# ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

## FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

## DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE PARA EL AREA DE LA PISCINA DEL CENTRO DE EDUCACION "EL NIÑO TIERRA NUEVA" PARA NIÑOS CON PARALISIS CEREBRAL

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO MECANICO**

**ELIDA ZORAIDA TOPÓN TOPÓN**
**e_topon@hotmail.com**

**DIRECTOR: ING. JAIME VARGAS.**
**jvargas@epn.edu.ec**

**Quito, Julio 2010**

# DECLARACION

Yo, Elida Zoraida Topón Topón, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Elida Zoraida Topón Topón

# CERTIFICACION

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por Elida Zoraida Topón Topón, bajo nuestra supervisión.

Ing. Jaime Vargas T.

DIRECTOR

Ing. J. Escobar

COLABORADOR

Ing. W. Altuna

COLABORADOR

# AGRADECIMIENTO

Al Ing. Jaime Vargas T. por su dirección, asesoría y dedicación constante para la elaboración del presente proyecto. A mi mamá por haberme apoyado durante toda mi Carrera Estudiantil.

A todos mis amigos y amigas por la amistad que me brindaron durante el transcurso de mi vida estudiantil.

Al personal docente y administrativo de la Facultad de Ingeniería Mecánica por su paciencia e interés que me prestaron.

Elida

# DEDICATORIA

A mi Madre: Rosalina Topón, quien con su amor, comprensión supo apoyarme para conseguir la meta propuesta.

Una dedicatoria muy especial a mi  tía abuelita Madgalena  Manuela, quien ya no están con migo, pero fue un pilar para seguir adelante.

Elida

# CONTENIDO

DECLARACION ..... ii

CERTIFICACION ..... iii

AGRADECIMIENTOS ..... iv

DEDICATORIA ..... v

RESUMEN ..... xv

PRESENTACION ..... xvi

CAPITULO I ..... 1

1 GENERALIDADES ..... 1

1.1 INTRODUCCION ..... 1

1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION ..... 1

1.2.1 OBJETIVO GENERAL ..... 1

1.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS ..... 1

1.3 ALCANCE ..... 2

1.4 JUSTIFICACION ..... 2

1.5 ANTECEDENTES ..... 2

1.5.1 HIDROTERAPIA ..... 2

1.5.2 MUSICOTERAPIA ..... 6

1.5.3 PARALISIS CEREBRAL ..... 7

1.5.4 ALTERACIONES EN PARÁLISIS CEREBRAL ..... 9

1.5.5 AUTISMO ..... 10

1.5.6 RETARDO MENTAL ..... 10

1.6 IMPACTO QUE PRODUCE LA FUNDACION ..... 11

1.6.1 IMPACTO EN EL CAMPO FAMILIAR ..... 11

1.6.2 IMPACTO EN EL CAMPO SOCIAL ..... 10

1.7 ANALISIS Y SOLUCION DE LAS NECESIDADES ..... 12
1.7.1 DIMENCIONES ..... 12
1.7.2 SEGURIDAD ..... 12
1.7.3 CARACTERISTICAS DE LOS PACIENTES ..... 13
1.7.4 PRECIO ..... 13
1.8 SISTEMA DE TRANSPORTE ..... 13
1.8.1 TIPO SISTEMA DE TRANSPORTE ..... 14
1.9 GRUA PLUMA ..... 16
CAPITULO II ..... 17
2 ESTUDIO Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE DISEÑO ..... 17
2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA ..... 17
2.2 PARAMETRO DE DISEÑO ..... 17
2.3 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES ..... 18
2.4 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS ..... 18
2.4.1 ESTRUCTURA DEL SISTEMA ..... 19
2.4.2 SISTEMA DE ELEVACION ..... 27
2.4.3 SISTEMA DE TRANSPORTE ..... 34
2.5 PROTOCOLO DE PRUEBAS ..... 43
2.5.1 VERIFIVICACION DE LAS DIMENCIONES GENERALES ..... 43
CAPITULO III ..... 45
3 SELECCION DEL SISTEMA DE ELEVACION DE TECHO ..... 45
3.1 INTRODUCCION DEL DISEÑO ..... 45
3.2 CONSIDERACIONES DE DISEÑO ..... 45
3.3 ANALISIS DE CARGAS ..... 45
3.3.1 CARGA VIVA ..... 46

3.3.2 CARGA MUERTAS ..... 46
3.3.3 FACTOR DE SEGURIDAD ..... 46
3.4 DISEÑO DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA ..... 47
3.4.1 DETERMINACION DE LAS CARGAS DEL SISTEMA ..... 47
3.4.2 DISEÑO DE BRAZO ..... 48
3.4.3 DISEÑO DE COLUMNA. ..... 69
3.4.3.1 CALCULO DEL MOMENTO DE INERCIA ..... 72
3.4.3.2 CALCULO DEL MODULO DE SECCION ..... 73
3.5 DISEÑO DE LA ELEMENTO COMPLEMENTARIOS ..... 75
3.5.1 DISEÑO DEL EJE ..... 75
3.5.2 EL ESFUERZO DE LA SECCION EN LOS PUNTOS CRITICO. ..... 77
3.5.3 EL DIAMETRO MINIMO DEL EJE. ..... 77
3.5.4 ANALISIS DEL ESFUERZO CORTE ..... 78
3.6 DISEÑO DE PLACA PORTA EJE ..... 79
3.6.1 DETERMINACION DE CARGAS EN LA PLACA. ..... 80
3.6.2 ANALISIS Y SECCION DE PRUEBA POR ESFUERZO MAXIMO ..... 81
3.6.3 ANALISIS DE LA PLACA POR ESFUERZO DE TRACCIÓN ..... 82
3.6.4 ANALISIS DEL ESFUERZO CORTE ..... 82
3.7 DISEÑO DE LOS PERNOS DE ANCLAJE ..... 83
3.7.1 CALCULO DEL ESFUERZO DE TRACCION SOBRE EL PERNO ..... 84
3.7.2 CALCULO DE LA CARGA DE TENSION ADMISIBLE DEL PERNO ..... 86
3.7.3 CALCULO DE LA LONGITUD DEL PERNO ..... 86
3.8 DISEÑO DE PLACA BASE. ..... 88
3.8.1 EL ESFUERZO ADMISIBLE EN EL HORMIGÓN ..... 89
3.8.2 CALCULO DE LA EXCENTRICIDAD DE CARGAS ..... 90

3.8.3 CALCULO DE LA DISTANCIA DE RODADURA: ..... 91
3.8.4 CALCULO DE FUERZA RESULTANTE EN EL PERNO. ..... 92
3.8.5 CALCULO DE MOMENTO EN LA SECCION CRITICA ..... 92
3.8.6 CALCULO DEL ESPESOR DE LA PLACA BASE ..... 92
3.9 SECCION DE CARTELAS EN LA BASE: ..... 93
3.9.1 CALCULO DEL MOMENTO RESISTENTE ..... 93
3.9.2 LA TENSION DE CORTE ..... 95
3.9.3 LA TENSION ADMISIBLE ..... 95
3.10 DISEÑO DEL SOPRTE DE SUJECION ..... 96
3.10.1 DISEÑO EL GANCHO DEL SOPORTE ..... 97
3.11 DISEÑO DEL TUBO SOPORTE ..... 100
3.11.1 FUERZA CORTANTE ..... 101
3.11.2 MOMENTO FLECTOR ..... 101
3.11.3 DIAGRAMAS DE FUERZA CORTANTE ..... 102
3.11.4 CALCULO EL ESFUERZO DE FLEXION ..... 103
3.12 DISEÑO SOPORTE DE PLACA-TUBO DE SUJECION ..... 105
3.12.1 CALCULO DEL ESFUERZO DE TRACCION ..... 105
3.12.2 ANALISIS DEL ESFUERZO CORTE ..... 106
3.13 DISEÑO DE SOLDADURA. ..... 106
3.13.1 AREA DE LA GARGANTA DE LA SOLDADURA ..... 106
3.13.2 FUERZA CORTANTE PRIMARIO: ..... 107
3.13.3 MOMENTO DE INERCIA UNITARIO ..... 107
3.13.4 MOMENTO DE INERCIA EN LA GARGANTA DE LA SOLDADURA. ... 107
3.13.5 EL MOMENTO FLECTOR …..……..……..……..……..……..… …..…… 108
3.13.6 CIRCULO DE MOHR … …….. 108

3.13.7 SOLDADURA ENTRE PLACA BASE Y COLUMNA. ..... 109

3.13.8 SOLDADURA DE LOS BRAZOS ..... 111

3.13.9 AREA DE LA GARGANTA DE LA SOLDADURA ..... 112

3.13.10 MOMENTO POLAR DE INERCIA UNITARIO. ..... 112

3.13.11 MOMENTO POLAR DE INERCIA GARGANTA DE LA SOLDADURA .... 113

3.13.12 ESFUERZO CORTANTE SECUNDARIO ..... 113

3.13.13 ESFUERZO CORTANTE RESULTANTE ..... 114

3.13.14 MOMENTO DE INERCIA UNITARIO. ..... 114

3.13.15 MOMENTO DE INERCIA EN LA GARGANTA DE LA SOLDADURA ..... 114

3.13.16 EL MOMENTO FLECTOR. ..... 115

3.14 DISEÑO Y SELECCION DE PERNOS. ..... 118

3.14.1 CALCULO DEL MODULO DE RIGIDEZ DEL PERNO ..... 118

3.14.2 CALCULO DE LA CONSTANTE DE LAS JUNTAS EMPERNADAS ..... 119

3.14.3 CALCULO DE LA CONSTANTE C: ..... 119

3.14.4 PRECARGA DE PERNOS ..... 120

3.14.5 CALCULO DE LA CARGA DE PRUEBA ..... 120

3.14.6 CALCULO DE LA PRECARGA ..... 120

3.14.7 CALCULO DEL FACTOR DE SEGURIDAD ESTATICO ..... 121

3.15 CALCULO Y SELECCION DE RODAMIENTOS ..... 123

3.15.1 PARAMETROS DE SELECCION DE RODAMIENTO ..... 124

3.15.2 DIMENSIONAMIENTO DE LOS RODAMIENTOS ..... 124

3.16 ELECCION DE POLIPASTO ..... 128

CAPITULO IV ..... 130

4 CONSTRUCCION, MONTAJE Y PRUEBAS DE CAMPO ..... 130

4.1 CONSTRUCCION DE LA MAQUINA ..... 130

4.1.1 REQUERIMIENTOS A SEGUIR EN LA CONSTRUCCION ..... 130
4.2 MONTAJE DE LA GRUA TIPO PLUMA GIRATORIA..... 131
4.2.1 ESTRUCTURA BASE O SOPORTE PRINCIPAL ..... 132
4.2.2 SISTEMA DEL BRAZO ESTRUCTURA ..... 132
4.2.3 SISTEMA DE ELEVACION..... 133
4.2.4 SISTEMA DE SUJECION..... 133
4.3 PRUEBA DE CAMPO..... 134
CAPITULO V ..... 135
5 ANALISIS COSTO..... 134
5.1 ANALISIS ECONOMICO..... 134
5.1.1 ANALISIS DE COSTOS DIRECTOS..... 135
5.2 ANÁLISIS DE COSTOS INDIRECTOS ..... 139
5.2.1 COSTO DE MATERIALES INDIRECTOS..... 139
5.2.2 COSTO DE INGENIERIA..... 140
5.2.3 COSTO DE IMPREVISTOS ..... 140
5.2.4 COSTO INDIRECTOS TOTALES ..... 140
5.3 COSTO TOTAL DE LA GRUA GIRATORIA..... 141
CAPITULO VI ..... 143
6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... 143
6.1 CONCLUSIONES..... 143
6.2 RECOMENDACIONES ..... 144
BIBLIOGRAFIA ..... 145
CONSULTAS WEB ..... 146
ANEXOS..... 147

# INDICE DE FIGURA

Figura 1.1 Hidroterapia infantil ..... 3
Figura 1.2 Actividades en la piscina ..... 4
Figura 1.3 Hidroterapia en el agua ..... 5
Figura 1.4 Aspectos terapéuticos ..... 6
Figura 1.5 Niño afectado con tetraplejia ..... 8
Figura 1.6 Niño afectado con atáxica ..... 9
Figura 1.7 Partes principales de una grúa consola ..... 15
Figura 2.1 Brazo mecánico de rotación manual ..... 19
Figura 2.2 Grúa tipo Puente ..... 21
Figura 2.3 Grúa tipo Móvil ..... 22
Figura 2.4 Polipasto electrico fijo ..... 28
Figura 2.5 Polipasto de cadena ..... 29
Figura 2.6 Polipasto portico ..... 30
Figura 2.7 Arnés flexible ..... 34
Figura 2.8 Arnés de Elevación Vertical ..... 36
Figura 2.9 Silla auxiliar tipo arnés ..... 37
Figura 2.10 Grúa Pluma giratoria ..... 42
Figura 3.1 Aplicación de cargas en el brazo ..... 48
Figura 3.2 Diagrama de fuerza en el tramo B-C ..... 50
Figura 3.3 Diagrama de Fuerza Cortante ..... 52
Figura 3.4 Diagrama de Momento Flector. ..... 52
Figura 3.5 Diagrama de fuerza en el tramo A-B ..... 53
Figura 3.6 Diagrama de Fuerza Cortante ..... 55
Figura 3.7 Diagrama de Momento Flector. ..... 55
Figura 3.8 Selección de Alternativas sistema de transporte. ..... 56
Figura 3.9 Diagrama de fuerza en el tramo B-D. ..... 59
Figura 3.10 Diagrama de fuerza cortante en el tramo B-D. ..... 60
Figura 3.11 Diagrama de Momento Flector en el tramo B-D. ..... 61

Figura 3.12 Sección transversal, perfil estructural redondo. ..... 61
Figura 3.13 Diagrama de fuerza en el tramo A-D. ..... 64
Figura 3.14 Diagrama de fuerza cortante en el tramo A-D. ..... 65
Figura 3.15 Diagrama de Momento Flector en el tramo A-D. ..... 66
Figura 3.16 Sección transversal, perfil estructural redondo. ..... 66
Figura 3.17 Cargas aplicadas a la estructura soporte..... 69
Figura 3.18 Disposición de cargas, columna..... 70
Figura 3.19 Sección transversal, perfil estructural redondo. ..... 72
Figura 3.20 a) Columna, b) Placa articulación, c) Eje, d) Placa soporte (articulación ) .... 75
Figura 3.21 Sección transversal, perfil redondo macizó. ..... 76
Figura 3.22 Placa soporte porte . ..... 80
Figura 3.23 a) Fuerza que actúan en la placa ..... 80
Figura 3.24 a) Diagrama de disposición de cargas, pernos de anclaje ..... 84
Figura 3.25 a) Esquema de los Pernos de Anclaje ..... 88
Figura 3.26 a) Diagrama de cargas en la placa base..... 89
Figura 3.27 a ) Diagrama de la cartela en la base..... 93
Figura 3.28 Medidas de la cartela de la base para evitar que exista corte..... 96
Figura 3.29 a) Placa b)Tubo del soporte c) gancho del soporte d)Cartela ..... 97
Figura 3.30 a) Gancho del tubo soporte ..... 98
Figura 3.31 a) Tubo soporte ..... 101
Figura 3.32 Diagrama de fuerza cortante. ..... 102
Figura 3.33 Diagrama de Momento Flector ..... 103
Figura 3.34 Placa de soporte ..... 105
Figura 3.35 Sección del cordón de soldadura de filete, columna y placa base. ..... 109
Figura 3.36 Sección del cordón de soldadura de filete, placa porta eje. ..... 112
Figura 3.37 Rodamiento cónico ..... 124
Figura 3.38 Esquema de diferentes tipos de carga de polipasto..... 128

# INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Selección de la alternativa de estructura del sistema.....26
Tabla 2.2 Selección de Alternativas. .....33
Tabla 2.3 Selección de Alternativas sistema de transporte .....40
Tabla 2.4 formato de protocolo de pruebas da las dimenciones.....44
Tabla 3.1 Propiedades del perfil cuadrado. .....56
Tabla 3.2 Selección del perfil para el tramo A-C del brazo. .....58
Tabla 3.3 Especificaciones del perfil.....62
Tabla 3.4 Selección del perfil estructural redonda .....63
Tabla 3.5 Especificaciones del perfil.....67
Tabla 3.6 Selección del perfil estructural redonda .....68
Tabla 3.7 Especificaciones del perfil.....72
Tabla 3.8 Selección del perfil estructural redondo .....74
Tabla 3.9 Especificaciones del perfil redondo.....76
Tabla 3.10 Especificaciones del perfil.....103
Tabla 3.11 Selección del perfil estructural redonda adecuado .....104
Tabla 5.1 Costos de materiales directos. .....136
Tabla 5.2 Costos de elementos adicionales directos.....137
Tabla 5.3 Costos de maquinado.....138
Tabla 5.4 Costo directo total.....139
Tabla 5.5 Costos de materiales indirectos .....139
Tabla 5.6 Costo indirecto total. .....141
Tabla 5.7 Costo total de la Grúa giratoria. .....141

# RESUMEN

En el presente trabajo se dan a conocer conceptos y definiciones que serán la base para la realización del Proyecto de Titulación

En el primer capítulo se da una breve explicación de las técnicas de rehabilitación especialmente relacionadas con niños con capacidades especiales, profundizando en la hidroterapia y sus beneficios, justificando de esta manera la realización de este proyecto y su alcance; también contiene algunos conceptos en lo referente a grúas.

En el segundo capítulo se presentan algunas alternativas para el desarrollo, selección y posterior diseño del prototipo; también se encuentra detallado un protocolo de pruebas que se debe realizar antes de ponerlo en funcionamiento.

En el tercer capítulo se encuentra el diseño del equipo, basándose en los datos proporcionados por el Centro de Desarrollo Integral “El Niño”, en lo referente a donde va a ser ubicado este prototipo y el peso que debe transportar, agregándole un factor de seguridad. Luego de esto se procede a seleccionar los materiales que se deberán a emplear para la elaboración del prototipo.

El cuarto capítulo se describe la construcción y el montaje que se deberá realizar para el correcto funcionamiento de la grúa pluma giratoria.

En el quinto capítulo se encuentra todo lo referente a costos que involucran la construcción, montaje y puesta en funcionamiento de la grúa pluma giratoria.

# PRESENTACION

El presente Proyecto de Titulación tiene como objetivo diseñar un sistema de transporte, que sirva para trasladar niños con capacidades especiales de un lugar a otro, para facilitar el proceso de rehabilitación mediante hidroterapia.

A pesar de que en los últimos años ha existido un gran apoyo hacia las personas con habilidades especiales por parte del gobierno, a través del Vicepresidente Lenin Moreno, aún existe discriminación, tanto la parte educacional, como laboral. Es por lo cual la importancia de la existencia de instituciones como El Centro de Desarrollo Integral “El Niño”, que apoyan a los niños, para que se adapten e integren de la mejor forma al medio en el cual tienen que desenvolverse.

Esta Fundación también brinda ayuda a los miembros de la familia, ya que cuando se presenta un caso en el cual uno de los integrantes de ella posee capacidades especiales, esta enfrenta una crisis que puede producir la separación del núcleo familiar, causando un rechazo al niño por ser el causante de la ruptura del hogar.

Por este motivo se ve la necesidad de investigar y colaborar de una forma técnica con el mejoramiento de la Fundación mediante el diseño de un sistema de transporte el cual facilite la aplicación de las terapias.

# CAPITULO I

# GENERALIDADES

## 1.1 INTRODUCCION

El presente capítulo trata la importancia de la hidroterapia en personas que poseen trastornos musculares; especialmente se enfoca a los niños con capacidades especiales, por lo que se plantea la necesidad de acondicionar un sistema de trasporte el cual facilite a los fisioterapeutas la realización de terapias. Este dispositivo se deberá ser instalado en el espacio destinado a la piscina.

## 1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

### 1.2.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema de transporte para el área de la piscina del Centro de Educación"El Niño Tierra Nueva" para rehabilitación de niños con parálisis cerebral.

### 1.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar un diseño innovador, el cual facilite la rehabilitación en el Centro de Educación "El Niño Tierra Nueva".
- Diseñar un sistema de transporte, el cual se debe acondicionar a la piscina, para realizar de mejor manera la terapia a los niños con parálisis.
- Proporcionar un dispositivo más eficiente y seguro, el cual permita a los niños realizar un proceso de rehabilitación más confiable.

## 1.3 ALCANCE

- Se recopila la información para elaborar la memoria técnica del proyecto.
- Se planteará las alternativas.
- Se diseñará los elementos que conformen la máquina.
- Se hará un análisis de costos de materiales que existan en el mercado nacional para la construcción del dispositivo.
- Establecer los parámetros generales que permitan diseñar el pertinente sistema de transporte, basado en normas específicas.

## 1.4 JUSTIFICACION

El Ecuador es un país en el que debido a su situación económica y política no brinda las condiciones necesarias para la educación de niños con capacidades especiales, por lo que existen Fundaciones como el Centro de Desarrollo Integral “El Niño”, las cuales ayudan a estos niños a adaptarse a la sociedad. Debido a la gran demanda, estas instituciones ven la necesidad de ampliar y mejorar sus instalaciones para brindar un mejor servicio, por lo cual se ve la necesidad de colaborar con ellas mediante el diseño de un sistema de transporte, el cual cumpla con el requerimiento técnico, de seguridad y económico necesario, facilitando el trabajo de los fisioterapeutas.

Este dispositivo tiene como meta ayudar a personas que padezcan paraplejía, parálisis cerebral, secuelas de poliomielitis; etc.

## 1.5 ANTECEDENTES

### 1.5.1 HIDROTERAPIA

La hidroterapia en la actualidad constituye uno de los métodos más avanzados en procesos de rehabilitación, logrando que se relaje la musculatura. De esta forma los

movimientos podrán ser más amplios, y por lo tanto facilite la disminución de la espasticidad en los niños y jóvenes con parálisis cerebral[1].

Algunos de los beneficios de esta técnica que aprovechan los centros de rehabilitación son relajación muscular y de articulaciones, calmar la ansiedad, aliviar el estrés y aumentar la movilidad. Ésta última se logra con la natación y el ejercicio bajo el agua, que pueden ayudar a mantener y ampliar la capacidad de movimiento de pacientes con trastornos musculares y articulatorios.

La hidroterapia, es realizada por fisioterapeutas[2]. En la figura 1.1 se puede observar a niños con parálisis cerebral en sus sesiones de rehabilitación.

**Figura 1.1** Hidroterapia infantil[3]

[1] http://www.hidroterapianatural.com/

[2] PERALTA, E. Tecnología médica: Estadístico de Procesos: EDITAR: Bogotá – Colombia: 1991: Pág. 24 –25.

[3] Centro de Desarrollo Integral

#### 1.5.1.1 Beneficios de hidroterapia

Algunos de los beneficios que se pueden evidenciar con la aplicación de la hidroterapia son:

- Ayudar al niño a adquirir confianza.
- Aumento de posibilidades de movimiento, mediante el juego es una nueva sensación.
- El niño puede disfrutar de un control libre de amplitud de movimiento
- Produce una relajación a nivel general disminuyendo el nivel de estrés.

No existe prácticamente impacto. Esto es, debido al estado de flotación que sienten los cuerpos al estar sumergidos en el agua. En la figura 1.2 se observa una relación de juegos  entre los niños dentro de la piscina.

**Figura1.2** Actividades en la piscina[4]

[4] Centro de Desarrollo Integral

#### 1.5.1.2 Actividades físicas de la hidroterapia

Esta capacidad, permite a los fisioterapeutas realizar actividades físicas durante períodos de tiempo prolongados. Esto implica que el corazón, que es el principal motor cardiovascular se transforme en una bomba más fuerte y eficaz[5]. En personas que están poco o nada entrenados este cambio es muy notable, ya que las ganas por realizar sus tareas cotidianas y su día a día cambian para bien. En la figura. 1.3 se observa la terapia.

**Figura 1.3** Hidroterapia en el agua

#### 1.5.1.3 Aspectos terapéuticos

A nivel terapéutico, la fuerza que emplea tanto el fisioterapeuta como el niño con discapacidad motriz en el medio acuático, es mínima y por tanto, se presenta mayor facilidad. La experiencia de movimiento que le proporciona el agua, se traducirá en movimientos lentos, que pueden ser predecibles; para conseguir la estabilidad de

[5] http://www.efisioterapia.net/articulos/leer.php?id_texto

equilibrio, coordinación, movilidad, disociación de movimiento, flotación relajación, desplazamientos, etc. Se observa en la figura 1.4.

**Figura1.4** Aspectos terapéuticos

### 1.5.2 MUSICOTERAPIA

La músico terapia, es una técnica terapéutica que utiliza la música; actúa como motivación para el desarrollo de la autoestima, con técnicas que provoquen en el individuo sentimientos de autorrealización, auto confianza, autosatisfacción y mucha seguridad en sí mismo. Es un estímulo orientador de procesos psicomotores que promueven la ejecución de movimientos controlados a través del propio cuerpo[6].

[6] http://elmistico.com.ar/musicoterapia.htm.

### 1.5.3 PARALISIS CEREBRAL

La parálisis cerebral, es un trastorno que afecta a miles de bebés y niños. No es contagiosa, lo que significa que no se puedes contraerla de una persona con parálisis cerebral. Se trata de una anomalía de tipo neuromotor, provocada por un desarrollo defectuoso o lesión del cerebro. Este trastorno no evolutivo, puede afectar al control motor, al movimiento y a la postura. La lesión cerebral puede tener lugar antes, durante o poco después del parto.

Un niño con parálisis cerebral, tiene dificultades para controlar los músculos del cuerpo, ya que el cerebro es el que le dice al resto del cuerpo exactamente qué hacer y cuándo hacerlo.

#### 1.5.3.1 Tipos de parálisis cerebral

##### *1.5.3.1.1 Tetraplejia*

Es la afectación global de las cuatro extremidades, incluyendo el tronco, como predominio de la afectación en las extremidades superiores tal como se observa en la figura1.5.

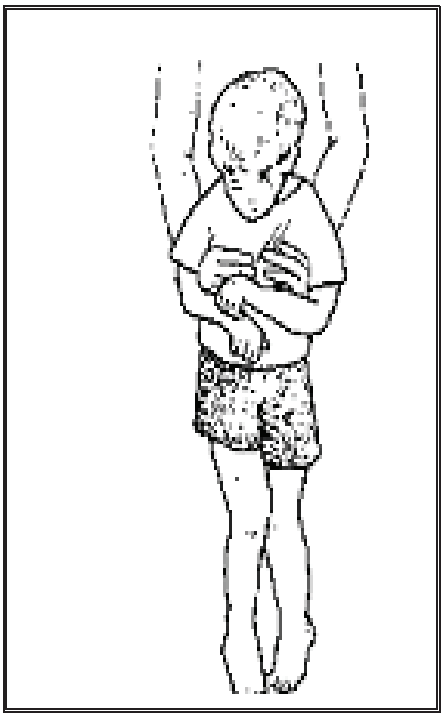


**Figura 1.5** Niño afectado con tetraplejia[7]

*1.5.3.1.2 Espástica*

Espasticidad significa rigidez; las personas que tienen esta clase de parálisis cerebral, encuentran mucha dificultad para controlar algunos o todos sus músculos, que tienden a estirarse y debilitarse, y que a menudo son los que sostienen sus brazos, sus piernas o su cabeza.

*1.5.3.1.3 Atetoide*

Las personas que sufren este tipo de parálisis, tienen unos músculos que cambian rápidamente de flojos a tensos. Sus brazos y sus piernas se mueven de una manera descontrolada, y puede ser difícil entenderles debido a que tienen dificultad para controlar su lengua, la respiración y las cuerdas vocales.

[7] Organización Mundial de la Salud

*1.5.3.1.4 Atáxica*

La atáxica, hace que las personas que la padecen tengan dificultades para controlar el equilibrio, y si aprender a caminar lo harán de una manera bastante inestable. También son propensos los afectados, a tener movimientos en las manos y un hablar tembloroso, tal como se observa en la figura1.6.

**Figura 1.6** Niño afectado con atáxica[8]

### 1.5.4 ALTERACIONES EN PARALISIS CEREBRAL

Es un trastorno que afecta al movimiento, al tono muscular y a la postura y es originado por una lesión del cerebro. Dicha lesión no tiende a progresar por tanto, no es una enfermedad que avance o produzca deterioro progresivo.

[8] Organización Mundial de la Salud

La mayoría de los niños tiene una inteligencia normal o superior, pero por sus dificultades motoras no pueden mostrarla. En menor porcentaje se dan casos de retraso mental permanente.

### 1.5.5 AUTISMO

El autismo, es un desorden del desarrollo del cerebro que puede comenzar en niños antes de los tres años de edad, que deteriora su comunicación e interacción social, causando un comportamiento restringido y repetitivo. Puede clasificarse de diversas formas, como un desorden en el desarrollo neurológico o un desorden en el aparato psíquico.

Salvo contadas excepciones, el autismo es congénito (se tiene de nacimiento), se manifiesta en los niños regularmente entre los 18 meses y 3 años de edad. Los primeros síntomas suelen ser: el niño pierde el habla, no ve a los ojos, pareciese que fuese sordo, tiene obsesión por los objetos o muestra total desinterés en las relaciones sociales con los demás. En algunas ocasiones puede llegar a confundirse con esquizofrenia infantil.

Las causas del autismo se desconocen en una generalidad de los casos, pero muchos investigadores creen que es el resultado de algún factor ambiental que interactúa con una susceptibilidad genética.

### 1.5.6 RETARDO MENTAL

El retraso mental, se define como un coeficiente de inteligencia, tan bajo que no permite que la persona se comporte apropiadamente o se adapte a su entorno. Para calificar un problema como retraso mental, éste debe ser aparente antes de los dieciocho años y la inteligencia, medida con una prueba, debería estar por debajo de los 70 puntos. Esto último es más bien arbitrario: algunas personas con un

coeficiente de inteligencia considerablemente menor a 70, pueden adaptarse y funcionar bastante bien, mientras que otras con coeficiente de inteligencia mayor no pueden.

## 1.6 IMPACTO QUE PRODUCE LA FUNDACION

Durante los últimos años, se ha logrado tener un impacto muy positivo gracias a la labor que realiza la Fundación, en el área familiar y social; brindando principalmente estabilidad emocional en el niño atendido, ya que se puede integrar al medio social en el que se desenvuelve, sin ser víctima de discriminación por su discapacidad.

### 1.6.1 IMPACTO EN EL CAMPO FAMILIAR

Cuando en una familia se presenta un caso en el cual un miembro de ella posee capacidades especiales, esta enfrenta una crisis que puede producir la separación del núcleo familiar, causando un rechazo al niño por ser el causante de la ruptura del hogar.

En estos casos el “Centro de Desarrollo Integral” brinda apoyo tanto a la familia como al niño para que juntos puedan superar y sobrellevar esta nueva condición y de esta manera mantener unida a la familia.

### 1.6.2 IMPACTO EN EL CAMPO SOCIAL

A pesar de que en los últimos años ha existido un gran apoyo hacia las personas con habilidades especiales por parte del gobierno, a través del Vicepresidente Lenin Moreno, aún existe discriminación, tanto en el campo de la educación, como laboral, por lo cual la importancia de la existencia de instituciones como ésta que apoyan a

los niños, para que se adapten e integren de la mejor forma al medio en el cual tienen que desenvolverse.

## 1.7 ANALISIS Y SOLUCION DE LAS NECESIDADES

El “Centro de Desarrollo Integral” se encuentran varios niños con diferentes discapacidades, lo cual dificulta al personal la realización de hidroterapia, por esta razón se ve la necesidad de diseñar un prototipo el cual facilite esta tarea. Los aspectos que poseen mayor relevancia en este trabajo, son el posicionamiento de la estructura para adaptar a la contextura de los pacientes, resistencia de los materiales y proceso de fabricación.

### 1.7.1 DIMENCIONES

Las dimensiones del prototipo son las siguientes:

Altura: 2300mm

Ancho: 1500mm

### 1.7.2 SEGURIDAD

Se debe garantizar la inmovilidad del paciente, ya que éste experimenta una posición a la que se encuentra limitada y no se puede permitir desequilibrio del sistema durante su traslado.

Este problema se soluciona, con un adecuado diseño de los elementos que componen la estructura.

### 1.7.3 CARACTERISTICAS DE LOS PACIENTES

Es necesario, realizar un estudio ergonómico simple, en el cual se considera la edad, estatura, medidas antropométricas y peso de los usuarios. Los datos proporcionan el Centro, se obtiene que la estatura de los niños se encuentre en un rango de 1050mm y 1500mm y el peso es de 75kg.

### 1.7.4 PRECIO

Este factor, es uno de los más importantes, ya que de esto depende la viabilidad del proyecto, además permitirá seleccionar la alternativa más adecuada en la adquisición de equipos, debido a que una gran parte de ellos, se los puede importar, lo que implica que el costo del prototipo, se elevaría de acuerdo con los aranceles vigentes en la actualidad.

Este factor se soluciona escogiendo un mecanismo simple, un control accesible, de tal forma que puede ser seguro y que el impacto económico sea mínimo, con la utilización de materiales de mayor disponibilidad en el mercado, mano de obra nacional.

## 1.8 SISTEMA DE TRANSPORTE

Con un sistema de elevadores de techo, se puede elevar y desplazar con un mínimo de esfuerzo y un máximo de seguridad; independientemente del lugar. Los sistemas de elevadores de techo, son muy amplios e incluyen un gran número de componentes; los cuales son necesarios para satisfacer las distintas y variables exigencias de instalación. El sistema de elevadores de techo es muy adecuado en todos los entornos, satisfacen las más altas exigencias de funcionamiento, seguridad y disponibilidad.

### 1.8.1 TIPO SISTEMA DE TRANSPORTE

#### 1.8.1.1 Grúa Consola

Sirve de apoyo a un puente grúa como componente de un equipo complejo de elevación y transporte. La grúa consola estaría a cargo de la manutención de bajas y medias cargas, en una zona de taller próxima a la pared donde estaría implementada la grúa, es una autosuficiente, transporta cargas a altas velocidades, en una zonas rectangulares.

La relación vertical, correspondiente al peso propio de la grúa y a la carga útil, es transmitida a la pared de la nave en forma de rodillos de rodadura vertical.

Es un aparato de elevación conformado por una estructura en L invertida, dispuesta en voladizo en la parte superior de las paredes longitudinales de la nave, en la cual tiene diferentes movimientos, que son:

- El movimiento longitudinal que se realiza a través de tres carriles de rodaduras, situados en la parte superior de las paredes longitudinales de la nave.
- El movimiento transversal que se lleva a cabo mediante un carro que circula por dos carriles en disposición transversal.
- El movimiento vertical que se realiza a través de mecanismo de elevación[9].

[9] EMILIO LARRODE; ANTONIO MIRAVETE, Grúas : EDITAR: Reverte – Zaragoza-España: 1996: Pág. 371 –374.

La figura 1.7 presenta las partes principales de la grúa consola

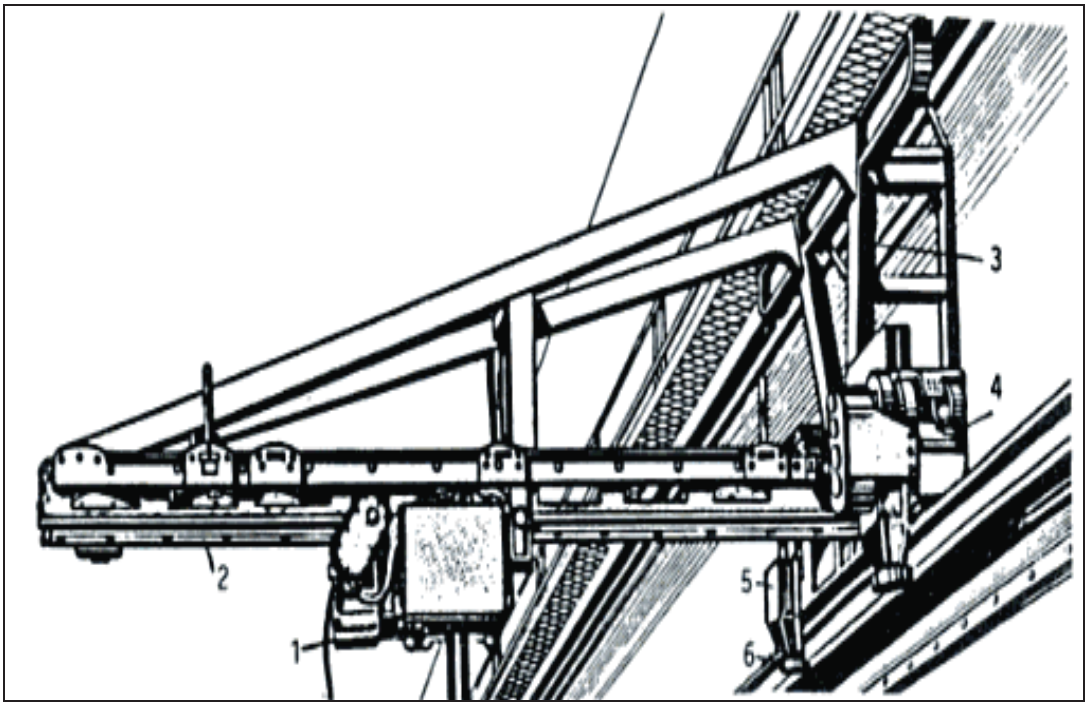



**Figura 1.7** Partes principales de una grúa consola[10]

### 1.8.1.2 Partes Principales de Grúa Consola

1. Mecanismo de elevación
2. Viga principal
3. Vigas verticales
4. Mecanismo de translación de la grúa
5. Carriles de rodadura vertical
6. Carriles de rodadura horizontal

[10] E. Larrode, A. Mirravete ; Grúas

#### 1.8.1.3 El Mecanismo de Elevación

El mecanismo que se utiliza es el carro abierto; circulando sobre los dos carriles de rodaduras dispuestos sobre las dos vigas principales de la grúa.

#### 1.8.1.4 La Estructura

La estructura de la grúa consola, se compone de dos subestructuras claramente diferenciadas:

- Vigas principales, de disposición horizontal, solicitadas a flexión por el propio peso y por la carga útil.
- Vigas principales, solicitadas a compresión por el peso propio de las vigas principales y la carga, a flexión, por las reacciones horizontales existentes en los rodillos de rodadura horizontal[11].

## 1.9 GRUA PLUMA

La grúa pluma de brazo articulado, se utiliza en el interior de la nave, el brazo articulado que pueden girar de forma independiente, pero coordinada; articulación de tipo pantógrafo.[12]

---

[11] EMILIO LARRODE; ANTONIO MIRAVETE, Grúas : EDITAR: Reverte – Zaragoza-España: 1996: Pág. 371 –374.

[12] http://www.selmetron.com/es/opc1.htm#3

# CAPITULO II

# ESTUDIO Y SELECCION DE ALTERNATIVAS DE DISEÑO

## 2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente en el Centro de Desarrollo Integral “El Niño” cuenta con una piscina, en la cual los niños realizan actividades de hidroterapia. Para esto los fisioterapeutas trasladan a los niños, los cuales tienen un peso aproximado de 75 kg, en brazos desde los vestidores hasta la piscina por lo cual resulta difícil cansado trabajar con varios niños.

Este proyecto se basa en el diseño de un prototipo el cual brinde las facilidades para transportar de forma segura a los niños desde los vestidores a la piscina disminuyendo el esfuerzo físico que deben realizar los fisioterapeutas. Actualmente en el Ecuador, no existen registros de ninguna institución que posea un equipo como estos para el traslado de sus pacientes.

Los requerimientos que debe cumplir el sistema son ser adaptado a las instalaciones actuales de la piscina, debe ser capaz de superar la carga de la persona que va a ser trasladada y a demás debe ser accesible económicamente.

## 2.2 PARAMETRO DE DISEÑO

Los parámetros se basan en el pedido de una Fundación que requiere un sistema de transporte con una capacidad aproximada de 75 kg. Los parámetros adicionales para el diseño, son la variedad y tamaño del sistema, para lo cual se realiza un estudio de campo en el cual se deben obtener los siguientes parámetros:

- Capacidad del sistema es de 75 [Kg] o 165 [lb].

- Altura del elevador.
- El costo del dispositivo, no debe exceder de los 1500(mil quinientos) dólares.
- El ángulo de giro es de 180º.
- La máxima altura, no puede exceder de 250mm

## 2.3 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES

El sistema propuesto, debe satisfacer las necesidades que se desea cubrir, por lo cual el elevador, debe cumplir los requerimientos fundamentales para lo cual fue diseñada.

- El equipo, debe ser un proceso sencillo de operar
- El sistema de elevador, tiene que contar con un mantenimiento preventivo
- No debe ser tan complicado al rato de hacer el montaje.
- Altura máxima de elevación del dispositivo de sujeción: 2100 mm.
- Altura mínima a la que debe llegar el sistema de sujeción: 500 mm.

## 2.4 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

Se realiza el análisis de diferentes alternativas de los distintos sistemas que conforman el equipo.

Para seleccionar la alternativa más adecuada, se toma en cuenta varios factores que inciden en las necesidades prioritarias de los usuarios.

Los sistemas a analizarse son:

- Estructura del sistema
- Sistema de elevación
- Sistema de transporte

### 2.4.1 ESTRUCTURA DEL SISTEMA

#### 2.4.1.1 Alternativa 1. Brazo mecánico de rotación manual

En la fig. 2.1, se indica la estructura de brazo mecánico de rotación manual.

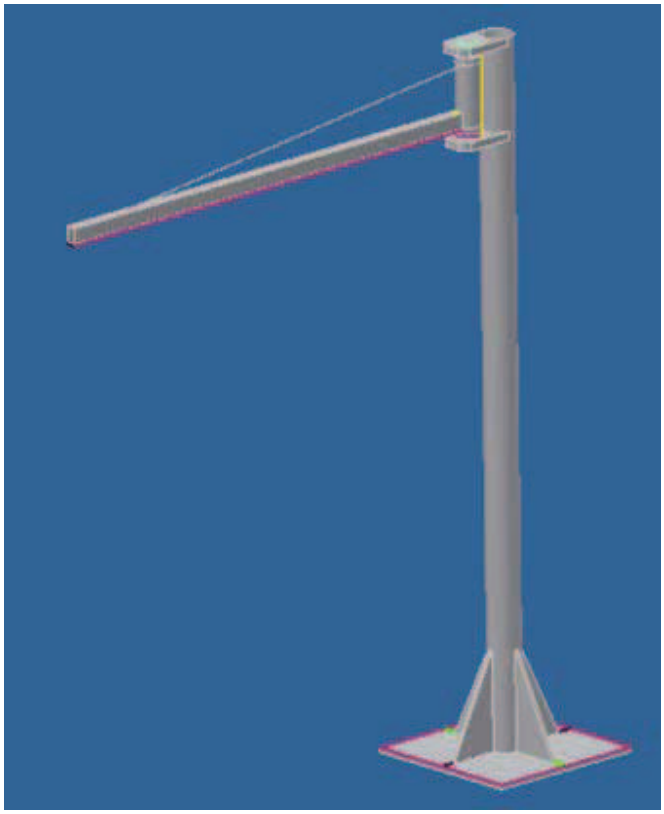


**Figura 2.1** Brazo mecánico de rotación manual[13]

Este tipo de sistema, consta de una estructura formada por una pluma (brazo) soldada a un tubo cilíndrico, el cual rota sobre un eje, para mantener la rotación del tubo se acopla un rodamiento en cada extremo interior del tubo cilíndrico. Para fijar

[13] Propia

al estructural del brazo a la columna se lo hace por medio de placas superior y placa inferior.

El un extremo de la placa soldada a la columna; el otro extremo de la placa, acoplada al eje y empernadas la tapa de placa a una placa que soporta el eje.

En el caso de la utilización de un rodamiento de giro, éste es el encargado de absorber el momento de vuelco, el peso de la pluma y la carga, además de actuar como elemento deslizante.

Por otra parte, la columna está fija al suelo mediante la utilización de pernos de anclaje. Este dispositivo pueden ser impermeabilizadas completamente, esto las convierte en una buena opción para el trabajo al aire libre.

El acabado, se realiza con una doble capa de pintura, con un granallado previo, y posterior secado al horno, que garantizan una larga duración.

*2.4.1.1.1 Ventajas de la Alternativa 1.*

- Disminución del personal para el traslado de los niños.
- Mínimo espacio físico.
- Cuenta con una cimentación propia e independiente, tiene un girar 180º el brazo.
- Facilidad de construcción.
- Mecanismo simple de funcionamiento
- Bajo costo.

*2.4.1.1.2 Desventajas de la Alternativa 1.*

- Poca disminución del esfuerzo de la persona encargada del tratamiento fisioterapéutico.

- La longitud del brazo no debe ser superior a 1500 mm.

#### 2.4.1.2 Alternativa 2. Grúa Tipo Puente

En la fig. 2.2 muestra la grúa tipo puente.

**Figura 2.2** Grúa tipo Puente[14]

Los elementos que constituyen esta alternativa son dos vigas simples o dobles las cuales se deben fijar al techo, una viga transversal soportada en las vigas dobles, un movible sobre carriles apoyados en la viga transversal y un arnés que brinde la comodidad necesaria para el transporte.

*2.4.1.2.1 Ventajas de la Alternativa 2.*

- Tiene una gran facilidad para el transporte de carga.

[14] E. Larrode, A. Mirravete ; Grúas

- El espacio que ocupa es mínimo.
- Mayor libertad en los movimientos.

*2.4.1.2.2 Desventajas de la Alternativa 2.*

- Este equipo necesita de un espacio físico resistente para poder soportar las cargar generadas por el peso del equipo y el peso del niño.
- La estructura no es aconsejable en la nave o modulo, ya que no tiene la cimentación adecuada en el modulo.
- El costo de la estructura es elevado.

### 2.4.1.3 Alternativa 3. Grúa Tipo Móvil

En la fig. 2.3 se indica un modelo de la grúa móvil.

**Figura 2.3** Grúa tipo Móvil[15]

[15] http/www.cocemfebadajoz.org.

A diferencia de las anteriores que necesitaban ser empotradas en la instalación de la piscina esta alternativa brinda mayor movilidad y libertad a los fisioterapistas para el traslado de los niños ya que disponen de una base con ruedas, lo que permite usarlas en cualquier sitio donde haya espacio suficiente para la maniobra. Habitualmente son plegables o desmontables, lo cual facilita su almacenamiento y transporte. Disponen de frenos en las ruedas traseras. Es necesario, desplazar la grúa para realizar las transferencias, ya que, por motivos de estabilidad, el brazo de la grúa no puede girar respecto a la base.

Permiten una amplia variedad de transferencias, cogiendo al sujeto en la posición de sentado o de acostado y dejándolo en cualquiera de estas dos posiciones. Habitualmente permiten recoger a una persona del suelo.

##### *2.4.1.3.1 Ventajas de la Alternativa 3.*

- Se puede desplazar a cualquier lugar, donde es necesario.
- Presenta mayor comodidad al usuario.
- Se la puede doblar o desmontar.
- Dispone de dos sistemas de emergencia mecánica en caso de fallo hidráulico.

##### *2.4.1.3.2 Desventajas de la Alternativa 3.*

- Ocupa mucho espacio
- Requieren grandes superficies para maniobra
- El costo es demasiado elevado.

#### 2.4.1.4 Factores para la selección de la alternativa.

Se considera algunos criterios, para así obtener una mejor alternativa que cumpla con los requerimientos que se busca, para solucionar el problema propuesto, se toma en cuenta factores importantes.

##### *2.4.1.4.1 Costos de Producción*

Es un factor importante en el diseño, debe estar acorde con la realidad económica nacional, se debe tomar en cuenta que el destino del equipo es para instituciones de ayuda social.

##### *2.4.1.4.2 Facilidad de Montaje y Desmontaje*

La facilidad de montaje y desmontaje, considera los tipos de los elementos utilizados, para realizar el proceso requerido, para poner el quipo en servicio; es decir que el equipo esté en perfectas condiciones, para que no tenga problemas en el funcionamiento normal.

##### *2.4.1.4.3 Facilidad de Construcción*

Se refiere a las posibilidades de construir las partes de la máquina. Este parámetro está directamente relacionado con la disponibilidad de los materiales en el mercado y el tipo de máquinas herramientas que existen en el taller mecánico donde se construye.

##### *2.4.1.4.4 Facilidad de Operación*

Es importante el tomar en cuenta a las personas que van a operara el prototipo; es decir a los usuarios que van a manipular la maquina.

*2.4.1.4.5 Producto Terminado*

Este parámetro es de importancia, ya que se debe dar el acabado superficial a la estructura, para tener una mejor visión del equipo.

*2.4.1.4.6 Mantenimiento*

Se debe realizar mantenimiento a cada elemento, para asegurarse que la máquina esté operando normalmente, se toma en cuenta cada qué tiempo tendrá que hacerlo y cuánto significa económicamente.

*2.4.1.4.7 Capacidad*

El equipo debe estar enfocado al uso en instituciones es donde el número de usuarios es relativamente alto.

### 2.4.1.5 SELECCION DE LA ALTERNATIVA DE ESTRUCTURA DE SISTEMA.

Para la selección del sistema, se utiliza el método de pesos desiguales de los factores citados en los puntos 2.4.1.4. Se procede a calificar, de acuerdo a la importancia relevante de cada factor en su respectiva alternativa se tiene su puntuación correspondiente, es decir, se califica con un mismo factor, todas las alternativas pero en forma individual cada una de ellas. Se realiza un análisis de ponderación, que se basa en el peso de cada factor, a las que se les designará un valor de (0.1 a 1), para así poder obtener una calificación final apropiada de cada alternativa propuesta.

Alt.1= Brazo mecánico de rotación manual

Alt.2= Grúa Tipo Puente

Alt.3= Grúa Tipo Móvil

En la tabla 2.1 se indica la selección de la alternativa de estructura del sistema.

**Tabla 2.1** Selección de la alternativa de estructura del sistema

| Factor | Peso [X] | ALT.1 | ALT.2 | ALT.3 | P*ALT.1 | P*ALT2 | P*ALT3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Costo de producción** | 0.7 | 0.9 | 0.7 | 0.5 | 0.63 | 0.49 | 0.35 |
| **Facilidad de montaje y desmontaje** | 0.8 | 0.9 | 0.6 | 0.7 | 0.72 | 0.48 | 0.56 |
| **Facilidad de construcción** | 0.9 | 0.8 | 0.7 | 0.7 | 0.72 | 0.63 | 0.63 |
| **Facilidad de operación** | 0.8 | 0.9 | 0.6 | 0.6 | 0.72 | 0.48 | 0.48 |
| **Producto Terminado** | 0.9 | 0.9 | 0.8 | 0.8 | 0.81 | 0.72 | 0.72 |
| **Mantenimiento** | 0.7 | 0.8 | 0.6 | 0.5 | 0.56 | 0.42 | 0.35 |
| **Capacidad** | 1.0 | 0.8 | 0.9 | 0.7 | 0.80 | 0.90 | 0.70 |
| $\sum$ | **5.8** | | | | **4.96** | **4.12** | **3.79** |

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** Topón Topón

Criterios para la alternativa 1

$$\frac{\sum(X * Alt.1)}{\sum(X)} = \frac{4.96}{5.8} = 0.85$$

Criterios para la alternativa 2

$$\frac{\sum(X * Alt.2)}{\sum(X)} = \frac{4.12}{5.8} = 0.71$$

Criterios para la alternativa 3

$$\frac{\sum(X * Alt.3)}{\sum(X)} = \frac{3.79}{5.8} = 0.65$$

Con el método de peso desigual, se obtiene con mayor puntuación de 0.85, la ALTERNATIVA 1, la cual trata de un sistema de estructura articulado y giro de 180º.

### 2.4.2 SISTEMA DE ELEVACION

#### 2.4.2.1 Alternativa 1. Polipasto fijo Eléctrico

En la figura 2.4 se ve un polipasto fijo.

**Figura 2.4** Polipasto fijo[16]

Es un sistema, que permite la elevación o movimiento de cargas, realizando un esfuerzo menor, es seguro y fiable para uso general. Puede funcionar con tiro directo y carga nominal a la máxima velocidad.

Un botón debajo del polipasto, permite los descensos de emergencia, una seguridad suplementaria, en caso de que el aparato se bloqueara, el polipasto puede ser suspendido sin dificultad. Puesto que el polipasto, puede ser utilizado en diversos lugares, ofrece para muchos usuarios una solución interesante desde el punto de vista económico

*2.4.2.1.1 Ventajas de la Alternativa 1.*

- Bajo costo
- Funcionamiento simple
- Liviano
- Fácil adaptación a la estructura

[16] http/www.camacsa.com.

*2.4.2.1.2 Desventajas de la Alternativa 1*

- Mantenimiento constante.
- Se debe proteger al polipasto por medio de una lámina para evitar corrosión.

### 2.4.2.2 Alternativa 2. Polipasto de Cadena Eléctrico

En la fig. 2.5 se observa el polipasto de cadena.

**Figura 2.5** Polipasto de cadena[17]

Garantiza una operación segura, una calidad consistente y una mayor vida útil de los componentes, son de fácil instalación, operación sencilla y durabilidad, son adecuados para espacios de poca altura.

[17] http://www.naicranes.com.

*2.4.2.2.1 Ventajas de la Alternativa 2.*

- Funcionamiento electrico
- Seguro

*2.4.2.2.2 Desventajas de la Alternativa 2.*

- Circunstancia peligrosa al retorcimiento de la cadena.
- Mantenimiento permanente
- El costo es elevado.

### 2.4.2.3 Alternativa 3. Polipasto Pórtico

En la fig. 2.6 Polipasto pórtico.

**Figura 2.6** Polipasto pórtico[18]

[18] http://www.siglobal.org/espanol.

Es ideal, para ser utilizado en diversos espacios o para los desplazamientos; es flexible para levantar pacientes en espacios demasiado reducidos. El portátil mide tan sólo 20 cm. En consecuencia, tendremos mayor altura disponible para realizar la elevación, lo cual es muy importante en caso de que nos encontremos con techos bajos, portátil puede elevar a personas con un peso de hasta 182 Kg.

El polipasto portátil, puede ser manejado tanto desde la botonera, como con los botones situados en el mismo aparato. Por tanto, si la botonera no funciona, hay un segundo sistema de mando en el aparato.

*2.4.2.3.1 Ventajas de la Alternativa 3.*

- Liviano
- Requiere poco espacio
- La baterías son de larga duración
- Seguras cuando se utilizan
- Se conecta fácilmente a través de un cable en un enchufe conveniente para su recarga

*2.4.2.3.2 Desventajas de la Alternativa 3.*

- Costo demasiado alto
- Mantenimiento permanente

**2.4.2.4 Factores para la selección de la alternativa de sistema de elevación.**

Los criterios a considerarse, para solucionar el problema propuesto son:

*2.4.2.4.1 Adaptabilidad*

El polipasto debe adaptarse al brazo, para tratar problemas en todo el segmento

*2.4.2.4.2 Facilidad de Montaje*

Se consideran los elementos utilizados, para realizar el proceso de montaje, es decir, que el polipasto esté en perfectas condiciones para que no tenga problemas en el funcionamiento normal.

*2.4.2.4.3 Seguridad*

Se debe garantizar que el equipo no de problemas el momento de utilizar, ya que debe ser seguro.

*2.4.2.4.4 Facilidad de Operación*

Es importante, tomar en cuenta a las personas que van a operara el equipo.

*2.4.2.4.5 Costo*

Debe ser asequible, acorde con la realidad económica nacional.

*2.4.2.4.6 Mantenimiento*

Se debe realizar mantenimiento cada cierta temporada, para que no tenga un costo elevado.

### 2.4.2.5 SELECCION DE LA ALTERNATIVA DE SISTEMA DE ELEVACION

Para la selección, se utiliza el método de pesos desiguales de los factores citados anteriormente.

Alt.1= Polipasto fijo Eléctrico

Alt.2= Polipasto de Cadena Eléctrico

Alt.3= Polipasto Pórtico

En la tabla 2.2 se indica la selección de la alternativa.

**Tabla 2.2** Selección de Alternativas

| Factor | Peso [X] | ALT.1 | ALT.2 | ALT.3 | P*ALT.1 | P*ALT2 | P*ALT3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Adaptabilidad** | 0.9 | 0.9 | 0.6 | 0.8 | 0.81 | 0.54 | 0.72 |
| **Facilidad de montaje** | 0.8 | 0.9 | 0.6 | 0.8 | 0.72 | 0.48 | 0.64 |
| **Seguridad** | 0.9 | 0.8 | 0.7 | 0.9 | 0.72 | 0.63 | 0.81 |
| **Facilidad de operación** | 0.9 | 0.9 | 0.7 | 0.7 | 0.81 | 0.63 | 0.63 |
| **Costo** | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 1.0 | 0.64 | 0.64 | 0.80 |
| **Mantenimiento** | 0.7 | 0.8 | 0.7 | 0.5 | 0.56 | 0.49 | 0.35 |
| $\sum$ | **5.0** | | | | **4.26** | **3.41** | **3.95** |

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** Topón Topón

Criterios para la alternativa 1

$$\frac{\sum(X * Alt.1)}{\sum(X)} = \frac{4.26}{5.0} = 0.85$$

Criterios para la alternativa 2

$$\frac{\sum(X * Alt.2)}{\sum(X)} = \frac{3.41}{5.0} = 0.68$$

Criterios para la alternativa 3

$$\frac{\sum(X * Alt.3)}{\sum(X)} = \frac{3.95}{5.0} = 0.79$$

Con el método de peso desigual se obtiene con mayor puntuación de 0.85, la ALTERNATIVA 1, la cual trata de un polipasto fijo eléctrico.

### 2.4.3 SISTEMA DE TRANSPORTE

#### 2.4.3.1 Alternativa 1. Arnés Flexible

La fig. 2.7 se indica arnés flexible.

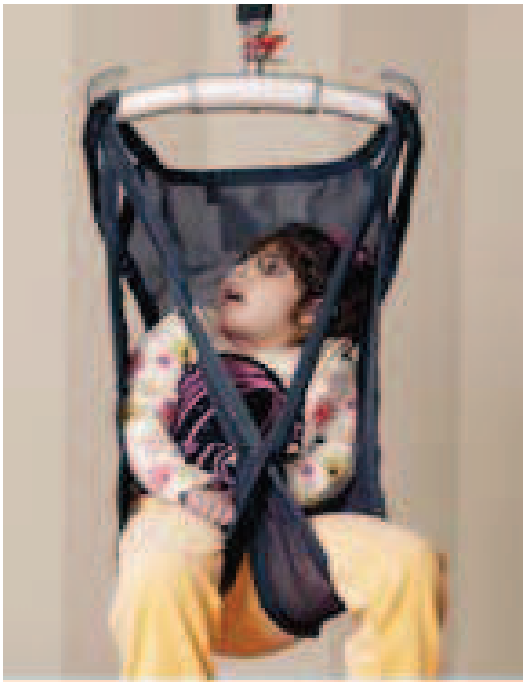


**Figura 2.7** Arnés flexible[19]

[19] http://www.liko.com/web/frameset.asp.

El arnés es cómodo y seguro tanto para los pacientes como para las personas que la manipulan en la fase de rehabilitación. Es una excelente elección si no se está seguro de qué tipo de personas van a necesitar.

Está provisto de una hebilla de seguridad en la parte delantera, destinada a ajustar su ancho. La eslinga de la entrepierna, es un accesorio. Los brazos del niño pueden descansar por dentro o por fuera del arnés de elevación.

##### *2.4.3.1.1 Ventajas de la Alternativa 1.*

- Tiene una mayor seguridad.
- Es muy adecuado para las elevaciones desde el suelo
- Este chaleco es muy apropiado para toda clase de elevaciones
- Acolchado con piel de cordero sintética en las zonas del estómago y la entrepierna.
- El material es flexible y resistente

##### *2.4.3.1.2 Desventajas de la Alternativa 1.*

- Adaptar al paciente.
- El material de fabricación es muy variado.
- Apoyo para la cabeza.

#### 2.4.3.2 Alternativa 2. Arnés de Elevación Vertical

En la fig. 2.8 se observa un arnés vertical.

**Figura 2.8** Arnés de Elevación Vertical[20]

Excelente accesorio de ayuda, sirve para trasladar de un lugar a otro, en los entrenamientos de andar o ponerse de pie o en ejercicios de movilidad. La fuerza de elevación queda concentrada alrededor del busto, por debajo de los brazos, si se utiliza una cinta, en la entrepierna.

*2.4.3.2.1 Ventajas de la Alternativa 2.*

- El paciente puede entrenar a andar de una forma segura.
- Proporciona libertad de movimientos con mayor o menor carga corporal.
- Arnés de elevación cómodo que eleva por detrás de la espalda y debajo de los brazos.

[20] http://www.liko.se/int/international.

*2.4.3.2.2 Desventajas de la Alternativa 2.*

- Se diferencia del resto de chalecos verticales.
- Ofrecen un soporte para todo el cuerpo.
- El costo es elevado.

### 2.4.3.3 Alternativa 3. Silla auxiliar tipo arnés

En la figura. 2.9 se indica silla auxiliar tipo arnés

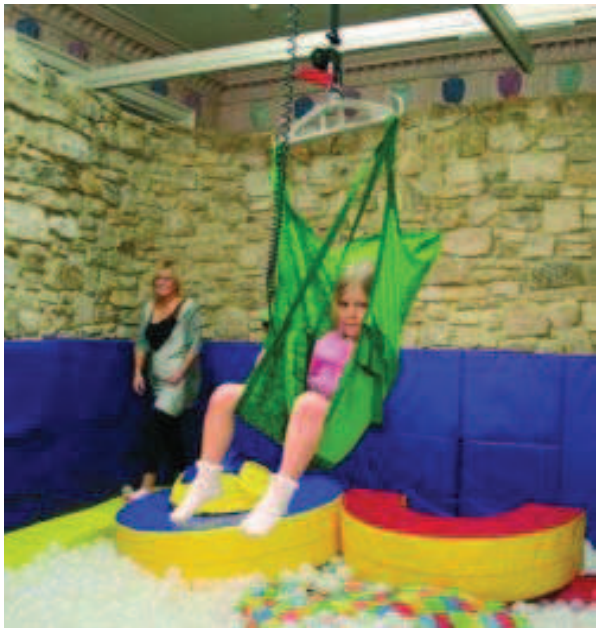


**Figura 2.4** Silla auxiliar tipo arnés[21]

Permite entrar y salir de la piscina, con la utilización de un arnés o de una silla de ruedas auxiliar. Requiere la ayuda de un asistente.

Se instala con facilidad al pié de la piscina, los accesorios de montaje, se pueden suministrar para empotrar en el suelo o de anclaje superficial.

[21] http://www.thiis.co.uk/resources/1/Products.

*2.4.3.3.1 Ventajas de la Alternativa 3.*

- Se puede utilizar siempre que el usuario se pueda sentar al borde de la silla auxiliar.
- Mayor comodidad.
- Mayor capacidad de elevación.

*2.4.3.3.2 Desventajas de la Alternativa 3.*

- El costo es elevado
- Se necesita de mayor atención a los pacientes
- Es de difícil manejo, se requiere de personal.

**2.4.3.4 Factores para la selección de la alternativa "sistema de transporte"**

Son criterios a considerar para obtener una mejor alternativa que cumpla con los requerimientos que se buscan para solucionar el problema propuesto.

*2.4.3.4.1 Ergonomía*

El sistema debe adaptarse fácilmente al paciente y no producir incomodidad en el mismo.

*2.4.3.4.2 Facilidad de Montaje y Desmontaje*

Los aditamentos, deben ser intercambiables para ser usados sólo en casos en que se los requieran.

*2.4.3.4.3 Costos*

El costo, debe ser relativamente bajo para poder adquirirse más de un arnés para el sistema.

*2.4.3.4.4 Facilidad de Operación*

Se toma en cuenta a las personas que van a manejar el arnés, para adaptar a los pacientes.

*2.4.3.4.5 Seguridad*

Debe garantizar la inmovilización del paciente.

*2.4.3.4.6 Mantenimiento*

Se debe realizar mantenimiento en un cierto tiempo.

*2.4.3.4.8 Capacidad*

El sistema debe estar enfocado a los pacientes en donde el número de usuarios es relativamente alto.

**2.4.3.5 SELECCION DE LA ALTERNATIVA DE ESTRUCTURA DEL SISTEMA.**

Se procede a la selección del sistema; se utiliza el método de pesos desiguales de los factores citados anteriormente.

Alt.1= Arnés Flexible

Alt.2= Arnés de Elevación Vertical

Alt.3= Silla auxiliar tipo arnés

En la tabla 2.3 se indica la selección de la alternativa sistema de transporte.

**Tabla 2.3** Selección de Alternativas sistema de transporte.

| Factor | Peso [X] | ALT.1 | ALT.2 | ALT.3 | P*ALT.1 | P*ALT2 | P*ALT3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Ergonomía** | 0.9 | 0.9 | 0.8 | 0.5 | 0.81 | 0.72 | 0.45 |
| **Facilidad de montaje y desmontaje** | 0.9 | 0.9 | 0.6 | 0.7 | 0.81 | 0.54 | 0.63 |
| **Costos** | 0.9 | 0.9 | 0.7 | 0.8 | 0.81 | 0.63 | 0.72 |
| **Facilidad de operación** | 0.8 | 0.9 | 0.6 | 0.6 | 0.72 | 0.48 | 0.48 |
| **Seguridad** | 0.9 | 0.9 | 0.7 | 0.6 | 0.81 | 0.63 | 0.54 |
| **Mantenimiento** | 0.7 | 0.8 | 0.7 | 0.6 | 0.56 | 0.49 | 0.42 |
| **Capacidad** | 0.9 | 0.9 | 0.5 | 0.7 | 0.81 | 0.45 | 0.63 |
| $\sum$ | **6.0** | | | | **5.33** | **3.94** | **3.87** |

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** Topón Topón

Criterios para la alternativa 1

$$\frac{\sum(X * Alt.1)}{\sum(X)} = \frac{5.33}{6.0} = 0.89$$

Criterios para la alternativa 2

$$\frac{\sum(X * Alt.2)}{\sum(X)} = \frac{3.94}{6.0} = 0.66$$

Criterios para la alternativa 3

$$\frac{\sum(X * Alt.3)}{\sum(X)} = \frac{3.87}{6.0} = 0.65$$

Con el método de peso desigual, se obtiene con mayor puntuación de 0.89, la ALTERNATIVA 1; la cual trata de un arnés flexible que se adapta con facilidad al cuerpo del paciente.

Como resultado de las alternativas mencionadas, se tiene una grúa pluma giratoria a diseñar estará constituida por los siguientes sistemas:

- Estructura del sistema
- Sistema de elevación
- Sistema de transporte

Siendo así, a continuación se presenta en la fig.2.5 un esquema de la grúa pluma giratoria que se diseñará, compuesta por:

1. Columna o perfil estructural redondo.
2. Brazo o pluma

3. Polipasto

4. Soporte de sujeción

5. Arnés

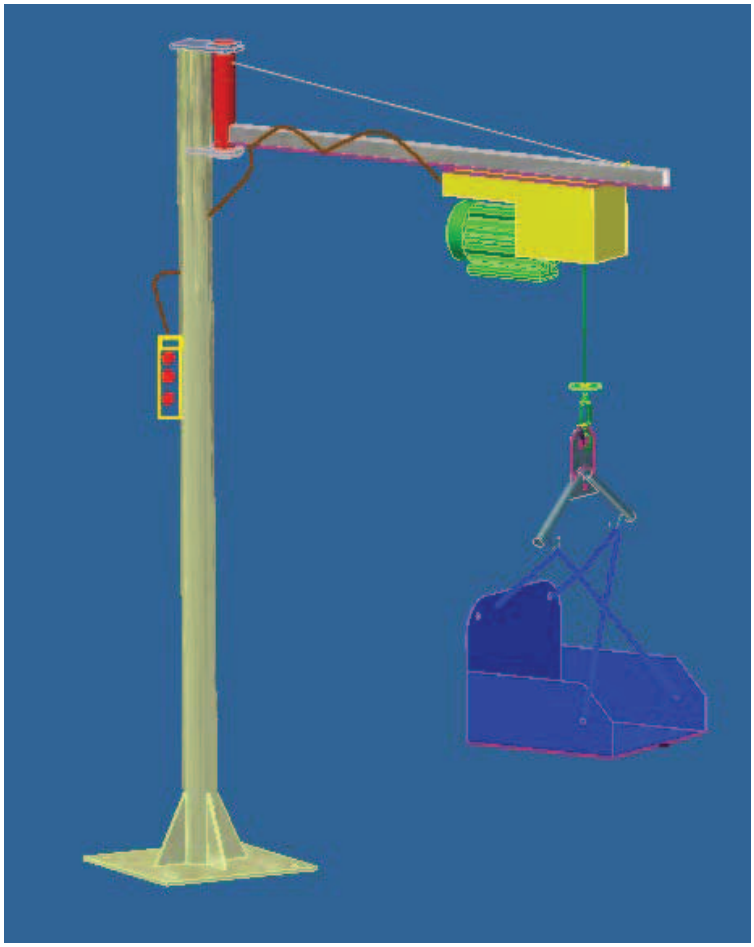


**Figura 2.4** Grúa Pluma giratoria[22]

[22] Propia.

## 2.5 PROTOCOLO DE PRUEBA

Es importante que el prototipo garantice las especificaciones técnicas solicitadas, por lo que es fundamental establecer un Protocolo de Pruebas, como constancia de su correcto funcionamiento, estas son:

- Verificación de las dimensiones generales del prototipo.
- Control de cada uno de los elementos

### 2.5.1 VERIFICACION DE LAS DIMENCIONES GENERALES

En esta prueba se procede tomar las dimensiones necesarias del prototipo, para verificar el diseñado, por medio de personal autorizado.

**Tabla 2.4** Formato de protocolo de pruebas de las dimensiones.

| PROTOCOLO DE PRUEBAS | | | |
|---|---|---|---|
| **FECHA DE PRUEBA:** | | | |
| **FECHA DE APROBACIÓN:** | | | |
| **NOMBRE DE LA EMPRESA:** | | | |
| **NOMBRE DE LA MAQUINA:** | | | |
| **CAPACIDAD DE LA MAQUINA:** | | | |
| **PERSONAL RESPONSABLE:** | | | |
| **DIMENSIONES DE LA MAQUINA** | | | |
| **VERIFICACION DE DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN LA MAQUINA** | | | |
| **ELEMENTOS** | **PASA** | **NO PASA** | |
| Eje Principal | | | |
| Rodamiento Cónico | | | |
| Tubo cilíndrico | | | |
| Placas | | | |
| **VERIFICACION DE DIMENSIONES TOTALES DE LA MAQUINA** | | | |
| **PARAMETROS** | **DIMENSIONES** | **NO PASA** | **PASA** |
| Altura total de la columna (mm) | | | |
| Longitud del Brazo (mm) | | | |
| Dimensiones del cables del polipasto | | | |
| **FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA** | | | |
| **SISTEMAS** | **TIEMPO DE PRUEBA** | **FALLA** | **NO FALLA** |
| Polipasto Eléctrico | | | |
| Arnés | | | |
| **CONCLUSIONES:** | | | |
| **OBSERVACIONES:** Ninguna | | | |
| **El prototipo Pasa:** | **El prototipo no Pasa:** | | |
| **FIRMA DE PERSONA(S) RESPONSABLES** | **FIRMA DE AUTORIZACIÓN** | | |

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** Topón Topón

# CAPITULO III

# DISEÑO Y SELECCION DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA DE ELEVACION DE TECHO

## 3.1 INTRODUCCION DEL DISEÑO

En este capítulo, se detallan los elementos que conforman la máquina, además se seleccionarán algunos instrumentos para el diseño del prototipo, se toma como referencia el Manual de Diseño Mecánico de SHIGLEY cuarta edición.

## 3.2 CONSIDERACIONES DE DISEÑO

Se tiene que tomar en cuenta algunos criterios básicos, al momento de diseñar, éstos son:

La resistencia de cada elemento, depende del tratamiento y procesado del materiales.

Los elementos de estructura metálica como son: columna, brazos, se tiene en cuenta que solo actúan con carga estática. Esta consideración se realiza debido a que la velocidad de rotación con la carga es muy lenta.

Para la construcción de los elementos del sistema se utilizan materiales de acero ASTM A-36, por su facilidad de adquisición, bajo costo y buenas propiedades mecánicas.

## 3.3 ANALISIS DE CARGAS

Se analizan las cargas que actúan en la estructura de la máquina.

### 3.3.1 CARGA VIVA

Las cargas vivas, son cargas no permanentes producidas por materiales o artículos, e inclusive gente en permanente movimiento.

### 3.3.2 CARGA MUERTAS[23]

Son aquellas que se mantienen en constante magnitud y con una posición fija durante la vida útil de la estructura; generalmente la mayor parte de las cargas muertas es el peso propio de la estructura. Es que puede calcularse con buena aproximación a partir de la configuración de diseño, de las dimensiones de la estructura y de la densidad del material.

### 3.3.3 FACTOR DE SEGURIDAD[24]

El factor de diseño, es la relación que existe entre la carga última y la carga aplicada

$$n = \frac{F_u}{F}$$

Para aplicaciones similares al dispositivo, se trabaja con un factor estándar de n=1,2. Sin embargo, existen valores de referencia para maquinaria mediana cuyos factores están entre 3 y 5, y se usan factores de hasta 8 y 9 en caso de ascensores.

---

[23] http://www.arqhys.com/arquitectura/cargas-estructurales-tipos.html.

[24] SHIGLEY, Manual de diseño Mecánico, McGraw-Hill, 4ta. Ed., México, 1989, p 187-188.

## 3.4 DISEÑO DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA

### 3.4.1 DETERMINACION DE LAS CARGAS DEL SISTEMA

Para obtener la carga última, se utilizan las ecuaciones (3.1 y 3.2). La carga muerta comprende del peso propio del polipasto, arnés y accesorios (25kg).

La carga viva, corresponde al peso máximo de un niño o persona que utiliza el sistema (160lb~72kg) por lo que tiende a un peso de (75kg).

La Load Resistance Factor Design (LRFD), establece una combinación de cargas que permiten estimar una carga última mediante la multiplicación de factores de carga que incrementan la carga.

$$U = 1.4D \qquad \text{Ec. (3.1)}$$ [25]

$$U = 1.2D + 1.6L + 0.5(L_r + S * R) \qquad \text{Ec. (3.2)}$$

**Donde:**

U= Carga Ultima $[kg]$

D= Carga Muerta 25$[kg]$

L=Carga Viva 75 $[kg]$

$L_r$ =Carga viva en el techo$[kg]$

S=Carga de Nieve$[kg]$

R=Carga Inicial de Agua lluvia o hielo$[kg]$

Se remplaza en la ecuación (3.1), (3.2) respectivamente, con lo cual se tiene que la carga última máxima es:

$$U = 1.2 * 25[kg] + 1.6 * 75[kg]$$

[25] Load Resistance Factor Design, Manual of steel construction, 2ta. Ed., 1994, p (6-30).

$U = 150[kgf]$

Por lo que se asume que tiene carga de 150[kgf] que es el peso que soporta la estructura.

### 3.4.2 DISEÑO DE BRAZO

El brazo tiene función de soportar el peso del polipasto del niño y su peso propio cumpliendo las especificaciones como se muestran en la figura (3.1)

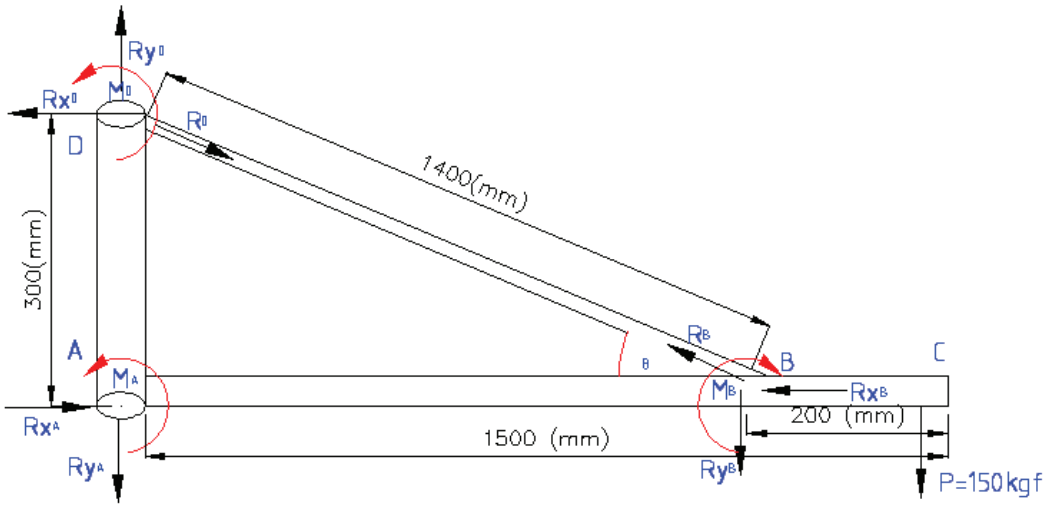



**Figura 3.1** Aplicación de cargas en el brazo

Se realiza la sumatoria de fuerzas en los planos, para obtener las reacciones en cada uno de los apoyos.

**Datos:**

Peso carga: P =150 [Kgf].

$$\sum Fy = 0$$

$$R_{yA} - R_{yD} + P + R_{yB} = 0 \qquad \text{Ec.(3.3)}$$

$$R_{yD} = R_{yA} + P + R_{yB}$$

**Donde:**

$R_{yB}$= reacción en el punto B.

P = Peso. [kgf]

Ser carga uniforme.

$$\sum Fx = 0$$

$$R_{XA} - R_{XD} - R_{XB} = 0 \qquad \text{Ec.(3.4)}$$

$$R_{XA} = R_{XD} + R_{XB}$$

**Donde:**

$R_{xB}$= reacción en el punto B.

El Momento Máximo se determina con la siguiente relación.

$$\sum M_A = 0$$

$$-1500 * p + R_{XD} * 300 - R_{YB} * 1300 + M_A + M_D - M_B = 0 \qquad \text{Ec.(3.5)}$$

$$M_A + M_D - M_B = 1500 * p - R_{XD} * 200 + R_{YB} * 1300 [kgf - mm]$$

**Donde:**

$M_B$= Momento flector.

Al tener un sistema similar a doble empotramiento, se convierte en un sistema hiperestatico. Mediante el programa SAP 2000 se obtienen los valores de las reacciones.

#### 3.4.2.1 Análisis de los Tramos de la Estructura

Para los diagramas tanto de fuerza cortante y momento flector se divide la estructura en tramos para facilitar su análisis.

**Tramo B-C**

En la figura 3.2 muestra las reacciones del tramo B-C

$0 \leq X_1 \leq 0.2$ (m)

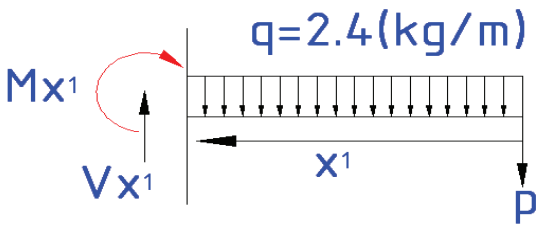



**Figura 3.2** Diagrama de fuerza en el tramo B-C.

*3.4.2.1.1 Fuerza Cortante*

$$Vx_1 = p[kgf] + q\left[\frac{kg}{m}\right] * x_1[m]$$

$$Vx_1 = 150[kgf] + 2.41\left[\frac{kg}{m}\right] * x_1[m]$$

$$Vx_1 = 150[kgf] + 2.41\left[\frac{kg}{m}\right] * x_1[m]. \begin{bmatrix} Vx_1 = 150[kgf].....x_1 = 0 \\ Vx_1 = 150.48[kgf].....x_1 = 0.2(m) \end{bmatrix}$$

*3.4.2.1.2 Momento Flector*

$$Mx_1 = p[\text{kgf}] * x_1[m] + \frac{q}{2}\left[\frac{kg}{m}\right] * x^2[m]$$

$$Mx_1 = 150[\text{kgf}] * x_1[m] + 1.205\left[\frac{kg}{m}\right] * x^2[m]$$

$$Mx_1 = 150[\text{kgf}] * x_1[m] + 1.205\left[\frac{kg}{m}\right] * x^2[m]....\begin{bmatrix} Mx_1 = 0[kgf - mm].....x_1 = 0 \\ Mx_1 = 29620[kgf - mm].....x_1 = 0.2(m) \end{bmatrix}$$

Se diseña el tramo B-C por resistencia estática, y se analizan las ecuaciones respectivas de una forma iterativa.

*3.4.2.1.3 Diagramas de Fuerza Cortante y Momento Flector en el tramo B-C.*

A continuación en la figura (3.3), (3.4) se presentan los diagramas de fuerzas cortantes, momento flector.

Diagrama de Fuerza Cortante.

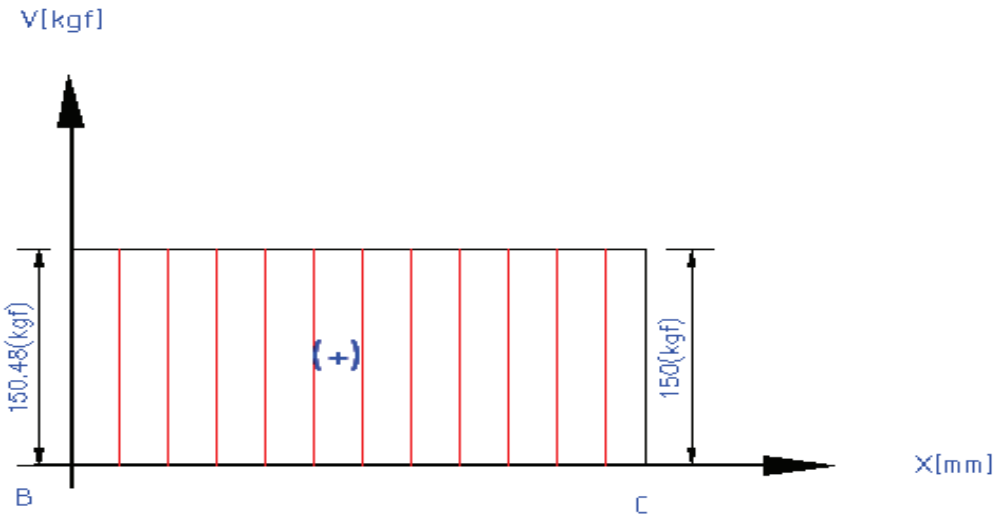



**Figura 3.3** Diagrama de Fuerza Cortante.

Diagrama de Momento Flector.

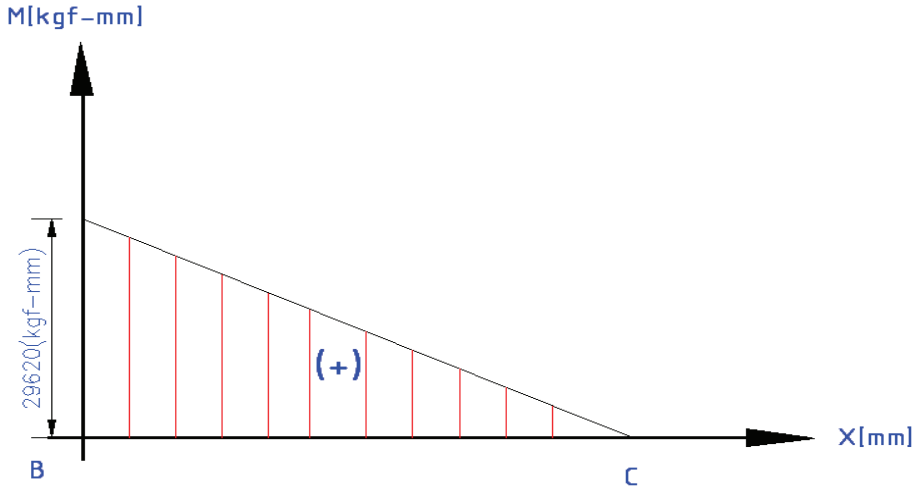



**Figura 3.4** Diagrama de Momento Flector.

**Tramo A-B**

En la figura 3.5 muestra las reacciones del tramo A-B

$0 \leq X_2 \leq 1.3$ (m)

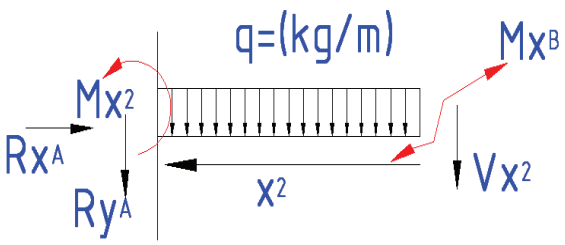



**Figura 3.5** Diagrama de fuerza en el tramo A-B

*3.4.2.1.4 Fuerza Cortante*

$$Vx_2 = R_{yA} - qx_2$$
$$Vx_2 = 9.20[kgf] - q[kgf/m] * x_2$$

$$Vx_2 = 9.20[kgf] - q[kgf/m] * x_2 .. \begin{bmatrix} Vx_2 = 9.20[kgf] .....x_2 = 0 \\ Vx_2 = 165.76[kgf] .....x_1 = 1.3(m) \end{bmatrix}$$

*3.4.2.1.5 Momento Flector*

$$Mx_B = R_{yA} * x_2 + \frac{q}{2} * x_2^{\ 2}$$

$$Mx_B = 9.2[kgf]. * x_2 + \frac{q}{2} * x_2^{\ 2}$$

$$Mx_B = 9.2[kgf]. * x_2 + \frac{q}{2} * x_2^{\ 2} \ldots\ldots \begin{bmatrix} Mx_B = 800[kgf - mm]\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots x_2 = 0.1 \\ Mx_B = 13630[kgf - mm]\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots x_2 = 1.3(m) \end{bmatrix}$$

Se diseña el tramo A-B, por resistencia estática, y se analiza con las ecuaciones de una forma iterativa.

Se presenta el diagrama de fuerzas cortante, momento flector en la figura (3.6), (3.7) del tramo A-B.

*3.4.2.1.6 Diagramas de Fuerza Cortante y Momento Flector en el tramo A-B.*

Diagrama de Fuerza Cortante A-B

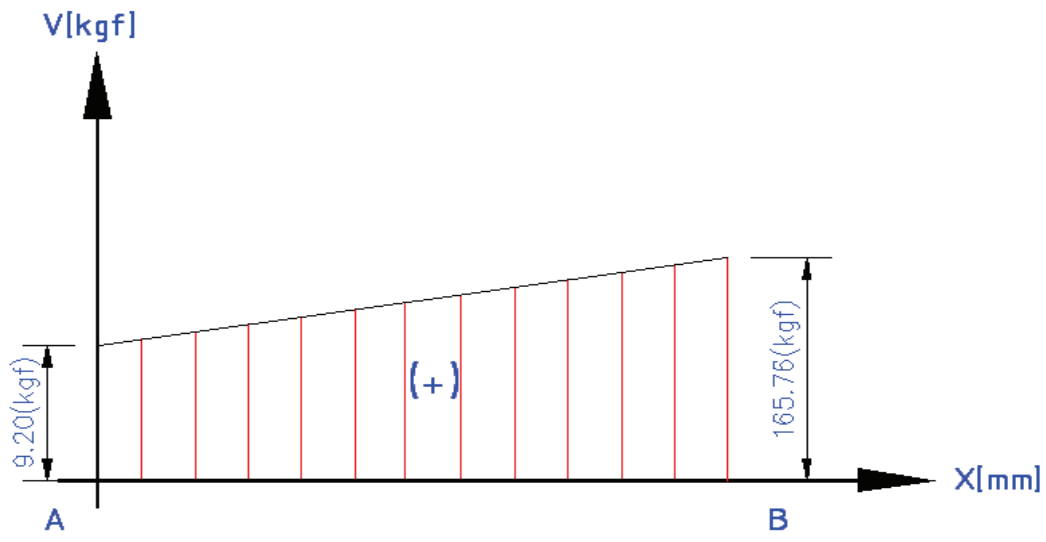



**Figura 3.6** Diagrama de Fuerza Cortante.

Diagrama de Momento Flector.

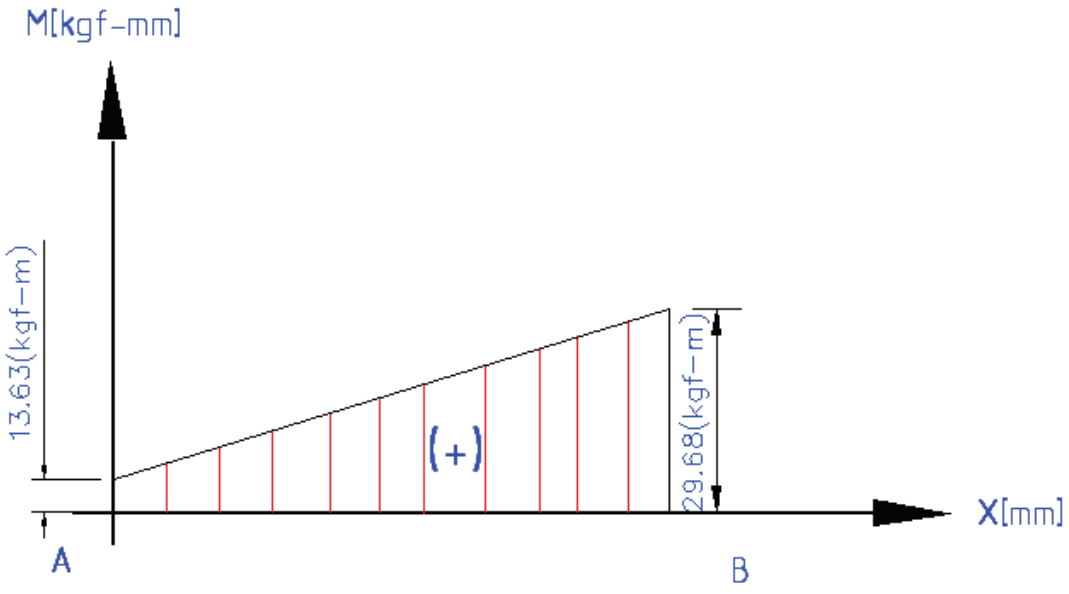



**Figura 3.7** Diagrama de Momento Flector.

Como de observa en los gráficos de diagrama de momento y cortante, el momento máximo es de 29.68 (kgf-m).

Para el cálculo del perfil, se presenta un ejemplo del cálculo de un perfil estructural de sección transversal cuadrado de Acero A-36, con las siguientes características, como se puede observar en la figura 3.8 y tabla 3.1.

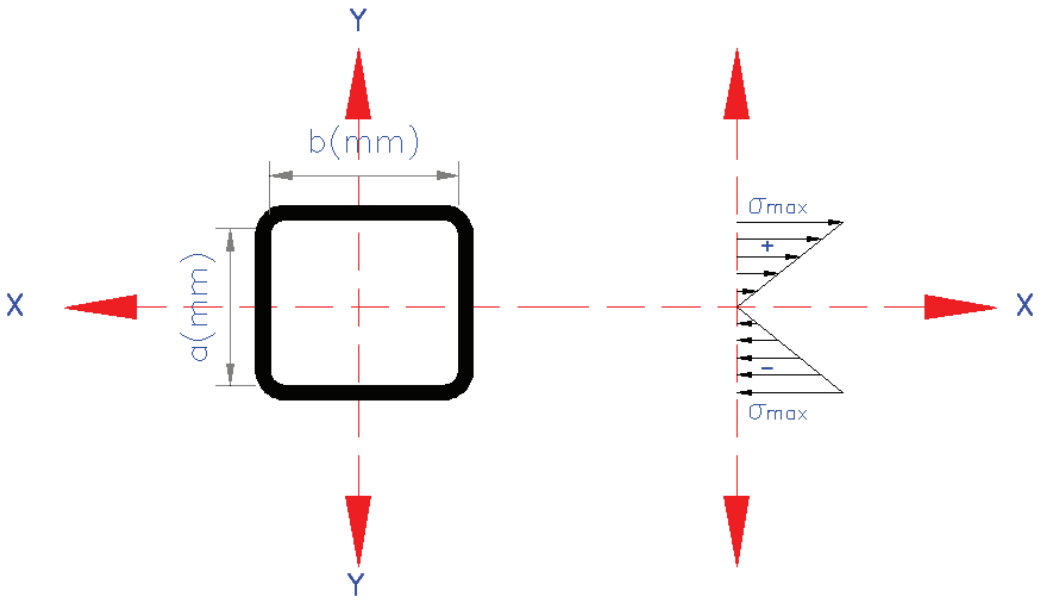



**Figura 3.8** Selección de Alternativas sistema de transporte.

**Tabla 3.1**Propiedades del perfil 60x60x2 [mm].

| Ejes X-X | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| a | b | e | Ix-x | W | Sy | Peso |
| [mm] | [mm] | [mm] | [$mm^4$] | [$mm^3$] | [$Kg/mm^2$] | [kg/m] |
| 60 | 60 | 2 | 212.600 | 7.090 | 25,36 | 2,41 |

*3.4.2.1.7 El Esfuerzo Máximo de Flexión*

Se obtiene una relación de esfuerzo de flexión, que es igual al momento máximo sobre el modulo de la sección.

$$\sigma_{\max} = \frac{M \max}{W_{z-z}} \qquad \text{Ec. (3.6)}$$

**Donde:**

$W_{z-z}$ =Modulo de la sección [mm$^3$].

$M_{más}$ =Momento flector máximo, [kgf-mm].

$\sigma_{xmáx}$ =Esfuerzo máximo de flexión, [kgf/mm²].

Se calcula el esfuerzo máximo con la ecuación (3.6)

$$\sigma_{\max} = \frac{29620[kgf - mm]}{7090[mm^3]}$$

$$\sigma_{\max} = 4{,}177\left[\frac{kgf}{mm^2}\right]$$

*3.4.2.1.8 Factor de Seguridad, se calcula con la siguiente ecuación.*

$$n = \frac{S_y\left[\frac{kgf}{mm^2}\right]}{\sigma_{\max}\left[\frac{kgf}{mm^2}\right]} \qquad \text{Ec. (3.7)}$$

**Donde:**

n = Factor de seguridad

$S_y$ = Esfuerzo de fluencia del material, $\left[\frac{kgf}{mm^2}\right]$

$\sigma_{\max}$ = Esfuerzo de flexión máxima, $\left[\frac{kgf}{mm^2}\right]$

El factor de seguridad se calcula con la siguiente Ec. (3.7).Según la ASTM A-36 el acero estructural tiene Esfuerzo de fluencia de $S_y = 25.36\left[\frac{kgf}{mm^2}\right]$.

$$n = \frac{25{,}36\left[\frac{kgf}{mm^2}\right]}{4{,}177\left[\frac{kgf}{mm^2}\right]}$$

$$n = 6{,}07$$

**Tabla 3.2** Selección del perfil para el tramo A-C del brazo.

| a | b | e | Mmax | Peso | $\sigma$ max | n | SY |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| mm | mm | mm | kgf-mm | kg/m | kgf/mm² | | kgf/mm^2 |
| 60 | 60 | 2,0 | 29680 | 3,66 | 4,177 | 6,07 | 25,36 |
| 60 | 60 | 3,0 | 29350 | 5.42 | 2,642 | 10,10 | 25,36 |

En el anexo A-1, se puede apreciar las propiedades de los tubos cuadrados estructurales, que se encuentran disponibles en el mercado. De acuerdo a los cálculos iterativos realizados, como muestra la tabla 3.2, se ha seleccionado un tubo cuadrado de 60x60, y espesor de 2.0 mm.

**Tramo B-D**

En la figura 3.9 muestra las reacciones del tramo B-D

**0 ≤ X3 ≤ 1.4 (m)**

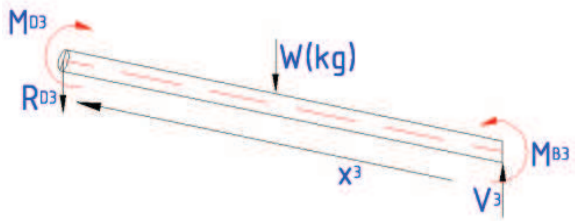



**Figura 3.9** Diagrama de fuerza en el tramo B-D.

### 3.4.2.2 Fuerza Cortante

$$\sum Fy = 0$$

$$V_3 = -R_{D3} * \cos\theta + W * x_3$$

$$V_3 = -0.24[kgf]\cos 13^0 + 1.4[kgf] * x_3$$

$$V_3 = -0.24[kgf]\cos 13^0 + 1.4[kgf] * x_3 \ldots\ldots \begin{bmatrix} V_3 = 0.79[kgf - m] \ldots\ldots\ldots\ldots x_3 = 0 \\ V_3 = 0.24[kgf - m] \ldots\ldots\ldots\ldots x_3 = 1.4(m) \end{bmatrix}$$

*3.4.2.2.1 Momento Flector*

$$M_{B3} = R_{D3} sen\theta * x_3 + \frac{W}{2} * x^2$$

$$M_{B3} = 0.24[kgf] sen 13^\circ * x_3 + \frac{W}{2}[kgf] * x_3^{\ 2}$$

$$M_{B3} = 0.24[kgf] sen 13^\circ * x_3 + \frac{W}{2}[kgf] * x_3^{\ 2} . \begin{bmatrix} M_{B3} = 0.80[kgf - m] \ldots x_3 = 0 \\ M_{B3} = 0.43[kgf - m] .. x3 = 1.4(m) \end{bmatrix}$$

Se diseña el tramo B-D por resistencia estática, y se analiza con las respectivas ecuaciones. Se ve el diagrama de fuerza cortante, momento flector en las figuras (3.10), (3.11).

*3.4.2.2.2 Diagramas de Fuerza Cortante y Momento Flector en B-D.*

Diagrama de Fuerza Cortante

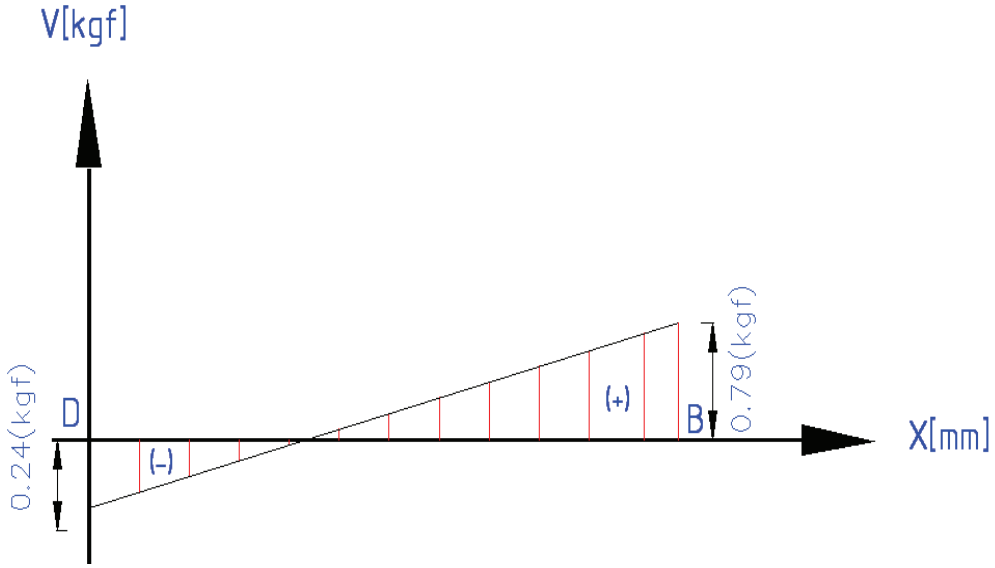



**Figura 3.10** Diagrama de fuerza cortante en el tramo B-D.

Diagrama de Momento Flector.

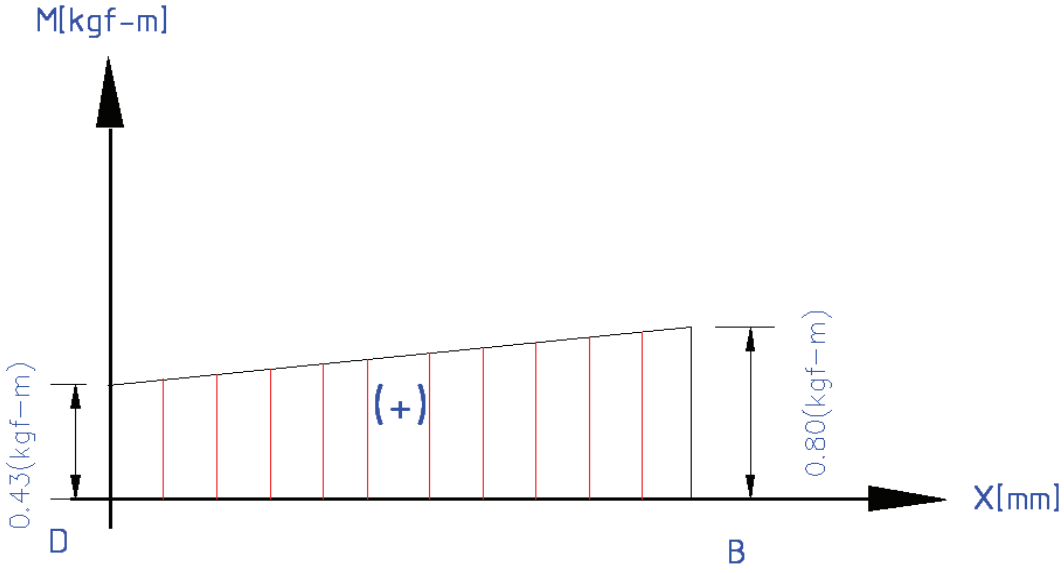



**Figura 3.11** Diagrama de Momento Flector en el tramo B-D.

Para el ejemplo de cálculo, se considera un perfil estructural de acero ASTM A-36, con las características mostradas en la figura 3.11 y tabla 3.3.

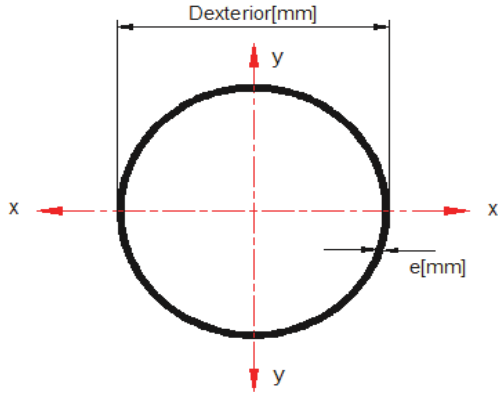



**Figura 3.12** Sección transversal, perfil estructural redondo.

**Tabla 3.3** Especificaciones del perfil

| D | e | P | I | W |
|---|---|---|---|---|
| [mm] | [mm] | [kg/m] | [$mm^4$] | [$mm^3$] |
| 25,4 | 1,1 | 4,2 | 6.200 | 490 |

En el anexo A-2, se aprecian las propiedades de los perfiles estructurales de sección redonda, que se encuentran disponibles en el mercado.

*3.4.2.2.3 Se calcula el esfuerzo de flexión*

Con la ecuación 3.6

$$\sigma_{\max} = \frac{12880[kgf - mm]}{490[mm^3]}$$

$$\sigma_{\max} = 21{,}6\left[\frac{kgf}{mm^2}\right]$$

*3.4.2.2.4 Factor de Seguridad*

Se calcula con la ecuación 4.7.

$$n = \frac{25.36\left[\frac{kgf}{mm^2}\right]}{21.6\left[\frac{kgf}{mm^2}\right]}$$

$$n = 1.2$$

**Tabla 3.4** Selección del perfil estructural redonda adecuado

| D | e | SY | P | Mmax | $\sigma$ max | n |
|---|---|---|---|---|---|---|
| [mm] | [mm] | [kgf/mm^2] | [kg/m] | kgf-mm | kgf/mm² | |
| 25.4 | 1,1 | 25.36 | 4,2 | 10590 | 21,6 | 1.2 |
| 25.4 | 0.95 | 25.36 | 3,6 | 10590 | 20.6 | 1.3 |
| 25.4 | 1,5 | 25.36 | 5,64 | 10590 | 16.5 | 1.5 |

De acuerdo a los cálculos iterativos realizados, como muestra la tabla 3.4, se ha seleccionado un perfil de sección circular de un diámetro exterior de 25.4mm, y espesor de 1.1mm.

$R_{yB}$= reacción en el punto B.

P = Peso [kgf]

**Tramo A-D**

En la figura 3.13 se aplican las reacciones que se encuentran en el tramo A-D.

**0 ≤ X4 ≤ 0.3 (m)**

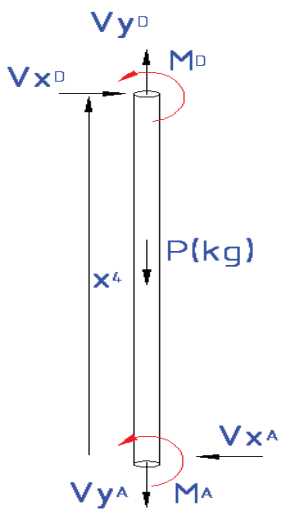



**Figura 3.13** Diagrama de fuerza en el tramo A-D.

### 3.4.2.3 Fuerza Cortante

$$Vy_A = +V_{yD} + P * x_4$$
$$Vx_A = 28.29[kgf] + 0.9[kgf] * x_4$$

$$Vx_A = 28.29[kgf] + 0.9[kgf] * x_4 .. \begin{bmatrix} Vx_A = 28.29[kgf] .....x_2 = 0 \\ Vx_D = 28.3[kgf] .....x_1 = 0.3(m) \end{bmatrix}$$

*3.4.2.3.1 Momento Flector*

$$Mx_A = V_{xa} * x_4 + \frac{p}{2} x_4^{\ 2}$$
$$Mx_A = 28.29x_4 + 1.205x_4^{\ 2}$$

$$Mx_A = 28.29x_4 + 1.205x_4^{\ 2} ..... \begin{bmatrix} Mx_A = 4.40[kgf - m] .....x_2 = 0.1 \\ Mx_D = 12.88[kgf - m] .....x_2 = 0.2(m) \end{bmatrix}$$

Se diseña el tramo A-D por resistencia estática, y se analiza con las ecuaciones de una forma iterativa. A continuación, en la figura (3.149, (3.15) se presentan los diagramas de fuerzas cortantes y momento flector.

*3.4.2.3.2 Diagramas de Fuerza Cortante y Momento Flector.*

Diagrama de Fuerza Cortante

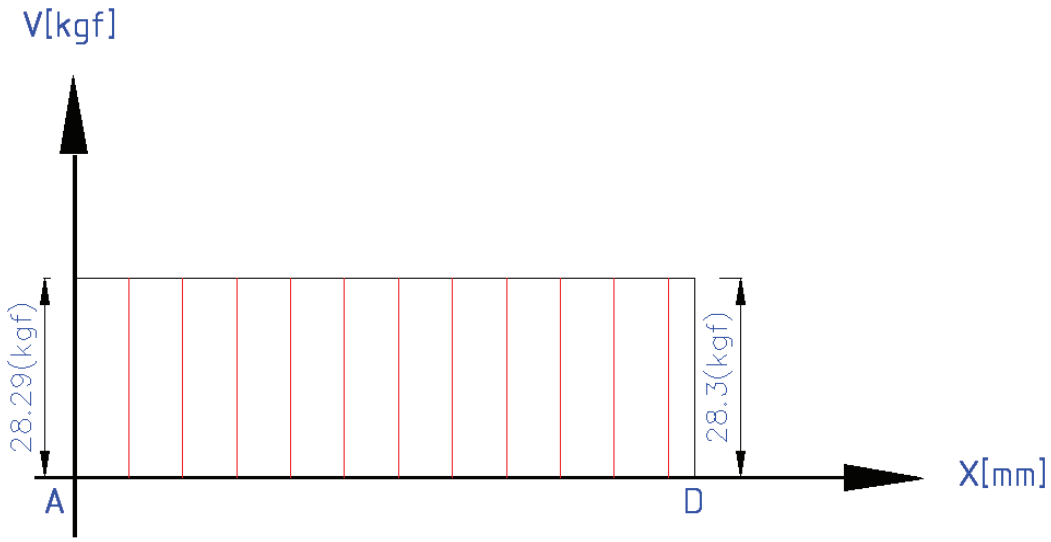



**Figura 3.14** Diagrama de fuerza cortante en el tramo A-D.

Diagrama de Momento Flector.

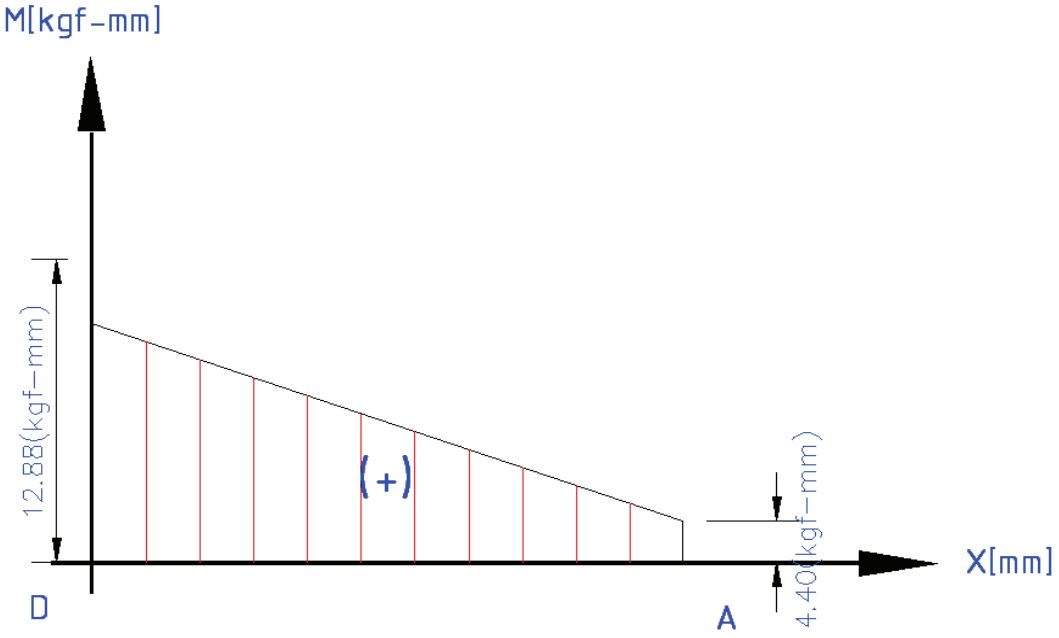



**Figura 3.15** Diagrama de Momento Flector en el tramo A-D.

Para el ejemplo de cálculo, se considera un perfil estructural de acero ASTM A-53, con las características mostradas en la figura 3.16y tabla 3.5.

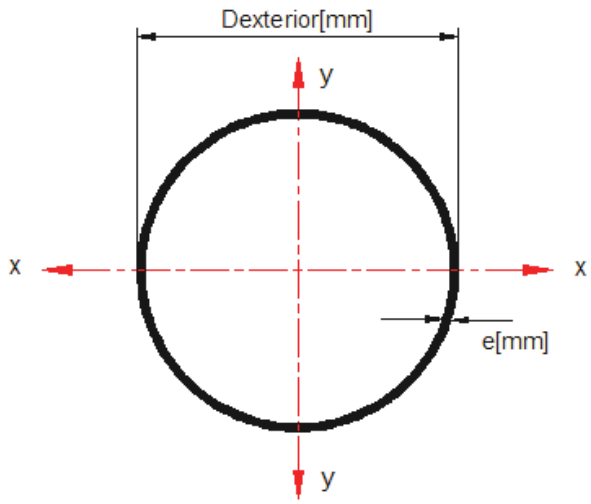



**Figura 3.16** Sección transversal, perfil estructural redondo.

**Tabla 3.5** Especificaciones del perfil

| D | e | I | W | $S_Y$ |
|---|---|---|---|---|
| [mm] | [mm] | [$mm^4$] | [$mm^3$] | [$kgf/mm^2$] |
| 73 | 9.53 | 140.500 | 4.420 | 25.36 |

En el anexo A-3, se aprecia las propiedades de los perfiles estructurales de sección redonda, que se encuentran disponibles en el mercado.

Se calcula el esfuerzo de flexión máximo, con la ecuación (3.6)

$$\sigma_{\max} = \frac{12880[kgf - mm]}{4420[mm^3]}$$

$$\sigma_{\max} = 4.13\left[\frac{kgf}{mm^2}\right]$$

Por tanto el factor de seguridad, se calcula en la ecuación (3.7).

$$n = \frac{25.36\left[\frac{kgf}{mm^2}\right]}{4.13\left[\frac{kgf}{mm^2}\right]}$$

$$n = 6.0$$

**Tabla 3.6** Selección del perfil estructural redonda adecuado

| D | e | SY | P | Mmax | $\sigma$ max | n |
|---|---|---|---|---|---|---|
| [mm] | [mm] | [kgf/mm^2] | [kg/m] | kgf-mm | kgf/mm² | |
| 63,5 | 9,5 | 25,36 | 14,92 | 18290 | 4,13 | 6,0 |
| 63.5 | 2 | 25.36 | 14.04 | 18290 | 4,59 | 6.2 |
| 63.5 | 1,5 | 25.36 | 14.04 | 18290 | 4.14 | 6.3 |

De acuerdo a los cálculos iterativos realizados, como muestra la tabla 3.6, se ha seleccionado un perfil de sección circular, de un diámetro exterior de 63.5 mm (2 1/2in), y espesor de 9.5 mm.

A continuación, se presenta el análisis del diseño por medio del Software Sap 2000.

#### 3.4.2.4 CALCULO Y ANALISIS DE LA ESTRUCTURA DEL BRAZO SOFTWARE SAP 2000

Para los cálculos, se utiliza el software SAP 2000, con sus respectivas dimensiones y cargas aplicadas, además el software toma en cuenta el peso propio del perfil, con la ayuda de este programa, se verifica el diseño de la estructura soporte, las cargas a las que está sometida, los perfiles seleccionados resistan a las cargas que se van aplicar. En la figura 3.16 se muestra las cargas y las restricciones de la estructura.

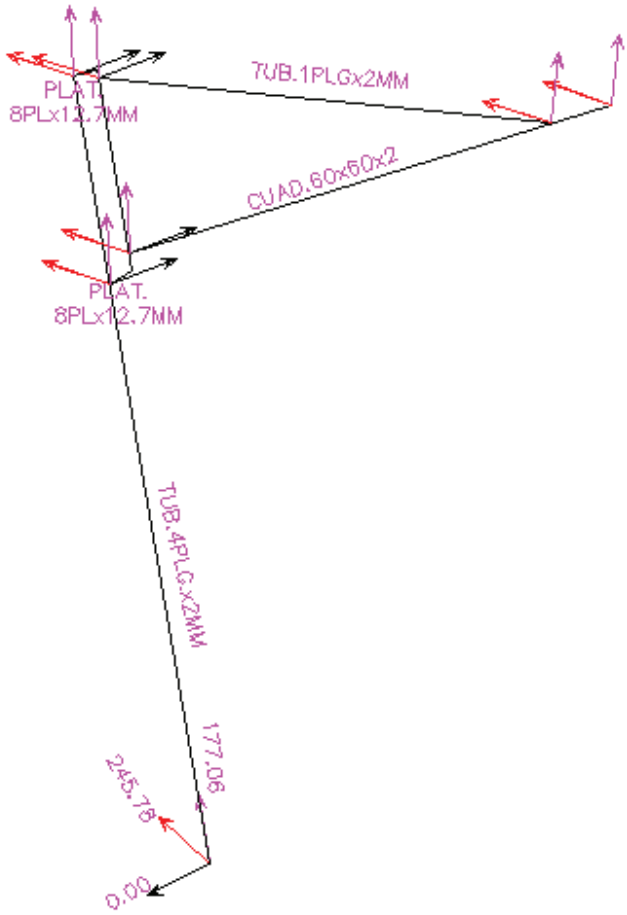



**Figura 3.17** Cargas aplicadas a la estructura soporte.

Los perfiles utilizados, soportan las cargas a las que va estar sometida la estructura. Los detalles de los resultados del cálculo estructural, se pueden apreciar en el ANEXO 4, además en los ANEXOS 4.1 se muestran los diagramas del perfil.

### 3.4.3 DISEÑO DE COLUMNA.

Se analiza este cuerpo sin las cartelas, como si actuara solo. Para realizar el diseño se escoge el perfil estructural de sección circular de acero ASTM A-36, de la columna. La disposición de las cargas se muestra en la figura 3.17

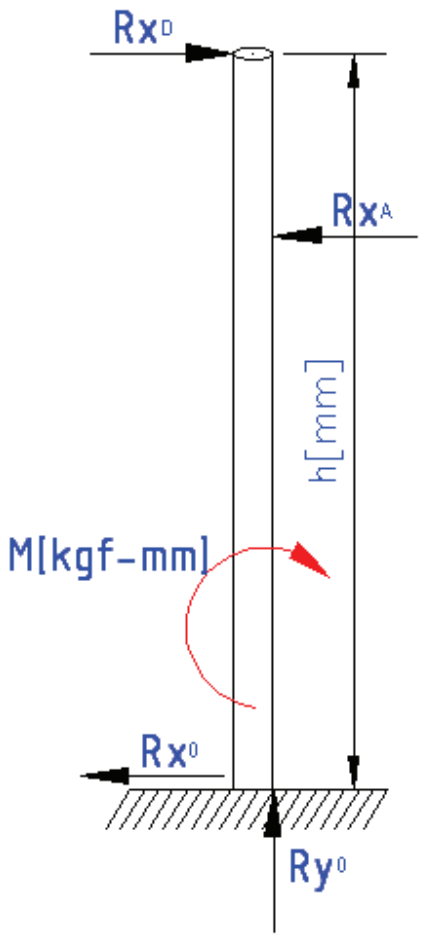



**Figura 3.18** Disposición de cargas, columna

**Datos:**

M = Momento 245.72 [kgf-m]

h = Altura 2300 [mm]

$R_x$ = Reacción 171.98 [kgf]

#### 3.4.3.1 Momento de Inercia.

El momento de inercia $I_{XX}$, $I_{YY}$, se calcula mediante la ecuación matemática.

$$I = \frac{1}{64}\left(D^4\left[mm^4\right] - Di^4\left[mm^4\right]\right) \qquad \text{Ec(3.8)}$$

**Donde:**

D= Diámetro externo, [mm]

$D_i$ = Diámetro interno, [mm]

$I_{YY}$= Momento de inercia respecto al eje y, [$mm^4$]

#### 3.4.3.2 Módulo de la Sección

El módulo de la sección, se obtiene de la siguiente ecuación:

$$Z = \frac{1}{32D}\left(D^4\left[mm^4\right] - Di^4\left[mm^4\right]\right) \qquad \text{Ec.(3.9)}$$

**Donde:**

D= Diámetro externo, [mm]

$D_i$ = Diámetro interno, [mm]

Z = Módulo de la sección respecto al eje y, [$mm^3$]

Para el ejemplo de cálculo, se considera un perfil estructural de acero ASTM A-36, con las características mostradas en la figura 3.17 y tabla 3.7.

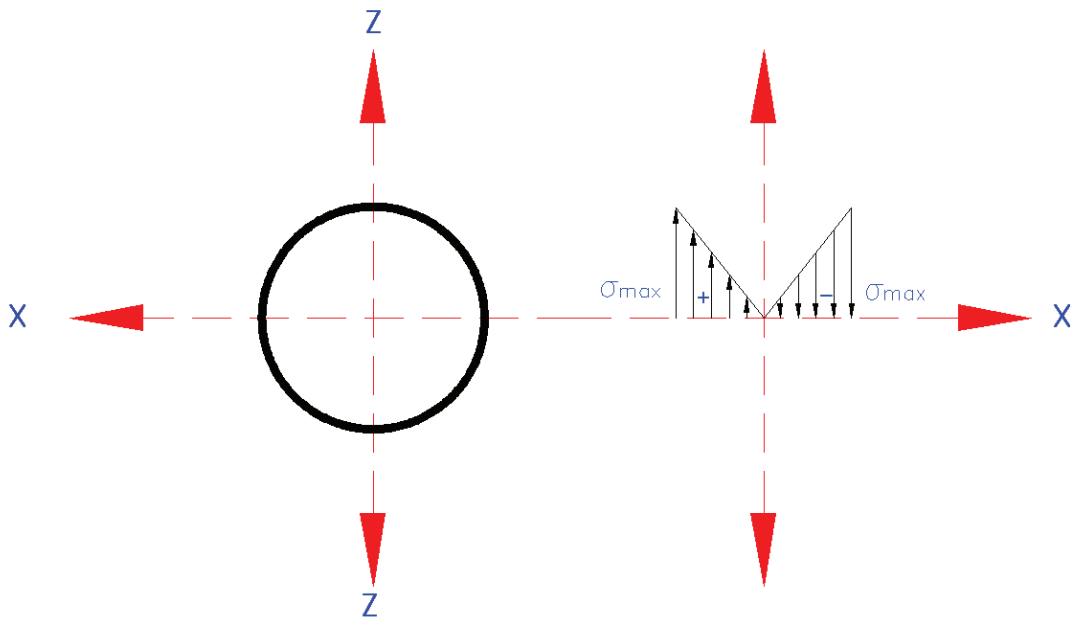



**Figura 3.19** Sección transversal, perfil estructural redondo.

**Tabla 3.7** Especificaciones del perfil

| De [mm] | Di [mm] | e [mm] | I [mm$^4$] | W [mm$^3$] | Sy [kgf/mm$^2$] | P [kg/m] | M [kgf-m] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 114.3 | 112.3 | 2 | 111,23 | 1.94 | 25.36 | 5.67 | 245.83 |

En el anexo A-5, se aprecia las propiedades de los perfiles estructurales de sección redonda, que se encuentran disponibles en el mercado.

Se calcula del momento de inercia con la ecuación Ec. (3.8).

$$I = \frac{1}{64}\left(114.3^4\left[mm^4\right] - 112.3^4\left[mm^4\right]\right)$$

$$I = 181.8\left[mm^4\right]$$

El cálculo del módulo de sección, se obtiene con la ecuación Ec. (3.9).

$$Z = \frac{\pi}{32 * 114.3\left[mm^4\right]}\left(114.3^4\left[mm^4\right] - 112.3^4\left[mm^4\right]\right)$$

$$Z = 9.994{,}6\left[mm^3\right]$$

#### 3.4.3.3 Esfuerzo de flexión máxima

Se calcula con la siguiente ecuación:

$$\sigma_{\max} = \frac{F\left[kgf\right] + W_{colum.}\left[kgf\right]}{\frac{\pi}{4}\left(D^2\left[mm^2\right] - Di^2\left[mm^2\right]\right)} + \frac{M\max\left[kgf - mm\right] * C}{Ix\left[mm^3\right]} \qquad \text{Ec.(3.10)}$$

**Datos:**

D= Diámetro externo, [mm]

$D_i$ = Diámetro interno, [mm]

I = Momento de inercia, [$mm^4$

C= Distancia desde el eje y a la fibra externa, [mm]

W= Peso [kgf]

Entonces, se remplaza en la Ec (3.10) se obtiene:

$$\sigma_{\max} = \frac{171.98\left[kgf\right] + 5.67\left[kgf\right]}{\frac{\pi}{4}\left(114.3^2\left[mm^2\right] - 112.3^2\left[mm^2\right]\right)} + \frac{245.72\left[kgf - mm\right]}{9994.6\left[mm^3\right]}$$

$$\sigma_{\max} = 12.37\left[\frac{kgf}{mm^2}\right]$$

#### 3.4.3.4 Factor de seguridad

Se calcula con la siguiente ecuación (3.7):

$$n = \frac{25.36\left[\frac{kgf}{mm^2}\right]}{12.37\left[\frac{kgf}{mm^2}\right]}$$

$$n = 2.1$$

**Tabla 3.8** Selección del perfil estructural redondo adecuado

| De [mm] | e [mm] | P [kg/m] | I [mm$^4$] | Z [mm$^3$] | $\sigma$ [kgf/mm$^2$] | n |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 114.3 | 2.0 | 5.67 | 181.8 | 9994,6 | 12.37 | 2.1 |
| 114.3 | 3.0 | 7.23 | 121.8 | 1012,5 | 10.46 | 3.2 |
| 114.3 | 4.0 | 7.23 | 132.1 | 1112,5 | 9.46 | 4.5 |

De acuerdo a los cálculos iterativos realizados, como muestra la tabla 3.8, se ha seleccionado un perfil de sección circular de un diámetro exterior de 101.6 mm (4 in), y espesor de 2 mm.

## 3.5 DISEÑO DE LA ELEMENTO COMPLEMENTARIOS

### 3.5.1 DISEÑO DEL EJE

Para el diseño del eje, se considera que se encuentra acoplado a rodamientos en cada lado, los mismos que absorben la fuerza radial. Ver figura (3.20). Para el diseño del eje motriz, se aplica la ecuación (3.10)

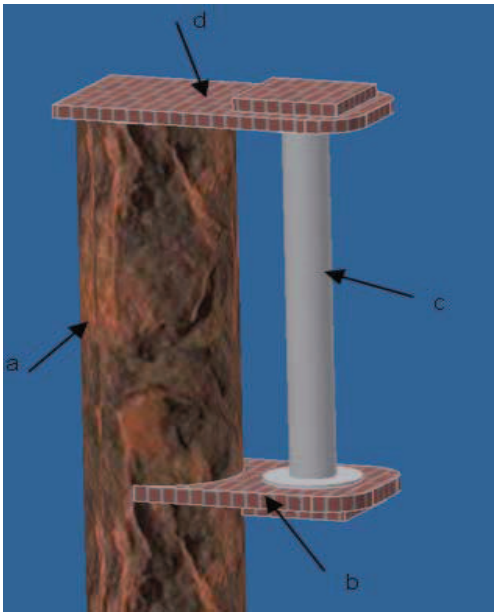



**Figura 3.20** a) Columna, b) Placa articulación, c) Eje, d) Placa soporte (articulación)

**Datos:**

Las propiedades mecánicas del acero SAE 1018, son las siguientes:

Sut. = 59.780 [kgf/mm²]

Sy. = 30.380 [kgf/mm²]

M = 12880 [kgf-mm]

El material que se ha seleccionado para los ejes, es un acero de transmisión SAE 1018, el mismo que tiene aplicaciones en tuercas, pernos, piezas de máquinas pequeñas, eje para motores y transmisión de potencia, etc.; además por sus propiedades mecánicas, bajo costo es el más adecuado. Con las características mostradas en la figura 3.21 y tabla 3.9

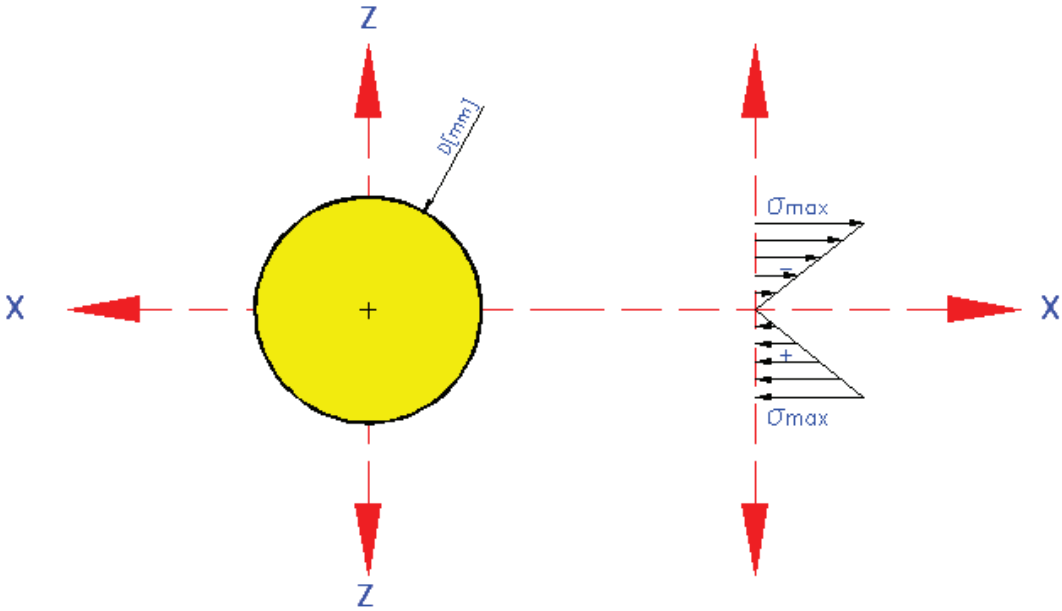



**Figura 3.21** Sección transversal, perfil redondo macizó.

**Tabla 3.9** Especificaciones del perfil redondo

| De [mm] | I [mm$^4$] | W [mm$^3$] | Sy [kgf/mm$^2$] | C [mm] | P [kg/m] | M [kgf-m] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 32 | 51500 | 3220 | 30.380 | 26 | 6.31 | 12.82 |

En el anexo A-6, se aprecia las propiedades del tubo redondo, que se encuentran disponible en el mercado.

### 3.5.2 EL ESFUERZO DE LA SECCION EN LOS PUNTOS CRITICO.

$$\sigma = \frac{M[kgf - mm] * c[mm]}{I[mm^4]}$$ Ec(3.11) [26]

**Donde:**

M= Momento [kgf-mm]

C= Distancia desde el eje y a la fibra externa [mm]

I= Momento de Inercia de la sección [$mm^4$]

Por tanto el esfuerzo se calcula con la ecuación (3.11)

$$\sigma = 6.478\left[\frac{kgf}{mm^2}\right]$$

El factor de seguridad con la ecuación (4.7)

$$n = \frac{30.380\left[\frac{kgf}{mm^2}\right]}{6.478\left[\frac{kgf}{mm^2}\right]}$$

$$n = 4.68$$

### 3.5.3 EL DIAMETRO MINIMO DEL EJE.

Se parte del diseño del eje, el cálculo del diámetro mínimo del mismo. Para luego aplicar el diseño por fatiga.

$$d_{\min} = [\frac{32n}{\pi * Sy}(M^2 + T^2)^{1/2}]^{1/3}$$ Ec.(3.12)

**Donde**

n=Factor de seguridad

---

[26] SHIGLEY, Manual de diseño Mecánico, McGraw-Hill, 4ta. Ed., México, 1989, p 73.

M=Momento flector 12880[kgf-mm]

T =Momento torsor 1332[kgf-mm]

Sy=Resistencia de fluencia [kgf/mm²]

Al sustituir los valores en la ecuación (3.12) se obtiene:

$$d_{\min} = 30mm$$

### 3.5.4 ANALISIS DEL ESFUERZO CORTE

Considerando la ecuación de fatiga de materiales se tiene:

$$\tau_{\max} = \frac{V_{\max}}{A}$$
$$\tau_{\max} = \frac{V_{\max} * 4}{\pi d^2} \qquad \text{Ec.(3.13)}$$

**Donde**

A= Área [mm²]

$\tau$ = Esfuerzo Cortante [kgf/mm²]

$V_{max}$=Fuerza compresión 693.51 [kgf]

Se calcula el esfuerzo cortante máximo, al sustituir los valores en la ecuación (3.13) se obtiene:

$$\tau_{\max} = 82.217\left[\frac{kgf}{mm^2}\right]$$

#### 3.5.4.1 Análisis del factor de seguridad

$$\tau = \frac{S_{sy}}{n} \qquad \text{Ec.(3.14)}$$

$$S_{sy} = 0.57 S_y$$

$$S_{sy} = 182.2 \left[ \frac{kgf}{mm^2} \right]$$

Se remplaza en la ecuación (3.14), se obtiene un factor de seguridad.

$$n = 2.2$$

El valor obtenido del factor de seguridad, garantiza que el eje de transmisión no falle por corte.

## 3.6 DISEÑO DE PLACA SOPORTE

El diseño de este elemento, es muy importante debido a que, provee de empotramiento al eje. En la figura 3.22, se muestra la disposición de la placa.

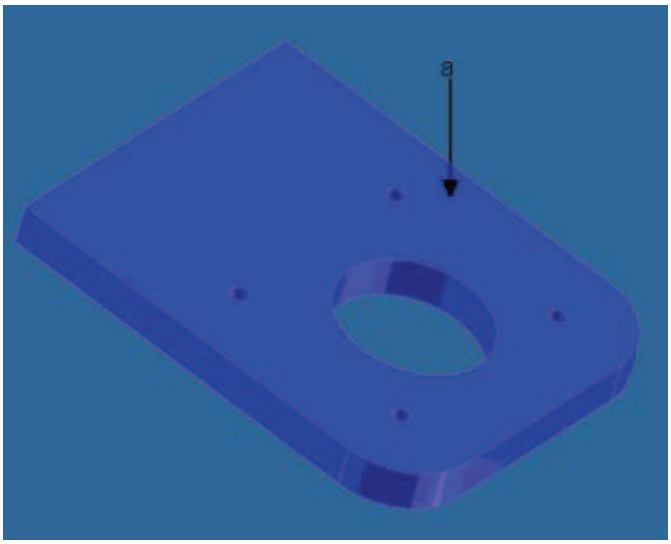



**Figura 3.22** Placa soporte.

### 3.6.1 DETERMINACION DE CARGAS EN LA PLACA.

Se aplica las ecuaciones de equilibrio en las figuras 3.23 y se halla las incógnitas.

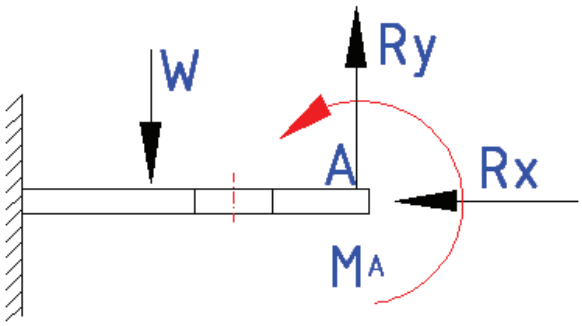



**Figura 3.23** a) Fuerza que actúan en la placa

Se realiza la sumatoria de fuerzas en los planos, para obtener las reacciones en cada uno de los apoyos.

$$\sum Fy = 0$$

$$R_y = W$$

$$R_y = 18.26[kgf]$$

Se realiza la sumatoria de Momentos en el plano.

$$\sum M_A = 0$$

$$M_A = W * D / 2$$

$$M_A = 2270[kgf - mm]$$

### 3.6.2 ANALISIS Y SECCION DE PRUEBA POR ESFUERZO MAXIMO

El análisis de estos parámetros, permite establecer el esfuerzo máximo, y un factor de seguridad. Se utiliza la Ecuación (3.15), se tiene el valor del esfuerzo.

$$I = \frac{b * t^3}{12} \qquad \text{Ec.(3.15)}$$

**Donde:**

I= Momento de Inercia [$mm^4$]

b= distancia 238 [mm]

t=espesor12 [mm]

Por tanto el Momento de Inercia se calcula con la ecuación (3.15)

$$I = 845\left[mm^4\right]$$

El esfuerzo máximo, se calcula con la ecuación (3.11)

$$\sigma = 161.72\left[\frac{kgf}{mm^2}\right]$$

El factor de seguridad, se calcula con la ecuación (3.7) con Sy =25.36 (kgf/mm²)

$$n = 15.68$$

### 3.6.3 ANALISIS DE LA PLACA POR ESFUERZO DE TRACCION

Se realiza un análisis de la placa a tracción, con una reacción 692.27 (kgf) como se observa en la figura (3.23).

$$\sigma_T = \frac{Rx}{A_1}$$

Ec.(3.16)

$$A_1 = 2 * t * b$$

**Donde**

$R_x$ = Reacción de eje x

$A_1$ =Área total

b= base 48(mm)

Se calcula con la ecuación (3.16), el esfuerzo a tracción.

$$\sigma_T = 13.622\frac{kgf}{mm^2} << 25.36\frac{kgf}{mm^2}$$

$$\therefore No \quad falla \quad por \quad tracción$$

### 3.6.4 ANALISIS DEL ESFUERZO CORTE

Se analiza la placa a corte, con la ecuación (3.17).

$$\tau = \frac{F}{A_T} \qquad \text{Ec(3.17)}$$

**Donde**

A =t* $\ell_{min}$ [mm²]

$\ell_{min}$ =longitud mínima [mm]

$A_T$ =2*A

Se remplaza en la ecuación (3.17), y se obtiene.

$$\tau = \frac{18.266}{\ell_{min}}\left[kgf / mm^2\right]$$

$$\tau \leq [\tau]$$

Se remplaza en la ecuación (3.14), con un factor de seguridad de n = 3 y se obtiene.

$$[\tau] = 507.2\left[kgf / mm^2\right]$$

$$\therefore 507.2\left[\frac{kgf}{mm^2}\right] \leq \frac{18.266}{\ell \min}\left[\frac{kgf}{mm^2}\right]$$

$$\ell \min \geq 162.0[mm]$$

Se puede observar, que los cálculos realizados anteriormente para la placa porta ejes, quedan con los espesores de 11mm y una longitud mayor de 162.0mm.

## 3.7 DISEÑO DE LOS PERNOS DE ANCLAJE

Para el diseño de los pernos de anclaje, se considera el caso crítico con lo cual son elementos sometidos a tracción; por lo tanto se debe averiguar el diámetro del perno, como se muestra en la figura 3.24.

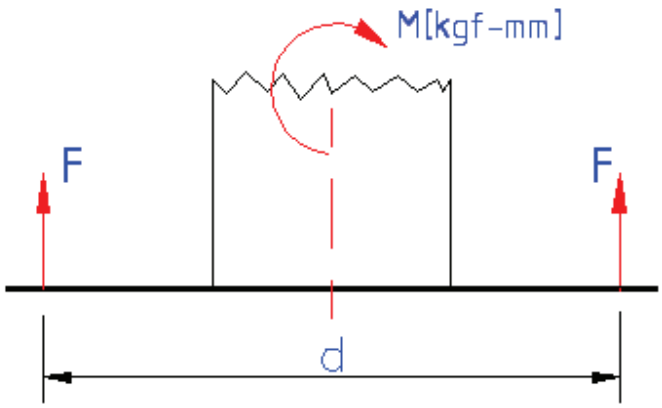



**Figura 3.24** a) Diagrama de disposición de cargas, pernos de anclaje

Se realiza, una sumatoria de momentos alrededor de la carga F, que es la resultante de las cargas de apoyo.

$$M = F * d \qquad \text{Ec(3.18)}$$

**Donde**

P= fuerza correspondiente a los pernos

d= distancia entre pernos

### 3.7.1 CALCULO DEL ESFUERZO DE TRACCION SOBRE EL PERNO

$$\sigma t = \frac{F}{Area.de.pernos} \leq Ft = \frac{Fy}{Fs}$$

Ec.(3.19)

$$\sigma t = \frac{4 * F}{\pi * Dp^2} \leq Ft = \frac{Fy}{Fs}$$

Se remplaza la ecuación (3.18) en la ecuación (3.19), se obtiene.

$$\sigma t = \frac{F}{Area.de.pernos} \leq Ft = \frac{Fy}{Fs}$$

$$\sigma t = \frac{4 * M}{\pi * d * Dp^2} \leq Ft = \frac{Fy}{Fs}$$ Ec.(3.20)[27]

**Donde**

$\sigma t$ =esfuerzo de tracción sobre el perno

Dp= diámetro del perno $Dp = \sqrt{\frac{4A_{perno}}{\pi}}$ .

M= Momento 245.72 [kgf-m]

Fs= factor de seguridad 2

$F_y$=36kpsi

Despejando de la ecuación (3.20), se obtiene:

$$d \geq \frac{M * 4 * Fs}{\pi * Dp^2 * Fy}$$

$$DP \geq \frac{1508}{Dp^2}$$ Ec.(3.21)

Se desea que los pernos, no tengan un diámetro mayor a 3/4in (19mm). Reemplazando en 3.21, se obtiene.

[27] Load Resistance Factor Design, Manual of steel construction, 2ta. Ed., 1994, p (6-30).

$$DP \geq \frac{150.8}{0.75^2}$$

$$DP \geq 300mm \cong 12in$$

Así, se determina la distancia entre pernos.

### 3.7.2 CALCULO DE LA CARGA DE TENSION ADMISIBLE DEL PERNO

$$T = Ag * Ft \qquad \text{Ec.(3.22)}$$

**Donde**

Ag = área del perno

Ft = esfuerzo permisible de tensión; Ft= 0.33*Fu (Fu =58 klbf=26.31kgf, para acero A36).

Remplazando, en la ecuación (3.22), se obtiene.

$$T = \frac{\pi}{4} * Dp^2 * 0.33 * Fu$$

$$T = \frac{\pi}{4} * 19^2 * 0.33 * 26.31$$

$$T = 24.61[kgf].$$

### 3.7.3 CALCULO DE LA LONGITUD DEL PERNO

Determinando la longitud de gancho requerida (Lh),

$$Lh = \frac{\frac{T}{2}}{\frac{0.7 * f'c * d}{1.7}}$$ Ec(3.23) [28]

**Donde**

$f'c$ = resistencia de compresión del hormigón, para hormigón estructural: $f'c$ =3kpsi.

$d$ = diámetro del perno de anclaje, d=19mm (3/4in)

Se remplaza en la ecuación 3.23, se obtiene la longitud del gancho.

$$Lh = \frac{\frac{24.61}{2}}{\frac{0.7*3*0.19}{1.7}} = 23.37[mm]$$

La AISC recomienda, que para acero A36 la longitud mínima de perno en concreto (h) debe ser:

$$h = 12 * d$$

$$h = 228[mm]$$

La AISC recomienda que para acero A-36, la distancia mínima del límite del concreto al perno (E), sea de:

$$5 * d \geq 4[in]$$

Se remplaza, se obtiene

[28] Load Resistance Factor Design, Manual of steel construction, 2ta. Ed., 1994, p (18-25).

$6[in] \geq 4[in]$

$152.4[mm] \geq 101.6[mm]$

Se presenta en el Anexo 7 pernos de anclaje tipo J. Un prototipo de perno de anclaje, se puede observar en la figura 3.25

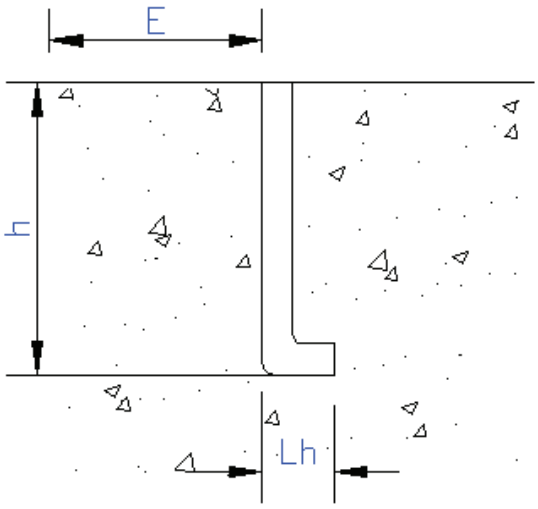



**Figura 3.25 a)** Esquema de los Pernos de Anclaje

## 3.8 DISEÑO DE PLACA BASE.

Se considera, que la placa actúa sin cartelas de base, para obtener el espesor máximo de placa base a utilizar. La placa base está sometida a una carga axial y un momento, por tanto se debe diseñar, tomando estas dos consideraciones. En la figura (3.26) se ve las cargas de la placa base.

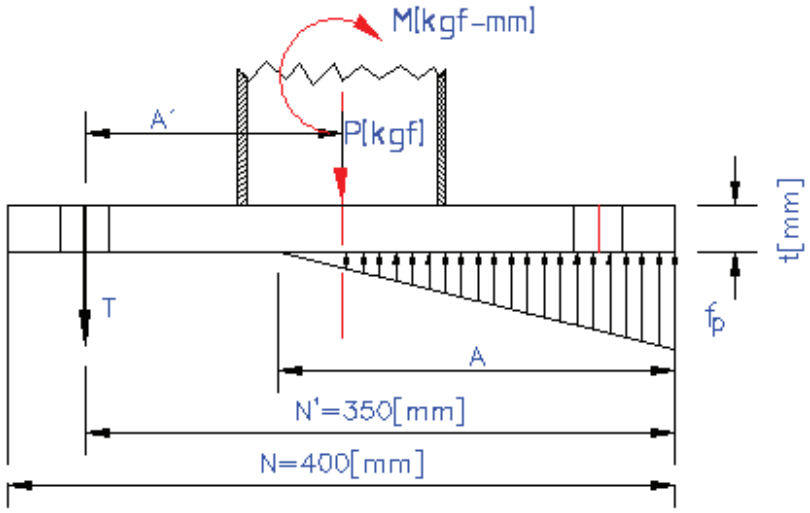



**Figura 3.26 a)** Diagrama de cargas en la placa base.

**Donde**

M=Momento 245.72[kgf-m]

P =Fuerza 171.98[kgf]

### 3.8.1 EL ESFUERZO ADMISIBLE EN EL HORMIGON

$$Fp = 0.85\phi_c fc' \sqrt{\left(\frac{A_2}{A_1}\right)} \leq 1.7\phi_c fc'$$ Ec.(3.24) [29]

**Donde**

$\phi_c$ = factor de resistencia para comprensión axial ( 0.6 )

[29] Load Resistance Factor Design, Manual of steel construction, 2ta. Ed., 1994, p (6-30).

$f_c'$ = resistencia mínima de comprensión del hormigón (3ksi = 20.17MPa

$\frac{A_2}{A_1}$ = relación de áreas concreto placa.

$F_p$ = esfuerzo admisible

Se asume que, el área del concreto sobre el área de la placa base, tiene un (4 mm²), por lo que se remplaza en al ecuación (3.24), se tiene un esfuerzo admisible.

$$Fp = 3.06ksi = 21.42[MPa]$$

Debido a que la distancia mínima entre pernos, ya fue obtenida, es de 300mm, se asume que la longitud total de la placa, es de 400mm con una distancia de 50mm entre pernos y el límite de la placa.

### 3.8.2 CALCULO DE LA EXCENTRICIDAD DE CARGAS

$$e = \frac{M[\text{kgf - m}]}{P[\text{kgf}]} \qquad \text{Ec(3.25)}$$

**Donde:**

e=excentricidad de carga

Se remplaza en la ecuación (3.25), se obtiene la excentricidad

$$e = \frac{245.72kgf - m}{171.98kgf}$$

$$e = 1428.7mm$$

La excentricidad, es mucho mayor que la placa base, por lo que son muy necesarios lo pernos de anclaje.

$$f' = \frac{Fp * B * N'}{2} \qquad \text{Ec.(3.26)}$$

**Donde:**

B=longitud de la placa

N´=longitud perno – placa

Donde se remplaza la ecuación (3.26), se obtiene.

$$f' = \frac{21.56 * 35 * 40}{2}$$
$$f' = 15092[kgf]$$

### 3.8.3 CALCULO DE LA DISTANCIA DE RODADURA

$$A = \frac{f' \pm \sqrt{\left[f'^2 - 4\left(\frac{fpB}{6}\right)\left(PA' + M\right)\right]}}{\frac{fpB}{3}} \qquad \text{Ec.(3.27)}$$

**Donde:**

$A'$ = distancia entre el eje del tubo y el eje del perno

Se remplaza en la ecuación (3.27).

$$A = 3.25\ mm$$

### 3.8.4 CALCULO DE FUERZA RESULTANTE EN EL PERNO.

$$T = \frac{Fp * A * B}{2} - P \qquad \text{Ec(3.28)}$$

Se aplica la ecuación 3.28, se obtiene la fuerza resultante.

$$T = \frac{21.56 * 3.25 * 40}{2} - 171.98$$

$$T = 878.44[kgf]$$

### 3.8.5 CALCULO DE MOMENTO EN LA SECCION CRITICA

El momento en la sección crítica, que es desde el fin de la placa hasta la mitad de la pared del tubo, se obtiene de la siguiente forma:

$$Mpl = \frac{878.44 * (5 - 0.33)}{2 * (5 - 0.33)}$$

$$Mpl = 42.122[kgf - mm]$$

### 3.8.6 CALCULO DEL ESPESOR DE LA PLACA BASE

El espesor de la placa base, se calcula con la siguiente forma:

$$tp = \sqrt{\frac{6 * Mpl}{0.75 * Fy}} \qquad \text{Ec (3.29)}$$

**Donde:**

$M_{pl}$=momento de la sección critica

Se remplaza en la ecuación 3.29

$$tp = \sqrt{\frac{6*42.12}{0.75*36}}$$

$$tp = 12[mm]$$

Realizado los cálculos para determinar el espesor de la placa, se coloca una placa de 12mm espesor, que es de fácil disposición en el mercado.

## 3.9 SECCION DE CARTELAS EN LA BASE

Para la base de un soporte con carga concentrada y descentrada, se puede tomar el esfuerzo que tienen que resistir los anclajes, se calcula como si fuera una viga en voladizo con carga concentrada en el extremo.

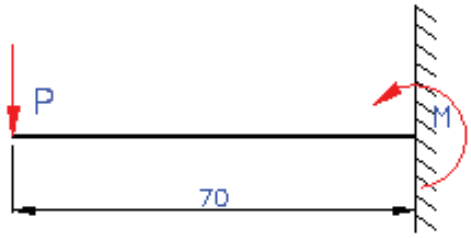



**Figura 3.27** a) Diagrama de la cartela en la base.

Se calcula el momento flector

$$Mf = 171.98 * 70 = 12030[kgf - mm]$$

### 3.9.1 CALCULO DEL MOMENTO RESISTENTE

Momento resistente Sxx, que deben soportar las cartelas, ignorando la resistencia de la placa base:

$$Sxx = \frac{Mf}{Tadm}$$

Ec(3.30) [30]

$$Sxx = \frac{Mf}{\frac{Fy}{Fs}}$$

Se remplaza en la (3.30) se obtiene:

$$Sxx = 668.3[mm^2]$$

Este momento resistente Sxx, es el que se debe procurar que tengan las cartelas.

Se decide poner cartelas adelante y detrás de la columna, para reducir la altura de las cartelas.

Con una altura de cartelas de 150mm y un espesor de 12.7mm, se tiene que el módulo resistente de las cartelas, es:

$$Sxx = 2cartelas * \frac{b * h^2}{6} \geq 668.3[mm^3]$$

$$Sxx = 2 * \frac{12.7 * 150^2}{6} \geq 668.3[mm^3]$$

$$Sxx = 952.5[mm^3] \geq 668.3[mm^3]$$

Para evitar una falla por corte, en donde el momento es cero, pero el cortante no lo es, el fin de la cartela, no puede tener sección cero, por lo que se calcula la sección mínima por corte.

[30] EMILIO LARRODE; ANTONIO MIRAVETE, Grúas : EDITAR: Reverte – Zaragoza-España: 1996: Pág. 250 –325.

$$\sigma c = \frac{F}{A} \leq [\sigma c] = \frac{Fy}{Fs}$$

$$\sigma c = \frac{171.98[kgf]}{t * h} \leq [\sigma c] = \frac{36}{2.2}$$

$$h = \frac{171.98 * 2.2}{0.5 * 36} = 21[mm]$$

### 3.9.2 LA TENSION DE CORTE

$$Tcor = \frac{P}{Sección.de.acartelamiento} \leq Tadm$$

$$Tcor = 1.4[ksi] \leq Tadm$$

### 3.9.3 LA TENSION ADMISIBLE

Considerando, que la soldadura se realiza con electrodo E7018, el cual tiene un SUT =70ksi, y el factor de seguridad para corte es Fsc=2.2, se tiene.

$$Tadm = \frac{Syc}{Fsc}$$

$$Tadm = \frac{0.6 * Syt}{Fsc}$$

$$Tadm = 13.32[ksi]$$

Por lo tanto:

$$mTcor = 1.4[ksi] \leq 13.32[ksi]$$

Con lo que se comprueba, que la cartela cumple. Tiene un espesor de 12.7mm y una altura de 150mm y una longitud de 70 mm. Pero, considerando que en la parte

superior de la cartela donde termina en punta; también puede existir corte, se decide construir una cartela de 12.7mm, de la siguiente geometría. Esta nueva geometría garantiza, que la cartela no sufrir corte en la parte superior, además se le ha agregado una pulgada más de largo, para evitar fallos en la placa base. Ver en la figura 3.28

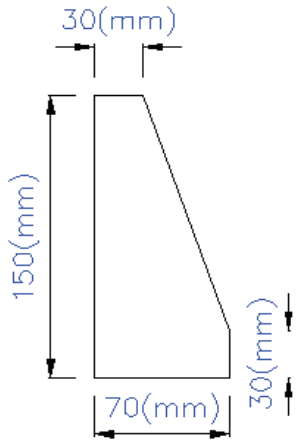



**Figura 3.28** Medidas de la cartela de la base para evitar que exista corte

## 3.10 DISEÑO DEL SOPORTE DE SUJECION

La grúa giratoria está conformando por un soporte, que acopla al arnés con el polipasto. Este soporte tiene un gancho, el cual permite maniobrar el arnés con el soporte, como se puede ver en la figura 3.29.

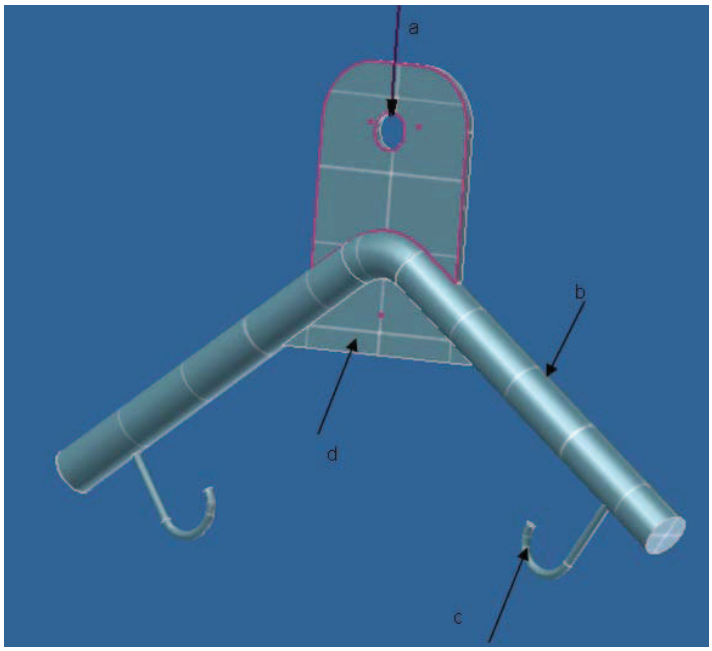



**Figura 3.29** a) Placa b) Tubo del soporte c) gancho del soporte d) Cartela

### 3.10.1 DISEÑO DEL GANCHO DEL SOPORTE

En la figura 3.30 se ve el gancho del soporte, el cual va soldado al soporte y acoplado al arnés.

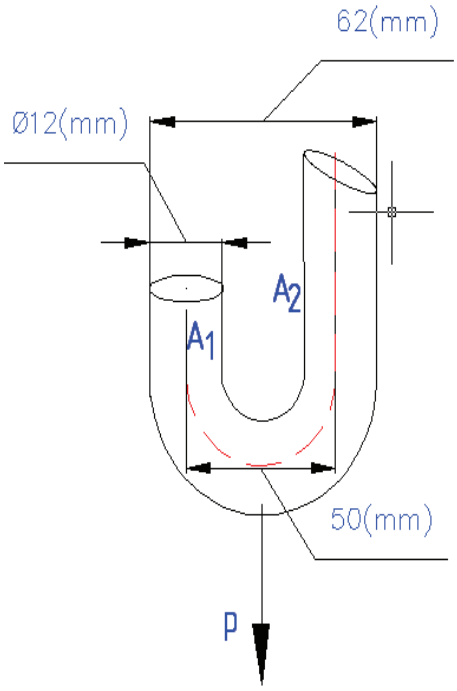



**Figura 3.30** a) Gancho del soporte

### 3.10.1.1 Cálculo de esfuerzo de tracción

Para la determinación del esfuerzo de tracción, se utiliza la siguiente formula.

$$\sigma_T = \frac{P}{A} \qquad \text{Ec(3.31)}$$

**Donde**

P=Carga viva 37.5kgf

A=Área de la sección

Esfuerzo debido a la tracción producida por la carga viva se obtiene de la ecuación (3.31).

$$\sigma_T = \frac{37.5[kgf]}{\frac{\pi(12)^2}{4}[mm^2]} = 7.49\left[\frac{kgf}{mm^2}\right]$$

#### 3.10.1.2 Cálculo de esfuerzo de flexión

$$M\max = d_1 mm * .P/2[kgf]$$

**Donde:**

$d_1$=distancia entre centros

Se obtiene:

$$M\max = 10.55[kgf - mm]$$

#### 3.10.1.3 Posición del eje neutral

$$r = \frac{d^2}{4\left(2 * R_o - \sqrt{4 * R_o{}^2 - d^2}\right)}$$

Ec(3.32)

**Donde**

d=diámetro (mm)

Se remplaza en la ecuación 3.32, se obtiene

$$r = 29.85[mm]$$

#### 3.10.1.4 Cálculo del esfuerzo en relación a área

$$\sigma = \frac{M * z}{S_y * d_2} \qquad \text{Ec(3.33)}$$

**Donde**

z=Modulo de la sección

$d_2$=longitud de área (mm)

Se obtiene el esfuerzo con la ecuación (3.33) con relación a A1

$$\sigma_{A1} = \frac{10.55[kgf - mm]*(6-0.14)}{\frac{\pi}{4}12^2 * 24}$$

$$\sigma_{A1} = 0.23[kgf]$$

Se obtiene el esfuerzo con la ecuación (3.33) con relación a A2

$$\sigma_{A2} = \frac{10.55[kgf - mm]*(6-0.14)}{\frac{\pi}{4}12^2 * 30}$$

$$\sigma_{A2} = 0.18[kgf]$$

El esfuerzo total, es la sumatoria del esfuerzo a tracción, más el esfuerzo de áreas.

$$\sigma_{AT} = \sigma_{Traccion} + \sigma_{A1-A2}$$

$$\sigma_{AT} = 14.56[kgf / mm^2]$$

Se remplaza en la ecuación (3.7), se obtiene

$$n = \frac{25.36}{14.56}$$

$$n = 1.9 \approx 2$$

## 3.11 DISEÑO DEL TUBO SOPORTE

Para el diseño del soporte, se considera sin rigidizador intermedio, como se presenta en el siguiente esquema. Se ve en la figura 3.31 el tubo soporte.

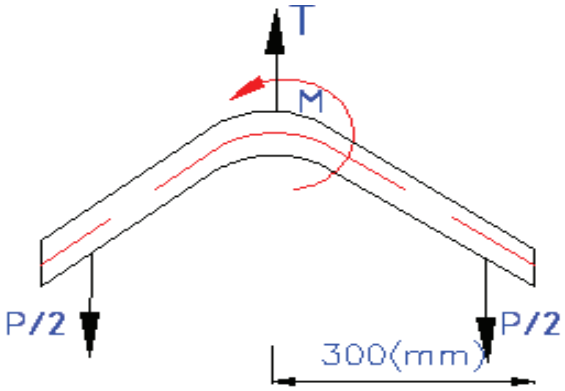



**Figura 3.31** a) Tubo soporte

### 3.11.1 FUERZA CORTANTE

**0 ≤ X ≤ 300 (mm)**

$$\sum Fy = 0$$

$$V = \frac{p}{2}\cos 30^{o}$$
$$V = 32.47[kgf]$$

### 3.11.2 MOMENTO FLECTOR

$$M = p/2 * d$$
$$M = 35.7[kgf] * x$$
$$M = 35.7[kgf] * x. \begin{bmatrix} M = 0[kgf - mm]...x_3 = 0 \\ M = 1071.0[kgf - mm].x3 = 300(mm) \end{bmatrix}$$

### 3.11.3 DIAGRAMAS DE FUERZA CORTANTE Y MOMENTO FLECTOR

#### 3.11.3.1 Diagramas de Fuerza Cortante

En la figura (3.32), (3.33) se ve los diagrama de fuerza cortante, momento flector.

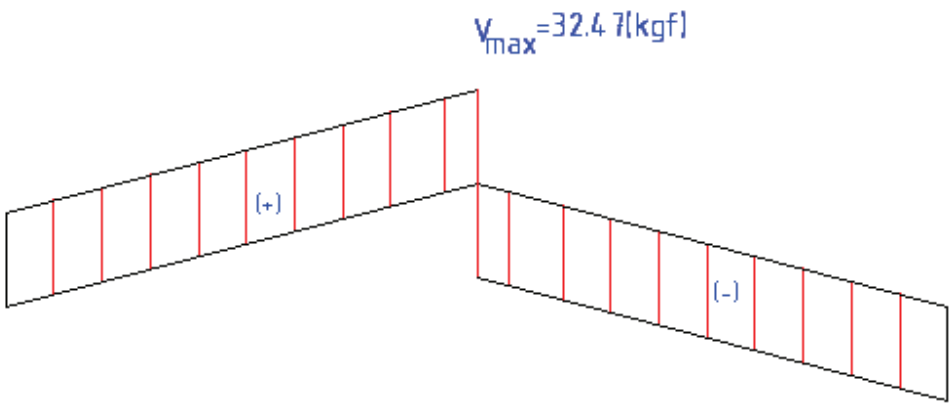



**Figura 3.32** Diagrama de fuerza cortante.

### 3.11.3.2 Diagrama de Momento Flector

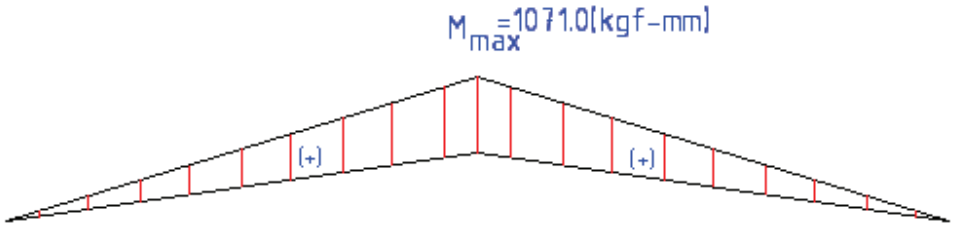



**Figura 3.33** Diagrama de Momento Flector

Se considera un perfil estructural de acero ASTM A-36, con las características mostradas en la tabla 3.10

**Tabla 3.10** Especificaciones del perfil

| D | e | P | I | W |
|---|---|---|---|---|
| [mm] | [mm] | [kg/m] | [$mm^4$] | [$mm^3$] |
| 12.7 | 1,1 | 2.1 | 700 | 110 |

.

En el anexo A-2, se aprecian las propiedades de los perfiles estructurales de sección redonda, que se encuentran disponibles en el mercado.

### 3.11.4 CALCULO EL ESFUERZO DE FLEXION

Se calcula el esfuerzo de flexión con la ecuación 3.6

$$\sigma_{\max} = \frac{1071.0[kgf - mm]}{110[mm^3]}$$

$$\sigma_{\max} = 9.73\left[\frac{kgf}{mm^2}\right]$$

El factor de seguridad se calcula con la ecuación (3.7)

$$n = \frac{25.36\left[\frac{kgf}{mm^2}\right]}{9.73\left[\frac{kgf}{mm^2}\right]}$$

$$n = 2.6$$

**Tabla 3.11** Selección del perfil estructural redonda adecuado

| D | e | SY | P | Mmax | $\sigma$ max | n |
|---|---|---|---|---|---|---|
| [mm] | [mm] | [kgf/mm^2] | [kg/m] | kgf-mm | kgf/mm² | |
| 12.7 | 1,1 | 25.36 | 2.1 | 1071.0 | 9.7 | 2.6 |
| 12.7 | 0.95 | 25.36 | 1.9 | 1071.0 | 8.7 | 3.1 |

De acuerdo a los cálculos iterativos realizados, como muestra la tabla 3.11, se ha seleccionado un perfil de sección circular de un diámetro exterior de 12.7mm, y espesor de 1.1 mm.

## 3.12 DISEÑO DE PLACA – TUBO DE SUJECION

En la figura 3.34 se ve las dimensiones de la placa soporte.

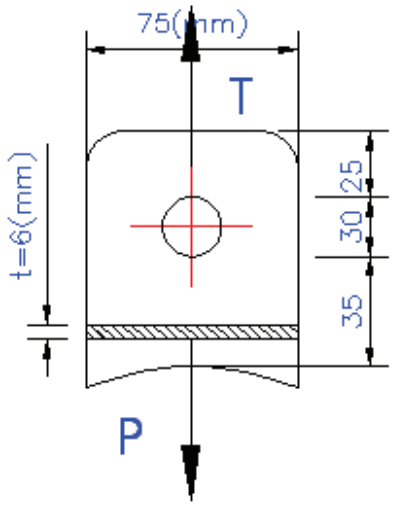



**Figura 3.34** Placa de soporte

Se realiza, la sumatoria de fuerzas en los planos, para obtener las reacciones.

$$\sum Fy = 0$$

$$P = T = 37.5[kgf]$$

### 3.12.1 CALCULO DEL ESFUERZO DE TRACCION

Se realiza un análisis de la palca a tracción con la ecuación (3.6)

$$\sigma_T = 14.7 \frac{kgf}{mm^2}$$

$$\sigma_T = 14.7\frac{kgf}{mm^2} << 25.36\frac{kgf}{mm^2}$$

$$\therefore No \quad falla \quad por \quad tracción$$

### 3.12.2 ANALISIS DEL ESFUERZO CORTE

Se remplaza, en la ecuación (3.17), se obtiene

$$\tau = \frac{37.5}{\ell_{\min}}\left[kgf / mm^2\right]$$

Se remplaza en la ecuación 3.14 con un factor de seguridad n= 2

$$\ell \min \geq 90.0[mm]$$

Se puede observar, con los cálculos realizados anteriormente para la placa queda con los espesores de 6mm y una longitud mayor de 90.0mm.

## 3.13 DISEÑO DE SOLDADURA.

El análisis para el diseño de las soldaduras, se realiza en base al diseño estático. En el anexo A-8 a), se tienen las propiedades de los cordones de soldaduras de filete sometidas a flexión.

### 3.13.1 AREA DE LA GARGANTA DE LA SOLDADURA

$$A = 1.414 * \pi * h * r$$

Ec(3.34)

**Donde:**

$h =$ Altura de la sección soldada.

$r =$ Radio

A=Área de la garganta de la soldadura, [mm]

### 3.13.2 FUERZA CORTANTE PRIMARIO

$$\tau_1 = \frac{V[kgf]}{A[mm^2]} \qquad \text{Ec.(3.35)}$$

**Donde:**

A=Área total de la garganta de la soldadura, [$mm^2$]

V=Fuerza cortante, [kgf]

### 3.13.3 MOMENTO DE INERCIA UNITARIO

$$J_u = 2 * \pi * r^3 \qquad \text{Ec.(3.36)}$$

**Donde:**

$J_u$=Momento de inercia unitario, [$mm^3$]

r=Radio interno, [$mm^3$]

### 3.13.4 MOMENTO DE INERCIA EN LA GARGANTA DE LA SOLDADURA.

$$I = 0.070 * h[mm] * J_u[mm^3] \qquad \text{Ec.(3.37)}$$

**Donde:**

h=Tamaño de la junta, [mm]

$J_u$=Momento de inercia unitario, [$mm^3$]

### 3.13.5 EL MOMENTO FLECTOR,

El momento flector produce un esfuerzo normal por flexión en las juntas.

$$\sigma_{xx} = \frac{F[kgf]}{A[mm^2]} + \frac{M[kgf - mm] * c[mm]}{I[mm^4]} \qquad \text{Ec.(3.38)}$$

### 3.13.6 CIRCULO DE MOHR

Por medio del círculo de Mohr se obtiene el esfuerzo cortante máximo

$$\tau_{\max} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_{xx}}{2}\right)^2 \left[\frac{kgf}{mm^2}\right]^2 + \tau^2{}_{xy} \left[\frac{kgf}{mm^2}\right]^2} \qquad \text{Ec.(3.39)}$$

**Donde:**

$\tau_{\max}$ =Esfuerzo corte máximo [kgf/mm²]

$\sigma_{xx}$ = Esfuerzo normal de flexión [kgf/mm²]

$\tau_{xy}$ = Esfuerzo corte primario [kgf/mm²]

Con la teoría de falla del esfuerzo cortante máximo, se calcula el factor de seguridad con la siguiente relación

$$n = \frac{S_{sy}\left[\frac{kgf}{mm^2}\right]}{\tau_{xy}\left[\frac{kgf}{mm^2}\right]} \qquad \text{Ec.(3.40)}$$

Entonces, se tiene:

$$n = \frac{0.5 * S_y}{\tau_{xy}}$$

**Donde**

$S_{sy}$ =Esfuerzo de fluencia al corte [kgf/mm²]

En el Anexo A-8 b), se tienen las propiedades mínimas del metal de soldadura.

### 3.13.7 SOLDADURA ENTRE PLACA BASE Y COLUMNA.

La sección del cordón de soldadura de filete, que se utiliza, se muestra en la figura 3.35

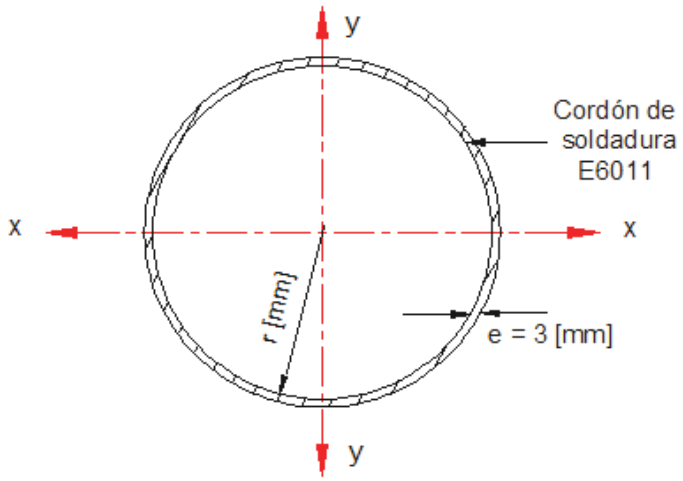



**Figura 3.35** Sección del cordón de soldadura de filete, columna y placa base.

La columna se une a la placa base por medio de cordones de soldadura, y de esta manera se transmiten los esfuerzos.

Con el momento flector, se puede obtener una fuerza equivalente $F_{equivalente}$=M/h=106.8 [kgf], que realice el mismo efecto que dicho momento; que debe ser aplicada como se observa en la figura (3.17).

Con la ecuación Ec. (3.34), se obtiene el área total de la garganta de soldadura:

$$A = 1.414 * \pi * 4(mm) * 57(mm)$$

$$A = 1012.8(mm^2)$$

Con la ecuación Ec. (3.35), se obtiene el esfuerzo cortante máximo:

$$\tau_1 = \frac{106.8[kgf]}{1012.8[mm^2]}$$

$$\tau_1 = 0.105\left[\frac{kgf}{mm^2}\right]$$

Con la ecuación Ec. (3.36) se determina el momento de inercia unitario:

$$J_u = 2 * \pi * 57^3$$

$$J_u = 581506.02\left[mm^3\right]$$

Con la ecuación Ec. (3.37), se calcula el momento de inercia basado en la garganta de la soldadura:

$$I = 0.070 * 4[mm] * 581506.02[mm^3]$$

$$I = 162821.68\left[mm^4\right]$$

El momento flector, produce un esfuerzo normal por flexión en las juntas, con la ecuación Ec. (3.38), se obtiene:

$$\sigma_{xx} = \frac{106.8\left[kgf\right]}{1012.8\left[mm^2\right]} + \frac{245720.0\left[kgf - mm\right] * 57\left[mm\right]}{162821.68\left[mm^4\right]}$$

$$\sigma_{xx} = 86.126\left[\frac{kgf}{mm^2}\right]$$

Una vez que se obtuvo las componentes de esfuerzo $\sigma_{xx}$ y $\tau_1$, para la soldadura sometida a flexión, se puede combinarlas, utilizando un diagrama de círculo de Mohr para evaluar los esfuerzos principales.

Por medio del círculo de Mohr, se obtiene el esfuerzo cortante máximo. Con la ecuación Ec. (3.39), se determina:

$$\tau_{\max} = \sqrt{\left(\frac{86.12}{2}\right)^2 \left[\frac{kgf}{mm^2}\right]^2 + 0.105^2 \left[\frac{kgf}{mm^2}\right]^2}$$

$$\tau_{\max} = 4.306\left[\frac{kgf}{mm^2}\right]$$

Se considera un electrodo E6011, cuyo esfuerzo de fluencia es 35,22 [kgf/mm²], y con la ecuación Ec. (3.40) se obtiene el siguiente factor de seguridad

$$n = \frac{0.5*35.22\left[\frac{kgf}{mm^2}\right]}{4.306\left[\frac{kgf}{mm^2}\right]}$$

$$n = 4.08$$

### 3.13.8 SOLDADURA DE LOS BRAZOS

Se muestra en la figura (3.21), la aplicación de las cargas, se considera este análisis, por ser el más crítico debido a que, se encuentra sometido a esfuerzos combinados de flexión y torsión.

La sección del cordón de soldadura de filete, que se utiliza, se muestra en la figura 3.34.

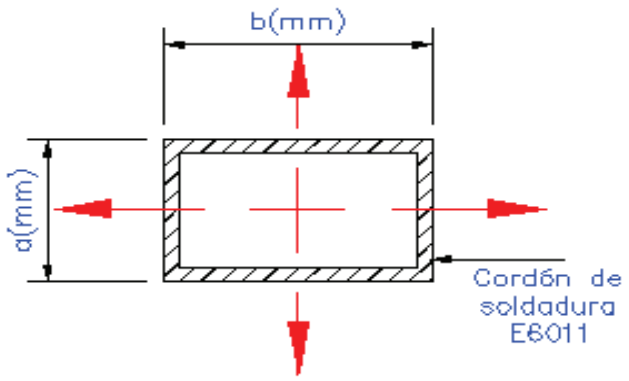



**Figura 3.36** Sección del cordón de soldadura de filete, placa porta eje.

### 3.13.9 AREA DE LA GARGANTA DE LA SOLDADURA

El área de la garganta de la soldadura de filete, sometida a torsión se calcula con la siguiente ecuación:

$$A = 1.414 * \pi * h * (a + b) \qquad \text{Ec(3.41)}$$

**Donde:**

a=Base, [cm]

A=Área de la garganta de la soldadura, [cm]

h=Tamaño de la junta, [cm]

b=Altura, [cm]

### 3.13.10 MOMENTO POLAR DE INERCIA UNITARIO.

El momento polar de inercia unitario se obtiene con la siguiente ecuación

$$J_u = \frac{[b + a]^3}{6} \qquad \text{Ec(3.42)}$$

**Donde:**

$J_u$=Momento polar de inercia unitario, [$cm^3$]

b=Altura, [cm]

a=Base, [cm]

### 3.13.11 MOMENTO POLAR DE INERCIA GARGANTA DE LA SOLDADURA

$$I = 0.070 * h[mm] * J_u[mm^3] \qquad \text{Ec(3.43)}$$

**Donde:**

h=Tamaño de la junta, [cm]

$J_u$=Momento polar de inercia unitario, [$cm^3$]

### 3.13.12 ESFUERZO CORTANTE SECUNDARIO

El esfuerzo cortante secundario, se calcula con la siguiente ecuación:

$$\tau'' = \frac{M_{torsión}[kgf - cm] * r[cm]}{J[cm^4]} \qquad \text{Ec(3.44)}$$

**Donde:**

$M_{torsión}$ =Momento de torsión, [Kgf - cm]

J=Momento polar de inercia, [$cm^4$

r=Distancia entre el centroide del grupo de soldaduras, [cm]

### 3.13.13 ESFUERZO CORTANTE RESULTANTE

El esfuerzo cortante resultante, se obtiene con la siguiente ecuación:

$$\tau = \tau'' \left[\frac{kgf}{cm^2}\right] + \tau' \left[\frac{kgf}{cm^2}\right] \qquad \text{Ec(3.45)}$$

**Donde:**

$\tau''$ =Esfuerzo cortante secundario, [Kgf / $cm^2$]

$\tau'$ =Esfuerzo cortante primario, [Kgf/ $cm^2$]

### 3.13.14 MOMENTO DE INERCIA UNITARIO

$$I_u = \frac{b^2[cm^2]}{6}[3a[cm] + b[cm]] \qquad \text{Ec(3.46)}$$

**Donde:**

$I_u$=Momento de inercia unitario, [$cm^3$]

b=Altura, [cm]

a=Base, [cm]

### 3.13.15 MOMENTO DE INERCIA EN LA GARGANTA DE LA SOLDADURA

$$I = 0.070 * h[mm] * I_u[mm^3] \qquad \text{Ec(3.47)}$$

**Donde:**

h=Tamaño de la junta, [mm]

$I_u$=Momento de inercia unitario, [$mm^3$]

### 3.13.16 EL MOMENTO FLECTOR

El momento flector produce un esfuerzo normal por flexión en las juntas.

$$\sigma_{xx} = \frac{M[kgf - mm] * c[mm]}{I[mm^4]} \qquad \text{Ec(3.48)}$$

**Donde:**

M =Momento de flexión, [Kgf – cm]

I=Momento de inercia, [$mm^3$]

c=Distancia entre el centroide del grupo de soldaduras, [cm]

Para el cálculo de las soldaduras de la placa porta eje y la columna, como se muestra en la figura 3.21, se tiene los siguientes datos:

Momento flector =1288.0 [kgf-cm]

d (altura)=1.27 [cm]

a (base)=11.4 [cm]

El área de la garganta de la soldadura de filete, sometida a torsión se obtiene de la ecuación Ec. (3.41).

$$A = 1.414 * \pi * 0.6 * (11.4 + 1.27)$$

$$A = 33.75[cm]$$

El momento polar de inercia unitario, se calcula con la ecuación Ec. (3.42)

$$J_u = \frac{[1.27 + 11.4]^3}{6}$$

$$J_u = 338.98[cm^3]$$

El momento polar de inercia, basado en la garganta de la soldadura, se obtiene con la ecuación Ec. (3.43).

$$I = 0.070 * 0.6[cm] * 338.98[cm^3]$$

$$I = 14.237[cm^4]$$

El esfuerzo cortante secundario, se calcula con la ecuación Ec. (3.44).

$$\tau'' = \frac{1288.0[kgf - cm] * 6.6[cm]}{14.237[cm^4]}$$

$$\tau'' = 597.09\left[\frac{kgf}{cm^2}\right]$$

Con la ecuación Ec. (3.35), se obtiene el esfuerzo cortante primario:

$$\tau_1 = \frac{106.8[kgf]}{101.28[cm^2]}$$

$$\tau_1 = 1.05\left[\frac{kgf}{cm^2}\right]$$

El esfuerzo cortante resultante, se obtiene con la ecuación Ec. (3.35).

$$\tau = 597.09\left[\frac{kgf}{cm^2}\right] + 1.05'\left[\frac{kgf}{cm^2}\right]$$

$$\tau = 598.14'\left[\frac{kgf}{cm^2}\right]$$

Para flexión de soldaduras de filete, se obtienen el momento de inercia unitario con la ecuación Ec. (3.46).

$$I_u = \frac{1.27^2[cm^2]}{6}[3*11.4[cm]+1.27[cm]]$$

$$I_u = 9.53[cm^3]$$

El momento de inercia basado en la garganta de las soldaduras de filete en flexión, se calcula con la ecuación Ec. (3.47)

$$I = 0.070 * 0.6[cm] * 9.53 \ [cm^3]$$

$$I = 0.40[cm^4]$$

El momento flector, produce un esfuerzo normal por flexión en las juntas, se calcula con la ecuación Ec. (3.48).

$$\sigma_{xx} = \frac{1288.0[kgf - cm] * 6[cm]}{0.4[cm^4]}$$

$$\sigma_{xx} = 19320\left[\frac{kgf}{cm^2}\right]$$

Una vez que se obtienen las componentes de esfuerzo $\sigma_{xx}$, y $\tau$ para la soldadura sometida a flexión y torsión, se puede combinarlas utilizando un diagrama de círculo de Mohr, para evaluar los esfuerzos principales.

Luego, se aplica la teoría del esfuerzo cortante máximo, para determinar la probabilidad de falla.

$$\tau_{\max} = \sqrt{\left(\frac{193.20}{2}\right)^2\left[\frac{kgf}{mm^2}\right]^2 + 5.984^2\left[\frac{kgf}{mm^2}\right]^2}$$

$$\tau_{\max} = 94.78\left[\frac{kgf}{mm^2}\right]$$

Se considera un electrodo E6011, cuyo esfuerzo de fluencia es de 50 Kpsi o 3522,0 [kgf/cm²], y con la ecuación Ec. (3.40) se obtiene el siguiente factor de seguridad.

$$n = \frac{0.5 * 3522\left[\frac{kgf}{cm^2}\right]}{94.78}$$

$$n = 18.5$$

El cálculo del cordón de soldadura sometidos a esfuerzos combinados de flexión y torsión de la placa porta eje, está bien diseñado; por lo que tiene un factor de seguridad alto.

## 3.14 DISEÑO Y SELECCION DE PERNOS.

Son elementos roscados, en los cuales, se muestran las especificaciones en el anexo A-9, se selecciona las propiedades según el grado SAE. Se puede comprobar la resistencia del perno.

### 3.14.1 CALCULO DEL MODULO DE RIGIDEZ DEL PERNO

El módulo de rigidez del perno, se determina con la siguiente expresión

$$k_b = \frac{\pi * d^2\left[pu\lg^2\right] * E[psi]}{4 * l\left[pu\lg^2\right]} \qquad \text{Ec(3.49)}$$

**Donde**

$K_b$=Constante de rigidez del perno,[kgf/pulg]

d=Diámetro nominal del perno [pulg]

E=Modulo de elasticidad del material del perno [psi]

l=longitud de agarre del perno [psi]

### 3.14.2 CALCULO DE LA CONSTANTE DE LAS JUNTAS EMPERNADAS

La constante de rigidez de los elementos o juntas empernadas, se calcula con la siguiente ecuación:

$$k_m = \frac{\pi * d_n^{\,2}\left[pu\lg^2\right] * E\left[psi\right]}{2 * \ln\left[5 * \left(\frac{l\left[pu\lg\right] + 0.5 * d_n\left[pu\lg\right]}{l\left[pu\lg\right] + 2.5 * d_n\left[pu\lg\right]}\right)\right]} \qquad \text{Ec(3.50)}$$

**Donde**

dn=Diámetro nominal del perno,[pulg]

E=Modulo de elasticidad del material del perno [psi]

l=longitud de agarre del perno [psi]

### 3.14.3 CALCULO DE LA CONSTANTE C:

Obtenido $K_b$ y $K_m$, se calcula el valor de la constante ***C,*** por medio de la siguiente ecuación:

$$C = \frac{k_b\left[\frac{lbs}{pu\lg}\right]}{k_b\left[\frac{lbs}{pu\lg}\right] + k_m\left[\frac{lbs}{pu\lg}\right]} \qquad \text{Ec(3.51)}$$

**Donde:**

C=Constante de los módulos de rigidez

$K_b$=Constante de rigidez del perno, [kgf/pulg]

$K_m$=Constante de rigidez de las juntas empernadas,[kgf/pulg]

### 3.14.4 PRECARGA DE PERNOS

El efecto de la precarga, es hacer trabajar las piezas en compresión, para que haya mayor resistencia a la carga de tensión externa, y originar fricción entre ellas; a fin de resistir la carga cortante. La importancia de la precarga en los pernos, no se puede desestimar, una precarga elevada mejora tanto la resistencia de una unión de perno, como el efecto de aseguramiento.

### 3.14.5 CALCULO DE LA CARGA DE PRUEBA

La carga de prueba $F_p$, se la determina con la siguiente expresión:

$$F_p = A_t[pu\lg^2] * S_p[psi] \qquad \text{Ec(3.52)}$$

**Donde**

$F_p$=Carga de prueba [lbs]

$A_t$=Area de tension [pulg]

$S_p$=Resistencia a la tensión [psi]

### 3.14.6 CALCULO DE LA PRECARGA

Para determinar la precarga, se sugiere esté dentro del intervalo propuesto en la siguiente ecuación:

$$0.6 * F_p[lbs] \leq F_i \leq 0.9 * F_p[lbs] \qquad \text{Ec(3.53)}$$

Entonces, se procede a calcular los límites inferior y superior del intervalo sugerido para la precarga:

**Donde:**

$0{,}6*F_p$ =Límite inferior

0,9* $F_p$=Límite superior

### 3.14.7 CALCULO DEL FACTOR DE SEGURIDAD ESTATICO

Se determina con la siguiente ecuación.

$$n = \frac{A_t\left[pu\lg^2\right] * S_y\left[psi\right] - F_i\left[psi\right]}{C * P\left[lbs\right]}$$ Ec(3.54) [31]

**Donde:**

$F_i$ =Precarga,[lbs]

$S_y$=Resistencia a la fluencia,[psi]

n=Factor de seguridad

P=Carga externa total de cada perno,[lbs]

C=Constante de carga de cada perno

#### 3.14.7.1 Para Diseño Estático

Los pernos de soporte entre placas, trabajan con una carga de 18.26 kgf. Los sujetadores superiores, están sometidos a tensión simple, por lo tanto, se diseña con la teoría de falla en tensión simple.

Se selecciona un perno M8x2 Grado 2., el mismo que, se debe verificar si soporta la carga aplicada.

Las especificaciones de los pernos a utilizar, se muestran en el Anexo A-9; donde se pueden seleccionar las propiedades del grado SAE 2., se obtiene

Sp = Resistencia a prueba,55[kpsi]

[31] VELASTEGUI TITO; folleto de Diseño, Tomo 1,Capitulo 7, pág. 40.

Sut= Resistencia ultima a la tensión74 [kpsi]

Sy = Resistencia a la fluencia 57[kpsi]

Dn = Diámetro nominal 0.3115 [pulg]

At = Área del esfuerzo a tensión0.0524 [pulg²]

Para comprobar la resistencia del perno (*C*), se realiza los siguientes cálculos

El cálculo de la rigidez del perno, se obtiene de la ecuación Ec. (3.49):

$$k_b = \frac{\pi * 0.3125^2 \left[pu\lg^2\right] * 30x10^6 \left[psi\right]}{4 * 25.4\left[pu\lg^2\right]}$$

$$k_b = 9.05x10^6 \left[\frac{lbs}{pu\lg}\right]$$

El cálculo del módulo de rigidez de las juntas empernadas, se obtiene de la ecuación Ec. (3.50).

$$k_m = \frac{\pi * 0.3125^2 \left[pu\lg^2\right] * 30x10^6 \left[psi\right]}{2 * \ln\left[5 * \left(\frac{25.4\left[pu\lg\right] + 0.5 * 0.325\left[pu\lg\right]}{25.4\left[pu\lg\right] + 2.5 * 0.325\left[pu\lg\right]}\right)\right]}$$

$$k_m = 9.29x10^6 \left[\frac{lbs}{pu\lg}\right]$$

Calculado $K_b$ y $K_m$, se determina el valor de la constante C, con la ecuación Ec.(3.51):

$$C = \frac{9.05x10^6 \left[\frac{lbs}{pu\lg}\right]}{9.05x10^6 \left[\frac{lbs}{pu\lg}\right] + 9.29x10^6 \left[\frac{lbs}{pu\lg}\right]}$$

$$C = 0.49$$

El cálculo de la carga de prueba del perno, se obtiene con la ecuación Ec.(3.52):

$$F_p = 0.0524[pu\lg^2] * 50020\left[\frac{lbs}{pu\lg^2}\right]$$

$$F_p = 2620[lbs]$$

Para el cálculo de la precarga del perno, se utiliza la ecuación Ec. (3.53).

Se calcula los límites inferior, y superior del intervalo sugerido para la precarga:

$0,6*F_p$ =0,6*2620[lbs] =1572[lbs]

$0,9*F_p$=0,9* 2620[lbs] =2359[lbs]

Del intervalo recomendado, se escoge el límite superior

2359[lbs]=Límite superior de precarga=$F_i$

Se considera que los pernos, van a trabajar a carga estática, entonces, se calcula el factor de seguridad con la ecuación Ec. (3.54):

$$n = \frac{0.0524[pu\lg^2] * 57000\left[\frac{lbs}{pu\lg^2}\right] - 2359[psi]}{0.49 * 40.26[lbs]}$$

$$n = 3.1$$

## 3.15 CALCULO Y SELECCION DE RODAMIENTOS

En la figura 3.37 se aprecia un rodamiento cónico el cual se seleccionar para adaptar al sistema.

**Figura 3.37** Rodamiento cónico

### 3.15.1 PARAMETROS DE SELECCION DE RODAMIENTO

Estos rodamientos cónicos, están en capacidad para soportar cargas radiales, y axiales en una dirección, así como cargas combinadas. Entre más grande es el ángulo de contacto, más grande es la capacidad de carga.

Al dimensionar un rodamiento, hay que tomar en consideración, si se diseña estáticamente y dinámicamente. El diseño estático tiene que ver esencialmente si el rodamiento está en reposo o gira muy lentamente a revoluciones muy bajas.

El diseño dinámico, tiene lugar si el rodamiento gira y a revoluciones altas.

### 3.15.2 DIMENSIONAMIENTO DE LOS RODAMIENTOS

#### 3.15.2.1 Cálculo del factor de esfuerzos estático.

Se calcula el factor de esfuerzos estáticos $f_s$, para demostrar que un rodamiento tiene la suficiente capacidad estática.

$$f_s = \frac{C_o[KN]}{P_o[KN]} \qquad \text{Ec(3.55)}$$

**Donde:**

$f_s$ =factor de Esfuerzos

$C_o$ =Capacidad de carga estática [KN]

$P_o$ =Carga estática equivalente, [KN]

Para rodamientos, que deben girar con gran suavidad y facilidad, debe elegirse un factor de esfuerzos estáticos $f_s$ elevado. Si las exigencias referentes a la suavidad de marcha, son más reducidas, bastan valores más pequeños. En general, se pretende conseguir los siguientes valores recomendados.

$f_s$ =1.2 hasta 2.5 para exigencias elevadas

$f_s$ =0.8 hasta 1.2 para exigencias normales

$f_s$ =0.5 hasta 0.8 para exigencias reducidas

El factor de capacidad de carga estática, $C_o$, viene indicado en Anexo A-10 para cada rodamiento.

El factor, $P_o$ , es un valor ficticio, que se calcula en el caso de actuar una carga combinada, es decir, cuando el rodamiento está solicitado radial y axialmente, y se calcula con la siguiente ecuación:

$$P_o = X_o * F_r[KN] + Y_o * F_a[KN] \qquad \text{Ec(3.56)}$$

**Donde**

Fa = fuerza axial que soporta el rodamiento (0.16KN)

Fr = fuerza radial que soporta el rodamiento (6.79K.N)

$X_o$ = factor radial

$Y_o$ = factor axial

Para rodamientos con una hilera de rodillos cónicos, se tiene muy en cuenta las siguientes consideraciones.

Si cumple con la siguiente relación

$$\frac{Fa}{Fr} \leq \frac{1}{2y_0} \qquad \text{Ec(3.57)}$$

Entonces, se utiliza la siguiente ecuación:

$$Po = Fr[KN] \qquad \text{Ec(3.58)}$$

Si se cumple con la siguiente relación:

$$\frac{Fa}{Fr} \geq \frac{1}{2y_0} \qquad \text{Ec(3.59)}$$

Entonces, se utiliza la siguiente ecuación:

$$P_o = 0.5 * F_r[KN] + Y_o * F_a[KN] \qquad \text{Ec(3.60)}$$

Para rodillos cónicos montados por parejas, se calcula con la ecuación:

$$P_o = F_r[KN] + Y_o * F_a[KN] \qquad \text{Ec(.61)}$$

Para $F_r$ y $F_a$, se toman las fuerzas que actúan sobre el rodamiento. Los factores axiales $Y_o$, se indican en tablas.

### 3.15.2.2 Cálculo y selección de rodamientos

Se observa en la figura 3.19 los esfuerzos sobre el eje; éste se encuentra sometido, tanto a un esfuerzo radial, como a un esfuerzo axial, por lo que se selecciona un rodamiento de rodillos cónicos que soportan este tipo de combinaciones de cargas mediante el catalogo de rodamientos FAG. Ver anexo 10, se selecciona el rodamiento.

El diámetro externo del rodamiento es igual al diámetro interno del tubo redondo hueco. La capacidad de la carga estática axial es 28.29 [kgf]

La capacidad de carga estática radial, se le obtiene del momento que se generen el tubo y se obtiene de la siguiente relación:

$$Fr = \frac{M[kgf - mm]}{d[mm]} \qquad \text{Ec(3.62)}$$

Se obtiene la fuerza radial que actúa sobre los rodamientos, con la Ec Ec. (3.62):

$$Fr = 6.79[KN]$$

El límite de velocidad < 3 rpm, es muy baja. Por lo que se selecciona un rodamiento cuya especificación es: FAG 320/32, y sus características son las siguientes:

Se calcula con la ecuación Ec. (3.57) la estática del rodamiento:

$$\frac{0.16[KN]}{6.79[KN]} \leq \frac{1}{2*1.3}$$

$$0.02 \leq 0.3$$

Por tal razón, se utiliza la ecuación Ec. (3.58):

$$Po = 6.79[KN]$$

Se procede a calcular el factor de esfuerzos estáticos o factor de seguridad, con la ecuación Ec. (3.55):

$$f_s = \frac{27.9[KN]}{6.79[KN]}$$

$$f_s = 4.1$$

Se presenta las especificaciones del rodamiento seleccionado, en anexo A-10, siendo que el rodamiento resiste, Para un eje de diámetro mayor a 30 mm.

## 3.16 ELECCION DE POLIPASTO

El tamaño del polipasto, viene determinado por el tipo de carga, promedio de marcha, carga a elevar y disposición del cable.

El tipo de carga (estimado), puede determinarse según la figura (3.38).

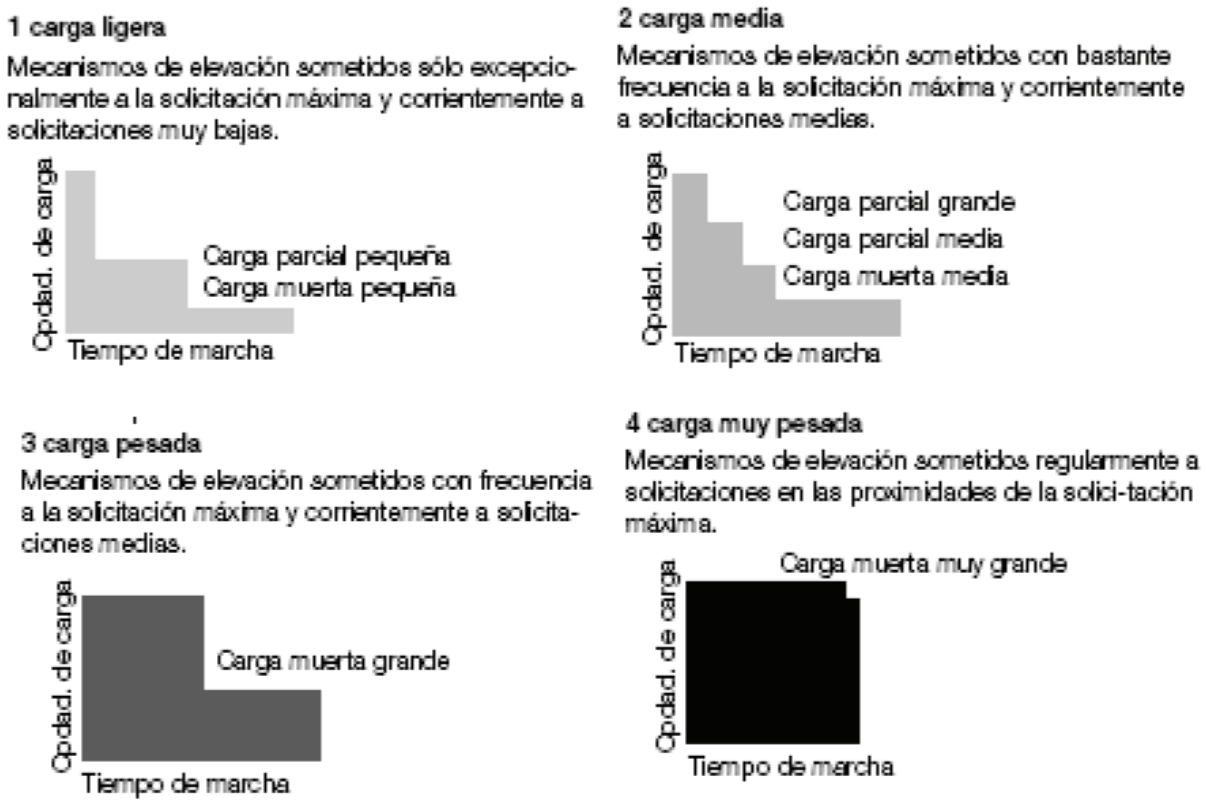



**Figura 3.38** Esquema de diferentes tipos de carga

En este caso, se considera el tipo de carga ligero, ya que son cargas pequeñas, ocasionalmente cargas máximas.

Respecto al promedio diario de marcha, se elige un valor aproximado.

$$\text{Tiempo de marcha/día} = \frac{2*H*N*T}{60*V} \qquad \text{Ec(3.63)}$$

**Donde**

H= Altura media de elevación (m)

N=Numero de ciclos por hora (ciclos/h)

T=Tiempo de trabajo (h)

V=Velocidad de elevación (m/min)

Un ciclo consiste en un movimiento de elevación, otro de descenso.

Se calcula el tiempo de marcha por día en la ecuación 3.63, se obtiene:

$$\text{Tiempo de marcha/día} = \frac{2*30(\text{m})*15(\text{c/h})*4(\text{h})}{60*16(m/\text{min})}$$

$$\text{Tiempo de marcha/día} = 3(h),45(\text{min})$$

Para el tipo de carga ligero y un promedio de tiempo marcha de $3(h),45(\text{min})$. El polipasto, contará con velocidad principal 16 m/min. Las características técnicas se ven en el Anexo A-11.

Una vez terminado el diseño se procede a realizar los planos de taller y de montaje, los mismos que se presenta en el anexo A-15.

# CAPITULO IV

# CONSTRUCCION, MONTAJE Y PRUEBAS DE CAMPO

## 4.1 CONSTRUCCION DE LA MAQUINA

En este capítulo, se especifican los procesos de la construcción del prototipo, mediante la elaboración de un plano de taller. En el Anexo A -12, se encuentran las hojas de procesos, para la fabricación de los elementos.

Todos los elementos estructurales al igual que equipo eléctrico que conforman el prototipo son de fácil adquisición en el mercado nacional.

### 4.1.1 REQUERIMIENTOS A SEGUIR EN LA CONSTRUCCION

Una vez realizado el diseño de la máquina, se analizarán los procesos a utilizarse para la construcción de cada elemento del sistema. Se requiere de máquinas y equipos, herramientas, materiales, instrumentos, etc.

#### 4.1.1.1 Máquinas y equipos

Dentro de las máquinas y equipos que se requieren para la construcción del prototipo se encuentran:

- Soldadora eléctrica,
- Esmeril,
- Torno,
- Taladro,

- Cizalla,
- Equipo de pintura.

#### 4.1.1.2 Herramientas

Se debe tener una caja de herramientas que contenga elementos como limas, brocas, útiles de tornear, escuadras, martillo, llaves, rayador.

#### 4.1.1.3 Instrumentos de Medición y Verificación

Calibrador pie de rey, compás, flexómetro, escuadra.

#### 4.1.1.4 Resumen de Materia Prima

Los materiales que se requieren para elaborar este dispositivo son.

- Un eje de 32mm de diámetro y una longitud de 300mm
- Una lámina de acero A-36 de 1000 x 1000mm
- Tubo redondo de 101mm x 2300mm

#### 4.1.1.5 Elementos normalizados y seleccionados adicionales

Polipasto 0.51 KW., rodamientos cónicos, pernos de anclaje, pernos.

## 4.2 MONTAJE DE LA GRUA TIPO PLUMA GIRATORIA.

Para este proceso se considera de forma independiente, el montaje de cada uno de los sistemas que constituyen la máquina. Los sistemas son:

- Estructura base o soporte principal
- Sistema de brazo estructura
- Sistema de elevación
- Sistema de sujeción

### 4.2.1 ESTRUCTURA BASE O SOPORTE PRINCIPAL

Este sistema, es el de mayor envergadura, y está constituido por los siguientes elementos:

- Columna (tubo estructural redondo A-36, diámetro 101mm).
- Placa base A-36.
- Cartelas A-36

Para el montaje de este sistema se requiere que exista una base con cimientos, en el cual se encuentren colocados pernos de anclaje (M16, longitud 300mm) los cuales sean capases de soportar las cargas generadas tanto por el peso propio de la estructura como las cargas adicionales, luego se procede a soldar la placa base con la columna y sus cartelas; se realizar el montaje de la estructura fijando a la base cimentada médiate los pernos de anclaje.

### 4.2.2 SISTEMA DEL BRAZO ESTRUCTURA

Este sistema, está constituido por los siguientes elementos (ver plano anexo 15):

- Brazo (tubo cuadrado A-36)
- Tensor A-36
- Tubo cilíndrico (aplicaciones para aislar y girar el brazo )
- Placa soporte
- Tapa de placa soporte

Se procede a realizar las soldaduras de filete con electrodos E6011, entre el brazo (tubo cuadrado A-36) y el tubo cilíndrico, luego se procede a soldar el tensor con el brazo (tubo cuadrado A-36) y el tubo cilíndrico. La pared interna del tubo cilíndrico debe ir lubricada (engrasado) para embonar con la pista externa del rodamiento cónico, la pista interna del rodamiento se lubrica para acoplar al eje para evitar descaste por contacto. Un extremo de la placa se acopla al eje y otro extremo queda soldado a la columna.
Para controlar el ángulo de giro del brazo mecánico se sueldan placas topes A-36 a la columna, para restringir el ángulo hasta 180º.

### 4.2.3 SISTEMA DE ELEVACION

El sistema de elevación permite el movimiento vertical, y está constituido por los siguientes elementos.

- Brazo (tubo cuadrado A-36)
- Polipasto eléctrico

Para el montaje de este sistema, se procede a empernar las patas del polipasto eléctrico con el extremo del Brazo (tubo cuadrado A-36).

### 4.2.4 SISTEMA DE SUJECION

Este sistema, está constituido por los elementos, que nos permiten sujetar, y transportar personas.

- Colocación de arnés.
- Soporte de sujeción (Soportar el peso del arnés).

Para el montaje de este sistema, se realiza el posicionamiento del soporte de sujeción con el gancho del polipasto. Una vez realizado se procede a enganchar el arnés con el soporte de sujeción.

## 4.3 PRUEBAS DE CAMPO

Las pruebas de campo se realizan siguiendo el protocolo de pruebas presentado en el punto 2.5.

# CAPITULO V

## ANALISIS DE COSTOS

## 5.1 ANALISIS ECONOMICO.

En el presente capítulo se presenta los costos del prototipo detallándose los costos correspondientes a los materiales.

En este análisis se determina la cantidad de recursos económicos a emplearse en el diseño, la construcción y la puesta en funcionamiento del prototipo.

Se aclara que la cotización es una estimación, ya que el precio de algunos componentes, como son los de aceros y elementos varían de un día a otro; por lo que el costo de la máquina varían.

### 5.1.1 ANALISIS DE COSTOS DIRECTOS

En los costos directos se analizan: materiales directos, elementos directos, costos de maquinado y montaje.

#### 5.1.1.1 Materiales Directos

Los costos de materiales directos se presentan en la tabla 5.1. Ver anexo A-13.

**Tabla 5.1** Costos de materiales directos.

| Material | Cantidad | Valor unitario[uds] | Valor total[uds] |
|---|---|---|---|
| Tubo estructural redondo, e=2mm,Ø=4in,L=2300 | 1 | 57.22 | 57.22 |
| Tubo SCH160 SMLS/A106 GR B,e=1/2in,Ø=2-1/2in,L=280 | 1 | 25.214 | 25.214 |
| Tubo estructural cuadrado,60x2,L=1500 | 1 | 24.44 | 24.44 |
| Tubo estructural redondo, e=1.1mm,Ø=1in,L=1400 | 1 | 9.46 | 9.46 |
| Plancha de Acero A-36,e=12.7mm, 400x400 | 1 | 22.33 | 22.33 |
| Plancha de Acero A-36,e=12.7mm, 240x114 | 1 | 3.81 | 3.81 |
| Plancha de Acero A-36,e=12.7mm, 180x114 | 1 | 2.86 | 2.86 |
| Plancha de Acero A-36,e=6.4mm, 84x115 | 2 | 0.48 | 0.48 |
| Plancha de Acero A-36,e=12.7mm, 70x150 | 4 | 1.05 | 1.05 |
| Tubo estructural redondo, e=0.95mm,Ø=12.7mm,L=60mm | 2 | 2.34 | 2.34 |
| Tubo estructural redondo, e=1.1mm,Ø=1-1/4mm,L=750mm | 1 | 5.94 | 5.94 |
| Plancha de Acero A-36,e=6.4mm, 75x90 | 1 | 5 | 5 |
| Eje cilíndrico de acero SAE1018.Ø=32mm,L=300 | 1 | 18.38 | 18.38 |
| Plancha de Acero Inoxidable 610x1220x1mm | 1 | 30.5 | 30.5 |
| | | Subtotal | 209.024 |

**Fuente:** Ideal Alambrec, IPAC

**Elaborado:** Elida Topón.

#### 5.1.1.2 Costos de Elementos Normalizados y Adicionales

Los costos de los elementos adicionales directos se presentan en la tabla5.2. Ver Anexo A-13. Son los costos que se tienen de elementos prefabricados bajo distinto tipo de normas, elementos de control, pernos, motores, rodamientos, etc.

**Tabla 5.2** Costos de elementos adicionales directos.

| Material | Cantidad | Valor unitario[uds] | Valor total[uds] |
|---|---|---|---|
| Pernos M8x1-1/2 | 8 | 0.25 | 2.0 |
| Pernos M8x4 | 2 | 0.3 | 0.6 |
| Tuercas (varios) | 20 | 0.25 | 5.0 |
| Perno de anclaje | 4 | 0.95 | 3.8 |
| Arnes(talla media) | 1 | 140 | 140.0 |
| Polipasto | 1 | 184.01 | 184.0 |
| Rodamientos 320/32 | 2 | 17.25 | 34.5 |
| | | Subtotal | 367.91 |

**Fuente:** Sermaco

**Elaborado:** Elida Topón.

#### 5.1.1.3 Costo de Maquinado

Este costo, tiene que ver con el valor respecto a la mano de obra directa, empleada en las máquinas herramientas, para la fabricación de piezas del dispositivo. Y se calcula basándose en el tiempo requerido para la fabricación de los elementos. Estos valores se presentan en la Tabla 5.3.

**Tabla 5.3** Costos de maquinado.

| Maquinas | Costos por maquinas incluido mano de obra(usd/h) | Tiempo total (h) | Costo total por maquina (usd) |
|---|---|---|---|
| Torno | 7 | 15 | 105 |
| Taladro pedestal | 2 | 9 | 18 |
| Soldadora eléctrica | 6 | 13 | 78 |
| Instrumentos de medidas | 0.4 | 15 | 6 |
| Dobladora | 0.5 | 6 | 3 |
| Amoladora | 0.9 | 4 | 3.6 |
| | | Subtotal | 213.6 |

**Fuente:** Taller Mecánico Proaño

**Elaborado:** Elida Topón.

#### 5.1.1.4 Costo de Montaje

Para obtener el costo de montaje, se considera la mano de obra necesaria para el armado y ensamblado de cada uno de los subconjuntos y la totalidad de la máquina.

Se considera el trabajo de 2 personas durante 2 días, a un costo de 15USD diarios/trabajador, resultando un costo total de 60 USD.

#### 5.1.1.5 Costo Directo Total.

En la tabla 5.4 se indica la cantidad total del costo directo.

**Tabla 5.4** Costo directo total.

| Componentes del costo | Valor total[uds] |
|---|---|
| Material prima | 209.024 |
| Elemento adicionales | 367.910 |
| Costo de Maquinas | 213.60 |
| Costos de Montaje | 60.00 |
| Subtotal | 850.534 |

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** Elida Topón.

## 5.2 ANALISIS DE COSTOS INDIRECTOS

### 5.2.1 Costo de Materiales Indirectos

Estos costos, son los que se generan del uso de materiales suplementarios, en la construcción de los componentes de la máquina.

Los costos de materiales indirectos se muestran en la Tabla 5.5.

**Tabla 5.5** Costos de materiales indirectos

| Material | Cantidad | Valor unitario[uds] | Valor total[uds] |
|---|---|---|---|
| electrodos E-6011,1/8"AGA | 2(kg) | 5.4 | 10.8 |
| Disco de corte | 3(uni) | 2.5 | 7.5 |

…/

Tabla 5.5 Costos de Materiales indirectos (Continuación)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Lija de hierro | 3(uni) | 0.5 | 1.5 |
| Pintura anticorrosiva | 1(lgalón) | 45.5 | 45.5 |
| Guantes | 3(par) | 4.5 | 13.5 |
| Guaipe | 5(uni) | 0.5 | 2.5 |
| | | Subtotal | 81.3 |

**Fuente:** Ferretería Acosta

**Elaborado:** Elida Topón.

### 5.2.2 Costo de Ingeniería

Este costo, se refiere al tiempo empleado en el diseño de cada uno de los elementos constitutivos de la máquina.

Para el costo de ingeniería, se considera el sueldo de un ayudante de laboratorio de la EPN de 580 USD durante 3 meses, el costo total de ingeniería es de 1740 USD.

### 5.2.3 Costo de Imprevistos

Se relaciona, principalmente con los gastos de movilización del personal, el transporte de materiales e impresiones de planos, etc. Se estima un valor de 60 usd.

### 5.2.4 Costo Indirectos Totales

En la tabla 5.6 se indica la cantidad total del costo indirecto

**Tabla 5.6** Costo indirecto total.

| Costo indirecto | Valor total[uds] |
|---|---|
| Material Indirecto | 81.3 |
| Costo de Ingeniería | 1740 |
| Costo de Imprevistos | 60 |
| Subtotal | 1881.3 |

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** Elida Topón.

## 5.3 COSTO TOTAL DE LA GRÚA GIRATORIA

**Tabla 5.7** Costo total de la Grúa giratoria.

| Costo | Valor total[uds] |
|---|---|
| Costo directo | 850.534 |
| Costo indirecto | 1881.300 |
| Total | 2731.834 |

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** Elida Topón.

Los costos de construcción de la grúa giratoria incluyen IVA, y se obtuvieron a partir de proformas facilitadas por distribuidoras y comercializadoras de la ciudad de Quito, entre estas: Ideal Alambrec, Ferretería la Acosta, Iván Bhoman, ver Anexo A-13. El

costo total es de 2731.834; este valor resulta bastante accesible, ya que entra dentro del presupuesto.

# CAPITULO VI

# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 6.1 CONCLUSIONES

- Se realizó un estudio el cual se determino la mejor alternativa para el diseño cumpliendo con las condiciones previamente establecidas como son el de elevar un peso de 150Kg a 1160mm de altura y la capacidad de girar 180° lo cual facilitará el desplazamiento de forma segura de los niños desde los vestidores hacia la piscina, donde realizan los ejercicios de rehabilitación.
- Este dispositivo disminuye el esfuerzo físico que realizan los fisioterapeutas, lo cual permite que estos puedan trabajar con una mayor cantidad de niños por día.
- El costo de la grúa giratoria es inferior relacionado con los que se ofrecen en el mercado internacional, ya que se emplean materiales el que se pueden adquirir mercado nacional.
- Este sistema, al instalarle en un lado de la piscina, asegura que los niños puedan salir de la piscina, sin esfuerzo a la zona de cambio de vestuario.
- Los planos de la grúa, se encuentran bajo normas de Dibujo Mecánico, por lo que facilitan su construcción y montaje.
- El diseño planteado será utilizado principalmente para los niños con disfunción temprana, sin embargo tiene la capacidad para personas de cualquier edad que no sufran ninguna enfermedad.
- Al diseñar el equipo, es necesario tener en cuenta aspectos como, ergonomía que permita una mejor adaptación física del usuario.

- Para el sistema se prevee, protección para el polipasto con el fin que no ingrese agua.

## 6.2 RECOMENDACIONES

- Se debe realizar mantenimiento de forma periódica en todos los elementos, especialmente en los rodamientos y piezas que estén en contacto con estos para de esta manera incrementar la vida útil del dispositivo.
- El sistema debe ser maniobrado con cuidado, de preferencia por personas que realizan los tratamientos a los niños.
- Este proyecto está elaborado en base a un estudio de necesidades de la Fundación Tierra Nueva, para ayudar a los niños con discapacidad.
- El material empleado en el prototipo, es de bajo costo y de mayor utilización en la industria, lo que facilita realizar o comprar repuestos en caso de daño.
- Para el montaje del prototipo se debe seguir los pasos descritos en el capitulo 4,
- Se debe promover el diseño y construcción del equipo; orientado a los niños con discapacidades, permitiendo mejorar la calidad de vida, de los menos favorecidas de nuestro país.

# BIBLIOGRAFIA


- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD ;Fomento del Desarrollo del Niño con Parálisis Cerebral;1993
- AISC, Manual os Steel Construcción LRDF, 2da edición, USA, 1994
- PERALTA, E. Tecnología médica: Estadístico de Procesos: EDITAR: Bogotá – Colombia: 1991.
- ARELLANO ROBERTO, Diseño de Estructuras de Acero, Ed. EPN, 1998
- INEN, Código de Dibujo Técnico Mecánico, Quito – Ecuador, 1987
- EMILIO LARRODE; ANTONIO MIRAVETE, Grúas : EDITAR: Reverte – Zaragoza-España: 1996.
- MARKS, Manual del Ingeniero Mecánico, Ed. McGraw-Hill, 2da edición, México, 1984
- McCORMAC JACK, Diseño de Estructuras de Acero Método LRDF, Ed. AlfaOmega, México 2002
- SHIGLEY JOSEPH, Diseño en Ingeniería Mecánica, Cuarta Edición, Editorial McGraw Hill, México, 1989
- SINGER & PYTEL, Resistencia de materiales, 4ta edición, Editorial OXFORD, México, 1987
- VARGAS, J; Fundamentos de Dibujo Industrial; E.P.N; Carrera de Ingeniería Mecánica; Quito – Ecuador; 2005.
- VARGAS, J; Producción por virutaje; E.P.N; Carrera de Ingeniería Mecánica; Quito – Ecuador; 2003
- LOAD RESISTANCE FACTOR DESIGN, Manual of steel construction, 2ta. Ed., 1994,
- DIPAC; Catalogo de acero ; Productos de Acero ;2009
- TIMOSHENKO, S.; Resistencia de Materiales; Edición ESPASA- CALPE S.A Madrid;1970

**CONSULTAS WEB**


- http://www.hidroterapianatural.com/
- http://www.efisioterapia.net/articulos/leer.php?id_texto
- http://elmistico.com.ar/musicoterapia.htm..
- http://www.selmetron.com/es/opc1.htm#3.
- http://www.cocemfebadajoz.org/voluntariado/.html
- http://www.camacsa.com/productes/imatges/prods_elevadores_index
- http://www.naicranes.com/spanish_cranes/bridge_cranes.htm
- http://www.siglobal.org/espanol/divportuaria-seccion.php?sec=2
- http://www.liko.com/web/frameset.asp?qadwords
- http://www.thiis.co.uk/resources/1/Products
- http://www.arqhys.com/arquitectura/cargas-estructurales-tipos.html.

# ANEXOS

# ANEXO A-1.

# TUBOS ESTRUCTURALES CUADRADO

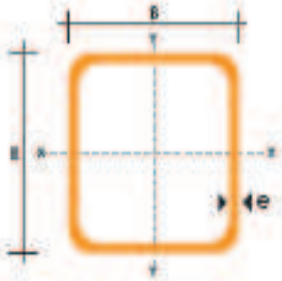
# DIPAC®
## PRODUCTOS DE ACERO

# TUBO ESTRUCTURAL
## CUADRADO

### Especificaciones Generales

| | |
|---|---|
| [illegible] | ASTM A-500 |
| [illegible] | Negro o galvanizado |
| [illegible] | 6 mts. |
| [illegible] | Previa Consulta |
| [illegible] | Desde 20mm a 100mm |
| [illegible] | Desde 2,0mm a 3,0mm |

| DIMENSIONES | | | AREA | EJES X-Xe Y-Y | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A mm | ESPESOR mm | PESO Kg/m | AREA cm2 | I cm4 | W cm3 | I cm |
| 20 | 1,2 | 0,72 | 0,90 | 0,53 | 0,53 | 0,77 |
| 20 | 1,5 | 0,88 | 1,05 | 0,58 | 0,58 | 0,74 |
| 20 | 2,0 | 1,15 | 1,34 | 0,69 | 0,69 | 0,72 |
| 25 | 1,2 | 0,90 | 1,14 | 1,08 | 0,87 | 0,97 |
| 25 | 1,5 | 1,12 | 1,35 | 1,21 | 0,97 | 0,95 |
| 25 | 2,0 | 1,47 | 1,74 | 1,48 | 1,18 | 0,92 |
| 30 | 1,2 | 1,09 | 1,38 | 1,91 | 1,28 | 1,18 |
| 30 | 1,5 | 1,35 | 1,65 | 2,19 | 1,46 | 1,15 |
| 30 | 2,0 | 1,78 | 2,14 | 2,71 | 1,81 | 1,13 |
| 40 | 1,2 | 1,47 | 1,80 | 4,38 | 2,19 | 1,25 |
| 40 | 1,5 | 1,82 | 2,25 | 5,48 | 2,74 | 1,56 |
| 40 | 2,0 | 2,41 | 2,94 | 6,93 | 3,46 | 1,54 |
| 40 | 3,0 | 3,54 | 4,44 | 10,20 | 5,10 | 1,52 |
| 50 | 1,5 | 2,29 | 2,85 | 11,06 | 4,42 | 1,97 |
| 50 | 2,0 | 3,03 | 3,74 | 14,13 | 5,65 | 1,94 |
| 50 | 3,0 | 4,48 | 5,61 | 21,20 | 8,48 | 1,91 |
| 60 | 2,0 | 3,66 | 3,74 | 21,26 | 7,09 | 2,39 |
| 60 | 3,0 | 5,42 | 6,61 | 35,06 | 11,69 | 2,34 |
| 75 | 2,0 | 4,52 | 5,74 | 50,47 | 13,46 | 2,97 |
| 75 | 3,0 | 6,71 | 8,41 | 71,54 | 19,08 | 2,92 |
| 75 | 4,0 | 8,59 | 10,95 | 89,98 | 24,00 | 2,87 |
| 100 | 2,0 | 6,17 | 7,74 | 122,99 | 24,60 | 3,99 |
| 100 | 3,0 | 9,17 | 11,41 | 176,95 | 35,39 | 3,94 |
| 100 | 4,0 | 12,13 | 14,95 | 226,09 | 45,22 | 3,89 |
| 100 | 5,0 | 14,40 | 18,36 | 270,57 | 54,11 | 3,84 |



# ANEXO A-2.

# TUBOS MECANICO REDONDO

# DIPAC®
## PRODUCTOS DE ACERO

# TUBO MECÁNICO REDONDO

## Especificaciones Generales

| | |
|---|---|
| [illegible] | ASTM A 513 |
| [illegible] | Negro o galvanizado |
| [illegible] | 6 mts |
| [illegible] | Previa consulta |
| [illegible] | Desde 1/2" a 2 1/2" |
| [illegible] | Desde 0,6 mm a 1,5 mm |

**NOMENCLATURA**

- A= Area de la selección transversal del tubo, cm2
- I= Momento de inercia de la sección, cm4
- W= Módulo resistente de la sección, cm3
- i= Radio de giro de la sección cm

| DIÁMETRO EXTERIOR (D) | | ESPESOR e | PESO P | PROPIEDADES A | I | W | i |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pulg | mm | mm | kg/6m | cm | cm4 | cm3 | cm |
| 1/2 | 12.70 | 0.60 | 1.14 | 0.23 | 0.04 | 0.07 | 0.43 |
| | | 0.75 | 1.44 | 0.28 | 0.05 | 0.08 | 0.42 |
| | | 0.95 | 1.86 | 0.35 | 0.06 | 0.09 | 0.41 |
| | | 1.10 | 2.10 | 0.40 | 0.07 | 0.11 | 0.41 |
| | | 1.50 | 2.82 | 0.53 | 0.08 | 0.13 | 0.39 |
| 5/8 | 15.88 | 0.60 | 1.44 | 0.29 | 0.08 | 0.11 | 0.54 |
| | | 0.75 | 1.86 | 0.36 | 0.10 | 0.13 | 0.53 |
| | | 0.95 | 2.28 | 0.44 | 0.12 | 0.15 | 0.51 |
| | | 1.10 | 2.64 | 0.51 | 0.14 | 0.18 | 0.52 |
| | | 1.50 | 3.54 | 0.68 | 0.18 | 0.22 | 0.51 |
| 3/4 | 19.05 | 0.60 | 1.74 | 0.35 | 0.15 | 0.16 | 0.65 |
| | | 0.75 | 2.16 | 0.43 | 0.19 | 0.19 | 0.65 |
| | | 0.95 | 2.70 | 0.54 | 0.22 | 0.23 | 0.64 |
| | | 1.10 | 3.18 | 0.62 | 0.25 | 0.26 | 0.63 |
| | | 1.50 | 4.20 | 0.83 | 0.32 | 0.34 | 0.62 |
| 7/8 | 22.22 | 0.60 | 2.04 | 0.41 | 0.24 | 0.21 | 0.76 |
| | | 0.75 | 0.52 | 0.50 | 0.29 | 0.26 | 0.76 |
| | | 0.95 | 3.18 | 0.63 | 0.36 | 0.32 | 0.75 |
| | | 1.10 | 3.66 | 0.73 | 0.41 | 0.37 | 0.75 |
| | | 1.50 | 4.92 | 0.98 | 0.53 | 0.47 | 0.74 |
| 1 | 25.40 | 0.60 | 2.28 | 0.47 | 0.36 | 0.28 | 0.88 |
| | | 0.75 | 2.88 | 0.58 | 0.44 | 0.35 | 0.87 |
| | | 0.95 | 3.60 | 0.73 | 0.55 | 0.43 | 0.87 |
| | | 1.10 | 4.20 | 0.84 | 0.62 | 0.49 | 0.86 |
| | | 1.50 | 5.64 | 1.13 | 0.81 | 0.64 | 0.85 |
| 1 1/4 | 31.75 | 0.95 | 4.50 | 0.92 | 1.09 | 0.69 | 1.18 |
| | | 1.10 | 5.22 | 1.06 | 1.24 | 0.78 | 1.08 |
| | | 1.50 | 7.08 | 1.43 | 1.63 | 1.03 | 1.07 |
| 1 1/2 | 38.10 | 0.95 | 5.40 | 1.11 | 1.91 | 1.00 | 1.31 |
| | | 1.10 | 6.24 | 1.28 | 2.19 | 1.15 | 1.31 |
| | | 1.50 | 8.46 | 1.72 | 2.89 | 1.52 | 1.30 |
| 1 3/4 | 44.45 | 0.95 | 6.24 | 1.30 | 3.07 | 1.38 | 1.54 |
| | | 1.10 | 7.26 | 1.50 | 3.52 | 0.16 | 1.53 |
| | | 1.50 | 9.84 | 2.02 | 4.67 | 2.10 | 1.52 |
| 1 7/8 | 47.63 | 0.95 | 6.78 | 1.40 | 3.80 | 1.60 | 1.65 |
| | | 1.10 | 7.80 | 1.61 | 4.35 | 1.83 | 1.64 |
| | | 1.50 | 10.26 | 2.17 | 5.79 | 2.43 | 1.63 |
| 2 | 50.80 | 0.95 | 7.20 | 1.49 | 4.62 | 1.82 | 1.76 |
| | | 1.10 | 8.34 | 1.72 | 5.30 | 2.09 | 1.76 |
| | | 1.50 | 10.80 | 2.32 | 7.06 | 2.78 | 1.74 |
| 2 3/8 | 60.33 | 1.50 | 13.20 | 2.77 | 12.00 | 3.98 | 2.08 |
| 2 1/2 | 63.50 | 1.50 | 14.04 | 2.92 | 14.05 | 4.42 | 2.19 |


PBX: (02) 2200 758 / Quito - Ecuador www.dipacmanta.com

# ANEXO A-3.

# TUBOS REDONDO CELULA 160

IdealAlambrec

CONDUIT

A = Area de la de la sección
Ix = Momento de inercia de la sección.
Wx = 2 Ix : d. Módulo resistente de la sección, respecto a X.
ix = (Ix : A)1/2 . Radio de giro de la sección.
u = Perímetro de la sección.
p= Peso por metro.

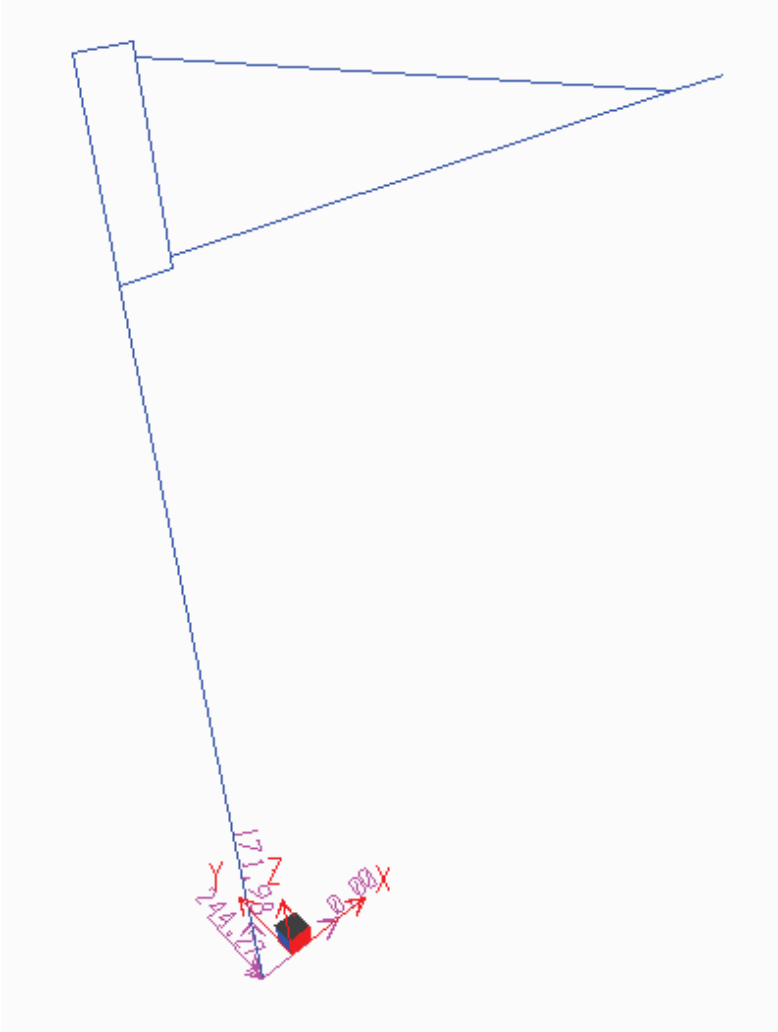
# REDONDO

| SCHEDULE DESIGNATION (CELULA 160) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Dimensiones | | Términos de la sección | | | | Peso p | |
| Producto | d mm | u mm | A $cm^2$ | $I_x$ $cm^4$ | $W_x$ $cm^3$ | $i_x$ cm | kp/m | e mm |
| Ø 1/2 | 12.7 | 10.1 | 2.92 | 0.04 | 0.07 | 1.74 | 1.14 | 4.18 |
| Ø 5/8 | 15.8 | 12.1 | 2.92 | 14.05 | 0.08 | 0.11 | 1.44 | 5.56 |
| Ø 3/4 | 19.1 | 18.8 | 0.283 | 0.006 | 0.021 | 0.15 | 1.72 | 6.35 |
| Ø 7/8 | 22.2 | 22 | 0.385 | 0.012 | 0.054 | 0.18 | 2.04 | 6.35 |
| Ø 1 | 25.4 | 25.1 | 0.503 | 0.02 | 0.05 | 0.2 | 2.28 | 6.35 |
| Ø 1 1/4 | 31.7 | 31.4 | 0.785 | 0.049 | 0.098 | 0.25 | 4.5 | 6.35 |
| Ø 1 3/4 | 44.5 | 37.7 | 1.13 | 0.102 | 0.17 | 0.3 | 5.4 | 6.35 |
| Ø 2 | 60.3 | 10.1 | 2.92 | 7.06 | 2.78 | 1.74 | 10.8 | 8.74 |
| Ø 2 1/2 | 73 | 12.1 | 2.92 | 14.05 | 4.42 | 2.19 | 14.04 | 9.53 |
| Ø 3 | 88.9 | 62.8 | 3.14 | 0.785 | 0.785 | 0.5 | 2.47 | 11.13 |
| Ø 3 1/2 | 101 | 68.1 | 3.8 | 1.15 | 1.05 | 0.55 | 2.98 | |
| Ø 4 | 114 | 78.5 | 4.91 | 1.92 | 1.53 | 0.63 | 3.85 | 13.49 |
| Ø 5 | 141 | 88 | 6.16 | 3.02 | 2.16 | 0.7 | 4.83 | 15.88 |

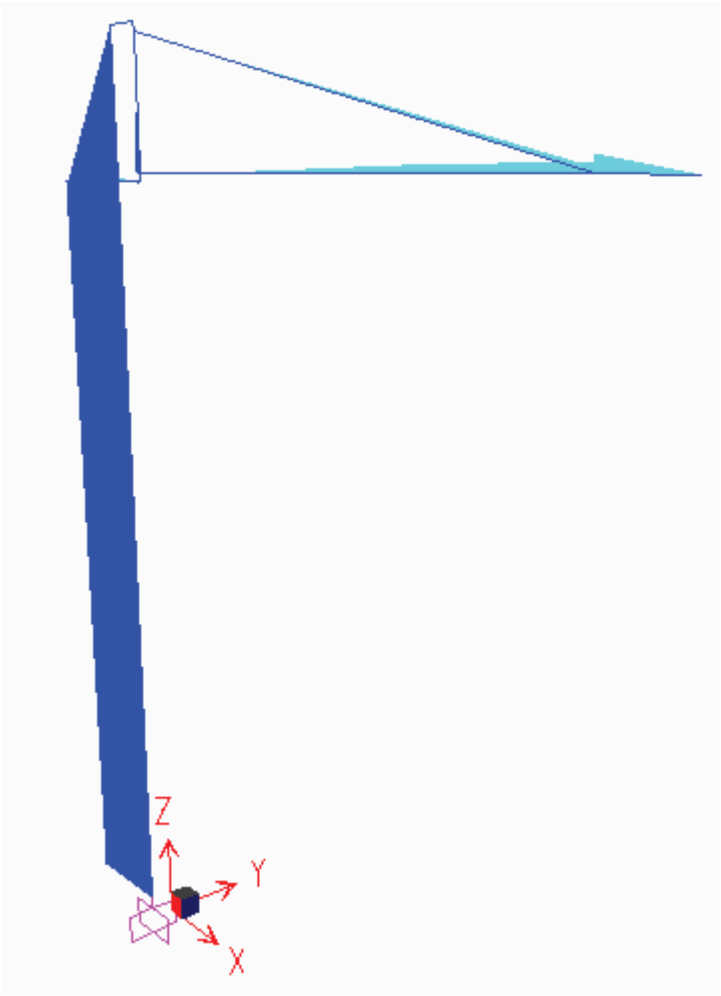
# ANEXO A-4.

# RESULTADOS DEL CALCULO ESTRUCTURAL

# REACCIONES EN LOS APOYOS



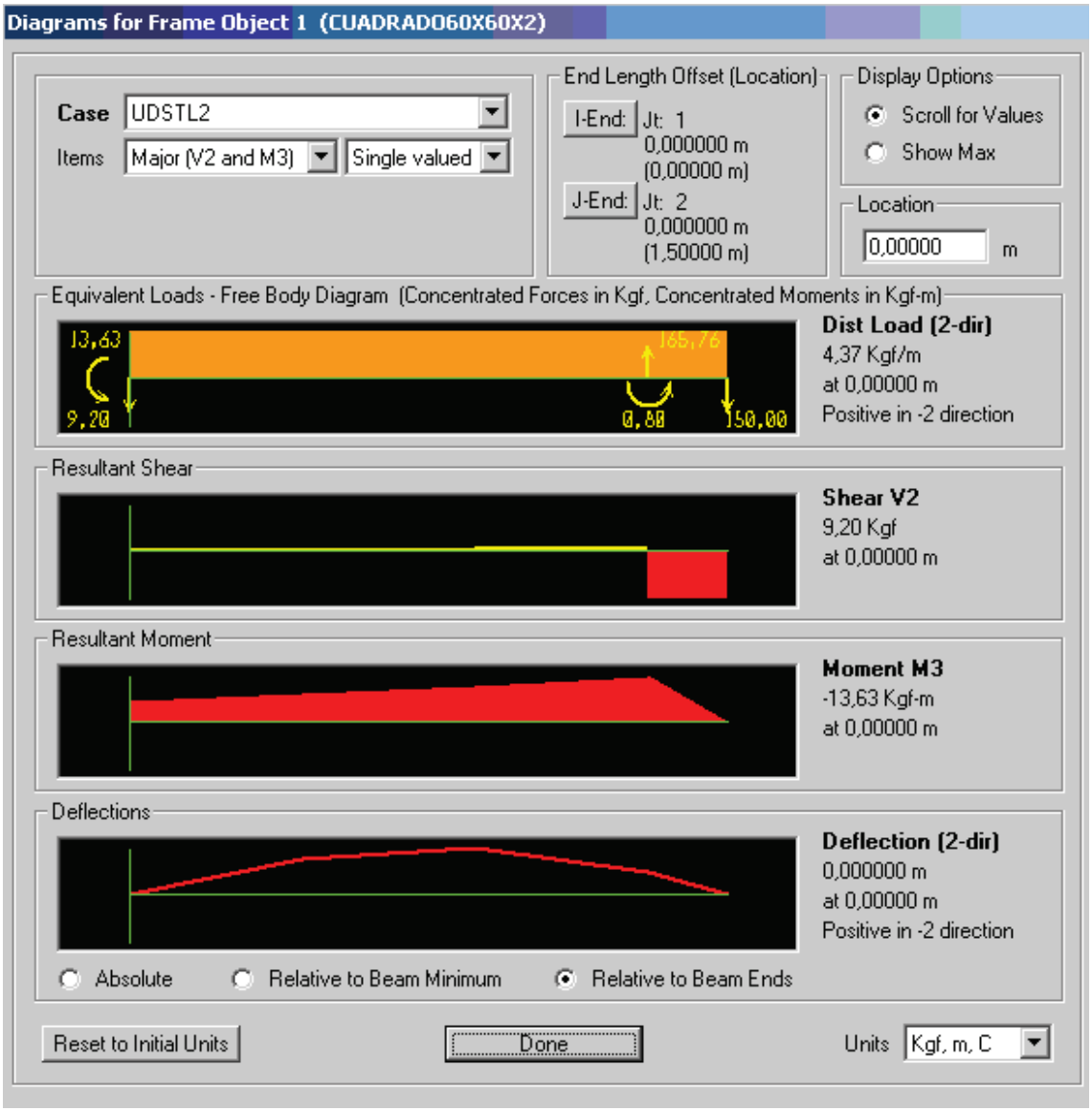
# MOMENTOS EN LA ESTRUCTURA



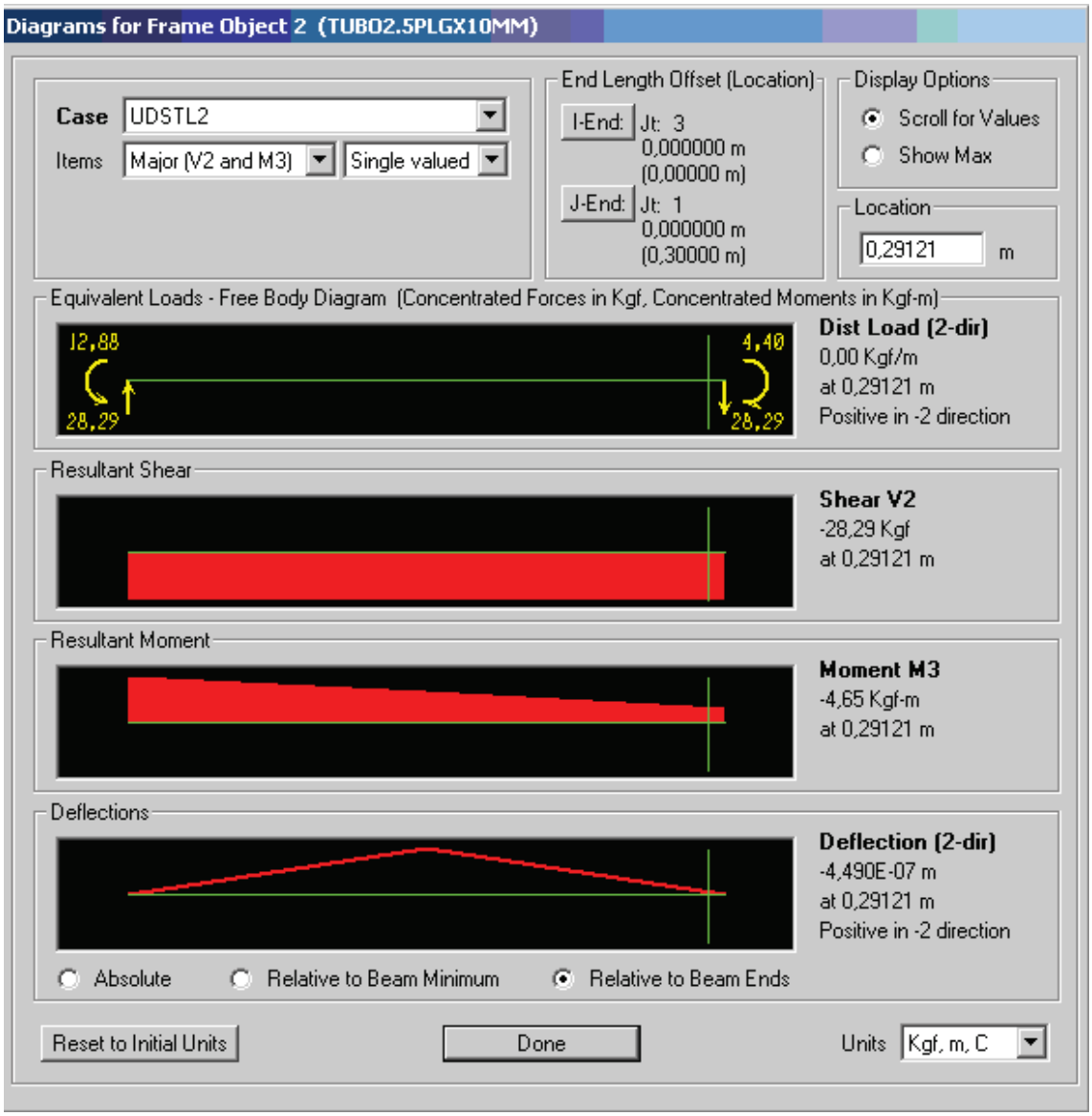
# ANEXO 4.1.

## DIAGRAMA DE UN PERFIL

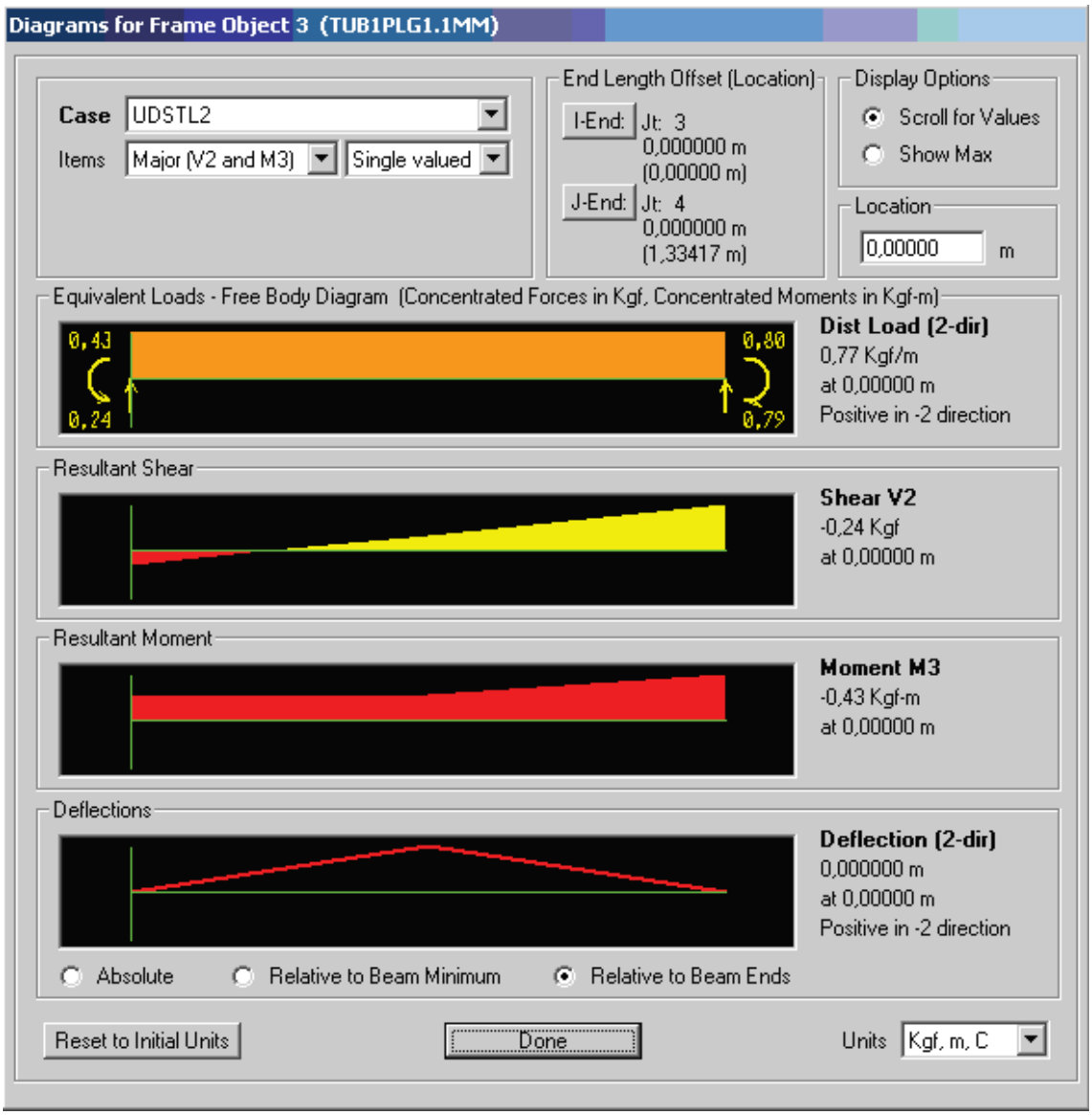
## TRAMO A-C


Diagrams for Frame Object 1 (CUADRADO60X60X2)
Case
UDSTL2
Items
Major (V2 and M3)
Single valued
End Length Offset (Location)
I-End:
Jt: 1
0,000000 m
(0,00000 m)
J-End:
Jt: 2
0,000000 m
(1,50000 m)
Display Options
Scroll for Values
Show Max
Location
0,00000
m
Equivalent Loads - Free Body Diagram (Concentrated Forces in Kgf, Concentrated Moments in Kgf-m)
13,63
165,76
9,20
0,80
150,00
Dist Load (2-dir)
4,37 Kgf/m
at 0,00000 m
Positive in -2 direction
Resultant Shear
Shear V2
9,20 Kgf
at 0,00000 m
Resultant Moment
Moment M3
-13,63 Kgf-m
at 0,00000 m
Deflections
Deflection (2-dir)
0,000000 m
at 0,00000 m
Positive in -2 direction
Absolute
Relative to Beam Minimum
Relative to Beam Ends
Reset to Initial Units
Done
Units
Kgf, m, C

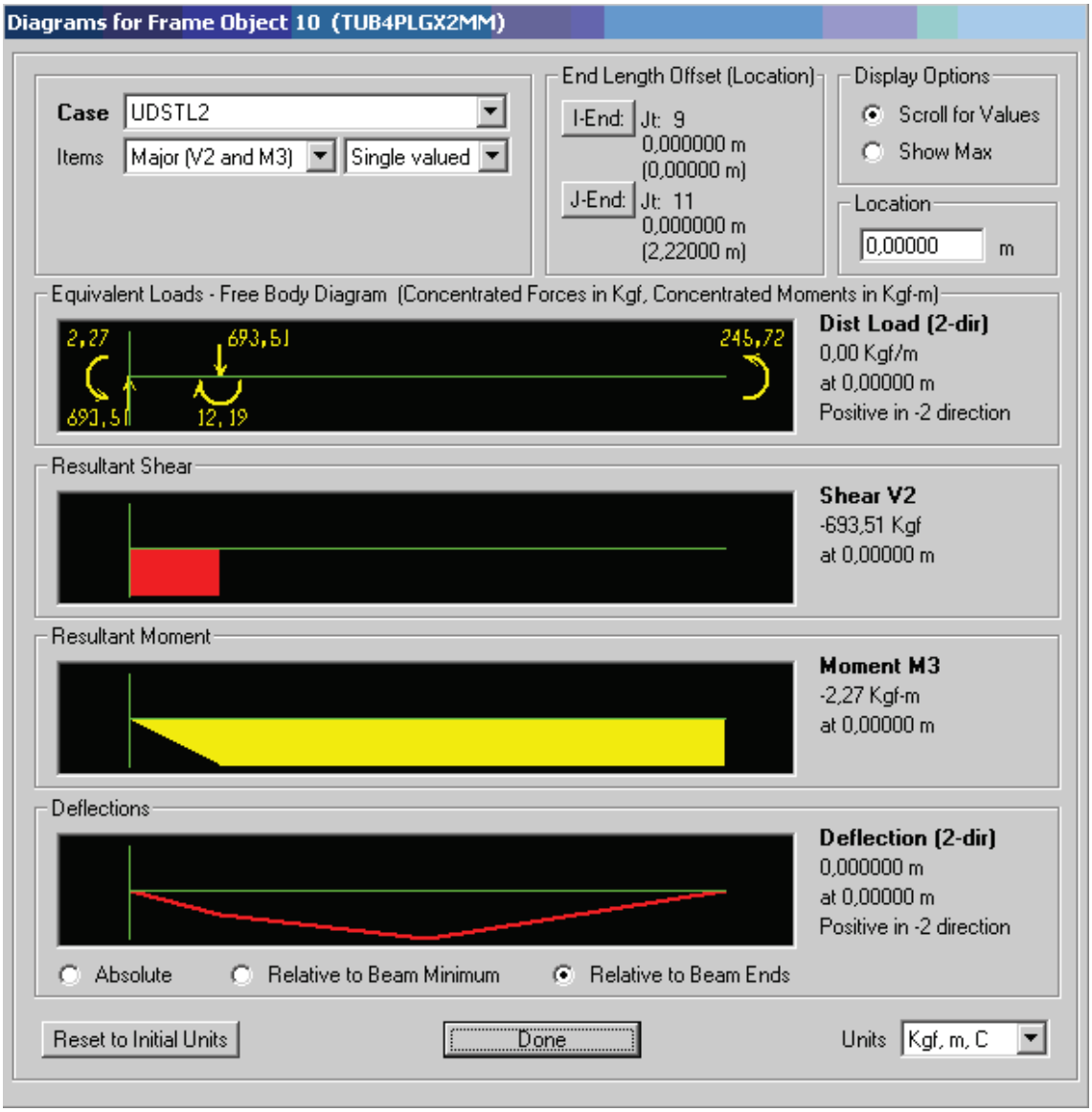
## TRAMO A-D


Diagrams for Frame Object 2 (TUBO2.5PLGX10MM)
Case
UDSTL2
Items
Major (V2 and M3)
Single valued
End Length Offset (Location)
I-End:
Jt: 3
0,000000 m
(0,00000 m)
J-End:
Jt: 1
0,000000 m
(0,30000 m)
Display Options
Scroll for Values
Show Max
Location
0,29121
m
Equivalent Loads - Free Body Diagram (Concentrated Forces in Kgf, Concentrated Moments in Kgf-m)
12,88
4,40
28,29
28,29
Dist Load (2-dir)
0,00 Kgf/m
at 0,29121 m
Positive in -2 direction
Resultant Shear
Shear V2
-28,29 Kgf
at 0,29121 m
Resultant Moment
Moment M3
-4,65 Kgf-m
at 0,29121 m
Deflections
Deflection (2-dir)
-4,490E-07 m
at 0,29121 m
Positive in -2 direction
Absolute
Relative to Beam Minimum
Relative to Beam Ends
Reset to Initial Units
Done
Units
Kgf, m, C

## TRAMO B-D


Diagrams for Frame Object 3 (TUB1PLG1.1MM)
Case
UDSTL2
Items
Major (V2 and M3)
Single valued
End Length Offset (Location)
I-End:
Jt: 3
0,000000 m
(0,00000 m)
J-End:
Jt: 4
0,000000 m
(1,33417 m)
Display Options
Scroll for Values
Show Max
Location
0,00000
m
Equivalent Loads - Free Body Diagram (Concentrated Forces in Kgf, Concentrated Moments in Kgf-m)
0,43
0,24
0,80
0,79
Dist Load (2-dir)
0,77 Kgf/m
at 0,00000 m
Positive in -2 direction
Resultant Shear
Shear V2
-0,24 Kgf
at 0,00000 m
Resultant Moment
Moment M3
-0,43 Kgf-m
at 0,00000 m
Deflections
Deflection (2-dir)
0,000000 m
at 0,00000 m
Positive in -2 direction
Absolute
Relative to Beam Minimum
Relative to Beam Ends
Reset to Initial Units
Done
Units
Kgf, m, C

## TRAMO COLUMNA



# ANEXO A-5

# TUBOS POSTE

DIPAC®
PRODUCTOS DE ACERO

# TUBO POSTE

## Cerramientos, Estructuras y Funiculares

### Especificaciones Generales

| | |
|---|---|
| [illegible] | ASTM A-500 |
| [illegible] | Galvanizado |
| [illegible] | 6 mts. |
| [illegible] | Previa Consulta |
| [illegible] | Desde 1/2" a 4" |
| [illegible] | Desde 1,8mm a 2,0mm |

| DIMENSIONES | | | | | PROPIEDADES | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO EXTERIOR | | ESPESOR | PESO | AREA | | | |
| D | | e | P | A | I | W | I |
| Pulg. | mm | mm | Kg/m | cm2 | cm3 | cm3 | cm |
| 1" | 25.40 | 1.80 | 1.09 | 1.34 | 0.93 | 0.73 | 0.83 |
| 1" | 25.40 | 2.00 | 1.21 | 1.47 | 1.01 | 0.79 | 0.83 |
| 1 1/4" | 31.75 | 1.80 | 1.37 | 1.69 | 1.90 | 1.20 | 1.06 |
| 1 1/4" | 31.75 | 2.00 | 1.52 | 1.87 | 2.07 | 1.30 | 1.05 |
| 1 1/2" | 38.10 | 1.80 | 1.65 | 2.05 | 3.38 | 1.78 | 1.28 |
| 1 1/2" | 38.10 | 2.00 | 1.84 | 2.27 | 3.70 | 1.94 | 1.28 |
| 1 3/4" | 44.45 | 1.80 | 1.98 | 2.41 | 5.48 | 2.47 | 1.51 |
| 1 3/4" | 44.45 | 2.00 | 2.20 | 2.67 | 6.01 | 2.70 | 1.50 |
| 1 7/8" | 47.63 | 1.80 | 2.11 | 2.59 | 6.80 | 2.86 | 1.62 |
| 1 7/8" | 47.63 | 2.00 | 2.34 | 2.87 | 7.46 | 3.13 | 1.61 |
| 2" | 50.80 | 1.80 | 2.22 | 2.77 | 8.32 | 3.27 | 1.73 |
| 2" | 50.80 | 2.00 | 2.48 | 3.07 | 9.13 | 3.59 | 1.73 |
| 2 3/8" | 60.33 | 2.00 | 2.92 | 3.67 | 15.58 | 5.17 | 2.06 |
| 2 1/2" | 63.50 | 2.00 | 3.09 | 3.86 | 18.27 | 5.75 | 2.17 |
| 2 7/8" | 73.03 | 2.00 | 3.56 | 4.46 | 28.14 | 7.71 | 2.51 |
| 3" | 88.90 | 2.00 | 4.35 | 5.46 | 51.54 | 11.60 | 3.07 |
| 4" | 114.30 | 2.00 | 5.67 | 7.06 | 111.23 | 19.46 | 3.97 |

**NOMENCLATURA**

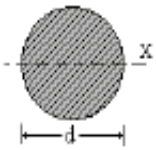
- A= Area de la selección transversal del tubo, cm2
- I= Momento de inercia de la sección, cm4
- W= Módulo resistente de la sección, cm3
- I= Radio de giro de la sección cm


PBX:1021 2293 760 / Quito - Ecuador www.dipacmanta.com

# ANEXO A- 6

# TUBOS MASISO

## Tabla 2.A1.8.- Redondos




A = Area de la de la sección
$I_x$ = Momento de inercia de la sección.
$W_x = 2\ I_x : d$. Módulo resistente de la sección, respecto a X.
$i_x = (I_x : A)^{1/2}$ . Radio de giro de la sección.
u = Perímetro de la sección.
p= Peso por metro.

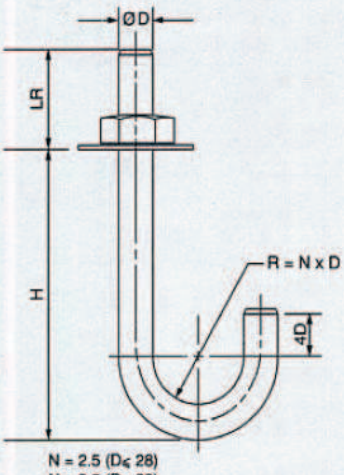
| Producto | Dimensiones (mm) | | Términos de la sección | | | | Peso p kp/m |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | d mm | u mm | A $cm^2$ | $I_x$ $cm^4$ | $W_x$ $cm^3$ | $i_x$ cm | |
| Ø 6 | 6 | 18,8 | 0,283 | 0,006 | 0,021 | 0,150 | 0,222 |
| Ø 7 | 7 | 22,0 | 0,385 | 0,012 | 0,034 | 0,175 | 0,302 |
| Ø 8 | 8 | 25,1 | 0,503 | 0,020 | 0,050 | 0,200 | 0,395 |
| Ø 10 | 10 | 31,4 | 0,785 | 0,049 | 0,098 | 0,250 | 0,617 |
| Ø 12 | 12 | 37,7 | 1,130 | 0,102 | 0,170 | 0,300 | 0,888 |
| Ø 14 | 14 | 44,0 | 1,540 | 0,189 | 0,269 | 0,350 | 1210 |
| Ø 16 | 16 | 50,3 | 2,010 | 0,322 | 0,402 | 0,400 | 1,580 |
| Ø 18 | 18 | 56,3 | 2,550 | 0,515 | 0,573 | 0,450 | 2,000 |
| Ø 20 | 20 | 62,8 | 3,140 | 0,785 | 0,785 | 0,500 | 2,470 |
| Ø 22 | 22 | 69,1 | 3,800 | 1,15 | 1,05 | 0,550 | 2,980 |
| Ø 25 | 25 | 78,5 | 4,910 | 1,92 | 1,53 | 0,625 | 3,850 |
| Ø 28 | 28 | 88,0 | 6,160 | 3,02 | 2,16 | 0,700 | 4,830 |
| Ø 30 | 30 | 94,2 | 7,070 | 3,98 | 2,65 | 0,750 | 5,550 |
| Ø 32 | 32 | 101,0 | 8,040 | 5,15 | 3,22 | 0,800 | 6,310 |
| Ø 36 | 36 | 113,0 | 10,20 | 8,24 | 4,58 | 0,900 | 7,990 |
| Ø 40 | 40 | 126,0 | 12,60 | 12,60 | 6,28 | 1,000 | 9,880 |
| Ø 45 | 45 | 141,0 | 15,90 | 20,20 | 8,95 | 1,120 | 12,500 |
| Ø 50 | 50 | 157,0 | 19,60 | 30,70 | 12,30 | 1,250 | 15,400 |

# ANEXO A-7

# PERNOS DE ANCLAJE

# PERNOS DE ANCLAJE EN J

TIPO J




N = 2.5 (D≤ 28)
N = 3.5 (D> 28)

**MATERIAL:**
ASTM- A-307, grado B.
Otras dimensiones no estipuladas también pueden ser fabricadas.

TIPO J

| Referencia | DIAMETRO | | PESO DEL PERNO EN Kg | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | D | H | LR=75 | LR=110 | LR=150 | LR=200 |
| JU2-10-LR-320 | 9.52 | 320 | 0.305 | 0.328 | 0.352 | 0.382 |
| JU2-12-LR-360 | 12.7 | 360 | 0.492 | 0.523 | 0.558 | 0.603 |
| JU2-16-LR-390 | 15.87 | 390 | 0.730 | 0.772 | 0.820 | 0.881 |
| JU2-16-LR-400 | 15.87 | 400 | 1.00 | 1.056 | 1.119 | 1.198 |
| JU2-19-LR-400 | 19.05 | 400 | 1.306 | 1.377 | 1.457 | 1.557 |
| JU2-19-LR-420 | 19.05 | 420 | 1.711 | 1.797 | 1.896 | 2.019 |
| JU2-22-LR-460 | 22.2 | 460 | 2.247 | 2.351 | 2.471 | 2.620 |
| JU2-25-LR-460 | 25.4 | 460 | 2.745 | 2.870 | 3.012 | 3.189 |
| JU2-28-LR-500 | 28.57 | 500 | 3.789 | 3.946 | 4.126 | 4.351 |
| JU2-32-LR-510 | 31.75 | 510 | 5.255 | 5.449 | 5.670 | 5.949 |
| JU2-32-LR-560 | 31.75 | 560 | 6.942 | 7.177 | 7.446 | 7.782 |
| JU2-35-LR-580 | 34.92 | 580 | 8.701 | 8.981 | 9.301 | 9.700 |
| JU2-38-LR-630 | 38.1 | 630 | 11.019 | 11.348 | 11.723 | 12.192 |
| JU2-41-LR-650 | 41.27 | 650 | 13.400 | 13.780 | 14.215 | 14.759 |
| JU2-44-LR-690 | 44.45 | 690 | 16.330 | 16.767 | 17.267 | 17.891 |
| JU2-50-LR-690 | 50.8 | 690 | 19.091 | 19.589 | 20.157 | 20.867 |
| JU2-50-LR-770 | 50.8 | 770 | 24.539 | 25.123 | 25.790 | 26.623 |
| JU2-57-LR-820 | 57.15 | 820 | 30.375 | 31.052 | 31.825 | 32.792 |
| JU2-60-LR-880 | 60.32 | 880 | 37.266 | 38.042 | 38.930 | 40.040 |
| JU2-63-LR-900 | 63.5 | 900 | 44.117 | 45.001 | 46.011 | 47.274 |

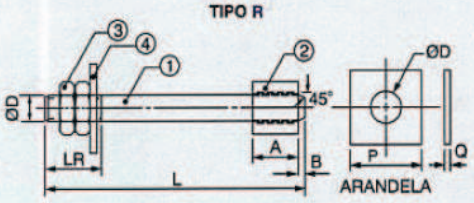
Suministrado con una o dos tuercas según requerimientos.
Denominación: Perno Anclaje en J, referencia JU2, de diámetro 32, longitud de rosca 110 y profundidad de anclaje 510 con 2 tuercas y arandela.

**EJEMPLO:** J U2 - 32 - 110 - 510

- TIPO DE PERNO ← J
- CON DOS TUERCAS Y ARANDELA ← U2
- DIAMETRO ← 32
- LONGITUD DE ROSCA ← 110
- PROFUNDIDAD ← 510

# PERNOS DE ANCLAJE RECTOS

TIPO R




| PIEZAS PARA EL TIPO R |
|---|
| ① PERNO |
| ② RECTANGULO ADITAMENTO |
| ③ TUERCA HEXAGONA |
| ④ ARANDELA CUADRADA |

**MATERIAL:** ASTM A-307.

TIPO R

| Referencia | DIAMETRO | PESO DEL PERNO EN Kg | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | D | A | B | C | E | L | LR | P | Q |
| RU2-60-1585 | 60 | 160 | 15 | 184 | 60 | 1585 | 200 | 120 | 10 |
| RU2-72-2610 | 76.2 | 150 | 20 | 190 | 57.15 | 2610 | 260 | 300 | 54 |

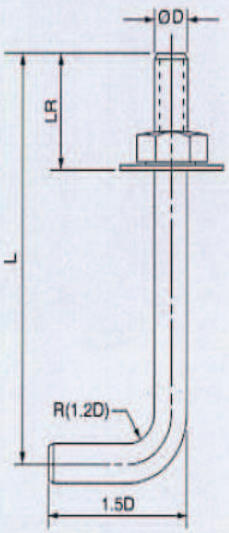
Con dos tuercas y arandela.
Denominación:
Anclaje recto, referencia RU2 de Ø76 y longitud 2610, material.

**EJEMPLO:** R U2 - 76 - 2610

- REFERENCIA ← R
- CON DOS TUERCAS Y ARANDELA. ← U2
- DIAMETRO ← 76
- LONGITUD ← 2610

# PERNOS DE ANCLAJE EN L

TIPO L.U.




**MATERIALES:**
Perno anclaje ASTM a 307, grado B.
ROSCA: UNC, clase 2A
REFERENCIA: Anclaje en L.

## TIPO L.U.

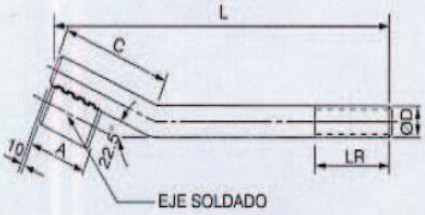
| Diámetro | A - LR | L | Peso Teórico Kg. |
|---|---|---|---|
| 9.52 | 45 | 250 | 0.3 |
| 12.70 | 55 | 300 | 0.4 |
| 15.88 | 65 | 350 | 0.7 |
| 19.05 | 70 | 400 | 1.1 |
| 22.23 | 100 | 362 | 1.27 |
| 25.40 | 80 | 430 | 3.1 |
| 31.75 | 80 | 450 | 4.2 |
| 34.93 | 80 | 450 | 4.23 |
| 41.28 | 80 | 450 | 6.16 |
| 47.63 | 80 | 450 | 8.5 |
| 57.15 | 80 | 450 | 12.54 |
| 63.50 | 80 | 450 | 15.88 |
| 69.85 | 80 | 450 | 19.75 |
| 82.55 | 80 | 450 | 28.76 |
| 88.90 | 80 | 450 | 33.7 |
| 101.60 | 80 | 450 | 46.51 |

**EJEMPLO:** Denominación de un perno de anclaje en L.

L U2 - D - A - L

- TIPO DE PERNO ← L
- CON DOS TUERCAS Y ARANDELA ← U2
- DIAMETRO ← D
- LONGITUD DE ROSCA ← A
- LONGITUD DE EJE ← L

TIPO L.F.




## TIPO L.F.

| Referencia | DIAMETRO | DIMENSIONES EN m.m. | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | D | L | C | LR | EJE SOLDADO |
| LFU-2A-500 | 24 | 500 | 80 | 90 | Ø24 x 90 mm. |
| LFU-30-500 | 30 | 500 | 80 | 90 | Ø30 x 70 mm. |
| LFU-42-1000 | 42 | 1000 | 125 | 150 | Ø42 x 115 mm. |
| LFU-64-2500 | 64 | 2500 | 200 | 250 | Ø64 x 190 mm. |

Denominación:
Anclaje en L de diámetro x longitud y especificaciones del material.

**EJEMPLO:** Anclaje en LFU-24-500, ASTM o AS325.
El suministro se hace con 2 tuercas y arandela.

LF U2 - 24 - 500

- TIPO DE PERNO ← LF
- CON DOS TUERCAS Y ARANDELA ← U2
- DIAMETRO ← 24
- LONGITUD ← 500

Forjas bolivar s.a.
CALIDAD FORJADA PIEZA POR PIEZA.

## ANEXO A-8

a) Propiedades de Cordones de Soldadura de Filete Sometidas a Flexión y Torsión.

b) Propiedades Mínimas del Metal de Soldadura

a) Propiedades de Cordones de Soldadura de Filete Sometidas a Flexión y Torsión.



Tabla 9-2 PROPIEDADES A LA FLEXIÓN DE SOLDADURAS DE FILETE*

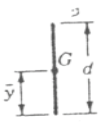
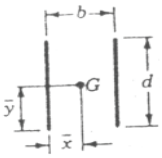
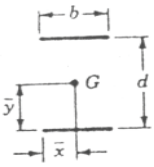
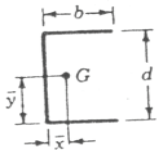
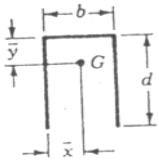
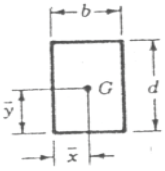
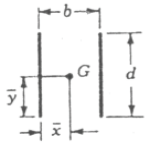
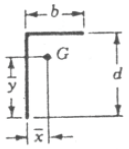
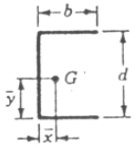
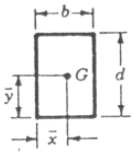
| Soldadura | Área de garganta | Localización de G | Momento de inercia unitario |
|---|---|---|---|
|  | $A = 0.707hd$ | $\bar{x} = 0$<br>$\bar{y} = d/2$ | $I_u = \frac{d^3}{12}$ |
|  | $A = 1.414hd$ | $\bar{x} = b/2$<br>$\bar{y} = d/2$ | $I_u = \frac{d^3}{6}$ |
|  | $A = 1.414hb$ | $\bar{x} = b/2$<br>$\bar{y} = d/2$ | $I_u = \frac{bd^2}{2}$ |
|  | $A = 0.707h(2b + d)$ | $\bar{x} = \frac{b^2}{2b + d}$<br>$\bar{y} = d/2$ | $I_u = \frac{d^2}{12}(6b + d)$ |
|  | $A = 0.707h(b + 2d)$ | $\bar{x} = b/2$<br>$\bar{y} = \frac{d^2}{b + 2d}$ | $I_u = \frac{2d^3}{3} - 2d^2\bar{y} + (b + 2d)\bar{y}^2$ |
|  | $A = 1.414h(b + d)$ | $\bar{x} = b/2$<br>$\bar{y} = d/2$ | $I_u = \frac{d^2}{6}(3b + d)$ |

Tabla 9-1 PROPIEDADES A LA TORSIÓN DE SOLDADURAS DE FILETE*

| Soldadura | Área de garganta | Localización de $G$ | Momento polar de inercia unitario |
|---|---|---|---|
| | $A = 0.707hd$ | $\bar{x} = 0$<br>$\bar{y} = d/2$ | $J_u = d^3/12$ |
|  | $A = 1.414hd$ | $\bar{x} = b/2$<br>$\bar{y} = d/2$ | $J_u = \dfrac{d(3b^2 + d^2)}{6}$ |
|  | $A = 0.707h(b + d)$ | $\bar{x} = \dfrac{b^2}{2(b + d)}$<br>$\bar{y} = \dfrac{2bd + d^2}{2(b + d)}$ | $J_u = \dfrac{(b + d)^4 - 6b^2d^2}{12(b + d)}$ |
|  | $A = 0.707h(2b + d)$ | $\bar{x} = \dfrac{b^2}{2b + d}$<br>$\bar{y} = d/2$ | $J_u = \dfrac{8b^3 + 6bd^2 + d^3}{12} - \dfrac{b^4}{2b + d}$ |
|  | $A = 1.414h(b + d)$ | $\bar{x} = b/2$<br>$\bar{y} = d/2$ | $J_u = \dfrac{(b + d)^3}{6}$ |
| | $A = 1.414\pi hr$ | | $J_u = 2\pi r^3$ |

* $G$ es el centroide del grupo de soldaduras, $h$ es el tamaño de junta, el plano del par de torsión coincide con el del papel y todas las juntas son del mismo tamaño.

b) Propiedades Mínimas del Metal de Soldadura



Tabla 9-3 PROPIEDADES MÍNIMAS DE METAL DE SOLDADURA

| AWS número de electrodo* | Resistencia a la tensión, kpsi | Resistencia de fluencia, kpsi | Porcentaje de alargamiento |
|---|---|---|---|
| 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 |

# ANEXO A – 9

## Especificaciones de Pernos

a) Especificaciones y Marcas de Identificación de pernos, tornillos, espárragos.
b) Características de Roscas unificadas UNC y UNF
c) Diámetros y Áreas de Roscas de Paso Fino y de paso Basto

a) Especificaciones y Marcas de Identificación de pernos, tornillos, espárragos.

Tabla 8-5 ESPECIFICACIONES Y MARCAS DE IDENTIFICACIÓN PARA PERNOS, TORNILLOS, ESPÁRRAGOS, SEMS[a]/Y PERNOS U[b] (Multiplique las resistencias en kpsi por 6.89 para obtener valores en MPa.)

| Grado SAE | Grado ASTM | Grado métrico | Diámetro nominal pulg | Resistencia a la prueba kpsi | Resistencia a la tensión kpsi | Resistencia de fluencia kpsi | Dureza Rockwell del núcleo mín/máx | Marca de grado | Productos | Material |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | A307 | 4.6 | $\frac{1}{4}$ a $1\frac{1}{2}$ | 33 | 60 | 36 | B70/B100 | Ninguna | B, Sc, St | Acero de bajo o mediano carbono |
| 2 | ... | 5.6 | $\frac{1}{4}$ a $\frac{3}{4}$ | 55 | 74 | 57 | B80/B100 | Ninguna | B, Sc, St | Acero de bajo o mediano carbono |
| | | 4.6 | de $\frac{3}{4}$ a $1\frac{1}{2}$ | 33 | 60 | 36 | B70/B100 | Ninguna | B, Sc, St | Acero de bajo o mediano carbono |
| 4 | ... | 8.9 | $\frac{1}{4}$ a $1\frac{1}{2}$ | 65 | 115 | 100 | C22/C32 | Ninguna | St | Acero de mediano carbono, estirado en frío |
| 5 | A449 o bien A325 Tipo 1 | 8.8 | $\frac{1}{4}$ a 1 | 85 | 120 | 92 | C25/C34 | | B, Sc, St | Acero de mediano carbono, Q&T |
| | | 7.8 | de 1 a $1\frac{1}{2}$ | 74 | 105 | 81 | C19/C30 | | B, Sc, St | Acero de mediano carbono, Q&T |
| | | 8.6 | de $1\frac{1}{2}$ a 3 | 55 | 90 | 58 | ... | | B, Sc, St | Acero de mediano carbono, Q&T |
| 5.1 | ... | 8.8 | No. 6 a $\frac{3}{8}$ | 85 | 120 | ... | C25/C40 | | Sc | Acero de bajo o de mediano carbono, Q&T |
| | | 8.8 | No.6 a | 85 | 120 | ... | C25/C40 | | B, Sc, St | Acero de bajo o de mediano carbono, Q&T |
| 5.2 | A325 Tipo 2 | 8.8 | $\frac{1}{4}$ a $1\frac{1}{2}$ | 85 | 120 | 92 | C26/C36 | | B, Sc | Acero martensítico de bajo carbono, totalmente inerte, de grano fino, Q&T |
| 7[8] | ... | 10.9 | $\frac{1}{4}$ a $1\frac{1}{2}$ | 105 | 133 | 115 | C28/C34 | | B, Sc | Acero de mediano carbono y aleación, Q & T |
| 8 | A354 Grado BD | 10.9 | $\frac{1}{4}$ a $1\frac{1}{2}$ | 120 | 150 | 130 | C33/C39 | | B, Sc, St | Acero de mediano carbono y aleación Q&T |
| 8.1 | ... | 10.9 | $\frac{1}{4}$ a $1\frac{1}{2}$ | 120 | 150 | 130 | C32/C38 | Ninguna | St | Acero de mediano carbono y aleación, estirado a alta temperatura o bien, acero G15410 |
| 8.2 | ... | 10.9 | $\frac{1}{4}$ a 1 | 120 | 150 | 130 | C35/C42 | | B, Sc | Acero martensítico de bajo carbono, totalmente inerte, de grano fino, Q&T |
| ... | A574 | 12.9 | 0 a $\frac{1}{2}$ | 140 | 180 | 160 | C39/C45 | 12.9 | SHCS | Acero de aleación, Q&T |
| | | 12.9 | $\frac{3}{8}$ a $1\frac{1}{2}$ | 135 | 170 | 160 | C37/C45 | 12.9 | SHCS | Acero de aleación, Q&T |

b) Características de Roscas unificadas UNC y UNF

Tabla 8-2 CARACTERÍSTICAS DE ROSCAS UNIFICADAS UNC y UNF*

| | | Serie basta—UNC | | | Serie fina—UNF | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Designación de tamaño | Diámetro mayor nominal pulg | Hilos por pulg $N$ | Área de esfuerzo de tensión $A_t$, pulg² | Área al diámetro menor $A_r$, pulg² | Hilos por pulg $N$ | Área de esfuerzo de tensión $A_t$, pulg² | Área al diámetro menor $A_r$, pulg² |
| 0 | 0.0600 | | | | 80 | 0.001 80 | 0.001 51 |
| 1 | 0.0730 | 64 | 0.002 63 | 0.002 18 | 72 | 0.002 78 | 0.002 37 |
| 2 | 0.0860 | 56 | 0.003 70 | 0.003 10 | 64 | 0.003 94 | 0.003 39 |
| 3 | 0.0990 | 48 | 0.004 87 | 0.004 06 | 56 | 0.005 23 | 0.004 51 |
| 4 | 0.1120 | 40 | 0.006 04 | 0.004 96 | 48 | 0.006 61 | 0.005 60 |
| 5 | 0.1250 | 40 | 0.007 96 | 0.006 72 | 44 | 0.008 80 | 0.007 16 |
| 6 | 0.1380 | 32 | 0.009 09 | 0.007 45 | 40 | 0.010 15 | 0.008 74 |
| 8 | 0.1640 | 32 | 0014 0 | 0.011 96 | 36 | 0.014 74 | 0.012 85 |
| 10 | 0.1900 | 24 | 0.017 5 | 0.014 50 | 32 | 0.020 0 | 0.017 5 |
| 12 | 0.2160 | 24 | 0.024 2 | 0.020 6 | 28 | 0.025 8 | 0.022 6 |
| $\frac{1}{4}$ | 0.2500 | 20 | 0.031 8 | 0.026 9 | 28 | 0.036 4 | 0.032 6 |
| $\frac{5}{16}$ | 0.3125 | 18 | 0.052 4 | 0.045 4 | 24 | 0.058 0 | 0.052 4 |
| $\frac{3}{8}$ | 0.3750 | 16 | 0.077 5 | 0.067 8 | 24 | 0.087 8 | 0.080 9 |
| $\frac{7}{16}$ | 0.4375 | 14 | 0.106 3 | 0.093 3 | 20 | 0.118 7 | 0.109 0 |
| $\frac{1}{2}$ | 0.5000 | 13 | 0.141 9 | 0.125 7 | 20 | 0.159 9 | 0.148 6 |
| $\frac{9}{16}$ | 0.5625 | 12 | 0.182 | 1.162 | 18 | 0.203 | 0.189 |
| $\frac{5}{8}$ | 0.6250 | 11 | 0.226 | 0.202 | 18 | 0.256 | 0.240 |
| $\frac{3}{4}$ | 0.7500 | 10 | 0.334 | 0.302 | 16 | 0.373 | 0.351 |
| $\frac{7}{8}$ | 0.8750 | 9 | 0.462 | 0.419 | 14 | 0.509 | 0.480 |
| 1 | 1.0000 | 8 | 0.606 | 0.551 | 12 | 0.663 | 0.625 |
| $1\frac{1}{4}$ | 1.2500 | 7 | 0.969 | 0.890 | 12 | 1.073 | 1.024 |
| $1\frac{1}{2}$ | 1.5000 | 6 | 1.405 | 1.294 | 12 | 1.315 | 1.260 |

* Las ecuaciones y datos utilizados para desarrollar esta tabla se han obtenido de ANSI B1.1-1974 y B 18.3.1-1978. El diámetro menor se determinó con la ecuación $d_r = d - 1.226\,869p$ y el diámetro de paso, de $d_m = d - 0.649\,519p$. El valor medio del diámetro de paso y el diámetro menor se utiliza para calcular el área de esfuerzo de tensión.

c) Diámetros y Áreas de Roscas de Paso Fino y de paso Basto

**Tabla 8-1** DIÁMETROS Y ÁREAS DE ROSCAS MÉTRICAS DE PASO FINO Y DE PASO BASTO (TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN EN MILÍMETROS)*

| | Serie de paso basto | | | Serie de paso fino | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Diámetro mayor nominal, $d$ | Paso $p$ | Área de esfuerzo de tensión, $A_t$ | Área al diámetro menor, $A_r$ | Paso $p$ | Área de esfuerzo de tensión, $A_t$ | Área al diámetro menor, $A_r$ |
| 1.6 | 0.35 | 1.27 | 1.07 | | | |
| 2 | 0.04 | 2.07 | 1.79 | | | |
| 2.5 | 0.45 | 3.39 | 2.98 | | | |
| 3 | 0.5 | 5.03 | 4.47 | | | |
| 3.5 | 0.6 | 6.78 | 6.00 | | | |
| 4 | 0.7 | 8.78 | 7.75 | | | |
| 5 | 0.8 | 14.2 | 12.7 | | | |
| 6 | 1 | 20.1 | 17.9 | | | |
| 8 | 1.25 | 36.6 | 32.8 | 1 | 39.2 | 36.0 |
| 10 | 1.5 | 58.0 | 52.3 | 1.25 | 61.2 | 56.3 |
| 12 | 1.75 | 84.3 | 76.3 | 1.25 | 92.1 | 86.0 |
| 14 | 2 | 115 | 104 | 1.5 | 125 | 116 |
| 16 | 2 | 157 | 144 | 1.5 | 167 | 157 |
| 20 | 2.5 | 245 | 225 | 1.5 | 272 | 259 |
| 24 | 3 | 353 | 324 | 2 | 384 | 365 |
| 30 | 3.5 | 561 | 519 | 2 | 621 | 596 |
| 36 | 4 | 817 | 759 | 2 | 915 | 884 |
| 42 | 4.5 | 1120 | 1050 | 2 | 1260 | 1230 |
| 48 | 5 | 1470 | 1380 | 2 | 1670 | 1630 |
| 56 | 5.5 | 2030 | 1910 | 2 | 2300 | 2250 |
| 64 | 6 | 2680 | 2520 | 2 | 3030 | 2980 |
| 72 | 6 | 3460 | 3280 | 2 | 3860 | 3800 |
| 80 | 6 | 4340 | 4140 | 1.5 | 4850 | 4800 |
| 90 | 6 | 5590 | 5360 | 2 | 6100 | 6020 |
| 100 | 6 | 6990 | 6740 | 2 | 7560 | 7470 |
| 110 | | | | 2 | 9180 | 9080 |

# ANEXO A – 10

Especificaciones de Rodamientos Cónicos

# Rodamientos FAG de rodillos cónicos

Serie 320 X según DIN 720

**Carga dinámica equivalente**

$P = F_r$ para $\frac{F_a}{F_r} \leq e$

$P = 0{,}4\,F_r + YF_a$ para $\frac{F_a}{F_r} > e$

**Carga estática equivalente**

$P_0 = F_r$ para $\frac{F_a}{F_r} \leq \frac{1}{2\,Y_0}$

$P_0 = 0{,}5\,F_r + Y_0F_a$ para $\frac{F_a}{F_r} > \frac{1}{2\,Y_0}$

| Denominación abreviada | Dimensiones d | D | B | C | T | r | $r_1$ | e ≈ | Capacidades de carga dinámica C kg | e | Y | estática $C_0$ kg | $Y_0$ | Número límite de revoluciones lubricación con grasa r.p.m. | con aceite r.p.m. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | mm | | | | | | | | | | | | | | |
| 320 05 X | 25 | 47 | 15 | 11,5 | 15,1 | | 0,3 | 12 | 2 320 | 0,43 | 1,4 | 1 960 | 0,9 | 8 000 | 11 000 |
| 320/28 X | 28 | 52 | 16 | 12 | 16 | 1,5 | 0,6 | 13 | 3 000 | 0,43 | 1,4 | 2 300 | 0,8 | 8 000 | 10 000 |
| 320 06 X | 30 | 55 | 17 | 13 | 17 | 1,5 | 0,6 | 13 | 3 250 | 0,43 | 1,4 | 2 700 | 0,8 | 7 100 | 9 000 |
| 320/32 X | 32 | 58 | 17 | 13 | 17 | 1,5 | 0,6 | 14 | 3 450 | 0,45 | 1,3 | 2 850 | 0,7 | 6 300 | 8 000 |
| 320 07 X | 35 | 62 | 18 | 14 | 18 | 1,5 | 0,6 | 15 | 3 450 | 0,42 | 1,4 | 2 850 | 0,8 | 6 300 | 8 000 |
| 320 08 XA | 40 | 68 | 19 | 14,5 | 19 | 1,5 | 0,6 | 17 | 4 650 | 0,39 | 1,6 | 4 000 | 0,9 | 5 600 | 7 100 |
| 320 09 XA | 45 | 75 | 20 | 15,5 | 20 | 1,5 | 0,6 | 19 | 5 200 | 0,39 | 1,5 | 4 750 | 0,9 | 5 000 | 6 300 |
| 320 10 X | 50 | 80 | 20 | 15,5 | 20 | 1,5 | 0,6 | 19 | 5 500 | 0,42 | 1,4 | 5 100 | 0,8 | 4 500 | 5 600 |
| 320 11 X | 55 | 90 | 23 | 17,5 | 23 | 2 | 0,8 | 20 | 6 550 | 0,41 | 1,5 | 7 500 | 0,8 | 4 000 | 5 000 |
| 320 12 X | 60 | 95 | 23 | 17,5 | 23 | 2 | 0,8 | 21 | 7 100 | 0,43 | 1,4 | 8 800 | 0,8 | 3 800 | 4 500 |
| 320 13 X | 65 | 100 | 23 | 17,5 | 23 | 2 | 0,8 | 23 | 7 200 | 0,46 | 1,3 | 7 100 | 0,7 | 3 600 | 4 500 |
| 320 14 X | 70 | 110 | 25 | 19 | 25 | 2 | 0,8 | 24 | 8 150 | 0,43 | 1,4 | 8 600 | 0,8 | 3 200 | 4 000 |
| 320 15 X | 75 | 115 | 25 | 19 | 25 | 2 | 0,8 | 25 | 8 350 | 0,46 | 1,3 | 9 150 | 0,7 | 3 200 | 4 000 |
| 320 16 X | 80 | 125 | 29 | 22 | 29 | 2 | 0,8 | 27 | 11 000 | 0,42 | 1,4 | 11 800 | 0,8 | 2 800 | 3 600 |
| 320 17 X | 85 | 130 | 29 | 22 | 29 | 2 | 0,8 | 28 | 12 500 | 0,44 | 1,4 | 13 700 | 0,7 | 2 600 | 3 600 |
| 320 18 XA | 90 | 140 | 32 | 24 | 32 | 2,5 | 0,8 | 32 | 14 300 | 0,42 | 1,4 | 14 300 | 0,8 | 2 500 | 3 200 |
| 320 19 XA | 95 | 145 | 32 | 24 | 32 | 2,5 | 0,8 | 33 | 15 000 | 0,44 | 1,4 | 15 300 | 0,7 | 2 200 | 2 800 |
| 320 20 X | 100 | 150 | 32 | 24 | 32 | 2,5 | 0,8 | 33 | 15 300 | 0,46 | 1,3 | 16 000 | 0,7 | 2 200 | 2 600 |

Peso véase página 100

# Rodamientos FAG de rodillos cónicos

Serie 302 según DIN 720

**Carga dinámica equivalente**

$P = F_r$ para $\frac{F_a}{F_r} \leq e$

$P = 0{,}4\,F_r + YF_a$ para $\frac{F_a}{F_r} > e$

**Carga estática equivalente**

$P_0 = F_r$ para $\frac{F_a}{F_r} \leq \frac{1}{2\,Y_0}$

$P_0 = 0{,}5\,F_r + Y_0F_a$ para $\frac{F_a}{F_r} > \frac{1}{2\,Y_0}$

| Denominación abreviada | Dimensiones d | D | B | C | T | r | $r_1$ | e ≈ | Capacidades de carga dinámica C kg | e | Y | estática $C_0$ kg | $Y_0$ | Número límite de revoluciones lubricación con grasa r.p.m. | con aceite r.p.m. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | mm | | | | | | | | | | | | | | |
| 302 02 | 15 | 35 | 11 | 10 | 11,75 | 1 | 0,3 | 8 | 1 100 | 0,46 | 1,3 | 720 | 0,7 | 12 000 | 16 000 |
| 302 03 A | 17 | 40 | 12 | 11 | 13,25 | 1,5 | 0,6 | 9 | 1 730 | 0,34 | 1,8 | 1 200 | 1,0 | 10 000 | 12 000 |
| 302 04 A | 20 | 47 | 14 | 12 | 15,25 | 1,5 | 0,6 | 11 | 2 450 | 0,34 | 1,8 | 1 760 | 1,0 | 8 000 | 11 000 |
| 302 05 A | 25 | 52 | 15 | 13 | 16,25 | 1,5 | 0,6 | 12 | 2 600 | 0,37 | 1,6 | 2 060 | 0,9 | 8 000 | 10 000 |
| 302 06 A | 30 | 62 | 16 | 14 | 17,25 | 1,5 | 0,6 | 14 | 3 600 | 0,37 | 1,6 | 2 900 | 0,9 | 6 300 | 8 000 |
| 302 07 A | 35 | 72 | 17 | 15 | 18,25 | 2 | 0,8 | 15 | 4 650 | 0,37 | 1,6 | 3 450 | 0,9 | 5 000 | 6 300 |
| 302 08 A | 40 | 80 | 18 | 16 | 19,75 | 2 | 0,8 | 16 | 5 400 | 0,37 | 1,6 | 4 050 | 0,9 | 4 500 | 5 600 |
| 302 09 A | 45 | 85 | 19 | 16 | 20,75 | 2 | 0,8 | 18 | 6 200 | 0,41 | 1,5 | 4 900 | 0,8 | 4 000 | 5 000 |
| 302 10 A | 50 | 90 | 20 | 17 | 21,75 | 2 | 0,8 | 19 | 6 350 | 0,42 | 1,4 | 5 000 | 0,8 | 4 000 | 5 000 |
| 302 11 A | 55 | 100 | 21 | 18 | 22,75 | 2,5 | 0,8 | 20 | 8 000 | 0,41 | 1,5 | 6 400 | 0,8 | 3 600 | 4 500 |
| 302 12 A | 60 | 110 | 22 | 19 | 23,75 | 2,5 | 0,8 | 21 | 9 000 | 0,41 | 1,5 | 7 200 | 0,8 | 3 200 | 4 000 |
| 302 13 A | 65 | 120 | 23 | 20 | 24,75 | 2,5 | 0,8 | 23 | 10 400 | 0,41 | 1,5 | 8 300 | 0,8 | 2 800 | 3 600 |
| 302 14 A | 70 | 125 | 24 | 21 | 26,25 | 2,5 | 0,8 | 25 | 11 400 | 0,42 | 1,4 | 9 300 | 0,8 | 2 600 | 3 400 |
| 302 15 A | 75 | 130 | 25 | 22 | 27,25 | 2,5 | 0,8 | 27 | 12 000 | 0,43 | 1,4 | 10 000 | 0,8 | 2 600 | 3 200 |
| 302 16 A | 80 | 140 | 26 | 22 | 28,25 | 3 | 1 | 27 | 13 700 | 0,42 | 1,4 | 11 400 | 0,8 | 2 400 | 3 200 |
| 302 17 A | 85 | 150 | 28 | 24 | 30,5 | 3 | 1 | 29 | 15 400 | 0,42 | 1,4 | 13 200 | 0,8 | 2 200 | 2 800 |
| 302 18 A | 90 | 160 | 30 | 26 | 32,5 | 3 | 1 | 31 | 17 600 | 0,42 | 1,4 | 15 000 | 0,8 | 2 000 | 2 600 |
| 302 19 A | 95 | 170 | 32 | 27 | 34,5 | 3,5 | 1,2 | 33 | 20 000 | 0,42 | 1,4 | 17 300 | 0,8 | 2 000 | 2 600 |
| 302 20 A | 100 | 180 | 34 | 29 | 37 | 3,5 | 1,2 | 35 | 22 400 | 0,42 | 1,4 | 19 300 | 0,8 | 1 800 | 2 200 |
| 302 21 A | 105 | 190 | 36 | 30 | 39 | 3,5 | 1,2 | 37 | 25 000 | 0,42 | 1,4 | 22 000 | 0,8 | 1 800 | 2 200 |
| 302 22 A | 110 | 200 | 38 | 32 | 41 | 3,5 | 1,2 | 39 | 28 000 | 0,42 | 1,4 | 25 000 | 0,8 | 1 600 | 2 000 |
| 302 24 A | 120 | 215 | 40 | 34 | 43,5 | 3,5 | 1,2 | 43 | 30 000 | 0,43 | 1,4 | 27 000 | 0,8 | 1 400 | 1 800 |
| 302 26 A | 130 | 230 | 40 | 34 | 43,75 | 4 | 1,5 | 45 | 32 500 | 0,43 | 1,4 | 29 000 | 0,8 | 1 400 | 1 800 |
| 302 28 | 140 | 250 | 42 | 36 | 45,75 | 4 | 1,5 | 47 | 31 500 | 0,34 | 1,8 | 27 500 | 1,0 | 1 200 | 1 600 |
| 302 30 | 150 | 270 | 45 | 38 | 49 | 4 | 1,5 | 51 | 35 000 | 0,35 | 1,7 | 32 000 | 0,9 | 1 200 | 1 600 |

Peso véase página 100

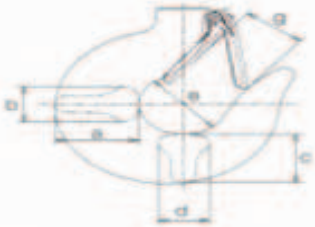
# ANEXO A – 11

Especificaciones de Técnicas

# ELEVADORES MINOR

## POLIPASTO MINI-MINOR M-100

### Dimensiones estándar para ganchos




(mm)

| Cuerda de elevación | | a | b | c | d | e | g |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ER001H<br>ER003S<br>ER005L | T | 28 | 17.5 | 23.5 | 17.5 | 35.5 | 28 |
| ER003H<br>ER005S | B | | | | | | 24 |
| ER010L<br>ER010M<br>ER010S | T&B | 36.5 | 22.5 | 31 | 22.5 | 42.5 | 31 |
| ER015S | T | 47.5 | 29 | 40 | 29 | 50 | 37 |
| | B | 43.5 | 26.5 | 36.5 | 26.5 | 47.5 | 34 |
| ER020L<br>ER020M<br>ER020S | T&B | 47.5 | 29 | 40 | 29 | 50 | 37 |
| ER025S | T | 56 | 34.5 | 47.5 | 34.5 | 60 | 44 |
| | B | 51.5 | 31.5 | 43.5 | 31.5 | 53 | 40 |
| ER030C<br>ER030L<br>ER030S | T&B | 56 | 34.5 | 47.5 | 34.5 | 60 | 44 |
| ER050L | T&B | 67 | 42.5 | 56 | 42.5 | 63 | 46 |
| ER075S | B | 83.5 | 55 | 73 | 48 | 85 | 62 |
| ER100L<br>ER100S | T&B | 83.5 | 55 | 73 | 48 | 85 | 62 |
| ER150S | T&B | 104 | 70 | 87 | 60 | 100 | 79 |
| ER200S | T&B | 118 | 83 | 99.5 | 70 | 110 | 86 |

# CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

| | | |
|---|---|---|
| Potencia elevación | Kg. | 100/200 |
| Velocidad elevación | m/min. | 16 / 8 |
| Longitud del cable | m. | 15/7,5 |
| Diámetro del cable | mm. | 3 |
| Carga de rotura del cable | Kg. | 650 |
| Potencia motor | c.v. | 0,5 |
| Tensión motor | v. | 220 |
| Tensión maniobra | v. | 220 |
| Radio giro | mm. | 845 |
| Angulo de giro | º | 200 |
| Peso | Kg. | 10 |
| Medidas: Ancho | mm. | 210 |
| Largo | mm. | 445 |
| Alto | mm. | 170 |
| Volumen | m³. | 0,02 |

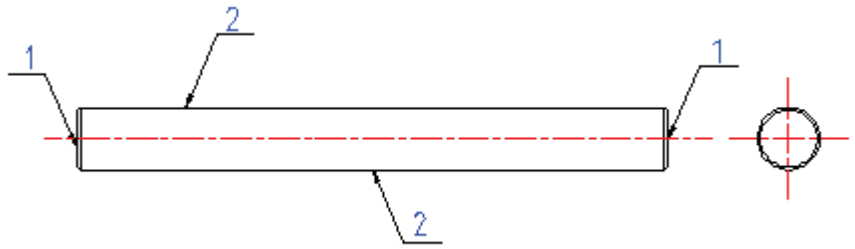
- El más robusto y ligero elevador del mercado en su gama.
- Por su peso y tamaño es el elemento indispensable para todo el profesional que precise elevar pequeñas cargas.
- Gran variedad de sistemas de fijación.
- Adaptable a todos los accesorios de anclaje "MOM".
- Fijación horizontal y vertical.
- Motor autofreno de gran seguridad de funcionamiento.
- Grupo reductor silencioso, seguro y dimensionado.
- Paro final de carrera.
- Posibilidad de funcionamiento:
  - -Directo 16 m/min. 100 Kg.
  - -Reenvio 8 m/min. 200 Kg.

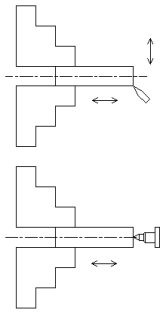
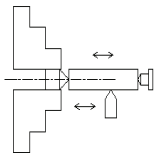
« Volver al índice de elevadores

# ANEXO A –12

HOJA DE PROCESOS

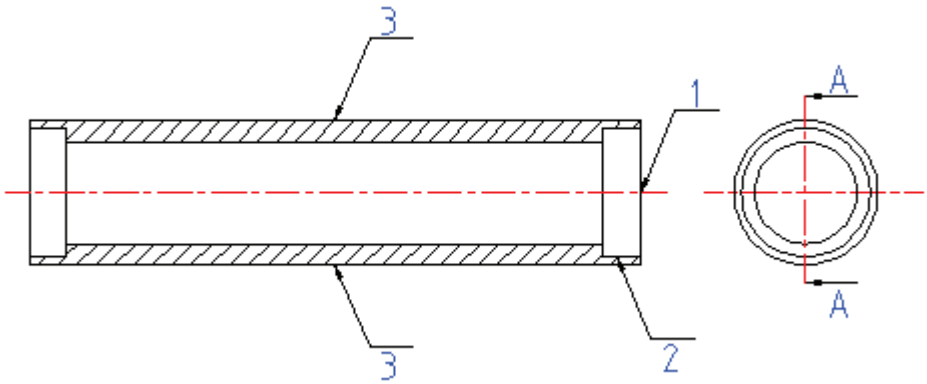
| HOJA DE PROCESOS – 1 | | | | ELEMENTO - 1 | |
|---|---|---|---|---|---|
| EJE PRINCIPAL | | | | Tiempo Total: horas | |
| **POSICIÓN** | **CANTIDAD** | **DENOMINACIÓN** | **MATERIAL** | **DIMENCIONES EN BRUTO** | **OBSERVACIÓN** |
| | 1 | Eje Principal | Acero A 36 | ∅ 32 x 300 | NINGUNA |

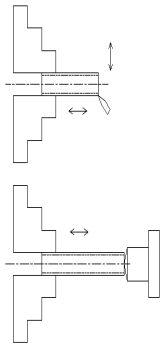



| FASE | SUB FASE | Nº | OPERACIONES | CROQUIS | RPM | UTILES | | TIEMPOS (min) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | trabajo | control | empleado | máximo |
| TORNO (1) | 10 | 11<br>12 | Refrentar en 1<br>Centrar en 1 |  | 600<br>200 | Cc.<br>Bc. | Cal. | 5<br>2 | 6<br>3 |
| | 20 | 21<br>22 | Montar entre puntos<br>Cilindrado final en 2<br>∅ = 32 |  | 800 | Cc. | Cal. | 2<br>28 | 2<br>30<br>20 |

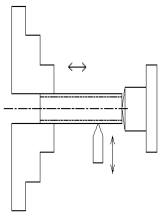
| CÓDIGO DE ÚTILES: | LABORATORIO DE MÁQUINAS HERRAMIENTAS |
|---|---|
| Cal.: Calibrador | FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA |
| Bc.: Broca | EPN. |
| Cc.: Cuchilla para cilindrar | |

| HOJA DE PROCESOS – 2 | | | | ELEMENTO – 2 | |
|---|---|---|---|---|---|
| Perfil estructural redondo | | | | Tiempo Total: horas | |
| **POSICIÓN** | **CANTIDAD** | **DENOMINACIÓN** | **MATERIAL** | **DIMENCIONES EN BRUTO** | **OBSERVACIÓN** |
| | 1 | Perfil estructural redondo | Acero A-36 | ∅ ext 65x 300<br>∅ int 32 x 300 | NINGUNA |



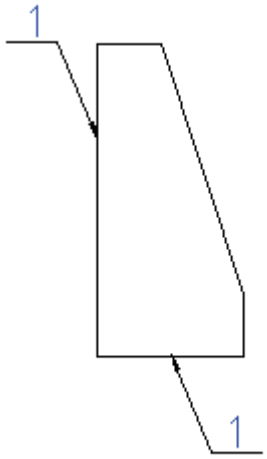

| FASE | SUB FASE | Nº | OPERACIONES | CROQUIS | RPM | UTILES | | TIEMPOS (min) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | trabajo | control | empleado | máximo |
| SIERRA MECÁNICA (1) | 10 | 11 | Trazado a longitud<br>Cortar con disco | | | R.<br>S. | RM.<br>Flex. | 5<br>15 | 10<br>20 |
| TORNO (2) | 20 | 21<br>22 | Refrentar en 1<br>Centrar en 1 |  | 500<br>200 | Cc. | Cal. | 7<br>2 | 8<br>3 |

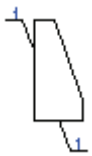
Hoja de Procesos-2 (continuación)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TORNO (2) | 30 | 31<br>32 | Montar entre puntos<br>Cilindrado previo en 3<br>∅ = 32 |  | 800<br><br>600 | Cc. | Cal. | 2<br>25 | 2<br>30 |

| | |
|---|---|
| CÓDIGO DE ÚTILES: | LABORATORIO DE MÁQUINAS HERRAMIENTAS |
| Cal.: Calibrador | FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA |
| Cc.: Cuchilla para cilindrar | E.P.N. |
| S: Sierra | |
| Flex: Flexo metro | |
| R: Rayador | |
| RM: Regla metálica | |

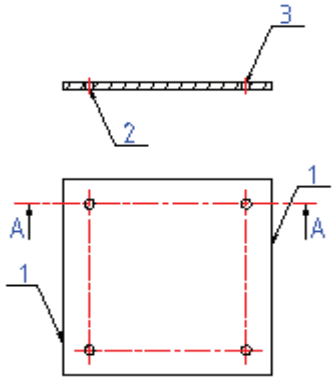
| HOJA DE PROCESOS – 3 | | | | ELEMENTO - 3 | |
|---|---|---|---|---|---|
| PLACAS | | | | Tiempo Total: horas | |
| **POSICIÓN** | **CANTIDAD** | **DENOMINACIÓN** | **MATERIAL** | **DIMENCIONES EN BRUTO** | **OBSERVACIÓN** |
| | 2 | Placa cartela | Acero A 36 | 150 x70 x 6.4 | NINGUNA |

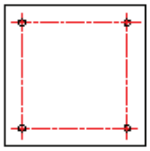



| FASE | SUB FASE | Nº | OPERACIONES | CROQUIS | RPM | UTILES | | TIEMPOS (min) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | trabajo | control | empleado | máximo |
| TRAZADO (1) | 10 | 11 | T razar el contorno |  | | R. | R.M | 3 | 5 |
| | | 12 | Cotado | | | E. | Flex. | 10 | 15 |
| | | 13 | Amolado | | | | | | |
| | | 14 | Chaflán | | | | | | |

| CÓDIGO DE ÚTILES: | LABORATORIO DE MÁQUINAS HERRAMIENTAS |
|---|---|
| E.: Esmeril | E.P.N. |
| R: Rayador | |
| RM: Regla metálica | |
| Flex: Flexo metro | |

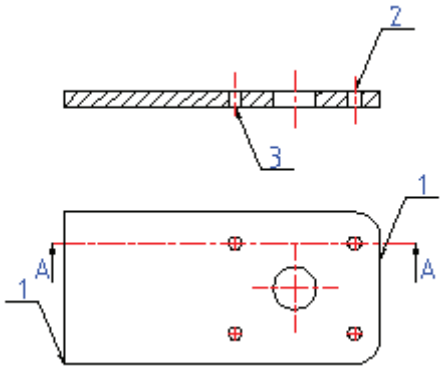
| HOJA DE PROCESOS – 4 | | | | ELEMENTO - 4 | |
|---|---|---|---|---|---|
| PLACA BASE | | | | Tiempo Total: horas | |
| **POSICIÓN** | **CANTIDAD** | **DENOMINACIÓN** | **MATERIAL** | **DIMENCIONES EN BRUTO** | **OBSERVACIÓN** |
| | 1 | Placa base | Acero A 36 | 400x400x12.7 | NINGUNA |




| FASE | SUB FASE | Nº | OPERACIONES | CROQUIS | RPM | UTILES | | TIEMPOS (min) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | trabajo | control | empleado | máximo |
| TRAZADO (2) | 10 | 11<br>12<br>13<br>14 | Trazar el contorno en1<br>Cotado en 1<br>Amolado en 1<br>Chaflán en 1 |  | | R.<br>E. | R.M<br>Flex | 3<br>10 | 5<br>15 |
| TALADRADO (1) | 20 | 21<br>22<br>23 | Trazado de agujeros en 2<br>Taladrado de agujeros Ø12<br>Machuelazo en 3 | | 600 | R.<br>Bc. | R.M | 5<br>10<br>10 | 8<br>15<br>12 |

| CÓDIGO DE ÚTILES: | LABORATORIO DE MÁQUINAS HERRAMIENTAS |
|---|---|
| RM: Regla metálica | FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA<br>E.P.N. |
| Bc.: Broca | |
| R: Rayador | |

| HOJA DE PROCESOS – 5 | | | | ELEMENTO - 5 | |
|---|---|---|---|---|---|
| PLACA UNION | | | | Tiempo Total: horas | |
| **POSICIÓN** | **CANTIDAD** | **DENOMINACIÓN** | **MATERIAL** | **DIMENCIONES EN BRUTO** | **OBSERVACIÓN** |
| | 1 | Placa unión | Acero A 36 | 114x80x12.7 | NINGUNA |




| FASE | SUB FASE | Nº | OPERACIONES | CROQUIS | RPM | UTILES | | TIEMPOS (min) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | trabajo | control | empleado | máximo |
| TRAZADO (2) | 10 | 11<br>12<br>13<br>14 | Trazar el contorno en1<br>Cotado en 1<br>Amolado en 1<br>Chaflán en 1 | | | R.<br>E. | R.M<br>Flex | 3<br>10 | 5<br>15 |
| TALADRADO (1) | 20 | 21<br>22<br>23 | Trazado de agujeros en 2<br>Taladrado de agujeros Ø10<br>Machuelazo en 3 | | 500 | R.<br>Bc. | R.M | 5<br>10<br>10 | 8<br>15<br>12 |

| CÓDIGO DE ÚTILES: | LABORATORIO DE MÁQUINAS HERRAMIENTAS |
|---|---|
| RM: Regla metálica | FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA |
| Bc.: Broca | E.P.N. |
| R: Rayador | |

# ANEXO A – 13

Proforma de Costos

# LISTA DE PRECIOS

## TUBOS "FUJI"

## AL 15 DE ENERO DEL 2010

## PRODUCTOS DE STOCK

| Iso L-2 | Ø mm | Negro | Galv. | Und/Paq | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1/2 | 2,0 | 11,08 | 13,94 | 91 | * |
| 3/4 | 2,3 | 15,76 | 19,51 | 91 | * |
| 1 | 2,6 | 23,74 | 26,14 | 61 | * |
| 1-1/4 | 2,6 | | 35,68 | 37 | * |
| 1-1/2 | 2,9 | | 44,25 | 37 | * |
| 2 | 2,9 | 45,12 | 55,38 | 19 | * |
| 2-1/2 | 3,2 | | 80,52 | 19 | * |
| 3 | 3,2 | | 94,52 | 19 | * |
| 4 | 3,6 | | 136,59 | 7 | * |

| ASTM A53 A CEDULA 40 | Ø mm | | Und/Paq | |
|---|---|---|---|---|
| 1/2 | 2,77 | 18,24 | 91 | * |
| 3/4 | 2,87 | 24,27 | 91 | * |
| 1 | 3,38 | 35,90 | 61 | * |
| 1-1/2 | 3,68 | 58,15 | 37 | * |
| 2 | 3,91 | 78,11 | 19 | * |

| Conduit: EMT (para luz 3.0 m) | | | Und/Paq | |
|---|---|---|---|---|
| 1/2 | 1,07 | 3,09 | 91 | * |
| 3/4 | 1,24 | 4,37 | 91 | * |
| 1 | 1,45 | 6,86 | 61 | * |
| 1-1/4 | 1,65 | 9,36 | 37 | * |
| 1-1/2 | 1,65 | 10,88 | 37 | * |
| 2 | 1,65 | 13,84 | 19 | * |

| Conduit Rígido: ERMC con rosca y unión (3m) | | | Und/Paq | |
|---|---|---|---|---|
| 1/2 | 2,64 | 10,50 | 91 | |
| 3/4 | 2,72 | 14,60 | 91 | |
| 1 | 3,20 | 21,60 | 61 | |
| 2 | 3,71 | 47,01 | 19 | |

| Conduit: IMC con rosca y unión (3m) | | | Und/Paq | |
|---|---|---|---|---|
| 1/2 | 1,07 | 8,03 | 91 | |
| 3/4 | 2,10 | 10,94 | 91 | |
| 1 | 2,35 | 15,49 | 61 | |
| 1-1/4 | 2,42 | 20,54 | 37 | |
| 1-1/2 | 2,54 | 24,91 | 37 | |
| 2 | 2,60 | 32,99 | 19 | |

| Poste Económico (cerramiento): | | | Negro | Galv. | Und/Paq | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1-1/4" | 1,8 | (Ext. 31.8) | | 19,49 | 61 | * |
| 1-1/2" | 1,8 | (Ext. 38.1) | | 23,58 | 61 | * |
| 2" | 1,8 | (Ext. 50.8) | | 31,83 | 37 | * |
| 2-1/2" | 1,8 | (Ext. 63.5) | | 40,03 | 19 | * |

| Poste Liviano (cerramiento): | | | Und/Paq | |
|---|---|---|---|---|
| 1-1/4" | 1,5 | 24,30 | 61 | * |
| 1-1/2" | 1,5 | 26,85 | 61 | * |

| Poste (cerramiento): | Ø mm | | Und/Paq | |
|---|---|---|---|---|
| 3/4 | 1,6 | 14,22 | 91 | * |
| 1 | 1,6 | 19,27 | 61 | * |
| 1-1/4 | 1,8 | 25,70 | 37 | * |
| 1-1/2 | 1,8 | 29,58 | 37 | * |
| 2 | 1,8 | 37,33 | 19 | * |
| 2-1/2 | 2,0 | 48,53 | 19 | * |
| 3 | 2,0 | 66,13 | 19 | * |
| 4 | 2,0 | 85,53 | 7 | * |
| Funicular Ban. 1-1/4 | 1,8 | 26,20 | 37 | * |

| Industrial Redondo | Ø mm | | | | Und/Paq | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3/4 | 1,5 | HRC | 8,26 | 9,78 | 91 | * |
| 3/4 | 2,0 | HRC | 10,12 | | 91 | * |
| 7/8 | 1,5 | HRC | 9,33 | | 91 | * |
| 1 | 1,5 | HRC | 10,70 | 13,84 | 91 | * |
| 1 | 2,0 | HRC | 13,16 | 16,46 | 91 | * |
| 1-1/4 | 1,5 | HRC | 13,48 | 17,47 | 61 | * |
| 1-1/2 | 1,5 | GIC | | 21,86 | 61 | * |
| 1-1/2 | 1,5 | HRC | 16,15 | 20,95 | 61 | * |
| 1-3/4 | 1,5 | HRC | | 25,57 | 37 | * |
| 1-3/4 | 1,5 | GIC | | 25,59 | 37 | * |
| 2 | 1,5 | GIC | | 29,47 | 37 | * |
| 2 | 1,5 | HRC | 21,90 | 28,72 | 37 | * |
| 2 | 2,0 | HRC | 25,67 | | 37 | * |
| 2-3/8 | 1,5 | GIC | | 35,30 | 19 | * |

| Industrial Cuadrado | Ø mm | | | | Und/Paq | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3/4 x 3/4 | 1,5 | HRC | 11,03 | 14,35 | 100 | * |
| 3/4 x 3/4 | 2,0 | HRC | 13,11 | | 100 | * |
| 1 x 1 | 1,2 | HRC | | 14,26 | 100 | * |
| 1 x 1 | 1,5 | HRC | 13,74 | 17,89 | 100 | * |
| 1 x 1 | 2,0 | HRC | 16,37 | | 100 | * |
| 1-1/4 x 1-1/4 | 1,5 | HRC | 16,53 | 21,41 | 49 | * |
| 1-1/4 x 1-1/4 | 2,0 | HRC | 19,75 | 25,19 | 49 | * |
| 1-1/2 x 1-1/2 | 1,5 | HRC | 21,33 | 27,68 | 36 | * |
| 1-1/2 x 1-1/2 | 2,0 | HRC | 26,48 | | 36 | * |
| 2 x 2 | 1,5 | HRC | 27,44 | 35,47 | 25 | * |
| 2 x 2 | 2,0 | HRC | 31,20 | 39,89 | 25 | * |
| 2 x 2 | 3,0 | HRC | 44,97 | | 25 | * |

| Industrial Rectangular | Ø mm | | | | Und/Paq | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1-1/2 x 3/4 | 1,5 | HRC | 16,67 | 20,92 | 50 | * |
| 2 x 1 | 1,5 | HRC | 20,70 | 26,79 | 50 | * |
| 2 x 1 | 2,0 | HRC | 24,91 | | 50 | * |

IdealAlambrec

EN ESTOS PRECIOS NO ESTA INCLUIDO EL IVA

PRECIOS EN FABRICA

***Call Center :* 1800 Alambres *( 1800 252627)***

# LISTA DE PRECIOS

## TUBOS "FUJI"

## AL 15 DE ENERO DEL 2010

CONDUIT
DEL ECUADOR S.A.

## PRODUCTOS NO STOCK

| Iso L-2 | ø mm | Negro | Galv. | Und/Paq |
|---|---|---|---|---|
| 1-1/4 | 2,6 | 28,40 | | 37 |
| 1-1/2 | 2,0 | 34,80 | | 37 |
| 2-1/2 | 3,2 | 58,28 | | 19 |
| 3 | 3,2 | 76,03 | | 19 |
| 4 | 3,6 | 114,44 | | 7 |

| Iso L-1 | ø mm | | | Und/Paq |
|---|---|---|---|---|
| 1/2 | 2,3 | 12,89 | 15,51 | 91 |
| 3/4 | 2,3 | 16,71 | 20,10 | 91 |
| 1 | 2,0 | 26,27 | 31,59 | 61 |
| 1-1/4 | 2,0 | 33,67 | 40,49 | 37 |
| 1-1/2 | 2,0 | 38,80 | 46,67 | 37 |
| 2 | 3,2 | 53,84 | 64,76 | 19 |

| ASTMA 53 A CEDULA 40 | ø mm | | | Und/Paq |
|---|---|---|---|---|
| 1/2 | 2,77 | 15,16 | | 91 |
| 3/4 | 2,87 | 20,18 | | 91 |
| 1 | 3,38 | 29,85 | | 61 |
| 1-1/4 | 3,56 | 40,47 | 48,68 | 37 |
| 1-1/2 | 3,68 | 48,35 | | 37 |
| 2 | 3,91 | 64,95 | | 19 |

| Conduit: EMT (para luz 3.0 m) | | | Und/Paq |
|---|---|---|---|
| 2-1/2 | 1,83 | 25,99 | 19 |
| 3 | 1,83 | 31,82 | 19 |
| 4 | 2,00 | 47,27 | 7 |

| Conduit Rígido: ERMC con rosca y unión (3m) | | | Und/Paq |
|---|---|---|---|
| 1-1/4 | 3,38 | 29,30 | 37 |
| 1-1/2 | 3,51 | 35,00 | 37 |

| Poste (cerramiento): | ø mm | | Und/Paq |
|---|---|---|---|
| 3/4 | 1,6 | 11,82 | 91 |
| 1 | 1,6 | 14,92 | 61 |
| 1-1/4 | 1,8 | 21,87 | 61 |
| 1-1/2 | 1,8 | 25,17 | 37 |
| 2 | 1,8 | 31,76 | 19 |
| 2-1/2 | 2,0 | 40,35 | 19 |
| 3 | 2,0 | 54,25 | 19 |
| 4 | 2,0 | 70,16 | 7 |
| Puntal Bananero 2 | 1,8 | 38,05 | 19 |

| Poste Económico (cerramiento): | | | | Und/Paq |
|---|---|---|---|---|
| 1-1/4" | 1,8 | (Ext. 31.8) | 16,27 | 61 |
| 1-1/2" | 1,8 | (Ext. 38.1) | 19,68 | 61 |
| 2" | 1,8 | (Ext. 50.8) | 26,57 | 37 |
| 2-1/2" | 1,8 | (Ext. 63.5) | 33,46 | 19 |

| Poste Liviano (cerramiento): | | | | Und/Paq |
|---|---|---|---|---|
| 1-1/4" | 1,5 | 18,73 | | 61 |
| 1-1/2" | 1,5 | 21,35 | | 61 |
| 2" | 1,5 | 26,78 | 34,42 | 37 |

| Industrial Redondo | ø mm | | Negro | Galv. | Und/Paq |
|---|---|---|---|---|---|
| 1/2 (17,93) | 1,5 | GIC | | 9,84 | 91 |
| 5/8 | 1,5 | GIC | | 8,58 | 91 |
| 3/4 | 1,2 | HRC | 6,84 | 8,34 | 91 |
| 3/4 | 2,0 | HRC | | 12,06 | 91 |
| 7/8 | 1,5 | HRC | 9,33 | 11,59 | 91 |
| 1 | 1,2 | HRC | 9,25 | 11,28 | 91 |
| 1 | 2,5 | HRC | 16,86 | 20,25 | 91 |
| 1-1/4 | 1,2 | HRC | 11,70 | 14,26 | 61 |
| 1-1/4 | 1,5 | GIC | | 18,14 | 61 |
| 1-1/4 | 2,0 | HRC | 16,55 | 20,57 | 61 |
| 1-1/2 | 2,0 | HRC | 19,86 | 24,96 | 61 |
| 1-2/3 | 1,5 | HRC | 18,73 | 24,30 | 37 |
| 1-2/3 | 2,0 | HRC | 22,11 | 27,95 | 37 |
| 1-3/4 | 1,5 | HRC | 19,55 | | 37 |
| 1-3/4 | 2,0 | HRC | 23,18 | 28,23 | 37 |
| 1-7/8 | 1,5 | GIC | | 27,85 | 37 |
| 1-7/8 | 1,5 | HRC | 21,35 | 26,85 | 37 |
| 1-7/8 | 2,0 | HRC | 25,45 | 30,95 | 37 |
| 1-7/8 | 2,2 | HRC | 29,67 | 35,68 | 37 |
| 2 | 2,0 | HRC | | 32,14 | 37 |
| 2 | 2,2 | HRC | 31,48 | 37,86 | 37 |
| 2 | 2,8 | HRC | 39,57 | 47,59 | 37 |
| 2-3/8 | 1,5 | HRC | 26,78 | 34,42 | 19 |
| 2-3/8 | 2,0 | HRC | 31,56 | 39,98 | 19 |
| 2-3/8 | 2,2 | HRC | 37,63 | 45,26 | 19 |
| 2-1/2 | 1,5 | HRC | 28,05 | 35,96 | 19 |
| 2-7/8 | 1,5 | GIC | | 41,29 | 19 |
| 2-7/8 | 1,5 | HRC | 32,24 | 38,42 | 19 |

| Industrial Cuadrado | ø mm | | | | Und/Paq |
|---|---|---|---|---|---|
| 3/4 x 3/4 | 1,2 | HRC | 8,27 | 11,28 | 100 |
| 3/4 x 3/4 | 2,0 | HRC | | 14,36 | 100 |
| 1 x 1 | 1,2 | HRC | 11,70 | | 100 |
| 1 x 1 | 2,0 | HRC | | 21,01 | 100 |
| 1-1/4 x 1-1/4 | 1,2 | HRC | | 17,19 | 49 |
| 1-1/4 x 1-1/4 | 2,0 | HRC | | 25,19 | 49 |
| 1-1/2 x 1-1/2 | 2,0 | HRC | | 33,80 | 36 |
| 1-1/2 x 1-1/2 | 2,6 | HRC | 36,90 | 44,37 | 36 |
| 1-1/2 x 1-1/2 | 3,0 | HRC | 38,70 | 49,20 | 36 |
| 2 x 2 | 1,8 | HRC | 33,46 | 39,33 | 25 |
| 2 x 2 | 2,2 | HRC | 39,70 | 47,75 | 25 |
| 2 x 2 | 2,6 | HRC | 46,62 | 56,07 | 25 |
| 2 x 2 | 2,8 | HRC | 50,04 | 60,18 | 25 |
| 2 x 2 | 3,0 | HRC | | 56,87 | 25 |

| Industrial Rectangular | ø mm | | | | Und/Paq |
|---|---|---|---|---|---|
| 2 x 1 | 2,0 | HRC | | 31,18 | 50 |
| 2-3/8 x 1 1/2 | 2,0 | HRC | 33,18 | 41,35 | 24 |
| 2-3/8 x 1 1/2 | 3,0 | HRC | 46,69 | 61,03 | 24 |

IdealAlambrec

EN ESTOS PRECIOS NO ESTA INCLUIDO EL IVA
PRECIOS EN FABRICA

***Call Center : 1800 Alambres ( 1800 252627)***

Quito, 06 de marzo del 2010

**Proforma No.060510-007**

Señores
**INDUSTRIA ACERO DE LOS ANDES**
Presente.-

De nuestra consideración:

De acuerdo a su gentil solicitud a continuación nos permitimos detallar nuestra oferta:

| Item | Descripción | U | Cant. | Peso Unitario Kg | Peso Total Kg | Valor Unitario USD $ | Valor Total USD $ | Tiempo de Entrega |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Pl 1000x1000x6,35 mm | U | 1 | 49.80 | 49.80 | 67.23 | 67.23 | Inmediato |
| 3 | Pl A36 1200x1200x12.7mm | U | 1 | 143.50 | 143.50 | 169.33 | 169.33 | Inmediato |
| | | | | | **193.30** | SUMA $: | 236.56 | |
| | | | | | | 12% IVA $: | 28.39 | |
| | | | | | | TOTAL $: | **264.95** | |

**Son: DocientosSesenta y Cuatro con95/100 Dólares Americanos**

Tiempo de entrega: ***Según lo indicado***
Forma de pago: ***30% Anticipo a la aceptación de la presente y***
***70% Documentado a 60 días de la fecha de entrega del material***
Lugar de entrega: ***Taller***
Validez de la oferta: ***15 días***

Sin más por el momento y seguros de contar con su grata orden de pedido, nos despedimos.

Atentamente,
**IPAC S.A.**

**Patricia de Leiva**
**2021141/2021148/ext.113-114**

SERMACO
SERVICIOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCION

PROFORMA # 244614

| | | | |
|---|---|---|---|
| CLIENTE: | ESCUELA POLITECNICA NACIONA | FECHA: | 08-01-2010 |
| CEDULA: | 1714892500 | ALMACEN: | MATRIZ UIO |
| DURECCION: | LADRON DE GUEVARA E11-253 | RUC: | 1790008959001 |
| TELE: | 2565904 | DIRECCION: | AV. DE LA PRENSA |
| FAX: | 2567848 | TELE.: | 022454333 |
| OBS.: | At. ELIDATOPON | FAX: | 022454455 |
| ENTREGA | BODEGA | VENDEDOR: | FRANK CANADAS |

| CODIGO | DESCRIPCION | MEDIDA | MARCA | CANT. | PRECIO | %DSCTO | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 40588 | POLIPASTO MINI CB-005 200Kg. 7m DE ELEVACION | UNI | CAMAM | 1 | 179.22 | 15.0 | 164.22 |

| | |
|---|---|
| TOTAL BRUTO: | 179.22 |
| DESCUENTO: | 15.00 |
| SUBTOTAL: | 164.22 |
| IVA: | 19.79 |
| TRANSPORTE: | 0.00 |
| VALOR A PAGAR: | 184.01 |

SOMOS CONTRIBUYENTES ESPECIALES D.G.R. #270
PRECIOS SUJETOS A CAMBIO SIN PREVIO AVISO

HIVIMAR
LIDER EN MOVIMIENTO
Componentes y servicios automotrices e industriales

Señores
Atención: Ing. Elida Topón
Fecha: Quito, 10 de MAzo de 2010
Dirección: Quito

SKF NTN

OFERTA No. 20232

| LINE | DESC_TEXT | QTY | PRECIO (UNIT) | PRECIO | NOTAS, MARCA Y PROCEDENCIA | T/ENTREGA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | RODAMIENTO (320/32) | 2 | 17.25 | 34.5 | SKF | INMEDIATO |

VALIDEZ DE LA OFERTA: 15 DIAS
FORMA DE PAGO: 30 DIAS CREDITO
STOCK SALVO VENTA
ENTREGA: BODEGAS CLIENTE EN QUITO

Atentamente,

JULIO GALLARDO VITERI
GERENTE DE VENTAS
HIVIMAR

# ANEXO A – 14

Estudio de Campo

**Fig. A-14.1** Dificultad de traslado de niños con discapacidad.

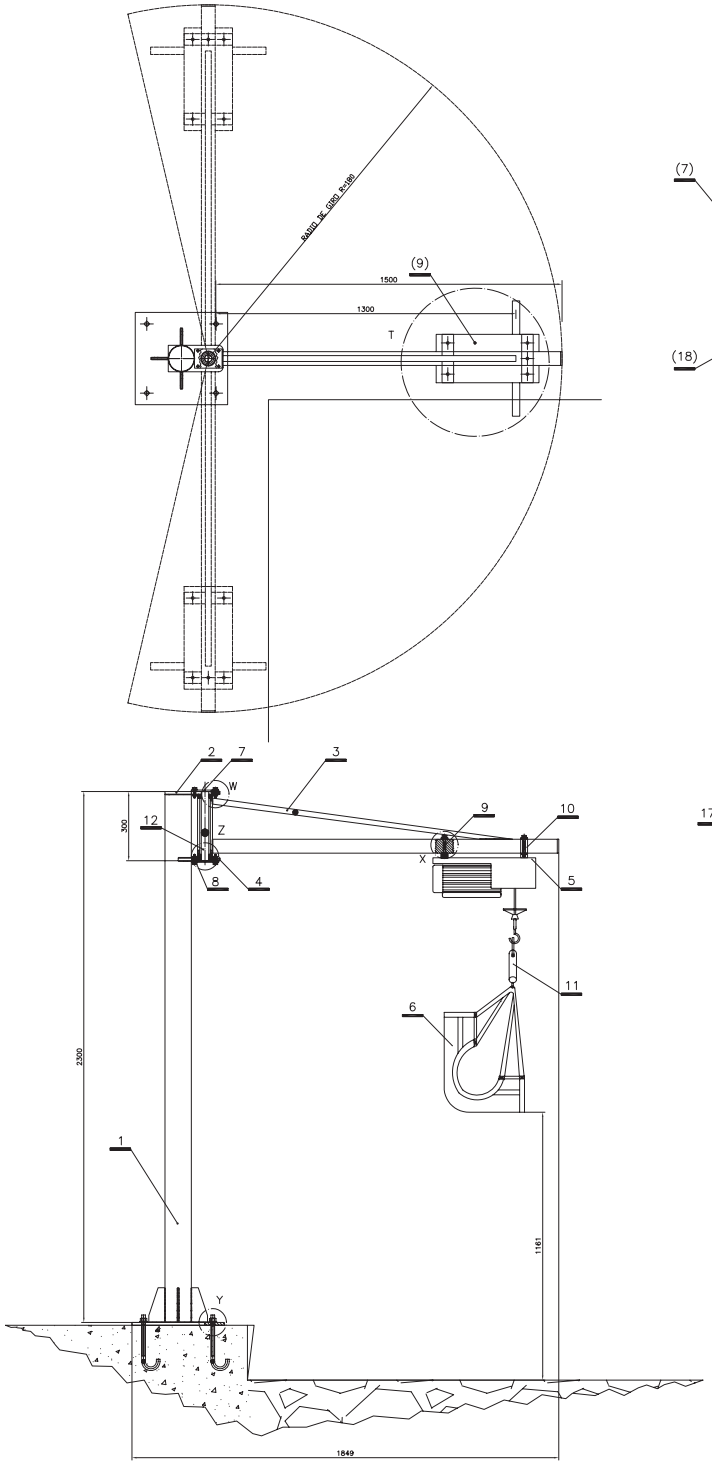
**Fig. A-14.2** Traslado de niños con discapacidades en brazos.

**Fig. A-14.3** Ubicación de la grúa pluma giratoria.

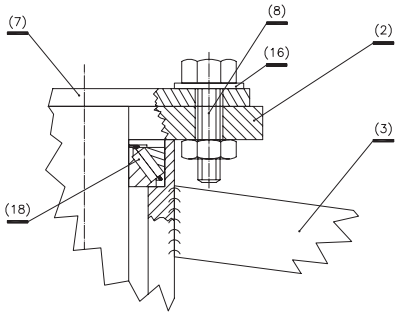
**Fig. A-14.4** Estudio de campo.

# ANEXO A – 15

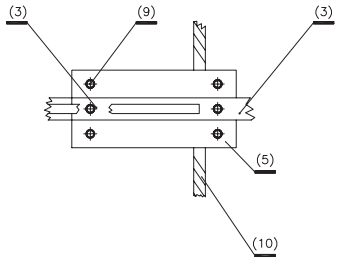
Planos de Taller y Montaje.

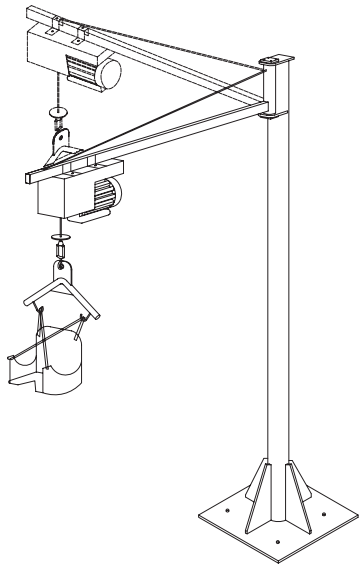



DETALLE W
Escala 1:1



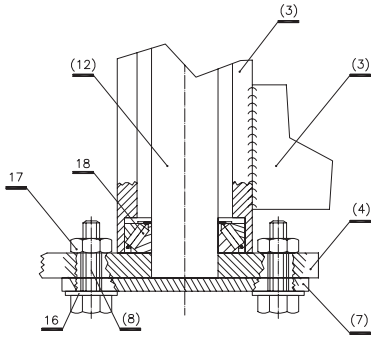

DETALLE T
Escala 1:1



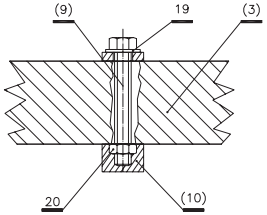



VISTA SOMÉTRICA
Escala 1:10

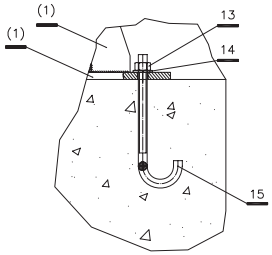
DETALLE Z
Escala 1:1




DETALLE X
Escala 1:5




DETALLE Y
Escala 1:2




ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

| | |
|---|---|
| Capacidad de Polipasto: | 200 kg |
| Velocidad de elevación | 16/8 m/min |
| Angulo de giro: | 180 |
| Peso Aproximado: | 120 kg |
| Dimensiones generales: | 2300mm x1500mm x400mm |
| Tipo de operación: | Accionamiento Electro– Manual |

TABLA DE AJUSTES

| | | |
|---|---|---|
| ø32 | H7 | 32.018 |
| | | 32.000 |
| | h6 | 32.000 |
| | | 32.989 |
| ø114 | H7 | 114.018 |
| | | 114.000 |
| | h6 | 114.000 |
| | | 114.989 |

NOTA

En la vista frontal se puede observar la forma del arnes.

Toda la estructura debe ser pintado con pintura anti–corrosiva

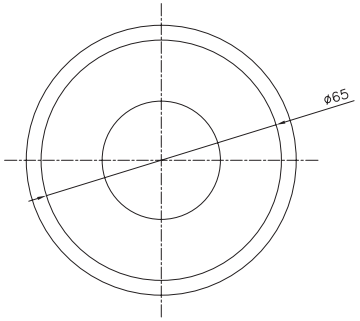
| No | Zona | Denominación | Material | Cant. | N° NORMA N° PLANO | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 | F–10 | Tuerca M10 | Acero | 1 | DIN 934 | |
| 19 | F–10 | Arandela Plana | Acero | 2 | DIN 125 | Para M 10 |
| 18 | G–7 | Rodamiento | FAG | 2 | | 320/32 |
| 17 | G–6 | Tuerca M8 | Acero | 14 | DIN 934 | |
| 16 | G–6 | Arandela Plana | Acero | 4 | DIN 125 | Para M 8 |
| 15 | J–8 | Perno M16 | Acero | 2 | DIN 4102 | L= 200 mm |
| 14 | J–8 | Arandela Plana | Acero | 2 | DIN 125 | Para M 16 |
| 13 | J–8 | Tuerca M16 | Acero | 2 | DIN 934 | |
| 12 | H–3 | Eje | Acero | | | L= 320 mm |
| 11 | I–5 | Soporte de sujeción | Acero ASTM 36 | 1 | 107 | |
| 10 | H–4 | Placa Soporte Polipasto | Acero ASTM 36 | 2 | 106 | |
| 9 | H–4 | Perno M10 | Acero | 2 | DIN 558 | L= 100 mm |
| 8 | H–3 | Perno M8 | Acero | 4 | DIN 912 | L= 50 mm |
| 7 | G–3 | Tapa placa soporte | Acero ASTM 36 | 2 | 105 | |
| 6 | I–5 | Arnés | Nylón | 1 | | |
| 5 | H–5 | Polipasto | | 1 | | |
| 4 | H–3 | Placa Soporte | Acero ASTM 36 | 1 | 104 | |
| 3 | G–4 | Brazo (Pluma) | Acero ASTM 36 | 1 | 103 | |
| 2 | H–3 | Placa Tope Superior | Acero ASTM 36 | 1 | 102 | |
| 1 | J–3 | Columna Base | Acero ASTM 36 | 1 | 101 | |

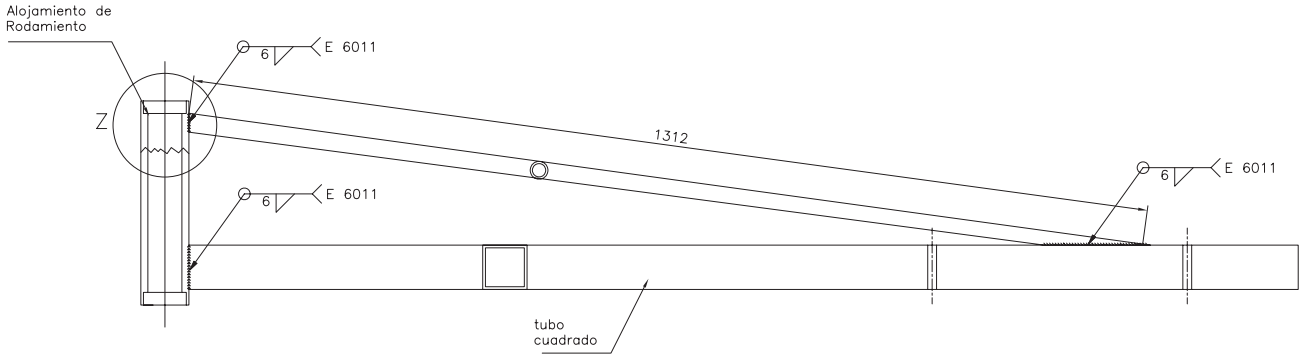
| | | | |
|---|---|---|---|
| EPN | CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA | DIB: TOPON TOPON<br>DIS: TOPON TOPON<br>REV: ING. JAIME VARGAS T. | ESCALA: 1:10 |
| GRÚA PLUMA GIRATORIA | | 2634001 | FECHA 01-05-10 |

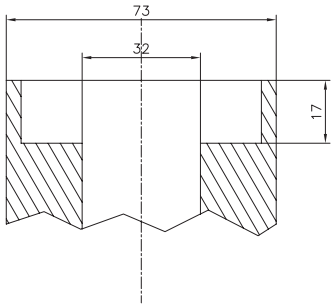
# Alojamiento de Rodamiento

N7

## DETALLE Z
Escala 1:1

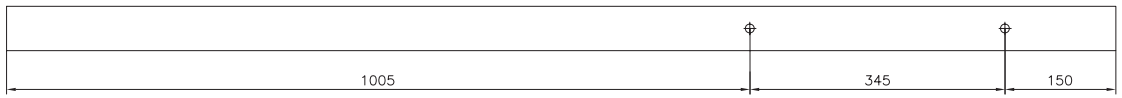


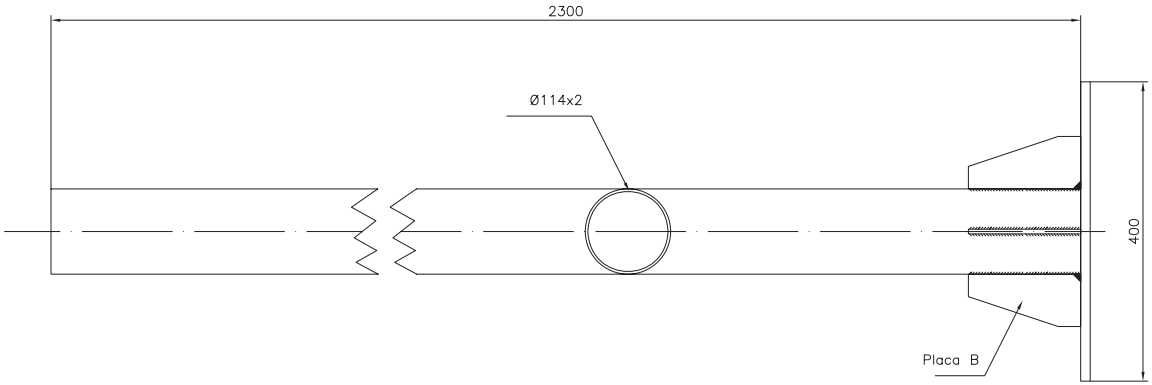

# Tubo Cuadrado

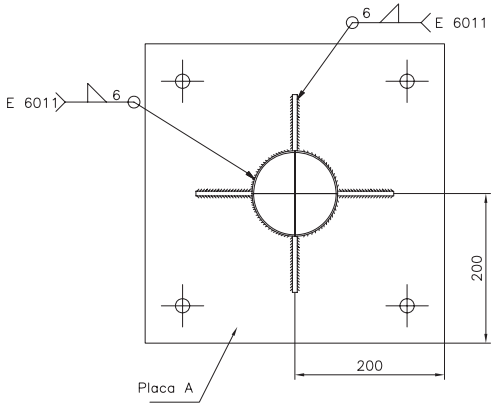
N8

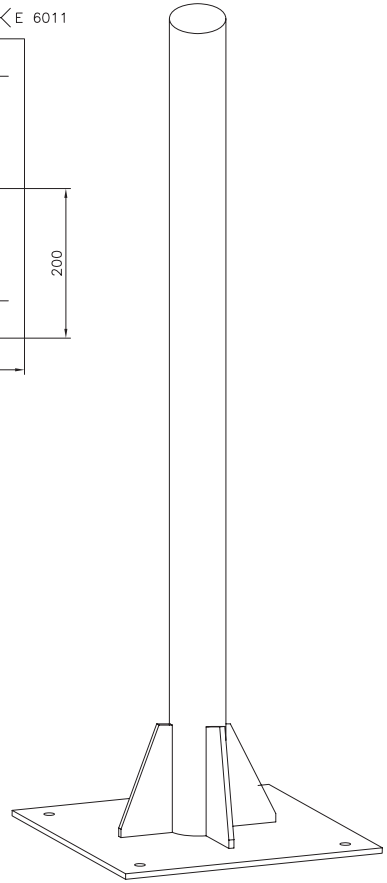



NOTA:
1–Eliminar aristas vivas.
2–Soldadura con electrodo E6011 Ø=5/32" (4mm).
3–Eliminar efectos de soldaduras.
4–Desoxidar y recubrir con pintura anticorrosiva.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| E.P.N. | FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA | DIB. | TOPON TOPON | ESCALA: |
| | | DIS. | TOPON TOPON | 1:5 |
| | | REV. | ING.JAIMEVARGAS | |
| BRAZO EXTERNO | | 2634103 | | FECHA: 04-0-10 |

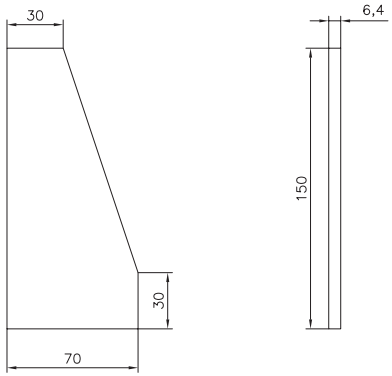


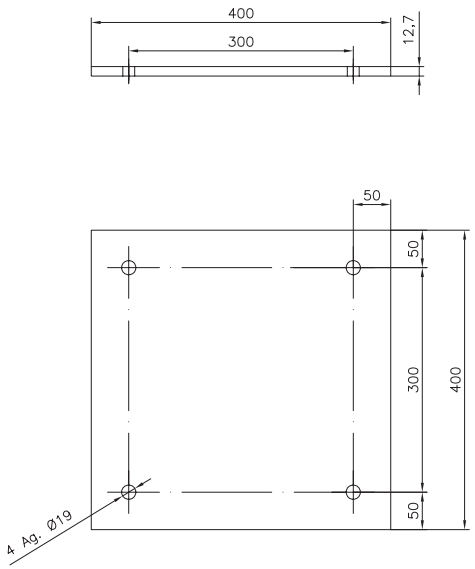



Vista Isometrica
Escala 1:10

Placa B
Escala 1:2

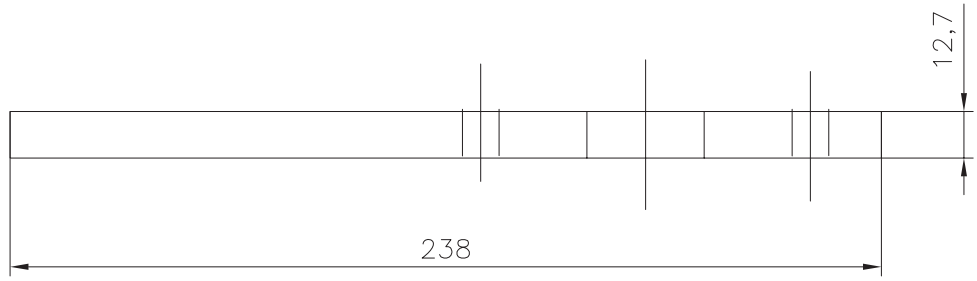


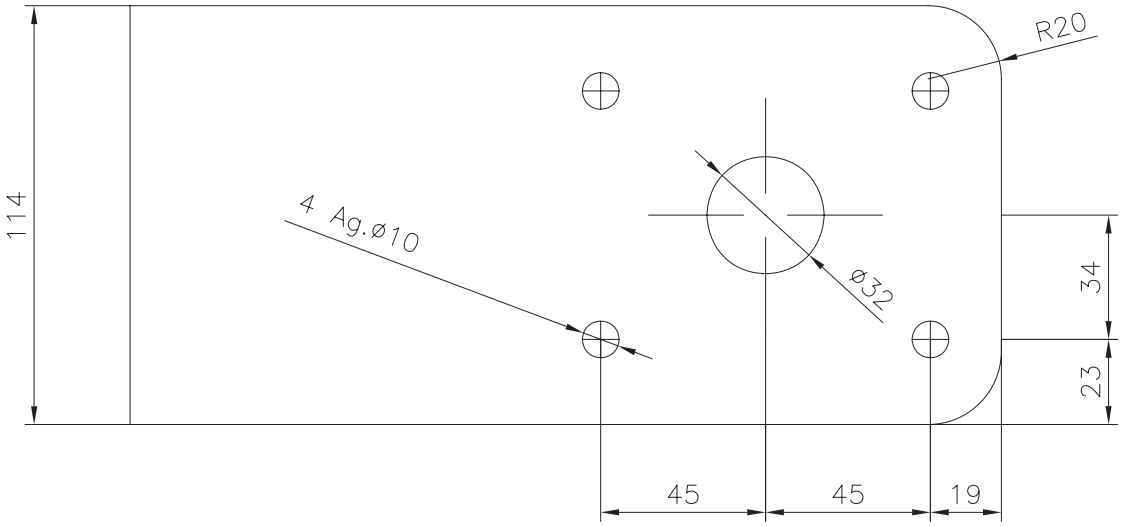

Placa A




NOTA:
1–Eliminar aristas vivas.
2–Soldadura con electrodo E6011 Ø=5/32" (4mm).
3–Eliminar efectos de soldaduras.
4–Desoxidar y recubrir con pintura anticorrosiva.

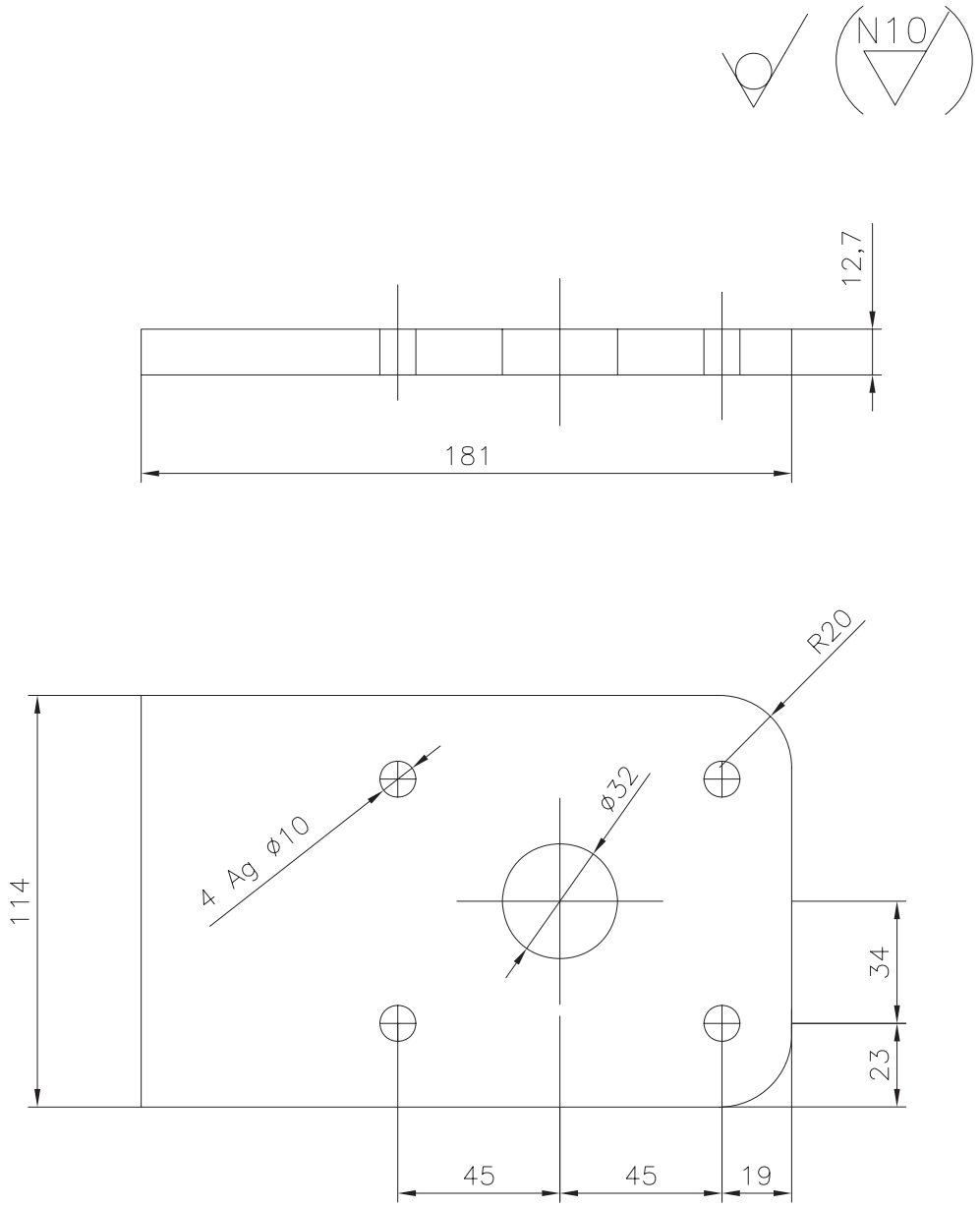
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| E.P.N. | FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA | DIB. | TOPON TOPON | ESCALA: |
| | | DIS. | TOPON TOPON | 1:5 |
| | | REV. | ING.JAIMEVARGAS | |
| COLUMNA BASE | | 2634101 | | FECHA: 04-0-10 |




NOTA:
1–Eliminar aristas vivas.
2–Los agujeros son taladrado.
3–Esmerilar platina hasta obtener un R=20mm.

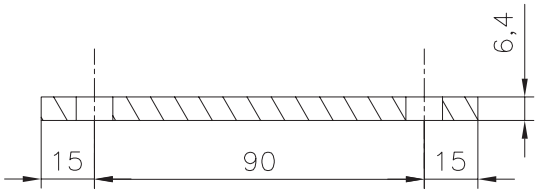
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| TRAT.TÉRMICO: | NINGUNO | E.P.N. | FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA | | |
| RECUBRIMIENTO: | NINGUNO | | | | |
| MATERIAL ACERO ASTM A–36 | TOL.GRAL.: +–0.1 | ESCALA: 1:2 | DIB. | TOPON TOPON | |
| | | | DIS. | TOPON TOPON | |
| | | | REV. | ING. JAIME VARGAS | |
| PLACA TOPE RODAMIENTO | | 2634102 | | | FECHA: 04–0–10 |

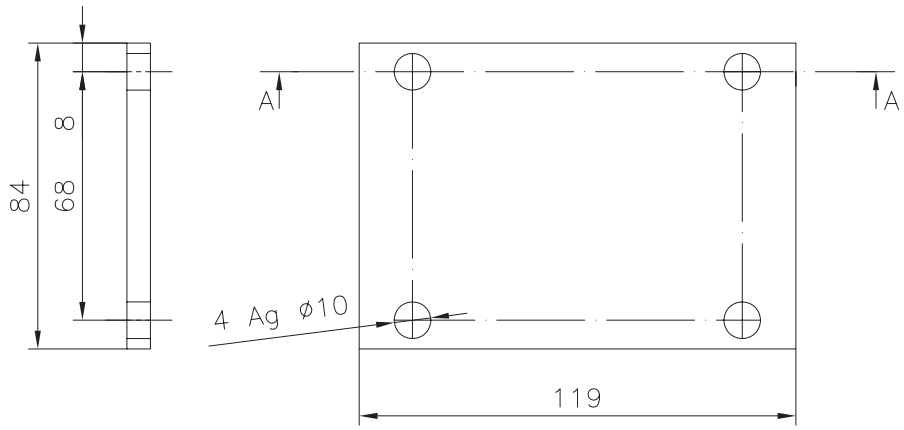



NOTA:
1–Eliminar aristas vivas.
2–Los agujeros son taladrado.
3–Esmerilar platina hasta obtener un R=20mm.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| TRAT.TÉRMICO: | NINGUNO | E.P.N. | FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA | | |
| RECUBRIMIENTO: | NINGUNO | | | | |
| MATERIAL ACERO ASTM A–36 | TOL.GRAL.: +–0.1 | ESCALA: 1:2 | DIB. | TOPON TOPON | |
| | | | DIS. | TOPON TOPON | |
| | | | REV. | ING. JAIME VARGAS | |
| PLACA SOPORTE RODAMIENTO | | 2634104 | | | FECHA: 04–0–10 |

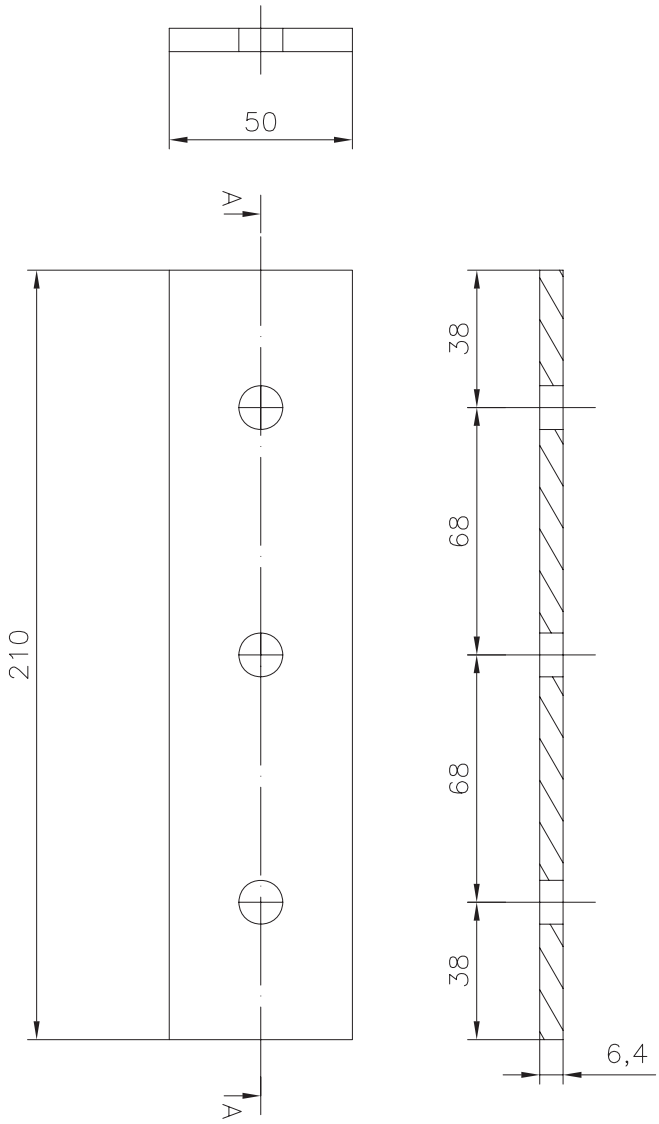
Corte A–A



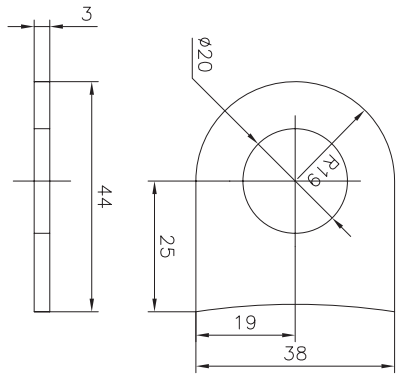

NOTA:
1–Eliminar aristas vivas.
2–Los agujeros son taladrado.

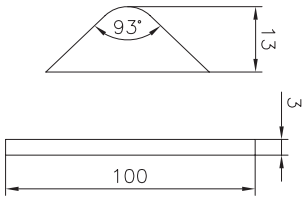
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| TRAT.TÉRMICO: | NINGUNO | E.P.N. | FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA | | |
| RECUBRIMIENTO: | NINGUNO | | | | |
| MATERIAL ACERO ASTM A–36 | TOL.GRAL.: +–0.1 | ESCALA: 1:2 | DIB. | TOPON TOPON | |
| | | | DIS. | TOPON TOPON | |
| | | | REV. | ING. JAIME VARGAS | |
| PLACA TOPE | | 2634105 | | | FECHA: 04–0–10 |

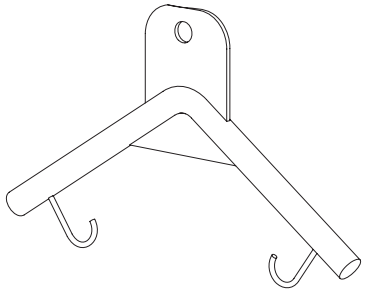



NOTA:
1–Eliminar aristas vivas.
2–Los agujeros son taladrado.

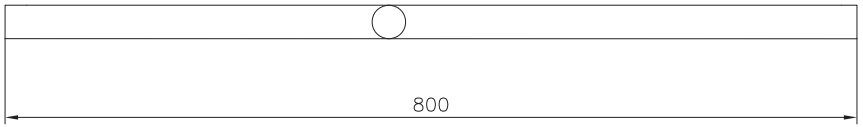
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| TRAT.TÉRMICO: | NINGUNO | E.P.N. | FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA | | |
| RECUBRIMIENTO: | NINGUNO | | | | |
| MATERIAL ACERO ASTM A–36 | TOL.GRAL.: +–0.1 | ESCALA: 1:2 | DIB. | TOPON TOPON | |
| | | | DIS. | TOPON TOPON | |
| | | | REV. | ING. JAIME VARGAS | |
| PLACA SOPORTE POLIPASTO | | 2634106 | | | FECHA: 04–0–10 |



Vista Isometrica
Escala 1:10




| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| TRAT.TÉRMICO: | NINGUNO | E.P.N. | FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA | |
| RECUBRIMIENTO: | NINGUNO | | | |
| MATERIAL ACERO ASTM A-36 | TOL.GRAL.: +-0.1 | ESCALA: 1:2 | DIB. | TOPON TOPON |
| | | | DIS. | TOPON TOPON |
| | | | REV. | ING. JAIME VARGAS |
| CLIPS-BLUCLES | | 2634107 | FECHA: 04-0-10 | |