sup>2</sup> )	[x - x (left)] (mm)	[y - y (bot)] (mm)	I <sub>xy</sub> (mm <sup>4</sup> )
1	1,60E+06	0,00	0,00	0,00
Product of inertia I <sub>xy</sub> (mm <sup>4</sup> ) =				0,00

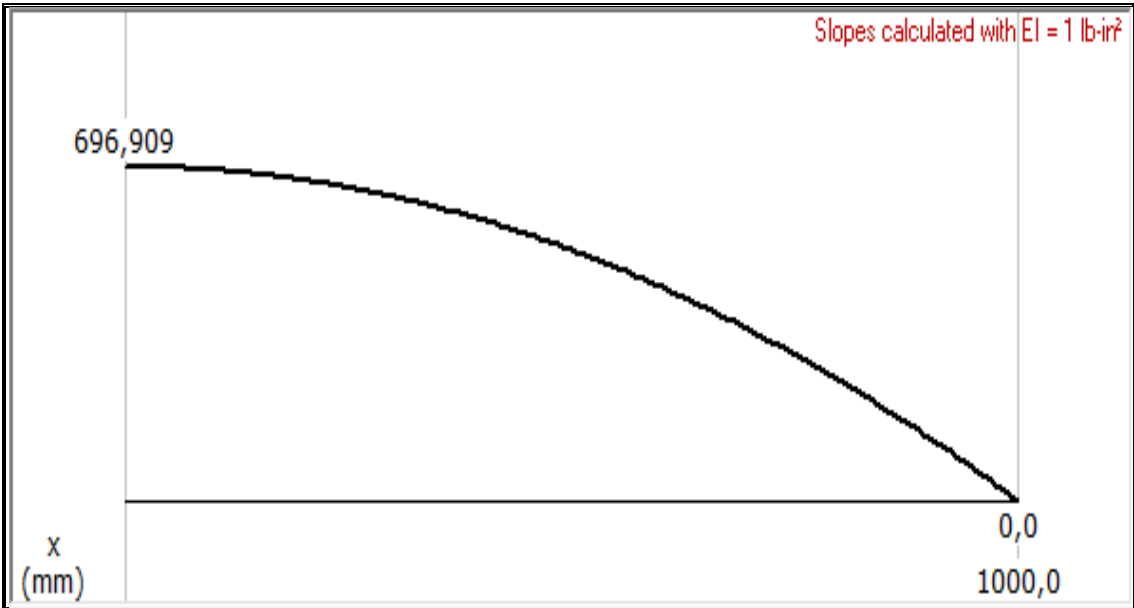
**Figura 9.** Diagrama Contrapluma



**Figura 10.** Diagrama Deflexión contrapluma.



Figura 11. Diagrama Pendiente contrapluma.



Anexo 11. Propiedades en "X" contrapluma.

X Axis Properties			
Elastic Modulus	E	200.000,0000	MPa
From bottom to centroid	y (bot)	250,0000	mm
From centroid to top	y (top)	250,0000	mm
Area of shape	A	500.000,0000	mm <sup>2</sup>
Moment of Inertia	Ix	10,4167E+09	mm <sup>4</sup>
Section Modulus	Sx	41,6667E+06	mm <sup>3</sup>
Section Modulus (bottom)	S (bot)	41,6667E+06	mm <sup>3</sup>
Section Modulus (top)	S (top)	41,6667E+06	mm <sup>3</sup>
Radius of Gyration	rx	144,3376	mm
Plastic Modulus	Zx	62,5000E+06	mm <sup>3</sup>
Shape Factor		1,5000	
From bottom to plastic n.a.	yp (bot)	250,0000	mm
From plastic n.a. to top	yp (top)	250,0000	mm
Polar Moment of Inertia	J	52,0833E+09	mm <sup>4</sup>
Product of Inertia	Ixy	0,0000	mm <sup>4</sup>
Maximum Moment of Inertia	I <sub>max</sub>	41,6667E+09	mm <sup>4</sup>
Minimum Moment of Inertia	I <sub>min</sub>	10,4167E+09	mm <sup>4</sup>
Angle from x axis to I <sub>max</sub> axis	β	0,0000	degrees
		Clockwise	

**Anexo 12.** Propiedades en “Y” contrapluma.

<b>Y Axis Properties</b>			
<b>Elastic Modulus</b>	<b>E</b>	<b>200.000,0000</b>	<b>MPa</b>
<b>From left to centroid</b>	<b>x (left)</b>	<b>500,0000</b>	<b>mm</b>
<b>From centroid to right</b>	<b>x (right)</b>	<b>500,0000</b>	<b>mm</b>
<b>Area of shape</b>	<b>A</b>	<b>500.000,0000</b>	<b>mm<sup>2</sup></b>
<b>Moment of Inertia</b>	<b>I<sub>y</sub></b>	<b>41,6667E+09</b>	<b>mm<sup>4</sup></b>
<b>Section Modulus</b>	<b>S<sub>y</sub></b>	<b>83,3333E+06</b>	<b>mm<sup>3</sup></b>
<b>Section Modulus (left)</b>	<b>S (left)</b>	<b>83,3333E+06</b>	<b>mm<sup>3</sup></b>
<b>Section Modulus (right)</b>	<b>S (right)</b>	<b>83,3333E+06</b>	<b>mm<sup>3</sup></b>
<b>Radius of Gyration</b>	<b>r<sub>y</sub></b>	<b>288,6751</b>	<b>mm</b>
<b>Plastic Modulus</b>	<b>Z<sub>y</sub></b>	<b>125,0000E+06</b>	<b>mm<sup>3</sup></b>
<b>Shape Factor</b>		<b>1,5000</b>	
<b>From left to plastic n.a.</b>	<b>x<sub>p</sub> (left)</b>	<b>500,0000</b>	<b>mm</b>
<b>From plastic n.a. to right</b>	<b>x<sub>p</sub> (right)</b>	<b>500,0000</b>	<b>mm</b>
<b>Polar Moment of Inertia</b>	<b>J</b>	<b>52,0833E+09</b>	<b>mm<sup>4</sup></b>
<b>Product of Inertia</b>	<b>I<sub>xy</sub></b>	<b>0,0000</b>	<b>mm<sup>4</sup></b>
<b>Maximum Moment of Inertia</b>	<b>I<sub>max</sub></b>	<b>41,6667E+09</b>	<b>mm<sup>4</sup></b>
<b>Minumum Moment of Inertia</b>	<b>I<sub>min</sub></b>	<b>10,4167E+09</b>	<b>mm<sup>4</sup></b>
<b>Angle from y axis to I<sub>max</sub> axis</b>	<b>β</b>	<b>90,0000</b>	<b>degrees</b>
		<b>Counterclockwise</b>	

**Anexo 13. Modulo elástico en contrapluma.**

**Plastic Modulus relative to the y axis**

By inspection or trial-and-error, determine that half of the cross-sectional area is located to the left of  $x = 500,00$  mm and half of the area is to the right of this location. Therefore, the plastic neutral axis is located 500,00 mm from the leftmost edge of the shape.

Shape	Area to the right of plastic n.a. (mm <sup>2</sup> )	xi right of n.a. (mm)	Area to the left of plastic n.a. (mm <sup>2</sup> )	xi left of n.a. (mm)	Sum of $x \times A$ (mm <sup>3</sup> )
1	250.000,00	250,00	250.000,00	250,00	125,00E+06
<b>Plastic Modulus Z about the y axis (mm<sup>3</sup>) =</b>					<b>125,00E+06</b>

**Plastic Modulus relative to the y axis**

By inspection or trial-and-error, determine that half of the cross-sectional area is located to the left of  $x = 500,00$  mm and half of the area is to the right of this location. Therefore, the plastic neutral axis is located 500,00 mm from the leftmost edge of the shape.

Area to the right of plastic n.a. (mm <sup>2</sup> )	xi right of n.a. (mm)	Area to the left of plastic n.a. (mm <sup>2</sup> )	xi left of n.a. (mm)	Sum of $x \times A$ (mm <sup>3</sup> )
250.000,00	250,00	250.000,00	250,00	125,00E+06
<b>Plastic Modulus Z about the y axis (mm<sup>3</sup>) =</b>				<b>125,00E+06</b>

**Anexo 14.** Centroide y momento de inercia contrapluma

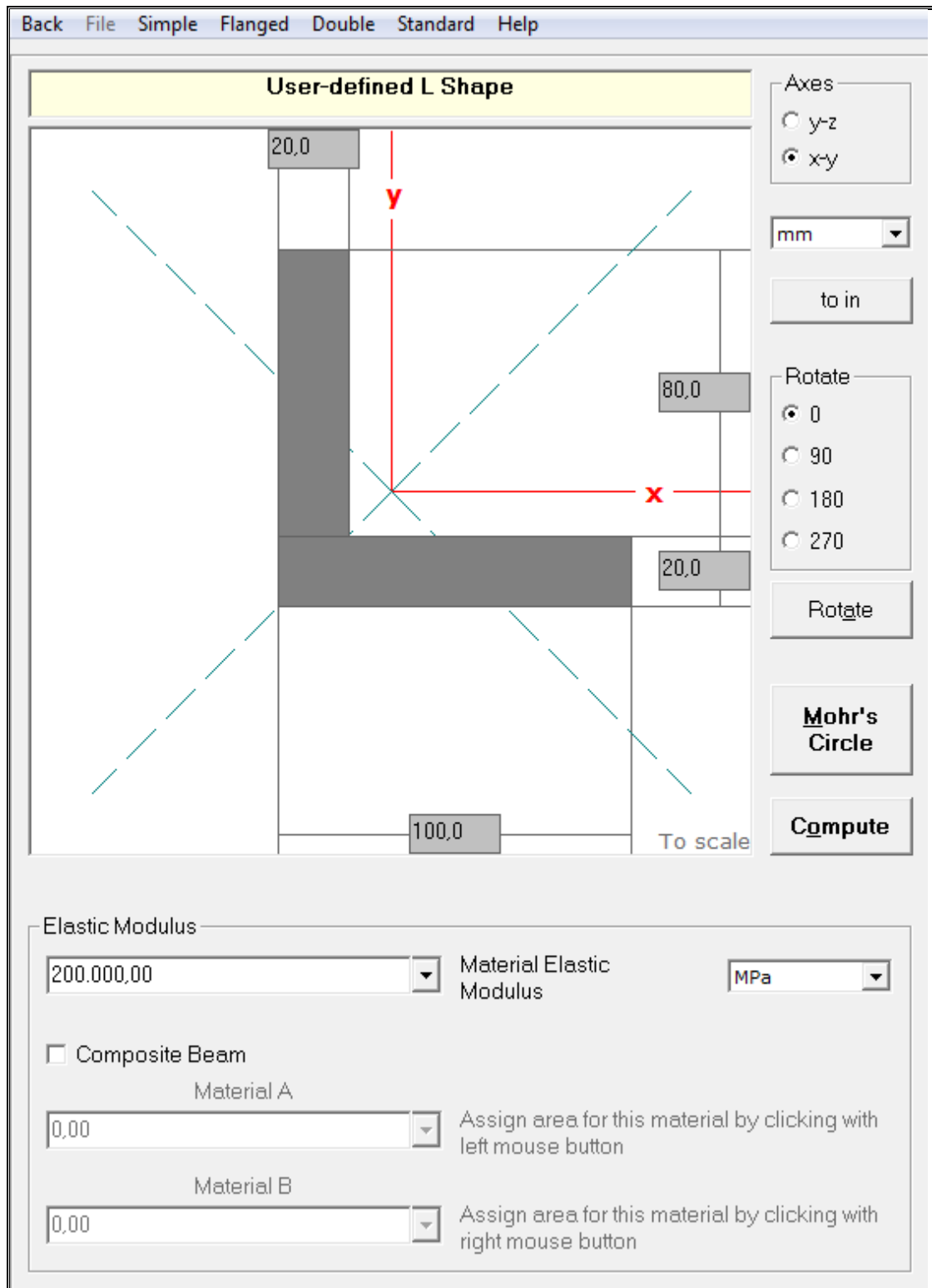
- Centroid in x direction and moment of inertia about the y axis				
Shape	Area A (mm <sup>2</sup> )	xi (from left) (mm)	xi × A (mm <sup>3</sup> )	
1	500.000,00	500,00	250,00E+06	
	500.000,00 mm <sup>2</sup>		250,00E+06 mm <sup>3</sup>	
Distance from leftmost edge to centroid, x (left)		= 250,00E+06 mm <sup>3</sup> ÷ 500.000,00 mm <sup>2</sup> = 500,00 mm		
Shape	Ic (mm <sup>4</sup> )	distance, d = xi - x (left) (mm)	d <sup>2</sup> × A (mm <sup>4</sup> )	Ic + d <sup>2</sup> A (mm <sup>4</sup> )
1	41,67E+09	0,00	0,00	41,67E+09
Moment of inertia about the y axis (mm <sup>4</sup> ) =				41,67E+09

**Anexo 15.** Inercia en contrapluma.

<b>Product of Inertia</b>				
<b>Shape</b>	<b>Area, A (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>[x - x (left)] (mm)</b>	<b>[y - y (bot)] (mm)</b>	<b>I<sub>xy</sub> (mm<sup>4</sup>)</b>
1	500.000,00	0,00	0,00	0,00
<b>Product of inertia I<sub>xy</sub> (mm<sup>4</sup>) =</b>				<b>0,00</b>



Figura 12. Dimensiones del perfil ASTM A-36



Anexo 16. Propiedades en "X" A-36

X Axis Properties			
Elastic Modulus	E	200.000,0000	MPa
From bottom to centroid	y (bot)	32,2222	mm
From centroid to top	y (top)	67,7778	mm
Area of shape	A	3.600,0000	mm <sup>2</sup>
Moment of Inertia	Ix	3,1422E+06	mm <sup>4</sup>
Section Modulus	Sx	46.360,6557	mm <sup>3</sup>
Section Modulus (bottom)	S (bot)	97.517,2414	mm <sup>3</sup>
Section Modulus (top)	S (top)	46.360,6557	mm <sup>3</sup>
Radius of Gyration	rx	29,5439	mm
Plastic Modulus	Zx	83.600,0000	mm <sup>3</sup>
Shape Factor		1,8033	
From bottom to plastic n.a.	yp (bot)	18,0000	mm
From plastic n.a. to top	yp (top)	82,0000	mm
Polar Moment of Inertia	J	6,2844E+06	mm <sup>4</sup>
Product of Inertia	Ixy	-1,7778E+06	mm <sup>4</sup>
Maximum Moment of Inertia	I <sub>max</sub>	4,9200E+06	mm <sup>4</sup>
Minumum Moment of Inertia	I <sub>min</sub>	1,3644E+06	mm <sup>4</sup>
Angle from x axis to I <sub>max</sub> axis	β	45,0000	degrees
		Counterclockwise	

Anexo 17. Propiedades en "Y" A-36

X Axis Properties	Y Axis Properties	Print	Details	Excel
<b>Y Axis Properties</b>				
<b>Elastic Modulus</b>	<b>E</b>	<b>200.000,0000</b>	<b>MPa</b>	
<b>From left to centroid</b>	<b>x (left)</b>	<b>32,2222</b>	<b>mm</b>	
<b>From centroid to right</b>	<b>x (right)</b>	<b>67,7778</b>	<b>mm</b>	
<b>Area of shape</b>	<b>A</b>	<b>3.600,0000</b>	<b>mm<sup>2</sup></b>	
<b>Moment of Inertia</b>	<b>I<sub>y</sub></b>	<b>3,1422E+06</b>	<b>mm<sup>4</sup></b>	
<b>Section Modulus</b>	<b>S<sub>y</sub></b>	<b>46.360,6557</b>	<b>mm<sup>3</sup></b>	
<b>Section Modulus (left)</b>	<b>S (left)</b>	<b>97.517,2414</b>	<b>mm<sup>3</sup></b>	
<b>Section Modulus (right)</b>	<b>S (right)</b>	<b>46.360,6557</b>	<b>mm<sup>3</sup></b>	
<b>Radius of Gyration</b>	<b>r<sub>y</sub></b>	<b>29,5439</b>	<b>mm</b>	
<b>Plastic Modulus</b>	<b>Z<sub>y</sub></b>	<b>83.600,0000</b>	<b>mm<sup>3</sup></b>	
<b>Shape Factor</b>		<b>1,8033</b>		
<b>From left to plastic n.a.</b>	<b>x<sub>p</sub> (left)</b>	<b>18,0000</b>	<b>mm</b>	
<b>From plastic n.a. to right</b>	<b>x<sub>p</sub> (right)</b>	<b>82,0000</b>	<b>mm</b>	
<b>Polar Moment of Inertia</b>	<b>J</b>	<b>6,2844E+06</b>	<b>mm<sup>4</sup></b>	
<b>Product of Inertia</b>	<b>I<sub>xy</sub></b>	<b>-1,7778E+06</b>	<b>mm<sup>4</sup></b>	
<b>Maximum Moment of Inertia</b>	<b>I<sub>max</sub></b>	<b>4,9200E+06</b>	<b>mm<sup>4</sup></b>	
<b>Minumum Moment of Inertia</b>	<b>I<sub>min</sub></b>	<b>1,3644E+06</b>	<b>mm<sup>4</sup></b>	
<b>Angle from y axis to I<sub>max</sub> axis</b>	<b>B</b>	<b>45,0000</b>	<b>degrees</b>	
		<b>Clockwise</b>		

Anexo 18. Centroide y momento de inercia A-36

X Axis Properties		Y Axis Properties		Print	Details	Excel
<b>Centroid in y direction and moment of inertia about the x axis</b>						
Shape	Area A (mm <sup>2</sup> )	y <sub>i</sub> (from bottom) (mm)	y <sub>i</sub> × A (mm <sup>3</sup> )			
1	2.000,00	10,00	20.000,00			
2	1.600,00	60,00	96.000,00			
	3.600,00 mm <sup>2</sup>		116.000,00 mm <sup>3</sup>			
Distance from bottom to centroid, y (bot)		= 116.000,00 mm <sup>3</sup> ÷ 3.600,00 mm <sup>2</sup> = 32,22 mm				
Shape	I <sub>c</sub> (mm <sup>4</sup> )	distance, d = y <sub>i</sub> - y (bot) (mm)	d <sup>2</sup> × A (mm <sup>4</sup> )	I <sub>c</sub> + d <sup>2</sup> A (mm <sup>4</sup> )		
1	66.666,67	-22,22	987.654,32	1,05E+06		
2	853.333,33	27,78	1,23E+06	2,09E+06		

= 3.14E + 06

Anexo 19. Modulo Elástico A-36

X Axis Properties Y Axis Properties Print Details Excel					
Plastic Modulus relative to the x axis					
By inspection or trial-and-error, determine that half of the cross-sectional area is located below $y = 18,00$ mm and half of the area is above this location. Therefore, the plastic neutral axis is located 18,00 mm from the bottom edge of the shape.					
Shape	Area above plastic n.a. (mm <sup>2</sup> )	yi above n.a. (mm)	Area below plastic n.a. (mm <sup>2</sup> )	yi below n.a. (mm)	Sum of $y \times A$ (mm <sup>3</sup> )
1	200,00	1,00	1.800,00	9,00	16.400,00
2	1.600,00	42,00	0,00	0,00	67.200,00
Plastic Modulus Z about the x axis (mm <sup>3</sup> ) =					83.600,00

X Axis Properties Y Axis Properties Print Details Excel					
Plastic Modulus relative to the x axis					
By inspection or trial-and-error, determine that half of the cross-sectional area is located below $y = 18,00$ mm and half of the area is above this location. Therefore, the plastic neutral axis is located 18,00 mm from the bottom edge of the shape.					
Area above plastic n.a. (mm <sup>2</sup> )	yi above n.a. (mm)	Area below plastic n.a. (mm <sup>2</sup> )	yi below n.a. (mm)	Sum of $y \times A$ (mm <sup>3</sup> )	
200,00	1,00	1.800,00	9,00	16.400,00	
1.600,00	42,00	0,00	0,00	67.200,00	
Plastic Modulus Z about the x axis (mm <sup>3</sup> ) =					83.600,00

Anexo 20. Inercia A-36

X Axis Properties Y Axis Properties Print Details Excel				
Product of Inertia				
Shape	Area, A (mm <sup>2</sup> )	[x - x (left)] (mm)	[y - y (bot)] (mm)	I <sub>xy</sub> (mm <sup>4</sup> )
1	2.000,00	17,78	-22,22	-790.123,46
2	1.600,00	-22,22	27,78	-987.654,32
Product of inertia I <sub>xy</sub> (mm <sup>4</sup> ) =				-1,78E+06

**Tabla 8. Especificación Angulo A-36**

<b>DENOMINACIÓN:</b> L A36.			
<b>DESCRIPCIÓN:</b> Producto de acero laminado en caliente cuya sección transversal está formada por dos alas de igual longitud, en ángulo recto.			
<b>USOS:</b> En la fabricación de estructuras de acero para plantas industriales, almacenes, techados de grandes luces, industria naval, carrocerías, torres de transmisión. También se utiliza para la fabricación de puertas, ventanas, rejas, etc.			
<b>NORMAS TÉCNICAS:</b> Sistema Inglés : Propiedades Mecánicas: ASTM A36 / A36 M. Tolerancias Dimensionales: ASTM A6 / A6 M. Sistema Métrico : Propiedades Mecánicas: ASTM A36 / A36 M. Tolerancias Dimensionales: ISO 657/V.			
<b>PRESENTACIÓN:</b> Se produce en longitudes de 6 metros. Se suministra en paquetones de 2 TM, los cuales están formados por 2 paquetones de 1 TM c/u.			
<b>DIMENSIONES Y PESOS NOMINALES:</b>			
Sistema Inglés			
	<b>DIMENSIONES</b> (pulg.)	<b>PESO ESTIMADO</b>	
		lb/pie	kg/m
		kg/m	kg/6 m
	1 1/2 x 1 1/2 x 3/32	0.929	1.382
	1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	1.230	1.830
	1 1/2 x 1 1/2 x 3/16	1.800	2.679
	1 1/2 x 1 1/2 x 1/4	2.340	3.482
	1 3/4 x 1 3/4 x 1/8	1.440	2.143
	1 3/4 x 1 3/4 x 3/16	2.120	3.155
	1 3/4 x 1 3/4 x 1/4	2.770	4.122
	2 x 2 x 1/8	1.650	2.455
	2 x 2 x 3/16	2.440	3.631
	2 x 2 x 1/4	3.190	4.747
	2 x 2 x 5/16	3.920	5.834
	2 x 2 x 3/8	4.700	6.904
	2 1/2 x 2 1/2 x 3/16	3.070	4.569
	2 1/2 x 2 1/2 x 1/4	4.100	6.101
	2 1/2 x 2 1/2 x 5/16	5.000	7.441
	2 1/2 x 2 1/2 x 3/8	5.900	8.780
	3 x 3 x 1/4	4.900	7.292
	3 x 3 x 5/16	6.100	9.078
	3 x 3 x 3/8	7.200	10.715
	3 x 3 x 1/2	9.400	13.989
	4 x 4 x 1/4	6.800	9.822
	4 x 4 x 5/16	8.200	12.203
	4 x 4 x 3/8	9.800	14.584
	4 x 4 x 1/2	12.800	19.048

Sistema Métrico			
	<b>DIMENSIONES</b> (mm.)	<b>PESO ESTIMADO</b>	
		kg/m	kg/6 m
	20 x 20 x 2.0	0.565	3.39
	20 x 20 x 2.5	0.736	4.416
	20 x 20 x 3.0	0.871	5.228
	25 x 25 x 2.0	0.723	4.34
	25 x 25 x 2.5	0.932	5.592
	25 x 25 x 3.0	1.106	6.836
	25 x 25 x 4.5	1.606	9.836
	25 x 25 x 6.0	2.070	12.420
	30 x 30 x 2.0	0.915	5.49
	30 x 30 x 2.5	1.128	6.768
	30 x 30 x 3.0	1.341	8.048
	30 x 30 x 4.5	1.959	11.754
	30 x 30 x 6.0	2.541	15.246

**REQUERIMIENTOS QUÍMICOS EN LA CUCHARA (%):**  
C = 0.26 máx. Si = 0.40 máx. P = 0.040 máx. S = 0.050 máx.

**PROPIEDADES MECÁNICAS:**  
Límite de Fluencia mínimo = 2530 kg/cm<sup>2</sup>.  
Resistencia a la Tracción = 4080 - 5620 kg/cm<sup>2</sup> (\*)  
Alargamiento en 200 mm  
Espesores:  
2.0mm, 2.5mm, 3.0mm, 3/32" y 1/8"..... = 12.5 % mínimo.  
4.5 mm..... = 14.5 % mínimo.  
3/16"..... = 15.0 % mínimo.  
6.0 mm..... = 17.0 % mínimo.  
1/4"..... = 17.5 % mínimo.  
5/16", 3/8" y 1/2" ..... = 20.0 % mínimo  
Soldabilidad = Buena.  
(\*) Para espesores de 2.0 y 2.5 mm la resistencia a la tracción mínima es de 3500 kg/cm<sup>2</sup>.

**TOLERANCIA DIMENSIONAL:**

	<b>DIMENSIONES NOMINALES</b>	<b>LONGITUD DEL ALA (L - mm)</b>	<b>ESPESOR (e - mm)</b>		
			e ≤ 3/16"	3/16" < e ≤ 3/8"	e > 3/8"
<b>SISTEMA INGLÉS (pulg.)</b>	1 1/2", 1 3/4" y 2"	± 1.19	± 0.25	± 0.25	± 0.30
	2 1/2"	± 1.58	± 0.30	± 0.38	± 0.38
	3"		± 0.30	± 0.38	± 0.38
	3 1/2"	± 3.17/2.38		± 0.5	
	4"			± 0.8	
<b>SISTEMA MÉTRICO (mm)</b>	20, 25 y 30	± 1.0	± 0.50 mm		

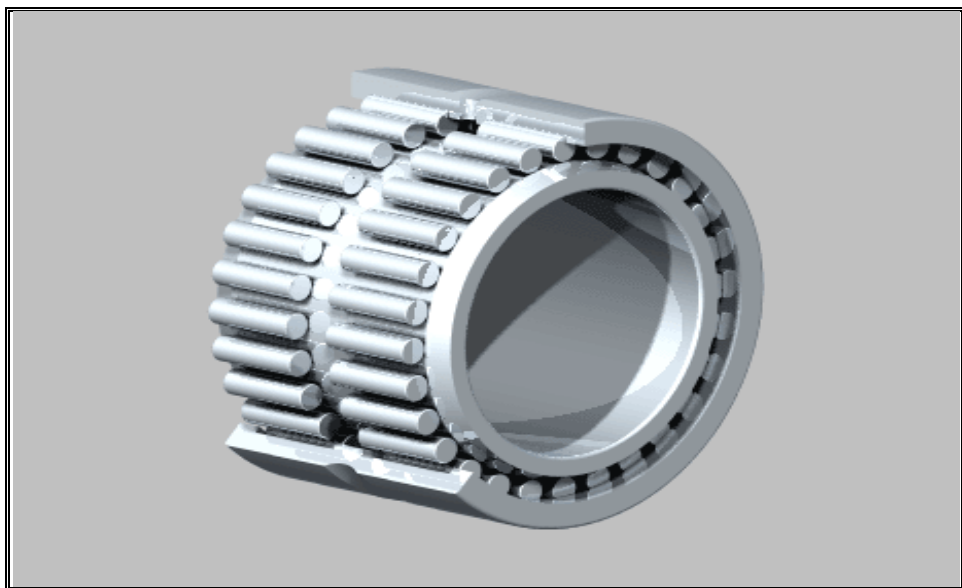
Tolerancia en la longitud: -0 / +60 mm  
Flecha máxima = 4.0 mm/m

### 8.2.6 Rodamientos de bolas especiales de doble hilera

Para aplicaciones como los embragues de doble hilera basados en el rodamiento estándar o bien en nuevos diseños:

- Máquinas para enderezar alambre
- Embragues electromagnéticos
- Equipos transportadores
- Equipos elevadores
- Máquinas de procesamiento de madera
- Roldanas de cadena
- Roldanas
- Roldanas para transportadores de cadena aéreos
- Guías lineales
- Roldanas para cable
- Todo tipo de roldanas tensoras

**Foto 6.** Rodamiento doble hilera





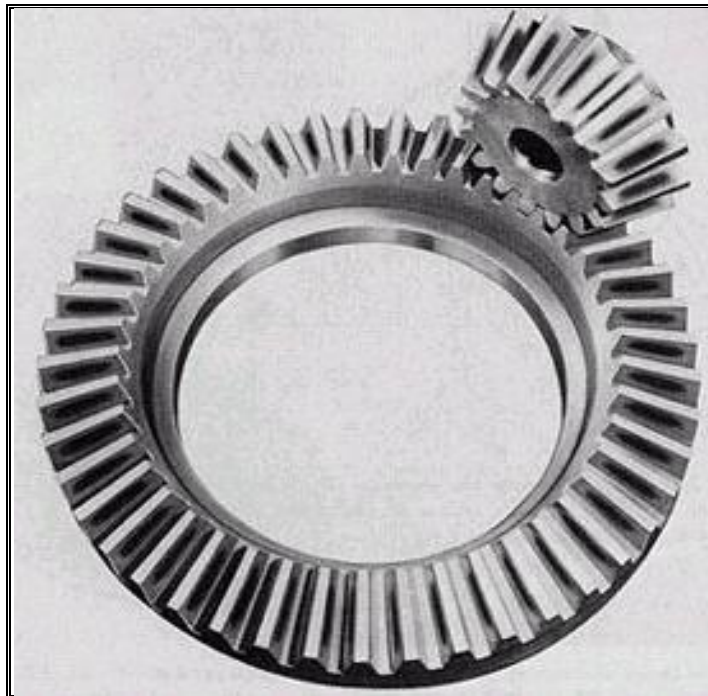
**Tabla 9.** Dimensiones rodamiento

Dimensiones				Referencia	Índices de carga		Límites de velocidad	
d	D	B	r <sub>s</sub> min.		din. C	est. C <sub>0</sub>	Grasa	Aceite
mm				kN		min <sup>-1</sup>		
10	30	14	0.6	4200BTNG	9.15	5.2	18,000	24,000
12	32	14	0.6	4201BTNG	9.30	5.5	16,000	20,000
15	35	14	0.6	4202BTNG	10.4	6.7	14,000	18,000
	42	17	1.0	4302BTNG	14.6	9.2	13,000	17,000
17	40	16	0.6	4203BTNG	14.6	9.5	13,000	18,000
	47	19	1.0	4303BTNG	19.6	13.2	11,000	17,000
20	47	18	1.0	4204BTNG	18.0	12.7	10,000	14,000
	52	21	1.1	4304BTNG	23.2	16.0	9,500	13,000
25	52	18	1.0	4205BTNG	19.3	14.6	9,000	12,000
	62	24	1.1	4305BTNG	31.5	22.4	8,000	10,000
30	62	20	1.0	4206BTNG	26.0	20.8	7,500	9,500
	72	27	1.1	4306BTNG	40.0	30.5	6,700	8,500
35	72	23	1.1	4207BTNG	32.0	26.0	6,700	8,500
	80	31	1.5	4307BTNG	51.0	38.0	6,300	8,000
40	80	23	1.1	4208BTNG	34.0	30.0	6,000	7,500
	90	33	1.5	4308BTNG	63.0	48.0	5,600	7,000
45	85	23	1.1	4209BTNG	36.0	33.5	5,600	7,000
	100	36	1.5	4309BTNG	72.0	60.0	4,800	6,000
50	90	23	1.1	4210BTNG	37.5	36.5	5,000	6,300
	110	40	2.0	4310BTNG	90.0	75.0	4,300	5,300
55	100	25	1.5	4211BTNG	43.0	43.0	4,500	5,600
	120	43	2.0	4311BTNG	104.0	90.0	4,000	5,000
60	110	28	1.5	4212BTNG	57.0	58.5	4,000	5,000
	130	46	2.1	4312BTNG	120.0	106.0	3,600	4,500
65	120	31	1.5	4213BTNG	67.0	67.0	3,800	4,800
	140	48	2.1	4313BTNG	129.0	98.0	3,600	4,500
70	125	31	1.5	4214BTNG	69.5	73.5	3,600	4,500
	150	51	2.1	4314BTNG	146.0	114.0	3,200	4,000
75	130	31	1.5	4215BTNG	73.5	80.0	3,400	4,300
	160	55	2.1	4315BTNG	170.0	134.0	3,000	3,800
80	140	33	2.0	4216BTNG	80.0	90.0	3,200	4,000
85	150	36	2.0	4217BTNG	93.0	106.0	3,000	3,800

### 8.2.7 Engrane cilíndrico helicoidal

Son engranes que transmiten mayor potencia, relacionado con un engrane simple. Suelen transmitir una bajo ruido, ya que prácticamente son silenciosos.

**Foto 7.** Engrane Helicoidal.



**Impulsor:** Diámetro de 50mm y 22 dientes.

**Impulsado:** 600 mm 100 dientes

**Relación de transmisión:** 4.5:1

Se genera media velocidad.

**Módulo: 2. mn.**

$$C = \frac{(d1 - 2mn) + (d2 - 2mn)}{2}$$

$$C = \frac{(50 - 2 \times 2) + (600 - 2 \times 2)}{2}$$

$$C = \frac{(50 - 4) + 600 - 4}{2} = 311$$

$$C = d1 = 50 - 4 = 46$$

$$d2 = 600 - 4 = 596$$

**Módulo aparente (mt)**

D = diámetro

Z = número de dientes

$$mt = \frac{d}{z}$$

$$mt \Rightarrow \frac{46}{22} = 2.1$$

$$\text{Ángulo elice} = mt = \frac{mn}{\cos \alpha}$$

$$\cos \alpha = \frac{mn}{mt}$$

$$\cos \alpha = \frac{2}{2.1} = 0.95$$

$$\cos^{-1} 0.95 = 17.75^\circ$$

**Diámetro fondo**

$$df = d - 2mn$$

$$df = 50 - 4 = 46$$

**Diámetro base – Angulo 30° = θ**

βt Ángulo de presión aparente.

$$db = d \times \cos \beta t$$

$$\text{Tg } \beta t = \frac{\text{Tg } \theta}{\cos \alpha}$$

$$\text{Tg } \beta t = \frac{\text{Tg } 30^\circ}{\cos 17.75^\circ} = 0.60$$

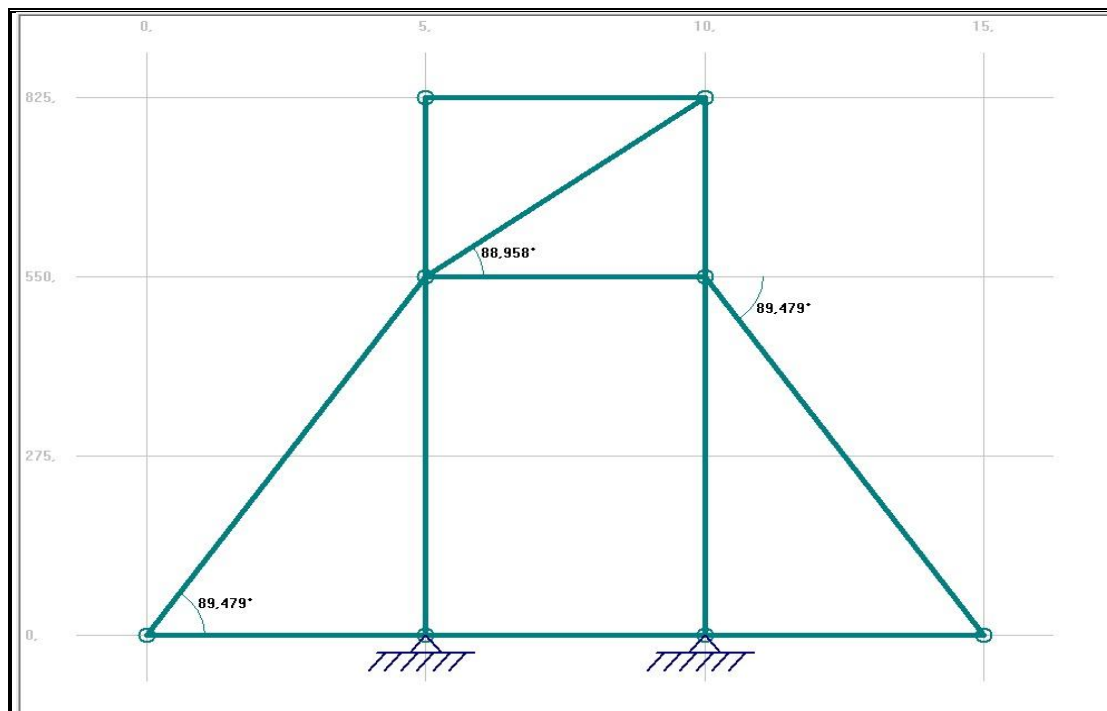
$$\text{Tan}^{-1} 0.60 \Rightarrow 31.22^\circ$$

$$\Rightarrow db1 = 46 \times \cos 31.22^\circ = 39.33$$

$$db2 = 596 \cos 31.22^\circ = 509.6.$$

### 8.2.8 Soporte estructural.

**Anexo 21.** Soporte estructural.



**Descripción:** La estructura de la pluma grúa tendrá un perfil ASTM A-36 soldados en cada viga de la torre, en un espacio de 0.500 m en la parte inferior bajo la tierra, con un ángulo de 45°, así generando un soporte para evitar el movimiento en el momento de realizar cada uno de los esfuerzos que tendrá la pluma grúa. El espacio estará relleno de hormigón, componente con el cual se evitara mayor falla.

### **8.2.9 Soldadura para la estructura**

Material de aporte.

El material de aporte, es el material del cual esta echo el electrodo de soldadura, de acuerdo a este material, se evalúan parámetros de resistencia en la unión.

Las platinas para la grúa son soldadas con un electrodo AWS - E60XX, ya que estos electrodos son de fácil consecución en el medio, su costo es bajo, su resistencia ultima y límite de fluencia, son los adecuados para un acero estructural ASTM A36, además este electrodo es de alta penetración, lo que garantiza fusión y por consiguiente una buena unión en la mezcla.

Estos electrodos contienen altos contenidos de hidrógeno, por lo que es conveniente realizar un adecuado procedimiento de soldadura en el cual se garantice que no se presentara agrietamiento inducido por hidrógeno.

**Tabla 10.** Características electrodo soldadura

<b>AWS número de electrodo*</b>	<b>Resistencia a la tensión, kpsi</b>	<b>Resistencia de fluencia, kpsi</b>	<b>Porcentaje de alargamiento</b>
E60xx	62	50	17-25
E70xx	70	57	22
E80xx	80	67	19
E90xx	90	77	14-17
E100xx	100	87	13-16
E120xx	120	107	14

## 9 CRONOGRAMA

Descripción	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				mes 5				Mes 6			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
1. Presentación aval técnico		X	X																					
2. Investigación para el anteproyecto			X	X	X																			
3. Elaboración anteproyecto			X	X	X	X																		
4. Entrega del anteproyecto						X																		
5. Aceptación del anteproyecto									X															
6. Investigación renovada para el trabajo de grado							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
7. Realización del trabajo de grado		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
8. Entrega del trabajo de grado																						X	X	

## 10 CONCLUSIONES

De cada uno de los análisis y cálculos realizados, el que muestra condición o aspectos un poco desfavorables es del movimiento de rotación de la grúa; la estructura estará sometida a esfuerzos y momento de rotación, lo que genera mayor compresión y tensión en cada punto de la misma; por ello se causa una deflexión o fractura.

Por lo anterior resaltado, cabe resaltar que por los distintos análisis de esfuerzos en algunas partes específicas el material no tiende a fallar porque su esfuerzo en tensión y compresión no son mayores que el esfuerzo máximo de cedencia.

La comparación con los cálculos respecto a los nodos, con los resultados de acuerdo al diseño realizado en MDsolids. Se puede identificar la complejidad en calcular y evaluar cada elemento de la estructura. Aunque se puede indicar otra ventaja realizando el diseño con el programa, ya que muestra donde la geometría que indica el esfuerzo de la estructura.

Se puede indicar la semejanza de los cálculos realizados por el método del Nodo y ecuaciones estáticas, así conociendo el esfuerzo, tensión y compresión a la que se ha sometido cada punto de la estructura.



## 11 RECOMENDACIONES

Las recomendaciones estarán dadas de acuerdo al diseño realizado y su puede indicar lo siguiente:

- **Análisis Estático:** Con el análisis estático del diseño realizado y estudiado, no sobra indicar que a parte se debe de ello se debe considerar y realizar un proceso de análisis estático probalístico.
- **Análisis Dinámico:** Se debería considerar un análisis sísmico hecho con el análisis dinámico, con ello poder establecer índices de seguridad en esta condición dinámica. Por esto los métodos de elementos finitos, se dan de acuerdo a este estudio realizado.

## REFERENTES BIBLIOGRAFICOS

Héctor Paúl Jaramillo Loor. *“Diseño y Modelado Virtual de una Grúa Fija con Pluma Horizontal Giratoria”*. Guayaquil-Ecuador. Escuela superior politécnica del litoral 2012

Ramiro F. Mena Andrade. Aceptado por José Luis Pérez Díaz. Diseño de modelo a escala de una grúa. Leganés, 11 de diciembre de 2009.

AFM Advanced Manufacturing Technologies. [modificado 20 de enero 2012]. Disponible en:  
<URL: [http://www.afm.es/el\\_sector-es/bfque-es-una-maquina-herramienta](http://www.afm.es/el_sector-es/bfque-es-una-maquina-herramienta)>.

DEFINICION, GRUA. [recuperado 02 diciembre 2012]. Disponible en:  
<URL: <http://www.wordreference.com/definicion/gr%C3%BAa>>.

DISEÑO DE UNA TORRE GRUA PARA LA CONSTRUCCION DEL EDIFICIO PORTAL DEL DELEJIDO EN LA CIUDAD DE CUENCA. [recuperado 03 octubre 2013]. Disponible en internet:  
<<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1718/14/UPS-CT002315.pdf>>.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. Grúas hidráulicas articuladas sobre camión (II). [recuperado 02 marzo 2013]. Disponible en internet:  
<<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/856a890/869w.pdf>>.

MAQUINARIApro. Definición de grúas. [Recuperado 04 diciembre 2012].

Disponible en:

<URL:<http://www.maquinariapro.com/maquinas/gruas.html>>.

METAL ACTUAL. Alesadoras: Trabajo Preciso en Cavidades [recuperado el 17 agosto 2013]. Disponible en:

<URL:[http://www.metalactual.com/revista/26/maquinaria\\_alesadoras.pdf](http://www.metalactual.com/revista/26/maquinaria_alesadoras.pdf)>.

SIMPLE ORGANIZATION.portal educativo, tiposde.org. [Recuperado 16 septiembre 2013]. Disponible en:

<URL:<http://www.tiposde.org/construccion/616-tipos-de-gruas/#ixzz2deY9NKxy>>.

Sumitomo Drive technologies. Hyponic, ángulo recto hipoidal, motoreductor y reductor. [recuperado 04 Octubre 2013]. Disponible en internet:<<http://www.sumitomodrive.com/uploads/product/files/file-1241.pdf>>.

TRABAJO POTENCIA Y ENERGIA. [recuperado 01 octubre 2013].Disponible en internet:

<<http://www.darwin-milenium.com/estudiante/Fisica/Ejercicios/EjerciciosTema5.htm>>.