

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**

### **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN COCHE DE CONTROL TEMPORIZADO PARA TERMINALES DE PASAJEROS.**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO MECÁNICO**

**DAVID GABRIEL GARCÉS VILLEGAS**

**davog07@hotmail.com**

**WILIAN FERNANDO GUAYASAMÍN SALAZAR**

**wilian\_guayasamin@hotmail.com**

**DIRECTOR: Ing. JAIME VARGAS T.**

**jaime.vargas@epn.edu.ec**

**Quito, Junio 2010**

## DECLARACIÓN

Nosotros, David Gabriel Garcés Villegas, y Wilian Fernando Guayasamín Salazar, declaramos bajo juramento que el trabajo descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros 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.

---

David Gabriel Garcés Villegas

---

Wilian Fernando Guayasamín Salazar

## CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por David Gabriel Garcés Villegas y Wilian Fernando Guayasamín Salazar, bajo nuestra supervisión.

---

Ing. Jaime Vargas.

DIRECTOR

---

Ing. Jorge Escobar L.

COLABORADOR

---

Dr. Álvaro Aguinaga.

COLABORADOR

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Ingeniero Jaime Vargas T. por su acertada guía y apoyo en la realización del presente proyecto.

Al Ingeniero Jorge Escobar y al Doctor Álvaro Aguinaga por su acertada colaboración.

A nuestros amigos y compañeros los cuales han formado parte importante de nuestra vida universitaria y a los que nunca olvidaremos.

**David Gabriel Garcés Villegas**

**Wilian Fernando Guayasamín Salazar**

## DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado con todo mi amor a mi padre Lenin Garcés, a mi madre Emperatriz del Carmen Villegas, a mis hermanos Lenin Jr. y Paul, y al amor de mi vida Elizabeth, como muestra de todo mi cariño y respeto hacia ellos.

**David Gabriel Garcés Villegas.**

Este trabajo va dedicado con todo mi cariño a mi madre Elba Salazar, a mi hija Fernandita Guayasamín, a mi mujer Paulina Yáñez, y a mis hermanos Xavier, Jefferson y Wladimir, a mis abuelos Segundo Guayasamín y Josefina Vaca y en especial a la memoria de mi querida tía Margarita Guayasamín como muestra de todo mi amor hacia ellos.

**Wilian Fernando Guayasamín Salazar.**

## CONTENIDO

	Pag.
<b>CAPITULO 1. MARCO TEÓRICO</b> .....	1
1.1 GENERALIDADES.....	1
1.2 ESTUDIO DE COCHES DE CARGA.....	3
1.2.1 COCHES DE EQUIPAJE.....	4
1.2.2 COCHES DE SUPERMERCADO.....	7
1.2.3 COCHES DE HOTELES.....	8
1.2.4 OTROS TIPOS DE COCHES.....	9
1.3 ESTUDIO DE VALIDADORES DE MONEDAS.....	13
1.4 ESTUDIO DE TEMPORIZADORES.....	16
1.4.1 TEMPORIZADOR A LA CONEXIÓN.....	17
1.4.2 TEMPORIZADOR A LA DESCONEXIÓN.....	18
1.4.3 TEMPORIZADORES TÉRMICOS.....	18
1.4.3.1 RELÉS DE BILÁMINAS.....	19
1.4.3.2 RELÉS DE BARRAS DILATABLES.....	19
1.4.4 TEMPORIZADORES NEUMÁTICOS.....	19
1.4.5 TEMPORIZADORES DE MOTOR SÍNCRONO.....	21
1.4.6 TEMPORIZADORES ELECTRÓNICOS.....	21
1.4.7 TEMPORIZADORES PARA ARRANCADORES ESTRELLA TRIÁNGULO.....	22

1.4.8 TEMPORIZACIÓN MAGNÉTICA.....	22
1.5 ESTUDIO ERGONÓMICO.....	23
1.5.1 RELACIONES DIMENSIONALES (ANTROPOMETRÍA).....	25
1.6 LA MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS.....	28
1.6.1 EL PESO DE LA CARGA.....	30
1.6.2 LA POSICIÓN DE LA CARGA CON RESPECTO AL CUERPO	32
1.6.3 EL TRANSPORTE DE LA CARGA.....	34
1.7 ESTUDIO DE RECUBRIMIENTOS ELECTROLÍTICOS.....	34
1.7.1 DEFINICIÓN.....	34
1.7.2 CARACTERÍSTICAS.....	35
1.7.3 RECUBRIMIENTOS ELECTROLÍTICOS.....	36
1.7.3.1 GALVANIZADO.....	36
1.7.3.2 CROMADO.....	37
<b>CAPITULO 2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y ESTUDIO DE</b>	
<b>ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.....</b>	<b>40</b>
2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	40
2.2 ESTUDIO DE CAMPO.....	41
2.2.1 OBSERVACIÓN Y ENCUESTA.....	42
2.2.2 ANALISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS	
ENCUESTAS.....	48
2.3 RESTRICCIONES Y LIMITACIONES.....	56
2.4 ESPECIFICACIONES.....	57

2.4.1 PARÁMETROS DE DISEÑO.....	57
2.4.2 PARÁMETROS FUNCIONALES.....	58
2.4.3 AMBIENTE DE TRABAJO.....	59
2.4.3.1 TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA.....	59
2.4.3.2 GRADO DE INSTRUCCIÓN DEL OPERADOR.....	59
2.4.3.3 GRADO DE CONTAMINACIÓN.....	59
2.4.4 VIDA ÚTIL.....	59
2.4.5 MATERIALES.....	60
2.4.6 PROCESOS.....	60
2.5 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.....	60
2.5.1 ESTRUCTURA DEL COCHE.....	61
2.5.1.1 ALTERNATIVA 1. ESTRUCTURA DE TUBO DE ACERO A36 CON RECUBRIMIENTO CROMADO.....	62
2.5.1.2 ALTERNATIVA 2. ESTRUCTURA DE TUBO DE ACERO A36 CON RECUBRIMIENTO GALVANIZADO.	63
2.5.1.3 ALTERNATIVA 3. ESTRUCTURA DE TUBO DE ACERO INOXIDABLE.....	64
2.5.1.4 ALTERNATIVA 4. ESTRUCTURA DE TUBO ALUMINIO.....	66
2.5.1.5 SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA.....	67
2.5.2 SISTEMA DE VALIDADOR.....	68
2.5.2.1 ALTERNATIVA 1. VALIDADOR ELECTRÓNICO.....	68

2.5.2.2 ALTERNATIVA 2. VALIDADOR MAGNÉTICO.....	69
2.5.2.3 ALTERNATIVA 3. VALIDADOR MECÁNICO.....	70
2.5.2.4 SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA.....	71
2.5.3 SISTEMA DE FRENADO.....	71
2.5.3.1 ALTERNATIVA 1. POR MEDIO DE MOTORES DC DE DESPLAZAMIENTO LINEAL.....	71
2.5.3.2 ALTERNATIVA 2. POR MEDIO DE MOTORES DC ROTATORIOS.....	72
2.5.3.3 ALTERNATIVA 3. POR MEDIO DE SERVOMOTORES.....	73
2.5.3.4 ALTERNATIVA 4. POR MEDIO DE CILINDROS HIDRÁULICOS.....	74
2.5.3.5 SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA.....	75
2.5.4 SISTEMA DE RUEDAS.....	76
2.5.4.1 ALTERNATIVA 1. RUEDAS POLIMERICAS Y BANDAJE DE GOMA SOLIDA ESTANDAR.....	76
2.5.4.2 ALTERNATIVA 2. RUEDAS CON CHAPA METÁLICA Y BANDAJE DE GOMA SOLIDA ESTANDAR.....	77
2.5.4.3 ALTERNATIVA 3. RUEDAS POLIMERICAS Y BANDAJE DE GOMA TERMOPLASTICA.....	79
2.5.4.4 SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA.....	80
2.6 PROTOCOLO DE PRUEBAS.....	81

2.6.1 VERIFICACIÓN DE LAS DIMENSIONES PRINCIPALES.....	81
2.6.2 VERIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES.....	82
2.6.3 TRABAJO SIN CARGA DEL COCHE DE CARGA DE CONTROL TEMPORIZADO.....	83
2.6.4 TRABAJO CON CARGA DEL COCHE DE CARGA DE CONTROL TEMPORIZADO.....	83
<b>CAPITULO 3. DISEÑO DEL COCHE DE CONTROL TEMPORIZADO.....</b>	<b>85</b>
3.1 INTRODUCCIÓN.....	85
3.2 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL COCHE.....	85
3.2.1 DISEÑO DEL EJE DE LA RUEDA.....	85
3.2.1.1. CÁLCULO DE REACCIONES.....	85
3.2.1.2. SELECCIÓN DEL MATERIAL.....	86
3.2.1.3. CÁLCULO DEL LÍMITE DE RESISTENCIA A LA FATIGA DEL ELEMENTO MECÁNICO.....	86
3.2.1.4. DIAGRAMAS DE ESFUERZO CORTANTE Y MOMENTO FLECTOR.....	90
3.2.1.5. DISEÑO PARA CARGAS ESTÁTICAS.....	91
3.2.1.6. DISEÑO PARA CARGAS DINÁMICAS.....	91
3.2.2 DISEÑO DE LA REJILLA INFERIOR.....	92
3.2.2.1. CÁLCULO DE REACCIONES.....	93
3.2.2.2. SELECCIÓN DEL MATERIAL.....	94
3.2.2.3. CÁLCULO DEL LÍMITE DE RESISTENCIA A LA	

FATIGA DEL ELEMENTO MECÁNICO.....	94
3.2.2.4. DIAGRAMAS DE ESFUERZO CORTANTE Y MOMENTO FLECTOR.....	97
3.2.2.5. DISEÑO PARA CARGAS ESTÁTICAS.....	98
3.3.2.6. DISEÑO PARA CARGAS DINÁMICAS.....	98
3.2.3 SELECCIÓN DEL DIÁMETRO DEL TUBO PARA LA ESTRUCTURA DEL COCHE.....	100
3.2.3.1. CÁLCULO DE REACCIONES.....	101
3.2.3.2. SELECCIÓN DEL MATERIAL.....	101
3.2.3.3. CÁLCULO DEL LÍMITE DE RESISTENCIA A LA FATIGA DEL ELEMENTO MECÁNICO.....	102
3.2.3.4. DIAGRAMAS DE ESFUERZO CORTANTE Y MOMENTO FLECTOR.....	104
3.2.3.5. DISEÑO PARA CARGAS ESTÁTICAS.....	105
3.2.3.6. DISEÑO PARA CARGAS DINÁMICAS.....	107
3.2.4 DIMENSIONAMIENTO ERGONÓMICO DEL ANCHO Y ALTURA DEL COCHE.....	108
3.2.4.1 ALTURA DE CODO.....	108
3.2.4.1.1 <i>Definición</i> .....	108
3.2.4.1.2 <i>Aplicación</i> .....	108
3.2.4.1.3 <i>Consideraciones</i> .....	109
3.2.4.1.4 <i>Selección de percentil</i> .....	109

3.2.4.2 ANCHURA DE CODOS.....	109
3.2.4.2.1 Definición.....	109
3.2.4.2.1 Aplicación.....	109
3.2.4.2.2 Consideraciones.....	110
3.2.4.2.3 Selección de percentil.....	110
3.2.4.3 ÁNGULOS DE CONFORT.....	110
3.2.4.4 DIMENSIONAMIENTO.....	110
3.2.5 CÁLCULO DE LOS CORDONES DE SOLDADURA.....	113
3.3 DISEÑO DEL CONTROL DE VALIDACIÓN DE MONEDAS.....	114
3.4 DISEÑO DEL CONTROL TEMPORIZADOR.....	115
3.4.1 CIRCUITO DE CONTROL.....	115
3.4.2 PROGRAMACIÓN DEL PIC.....	116
3.5 DISEÑO DEL SISTEMA DE BLOQUEO.....	116
3.6 SELECCIÓN DE LOS DEMÁS COMPONENTES DEL PROTOTIPO.....	118
3.6.1 RUEDAS.....	118
3.6.2 BATERÍA.....	120
<b>CAPITULO 4. CONSTRUCCIÓN, MONTAJE Y PRUEBAS DE CAMPO....</b>	<b>121</b>
4.1 GENERALIDADES.....	121
4.2 PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN.....	121
4.2.1 REQUERIMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN.....	122
4.2.1.1 MÁQUINAS Y EQUIPOS.....	122

4.2.1.2 HERRAMIENTAS.....	123
4.2.1.3 INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN.....	123
4.2.1.4 RESUMEN DE MATERIA PRIMA.....	123
4.2.1.5 LISTADO DE ELEMENTOS A CONSTRUIR.....	125
4.2.1.6 HOJAS DE PROCESOS.....	127
4.3 MONTAJE DEL PROTOTIPO.....	127
4.3.1 MONTAJE DE LAS RUEDAS.....	127
4.3.2 MONTAJE DEL SISTEMA DE CONTROL.....	127
4.3.3 MONTAJE DEL SISTEMA DE BLOQUEO.....	127
4.4 PRUEBAS DE CAMPO.....	128
<b>CAPITULO 5. ANÁLISIS DE COSTOS.....</b>	<b>129</b>
5.1 INTRODUCCIÓN.....	129
5.2 ANÁLISIS DE COSTOS DIRECTOS.....	130
5.2.1 COSTOS DE MATERIALES DIRECTOS.....	130
5.2.2 COSTOS DE ELEMENTOS NORMALIZADOS.....	131
5.2.3 COSTOS DE MAQUINADO.....	132
5.2.4 COSTOS DE MONTAJE.....	133
5.2.5 COSTO DIRECTO TOTAL.....	133
5.3 ANÁLISIS DE COSTOS INDIRECTOS.....	134
5.3.1 COSTOS DE MATERIALES INDIRECTOS.....	134
5.3.2 COSTOS DE INGENIERÍA.....	135
5.3.3 COSTOS POR GASTOS IMPREVISTOS.....	135

5.3.4 COSTO TOTAL INDIRECTO.....	136
5.4 COSTO TOTAL DE LA MÁQUINA.....	136
<b>CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>138</b>
6.1 CONCLUSIONES.....	138
6.2 RECOMENDACIONES.....	139
BIBLIOGRAFÍA.....	140
CONSULTAS WEB.....	141
ANEXOS.....	142

## INDICE DE FOTOGRAFÍAS

	Pag.
Fotografía 1.1 Columna de coches de equipaje del Aeropuerto Internacional José Joaquín de Olmedo en Guayaquil.....	5
Fotografía 1.2 Coche de equipaje, visto en el Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre.....	6
Fotografía 1.3 Carro Mula en el Aeropuerto Internacional de Suvarnabhumi, Tailandia - un vehículo eléctrico para recoger coches de equipaje.....	6
Fotografía 1.4 Coche de compras, ferretería Kywi.....	7
Fotografía 1.5 Coche de equipaje en Hotel Howard Johnson.....	8
Fotografía 1.6 Coche de basura utilizado en hoteles y oficinas.....	9
Fotografía 1.7 Coche para la gestión de ropa limpia y sucia.....	10
Fotografía 1.8 Coche para el servicio de comidas.....	10
Fotografía 1.9 Coche utilizado para llevar los instrumentos de aseo.....	11
Fotografía 1.10 Coche utilizado para llevar herramientas.....	11
Fotografía 1.11 Coche para transportar sacos de arroz, azúcar, granos, etc.....	12
Fotografía 1.12 Selector electrónico de monedas.....	14
Fotografía 1.13 De arriba a abajo y de izquierda a derecha, moneda de 25 pts. dos monedas de 5 pts. "manipuladas" y una chapa de latón de	

medidas equivalentes.....	15
Fotografía 2.1 Visita Terminal Terrestre “Quitumbe” (Quito – provincia de Pichincha).....	42
Fotografía 2.2 Visita Terminal Terrestre “Carcelén” (Quito – provincia de Pichincha).....	43
Fotografía 2.3 Visita Terminal Terrestre “Ambato” (Ambato – provincia de Tungurahua).....	44
Fotografía 2.4 Visita Terminal Aérea “Mariscal Sucre” (Quito – provincia de Pichincha).....	45
Fotografía 2.5 Visita Terminal Aérea “Mariscal Sucre” (Quito – provincia de Pichincha).....	46
Fotografía 2.6 Visita Terminal Aérea “Mariscal Sucre” (Quito – provincia de Pichincha).....	46
Fotografía 2.7 Visita Terminal Aérea “José Joaquín de Olmedo” (Guayaquil – provincia del Guayas).....	47
Fotografía 2.8 Estructura de acero al carbono cromado.....	62
Fotografía 2.9 Estructura de acero inoxidable.....	65
Fotografía 2.10 Estructura de aluminio.....	66
Fotografía 2.11 Validador Electrónico.....	68
Fotografía 2.12 Validador Magnético.....	69
Fotografía 2.13 Motor DC de desplazamiento lineal.....	72
Fotografía 2.14 Motor DC giratorio.....	73

Fotografía 2.15 Servomotor de giro controlado.....	74
Fotografía 2.16 Cilindro hidraulico.....	75
Fotografía 2.17 Rueda Polimerica con bandaje de goma solida.....	77
Fotografía 2.18 Ruedas con chapa metálica y bandaje de goma solida.....	78
Fotografía 2.19 Ruedas polimérica y bandaje de goma termoplástica.....	79
Fotografía 3.1 Moneda de 50 centavos de dolar.....	115
Fotografía 3.2 Circuito Electrónico de Control.....	116
Fotografía 4.1 Cromado de la estructura del coche.....	126
Fotografía 4.2 Tanques de limpieza antes del proceso de Cromado.....	126

## INDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1.1 En las figuras podemos observar que en el retardo a la conexión el tiempo comienza en el momento de pulsar P, mientras que en el retardo a la desconexión comienza al desconectar el botón P.....	17
Figura 1.2 Equivalencias entre temporizadores eléctricos y neumáticos.....	20
Figura 1.3 Objetivo de la ergonomía.....	24
Figura 1.4 Dimensiones humanas de mayor uso para el diseñador.....	26
Figura 1.5 Curva de Distribución de Frecuencia Standard de percentiles.....	27
Figura 1.6 Distancia horizontal (H) y distancia vertical (V). H: Distancia entre el punto medio de las manos al punto medio de los tobillos mientras se está en la posición de levantamiento. V: Distancia desde el suelo al punto en que las manos sujetan el objeto.....	33
Figura 1.7 Peso teórico recomendado en función de la zona de manipulación.....	33
Figura 2.1 Validador Mecánico.....	70
Figura 3.1 Diagrama de cuerpo libre del eje.....	85
Figura 3.2 Diagramas de esfuerzo cortante y momento flector.....	90
Figura 3.3 Diagrama de cuerpo libre del elemento.....	93
Figura 3.4 Diagramas de esfuerzo cortante y momento flector del elemento.	97

Figura 3.5 Diagrama de cuerpo libre del tubo.....	100
Figura 3.6 Sección del Tubo.....	100
Figura 3.7 Diagramas de esfuerzo cortante y momento flector del tubo.....	105
Figura 3.8 Principales ángulos de confort (Grandjean).....	111
Figura 3.9 Alto del coche basado en parámetros antropométricos.....	112
Figura 3.10 Ancho del coche basado en parámetros antropométricos.....	112

## INDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1.1 Peso máximo recomendado para una carga en condiciones ideales de levantamiento.....	31
Tabla 1.2 Limites de carga acumulada.....	34
Tabla 2.1 Resultados pregunta 1.....	48
Tabla 2.2 Resultados pregunta 2.....	49
Tabla 2.3 Resultados pregunta 3.....	50
Tabla 2.4 Resultados pregunta 4.....	51
Tabla 2.5 Resultados pregunta 5.....	52
Tabla 2.6 Resultados pregunta 6.....	53
Tabla 2.7 Resultados pregunta 7.....	54
Tabla 2.8 Resultados pregunta 9.....	56
Tabla 2.9 Selección de alternativas para la estructura.....	67
Tabla 2.10 Selección de alternativas para las ruedas.....	80
Tabla 2.11 Verificación de las dimensiones principales.....	82
Tabla 2.12 Verificación de los componentes principales.....	82
Tabla 2.13 Trabajo sin carga del coche de control temporizado.....	83
Tabla 2.14 Trabajo con carga del coche de control temporizado.....	84

Tabla 4.1 Resumen de materia prima utilizada en la construcción.....	136
Tabla 5.1 Costos de materiales directos.....	130
Tabla 5.2 Costos de elementos normalizados.....	131
Tabla 5.3 Costos de maquinado.....	132
Tabla 5.4 Costo directo total.....	134
Tabla 5.5 Costos de materiales indirectos.....	135
Tabla 5.6 Costo total indirecto.....	136
Tabla 5.7 Costo total de la máquina.....	136

**INDICE DE GRAFICOS**

	Pag.
Grafico 2.1 Frecuencia con la que viajan los encuestados por terminales terrestres y aéreas.....	49
Grafico 2.2 Carga aproximada de pasajeros en kg.....	50
Grafico 2.3 Resultados preunta 3.....	51
Grafico 2.4 Resultados pregunta 4.....	52
Grafico 2.5 Resultados pregunta 5.....	53
Grafico 2.6 Resultados pregunta 6.....	54
Grafico 2.7 Resultados pregunta 7.....	55
Grafico 2.8 Resultados pregunta 9.....	56

**INDICE DE ANEXOS**

	Pag.
ANEXO A: ENCUESTA.....	143
ANEXO B: TABLA DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA EN ECUADOR.....	145
ANEXO C: PROTOCOLO DE PRUEBAS.....	148
ANEXO D: CATALOGO DIPAC Y PROPIEDADES DEL ACERO.....	151
ANEXO E: TABLAS DE SHIGLEY.....	159
ANEXO F: SIMULACION Y RESULTADOS EN SOFTWARE SAP2000.....	167
ANEXO G: DATOS ANTROPOMÉTRICOS.....	175
ANEXO H: TABLA DE ELECTRODO.....	179
ANEXO I: CATALOGO DE RUEDAS BLICKLE.....	181
ANEXO J: DIAGRAMAS DEL CIRCUITO Y PROGRAMACIÓN DEL PIC.....	
ANEXO K: HOJAS DE PROCESOS.....	
ANEXO L: PLANOS.....	

## SIMBOLOGÍA

P.P	: peso ponderado.
v	: velocidad lineal.
$\omega$	: velocidad angular.
r	: radio.
V	: volumen.
l	: largo, longitud.
a	: ancho.
e	: espesor.
$\delta$	: densidad del acero.
m	: masa.
P	: peso.
g	: aceleración de la gravedad.
T	: torque, capacidad de carga de la rueda.
F	: fuerza.
$\tau_{xy}$	: esfuerzo al corte.
A	: área.
d	: diámetro.
$[\tau]$	: esfuerzo admisible al corte.
$S_{sy}$	: resistencia a la fluencia al corte.

- $n$  : factor de seguridad.
- $n'$  : número de barras.
- $I$  : momento de inercia.
- $\Sigma I$  : sumatoria momentos de inercia.
- $\alpha$  : aceleración angular.
- $t$  : tiempo.
- $\omega_f$  : velocidad angular final.
- $\omega_o$  : velocidad angular inicial.
- Pot : potencia.
- $P_r$  : potencia requerida.
- $P_n$  : potencia ejes.
- $S_e$  : límite de resistencia a la fatiga del elemento mecánico.
- $K_a$  : factor de superficie.
- $K_b$  : factor de tamaño.
- $K_c$  : factor de confiabilidad.
- $K_d$  : factor de temperatura.
- $K_e$  : factor de modificación por concentración de esfuerzos.
- $K_f$  : factor de efectos diversos.
- $S_e'$  : límite de resistencia a la fatiga de la muestra de viga rotatoria.
- $S_{ut}$  : resistencia última a la tracción.
- $S_y$  : resistencia a la fluencia.

- M : momento máximo.
- $L_{10h}$  : duración nominal en horas de servicio.
- $C'$  : capacidad de carga dinámica.
- $P'$  : carga dinámica equivalente sobre el rodamiento.
- p : exponente de la fórmula de duración
- $\sigma_x$  : esfuerzo a la compresión.
- $t'$  : espesor de la placa.
- $[\sigma]$  : esfuerzo admisible a la compresión.
- $S_y$  : resistencia a la fluencia.
- $F_i$  : precarga del perno
- $A_t$  : área de esfuerzo de tensión.
- $C''$  : relación de rigidez.
- $P''$  : carga externa total sobre la unión de perno.
- $l'$  : agarre.
- $H_2$  : espesor de la chumacera.
- $K_b'$  : constante de rigidez del perno.
- E : módulo de elasticidad.
- $K_m$  : constante de rigidez de los elementos.
- $S_p$  : resistencia a la prueba.
- $F_s$  : factor de servicio.
- $P_d$  : potencia de diseño.

- $f$  : factor de servicio de sobrecarga
- $\theta_s$  : ángulo de contacto de la banda.
- $C$  : distancia entre los centros de las poleas
- $L'$  : perímetro interior de la banda.
- $L_p$  : longitud de paso (o efectiva) de la banda.
- $H_r$  : potencia nominal.
- $H'r$  : potencia corregida
- $\theta$  : ángulo de inclinación
- $h$  : altura
- $b$  : base.
- $P^*$  : perímetro.
- $S_{xx}$  : sección transversal.
- $C$  : factor para el diseño
- $K$  : constante de esbeltez
- $r_{\min}$  : radio mínimo de giro.
- $E'$  : peso propio del aparato de transporte
- $Z$  : carga máxima.
- $R$  : número de ruedas.
- $R_B$  : reacción en el nodo B.
- $R_A$  : reacción en el nodo A.
- $R_x$  : reacción horizontal

$R_C$  : reacción en el nodo C.

$\tau$  : esfuerzo al corte.

$L_s$  : longitud de soldadura.

$t_s$  : ancho del cordón de soldadura.

## RESUMEN

El presente proyecto tiene como propósito, el diseño y construcción de un coche de control temporizado para soportar una carga de 200kg; el mismo que sirve para la transportación de equipaje dentro de los terminales terrestres y aéreos reduciendo el esfuerzo físico de la persona que lo utilizan

Inicialmente se recopila información para determinar en de donde se utilizan los coches de transporte de carga, el medio en donde se va a trabajar, y la ergonomía de las personas. Para tener un criterio claro del diseño y construcción.

Se realiza un estudio de los elementos, materiales apropiados que se van a utilizar y, también de los recubrimientos, los cuales se encargarán de proteger de la corrosión, para darle mayor vida útil. Al realizar dicho estudio, se escoge la mejor alternativa, para que el coche sea confiable, durable y de bajo costo.

Una vez seleccionados los materiales a utilizarse, se procede al diseño del coche de control temporizado, realizando cálculos de las partes que se consideran que tienen mayor zona crítica, basándonos en formulas y recomendaciones de varios autores.

Después del diseño de todos los elementos que constituyen el coche de control temporizado, se detallan los procesos de fabricación de cada una de las partes que conforman, mediante hojas de procesos. También se presenta la secuencia de montaje de los elementos componentes para su posterior construcción y las pruebas de campo realizadas

Se realiza el análisis de costos del coche, que tiene por objeto determinar el monto necesario para la realización del proyecto. El análisis de costos, se lo realiza tomando en cuenta los costos directos y los costos indirectos.

## PRESENTACION

El presente Proyecto de Titulación, tiene como fin el desarrollo de un coche de control temporizado que permita el desplazamiento de la carga dentro de los terminales.

Con los conocimientos teóricos y prácticos recibidos en la Carrera, se diseñará y construirá este coche para que sea capaz de cumplir con los requerimientos técnicos exigidos; sea fácil en su manejo, ergonómico, tenga larga vida útil, de fácil mantenimiento, eficiente y de bajo costo.

Con el desarrollo de este Proyecto se presentarán los fundamentos teóricos para el diseño, cálculos de los elementos, funcionalidad de sus partes, planos de cada una de las piezas y el protocolo de pruebas en el que se verifica el funcionamiento real de la máquina.

## **CAPITULO 1.**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **1.1 GENERALIDADES**

Este proyecto, se refiere concretamente a coches utilizados para el transporte de equipaje, paquetes y similares, en aeropuertos y terminales terrestres.

En general, los coches de equipaje convencionales son hechos de metal y están sujetos a severas condiciones climáticas y uso riguroso. Dicho uso, a menudo daña a los coches que pueden sufrir golpes, rayaduras, corrosión, y desgaste (partes móviles). Este daño, también se deriva de las tensiones asociadas con la carga pesada con que se cargan y descargan y, en menor magnitud de las colisiones con otros coches y, partes de la estructura del terminal. Además, los coches son a menudo hechos de metal por estar sujetos a la oxidación o la corrosión en las soldaduras. La corrosión es causada por el medio ambiente húmedo y el agua recogida en zonas exteriores. Como resultado de los daños y la corrosión, los coches deben ser reparados con más frecuencia de la deseable. Además, después de un período prolongado de uso, los coches pueden sufrir daños lo suficientemente graves como para ponerlos fuera de servicio.

Algunos fabricantes internacionales hacen intentos por reducir el daño, el deterioro y, la corrosión; diseñando y produciendo un coche de equipaje de cuerpo hueco formado de plástico. El mismo que tiene ventajas como: duración y resistencia a las abolladuras y problemas inherentes a la corrosión en los coches hechos de metal.

Los diseños de los coches plásticos tienen varias deficiencias, sin embargo, por ejemplo, el diseño en plástico disminuye la cantidad de espacio de almacenamiento disponible en el interior del coche. Adicionalmente, cuando el coche de plástico es usado en condiciones meteorológicas extremas y de

temperatura; las partes de plástico se debilitan. El debilitamiento de las partes los hace propensos a las fracturas que ponen a todo el coche inservible. Además, las piezas de recambio para el cuerpo plástico agrietado, pueden ser costosas.

En los aeropuertos y terminales terrestres, donde el clima y condiciones de uso son las más severas, normalmente los coches suelen tener una vida útil de tan sólo 10 años. Frecuentemente, después los coches tienen que ser retirados. Sin embargo, las ruedas de los carros, que suelen ser construidas con materiales más duraderos y menos sujetos a desgaste y daño que el cuerpo del coche, se encuentran en buenas condiciones de trabajo o son más susceptibles de reparación cuando el cuerpo del coche se desecha. Entonces, el diseño de un coche de equipaje debe tener módulos o sistemas de fácil mantenimiento o remoción. También el coche de equipaje tiene que resistir los rigores de los diversos usos a lo largo de la vida cotidiana y las condiciones meteorológicas más extremas.

La necesidad de utilizar validadores en los coches, es por brindar comodidad a los usuarios de los terminales, lo que les permite transportar a ellos mismos fácilmente su carga en forma eficiente y segura, a un mínimo costo y durante un periodo de tiempo acorde con el requerido para transitar por el terminal y usar otros servicios.

En Argentina, es frecuente llamar changuitos a los coches; la explicación deriva de la palabra quechua chanku, chango que significa "muchacho", los coches, vinieron a suplantar muchas veces a los muchachos que llevaban cargas (o "changarines"); por otra parte aunque en Argentina el uso de las palabras "changuito" y "carrito", se equiparan con frecuencia, cuando se trata del pequeño carro para llevar cargas.

Actualmente, en los terminales de pasajeros del Ecuador la gestión o transporte del equipaje se la realiza de forma manual, ya sea que el usuario transporte su equipaje por su cuenta o pagando a otra persona (auxiliar de carga) para que lo realice por él.

Solo en ciertos aeropuertos o en terminales terrestres se tiene un servicio organizado de transporte de carga por medio de coches, estos coches son impulsados por empleados del terminal y tienen un costo (desde 1 USD a 5 USD). Este servicio, por lo general se lo da para grandes cargas que tienen que ser transportadas desde la entrada al terminal hasta los andenes de salida de los buses. Por lo general, las personas que llegan con maletas grandes, tienen que transportarlas por su cuenta, sin tener en cuenta que al hacerlo pueden sufrir lesiones por un sobre esfuerzo al realizar esta actividad. Pero los usuarios no son los únicos que están expuestos a este tipo de enfermedades, los trabajadores de transporte también se encuentran expuestos diariamente a este tipo de esfuerzo; que a corto tiempo no se siente, pero después de algunos años; este esfuerzo continuo por el transporte de carga, puede conllevar a enfermedades graves como bursitis, tendinitis o enfermedades lumbares (dorsolumbar). Los coches que actualmente se utilizan, sirven de ayuda para el transporte de carga, pero estos no cuentan con un estudio ergonómico que permita saber si son dimensionalmente adecuados para los trabajadores o si éstos son los adecuados para un trabajo continuo durante las 8 horas de jornada de trabajo.

A continuación se presentan algunos aspectos de importancia para el diseño de un coche de este tipo.

## **1.2 ESTUDIO DE COCHES DE CARGA.**

Un coche, o carrito es un vehículo de carga que se puede encontrar principalmente en supermercados, hoteles, aeropuertos y terminales terrestres, para que los clientes puedan transportar sus compras, carga o equipaje. A menudo los clientes pueden llevar la carga dentro del coche hasta el aparcamiento y dejarlo, ya que personal del establecimiento se encarga de llevarlos de nuevo a los puntos de salida.

Los coches, pueden funcionar con un sistema de monedas en el cual el usuario debe introducir una moneda antes de desenganchar el coche de la columna. Una

vez que el usuario ha terminado de usar el coche, la moneda le es devuelta tras haber vuelto a enganchar el coche a la columna. Este sistema, evita que los clientes roben los coches o que los saquen fuera del recinto permitido. Este sistema también se puede usar con ánimo de lucro; se paga una pequeña cantidad en concepto de alquiler y se devuelve una parte si se retorna en un punto autorizado.

En la mayoría de coches, el chasis es de metal y manillar de plástico. El chasis del coche tiene tal forma que permite que se puedan encajar unos con otros para ocupar menos espacio y facilitar el movimiento de muchos coches al mismo tiempo. En el manillar del coche se sitúa el mecanismo de retención y una cadena para enganchar el coche al siguiente. En las ruedas, se encuentra un imán que actúa como freno para que el coche no se vaya hacia atrás al subir por pendientes o escaleras mecánicas.

Los coches pueden ser de distinto tamaño. Los pequeños sólo pueden llevar artículos pequeños y de poco peso; mientras que los grandes también pueden llevar niños y cajas en un asiento abatible. Hay un tipo especial de coche para llevar cargas voluminosas y pesadas, como materiales para la construcción o electrodomésticos.

Los coches pueden ser de distinto tamaño, forma y uso, entre los más importantes podemos encontrar:

### **1.2.1 COCHES DE EQUIPAJE.**

Los carritos para el equipaje o coches de equipaje, son pequeños vehículos impulsados por los viajeros (energía humana) para llevar los equipajes, o la mayoría de las maletas. Hay dos grandes dimensiones: una de las grandes maletas y una pequeña para el equipaje. Los coches por lo general tienen dos partes para llevar el equipaje: Una pequeña sección (cesta) para llevar el equipaje de mano en el mismo nivel que el manillar, y una amplia sección para las maletas y bolsas grandes.

Los coches, se prestan en los aeropuertos, grandes estaciones de autobuses o estaciones de tren para el transporte de equipaje y puede ser gratuito o tener un costo por su uso. A veces son de propiedad del operador del establecimiento o provistos por una empresa que presta este servicio.



**Fotografía 1.1 Columna de coches de equipaje del Aeropuerto Internacional José Joaquín de Olmedo en Guayaquil.**

**Fuente: Propia**

**Elaboración: Propia**

Coches de equipaje; suelen ser contruidos de acero y equipados con cuatro ruedas. Por razones de seguridad, son generalmente equipados con un freno. Por lo general, tienen una manija para ser presionada para mover el carro, sin embargo, en algunos casos, como en aeropuertos de Londres, en el manillar se activa el freno. Muy pocos coches, por ejemplo, en los países en desarrollo como Sri Lanka, no tienen esta característica.

En los sistemas con un costo de alquiler, una parte del costo de alquiler puede ser devuelto cuando el carro se devuelve al sistema de gestión de coches de equipaje.



**Fotografía 1.2 Coche de equipaje, visto en el Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre.**

**Fuente: Propia**

**Elaboración: Propia**

Los coches, pueden ser recogidos individualmente o en grandes cantidades por el personal del establecimiento, mediante un vehículo eléctrico para el remolque o apilados y empujados por una persona.



**Fotografía 1.3 Carro Mula en el Aeropuerto Internacional de Suvarnabhumi, Tailandia - un vehículo eléctrico para recoger coches de equipaje.**

**Fuente: [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)**

**Elaboración: Propia**

### **1.2.2 COCHES DE SUPERMERCADO.**

Un coche de supermercado, es un vehículo de carga para que los clientes puedan transportar sus compras antes de pagar; en algunos casos, el manillar lleva montado una calculadora para ayudar al cliente con sus cuentas. A menudo, después de acabar la compra y salir de la tienda el cliente puede llevar la mercancía dentro del coche hasta el aparcamiento, y normalmente, dejarlo en el aparcamiento, ya que personal del establecimiento se encarga de llevarlos de nuevo a los puntos de salida.



**Fotografía 1.4 Coche de compras, ferretería Kywi.**

**Fuente: Propia**

**Elaboración: Propia**

Los coches de algunos supermercados, han llegado a ser modificados de modo que resultan más divertidos a los niños; éstos pueden ser miniaturizados para ser proporcionales y ser empleados por una niña o niño, o han tomado forma de cochecitos de carreras.

En la actualidad, se están introduciendo las pantallas montadas a los coches, con el fin de presentar imágenes a los menores que acompañan al adulto a hacer las compras a un supermercado.

### **1.2.3 COCHES DE HOTELES.**

Los coches o carritos para el equipaje en un hotel, también conocido como carros bellmans (coche del botones), se utilizan en la mayor parte de hoteles de lujo, casinos, condominios, spas, o pent-house. Estos coches de equipaje del hotel son fáciles de manejar y se puede transportar fácilmente a través de pasillos estrechos o apretados alrededor de las esquinas.



**Fotografía 1.5 Coche de equipaje en Hotel Howard Johnson.**

**Fuente:** [www.hoyo.com](http://www.hoyo.com)

**Elaboración:** Propia

Estos carros de equipaje del hotel, también encajan en la mayoría de los pasillos y los ascensores, y se caracterizan por una construcción sólida para mayor

durabilidad. Existen carros de equipaje en una variedad de estilos para satisfacer las necesidades de los mismos.

Los coches de equipaje proporcionan la mejor atención y el transporte de sus bolsas de viaje con facilidad.

Algunas de las características de éstos son la jaula al estilo tapas, moqueta de color y las barras para colgar la ropa; bolsas de prendas de vestir y otros artículos de viaje. Esto sirve para que trajes, abrigos, vestidos y otros artículos de ropa eviten ser maltratados.

Además tienen ruedas de caucho antideslizante y un parachoques de caucho para evitar daños en el piso y paredes. Estos carros de equipaje para hotel requieren un mantenimiento mínimo y proporcionará años de uso.

#### **1.2.4 OTROS TIPOS DE COCHES.**

Todos los tipos de coches que podemos encontrar en el mercado actual, tienen como finalidad el dar servicio a las personas que las usan comúnmente ya sea para su trabajo u otras actividades en las que puedan ser utilizados, como por ejemplo los siguientes tipos de coches:

Coches para el transporte y tratamiento de desechos.



**Fotografía 1.6 Coche de basura utilizado en hoteles y oficinas.**

**Fuente:** <http://www.mercura.com/es/produits/logistique/niagara.htm>

**Elaboración:** Propia

Coches para Camareras (Housekeeping).



**Fotografía 1.7 Coche para la gestión de ropa limpia y sucia.**

**Fuente:** <http://www.mercura.com/es/produits/combilin.htm>

**Elaboración:** Propia

Coches para el servicio de comida a domicilio (Catering).



**Fotografía 1.8 Coche para el servicio de comidas.**

Fuente: <http://www.mercura.com/es/produits/plateaux/porto.htm>

Elaboración: Propia

Coches para el servicio de limpieza.



**Fotografía 1.9 Coche utilizado para llevar los instrumentos de aseo.**

Fuente: <http://www.mercura.com/es/produits/aquastar.htm>

Elaboración: Propia

Coches para servicio de mantenimiento.



**Fotografía 1.10 Coche utilizado para llevar herramientas.**

**Fuente:** <http://www.mercura.com/es/produits/maintenance.htm>

**Elaboración:** Propia

Estos son algunos coches que podemos encontrar pero hay otro tipo que se utilizan para carga pesada, este tipo de coche es un vehículo o dispositivo diseñado para el transporte de carga pesada, con dos ruedas y normalmente impulsado por una persona. Es diferente de un carro de carga (eléctrico) que es un vehículo de transporte pesado con cuatro ruedas y normalmente, al menos, para cargas de 1 tonelada, que a su vez es diferente de un transporte, que se utiliza exclusivamente para el transporte de los seres humanos, como por ejemplo los carritos de golf.



**Fotografía 1.11 Coche para transportar sacos de arroz, azúcar, granos, etc.**

**Fuente: Propia**

**Elaboración: Propia**

En los campos de nuestro país, otro tipo de coches, más grandes, pueden ser impulsados por animales como caballos, mulas o bueyes. Estos han estado en uso continuo desde la invención de la rueda, en el quinto milenio antes de Cristo. En inglés este tipo de coches pueden tener el nombre del animal que tira de ellos, como carretas.

### **1.3 ESTUDIO DE VALIDADORES DE MONEDAS.**

El proceso de verificación de la autenticidad de las monedas de 0,50 USD (50 centavos de dólar americano), se lo realiza a través de la validación mecánica, eléctrica, electrónica o electromecánica automatizada.

Durante ese proceso se rechazarán las monedas falsas, así como las monedas de 0,50 USD auténticas no aptas para la circulación, las monedas extranjeras

similares al dólar americano y a otras piezas metálicas como medallas y fichas similares a las monedas de 0,50 USD.

Las monedas de cincuenta centavos de dólar americano no aptas para la circulación pueden ser: las monedas de 0,50 USD auténticas en circulación que son defectuosas o cuyos parámetros y características técnicas de identificación han sido notablemente alterados por una circulación relativamente larga o accidentalmente (dimensiones, peso, color, corrosión, daños en los bordes), así como monedas deliberadamente alteradas, distintas de las falsas. En lo que respecta, en particular, a las especificaciones técnicas, a efectos del presente documento, las monedas no son aptas, si una de las dimensiones difiere de la especificada para la moneda de 0,50 USD respectiva en, por lo menos, 0,30 milímetros y/o el peso, en, por lo menos, el 5 %.

Algunas de las formas más sencillas de reconocer una moneda falsa pueden ser, cuando les faltan detalles en su diseño. Las monedas se puede ver que el dibujo no ocupa el centro exacto de la pieza, los puntos que la rodean (llamado "perlado") presentan elementos deformes o aplastados o hay imperfecciones en su superficie.

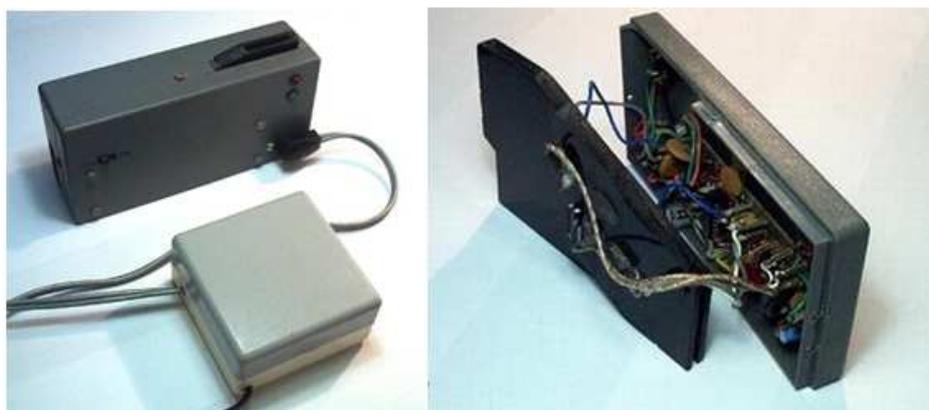
Las monedas falsas de 0,50 USD suelen tener el centro de latón, y el anillo puede ser de acero o de latón bañado en níquel.

Los fabricantes de máquinas recreativas y expendedoras incluyen, por defecto, dos tipos de validadores: mecánicos, electrónicos o una combinación de ambos. Estos se diferencian básicamente en la tecnología que utilizan para verificar la autenticidad de las monedas que ingresan, y en la fiabilidad que presentan cada uno de ellos.

Los validadores mecánicos, se basan en la verificación de las dimensiones (diámetro y espesor), que tiene la moneda y en su peso, los cuales son comprobados por algunos componentes de la máquina; es decir utilizando un selector mecánico. Que puede estar conformado de piezas como balanzas, ejes,

conductos de cierto tamaño, resortes, imanes, etc. Tal complejidad es necesaria, para aceptar una moneda específica y rechazar todas las demás.

Por otra parte, los validadores electrónicos, están encapsulados en un chip integrado en el circuito electrónico de la placa de control. Son más precisos y con una tasa de error más reducida, en comparación a los mecánicos. Además, permiten ser leídos mediante algún tipo de conexión.



**Fotografía 1.12 Selector electrónico de monedas.**

**Fuente: Propia**

**Elaboración: Propia**

Los validadores en "monederos" comerciales trabajan de una forma parecida a un detector de metales, mide la variación de reluctancia que produce la moneda en un campo magnético.

Una vez obtenida la variación del campo magnético, ésta es comparada con los valores pre-programados con el valor de las monedas y su respectiva reluctancia.

Debido a las características de las monedas, los validadores son costosos, pero incluso así se pasan una gran cantidad de monedas falsas las que los falsificadores no tardan en desarrollar. A continuación, en la siguiente figura se muestran diferentes tipos de chapas metálicas hechas para engañar al

mecanismo; discos de latón perfectamente cortados con una prensa, redondeles de aluminio hechos al parecer con unas tijeras de podar, una simple moneda en este caso 5 pts. españolas rodeado de un hilo de cobre de 1 mm. que se convierte en el equivalente a una moneda de 25 pts españolas, monedas extranjeras de mucho menos valor pero de tamaño y peso similar a las nacionales. De esta forma, diariamente, muchos consiguen cigarrillos, cafés, bocadillos o cualquier otro producto o servicio que pudieran obtener de estas máquinas, por una menor fracción de su precio real.



**Fotografía 1.13 De arriba a abajo y de izquierda a derecha, moneda de 25 pts. dos monedas de 5 pts. "manipuladas" y una chapa de latón de medidas equivalentes.**

**Fuente: Propia**

**Elaboración: Propia**

Al combinar algunos tipos de validadores, se tiene como resultado contar con un grado mayor de seguridad en la máquina.

La explotación de máquinas que utilizan validador, se define como la gestión de éstas, instaladas en establecimientos autorizados, tales como tiendas, supermercados, universidades, casinos, bingos, salones de juego, etc., por parte de una empresa inscrita y regulada por los organismos competentes.

## **1.4 ESTUDIO DE TEMPORIZADORES.**

Un temporizador, es un aparato mediante el cual, podemos regular la conexión ó desconexión de un circuito eléctrico en un lapso de tiempo, desde que se le dio la orden.

En numerosas aplicaciones, se necesita medir el tiempo que transcurre desde que se cumple una determinada condición lógica y cuando ese tiempo predeterminado se cumple, esperamos que se genere una señal para informar del hecho. La señal que recibe un temporizador, es por lo tanto una función lógica que hay que resolver. La señal que devuelve un temporizador es una variable, porque a partir de ella se pueden tomar decisiones.

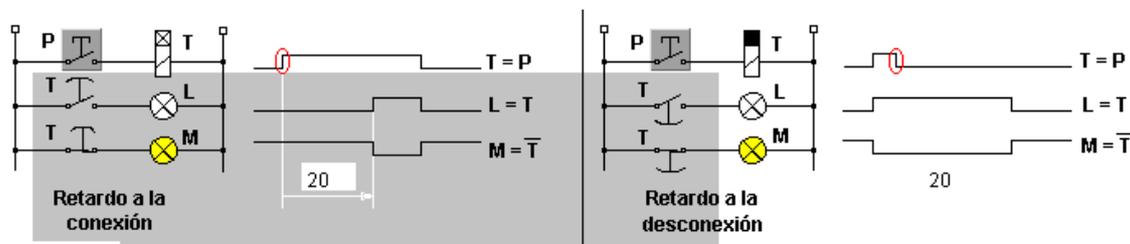
El temporizador, es un tipo de relé auxiliar, con la diferencia entre éstos, que sus contactos no cambian de posición instantáneamente. Los temporizadores, se pueden clasificar en:

- Térmicos.
- Neumáticos.
- De motor síncrono
- Electrónicos.

Los temporizadores pueden ser programados o ser componentes físicos, pero en todos los casos, los más utilizados son de retardo a la conexión de la señal que los activa o bien de retardo a la desconexión de la señal que los activa.

- A la conexión
- A la desconexión

El criterio básico para seleccionar el tipo de temporizador más apropiado, es comprobar qué se conecta o se desconecta en el instante que comienza la medida del tiempo. Si algo se conecta, genera un retardo a la conexión y si algo se desconecta, genera un retardo a la desconexión.



**Figura 1.1** En los gráficos podemos observar que en el retardo a la conexión el tiempo comienza en el momento de pulsar P, mientras que en el retardo a la desconexión comienza al desconectar el botón P.

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

A continuación, describimos el funcionamiento de algunos tipos de temporizadores:

#### 1.4.1 TEMPORIZADOR A LA CONEXIÓN.

Cuando el temporizador recibe tensión y pasa un tiempo hasta que conmuta los contactos, se denomina Temporizador a la Conexión.

Es un relé cuyo contacto de salida conecta después de un cierto retardo, a partir del instante de conexión de los bornes de su bobina a la red. El tiempo de retardo es ajustable mediante un potenciómetro o regulador frontal del aparato si es electrónico. También se le puede regular mediante un potenciómetro remoto que permita el mando a distancia; este potenciómetro se conecta a los bornes y no puede aplicarse a los relés de los contactos.

### **1.4.2 TEMPORIZADOR A LA DESCONEXIÓN.**

Cuando el temporizador deja de recibir tensión y al cabo de un tiempo conmuta los contactos, se denomina Temporizador a la Desconexión.

Es un relé, cuyo contacto de salida conecta instantáneamente al aplicar la tensión de alimentación en los bornes de la bobina. Al quedar sin alimentación, el relé permanece conectado durante el tiempo ajustado por el potenciómetro frontal o remoto, desconectándose al final de dicho lapso.

### **1.4.3 TEMPORIZADORES TÉRMICOS.**

Actúa por calentamiento de una lámina bimetálica. El tiempo viene determinado por el curvado de la lámina.

Consta de un transformador cuyo primario se conecta a la red, pero el secundario, que tiene pocas espiras y está conectado en serie con la lámina bimetálica, siempre tiene que estar en cortocircuito, para producir el calentamiento de dicha lámina, por lo que cuando realiza la temporización se tiene que desconectar el primario.

Los relés térmicos o dispositivos que utilizan procedimientos térmicos para la temporización, pueden incluirse en los siguientes grupos:

#### **1.4.3.1 RELÉS DE BILÁMINAS**

Una bilamina, está constituida por dos láminas metálicas, acopladas en paralelo y atravesadas por la corriente eléctrica, que las calienta por el efecto Joule. Como los coeficientes de dilatación de las dos láminas son diferentes, cuando se calienta una, atrae a la otra y cuando se enfrían, vuelven a la posición inicial.

### **1.4.3.2 RELÉS DE BARRAS DILATABLES**

Los contactos se mueven cuando la diferencia de temperatura entre dos barras dilatables idénticas, alcanza el valor deseado. Estando una de las barras calentada eléctricamente por la corriente de mando.

De esta forma, las variaciones de temperatura ambiente actúan de la misma manera sobre la posición de las dos barras dilatables, sin tener efecto alguno sobre la posición de los contactos. Por consiguiente, sólo la barra calentada eléctricamente manda los contactos. De esta forma, se obtienen temporizaciones comprendidas entre 2 segundos y 4 minutos, con una precisión de un 10 %.

### **1.4.4 TEMPORIZADORES NEUMÁTICOS.**

Los temporizadores neumáticos, utilizan un pequeño acumulador que se llena o se vacía de aire a través de un estrangulamiento, lo que hace que la presión varíe lentamente, hasta conseguir activar o desactivar el mando de una válvula distribuidora. El ajuste de tiempo se consigue aumentando más o menos el estrangulamiento.

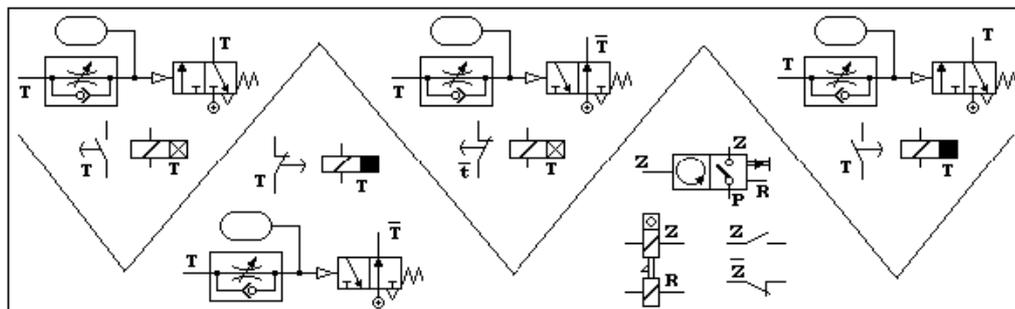
Un relé con temporización neumática consta de los siguientes elementos:

- Un temporizador neumático, que comprende de un filtro por donde penetra el aire comprimido y de un vástago de latón en forma de cono, solidario con un tornillo de regulación para el paso de aire, que asegura la regulación progresiva de la temporización (las gamas de temporización cubren desde 0.1 segundos a 1 hora).
- Un acumulador de goma.
- Un resorte antagonista situado en el interior de este acumulador.
- Una bobina electromagnética para corriente continua o corriente alterna, según los casos.

- Un juego de contactos de ruptura brusca y solidaria al temporizador neumático, por medio de un juego de levas y palancas.

El relé de retardo a la desconexión, tiene el siguiente funcionamiento: cuando se desexcitación de la bobina, el contacto solidario con ella tarda cierto tiempo en soltarse, debido a la acción del temporizador neumático. Al soltarse este contacto, actúa sobre un micro ruptor, que desconecta el circuito de mando.

La temporización puede ser a la excitación o a la des excitación de la bobina o combinando ambos efectos.



**Figura 1.2** Equivalencias entre temporizadores eléctricos y neumáticos

**Fuente:** Propia

**Elaboración:** Propia

#### **1.4.5 TEMPORIZADORES DE MOTOR SÍNCRONO.**

Son los temporizadores, que actúan por medio de un mecanismo de relojería accionado por un pequeño motor, con embrague electromagnético. Al cabo de cierto tiempo de funcionamiento; entra en acción el embrague y se produce la apertura o cierre del circuito.

#### **1.4.6 TEMPORIZADORES ELECTRÓNICOS.**

El principio básico de este tipo de temporización, es la carga o descarga de un condensador mediante una resistencia. Por lo general, se emplean condensadores electrolíticos, siempre que su resistencia de aislamiento sea mayor que la resistencia de descarga; en caso contrario el condensador se descargaría a través de su insuficiente resistencia de aislamiento.

En este caso, se trata de relés cuya bobina está alimentada exclusivamente por corriente continua.

La temporización electrónica está muy extendida. Se utiliza con relés electromagnéticos cuya bobina está prevista para ser alimentada con corriente continua. Para obtener una buena temporización, la tensión continua debe estabilizarse; por ejemplo con ayuda de un diodo Zener.

El principio básico de este tipo de temporización, es la carga o descarga de un condensador "C" mediante una resistencia "R". Por lo general, se emplean condensadores electrolíticos de buena calidad, siempre que su resistencia de aislamiento sea bastante mayor que la resistencia de descarga R: en caso contrario, el condensador C se descargaría a través de su insuficiente resistencia de aislamiento.

Por lo tanto, pueden construirse con componentes electrónicos; pero existen en el mercado temporizadores eléctricos con apariencia de relés que ya incluyen la electrónica interna de funcionamiento.

#### **1.4.7 TEMPORIZADORES PARA ARRANCADORES ESTRELLA TRIÁNGULO.**

Es un temporizador por pasos, destinado a gobernar la maniobra de arranque estrella triángulo. Al aplicarle la tensión de alimentación, el contacto de estrella cierra durante un tiempo regulable; al cabo del cual se abre, transcurre una pausa y se conecta el contacto de triángulo. El tiempo de pausa normal, está entre 100 y 150 ms.

Ahora, hemos cogido las diferentes clases de temporizadores y les hemos aplicado a los relees con lo que tenemos las siguientes temporizaciones:

- Mecánica o neumática
- Magnética (relees de manguito).
- Térmica (relees de bilamina).
- Eléctrica (relees de condensador).

#### **1.4.8 TEMPORIZACIÓN MAGNÉTICA.**

En este caso, se trata de relés cuya bobina está alimentada exclusivamente por corriente continua.

La temporización magnética, se consigue ensartando en el núcleo magnético del relé, un tubo de cobre. Este tubo puede tener el espesor de algunos milímetros y rodear al núcleo, en toda su longitud, constituyendo una camisa o bien puede ser de un diámetro igual a la base del carrete de la bobina y una longitud limitada, y en este caso se llama manguito; el manguito, puede ser fijado delante, es decir, en la parte de la armadura o detrás, es decir, en la parte opuesta de la armadura.

### **1.5 ESTUDIO ERGONÓMICO**

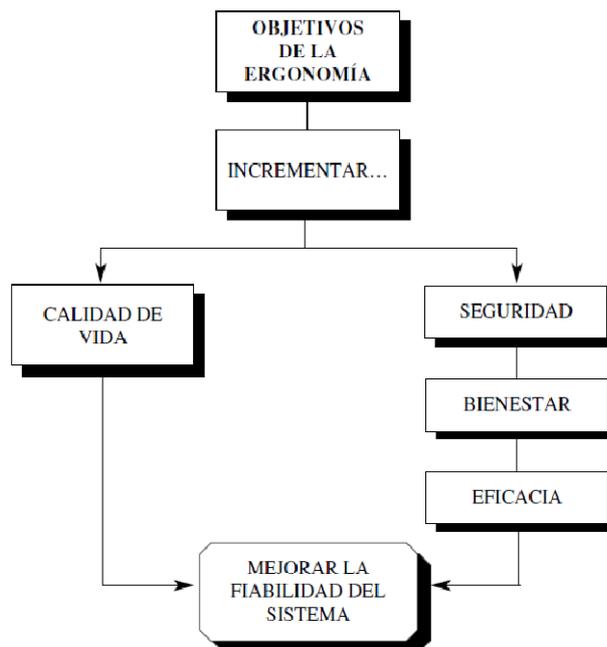
La ergonomía en los últimos años, ha suscitado el interés de un gran número de especialistas de todas las ramas de la ciencia: ingeniería, medicina, psicología, sociología, arquitectura, diseño, etc.

La aplicación científica de los conocimientos; ha aportado como un elemento importante para la reducción de accidentes y de lesiones, en el incremento de la productividad y de la calidad de vida.

El análisis de los servicios, productos, herramientas, máquinas y el comportamiento de éstos, durante su utilización; las prestaciones reales que podemos alcanzar con referencia a las características teóricas, y el análisis exhaustivo de las capacidades y limitaciones de las personas, han desembocado en los planteamientos de los sistemas persona-máquina (P-M), premisa básica para que la ergonomía comenzara a desarrollarse.

Los objetivos básicos que persigue la ergonomía (Figura 1.3) al analizar y tratar un sistema se podrían concretar en: mejorar la interrelación persona-máquina, controlar el entorno del puesto de trabajo, o del lugar de interacción conductual, detectando las variables relevantes al caso para adecuarlas al sistema, generar interés por la actividad procurando que las señales del sistema sean significativas y asumibles por la persona, definir los límites de actuación de la persona detectando y corrigiendo riesgos de fatiga física y/o psíquica, y crear bancos de datos para que los directores de proyectos, posean un conocimiento suficiente de las limitaciones del sistema P-M de tal forma que eviten los errores en las interacciones.

El desarrollo de la tecnología, permite proyectar herramientas, máquinas, equipos y servicios con elevadas prestaciones; pero además debemos exigir a los proyectos, que respeten y que se adecúen a los límites de capacidad de respuesta humana.



**Figura 1.3** Objetivo de la ergonomía

**Fuente:** Mondelo Pedro; Ergonomía 1, Fundamentos.

**Elaboración:** Propia

El objetivo que se persigue siempre en ergonomía es el de mejorar “la calidad de vida” del usuario, tanto delante de una máquina herramienta como delante de una cocina doméstica, y en todos estos casos, este objetivo, se concreta con la reducción de los riesgos de error, y con el incremento de bienestar de los usuarios.

Facilitar la adaptación al usuario, de los nuevos requerimientos funcionales, es incrementar la eficiencia del sistema. La intervención ergonómica no se limita a identificar los factores de riesgo y las molestias, sino que propone soluciones positivas, soluciones que se mueven en el ámbito posibilista de las potencialidades efectivas de los usuarios, y de la viabilidad económica que enmarca cualquier proyecto.

### **1.5.1 RELACIONES DIMENSIONALES (ANTROPOMETRÍA).**

La antropometría, es la ciencia de la medición de las dimensiones y algunas características físicas del cuerpo humano. Esta ciencia permite medir longitudes, anchos, grosores, circunferencias, volúmenes, centros de gravedad y masas de diversas partes del cuerpo; las cuales tienen diversas aplicaciones.

La antropometría, es una rama fundamental de la antropología física. Trata el aspecto cuantitativo. Existe un amplio conjunto de teorías y prácticas dedicado a definir los métodos y variables para relacionar los objetivos de diferentes campos de aplicación. En el campo de la salud y seguridad en el trabajo y de la ergonomía, los sistemas antropométricos se relacionan principalmente con la estructura, composición y constitución corporal y con las dimensiones del cuerpo humano, en relación con las dimensiones del lugar de trabajo, las máquinas, el entorno industrial y la ropa.(Organización Internacional del Trabajo 1998).

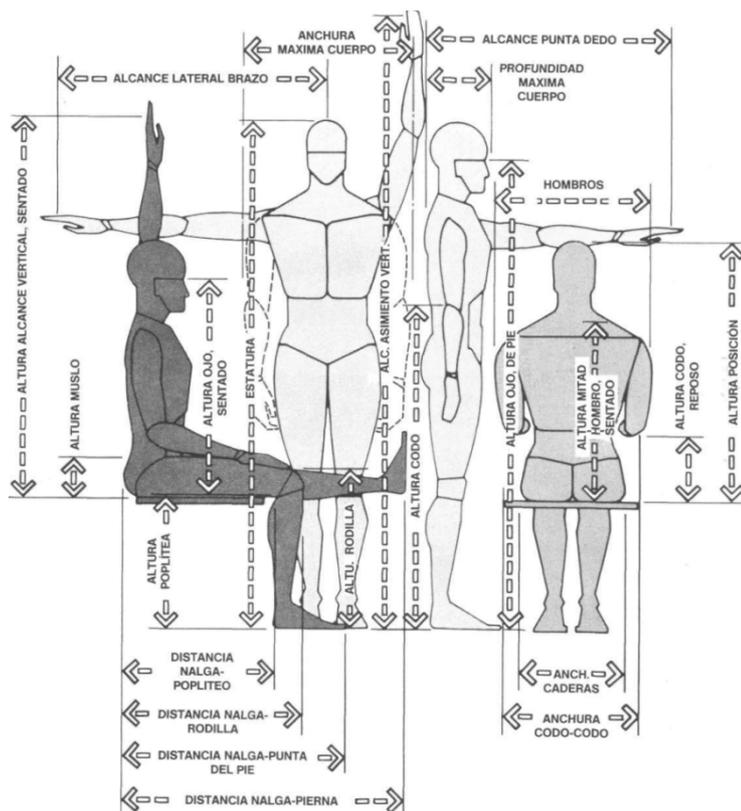
Existe la antropometría estática y la dinámica. La estática mide al cuerpo mientras éste se encuentra fijo en una posición; permitiendo medir el esqueleto entre puntos anatómicos específicos; por ejemplo el largo del brazo medido entre el acromio y el codo. Las aplicaciones de este tipo de antropometría, permite el diseño de elementos como guantes, cascos entre otros.

La antropometría dinámica o funcional, corresponde a la tomada durante el cuerpo en movimiento, reconociendo que el alcance real de una persona con el brazo, no corresponde solo a la longitud del mismo, sino al alcance adicional proporcionado por el movimiento del hombro y tronco cuando un trabajador realiza una tarea.

Una variable antropométrica, es una característica del organismo que puede cuantificarse, definirse, tipificarse y expresarse en una unidad de medida. Las variables lineales, se definen generalmente como puntos de referencia, que pueden situarse de manera precisa sobre el cuerpo.

Las variables antropométricas son principalmente medidas lineales, como la altura o la distancia con relación al punto de referencia; con el sujeto sentado o de pie

en una postura tipificada; anchuras, como las distancias entre puntos de referencia bilaterales; longitudes, como la distancia entre dos puntos de referencia distintos; medidas curvas, o arcos, como la distancia sobre la superficie del cuerpo entre dos puntos de referencia, y perímetros, como medidas de curvas cerradas alrededor de superficies corporales (Figura 1.4), generalmente referidas en al menos un punto de referencia o a una altura definida.



**Figura 1.4 Dimensiones humanas de mayor uso para el diseñador.**

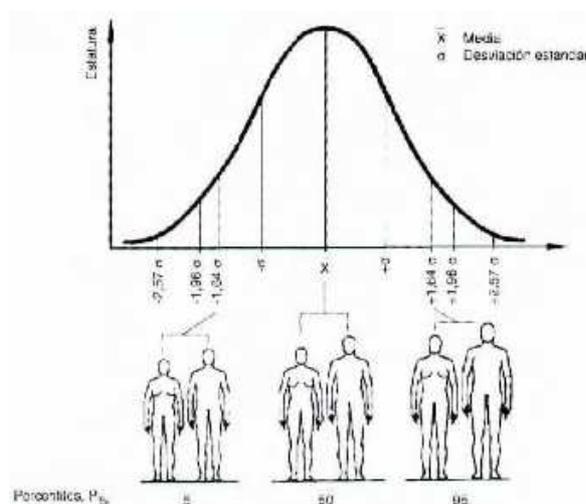
**Fuente: Mondelo Pedro; Ergonomía 1, Fundamentos.**

**Elaboración: Propia**

Existe variabilidad entre las dimensiones del cuerpo de diferentes personas, debido a factores como: la edad, el género y la etnia. Esta variabilidad, hace que sea necesario medir a la población de personas que usará un elemento; de tal manera, que se diseñe el mismo, basado en los rangos en los que se mueven

cada una de las medidas de cada persona que conforma dicha población. Para esto, se deben expresar las medidas de una población específica de trabajadores en tablas que muestren para cada una, la desviación estándar y los percentiles.

Los percentiles indican el porcentaje de personas entre la población (segmento) que tienen una dimensión corporal de cierto tamaño. En Antropometría, la población se divide para fines de estudios en 100 categorías: desde los más pequeños (en dimensión) hasta los más grandes, con respecto a un tipo de medida (estatura, peso, longitud de brazo, etc.). Se utiliza la curva de Gauss o Curva de Distribución de Frecuencia Standard para ilustrar los percentiles (Figura 1.5).



**Figura 1.5 Curva de Distribución de Frecuencia Standard de percentiles.**

**Fuente: Mondelo Pedro; Ergonomía 1, Fundamentos.**

**Elaboración: Propia**

Países como: Estados Unidos, Canadá, Japón, Chile, Brasil, Colombia, Comunidad Europea, por mencionar algunos, cuentan con tablas antropométricas representativas de su población. Las tablas que, tradicionalmente se utilizaban en México solo hacían referencia a “población latinoamericana” en donde se incluyen a todos los países de Centro y Sudamérica.

A la hora de diseñar antropométricamente un mueble, una máquina, una herramienta, un puesto de trabajo con displays de variadas formas, controles, etc.; podemos encontrar uno de estos tres supuestos: que el diseño sea para una persona específica, que sea para un grupo de personas, que sea para una población numerosa.

## **1.6 LA MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS**

La manipulación manual de cargas, es una tarea bastante frecuente en muchos sectores de actividad. Desde la industria pesada hasta el sector sanitario, pasando por todo tipo de industrias y servicios.

La manipulación manual de cargas, es responsable, en muchos casos de la aparición de fatiga física, o bien de lesiones, que se pueden producir de una forma inmediata o por la acumulación de pequeños traumatismos aparentemente sin importancia.

Pueden lesionarse tanto los trabajadores que manipulan cargas regularmente como los trabajadores ocasionales.

Las lesiones más frecuentes, son entre otras: contusiones, cortes, heridas, fracturas y sobre todo lesiones músculo-esqueléticas. Se pueden producir en cualquier zona del cuerpo, pero son más sensibles los miembros superiores, y la espalda, en especial en la zona dorsolumbar.

Las lesiones dorsolumbares pueden ir desde un lumbago hasta alteraciones de los discos intervertebrales (hernias discales) o, incluso fracturas vertebrales por sobreesfuerzo.

También se pueden producir: lesiones en los miembros superiores (hombros, brazos y manos); quemaduras producidas por encontrarse las cargas a altas temperaturas; heridas o arañazos producidos por esquinas demasiado afiladas, astillamientos de la carga, superficies demasiado rugosas, clavos, etc.;

contusiones por caídas de la carga debido a superficies resbaladizas (por aceites, grasas u otras sustancias); problemas circulatorios o hernias inguinales; y otros daños producidos por derramamiento de sustancias peligrosas.

Entenderemos por carga, cualquier objeto susceptible de ser movido. Incluye por ejemplo la manipulación de personas. Se considerarán también cargas los materiales que se manipulen, por ejemplo, por medio de una grúa u otro medio mecánico, pero que requieran aún del esfuerzo humano para moverlos o colocarlos en su posición definitiva.

En la manipulación manual de cargas, interviene el esfuerzo humano tanto de forma directa (levantamiento, colocación) como indirecta (empuje, tracción, desplazamiento). También es manipulación manual transportar o mantener la carga alzada.

Incluye, la sujeción con las manos y con otras partes del cuerpo, como la espalda, y lanzar la carga de una persona a otra. No será manipulación de cargas la aplicación de fuerzas, como el movimiento de una manivela o una palanca de mandos.

Se considera que, la manipulación manual de toda carga que pese más de 3 kg puede entrañar un potencial riesgo dorsolumbar no tolerable, ya que a pesar de ser una carga bastante ligera, si se manipula en unas condiciones ergonómicas desfavorables (alejada del cuerpo, con posturas inadecuadas, muy frecuentemente, en condiciones ambientales desfavorables, con suelos inestables, etc.), podría generar un riesgo.

La manipulación manual de cargas menores de 3 kg, también podría generar riesgos de trastornos musculoesqueléticos, en los miembros superiores debidos a esfuerzos repetitivos.

Se debería realizar una evaluación de los riesgos debidos a las cargas que pesen más de 3 kg en las condiciones anteriormente señaladas. Las cargas que pesen más de 25 kg muy probablemente constituyan un riesgo en sí mismas, aunque no existan otras condiciones ergonómicas desfavorables.

La utilización de carretillas y carritos que son bastante versátiles y que cumplen perfectamente la función de transportar las cargas, desde un saco de cemento o una caja pesada hasta bidones. Existen también carritos con tres ruedas que permiten subir o bajar fácilmente por escaleras.

No todas las situaciones de manipulación manual de cargas, pueden entrañar la existencia de riesgos dorsolumbares. Como criterio general, se consideran cargas en sentido estricto; aquellas cuyo peso exceda de 3 kg y, por tanto, se podrán evaluar con este método las tareas donde la carga manipulada exceda a este valor.

#### **1.6.1 EL PESO DE LA CARGA**

El peso de la carga es uno de los principales factores a la hora de evaluar el riesgo en la manipulación manual. A efectos prácticos podrían considerarse como cargas los objetos que pesen más de 3 kg.

A modo de indicación general, el peso máximo que se recomienda no sobrepasar (en condiciones ideales de manipulación) es de 25 kg.

No obstante, si la población expuesta son mujeres, trabajadores jóvenes o mayores, o si se quiere proteger a la mayoría de la población; no se deberían manejar cargas superiores a 15 kg. (Esto supone reducir el peso de 25 kg de referencia multiplicado por un factor de corrección de 0,6).

Trabajadores sanos y entrenados En circunstancias especiales, trabajadores sanos y entrenados físicamente, podrían manipular cargas de hasta 40 kg, siempre que la tarea, se realice en forma esporádica y en condiciones seguras. (Esto supone multiplicar los 25 kg de referencia por un factor de corrección de 1,6). Naturalmente, el porcentaje de población protegida, sería mucho menor, aunque los estudios realizados hasta la fecha, no determinan concretamente este porcentaje. No se deberían exceder los 40 kg bajo ninguna circunstancia.

Debido a que los puestos de trabajo deberían ser accesibles para toda la población trabajadora, exceder el límite de 25 kg debe ser considerado como una excepción.

**Tabla 1.1 Peso máximo recomendado para una carga en condiciones ideales de levantamiento.**

	<b>Peso máximo</b>	<b>Factor corrección</b>	<b>%Población protegida</b>
En general	25 Kg	1	85%
Mayor protección	15 Kg	0,6	95%
Trabajadores entrenados (situaciones aisladas)	49 Kg	1,6	Datos no disponibles

**Fuente: INSHT; Manipulación manual de cargas.**

**Elaboración: Propia**

Estos, son los valores máximos de peso en condiciones ideales; ahora bien, si no se dan estas condiciones ideales, estos límites de peso se reducirán como se verá más adelante.

Cuando se sobrepasen estos valores de peso, se deberán tomar medidas preventivas de forma que el trabajador no manipule las cargas, o que consigan que el peso manipulado sea menor. Entre otras medidas, y dependiendo de la situación concreta, se podrían tomar alguna de las siguientes:

- Uso de ayudas mecánicas.
- Levantamiento de la carga entre dos personas.

- Reducción de los pesos de las cargas manipuladas en posible combinación con la reducción de la frecuencia, etc.

### **1.6.2 LA POSICIÓN DE LA CARGA CON RESPECTO AL CUERPO**

La combinación del peso con otros factores, como la postura, la posición de la carga, etc., van a determinar que estos pesos recomendados, estén dentro de un rango admisible o, por el contrario, supongan todavía un riesgo importante para la salud del trabajador.

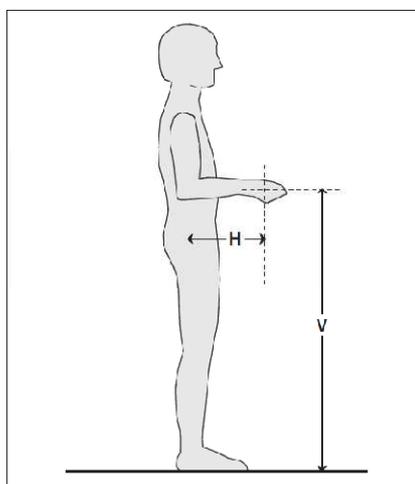
Un factor fundamental en la aparición de riesgo por manipulación manual de cargas, es el alejamiento de las mismas respecto al centro de gravedad del cuerpo. En este alejamiento, intervienen dos factores: la distancia horizontal (H) y la distancia vertical (V), que nos darán las “coordenadas” de la situación de la carga (Figura 1.6). Cuanto más alejada esté la carga del cuerpo, mayores serán las fuerzas compresivas que se generan en la columna vertebral y, por tanto, el riesgo de lesión será mayor.

El peso teórico recomendado que se podría manejar en función de la posición de la carga con respecto al cuerpo, se indica en la figura 1.7.

Cuando se manipulen cargas en más de una zona, se tendrá en cuenta la más desfavorable, para mayor seguridad. Los saltos de una zona a otra no son bruscos, por lo que quedará a criterio del evaluador tener en cuenta incluso valores medios, cuando la carga se encuentre cercana a la transición de una zona a otra. El mayor peso teórico recomendado, es de 25 kg, que corresponde a la posición de la carga más favorable, es decir, pegada al cuerpo, a una altura comprendida entre los codos y los nudillos.

Cuando se trate de ofrecer mayor protección, cubriendo a la mayoría de la población (hasta el 95%), el peso teórico recomendado en condiciones ideales de levantamiento, debería ser de 15 kg. Si se trata de una manipulación esporádica por parte de trabajadores sanos y entrenados, el peso teórico recomendado en

esta situación podría llegar a ser de hasta 40 kg. Esto equivaldría a multiplicar los valores de referencia que aparecen en la tabla por los factores de corrección 0,6 y 1,6, respectivamente.



**Figura 1.6 Distancia horizontal (H) y distancia vertical (V). H: Distancia entre el punto medio de las manos al punto medio de los tobillos mientras se está en la posición de levantamiento. V: Distancia desde el suelo al punto en que las manos sujetan el objeto.**

**Fuente: INSHT; Manipulación manual de cargas.**

**Elaboración: Propia**

Altura de la cabeza	13 kg	7 kg
Altura del hombro	19 kg	11 kg
Altura del codo	25 kg	13 kg
Altura de los nudillos	20 kg	12 kg
Altura de media pierna	14 kg	8 kg

**Figura 1.7 Peso teórico recomendado en función de la zona de manipulación.**

**Fuente:** INSHT; Manipulación manual de cargas.

**Elaboración:** Propia

### **1.6.3 EL TRANSPORTE DE LA CARGA**

Los límites de carga acumulada diariamente en un turno de 8 horas, en función de la distancia de transporte, no deben superar los de la siguiente tabla:

**Tabla 1.2 Límites de carga acumulada**

<b>Distancia de transporte (metros)</b>	<b>Kg/día transportados (máximo)</b>
Hasta 10 m	10.000 Kg
Más de 10 m	6.000 Kg

**Fuente:** INSHT; Manipulación manual de cargas.

**Elaboración:** Propia

Desde el punto de vista preventivo, lo ideal es no transportar la carga una distancia superior a 1 metro.

Los trayectos superiores a los 10 metros, supondrán grandes demandas físicas para el trabajador, ya que se producirá un gran gasto metabólico.

## **1.7 ESTUDIO DE RECUBRIMIENTOS ELECTROLÍTICOS**

### **1.7.1 DEFINICIÓN**

Los recubrimientos o revestimientos, se clasifican por lo general en dos clases; los recubrimientos orgánicos, en los cuales se aplican principalmente pinturas, esmaltes o tintas, y el recubrimiento de conversión; a los cuales nos vamos a referir en la presente investigación, que son básicamente películas inorgánicas formadas por acciones químicas, con las superficies de un metal, pero con frecuencia se impregnan con sustancias orgánicas.

Por lo general, son mucho menores de 0.001 pulgadas de espesor, pero normalmente se forman desde la superficie original y están estrechamente ligadas y no causan cambio dimensional apreciable.

Las formas más comunes de recubrimientos o revestimientos, son de fosfato, cromato, óxido y revestimientos anódicos, en las cuales se aplican aleaciones de aluminio, zinc, titanio y magnesio, por medios electroquímicos.

### **1.7.2 CARACTERÍSTICAS**

Un recubrimiento, puede llegar a tener diferentes usos, en cualquier caso, por lo general, son utilizados para evitar la corrosión de los metales, sin embargo existen otros usos como el endurecimiento de superficies, la rectificación o recobramiento de dimensión de alguna pieza metal mecánica, para ayudar a la lubricación y para resistir la abrasión.

Cuando un metal está expuesto a la intemperie y a ciertos cambios de temperatura, e incluso en un ambiente agresivo en su contra, se puede decir que es un metal propenso a la corrosión, y por tales situaciones, para facilitar y prolongar la vida de su funcionamiento, se le debe aplicar un recubrimiento. En muchos de estos casos es utilizado un recubrimiento orgánico, sin embargo, éstos no son tan efectivos como los recubrimientos metálicos o de conversión.

Cuando una pieza mecánica está sometida a un esfuerzo durante mucho tiempo, tiende a desgastarse, lo que propicia su mal funcionamiento hasta su falla y, puede llegar a generar un accidente. Por tal motivo, se dedica el estudio de la

dureza de los materiales, que en la mayoría de los casos, deben ser recubiertos o revestidos por inmersión o metálicamente, para que puedan alcanzar su dureza y de esta manera un óptimo funcionamiento.

La rectificación o el recobramiento de las dimensiones de piezas metal mecánicas, son muy comunes en la industria, y en ésta también se aplica el recubrimiento, para hacer dimensión o cuerpo de las piezas a tratarse. Esta, se explica fácilmente en la rectificación de ejes de motores ó en las camisas de motores de combustión interna (de los automóviles), en las cuales, se aplican un recubrimiento como el metalizado, y luego, se rectifica para dar la dimensión correcta del mecanismo.

Otros recubrimientos, como los de óxido, sirven como base para pintura, y como acabados finales, son relativamente baratos, y cuando se impregnan con aceite y sosa, proporcionan buena resistencia a la corrosión.

### **1.7.3 RECUBRIMIENTOS ELECTROLÍTICOS.**

#### **1.7.3.1 GALVANIZADO**

El galvanizado en caliente por inmersión, consiste en un proceso de recubrimiento, que se utiliza para proteger las superficies metálicas de la corrosión. Este tratamiento específico, se realiza para la inmersión de piezas de acero o fundición en un baño de zinc fundido.

El galvanizado en caliente, se suele realizar en piezas, en laminados, en tubos y en alambres.

El proceso de galvanizado por inmersión en zinc fundido, se realiza mediante un ataque químico de una serie de capas de aleaciones zinc-hierro (Zn-Fe), de gran adherencia con la superficie. La capa de Zn-Fe, dura y relativamente quebradiza, sirve de protección galvánica frente a la corrosión, del metal base. Sin embargo,

aún y cuando la superficie zincada se pasive rápidamente, el espesor de la capa de zinc va reduciéndose progresivamente en función de las condiciones externas.

El proceso de recubrimiento galvánico, sigue el siguiente proceso:

- a) Desengrase: es necesario un baño de desengrase ácido o alcalino, para eliminar y limpiar las piezas de aceites y grasas.

Cuando el desengrase es alcalino, suele existir un lavado intermedio previo a la siguiente etapa. Seguidamente, se procede a la eliminación del óxido y la cascarilla que pudieran estar adheridos a las piezas, mediante baños de decapado. Por lo general, se trata de baños de ácido clorhídrico. En caso de que las piezas a galvanizar sean piezas defectuosamente galvanizadas o piezas cuyo recubrimiento de zinc deba ser renovado, se introducen también en esta etapa del proceso.

- b) Mordentado. La siguiente fase del proceso, consiste en el tratamiento de las piezas con mordientes cuya composición fundamental son sales de cloruro de zinc y de amonio. El objetivo de esta etapa, es el conseguir una mejor adherencia del recubrimiento de zinc.
- c) Galvanizado. Es recomendable secar las piezas antes de ser galvanizadas. Posteriormente; al sumergir las piezas en el baño de zinc fundido ( $T^a = 450^{\circ}\text{C}$ ), se produce la evaporación del mordiente, que arrastran las piezas, formándose nubes de polvo que deben eliminarse mediante un sistema adecuado de captación de humos. Por último, tiene lugar el enfriamiento de las piezas, el cual puede ser al aire o sumergiéndolas en un baño estanco de agua.

### **1.7.3.2 CROMADO**

El cromo, es un metal muy difícil de trabajar en frío porque es muy duro y quebradizo, en caliente es igual de difícil, porque se oxida con una capa de óxido

de cromo duro e infusible. Por estas razones, el cromo no se suele emplear como metal puro salvo en ocasiones muy raras aunque eso sí, entra a formar parte de muchas aleaciones.

Especialmente es aleado con el hierro, porque mejora su dureza y resistencia a la corrosión. El acero inoxidable contiene entre un 8 y un 12 % de cromo, y es el principal responsable de que sea inoxidable. Muchas herramientas, están fabricadas con aleaciones de hierro cromo y vanadio. El nicrom o cromoniquel, se emplea para fabricar resistencias eléctricas.

Debido a las dificultades de la metalurgia de cromo cuando es necesario aplicarlo, se emplean básicamente dos procedimientos, sputering y recubrimiento electrolítico. El recubrimiento electrolítico con cromo, es extensivamente usado en la industria para proteger metales de la corrosión y mejorar su aspecto. También se emplea para restaurar piezas metálicas o conseguir superficies muy duraderas y con bajo coeficiente de rozamiento (cromo duro).

El llamado cromo duro, son depósitos electrolíticos de espesores relativamente grandes (0,1 mm) que se depositan en piezas que deben soportar grandes esfuerzos de desgaste. Se realizan este tipo de depósitos, especialmente en asientos de válvulas, cojinetes cigüeñales ejes de pistones hidráulicos y en general en lugares donde se requiera bastante precisión. El cromo duro, se emplea especialmente en el rectificado de motores de explosión. Los cigüeñales y otras piezas fundamentales de los motores de explosión, sufren desgastes que se manifiestan como holguras en sus rodamientos y que pueden comprometer su funcionamiento. Por ello antes de que exista una rotura grave se reponen las partes de metal, perdidas mediante cromo electrolítico. Generalmente, la capa de cromo depositada, no es totalmente uniforme, por lo cual, se da espesor mayor del necesario y después se rectifican las piezas para conseguir las dimensiones y acabado adecuados.

El cromo brillante o decorativo son finas capas de cromo que se depositan sobre cobre o níquel, para mejorar el aspecto de algunos objetos. El famoso niquelado de paragolpes y otros embellecedores de coche, suele consistir en una capa de

níquel terminada con un Flash de cromo de algunas micras de espesor. El color del cromo, es mas azulado y reflectante que el níquel y es mucho más resistente a la corrosión, ya que inmediatamente se forma una fina e imperceptible capa de oxido que protege al metal.

Las capas de cromo que cubren el material base, son tan finas como una micra, lo cual hace que el recubrimiento no sea tan fuerte, por ello las superficies a cubrir deben estar bien pulidas, brillantes y desengrasadas ya que el cromo no va a tapar ninguna imperfección. Es por esto, por lo que frecuentemente las piezas que se croman con objeto decorativo se recubren con cobre y níquel antes de ser cromadas. El cromo se aplica bien sobre el cobre el níquel y el acero, pero no sobre el zinc o la fundición.

Para conseguir un baño electrolítico de cromo, se disuelve ácido crómico en agua en una proporción de 300 gramos por litro y se añade 2 gramos por litro de ácido sulfúrico. Se emplea como ánodo un electrodo de plomo o grafito. El plomo sirve como ánodo, porque se forma una placa de oxido de plomo que es conductor pero que impide que se siga corroyendo por oxidación anódica. Al contrario que en otros baños como los del níquel, el cromo que se deposita en el cátodo procede del ácido crómico disuelto y no del ánodo, por lo que poco a poco, se va empobreciendo en cromo la solución. Con el uso el cromo, se va agotando y hay que reponerlo añadiendo más ácido crómico.

El ácido crómico, se descompone por la corriente eléctrica en cromo metálico, que se deposita en el cátodo y oxígeno que se desprende en el ánodo. El ácido crómico (en realidad es un anhídrido soluble en agua), contiene aproximadamente un 50% en cromo metálico, esto significa que para que un litro de baño pierda solo un 10% de concentración; tienen que haberse depositado 15 gramos de cromo.

Lo cual, equivale a recubrir una superficie de aproximadamente dos metros cuadrados con una capa de cromo de 1 micras, más que suficiente para efectos decorativos.

## **CAPITULO 2.**

### **DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.**

#### **2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.**

Desde hace varios años, el transporte de carga (equipaje, paquetes, carga, etc.) dentro de los sistemas de terminales de pasajeros, se ha realizado de una forma muy precaria y desordenada, ya sea en los terminales; aéreas donde se encuentran personas con grandes coches para prestar el servicio de transporte de equipaje o, en los terminales terrestres en donde se encuentran personas (auxiliares de carga) que se dedican al transporte de carga en general, sin utilizar ningún tipo de coche que facilite este trabajo. Al utilizar estos servicios, los usuarios se exponen a pérdidas o robos de los bienes transportados, ya sea por descuido o por el poco cuidado de las personas que prestan el servicio, puesto que éstas no se responsabilizan por la pérdida o extravío de la carga.

Otros usuarios por su parte, transportan la carga por sus propios medios; es decir ellos mismos se encargan de cargarla, esto suele suceder cuando llevan objetos de valor o cosas frágiles que necesitan una especial atención. Pero, sin darse cuenta estos usuarios se encuentran expuestos a otro tipo de perjuicios, incluso llegar a causar lesiones en la espalda, brazos, etc.

Por otra parte, los usuarios que llegan a un terminal buscan un tipo de servicio que facilite el transporte de su carga y en muchas ocasiones, en ese momento todas las personas que dan este servicio se encuentran ocupadas o descansando; es decir que los usuarios que necesiten un medio de transporte, deben esperar a que se desocupen o vuelvan a trabajar. También hoy en día, los terminales no sólo sirven para el tránsito de pasajeros, sino que tienen una serie de locales comerciales y patios de comida en donde los usuarios pueden transitar y disfrutar mientras sale su autobús o avión; en caso contrario, hasta que alguien los recoja. Los servicios que se tienen en la actualidad en los terminales de pasajeros no brindan esa comodidad, éstos solo sirven para que cuando uno llegue, se transporte la carga hasta una salida o entrada.

El transporte del equipaje en un terminal de pasajeros, es un servicio que, pese a su relevancia, no ha recibido la atención suficiente por parte de las autoridades pertinentes. Esto se debe a que su importación resulta sumamente costosa, puesto que éstos no se fabrican en Ecuador.

El objetivo de este capítulo, es sentar guías de diseño de un coche de equipaje y/o carga que permita el transporte del mismo. A un costo mínimo, que sea posible su mantenimiento. Este equipo debe ser capaz de brindar comodidad al usuario en el transporte de sus pertenencias mientras se encuentra dentro de las instalaciones de la terminal en el que se encuentra.

## **2.2 ESTUDIO DE CAMPO**

Es importante conocer con detalle, las formas de transporte de equipaje y/o carga dentro de una terminal de pasajeros; que permita implantar un proceso técnico para optimizar el transporte de la misma.

Por la poca información existente en relación al uso de medios de transporte dentro de terminales de pasajeros, conformidad del servicio y disponibilidad, ha sido necesario realizar un trabajo de campo en terminales aéreas y terrestres del

país; en las ciudades de Quito, Guayaquil y Ambato; para observar y encuestar de manera práctica los métodos utilizados para el desenvolvimiento de esta actividad (encuesta en el ANEXO A).

### **2.2.1 OBSERVACIÓN Y ENCUESTA**

#### **TRABAJO DE CAMPO N° 1**

Lugar: **Quito.**

Nombre del Terminal: **Terminal Terrestre “Quitumbe”.**

Tipo de transporte: **Coches de Carga**

Número de coches: **20**

Participantes: **Ejecutores del proyecto**



**Fotografía 2.1 Visita Terminal Terrestre “Quitumbe” (Quito – provincia de Pichincha).**

**Fuente: Propia**

**Elaboración: Propia**

## **TRABAJO DE CAMPO N° 2**

**Lugar: Quito**

**Nombre del Terminal: Terminal Terrestre “Carcelén”.**

**Tipo de transporte: Coches de Carga**

**Número de coches: 5**

**Participantes: Ejecutores del proyecto**



Fotografía 2.2 Visita Terminal Terrestre “Carcelén” (Quito – provincia de Pichincha).

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

### TRABAJO DE CAMPO N° 3

Lugar: **Ambato**

Nombre del Terminal: **Terminal Terrestre “Ambato”.**

Tipo de transporte: **Auxiliares de carga**

Número de auxiliares de carga: **8**

Participantes: **Ejecutores del proyecto**



Fotografía 2.3 Visita Terminal Terrestre “Ambato” (Ambato – provincia de Tungurahua).

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

#### TRABAJO DE CAMPO N° 4

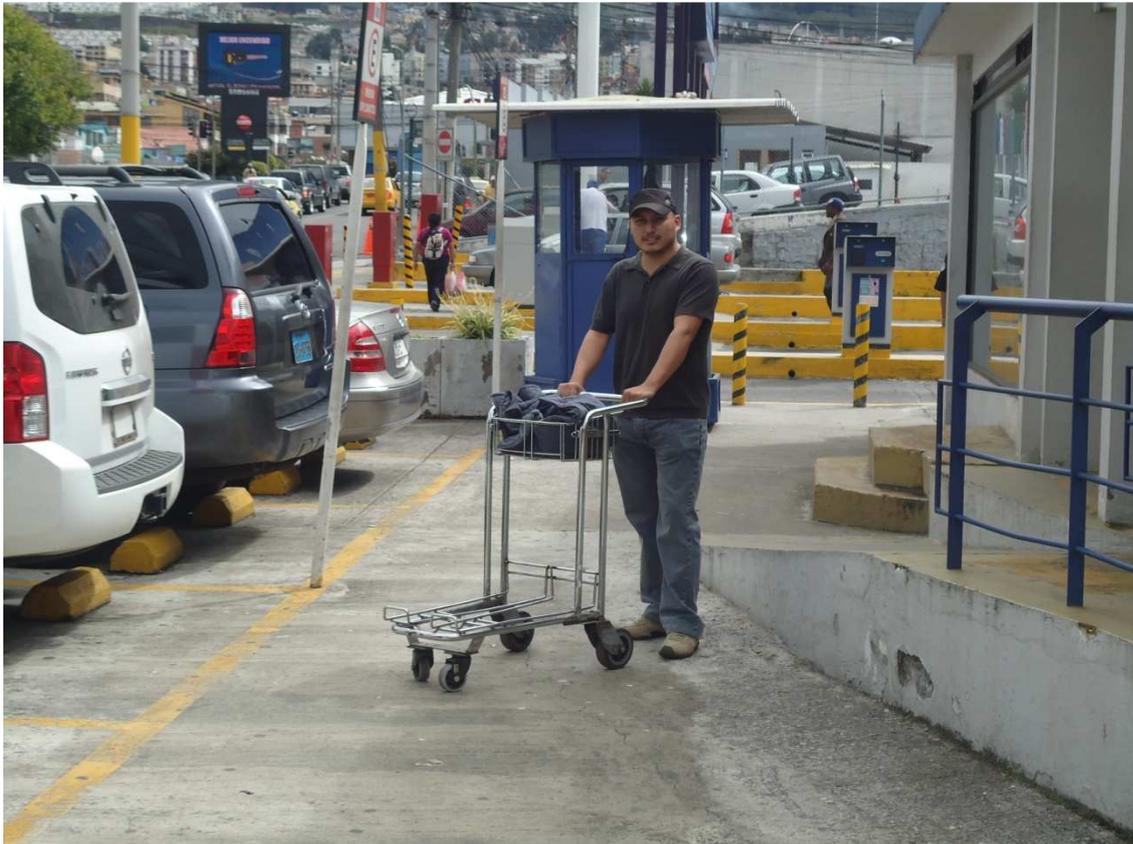
Lugar: **Quito**

Nombre del Terminal: **Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre.**

Tipo de transporte: **Coches de carga asistido por personal del aeropuerto e independientes.**

Número de coches: **40**

Participantes: **Ejecutores del proyecto**



**Fotografía 2.4 Visita Terminal Aérea “Mariscal Sucre” (Quito – provincia de Pichincha).**

**Fuente: Propia**

**Elaboración: Propia**



**Fotografía 2.5 Visita Terminal Aérea “Mariscal Sucre” (Quito – provincia de Pichincha).**

**Fuente: Propia**

**Elaboración: Propia**



**Fotografía 2.6 Visita Terminal Aérea “Mariscal Sucre” (Quito – provincia de Pichincha).**

**Fuente: Propia**

Elaboración: Propia

## TRABAJO DE CAMPO N° 5

Lugar: **Guayaquil**

Tipo de transporte: **Coches de carga asistido por personal del aeropuerto e independientes.**

Número de coches: **40**

Participantes: **Ejecutores del proyecto**



Fotografía 2.7 Visita Terminal Aérea “José Joaquín de Olmedo” (Guayaquil – provincia del Guayas).

Fuente: Propia

**Elaboración: Propia**

### **2.2.2 ANALISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS ENCUESTAS**

La encuesta ha sido realizada a cien personas en los terminales aéreos de Quito y Guayaquil, como también en los terminales terrestres de Ambato, Quito (Quitumbe y Carcelén).

Las encuestas han sido realizadas en un 65% a mujeres y en un 35% a hombres y se tuvieron los resultados que se detallan a continuación.

**Pregunta 1.-** ¿Cada qué tiempo viaja por terminales terrestres y aéreas?

Las personas que viajan con frecuencia, son los comerciantes, en los terminales terrestres y los ejecutivos en las terminales aéreas.

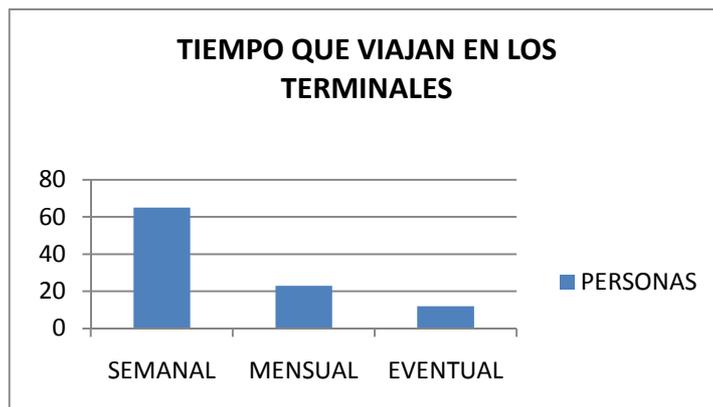
Según la grafica, se muestran los resultados de las cien personas que fueron encuestadas.

**Tabla 2.1 Resultados pregunta 1.**

<b>TIEMPO DE VIAJE</b>	<b>PERSONAS</b>
<b>SEMANAL</b>	65
<b>MENSUAL</b>	23
<b>EVENTUAL</b>	12
<b>TOTAL</b>	100

**Fuente: Propia**

**Elaboración: Propia**



**Grafico 2.1** Frecuencia con la que viajan los encuestados por terminales terrestres y aéreas

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

**Pregunta 2.-** ¿Cuál es el peso aproximado que usted transporta normalmente en cada viaje?

Observando, en los terminales terrestres y aéreos nos damos cuenta que las personas viajan con un promedio de dos maletas, y realizando la encuesta se tiene el siguiente resultado.

**Tabla 2.2** Resultados pregunta 2.

PESO DE LA CARGA	PERSONAS
20kg	17
50kg	35
100kg	21
>100kg	27
<b>TOTAL</b>	100

Fuente: Propia

Elaboración: Propia



Grafico 2.2 Carga aproximada de pasajeros en kg.

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

**Pregunta 3.-** ¿Utiliza usted un servicio de transporte de carga dentro de los terminales?

Según los encuestados, un 75% de las personas utilizan un transporte para llevar su carga o equipaje dentro de los terminales.

Tabla 2.3 Resultados pregunta 3.

UTILIZA UN MEDIO DE TRANSPORTE	PERSONAS
SI	75%
NO	25%
TOTAL	100%

Fuente: Propia

Elaboración: Propia



Grafico 2.3 Resultados pregunta 3.

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

**Pregunta 4.-** ¿Qué tipo de transporte utiliza?

La mayoría de personas se inclinaron por contratar los coches manuales para el desplazamiento de su carga.

Tabla 2.4 Resultados pregunta 4.

QUE TIPO DE TRANSPORTE UTILIZA	PERSONAS
AUXILIAR DE CARGA	23
COCHES MANUALES	67

<b>NINGUNO</b>	10
<b>TOTAL</b>	100

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

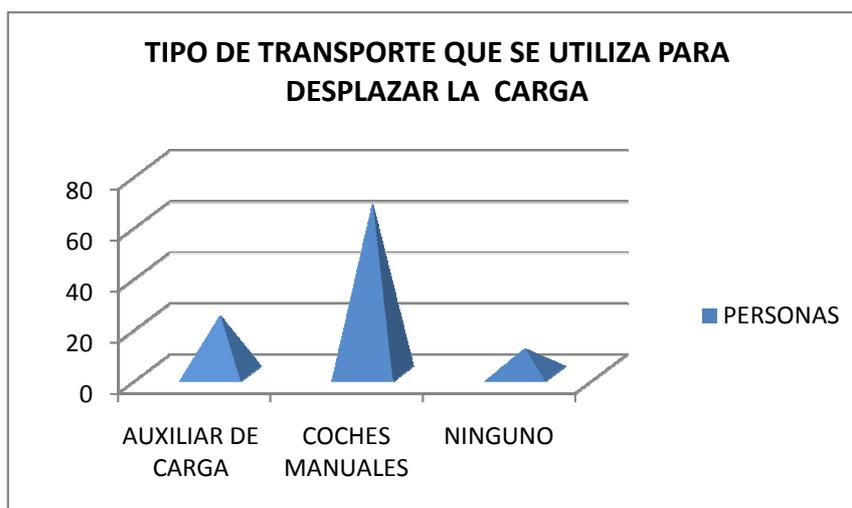


Grafico 2.4 Resultados pregunta 4.

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

**Pregunta 5.-** ¿Está conforme con el precio del servicio (un dólar el mínimo)?

Las personas encuestadas dijeron, que los auxiliares de carga no tienen una tarifa fija y cobran lo que les parece.

Tabla 2.5 Resultados pregunta 5.

<b>CONFORME CON EL COSTO DEL SERVICIO</b>	<b>PERSONAS</b>
---	-----------------

SI	30%
NO	70%
TOTAL	100%

Fuente: Propia

Elaboración: Propia



Grafico 2.5 Resultados pregunta 5.

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

**Pregunta 6.-** ¿Está conforme con la atención de auxiliar de carga?

Las personas se expresaron sobre los auxiliares de carga que, algunos son groseros y carecen de buenos modales al no pagarse la tarifa que ellos imponen (tarifa variable).

Tabla 2.6 Resultados pregunta 6.

CONFORME CON EL TRATO SERVICIO	PERSONAS
SI	35%
NO	65%
TOTAL	100%

Fuente: Propia

Elaboración: Propia



Grafico 2.6 Resultados pregunta 6.

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

**Pregunta 7.-** ¿Estaría dispuesto a rentar un coche de uso personal para transportar su carga?

De las 100 personas encuestadas, 90 estarían de acuerdo en rentar un coche de uso personal para desplazar su carga hasta su destino final.

Tabla 2.7 Resultados pregunta 7.

RENTA DE COCHE PARA EL TRANSPORTE DE CARGA	PERSONAS
SI	90%
NO	10%
TOTAL	100%

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

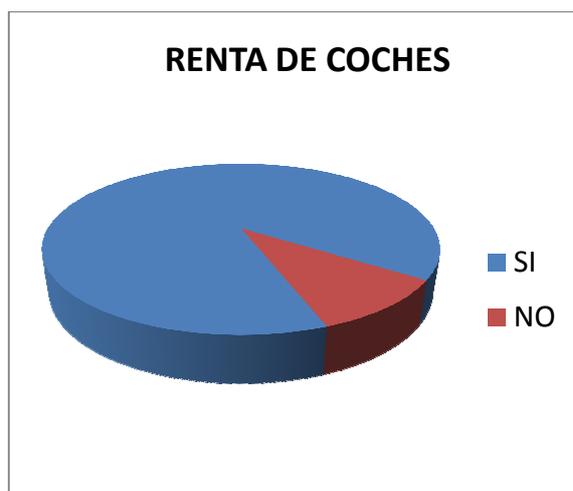


Gráfico 2.7 Resultados pregunta 7.

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

**Pregunta 8.-** ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por utilizar un coche para que usted mismo transporte su carga?

La mayoría de personas encuestadas opinaron que, estarían dispuestas a pagar 50 centavos por la renta del coche para el desplazamiento de su carga.

**Pregunta 9.-** ¿Piensa usted que si desplaza personalmente su carga, esta se encuentra más segura?

Los encuestados dicen que si transportan ellos mismos su carga, disminuyen las pérdidas (robos) y más aún cuando se tratan de objetos de valor.

**Tabla 2.8 Resultados pregunta 9.**

<b>CARGA SEGURA</b>	<b>PERSONAS</b>
<b>SI</b>	90%
<b>NO</b>	10%
<b>TOTAL</b>	100%

**Fuente: Propia**

**Elaboración: Propia**



**Grafico 2.8 Resultados pregunta 9.**

**Fuente: Propia**

**Elaboración: Propia**

### **2.3 RESTRICCIONES Y LIMITACIONES.**

A pesar de que el diseño proporciona las mejores condiciones de funcionamiento y operabilidad, existen restricciones y limitaciones, los que se establecen a continuación:

El diseño de cada componente del coche temporizado debe, adaptarse a las condiciones tecnológicas del país en lo que respecta a disponibilidad de materia prima, elementos normalizados, procesos de fabricación y normas.

- La capacidad de carga máxima del coche es de 200 Kg; por ser un coche de carga liviana.
- Las ruedas, deben ser de un material resistente, que garantice una buena rodadura; sin dejar huella en la superficie donde transita.
- El equipo a diseñarse, debe ser estable y de fácil maniobrabilidad, cuando se empuja y dirige a través de espacios apretados.
- El peso debe ser moderado, para facilitar la movilidad de la máquina.

- La máquina, debe validar monedas de 0,50 USD.

## **2.4 ESPECIFICACIONES**

Para establecer las especificaciones del coche, se toma en cuenta el estudio de campo realizado, el mismo que proporciona las características del coche a diseñar para los usuarios de las terminales de pasajeros.

### **2.4.1 PARÁMETROS DE DISEÑO.**

Para determinar los parámetros de diseño, se parte de la necesidad de transportar equipaje o carga de un usuario, el mismo que requiere de un coche con una capacidad aproximada de 2 quintales (200 Kg). Parámetros adicionales de diseño, son las dimensiones de ancho, largo y altura del coche a utilizarse, costo de operación, y tiempo de operación, los mismos que se obtienen del estudio de campo realizado, quedando por lo tanto, definidos los siguientes parámetros:

- Capacidad del coche de carga: 200 kg.
- Tiempo de utilización mínimo: 15 minutos
- Costo: 50 centavos de dólar.

### **2.4.2 PARÁMETROS FUNCIONALES.**

Un adecuado diseño, debe satisfacer los requerimientos funcionales, es decir, el coche debe cumplir la función para la cual es diseñada.

Entre los principales requerimientos funcionales se tiene:

- Estabilidad, el coche debe mantener una posición estable con o sin equipaje y/o carga, así como cuando se encuentre en movimiento para evitar la caída del mismo.
- Ergonómico, el equipo debe adaptarse al usuario, tratando de darle la mayor comodidad posible.
- Durabilidad, el coche debe ser de un material anticorrosivo, que sea de fácil limpieza y resistente a los desinfectantes.
- Las ruedas deben ser de un material antideslizante, durable y que no dañen el material con el que tiene contacto (porcelanato, mármol, baldosas, etc.).
- El coche debe soportar la carga aplicada (no sea mayor a 200 Kg.), durante el tiempo que es utilizado.
- Dado que el coche estará en contacto con las personas, los materiales; los acabados que se escojan deben ser seguros y no causar lesión alguna al ser usados.
- El coche y sus mecanismos, deben ser de fácil operación, montaje, desmontaje. El mantenimiento de las partes debe poder realizarse con comodidad y rapidez.
- Las dimensiones del coche, no deben superar los 600 mm. de largo, 510 mm. de ancho y 1200 mm. de altura, por comodidad de los usuarios.

### **2.4.3 AMBIENTE DE TRABAJO.**

El ambiente de trabajo es el medio en donde va a funcionar el coche. Los principales factores que deben tenerse en cuenta se detallan a continuación:

#### **2.4.3.1 TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA.**

Para el diseño, se considera que, el coche funcionará en todo tipo de climas y estará expuesto a diversas condiciones ambientales, en las zonas donde existen terminales de pasajeros, con temperatura que oscilan entre 1,3°C y 34,6°C ( $T_{\min}=1,3^{\circ}\text{C}$  en Tulcan y  $T_{\max}=34,6$  en Coca ver ANEXO B) y una humedad relativa entre 57% y 82% ( $hr_{\min}=57\%$  en Catamayo y  $hr_{\max}=82\%$  en Puyo y Macas ver ANEXO B).

#### **2.4.3.2 GRADO DE INSTRUCCIÓN DEL OPERADOR.**

Mínimo primaria.

#### **2.4.3.3 GRADO DE CONTAMINACIÓN.**

Ninguno.

#### **2.4.4 VIDA ÚTIL.**

La máquina está diseñada para vida infinita. El número de ciclos que debe soportar la máquina sin fallar; debe ser mayor a  $10E6$ ; por lo que se realizan los cálculos de los elementos a falla por fatiga.

#### **2.4.5 MATERIALES.**

Se considera el uso de materiales, que sean de fácil adquisición en el país y permitan un funcionamiento adecuado del coche.

#### **2.4.6 PROCESOS.**

Solamente se utilizan procesos convencionales de fabricación; tales como: torneado, taladrado, fresado, doblado, soldadura, para el fácil acceso o fabricación de los elementos a sustituir.

### **2.5 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.**

A continuación, se describen las alternativas que se consideran importantes.

Posteriormente, se escoge aquella que satisfaga la necesidad de los usuarios de los terminales de pasajeros. En la selección se toma en cuenta los siguientes factores:

- El costo de los elementos del coche: construcción y mantenimiento.
- Facilidad de construcción: con operaciones manuales y a través de máquinas herramientas.
- Facilidad de montaje.
- Facilidad de mantenimiento: eficiente y bajo costo.
- Facilidad de operación y maniobrabilidad.
- Seguridad.
- Bajo peso.

Para realizar las alternativas, vamos a dividir al coche de control temporizado en los siguientes sistemas:

- Estructura del coche
- Sistema de validador
- Sistema de frenado
- Sistema de control temporizado
- Sistema de llantas

### **2.5.1 ESTRUCTURA DEL COCHE**

La estructura del coche, está formada por un bastidor, una cesta y una rejilla. Las mismas que soportan las cargas producidas por las diferentes cargas a transportarse. La cesta para cargas livianas, la rejilla para la carga pesada y en el bastidor es en donde se unen todas las partes del coche y por lo tanto soporta toda la carga a transportarse y el peso propio del coche.

La estructura y, todo el coche en general, tiene que soportar condiciones medioambientales como: lluvia, sol, humedad, etc. Además de resistir golpes, rayaduras y corrosión en caso de metales y degradación en caso de polímeros.

Como alternativas de este sistema tenemos:

- Estructura de tubo de acero A36 con recubrimiento cromado
- Estructura de tubo de acero A36 con recubrimiento galvanizado
- Estructura de tubo de acero inoxidable
- Estructura de tubo de aluminio.

#### **2.5.1.1 ALTERNATIVA 1. ESTRUCTURA DE TUBO DE ACERO A36 CON RECUBRIMIENTO CROMADO.**

La estructura del coche, se compone de un bastidor hecho de tubo mecánico redondo (ASTM A530) y las rejillas por varillas redondas (ASTM A36). Las partes del bastidor son unidas por soldadura de arco con electrodo revestido (proceso SMAW, electrodo E6011). Para dar protección al metal base contra la corrosión y abrasión, se recubre con cromo toda la estructura.

El cromado se realiza con el fin de otorgarles una buena presentación o de acabados decorativos al material (o piezas) tratado, otras veces otorgarles mayor dureza y exigente acabado liso con brillo al espejo y con alta precisión.

La corrosión se define como el deterioro, de una superficie, evitarlo es imposible, pero llevándolo a un proceso de recubrimiento electrolítico, al menos se puede lograr con toda seguridad la inhibición del efecto corrosivo, retardando su velocidad, la corrosión causada por los agentes corrosivos: humedad (aire húmedo), agua, rozamiento o fricciones, altas temperaturas, etc.



**Fotografía 2.8 Estructura de acero al carbono cromado.**

**Fuente:** : [www.directindustry.com](http://www.directindustry.com)

**Elaboración:** : Propia.

#### *2.5.1.1.1 Ventajas:*

- Bajo costo de fabricación.
- Facilidad de construcción, montaje y operación. Se encuentran todos los materiales en el mercado y todos los procesos para su obtención.
- Buena resistencia a la corrosión.
- Mediano costo por proceso de recubrimiento
- Es resistente a las rayaduras.

#### *2.5.1.1.2 Desventajas:*

- Debido a un mal proceso en el recubrimiento, se puede tener corrosión.
- Costo de mantenimiento del recubrimiento.
- La mayor parte de los aceros, son susceptibles a la corrosión, al estar expuestos al agua y al aire, por consiguiente, se debe dar mantenimiento periódicamente.

#### **2.5.1.2 ALTERNATIVA 2. ESTRUCTURA DE TUBO DE ACERO A36 CON RECUBRIMIENTO GALVANIZADO.**

La estructura del coche, se compone de un bastidor hecho de tubo mecánico redondo (ASTM A530) y las rejillas por varillas redondas (ASTM A36). Las partes del bastidor son unidas por soldadura de arco con electrodo revestido (proceso SMAW, electrodo E6011). Para dar protección al metal base contra la corrosión y abrasión, se galvaniza toda la estructura.

La mayoría de los métodos de protección del acero, consiste en colocar una película de material resistente a la corrosión entre el acero y el medio ambiente. Una de las ventajas de los revestimientos metálicos es, que aíslan al acero de la atmósfera ofreciendo elevada resistencia al desgaste. Una característica importante de la protección del acero con revestimientos de zinc, es que ésta no se ve afectada cuando se dan pequeñas fallas en la continuidad de la película protectora. Además el zinc, se corroe con una velocidad sensiblemente menor, esto es de 1/10 a 1/14 de la velocidad de corrosión del metal base (acero).

#### *2.5.1.2.1 Ventajas:*

- Bajo costo de fabricación.
- Facilidad de construcción, montaje y operación. Se encuentran todos los materiales en el mercado y todos los procesos para su obtención.
- Buena resistencia a la corrosión.

- Bajo costo por proceso de recubrimiento.

#### 2.5.1.2.2 Desventajas:

- Costo de mantenimiento, la mayor parte de los aceros son susceptibles a la corrosión al estar expuestos al agua y al aire; por consiguiente se debe dar mantenimiento periódicamente.
- El recubrimiento, es de fácil remoción, por lo que no tiene buena resistencia a rayaduras.

#### 2.5.1.3 ALTERNATIVA 3. ESTRUCTURA DE TUBO DE ACERO INOXIDABLE.

La estructura del coche, se compone de un bastidor hecho de varillas redondas de acero inoxidable y las rejillas por varillas redondas de acero inoxidable. Las partes del bastidor y las rejillas, son unidas por soldadura por electrodo no consumible de Tungsteno y protección gaseosa de gas inerte (proceso TIG).



Fotografía 2.9 Estructura de acero inoxidable.

Fuente: [http://upload.ecvv.com/upload/Product/200911/China\\_shopping\\_trolley20091141021463.jpg](http://upload.ecvv.com/upload/Product/200911/China_shopping_trolley20091141021463.jpg)

Elaboración: Propia.

#### 2.5.1.3.1 Ventajas:

- El acero inoxidable, es un material higiénico.

- Fácil de limpiar.
- Debido a la ausencia de porosidad en la superficie es durable.
- Resistente a la corrosión.
- No se degrada al emplear productos de limpieza o al entrar en contacto con la humedad.

#### 2.5.1.3.2 Desventajas:

- Costoso.
- Alto costo de soldadura.
- Alto costo de mantenimiento.

#### 2.5.1.4 ALTERNATIVA 4. ESTRUCTURA DE TUBO DE ALUMINIO.

La estructura del coche, se compone de un bastidor hecho de tubos redondos de aluminio y las rejillas por varillas redondas de aluminio. Las partes del bastidor y las rejillas, son unidas por soldadura por electrodo no consumible de Tungsteno y protección gaseosa de gas inerte (proceso TIG).



Fotografía 2.10 Estructura de aluminio.

**Fuente:** <http://csxinbaihui.en.made-in-china.com/product/yolmkQzvhdhP/China-Luggage-Trolley-XBH-LG6P-.html>

**Elaboración: Propia.**

#### 2.5.1.4.1 Ventajas:

- Liviano, pesa la tercera parte que el acero.
- Resistente a la corrosión.
- No es tóxico, puede estar en contacto con alimentos o medicamento sin transmitirles toxicidad. Se usa para envoltorios de golosinas, blisters de medicamentos, ollas, jarrones y utensilios papel de aluminio, pomos de pasta dentífrica, no magnético; es utilizado en las carcasas de los motores, aeronáutica, electrónica e ingeniería aeroespacial.
- Maleable, el aluminio puede ser trabajado, hasta extremos que los demás metales no soportarían.

#### 2.5.1.4.2 Desventajas:

- Difícil de unir con el propio aluminio.
- Alto costo

### 2.5.1.5 SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA

**Tabla 2.9 Selección de alternativas para la estructura.**

Aspecto Alternativa	Factor	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3		Alternativa 4	
Facilidad de trabajo	10	8	8	8	8	6	6	4	4
Facilidad de Construcción	9	8	7,2	8	7,2	6	5,4	5	4,5

<b>Costos de fabricación</b>	8	7	5,6	7	5,6	5	4	4	3,2
<b>Ensamble de la estructura</b>	8	8	6,4	8	6,4	6	4,8	5	4
<b>Mantenimiento</b>	7	5	3,5	5	3,5	7	4,9	6	4,2
<b>Costo de recubrimiento</b>	9	8	7,2	6	5,4	0	0	0	0
<b>Costo de material base</b>	7	4	2,8	4	2,8	7	4,9	8	5,6
<b>Total</b>			40,7		38,9		30		25,5

**Fuente: Propia**

**Elaboración: Propia**

Una vez analizadas las ventajas y desventajas de las cuatro alternativas propuestas se determinó que la propuesta número 1 obtuvo una cierta ventaja con relación a las otras alternativas.

Por lo tanto, se diseñará y se construirá la estructura del coche de control temporizado en una tubería de acero A-36 y, se realizará un recubrimiento superficial llamado cromado.

## **2.5.2 SISTEMA DE VALIDADOR**

El validador se caracteriza por aceptar monedas buenas y rechazar las fraudulentas; luego que pasa da una señal al validador, para que se active y ponga en funcionamiento el coche de control temporizado.

Para el sistema de validación de monedas, se consideró las siguientes alternativas:

- Validador electrónico.

- Validador magnético.
- Validador mecánico.

### 2.5.2.1 ALTERNATIVA 1. VALIDADOR ELECTRÓNICO.

Esta máquina está configurada como validador electrónico. Tiene la posibilidad de controlar monedas de diferentes valores (diferentes diámetros, espesores y pesos), introduciendo una moneda se activa una señal de validación en la salida correspondiente.



Fotografía 2.11 Validador Electrónico

Fuente: Propia.

Elaboración: Propia.

#### 2.5.2.1.1 Ventajas:

- Confiable (rechaza las monedas falsas)
- Fácil adaptación a la estructura del coche
- Espacio reducido
- Acepta varios tipos de moneda

#### 2.5.2.1.2 Desventajas:

- Validador Costoso
- Mantenimiento costoso

#### 2.5.2.2 ALTERNATIVA 2. VALIDADOR MAGNÉTICO.

Los validadores magnéticos, miden la reluctancia magnética de la aleación de la moneda, que evidentemente es única para cada una. El selector por dentro, lleva bobinas para la lectura, y otra más como electroimán que se activa cuando la moneda ha sido leída y aceptada para que pase del validador y ponga en funcionamiento el coche de control temporizado.



Fotografía 2.12 Validador Magnético

Fuente: [http://www.cashcode.com/products/gaming\\_es.html](http://www.cashcode.com/products/gaming_es.html)

Elaboración: Propia.

#### 2.5.2.2.1 Ventajas:

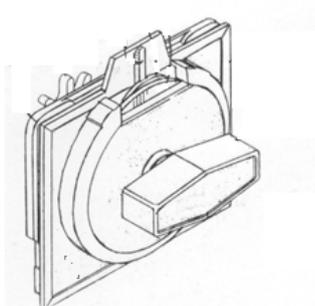
- Confiable
- Fácil construcción

#### 2.5.2.2.2 Desventajas:

- Mantenimiento costoso

#### 2.5.2.3 ALTERNATIVA 3. VALIDADOR MECÁNICO

Este tipo de validador se lo realizo tomando en cuenta el diámetro de la moneda. Para validar las monedas, éstas tienen que pasar a lo largo de un canal aceptando las buenas y rechazando las fraudulentas; luego que pasa da una señal al validador para ponga en funcionamiento el coche de control temporizado.



**Figura 2.1 Validador Mecánico**

**Fuente: Propia.**

**Elaboración: Propia.**

#### *2.5.2.3.1 Ventajas:*

- Bajo costo de fabricación
- Bajo costo de mantenimiento
- Fácil fabricación

#### *2.5.2.3.2 Desventajas:*

- Poco confiable
- Difícil de realizar limpieza interna.

#### **2.5.2.4 SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA**

Para la selección de la alternativa, se debe tomar en cuenta los conocimientos de ingeniería mecánica; los cuales hacen que se tome la **alternativa 3** para poner en práctica los conocimientos.

### **2.5.3 SISTEMA DE FRENADO**

Para el sistema de freno se proponen las siguientes alternativas de solución:

- Por medio de motores DC de desplazamiento lineal.
- Por medio de motores DC rotatorios.
- Por medio de servomotores.
- Por medio de cilindros hidráulicos.

#### **2.5.3.1 ALTERNATIVA 1. POR MEDIO DE MOTORES DC DE DESPLAZAMIENTO LINEAL.**

Se controlan desde un circuito electrónico, que ordena el funcionamiento de los motores que trabajan con desplazamiento lineal, haciendo que se produzca el bloqueo o desbloqueo de las ruedas del coche.

##### *2.5.3.1.1 Ventajas:*

- Motores fáciles de encontrar.
- Mecanismos de fácil montaje.
- Mecanismos económicos.

##### *2.5.3.1.2 Desventajas:*

- Mantenimiento correctivo.
- Alto consumo de energía eléctrica.
- Movimiento por pulsos.



**Fotografía 2.13 Motor DC de desplazamiento lineal.**

**Fuente: Propia.**

**Elaboración: Propia.**

### **2.5.3.2 ALTERNATIVA 2. POR MEDIO DE MOTORES DC ROTATORIOS.**

Se controlan desde un control electrónico, que ordena el funcionamiento de los motores que trabajan con movimiento rotatorio; este a su vez hace rotar un eje roscado, que permite el movimiento lineal de un mecanismo que bloquea o desbloquea las ruedas del coche.

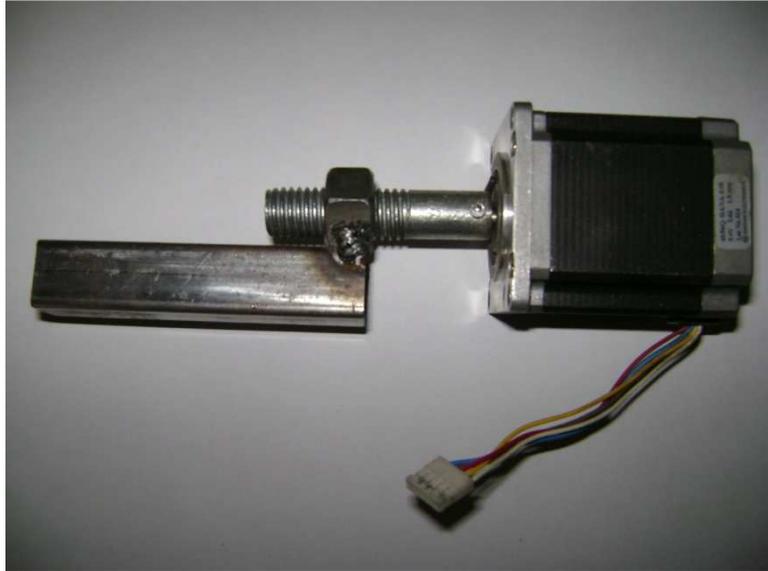
#### *2.5.3.2.1 Ventajas:*

- Motores fáciles de encontrar.
- Mecanismos de fácil montaje.
- Mecanismos económicos.
- Se pueden controlar el número de giros del motor.
- Bajo consumo de energía eléctrica.

#### *2.5.3.2.2 Desventajas:*

- Mantenimiento correctivo.

- Se necesita una adaptación para transformar el movimiento rotatorio en movimiento lineal.



Fotografía 2.14 Motor DC giratorio.

Fuente: Propia.

Elaboración: Propia.

### 2.5.3.3 ALTERNATIVA 3. POR MEDIO DE SERVOMOTORES.

Se los realiza mediante una programación por pulsos, para que el servo gire y realice el bloqueo del coche.

#### 2.5.3.3.1 Ventajas:

- Giran un ángulo (de 0 a 180°), según se los progr ame.
- Son muy potentes.
- Fáciles de encontrar.

#### 2.5.3.3.2 Desventajas

- Alto costo.

- Adaptación adicional para funcionamiento lineal.
- No son muy robustos.



Fotografía 2.15 Servomotor de giro controlado.

Fuente: Propia.

Elaboración: Propia.

#### **2.5.3.4 ALTERNATIVA 4. POR MEDIO DE CILINDROS HIDRÁULICOS**

Trabajan con un movimiento lineal, el cual al desplazarse acciona el bloqueo o desbloqueo de las ruedas del coche.

##### **2.5.3.4.1 Ventajas:**

- Movimiento con alta fuerza de desplazamiento.
- Confiable

##### **2.5.3.4.2 Desventajas:**

- Cilindros de tamaño pequeño, difíciles de encontrar en el mercado nacional.

- Alto costo.
- Ocupan grandes espacios para el montaje del sistema.



Fotografía 2.16 Cilindro hidráulico.

Fuente: Propia.

Elaboración: Propia.

#### 2.5.3.4 SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA

Para la selección de la alternativa, se debe tomar en cuenta que los materiales sean fáciles de encontrar en el mercado nacional, su consumo energético sea bajo y que su costo sea el mínimo; por lo cual se escoge la **alternativa 2**.

#### 2.5.4 SISTEMA DE RUEDAS

Para las ruedas se proponen las siguientes alternativas de solución:

- Ruedas poliméricas y bandaje de goma sólida estándar.

- Ruedas con chapa metálica y bandaje de goma sólida estándar.
- Ruedas poliméricas y bandaje de goma termoplástica.

Las ruedas para aparatos de transporte, cubren la mayor parte del área de aplicación de ruedas sueltas y con soporte. Las ruedas de este tipo se utilizan en los sectores industriales, tanto para interiores como exteriores. Han sido diseñadas para ser manejadas a una velocidad de hasta 4 km/h. La capacidad de carga máxima es de 900 kg.

Las ruedas para aparatos de transporte son insensibles a influencias ambientales, requieren un mantenimiento mínimo y ruedan durante prolongados períodos sin presentar perturbaciones.

Con estas ruedas adquieren movilidad máquinas y aparatos de toda clase, así como plataformas de trabajo, contenedores de basura etc.

#### **2.5.4.1 ALTERNATIVA 1. RUEDAS POLIMERICAS Y BANDAJE DE GOMA SOLIDA ESTANDAR.**

Consta de bandajes de goma sólida estándar y centros negros de polipropileno (fotografía 2.17). Por ello, la rueda es resistente a la corrosión. El centro es resistente a golpes y choques. Bajo condiciones normales de aplicación, las ruedas no requieren mantenimiento. Las ruedas están provistas de cojinete a bolas o de agujas, están lubricadas con grasa de larga duración.



### Fotografía 2.17 Rueda Polimerica con bandaje de goma solida

**Fuente: Catalogo Blickle**

**Elaboración: Propia**

#### *2.5.4.1.1 Ventajas*

- Resistente a la corrosión
- El centro, es resistente a golpes y choques
- Bajo condiciones normales de aplicación, las ruedas no requieren mantenimiento.
- Baja resistencia a la rodadura.
- Facilidad en el montaje y desmontaje.

#### *2.5.4.1.2 Desventajas*

- Baja capacidad de carga.
- No se encuentran fácilmente.

#### **2.5.4.2 ALTERNATIVA 2. RUEDAS CON CHAPA METÁLICA Y BANDAJE DE GOMA SOLIDA ESTANDAR.**

Los bandajes de goma sólida estándar, son bandajes negros para aplicaciones universales que destacan por su comportamiento de protección del piso y su marcha silenciosa, Estas ruedas amortiguan vibraciones y son resistentes a golpes y a ácidos diluidos, pero no a aceite.

Los centros están protegidos contra influencias ambientales con zincado galvánico (fotografía 2.18). Debido a que las ruedas están lubricadas con grasa de larga duración, no requieren mantenimiento bajo condiciones normales de

aplicación. De manera estándar, tienen cojinete de agujas para el contacto con el eje.



**Fotografía 2.18 Ruedas con chapa metálica y bandaje de goma solida.**

**Fuente: Catalogo Blickle**

**Elaboración: Propia**

#### *2.5.4.2.1 Ventajas:*

- Se adhiere al piso y no deja marcas de rodadura.
- Amortiguan vibraciones y son resistentes a golpes.
- Protegen el piso y su marcha es silenciosa.
- No requiere mantenimiento bajo condiciones normales de aplicación.
- Facilidad en el montaje y desmontaje.

#### *2.5.4.2.2 Desventajas:*

- Regular resistencia a la corrosión.

### **2.5.4.3 ALTERNATIVA 3. RUEDAS POLIMERICAS Y BANDAJE DE GOMA TERMOPLASTICA.**

Están compuestas de un bandaje de gomaelastómero, termoplástico (TPE) de alta calidad,  $85^{\circ}\pm 3^{\circ}$  Shore A, color gris, no deja huellas. Estos bandajes destacan por su alta comodidad de manejo, marcha silenciosa y su baja resistencia a la rodadura y al giro.

Las ruedas, presentan alta resistencia a muchos agentes agresivos, no decoloran al contacto y son resistentes a temperaturas de  $-20^{\circ}\text{C}$  hasta  $+60^{\circ}\text{C}$ .

El bandaje está adherido (inseparable) con el centro de la rueda. Los centros de ruedas están compuestos de polipropileno de alta calidad.

La tapa plástica integrada, ofrece excelente protección contra la suciedad y la humedad.



**Fotografía 2.19 Ruedas polimérica y bandaje de goma termoplástica.**

**Fuente: Catalogo Blicke**

**Elaboración: Propia**

#### *2.5.4.3.1 Ventajas:*

- Resistente a la corrosión
- El centro es resistente a golpes y choques

- Se adhiere al piso y no deja marcas de rodadura.
- Baja resistencia a la rodadura y al giro.
- Facilidad en el montaje y desmontaje.

#### 2.5.4.3.2 Desventajas:

- Su alto costo en el mercado.
- No se encuentran fácilmente en el mercado.

#### 2.5.4.4 SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA

Tabla 2.10 Selección de alternativas para las ruedas

Aspecto	Factor	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
Capacidad de carga	5	6	3,0	8	4,0	10	5,0
Maniobrabilidad	8	8	6,4	8	6,4	10	8,0
Costo	10	8	8,0	10	10	5	5,0
Factibilidad de encontrar en el mercado	10	8	8,0	10	10	3	3,0
Resistencia al Ambiente de trabajo	8	10	8,0	8	6,4	10	8,0
Tiempo de vida util	9	6	5,4	8	7,2	7	6,3
<b>Total</b>			38,8		44,0		35,3

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

El sistema de ruedas (garruchas), se lo realiza mediante la carga que va a soportar el coche, el medio externo donde va a funcionar; por lo tanto escogemos la **alternativa 2** ya que son ruedas que soportan la carga de 250kg que es la carga máxima del coche.

## **2.6 PROTOCOLO DE PRUEBAS.**

Una vez que se construya el coche de equipaje de control temporizado, se debe realizar una serie de pruebas que verifiquen su funcionamiento. Estas pruebas, se detallan en un protocolo de pruebas, que verifica los siguientes aspectos:

- Control de dimensiones.
- Prueba de funcionamiento sin carga.
- Prueba de funcionamiento con carga.
- Capacidad de carga.
- Autenticación de monedas de 0,50 USD.
- Velocidad de reacción del temporizador y sistema de bloqueo.
- Inspección visual de juntas empernada y soldadas.

### **2.6.1 VERIFICACIÓN DE LAS DIMENSIONES PRINCIPALES.**

Se realizan las mediciones necesarias en el coche de carga de control temporizado construida con las dimensiones de la clasificadora diseñada. En la tabla 2.11 se muestra la verificación de las dimensiones principales.

Tabla 2.11 Verificación de las dimensiones principales

DIMENSIONES PRINCIPALES				
DIMENSIONES [mm.]	DISEÑO	PROTOTIPO	ACEPTACIÓN	
			SI	NO
Largo total				
Ancho total				
Altura total				

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

### 2.6.2 VERIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES.

Se debe verificar varios componentes, como se muestra en la tabla 2.12, que por su importancia en el funcionamiento, requieren ser probados antes de iniciar el trabajo.

Tabla 2.12 Verificación de los componentes principales.

VERIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES			
DIMENSIONES [mm.]	FUNCIONAMIENTO		
	Bueno	Regular	Malo
Verificador de monedas			
Motores eléctricos			
Sistema de bloqueo			

Temporizador			
--------------	--	--	--

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

### 2.6.3 TRABAJO SIN CARGA DEL COCHE DE CARGA DE CONTROL TEMPORIZADO.

En esta prueba, se verifica la calidad del funcionamiento del coche de control temporizado sin carga; es decir sin equipaje, paquetes, etc. En la tabla 2.13, se muestra el trabajo sin carga realizado por el coche.

Tabla 2.13 Trabajo sin carga del coche de control temporizado.

Tiempo [min]	Sistema de Bloqueo				Mecanismo Electromecánico				Estructura	
	Motor Eléctrico 1		Motor Eléctrico 2		Validador		Temporizador		Falla	No Falla
	Falla	No Falla	Falla	No falla	Falla	No Falla	Falla	No Falla		
0										
0,5										
14										
15										
15,5										

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

#### 2.6.4 TRABAJO CON CARGA DEL COCHE DE CARGA DE CONTROL TEMPORIZADO.

En esta prueba, se verifica la capacidad y calidad del coche de carga de control temporizado. En la tabla 2.14, se muestra el trabajo realizado por el coche con carga.

Tabla 2.14 Trabajo con carga del coche de control temporizado.

	Sistema de Bloqueo				Mecanismo Electromecánico				Estructura	
Tiempo [min]	Motor Eléctrico 1		Motor Eléctrico 2		Validador		Temporizador			
	Falla	No Falla	Falla	No falla	Falla	No Falla	Falla	No Falla	Falla	No Falla
0										
0,5										
14										
15										
15,5										

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

El protocolo de pruebas para este prototipo se muestra en el Anexo C.

## **CAPITULO 3.**

### **DISEÑO DEL COCHE DE CONTROL TEMPORIZADO.**

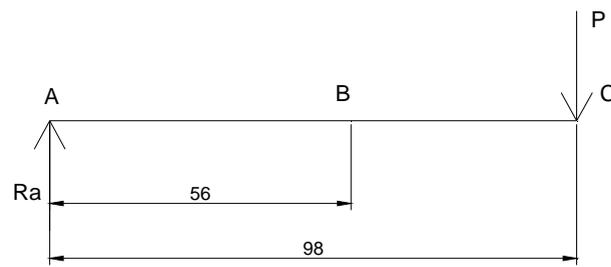
#### **3.1 INTRODUCCIÓN**

En el presente capítulo, se realiza el diseño de los elementos a construirse, y la selección de los elementos normalizados del coche de control temporizado, de acuerdo a la alternativa seleccionada en el capítulo anterior.

#### **3.2 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL COCHE**

##### **3.2.1 DISEÑO DEL EJE DE LA RUEDA.**

###### **3.2.1.1. CÁLCULO DE REACCIONES.**



**Figura 3.1 Diagrama de cuerpo libre del eje.**

**Fuente: Propia**

**Elaboración: Propia**

$$\Sigma F_x = 0$$

**[Ec. 3.1]**

$$\Sigma F_y = 0$$

**[Ec. 3.2]**

$$R_A - P = 0$$

$$R_A = P = \text{Carga}_{\text{Total}} + \text{Peso}_{\text{Coche}}$$

$$R_A = m_T \times g + m_C \times g$$

$$R_A = 10 \text{ m/s}^2 \times \frac{(200 \text{ kg} + 50 \text{ kg})}{2}$$

$$R_A = 1250 \text{ N}$$

### **3.2.1.2. SELECCIÓN DEL MATERIAL.**

El material seleccionado para realizar el dimensionamiento del eje, es acero ASTM A36.

**[ANEXO D]**

$$S_{y(\text{mínimo})} = 36 \text{ Kpsi} = 25,31 \text{ Kg/mm}^2 = 250 \text{ MPa.}$$

$$58 \text{ Kpsi} \leq S_{ut} \leq 79,8 \text{ Kpsi}$$

$$40,78 \text{ Kg/mm}^2 \leq S_{ut} \leq 56,1 \text{ Kg/mm}^2$$

$$400 \text{ MPa} \leq S_{ut} \leq 550 \text{ MPa}$$

### 3.2.1.3. CÁLCULO DEL LÍMITE DE RESISTENCIA A LA FATIGA DEL ELEMENTO MECÁNICO.

$$S_e' = 0,5 S_{ut}$$

[Ec. 3.3]

$$S_e = k_a \times k_b \times k_c \times k_d \times k_e \times k_f \times S_e'$$

[Ec. 3.4]

Donde:

$S_e$ : límite de resistencia a la fatiga del elemento mecánico.

$k_a$ : factor de superficie.

$k_b$ : factor de tamaño.

$k_c$ : factor de confiabilidad.

$k_d$ : factor de temperatura.

$k_e$ : factor de modificación por concentración de esfuerzos.

$k_f$ : factor de efectos diversos.

$S_e'$ : límite de resistencia a la fatiga de la muestra de viga rotatoria.

$S_{ut}$ : resistencia última a la tracción.

Determinación del factor de superficie  $k_a$ .

$$S_{ut} = 58 \text{ Kpsi}$$

Entonces:  $k_a = 0,85$

**[ANEXO E]**

Determinación del factor de tamaño  $k_b$ .

$$d \geq 19 \text{ mm}$$

$$k_b = 1,189 \times d^{-0,097} \quad ; \quad 8\text{mm} \leq d \leq 250\text{mm}$$

**[Ec. 3.5]**

Donde:

$k_b$  = factor de tamaño.

$d$  = diámetro.

$$k_b = 1,189 \times (19)^{-0,097}$$

$$k_b = 0,89$$

Determinación del factor de confiabilidad  $k_c$ .

$$R = 0,90$$

Entonces:  $k_c = 0,897$

**[ANEXO E]**

Determinación del factor de temperatura  $k_d$ .

$$T \ll 450 \text{ }^\circ\text{C}$$

Entonces

$$k_d = 1,0$$

**[ANEXO E]**

Determinación del factor de modificación por concentración de esfuerzos  $k_e$ .

En el eje, se tiene un cambio de sección de un diámetro  $D=23 \text{ mm}$  a un diámetro  $d=20 \text{ mm}$ .

**[ANEXO E]**

$$\frac{D}{d} = \frac{23}{20} = 1,29$$

$$\frac{r}{d} = \frac{1,3}{20} = 0,065$$

Entonces

$$K_t = 1,75$$

y un

$$q = 0,1$$

$$K_f = 1 + q(K_t - 1)$$

**[Ec. 3.6]**

$$K_f = 1 + 0,1(1,75 - 1)$$

$$K_f = 1,075$$

$$k_e = \frac{1}{1,075}$$

**[Ec. 3.7]**

$$k_e = 0,93$$

Determinación del factor de efectos diversos  $k_f$ .

$$k_f = 1,0$$

Por lo tanto:

$$S_e = 0,85 \times 0,89 \times 0,897 \times 1 \times 0,93 \times 1 \times 0,5 \times 400 \text{ MPa}$$

$$S_e = 126,22 \text{ MPa}$$

$$S_e = 126,22 \times 10^6 \text{ Pa}$$

#### **3.2.1.4. DIAGRAMAS DE ESFUERZO CORTANTE Y MOMENTO FLECTOR.**

$$M_A = P \times AC$$

**[Ec. 3.8]**

$$M_A = 1250 \text{ N} \times 98 \text{ mm}$$

$$M_A = 122500 \text{ N mm} = 122,5 \text{ N m}$$

$$M_A = 12250 \text{ Kg mm}$$

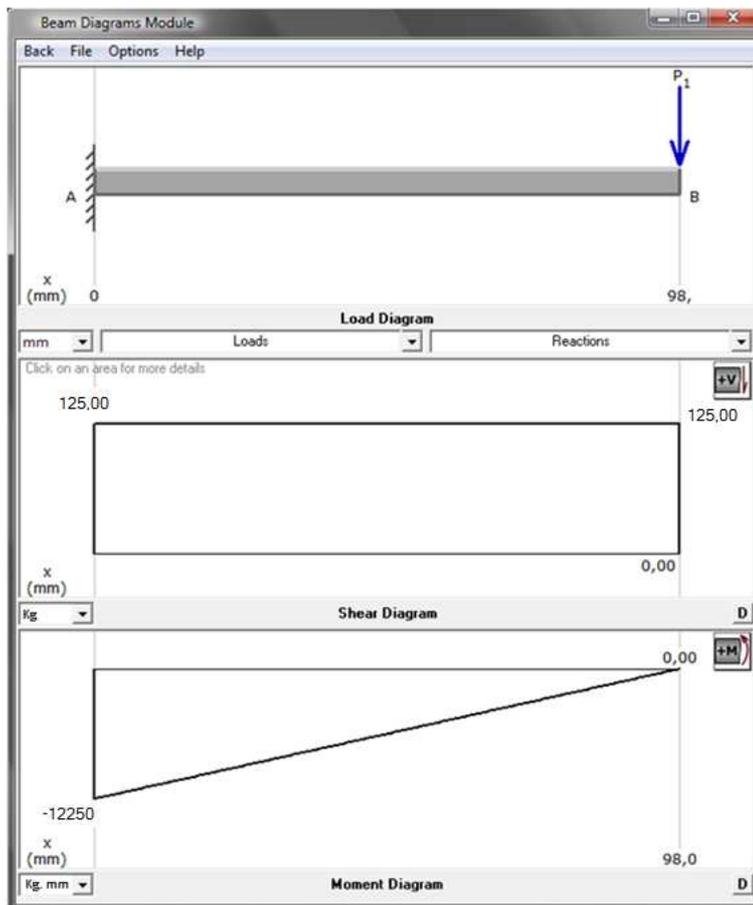


Figura 3.2 Diagramas de esfuerzo cortante y momento flector.

Fuente: MD\_Solids 3.5

Elaboración: Propia.

Utilizando el programa MDSolids 3.5, se obtiene las reacciones, diagramas y momentos del elemento. Comparando los resultados obtenidos por medio de cálculos y los que se obtienen por el programa, se puede ver que son los mismos.

### 3.2.1.5. DISEÑO PARA CARGAS ESTÁTICAS.

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \times n}{\pi \times S_y} \times M}$$

[Ec. 3.9]

Donde:

d: diámetro.

n: factor de seguridad.  $1,5 \leq n \leq 3,0$   $n = 3,0$

$S_y$ : resistencia a la fluencia.

M: momento máximo.

$$d = \left[ \frac{32 \times 3,0}{\pi \times 250 \times 10^6 \text{ Pa}} \times 122,5 \text{ N m} \right]^{1/3}$$

$$d = 0,02465 \text{ m}$$

$$d = 24,65 \text{ mm}$$

#### 4.3.1.6. DISEÑO PARA CARGAS DINÁMICAS.

$$d = \left( \frac{32 \times M \times n}{\pi \times S_e} \right)^{1/3}$$

[Ec. 3.10]

Donde:

d: diámetro.

M: momento máximo.

n: factor de seguridad.  $1,5 \leq n \leq 3,0$   $n = 3,0$

$S_e$ : límite de resistencia a la fatiga del elemento mecánico.

$$d = \left( \frac{32 \times 122,5 \text{ Nm} \times 3,0}{\pi \times 126,22 \times 10^6 \text{ Pa}} \right)^{1/3}$$

$$d = 0,030 \text{ m}$$

$$d = 30 \text{ mm}$$

El diámetro del eje sometido a cargas dinámicas ( $d_{\text{dinámico}}$ ), es mayor al diámetro del eje sometido a cargas estáticas ( $d_{\text{estático}}$ ).

$$d_{\text{dinámico}} = 30 \text{ mm} > d_{\text{estático}} = 24,65 \text{ mm}$$

Por lo tanto, el diámetro del eje seleccionado es:

$$d = 30,00 \text{ mm}$$

### 3.2.2 DISEÑO DE LA REJILLA INFERIOR.

Para el cálculo de la resistencia de la rejilla, se debe tomar un elemento de la misma y darle las condiciones a las que se encuentra sometida. Es decir, se elige una sección de 83,33 mm de largo, es la separación máxima que hay de un elemento a otro y se encuentra sometida a una carga de 40N (4Kg).

#### 3.2.2.1. CÁLCULO DE REACCIONES.

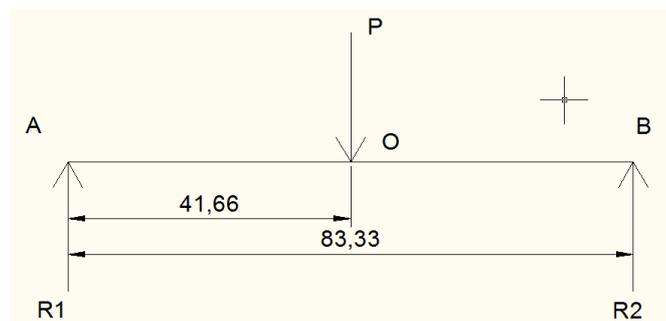


Figura 3.3 Diagrama de cuerpo libre del elemento.

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$\Sigma F_x = 0$$

**[Ec. 3.1]**

$$\Sigma F_y = 0$$

**[Ec. 3.2]**

$$R_1 + R_2 - P = 0$$

$$R_1 + R_2 = P = \text{Carga}_{\text{Total}} + \text{Peso}_{\text{Coche}}$$

$$R_1 + R_2 = \frac{m_T \times g + m_C \times g}{62}$$

$$R_1 + R_2 = 10 \text{ m/s}^2 \times \frac{(200 \text{ kg} + 50 \text{ kg})}{62}$$

$$R_1 + R_2 = 40 \text{ N}$$

$$\Sigma M_A = 0$$

**[Ec. 3.11]**

$$R_2 \times AB - P \times AO = 0$$

$$R_2 = \frac{P \times AO}{AB}$$

$$R_2 = \frac{40 \text{ N} \times 41,66}{83,33 \text{ m}}$$

$$R_D = 20 \text{ N}$$

$$R_A = 40 \text{ N} - 20 \text{ N}$$

$$R_A = 20 \text{ N}$$

### 3.2.2.2. SELECCIÓN DEL MATERIAL.

El material seleccionado para realizar el dimensionamiento de la rejilla, es acero ASTM A36.

**[ANEXO D]**

$$S_{y(\text{mínimo})} = 36 \text{ Kpsi} = 25,31 \text{ Kg/mm}^2 = 250 \text{ MPa.}$$

$$58 \text{ Kpsi} \leq S_{ut} \leq 79,8 \text{ Kpsi}$$

$$40,78 \text{ Kg/mm}^2 \leq S_{ut} \leq 56,1 \text{ Kg/mm}^2$$

$$400 \text{ MPa} \leq S_{ut} \leq 550 \text{ MPa}$$

### **3.2.2.3. CÁLCULO DEL LÍMITE DE RESISTENCIA A LA FATIGA DEL ELEMENTO MECÁNICO.**

$$S_e' = 0,5 S_{ut}$$

**[Ec. 3.3]**

$$S_e = k_a \times k_b \times k_c \times k_d \times k_e \times k_f \times S_e'$$

**[Ec. 3.4]**

Donde:

$S_e$ : límite de resistencia a la fatiga del elemento mecánico.

$k_a$ : factor de superficie.

$k_b$ : factor de tamaño.

$k_c$ : factor de confiabilidad.

$k_d$ : factor de temperatura.

$k_e$ : factor de modificación por concentración de esfuerzos.

$k_f$ : factor de efectos diversos.

$S_e'$ : límite de resistencia a la fatiga de la muestra de viga rotatoria.

$S_{ut}$ : resistencia última a la tracción.

Determinación del factor de superficie  $k_a$ .

$S_{ut} = 58 \text{ Kpsi}$

Entonces:  $k_a = 0,85$

**[ANEXO E]**

Determinación del factor de tamaño  $k_b$ .

$d \geq 4,67 \text{ mm}$

$$k_b = 1 \quad ; \quad d \leq 8 \text{ mm}$$

**[Ec. 3.12]**

Determinación del factor de confiabilidad  $k_c$ .

$R = 0,90$

Entonces:  $k_c = 0,897$

**[ANEXO E]**

Determinación del factor de temperatura  $k_d$ .

$T \ll 450 \text{ °C}$

Entonces  $k_d = 1,0$

### [ANEXO E]

Determinación del factor de modificación por concentración de esfuerzos  $k_e$ .

$$k_e = 1$$

Determinación del factor de efectos diversos  $k_f$ .

$$k_f = 1,0$$

Por lo tanto:

$$S_e = 0,85 \times 1 \times 0,897 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,5 \times 400 \text{ MPa}$$

$$S_e = 152,49 \text{ MPa}$$

$$S_e = 152,49 \times 10^6 \text{ Pa}$$

#### 3.2.2.4. DIAGRAMAS DE ESFUERZO CORTANTE Y MOMENTO FLECTOR.

$$M_O = P \times A_O$$

[Ec. 3.13]

$$M_O = 40 \text{ N} \times 41,66 \text{ mm}$$

$$M_O = 833,33 \text{ N mm} = 0,8333 \text{ N m}$$

$$M_O = 83,333 \text{ Kg mm}$$

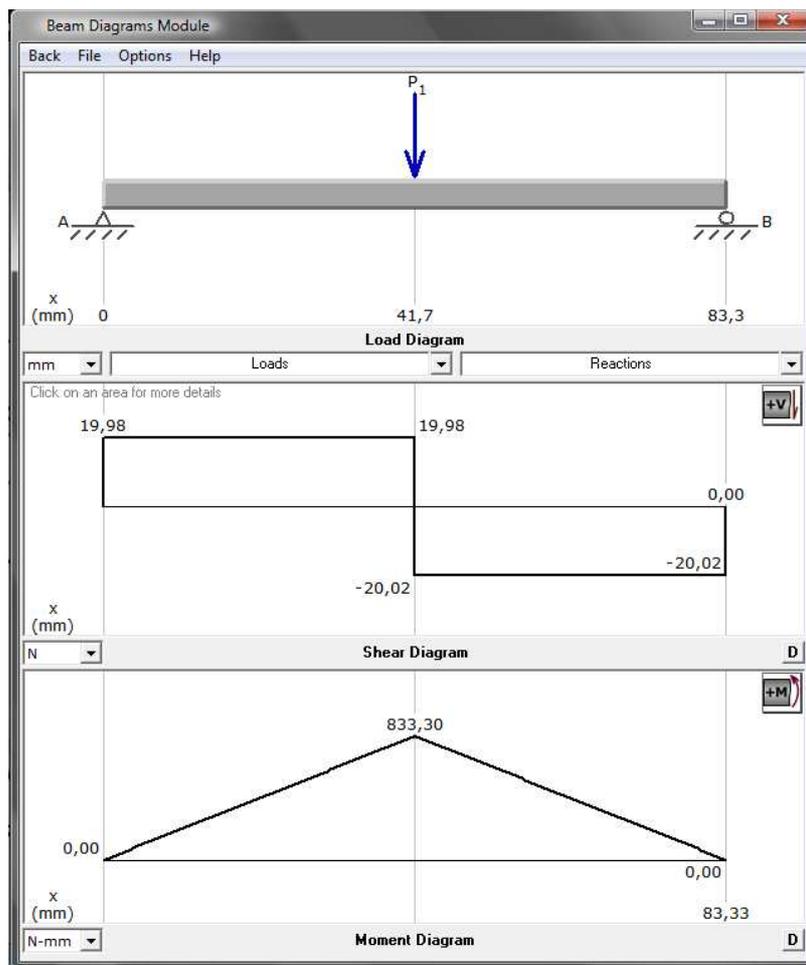


Figura 3.4 Diagramas de esfuerzo cortante y momento flector del elemento.

Fuente: MD\_Solids 3.5

Elaboración: Propia.

Utilizando el programa MDSolids 3.5, se obtiene las reacciones, diagramas y momentos del elemento. Comparando los resultados obtenidos por medio de cálculos y los que se obtiene por el programa, se puede ver que son los mismos.

### 3.2.2.5. DISEÑO PARA CARGAS ESTÁTICAS.

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \times n}{\pi \times S_y} \times M}$$

[Ec. 3.9]

Donde:

d: diámetro.

n: factor de seguridad.  $1,5 \leq n \leq 3,0$   $n = 3,0$

$S_y$ : resistencia a la fluencia.

M: momento máximo.

$$d = \left[ \frac{32 \times 3,0}{\pi \times 250 \times 10^6 \text{ Pa}} \times 0,8333 \text{ N m} \right]^{1/3}$$

$$d = 0,00467 \text{ m}$$

$$d = 4,67 \text{ mm}$$

#### 4.3.2.6. DISEÑO PARA CARGAS DINÁMICAS.

$$d = \left( \frac{32 \times M \times n}{\pi \times S_e} \right)^{1/3}$$

[Ec. 3.10]

Donde:

d: diámetro.

M: momento máximo.

n: factor de seguridad.  $1,5 \leq n \leq 3,0$   $n = 3,0$

$S_e$ : límite de resistencia a la fatiga del elemento mecánico.

$$d = \left( \frac{32 \times 0,8333 \text{ Nm} \times 3,0}{\pi \times 152,49 \times 10^6 \text{ Pa}} \right)^{1/3}$$

$$d = 0,0055 \text{ m}$$

$$d = 5,5 \text{ mm}$$

El diámetro de la varilla para la rejilla sometido a cargas dinámicas ( $d_{\text{dinámico}}$ ), es mayor al diámetro de la varilla sometido a cargas estáticas ( $d_{\text{estático}}$ ).

$$d_{\text{dinámico}} = 5,5 \text{ mm} \geq d_{\text{estático}} = 4,67 \text{ mm}$$

Por lo tanto el diámetro de la varilla para la rejilla seleccionado es:

$$d = 5,5 \text{ mm}$$

Comercialmente, se encuentran varillas de menor diámetro es la de 8 mm, por lo que el elemento queda sobre dimensionado.

Realizando una simulación mediante el software SAP2000 de la estructura del coche, se obtiene los resultados mostrados en el ANEXO F.

### 3.2.3 SELECCIÓN DEL DIÁMETRO DEL TUBO PARA LA ESTRUCTURA DEL COCHE.

#### 3.2.3.1. CÁLCULO DE REACCIONES.

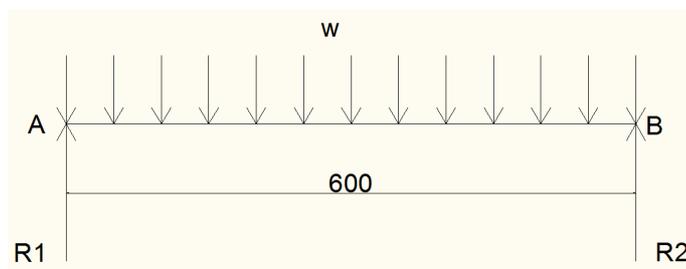


Figura 3.5 Diagrama de cuerpo libre del tubo.

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

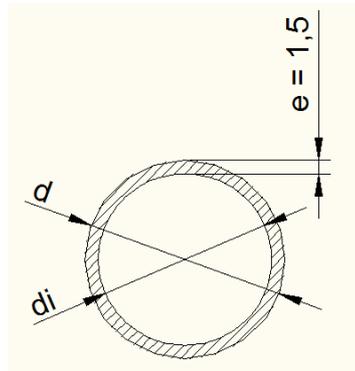


Figura 3.6 Sección del tubo.

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$\Sigma F_x = 0$$

[Ec. 3.1]

$$\Sigma F_y = 0$$

[Ec.3.2]

$$R_1 + R_2 - w = 0$$

$$R_1 + R_2 = w = \frac{\text{Carga}_{\text{Total}}}{2(A_n)}$$

$$R_1 + R_2 = \frac{m_T \times g}{2(300 \times \pi \times d \times L)}$$

$$R_1 + R_2 = 10 \text{ m/s}^2 \times \frac{(200 \text{ kg})}{2 \times 300 \times \pi \times d \times 600}$$

$$R_1 + R_2 = \frac{1,326}{d} \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$R_1 = R_2 = \frac{1,326}{2 \times d} \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$R_1 = R_2 = \frac{0,663}{d} \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

### 3.2.3.2. SELECCIÓN DEL MATERIAL.

El material seleccionado para realizar el dimensionamiento del eje, es acero ASTM A36.

**[ANEXO D]**

$$S_{y(\text{mínimo})} = 36 \text{ Kpsi} = 25,31 \text{ Kg/mm}^2 = 250 \text{ MPa.}$$

$$58 \text{ Kpsi} \leq S_{ut} \leq 79,8 \text{ Kpsi}$$

$$40,78 \text{ Kg/mm}^2 \leq S_{ut} \leq 56,1 \text{ Kg/mm}^2$$

$$400 \text{ MPa} \leq S_{ut} \leq 550 \text{ MPa}$$

### 3.2.3.3. CÁLCULO DEL LÍMITE DE RESISTENCIA A LA FATIGA DEL ELEMENTO MECÁNICO.

$$S_e' = 0,5 S_{ut}$$

**[Ec. 3.3]**

$$S_e = k_a \times k_b \times k_c \times k_d \times k_e \times k_f \times S_e'$$

**[Ec. 3.4]**

Donde:

$S_e$ : límite de resistencia a la fatiga del elemento mecánico.

$k_a$ : factor de superficie.

$k_b$ : factor de tamaño.

$k_c$ : factor de confiabilidad.

$k_d$ : factor de temperatura.

$k_e$ : factor de modificación por concentración de esfuerzos.

$k_f$ : factor de efectos diversos.

$S_e'$ : límite de resistencia a la fatiga de la muestra de viga rotatoria.

$S_{ut}$ : resistencia última a la tracción.

Determinación del factor de superficie  $k_a$ .

$$S_{ut} = 58 \text{ Kpsi}$$

Entonces:  $k_a = 0,85$

**[ANEXO E]**

Determinación del factor de tamaño  $k_b$ .

$$d \geq 11,6 \text{ mm}$$

$$k_b = 1,189 \times d^{-0,097} \quad ; \quad 8\text{mm} \leq d \leq 250\text{mm}$$

**[Ec. 3.5]**

Donde:

$k_b$  = factor de tamaño.

$d$  = diámetro.

$$k_b = 1,189 \times (11,6)^{-0,097}$$

$$k_b = 0,94$$

Determinación del factor de confiabilidad  $k_c$ .

$$R = 0,90$$

Entonces:  $k_c = 0,897$

**[ANEXO E]**

Determinación del factor de temperatura  $k_d$ .

$$T \ll 450 \text{ }^\circ\text{C}$$

Entonces  $k_d = 1,0$

**[ANEXO E]**

Determinación del factor de modificación por concentración de esfuerzos  $k_e$ .

En los tubos, no se tiene cambios de sección, por lo que:

$$k_e = 1$$

Determinación del factor de efectos diversos  $k_f$ .

$$k_f = 1,0$$

Por lo tanto:

$$S_e = 0,85 \times 0,94 \times 0,897 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,5 \times 400 \text{ MPa}$$

$$S_e = 143,34 \text{ MPa}$$

$$S_e = 143,34 \times 10^6 \text{ Pa}$$

### 3.2.3.4. DIAGRAMAS DE ESFUERZO CORTANTE Y MOMENTO FLECTOR.

$$M_{\max} = \frac{L^2}{2} \times w$$

$$M_{\max} = \frac{300^2}{2} \times \frac{1,326}{d}$$

[Ec. 3.14]

$$M_{\max} = \frac{59670}{d} \text{ N mm} = \frac{59,670}{d} \text{ N m}$$

$$M_{\max} = \frac{5967}{d} \text{ Kg mm}$$

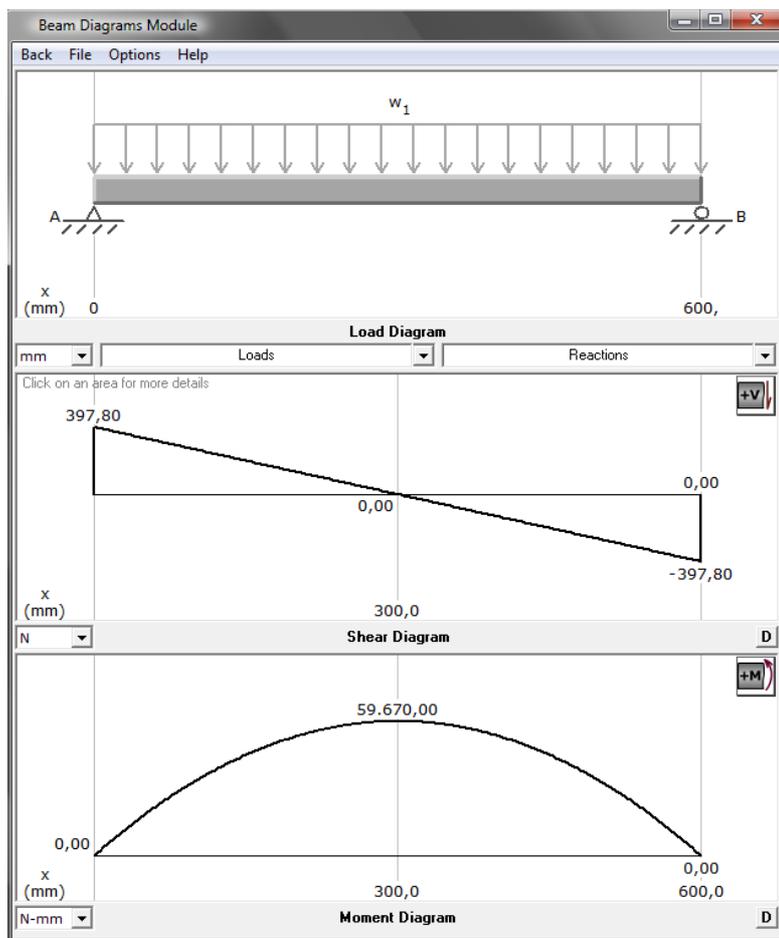


Figura 3.7 Diagramas de esfuerzo cortante y momento flector del tubo.

Fuente: Propia.

Elaboración: Propia.

Utilizando el programa MDSolids 3.5, se obtienen las reacciones, diagramas y momentos del elemento. Comparando los resultados obtenidos por medio de cálculos y los que se obtiene por el programa, se puede ver que son los mismos.

### 3.2.1.5. DISEÑO PARA CARGAS ESTÁTICAS.

$$d^4 - d_i^4 = \frac{32 \times d \times n}{\pi \times S_y} \times M$$

[Ec. 3.15]

$$d - d_i = 1,5 \text{ mm}$$

Sustituyendo en la anterior ecuación se obtiene:

$$\frac{d^4 - (d - 1,5)^4}{d} = \frac{32 \times n}{\pi \times S_y} \times M$$

**[Ec. 3.16]**

Donde:

d: diámetro exterior.

d<sub>i</sub>: diámetro interior.

n: factor de seguridad.  $1,5 \leq n \leq 3,0$   $n = 3,0$

S<sub>y</sub>: resistencia a la fluencia.

M: momento máximo.

$$\frac{d^4 - (d - 1,5)^4}{d} = \frac{32 \times n}{\pi \times S_y} \times M$$

$$\frac{d^4 - (d - 1,5)^4}{d} = \frac{32 \times 3,0}{\pi \times 250 \times 10^6 \text{ Pa}} \times \frac{59,670}{d} \text{ N m}$$

$$d^4 - (d - 1,5)^4 = \frac{32 \times 3,0}{\pi \times 250 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}} \times 59,670 \text{ N m}$$

$$d^4 - (d - 1,5)^4 = \frac{32 \times 3,0}{\pi \times 250 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} \times 59670 \text{ N mm}$$

$$d^4 - (d - 1,5)^4 = 7293,5$$

$$6d^3 - 13,5d^2 - 13,5d - 5,0625 = 7293,5$$

$$6d^3 - 13,5d^2 - 13,5d - 7298,6 = 0$$

$$d = 11,555 \text{ mm} \cong 11,6 \text{ mm}$$

#### 4.3.1.6. DISEÑO PARA CARGAS DINÁMICAS.

$$\frac{d^4 - (d - 1,5)^4}{d} = \frac{32 \times M \times n}{\pi \times S_e}$$

[Ec. 3.17]

Donde:

d: diámetro exterior.

n: factor de seguridad.  $1,5 \leq n \leq 3,0$   $n = 3,0$

M: momento máximo.

$S_e$ : límite de resistencia a la fatiga del elemento mecánico.

$$\frac{d^4 - (d - 1,5)^4}{d} = \frac{32 \times M \times n}{\pi \times S_e}$$

$$\frac{d^4 - (d - 1,5)^4}{d} = \frac{32 \times 3,0}{\pi \times 143,34 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} \times \frac{59670}{d} \text{ N mm}$$

$$d^4 - (d - 1,5)^4 = 12720,7 \text{ mm}^3$$

$$6d^3 - 13,5d^2 - 13,5d - 5,0625 = 12720,7 \text{ mm}^3$$

$$6d^3 - 13,5d^2 - 13,5d - 12725,7 = 0$$

$$d = 13,725 \text{ mm} \cong 13,7 \text{ mm}$$

$$d = 13,7 \text{ mm}$$

El diámetro del tubo sometido a cargas dinámicas ( $d_{\text{dinámico}}$ ), es mayor al diámetro del tubo sometido a cargas estáticas ( $d_{\text{estático}}$ ).

$$d_{\text{dinámico}} = 13,7 \text{ mm} > d_{\text{estático}} = 11,6 \text{ mm}$$

Comercialmente, se encuentran tubos de 1/2" (12,7 mm), 3/4" (19,05 mm) y 7/8" (22,225 mm).

Por lo tanto el diámetro del eje seleccionado es:

$$d = 22,225 \text{ mm} = 7/8"$$

Se sobredimensiona el tubo para tener más seguridad y con un costo similar seleccionamos un tubo de 3/4".

### **3.2.4 DIMENSIONAMIENTO ERGONÓMICO DEL ANCHO Y ALTURA DEL COCHE.**

El ancho y la altura del coche dependen antropométricamente de datos femeninos y masculinos. Para determinar el ancho y la altura del coche, se deben tomar en consideración ciertas medidas del cuerpo humano, algunos de los datos necesarios se los da a continuación.

#### **3.2.4.1 ALTURA DE CODO**

##### *3.2.4.1.1 Definición*

La altura de codo, es la distancia vertical desde el suelo hasta la depresión que forma la unión de brazo y antebrazo.

##### *3.2.4.1.2 Aplicación*

Este dato, es fundamental para adjudicar una medida cómoda a la altura de mostradores, encimeras de cocina, tocadores, bancos de taller y otras superficies de trabajo de pie. A menudo esta altura se ha calculado al azar, empíricamente o

por la misma práctica. Sin embargo, los estudios científicos la sitúan en 7,5 cm (3 pulgadas) por debajo de la altura del codo; en una instalación deportiva, por ejemplo, un elemento de apoyo debe estar 7,5 cm por debajo de la medida precedente.

#### *3.2.4.1.3 Consideraciones*

Es necesario, considerar previamente la suerte de actividad para determinar la altura correspondiente, factor preferente ante la medida que se recomienda.

#### *3.2.4.1.4 Selección de percentil*

Suponiendo, que la superficie de trabajo quede 7,5 cm (3 pulgadas) bajo el codo; se formaliza un margen dimensional de 95 cm (38 pulgadas) (que acoge las medidas del percentil 5) a 110 cm (43 pulgadas) (perteneciente al percentil 95<sup>o</sup>), que debe acomodar el 90 % de la población masculina.

Tomando las medidas del 5<sup>o</sup> percentil que tiene la menor altura de codo, el margen para la población femenina queda, de 89 cm (35 pulgadas) a 110 cm (43 pulgadas) y, por extensión comprende a los dos sexos.

Estas cifras han de verse como meras propuestas, dada la cantidad de variables que encierran, como son el servicio que prestará el elemento o las distintas opiniones que se emiten en cuanto a qué altura es la óptima.

### **3.2.4.2 ANCHURA DE CODOS**

#### *3.2.4.2.1 Definición*

La anchura de codos, es la distancia que separa las superficies laterales de éstos, medida cuando están doblados, ligeramente apoyados contra el cuerpo y con los brazos extendidos horizontalmente.

#### *3.2.4.2.1 Aplicación*

Con estos datos, se calculan las tolerancias para asientos en torno a mesas de conferencias, de comedor y de juego.

#### *3.2.4.2.2 Consideraciones*

La anchura de codos y hombros son datos para trabajar conjuntamente.

#### *3.2.4.2.3 Selección de percentil*

La validez de la holgura como factor de diseño, aconseja el uso de los datos del 95º percentil.

### **3.2.4.3 ÁNGULOS DE CONFORT**

Cuando se analizan movimientos, se debe tener presente que la mayoría de las veces no nos interesa el rango máximo de la articulación; sino los valores de confort de los ángulos que tienen las diversas articulaciones, fuera de los cuales el trabajo a realizar es más difícil, penoso o incluso peligroso para las personas. Cabe destacar que la horquilla de ajuste de los ángulos de confort dependerá también de la edad, el entrenamiento físico, las diferencias anatómico funcional, etc. Para nuestro caso nos interesan los ángulos que puede presentar el brazo de una persona, como a continuación se observa:

Los ángulos de confort que se manejarían en nuestro caso serían entre 80 y 160 grados en el brazo, y -15 y 35 grados en el antebrazo, como se observa en la figura 3.8.

### **3.2.4.4 DIMENSIONAMIENTO**

En el ANEXO G se tienen los datos necesarios, para poder dimensionar el coche.

Para la altura del coche, se necesita la medida de la altura de codo de la persona más pequeña (5 percentil mujer), que puede usar el coche y, la medida de la persona más grande (95 percentil hombre). Es decir 98 cm (38,6 pulgadas) y 120,1 cm (47,3 pulgadas) respectivamente.

Así mismo se necesita la anchura codo-codo para determinar el ancho del coche, la persona más ancha corresponde al hombre de 35 a 54 años (95 percentil) con 50,8 cm (20 pulgadas).

Con base a la información proporcionada; se concluye, que la altura del coche (distancia medida desde el suelo hasta el manubrio del coche) es:

$H = 940 \text{ mm}$

La anchura para el coche (longitud del manubrio) es:

$B = 500 \text{ mm}$

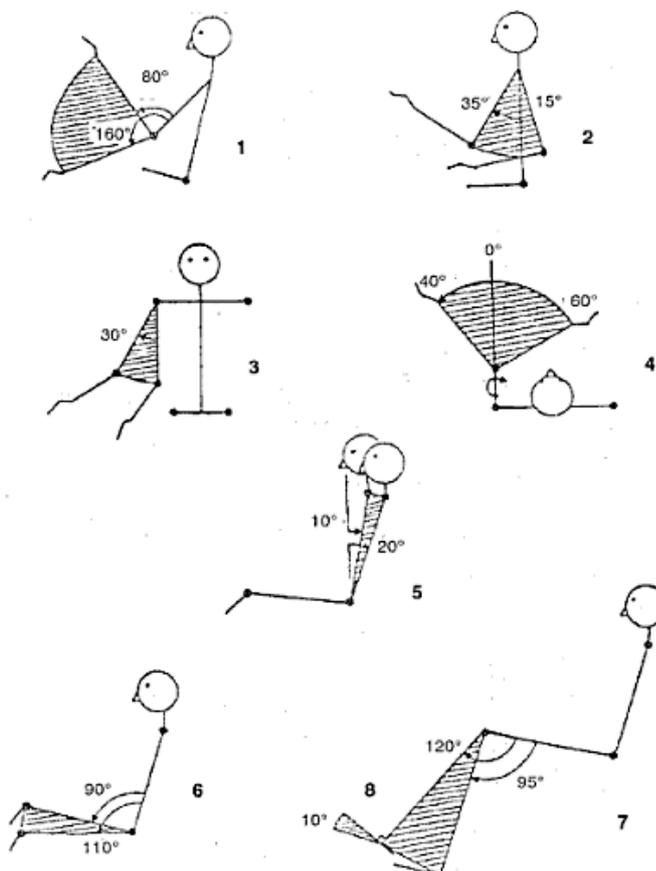


Figura 3.8 Principales ángulos de confort (Grandjean).

Fuente: Mondelo, Pedro; Ergonomía 1, Fundamentos

Elaboración: Grandjean

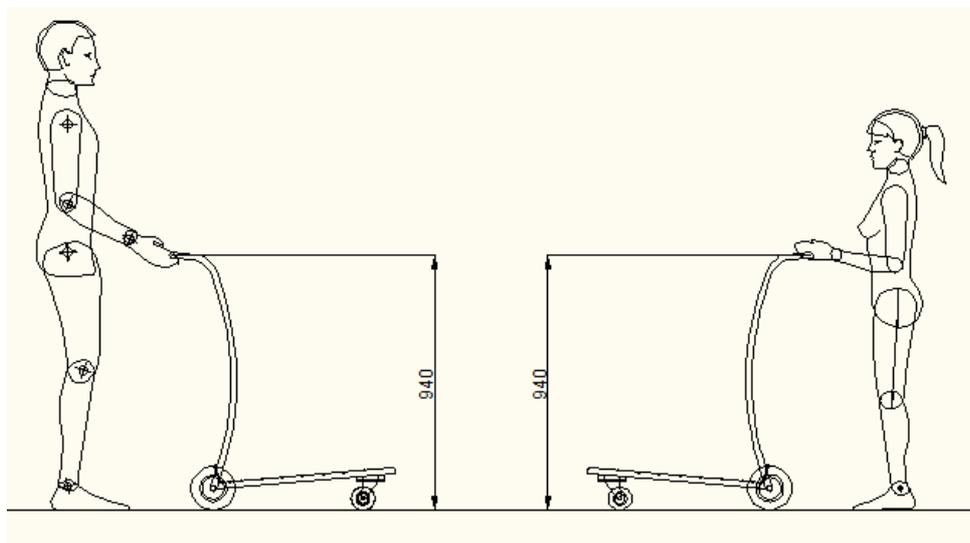
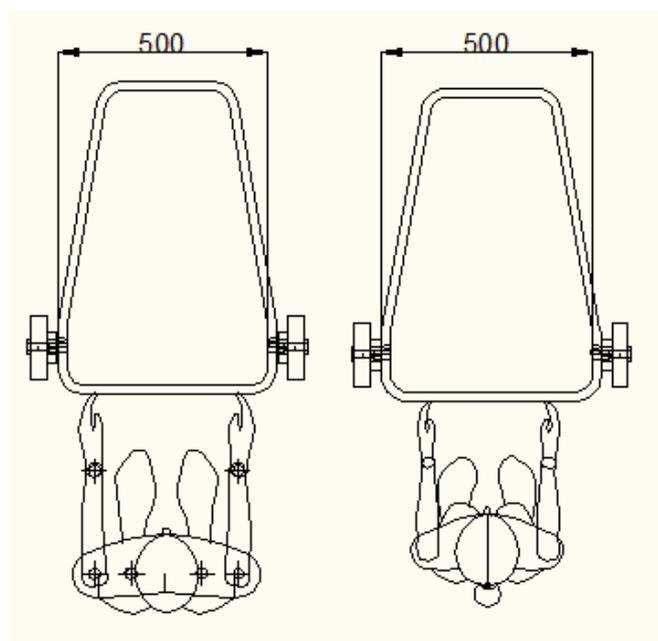


Figura 3.9 Alto del coche basado en parámetros antropométricos.

Fuente: Propia

Elaboración: Propia



**Figura 3.10 Ancho del coche basado en parámetros antropométricos.**

**Fuente: Propia**

**Elaboración: Propia**

### **3.2.5 CÁLCULO DE LOS CORDONES DE SOLDADURA.**

Para el cálculo de la longitud del cordón de soldadura, se considera que las soldaduras que se van a realizar son soldaduras de filete.

Cuando sea práctico usar soldadura de filete, es conveniente arreglar las conexiones, de modo, que estén sujetas únicamente a esfuerzos de corte y no a la combinación de esfuerzos.

$$\tau = \frac{P}{L_s * t_s * \text{sen } 45^\circ} \leq [\tau] = \frac{S_{sy}}{n}$$

**[Ec. 3.18]**

Donde:

$\tau$  : esfuerzo al corte.

P: carga.

$L_s$ : longitud de soldadura.

$t_s$ : ancho del cordón de soldadura.

$S_{sy}$  = resistencia a la fluencia al corte  $0.577 S_y$ ,  $S_y = 0.7 S_{ut}$ .

n: Factor de seguridad.  $1.5 \leq n \leq 3$

Debido a que el material base es acero A-36, entonces el electrodo requerido es E6011.

**[ANEXO H]**

$$S_{ut} = 60 \text{ ksi}$$

$$S_{sy} = 0,577 \times 0,6 \times S_{ut}$$

$$S_{sy} = 0,6 \times 0,7 \times 60 \text{ ksi}$$

$$S_{sy} = 25,2 \text{ ksi}$$

$$[\tau] = \frac{S_{sy}}{n}$$

$$[\tau] = \frac{25,2 \text{ ksi}}{3}$$

$$[\tau] = 8,4 \text{ ksi} = 58 \times 10^6 \text{ Pa}$$

$$L_s \geq \frac{P}{[\tau] * t_s * \sin 45^\circ}$$

$$L_s \geq \frac{1250 \text{ N}}{58 \times 10^6 \text{ N/m}^2 \times 3 \times 10^{-3} \text{ m} \times \sin 45^\circ}$$

$$L_s \geq 8,44 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$L_s \geq 8,44 \text{ mm}$$

Por lo tanto  $L_s \geq 8,44 \text{ mm}$ , si el tubo seleccionado tiene un ancho de 22,225 mm, entonces el cordón de soldadura, se realiza de una longitud de 22,225 mm por  $\pi$ , es decir una longitud de 70 mm alrededor del tubo.

### 3.3 DISEÑO DEL CONTROL DE VALIDACIÓN DE MONEDAS.

Para el validador, se tomó en cuenta como parámetro de diseño, el tamaño de la moneda de 50 centavos de dólar. Es decir, su diámetro (30 mm) y espesor (2 mm).



**Fotografía 3.1 Moneda de 50 centavos de dolar.**

**Fuente: Propia**

**Elaboración: Propia**

El validador solo selecciona monedas de 50 centavos de dólar, las de otras denominaciones las devuelve. Una vez que la moneda sea seleccionada, el usuario debe presionar un pulsador mecánico, que permite la activación del circuito de control del temporizador y del sistema de bloqueo.

### **3.4 DISEÑO DEL CONTROL TEMPORIZADOR.**

#### **3.4.1 CIRCUITO DE CONTROL**

Para el funcionamiento del sistema de control temporizado, es necesario disponer de un circuito electrónico que controle el sistema de bloqueo de las ruedas. Para esta parte del diseño se tuvo ayuda de un Ingeniero Electrónico de Control. El que realizó un circuito que controle el sistema por medio de un PIC. El circuito terminado antes del montaje lo podemos observar en la fotografía 3.2.

En el ANEXO J, se presentan los diagramas del circuito de control del coche.



**Fotografía 3.2 Circuito Electrónico de Control.**

**Fuente: Propia**

**Elaboración: Propia**

### **3.4.2 PROGRAMACIÓN DEL PIC**

La programación, es una de las partes más importantes del circuito, ésta es la que ordena las diferentes funciones que posee el circuito de control, como por ejemplo el bloqueo o desbloqueo de las ruedas.

En el ANEXO J, se detalla la programación realizada para el prototipo.

### **3.5 DISEÑO DEL SISTEMA DE BLOQUEO**

Para el sistema de bloqueo de las ruedas, se escogieron dos motores DC (uno para cada rueda), que trabajan con desplazamiento lineal con una carrera de 4 cm y funcionan con de 12 V. y 3 A. de voltaje y corriente respectivamente.

Entonces se tiene una potencia de:

$$P = V \times I$$

**[Ec. 3.19]**

$$P = 12 V \times 3 A$$

$$P = 36 \text{ Watts} = 48 \times 10^{-3} HP$$

$$P \cong \frac{1}{32} HP$$

Se necesita mover una carga de 0,22 Kg.

$$W = F \times d$$

**[Ec. 3.20]**

Donde

W: es el trabajo

F: es el peso a desplazarse

d: recorrido del peso

$$W = 0,22 \text{ Kg} \times 10 \frac{m}{s^2} \times 0,04 \text{ m}$$

$$W = 0,088 \text{ N m}$$

Y la potencia necesaria sería de

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

[Ec. 3.21]

Donde

P: Potencia

W: Trabajo

t: tiempo

$$P = \frac{0,088 \text{ N m}}{0,2 \text{ s}}$$

$$P = 0,44 \text{ Watts}$$

Por lo que, si tenemos 36 Watts de potencia en el motor y necesitamos solo 0,44 Watts, el motor se encuentra sobredimensionado; esto se debe a que, en el mercado no se encuentran motores de tan baja potencia.

## **3.6 SELECCIÓN DE LOS DEMÁS COMPONENTES DEL PROTOTIPO.**

### **3.6.1 RUEDAS**

Para poder determinar la capacidad de carga necesaria, se debe disponer de los siguientes datos: el peso propio del aparato de transporte, la carga máxima; así como el número de las ruedas que soportan la carga.

$$T = \frac{E + Z}{n} \times S$$

**[Ec. 3.22]**

T = capacidad de carga requerida de la rueda

E = peso propio del aparato de transporte

Z = carga máxima

n = número de ruedas aplicadas

S = factor de seguridad

El factor de seguridad S, expresa la variación de las condiciones estándar de aplicación (piso liso, velocidad lenta, la carga aplicada debe actuar homogéneamente sobre las ruedas, desplazamiento recto, temperatura ambiente de +15°C hasta +35°C). Como estas condiciones estándar de aplicación, sólo se dan en muy raros casos, se debe utilizar el factor de seguridad S, para establecer la capacidad de carga requerida. Según el grado de dificultad de las condiciones de aplicación, este factor deberá tener un valor entre 1,3 y 2,0.

$$T = \frac{(50 \text{ Kg} + 200 \text{ Kg}) \times 10 \text{ m/s}^2}{4} \times 1,3$$

$$T = 812,5 \text{ N}$$

Las ruedas para el coche, se deben seleccionar tomando en cuenta la carga máxima que deben soportar. En este caso es de 81,25 Kg. La selección de las ruedas se las realizó mediante el catálogo Blicke (ANEXO I).

Las ruedas posteriores que tienen que soportar una carga mayor debido a la inclinación del coche, son fijas y de las siguientes características:

VE 160/20R de la marca Blicke, con un diámetro exterior de 160 mm y 135 Kg de capacidad de carga.

Las ruedas delanteras, que tienen que soportar una carga menor debido a la inclinación del coche, deben ser giratorias para poder cambiar de dirección fácilmente:

LE-VE 80R de la marca Blicke, con un diámetro exterior de 80 mm y 50 Kg de capacidad de carga.

### **3.6.2 BATERÍA**

El tipo de batería, se la escogió con la corriente requerida por los motores y la del circuito que controla los mismos y el sistema de temporización, así mismo como para dar una independencia de carga de la misma.

El consumo de corriente total del coche, es de 6 amperios, cada vez que se activan los motores; es decir, que con un promedio de 20 usos diarios del coche, se tiene un consumo de 240 amperios. Con estos datos, se escoge un tipo de batería adecuado para el coche. La batería, es de tipo seca, es la seleccionada debido a que, es recargable y brinda una vida útil larga.

## **CAPITULO 4.**

### **CONSTRUCCIÓN, MONTAJE Y PRUEBAS DE CAMPO.**

#### **4.1 GENERALIDADES.**

La construcción del coche de control temporizado, se debe realizar en un taller mecánico industrial, en donde existan todos los equipos necesarios para la construcción de cada uno de los elementos que conforman la máquina.

Los elementos que conforman el coche de control temporizado, se los construye de acuerdo con los planos de taller.

Un factor importante que se debe tomar en cuenta, es el de obtener en el mercado local la materia prima y los elementos que conforman el coche.

#### **4.2 CONSTRUCCIÓN.**

Para la construcción de la máquina se requiere determinar:

- Requerimientos para la construcción
- Máquinas y equipos

- Herramientas
- Instrumentos de medición y verificación
- Materia prima
- Elementos normalizados
- Elementos seleccionados
- Elementos a construir
- Hojas de procesos

Los procesos de construcción son tales que, la construcción de la máquina puede realizarse en cualquier taller que tenga los equipos básicos, ya que no es necesario contar con equipos de alta tecnología o mano de obra calificada; la construcción de esta máquina, básicamente incluye procesos de dobladora de tubos, dobladora de tool, torneado, corte y soldadura.

#### **4.2.1 REQUERIMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN.**

Para realizar la construcción de cada uno de los elementos que conforman el coche de control temporizado, se requiere: máquinas, equipos, herramientas, materiales, instrumentos, etc. Los cuales se detallan a continuación:

##### **4.2.1.1 MÁQUINAS Y EQUIPOS.**

- Dobladora de tubos
- Dobladora de tool
- Cizalla
- Tronzadora
- Esmeril de banco

- Torno
- Soldadora eléctrica
- Amoladora
- Taladro de pedestal
- Taladro de mano
- Equipo de cromado.

#### **4.2.1.2 HERRAMIENTAS.**

- Brocas
- Útiles para tornear
- Limas
- Llaves
- Rayador
- Arco de sierra

#### **4.2.1.3 INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN.**

- Calibrador pie de rey
- Compás
- Nivel
- Flexómetro
- Escuadra

- Gramil

#### 4.2.1.4 RESUMEN DE MATERIA PRIMA.

La materia prima, se detalla en el siguiente cuadro, con las medidas respectivas.

**Tabla 4.1 Resumen de materia prima utilizada en la construcción.**

<b>MATERIA PRIMA Y ELEMENTOS NORMALIZADOS</b>				
<b>MATERIAL</b>	<b>ELEMENTOS</b>			<b>CANTIDAD</b>
<b>Eje de 25.4mm</b>	Eje de soporte de ruedas 200mm			Total utilizado 200mm
<b>Tubo redondo de 22.225mm e=1.5mm</b>	Base 1540mm	Estructura altura 3000mm	Estructura manubrio 800mm	Total utilizado 5340mm
<b>Tubo redondo de 25.4mm e=1.5mm</b>	Acople de manubrio 160mm			Total utilizado 160mm
<b>Tubo cuadrado de 40mm e=2mm</b>	Soporte del motor 600mm			Total utilizado 600mm
<b>Tubo cuadrado de 12.7mm e=1mm</b>	Mecanismo de frenado 160mm			Total utilizado 160mm
<b>varilla liza redonda Ø 8mm</b>	Rejilla 9500mm	Canastilla 15000		Total utilizado 24500

<b>Cedula 40 (tubo redondo Ø 89mm y e=4)</b>	Cubre mecanismos de frenado 120mm			
<b>Platina de 25.4mm e= 10mm</b>	Soporta rejilla 800mm	Aletas de frenado 400mm	Soporte de ruedas delanteras 500mm	Total utilizado 1700mm
<b>Tool de e= 0,8mm</b>	Soporte de publicidad 1500mmx9mm	Caja soporte de validador y control temporizado 1800mmx1200mm		Total utilizado 3300mmx1209mm
<b>Bisagra redondas de Ø 10mm</b>	Un par			Un par
<b>Ruedas fijas (no giratorias) de Ø160mm</b>	Dos ruedas posteriores			Dos ruedas posteriores
<b>Ruedas locas (giratorias) de Ø80mm</b>	Dos ruedas delanteras			Dos ruedas delanteras
<b>Continuación Tabla 4.1</b>				
<b>MATERIAL</b>	<b>ELEMENTOS</b>			<b>CANTIDAD</b>
<b>Pernos</b>	Dos pernos de Ø12.7mmx40mm para ajustar las ruedas posteriores	Ocho pernos ø10mmx30mm para sujetar las ruedas delanteras	Cuatro pernos ø6mmx30mm para el montaje del manubrio	

Fuente: Propia.

Elaboración: Propia.

#### 4.2.1.5 LISTADO DE ELEMENTOS A CONSTRUIR.

- Estructura de la base: Plano xxx
- Estructura del coche: Plano xxx
- Manubrio: Plano xxx
- Ejes soporte de ruedas: Plano xxx
- Cubiertas de las ruedas: Plano xxx
- Rejilla: Plano xxx
- Canastilla: Plano xxx
- Validador mecánico: Plano xxx
- Sistema de bloqueo: Plano xxx
- Caja soporte de validador y temporizador: Plano xxx



Fotografía 4.1 Cromado de la estructura del coche.

Fuente: Propia

Elaboración: Propia



Fotografía 4.2 Tanques de limpieza antes del proceso de Cromado.

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

#### **4.2.1.6 HOJAS DE PROCESOS.**

Para la construcción del coche, es necesario disponer de los procedimientos de fabricación de los diferentes elementos a construirse.

En el ANEXO K se presentan las hojas de procesos para la construcción de los elementos que conforman el prototipo.

#### **4.3 MONTAJE DEL PROTOTIPO.**

Para realizar el montaje del prototipo, se considera la construcción previa de la estructura, sistema de control y del sistema de bloqueo; teniendo en cuenta las especificaciones establecidas en los planos de construcción.

#### **4.3.1 MONTAJE DE LAS RUEDAS.**

Colocar en el eje las ruedas posteriores y ajustarlas por medio de un perno con arandela plana, para evitar su desplazamiento.

Las ruedas delanteras son colocadas a la base mediante la utilización de pernos de sujeción.

#### **4.3.2 MONTAJE DEL SISTEMA DE CONTROL.**

El sistema de control, está instalado a una caja hecha de una lámina de acero inoxidable, la misma que se acopla en la parte superior derecha del coche por medio de pernos de sujeción.

#### **4.3.3 MONTAJE DEL SISTEMA DE BLOQUEO.**

El sistema de frenado, está en la parte superior de la rueda posterior; que funciona por medio de dos motores (uno en cada rueda), estos tienen que estar centrados y verificar que al ser accionados realice un frenado correcto.

### **4.4 PRUEBAS DE CAMPO.**

Las pruebas de campo, se realizaron en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería Mecánica, ubicado en el campus Rubén Orellana de la Escuela Politécnica Nacional.

Para estas pruebas se siguió el formato del protocolo de pruebas definido en el numeral 2.6.

Las fotografías de las pruebas de campo, se encuentran en el ANEXO L.

## **CAPITULO 5.**

### **ANÁLISIS DE COSTOS.**

#### **5.1 INTRODUCCIÓN.**

El análisis de costos, tiene por objeto, determinar el monto de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto. El análisis de costos, se lo realiza tomando en cuenta los costos directos y los costos indirectos.

Para determinar el costo total directo, se consideran los costos parciales de:

- Materiales directos.

- Elementos normalizados.
- Costos de maquinado.
- Costos de montaje.

De manera similar, para determinar el costo total indirecto se consideran los costos parciales de:

- Materiales indirectos.
- Costos de ingeniería.
- Gastos imprevistos.

Para determinar el costo total del coche de control temporizado, para sistemas de terminales de pasajeros; se suma el total de los costos directos con los costos indirectos.

## **5.2 ANÁLISIS DE COSTOS DIRECTOS.**

Los costos directos son, aquellos necesarios para obtener un producto (materias primas, partes o componentes complementarios y manos de obra de los trabajadores del área de producción).

Estos costos, se definen así, porque afectan directamente a la determinación del precio de un producto, el cual tendrá que ser recuperado a través de la determinación de su precio de venta al público y por las ventas del mismo en el mercado para el cual se destinó.

### **5.2.1 COSTOS DE MATERIALES DIRECTOS.**

Se denomina materiales directos, a la materia prima que se utiliza para construir los elementos que conforman la máquina.

Los costos de materiales directos, se presentan en la tabla 5.1

**Tabla 5.1 Costos de materiales directos.**

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario [usd]</b>	<b>Valor total [usd]</b>
<b>Tubo Mecánico Cuadrado ASTM A513 H=40mm. e=2,0 mm. (L=6m/tubo)</b>	0,1	\$ 30,00	\$ 3,00
<b>Tubo Mecánico Cuadrado ASTM A513 H=20mm. e=1,0mm. (L=6m/tubo)</b>	0,05	\$ 7,50	\$ 0,40
<b>Tubo Mecánico Redondo ASTM A513 d=1" e=1,5mm. (L=6m/tubo)</b>	0,05	\$ 9,00	\$ 0,45
<b>Tubo Mecánico Redondo ASTM A513 d=7/8" e=1,5mm. (L=6m/tubo)</b>	0,67	\$ 6,25	\$ 4,17
<b>Platina ASTM A36 PLT 25x4 mm. (L=6m/platina)</b>	0,3	\$ 5,00	\$ 1,50
<b>Continuación Tabla 5.1</b>			
<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario [usd]</b>	<b>Valor total [usd]</b>
<b>Varilla redonda lisa ASTM A36 VRL d=8 mm. (L=6 m/varilla)</b>	8	\$ 1,20	\$ 9,60
<b>Circuito de control</b>	1	\$ 150,00	\$ 150,00
<b>Cromado</b>	1	\$ 60,00	\$ 60,00
<b>Tool de 2,40 x 1,22 mm, e=0,8 mm</b>	0,6	\$ 70,00	\$ 42,00
<b>Subtotal</b>			\$ 271,12

**Fuente:**

Elaboración: Propia

### 5.2.2 COSTOS DE ELEMENTOS NORMALIZADOS.

Son aquellos que son de libre comercialización en el mercado y no necesitan ser alterados para su uso.

Los costos de los elementos normalizados, se muestran en la tabla 5.2

**Tabla 5.2 Costos de elementos normalizados.**

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario (USD)</b>	<b>Valor total (USD)</b>
<b>Motor eléctrico DC de 1/32HP</b>	2	\$ 10	\$ 20,00
<b>Batería recargable</b>	1	\$ 50	\$ 50,00
<b>Bisagras 9,6 x 50 mm.</b>	2	\$ 0,15	\$ 0,30
<b>Continuación Tabla 5.2</b>			
<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario (USD)</b>	<b>Valor total (USD)</b>
<b>Ruedas fijas d=160 mm</b>	2	\$ 3,50	\$ 7,00
<b>Ruedas giratorias d=80</b>	2	\$ 2,40	\$ 4,80
<b>Pernos 12,7 x 50 mm</b>	2	\$ 0,30	\$ 0,60
<b>Pernos 10 x 30 mm</b>	8	\$ 0,25	\$ 2,00
<b>Pernos 6 x 30 mm</b>	4	\$ 0,10	\$ 0,40
<b>Subtotal</b>			\$ 85,10

Fuente:

Elaboración: Propia

### 5.2.3 COSTOS DE MAQUINADO.

Este costo, tiene que ver con el valor respecto a la mano de obra directa empleada en las máquinas herramientas y equipamiento eléctrico.

Los costos de maquinado, se presentan en la tabla 5.3.

**Tabla 5.3 Costos de maquinado.**

<b>Máquina</b>	<b>Costo por máquina incluido mano de obra [usd/h]</b>	<b>Tiempo total [h]</b>	<b>Costo total por máquina [usd]</b>
<b>Torno</b>	\$ 7,00	2	\$ 14,00
<b>Soldadora</b>	\$ 7,00	3	\$ 21,00
<b>Dobladora de tubo</b>	\$ 4,00	2	\$ 8,00
<b>Continuación Tabla 5.3</b>			
<b>Máquina</b>	<b>Costo por máquina incluido mano de obra [usd/h]</b>	<b>Tiempo total [h]</b>	<b>Costo total por máquina [usd]</b>
<b>Dobladora de tool</b>	\$ 4,00	2	\$ 8,00
<b>Cizalladora</b>	\$ 2,00	0,5	\$ 1,00
<b>Tronzadora</b>	\$ 5,00	0,5	\$ 2,50
<b>Amoladora</b>	\$ 3,00	1,5	\$ 4,50
<b>Taladro de pedestal</b>	\$ 3,00	0,5	\$ 1,50
<b>Esmeril de banco</b>	\$ 5,00	1	\$ 5,00

<b>Subtotal</b>	\$ 65,50
-----------------	----------

**Fuente: Propia.**

**Elaboración: Propia.**

#### **5.2.4 COSTOS DE MONTAJE.**

Estos costos, están relacionados con la mano de obra necesaria para el armado y ensamblado de cada una de las partes y la máquina.

Para el montaje, se considera el trabajo de 2 personas, durante 2 días a un costo de \$ 15 diarios/trabajador, resultando un costo total de \$ 60 USD.

#### **5.2.5 COSTO DIRECTO TOTAL.**

En la tabla 5.4, se indica la cantidad total del costo directo; es decir la suma de los subtotales de costos de materiales directos, costos de elementos normalizados, costos de maquinado y costos de montaje.

**Tabla 5.4 Costo directo total.**

<b>Costo</b>	<b>Valor total (USD)</b>
<b>Materiales directos</b>	\$ 271,12
<b>Elementos normalizados</b>	\$ 85,10
<b>Costos de maquinado</b>	\$ 65,50
<b>Costos de montaje</b>	\$ 60,00
<b>Subtotal</b>	\$ 481,72

Fuente: Propia.

Elaboración: Propia.

## 5.3 ANÁLISIS DE COSTOS INDIRECTOS.

### 5.3.1 COSTOS DE MATERIALES INDIRECTOS.

Los costos indirectos, son aquellos costos que afectan el proceso productivo en general de uno o más productos, por lo que no se puede asignar directamente a un solo producto sin usar algún criterio de asignación. Es decir, no lo podemos asignar únicamente, a una unidad de referencia concreta. Sino a criterios más generales, que dependen en cierta manera, del tipo de producción. Como el gasto de electricidad, agua, climatización, etc. de un proceso de producción.

Los costos de materiales indirectos, se muestran en la tabla 5.5.

**Tabla 5.5 Costos de materiales indirectos.**

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario (USD)</b>	<b>Valor total (USD)</b>
<b>Electrodos 6011-1/8"(lb)</b>	3	\$ 2,30	\$ 6,90
<b>Lija para Hierro</b>	4	\$ 0,50	\$ 2,00
<b>Discos de lija</b>	2	\$ 4,50	\$ 3,00
<b>Varios</b>	1	\$ 5,00	\$ 5,00

<b>Subtotal</b>	\$ 16,90
-----------------	----------

**Fuente: Propia.**

**Elaboración: Propia**

### **5.3.2 COSTOS DE INGENIERÍA.**

Corresponde, al costo debido al tiempo que los ingenieros han dedicado para el diseño de la máquina. Aproximadamente se emplean 60 horas. Este costo constituye el valor económico debido al valor conocimiento del ingeniero para diseñar y seleccionar los elementos de la máquina.

Un ingeniero con experiencia en diseño de maquinaria debe percibir un mínimo de 25 dólares por hora. El tiempo necesario para el diseño, es de aproximadamente 60 horas, por lo tanto el costo por diseño es de \$1500 dólares.

### **5.3.3 COSTOS POR GASTOS IMPREVISTOS.**

Se relacionan, principalmente con los costos de movilización de las personas y transporte de materiales. Se estima estos costos aproximadamente en \$100 dólares.

### **5.3.4 COSTO TOTAL INDIRECTO.**

En la tabla 5.6, se indica la cantidad total del costo indirecto, es decir la suma de los subtotales de costos de materiales indirectos, costos de ingeniería y costos por gastos imprevistos.

**Tabla 5.6 Costo total indirecto.**

<b>Costo</b>	<b>Valor total (USD)</b>

<b>Materiales indirectos</b>	\$ 16,90
<b>Costos de ingeniería</b>	\$ 1500,00
<b>Costos por gastos imprevistos</b>	\$ 100,00
<b>Subtotal</b>	\$ 1616,90

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

#### 5.4 COSTO TOTAL DE LA MÁQUINA.

Resulta, de la suma de los costos directos con los costos indirectos, estos valores se indican en la tabla 5.7.

**Tabla 5.7 Costo total de la máquina.**

<b>Costo</b>	<b>Valor total (USD)</b>
<b>Costos directos</b>	\$ 481,72
<b>Costos indirectos</b>	\$ 1556,90
<b>Total</b>	\$ 2038,62

Fuente: Propia.

Elaboración: Propia.

El costo del coche de control temporizado producido por unidad, es alto por ser un prototipo, pero al ser realizado en serie este se abarataría; en lo que es diseño ingenieril y en los materiales directos.

## **CAPITULO 6.**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **6.1 CONCLUSIONES**

Al finalizar el diseño y construcción del coche de control temporizado, se puede dar cuenta de lo siguiente:

- El objetivo principal se ha cumplido al diseñar y construir el coche de control temporizado, que satisface los parámetros funcionales y los requerimientos operacionales.
- La construcción en serie de los coches de control temporizado, abarata el costo del diseño y la programación del circuito electrónico.
- De acuerdo a la información obtenida en las encuestas, se conoce que un 90% de las personas encuestadas estarían dispuestas a rentar los coches de control temporizado para el desplazamiento de su carga.
- El funcionamiento puede ser controlado por cualquier persona, no se requiere personal calificado.
- El recubrimiento electrolítico que se le aplica a la estructura del coche de control temporizado, protege de la corrosión y da un excelente acabado superficial.
- El coche de control temporizado, es de fácil mantenimiento porque sus partes más probables al desgaste son desarmables para realizar su cambio.
- Los coches de control temporizado son fabricados para que sean de fácil manejo y de bajo costo.

## **6.2 RECOMENDACIONES**

- Difundir este tipo de proyectos en el medio de los terminales terrestres y aéreos.

- Poner énfasis en la precisión de las dimensiones, en la construcción de los elementos de acople, de tal forma que no existan problemas al ensamblar el coche de control temporizado.
- Realizar recubrimiento electrolítico cromado, para evitar la corrosión.
- Realizar un mantenimiento general del coche de control temporizado de forma periódica, para evitar que los elementos sufran desgastes prematuros.
- Utilizar el coche de control temporizado, para transportar su carga fácilmente y evitar lesiones por transportar su carga manualmente.
- Realizar el montaje correcto de los motores, para evitar un mal funcionamiento del sistema de bloqueo.
- Se sugiere continuar con este tipo de proyectos orientados a evitar el esfuerzo físico de las personas
- Cargar la batería diariamente para tener un mejor desempeño de la misma.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. SHIGLEY-MISCHKE; Manual de Diseño Mecánico; 5ª Ed; Editorial Mc Graw-Hill; México ,1989.

2. MURRAY R. SPIEGEL; Estadística, Colección Schaum, Editorial Mc Graw Hill, Segunda Edición.
3. MARKS; Manual del Ingeniero Mecánico; Editorial McGraw-Hill; México.
4. VARGAS, J; Guía de los fundamentos de Dibujo Industrial; E.P.N., Facultad de Ingeniería Mecánica; Quito-Ecuador, 2008.
5. VARGAS, J; Producción por Virutaje; E.P.N., Facultad de Ingeniería Mecánica; Quito-Ecuador, 2008.
6. PANERO, julius; Las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores; Séptima Edición; Editorial Gustavo Gili; España; 1996.
7. MONDELO, Pedro; Ergonomía 1: Fundamentos; Tercera Edición; Editorial UPC; España; 1999.
8. INSHT; Guía Técnica de Manipulación Manual de Cargas; 2003.
9. CRONEY, John; Antropometría para diseñadores; 1978.

## CONSULTAS WEB

[www.matweb.com](http://www.matweb.com)

[www.puce.edu.ec](http://www.puce.edu.ec)

[www.alibaba.com](http://www.alibaba.com)

[www.bagport.com](http://www.bagport.com)

[www.hoyo.com](http://www.hoyo.com)

## **ANEXOS**

**ANEXO A**

**ENCUESTA**

**ESCUELA POLITECNICA NACIONAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**Lugar** \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

Sexo: M \_\_\_\_\_ F \_\_\_\_\_

1.- ¿Cada qué tiempo viaja por terminales terrestres y aéreas?

Semanal \_\_\_\_\_ mensual \_\_\_\_\_ eventualmente \_\_\_\_\_

2.- ¿Cuál es el peso aproximado que usted transporta normalmente en cada viaje?

20kg \_\_\_\_\_ 50kg \_\_\_\_\_ 100Kg \_\_\_\_\_ más de 100kg \_\_\_\_\_

3.- ¿Utiliza usted un servicio de transporte de carga dentro de los terminales?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

4.- ¿Qué tipo de transporte utiliza?

Auxiliar de carga \_\_\_\_\_ coches manuales \_\_\_\_\_ ninguno \_\_\_\_\_

5.- ¿Está conforme con el precio del servicio (un dólar el mínimo)?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

6.- ¿Está conforme con la atención de auxiliar de carga?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

7.- ¿Estaría dispuesto a rentar un coche de uso personal para transportar su carga?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

8.- ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por utilizar un coche para que usted mismo transporte su carga?

\_\_\_\_\_

9.- ¿Piensa usted que si desplaza personalmente su carga, esta se encuentra más segura?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

**ANEXO B**

**TABLA DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA EN  
ECUADOR**

### Clima Ecuador

- El Ecuador se encuentra sobre la línea ecuatorial por lo que su patrón climático básico es ecuatorial, pero presenta variaciones regionales debido a las corrientes marinas que confluyen en el Océano Pacífico y la cordillera de Los Andes.
- Tiene cuatro regiones geográfica y climáticamente diferenciadas:
  - Costa, calurosa y húmeda, con una temperatura cuyo promedio anual es de 26 °C. Las precipitaciones varían geográficamente formando ecosistemas desde bosque húmedo hasta bosques secos y desiertos, en promedio tiene 92 mm mensuales (37,6 mm - 203 mm). La humedad relativa es siempre alta (77%).
  - Sierra, en general más fría y menos húmeda, con temperatura promedio de 17 °C. La precipitación es mucho menor con un promedio mensual de 60 mm. La humedad relativa baja a 68%
  - Oriente o región Amazónica, cálida y húmeda, con una temperatura promedio anual de 22,2 °C y precipitaciones de 297 mm de promedio mensual.
- La corriente fría de Humboldt fluye en dirección norte a lo largo de la costa occidental de Sudamérica Se forma frente a las costas de Chile, Perú y Ecuador debido a que los vientos reinantes que soplan paralelos a la costa arrastran el agua caliente de la superficie.
- La temperatura de estas aguas es entre 5 y 10 °C más fría del promedio oceánico en las proximidades del ecuador. El agua fría contiene nitratos y fosfatos procedentes del fondo marino de los que se alimenta el fitoplancton el cual se reproduce rápidamente, favoreciendo así el desarrollo del zooplancton. Los peces multiplican con rapidez, provocando alta productividad ad.
- Hay ocasiones en las que esta corriente no llega a emerger y los vientos del norte llevan aguas calientes hacia el sur. Permitiendo que la corriente cálida de El Niño, la reemplace
- La corriente de El Niño permite, de forma inusual, condiciones cálidas a lo largo de la costa occidental de Ecuador lo que provoca alteraciones climáticas de distinta magnitud (denominadas fenómeno de El Niño ) con una recurrencia de entre siete a catorce años debido al progresivo debilitamiento de los vientos alisios procedentes del suroeste.
- Las alteraciones se producen cuando las corrientes son lo suficientemente cálidas. Cuando esto ocurre, el tiempo atmosférico presente en el Pacífico oeste, generalmente húmedo, se desplaza hacia el este, y las condiciones meteorológicas de carácter seco, comunes en el este, se dan en el oeste, lo que provoca fuertes lluvias en Sudamérica y puede a la vez motivar sequías en el Suroeste asiático, India y sur de África, además de generar cambios meteorológicos en extensas regiones de América del Norte.

	Temp. Media ° C	Temp. Max ° C	Temp. Min ° C	Humedad Rel. %	Nubosidad Octavos	Precipitación mm	Lluvia días/mes
<b>COSTA</b>							
Esmeraldas	26.8	31.7	20.9	78.0	6.0	63.9	13.0
Portoviejo	27.0	34.3	20.1	70.0	6.0	37.6	6.0
Guayaquil	25.5	34.1	20.7	74.0	6.0	112.9	10.0
Machala	25.7	30.9	21.1	76.0		41.8	12.0
Santo Domingo	23.1	29.1	18.7	86.0	7.0	203.3	19.0
Promedio	25.6	32.0	20.3	76.8	6.3	91.9	12.0
<b>SIERRA</b>							
Tulcán	13.3	20.9	1.3	75.0	7.0	74.1	18.0
Ibarra	18.4	26.2	5.9	68.0	6.0	50.6	12.0
Quito	13.8	22.4	5.8	73.0	5.0	83.3	16.0
Latacunga	14.9	22.6	4.1	69.0	6.0	44.0	11.0
Ambato	16.2	24.0	4.7	68.0	6.0	43.2	15.0
Cuenca	16.2	23.9	6.6	63.0	6.0	72.3	16.0
Loja (Catamayo)	24.7	33.4	14.7	57.0	5.0	32.6	8.0
Promedio	16.8	24.8	6.2	67.6	5.9	58.3	13.7
<b>ORIENTE</b>							
Lago Agrio	26.2	33.8	19.6	80.4	6.0	292.0	21.0
Coca	26.5	34.6	19.8	80.0	6.0	231.4	
Puyo	21.8	28.3	16.0	82.0	7.0	484.7	27.0
Macas	22.2	29.6	15.0	82.0	6.0	200.5	22.0
Promedio	24.2	31.6	17.6	81.1	6.3	297.2	23.3
<b>PROMEDIO TOTAL</b>	22.2	29.5	14.7	75.2	6.1	149.1	16.3

## **ANEXO C**

### **PROTOCOLO DE PRUEBAS**

### Verificación de las dimensiones principales

DIMENSIONES PRINCIPALES				
DIMENSIONES [mm.]	DISEÑO	PROTOTIPO	ACEPTACIÓN	
			SI	NO
Largo total				
Ancho total				
Altura total				

### Verificación de los componentes principales.

VERIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES			
DIMENSIONES [mm.]	FUNCIONAMIENTO		
	Bueno	Regular	Malo
Verificador de monedas			
Motores eléctricos			

<b>Sistema de bloqueo</b>			
<b>Temporizador</b>			

**Trabajo sin carga del coche de control temporizado.**

	<b>Sistema de Bloqueo</b>				<b>Mecanismo Electromecánico</b>				<b>Estructura</b>	
<b>Tiempo</b> [min]	<b>Motor Eléctrico 1</b>		<b>Motor Eléctrico 2</b>		<b>Validador</b>		<b>Temporizador</b>			
	<b>Falla</b>	<b>No Falla</b>	<b>Falla</b>	<b>No falla</b>	<b>Falla</b>	<b>No Falla</b>	<b>Falla</b>	<b>No Falla</b>	<b>Falla</b>	<b>No Falla</b>
<b>0</b>										
<b>0,5</b>										
<b>14</b>										
<b>15</b>										
<b>15,5</b>										

**Trabajo con carga del coche de control temporizado.**

	<b>Sistema de Bloqueo</b>		<b>Mecanismo Electromecánico</b>		<b>Estructura</b>
<b>Tiempo</b>	<b>Motor Eléctrico 1</b>	<b>Motor Eléctrico 2</b>	<b>Validador</b>	<b>Temporizador</b>	

[min]	Falla	No Falla								
0										
0,5										
14										
15										
15,5										

## **ANEXO D**

### **CATALOGO DIPAC Y PROPIEDADES DEL ACERO**

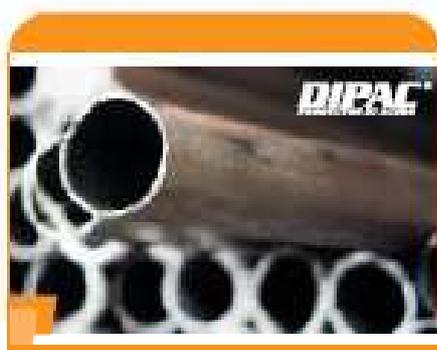




### TUBO MECANICO REDONDO

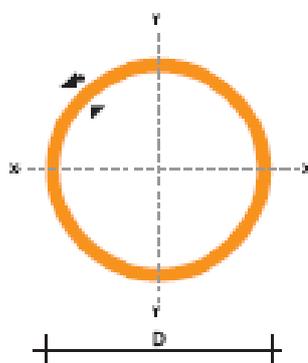
#### Especificaciones Generales

<b>Norma:</b>	ASTM A 513
<b>Recubrimiento:</b>	Negro o galvanizado
<b>Carga nominal:</b>	4 mt5
<b>Otros largos:</b>	Previa consulta
<b>Dimensiones:</b>	Desde 1/2" a 2 1/2"
<b>Espesor:</b>	Desde 0,6 mm a 1,5 mm



#### NOMENCLATURA

- A= Área de la sección transversal del tubo, cm<sup>2</sup>
- I= Momento de inercia de la sección, cm<sup>4</sup>
- W= Módulo resistente de la sección, cm<sup>3</sup>
- r= Radio de giro de la sección, cm



DIAMETRO NOMINAL (D)	ESPESOR	PESO		PROPIEDADES			
		t	P	A	I	W	r
Pulg	mm	mm	kg/5m	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm
1/2	12.70	0.60	1.34	0.23	0.04	0.07	0.43
		0.75	1.44	0.28	0.05	0.08	0.42
		0.95	1.36	0.36	0.06	0.09	0.41
		1.10	2.10	0.40	0.07	0.11	0.41
		1.50	2.32	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	1.36	0.36	0.10	0.13	0.53
		0.95	2.28	0.44	0.12	0.15	0.51
		1.10	2.34	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	2.95	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	2.34	0.41	0.24	0.21	0.76
		0.75	0.52	0.60	0.29	0.26	0.76
		0.95	3.48	0.63	0.36	0.32	0.75
		1.10	3.58	0.73	0.41	0.37	0.75
		1.50	4.32	0.98	0.53	0.47	0.74
1	25.40	0.60	2.28	0.47	0.36	0.26	0.86
		0.75	2.38	0.58	0.44	0.35	0.87
		0.95	3.30	0.73	0.55	0.43	0.87
		1.10	4.20	0.84	0.62	0.49	0.86
		1.50	5.34	1.13	0.81	0.64	0.85
1 1/4	31.75	0.95	4.30	0.92	1.09	0.60	1.18
		1.10	0.22	1.05	1.24	0.76	1.06
		1.50	7.26	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	6.34	1.30	3.07	1.38	1.54
		1.10	7.26	1.50	3.52	1.46	1.50
		1.50	9.34	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	7.30	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	1.40	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	3.96	2.06
2 1/2	63.50	1.50	14.04	2.92	14.05	4.42	2.19



**DIPAC**<sup>®</sup>  
PRODUCTOS DE ACERO



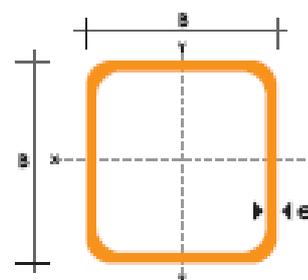
## TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO

### Especificaciones Generales

<b>Norma:</b>	ASIM A-200
<b>Recubrimiento:</b>	Negro o galvanizado 6 mts.
<b>Largo normal:</b>	6 mts.
<b>Otros largos:</b>	Previa Consulta
<b>Dimensiones:</b>	Desde 20mm a 100mm
<b>Espesor:</b>	Desde 1.0mm a 5.0mm



DIMENSIONES			AREA	EJES X-X <sub>0</sub> Y-Y		
A mm	ESPESOR mm	PESO Kg/m	AREA cm <sup>2</sup>	I cm <sup>4</sup>	W cm <sup>3</sup>	i cm
20	1,2	0,72	6,90	0,53	0,69	0,77
20	1,5	0,88	1,05	0,58	0,88	0,74
20	2,0	1,15	1,34	0,69	0,89	0,73
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	0,93
30	1,2	1,08	1,20	1,21	1,20	1,14
30	1,5	1,35	1,65	2,19	1,48	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	2,25	2,85	11,08	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	4,74	21,26	7,09	2,39
60	3,0	5,42	6,81	35,08	11,89	2,34
75	2,0	4,52	5,74	50,47	13,48	2,97
75	3,0	6,71	8,41	71,54	19,08	2,93
75	4,0	8,99	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	178,95	35,39	3,94
100	4,0	12,13	14,95	238,09	45,22	3,89
100	5,0	14,40	18,38	270,57	54,11	3,84





# DIPAC®

PRODUCTOS DE ACERO



## TUBO MECANICO CUADRADO

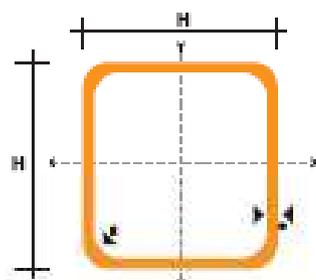
### Especificaciones Generales

Norma	ASTM A513
Acabamiento	Negro o Galvanizado
Largo normal	6m
Otros largos	Por favor consultar
Dimensiones	Desde 1/2" a 2"
Espesor	Desde 0.4 a 1.6 mm



CUADRADO

DIMENSIONES			AREA	EJES X-X <sub>0</sub> Y-Y		
A mm	ESPESOR mm	PESO Kg/m	AREA cm <sup>2</sup>	I cm <sup>4</sup>	W cm <sup>3</sup>	I cm
12	0.8	0.30	0.37	1.00	0.14	0.48
12	1.0	0.37	0.50	0.11	0.18	0.47
15	0.8	0.36	0.45	1.15	0.20	0.58
15	1.0	0.45	0.61	1.20	0.26	0.57
20	0.8	0.49	0.61	1.38	0.38	0.79
20	1.0	0.60	0.83	1.50	0.50	0.77
20	1.2	0.72	0.90	1.53	0.53	0.77
20	1.5	0.88	1.05	1.58	0.58	0.74
25	0.8	0.61	0.77	1.76	0.61	0.99
25	1.0	0.76	1.05	1.00	0.80	0.98
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
30	0.8	0.74	0.93	1.33	0.89	1.19
30	1.0	0.92	1.27	1.77	1.10	1.10
30	1.2	1.09	1.38	1.91	1.28	1.18
30	1.5	1.35	1.65	2.19	1.47	1.15
40	0.8	0.90	1.25	3.21	1.61	1.60
40	1.0	1.23	1.71	4.32	2.16	1.59
40	1.2	1.47	1.86	4.68	2.34	1.59
40	1.5	1.82	2.25	5.48	2.74	1.56
50	1.2	1.84	2.34	7.30	3.72	1.99
50	1.5	2.29	2.85	11.06	4.42	1.97



#### NOMENCLATURA

- A= Área de la sección transversal del tubo, cm<sup>2</sup>
- I= Momento de inercia de la sección, cm<sup>4</sup>
- W= Módulo resistente de la sección, cm<sup>3</sup>
- I= Radio de giro de la sección, cm



**DIPAC**<sup>®</sup>  
PRODUCTOS DE ACERO



PLATINAS

## PERFILES LAMINADOS PLATINAS

### Especificaciones Generales

Calidad	ASTM A 36 / SAE 1008
Otras calidades	Revisar Consulta
Longitud normal	6,00 m
Otras longitudes	Revisar Consulta
Acabado	Natural
Otro acabado	Revisar Consulta



DENOMINACION	DIMENSIONES		PESO		AREA
	mm		kg/m	kg/6m	cm <sup>2</sup>
	a	e			
PLT 12X3	12	3	0.28	1.70	0.36
PLT 12X4	12	4	0.38	2.45	0.48
PLT 12X6	12	6	0.57	3.40	0.72
PLT 19X3	19	3	0.45	2.68	0.57
PLT 19X4	19	4	0.60	3.58	0.76
PLT 19X6	19	6	0.89	5.37	1.15
PLT 25X3	25	3	0.59	3.53	0.75
PLT 25X4	25	4	0.79	4.71	1.00
PLT 25X6	25	6	1.18	7.07	1.50
PLT 25X12	30	3	0.71	4.24	0.90
PLT 30X4	30	4	0.94	5.65	1.20
PLT 30X6	30	6	1.41	8.47	1.80
PLT 30X9	30	9	2.12	12.71	2.70
PLT 30X12	30	12	2.83	16.95	3.60
PLT 38X3	38	3	0.89	5.37	1.15
PLT 38X4	38	4	1.19	7.15	1.52
PLT 38X6	38	6	1.79	11.40	2.28
PLT 38X9	38	9	2.69	16.11	3.42
PLT 38X12	38	12	3.58	21.48	4.56
PLT 50X3	50	3	1.18	7.09	1.50
PLT 50X4	50	4	1.58	9.42	2.00
PLT 50X6	50	6	2.34	14.05	3.00
PLT 50X9	50	9	3.53	21.20	4.50
PLT 50X12	50	12	4.71	28.26	6.00
PLT 65X6	65	6	3.06	18.37	3.90
PLT 65X9	65	9	4.59	27.55	5.85
PLT 65X12	65	12	6.12	36.73	7.80
PLT 75X6	75	6	3.53	21.20	4.50
PLT 75X9	75	9	5.30	31.80	6.75
PLT 75X8	75	8	7.07	42.39	9.00
PLT 75X12	75	12	7.07	42.39	9.00
PLT 100X6	100	6	4.71	28.26	6.00
PLT 100X8	100	8	7.07	42.39	9.00
PLT 100X9	100	9	7.07	42.39	9.00
PLT 100X12	100	12	9.43	56.58	12.00
PLT 120X12	120	12	67.82	407.52	14.40
PLT 150X15	150	15	105.88	635.28	22.50
PLT 150X20	150	20	145.44	872.64	30.00





TSC

## TUBERIA PARA VAPOR TUBERIA SIN COSTURA Y ACCESORIOS CEDULA 40

### Especificaciones Generales

Material	ASME A 53 GR B - para conducción de fluidos
Recubrimiento	Negro o galvanizado
Largo normal	6.00 m.
Otros largos	Previa Consulta
Acabado	Natural
Otro acabado	Previa Consulta

### Resistencia Mecánica

Resistencia a la tracción	60000 psi ( 42.3 Kg F/mm <sup>2</sup> )
Límite de elasticidad	39000 psi ( 24.6 Kg F/mm <sup>2</sup> )
Alargamiento	0.5%



DIAMETRO NOMINAL	EXTERIOR		ESPESOR		PRESION PRUEBA		PESO
	mm	pulg	e mm	pulg	kg/cm <sup>2</sup>	lb/pulg <sup>2</sup>	kg/mt
1/4"	13.70	0.54	2.34	0.09	49	700	0.83
3/8"	17.10	0.37	2.81	0.09	49	700	0.85
1/2"	21.30	0.84	2.77	0.10	49	700	1.27
3/4"	26.70	1.05	2.87	0.11	49	700	1.68
1"	33.40	1.31	3.38	0.13	49	700	2.50
1 1/4"	42.20	1.68	3.96	0.14	91	1300	3.38
1 1/2"	48.30	1.90	3.68	0.14	91	1300	4.05
2"	60.30	2.37	3.91	0.15	176	2500	5.44
2 1/2"	73.00	2.87	5.16	0.20	176	2500	8.62
3"	88.90	3.50	5.40	0.21	176	2500	11.29
4"	114.30	4.50	6.02	0.23	155	2210	16.07
5"	141.30	5.58	6.95	0.25	137	1950	21.78
6"	168.30	6.62	7.11	0.28	125	1780	28.26
8"	219.10	8.62	8.18	0.32	110	1570	42.53
10"	273.00	10.75	9.27	0.36	101	1430	60.29
12"	323.80	12.75	10.31	0.40	94	1340	79.65

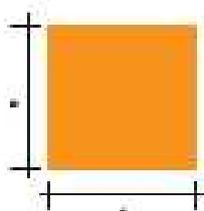
Composición Química	Máximo porcentaje
Carbono	0.3
Manganeso	1.2
Fósforo	0.05
Azufre	0.06

### Especificaciones Generales

## PERFILES LAMINADOS

<b>Calidad</b>	ASTM A 36
<b>Otras calidades</b>	Previa Consulta
<b>Largo Normal</b>	6,00 m.
<b>Otros largos</b>	Previa Consulta
<b>Acabado</b>	Natural
<b>Otro acabado</b>	Previa Consulta

## VARILLA CUADRADA LISA



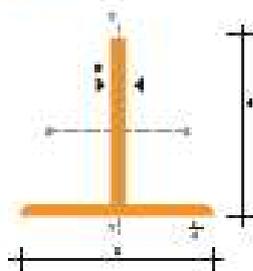
DENOMINACION	LA DO		PESO		AREA
	mm	kg/m	kg/6m	cm <sup>2</sup>	
VCU 5/16	8.0	0.57	3.41	0.72	
VCU 3/8	9.0	0.64	3.83	0.81	
VCU 1/2	11.0	0.95	5.70	1.21	
VCU 5/8	15.0	1.77	10.60	2.25	
VCU 3/4	18.0	2.54	15.26	3.24	
VCU 24.5	24.5	4.72	28.30	6.00	

## VARILLA REDONDA LISA



DENOMINACION	DIAMETRO		PESO		AREA
	mm	kg/m	kg/6m	cm <sup>2</sup>	
VRL 5.5	5.5	0.34	2.04	0.43	
VRL 8	8.0	0.50	2.98	0.63	
VRL 10	10.0	0.62	3.70	0.79	
VRL 12	12.0	0.89	5.33	1.13	
VRL 15	15.0	1.39	8.32	1.77	
VRL 18	18.0	2.00	11.98	2.55	
VRL 22	22.0	2.98	17.90	3.80	
VRL 24.5	24.0	3.70	22.20	4.71	

## TEES



DENOMINACION	DIMENSIONES		a	PESO		AREA	
	mm			kg/m	kg/6m		cm <sup>2</sup>
	a	b					
TEE 20x3	20	20	3	0.90	5.40	1.15	
TEE 25x3	25	25	3	1.19	7.14	1.52	
TEE 30x3	30	30	3	1.41	8.48	1.80	

## ASTM A36 Steel, bar

Categories: [Metal](#), [Ferrous Metal](#), [ASTM Steel](#), [Carbon Steel](#), [Low Carbon Steel](#)

**Material Notes:** Minimum Cu content when copper steel is specified. Used for guardrails.

**Key Words:** UNS K02600

**Vendors:** [Click here to view all available suppliers for this material.](#)

Please [click here](#) if you are a supplier and would like information on how to add your listing to this material.

Physical Properties	Metric	English	Comments
Density	7.85 g/cc	0.284 lb/in <sup>3</sup>	
Mechanical Properties	Metric	English	Comments
Tensile Strength Ultimate	400 - 560 MPa	58000 - 79800 psi	
Tensile Strength Yield	250 MPa	36300 psi	
Elongation at Break	20.0 %	20.0 %	In 200 mm
	23.0 %	23.0 %	In 50 mm.
Modulus of Elasticity	200 GPa	29000 ksi	
Compressive yield strength	152 MPa	22000 psi	Allowable compressive strength
Bulk Modulus	140 GPa	20300 ksi	Typical for steel
Poisson's Ratio	0.290	0.280	
Shear Modulus	79.3 GPa	11500 ksi	
Component Elements Properties	Metric	English	Comments
Carbon, C	0.260 %	0.260 %	
Copper, Cu	0.20 %	0.20 %	
Iron, Fe	99.9 %	99.9 %	
Manganese, Mn	0.75 %	0.75 %	
Phosphorus, P	<= 0.040 %	<= 0.040 %	
Sulfur, S	<= 0.050 %	<= 0.050 %	

[References](#) for this database:

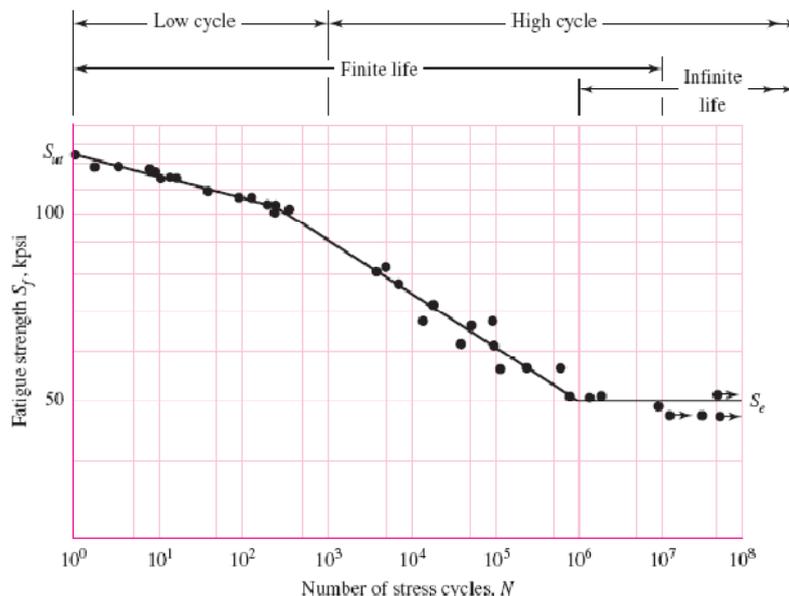
Some of the values displayed above may have been converted from their original units, and/or rounded in order to display the information in a consistent format. Users requiring more precise data for scientific or engineering calculations can click on the property value to see the original value as well as raw conversions to equivalent units. We advise that you only use the original value or one of its raw conversions in your calculations to minimize rounding error. We also ask that you refer to MatWeb's disclaimer and terms of use regarding this information. [Click here](#) to view all the property values for this database as they were originally entered into MatWeb.

**ANEXO E**

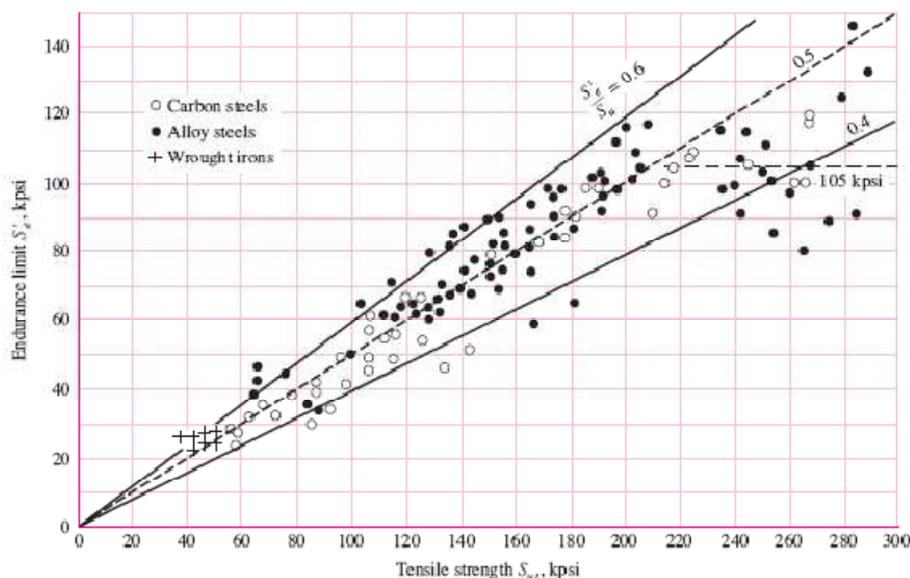
**TABLAS DE SHIGLEY**

**Figure 6-10**

An  $S-N$  diagram plotted from the results of completely reversed axial fatigue tests. Material; UNS G41 300 steel, normalized;  $S_{ut} = 116$  kpsi; maximum  $S_{ut} = 125$  kpsi. (Data from NACA Tech. Note 3866, December 1966.)



$$S'_e = \begin{cases} 0.5S_{ut} & S_{ut} \leq 200 \text{ kpsi (1400 MPa)} \\ 100 \text{ kpsi} & S_{ut} > 200 \text{ kpsi} \\ 700 \text{ MPa} & S_{ut} > 1400 \text{ MPa} \end{cases} \quad (6-8)$$

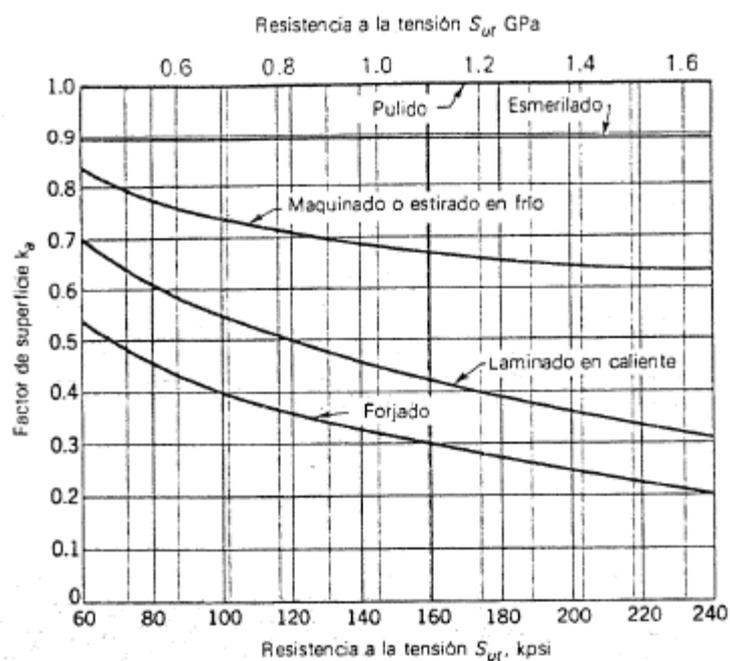


**Figure 6-17**

Graph of endurance limits versus tensile strengths from actual test results for a large number of wrought irons and steels. Ratios of  $S'_e/S_{ut}$  of 0.60, 0.50, and 0.40 are shown by the solid and dashed lines. Note also the horizontal dashed line for  $S'_e = 105$  kpsi. Points shown having a tensile strength greater than 210 kpsi have a mean endurance limit of  $S'_e = 105$  kpsi and a standard deviation of 13.5 kpsi. (Collated from data compiled by H. J. Grover, S. A. Gordon, and L. R. Jackson in *Fatigue of Metals and Structures*, Bureau of Naval Weapons Document NAWWEPS 00-25-534, 1960; and from *Fatigue Design Handbook*, SAE, 1968, p. 42.)

$$S_e = k_a k_b k_c k_d k_e k_f S'_e \quad (6-18)$$

- where
- $k_a$  = surface condition modification factor
  - $k_b$  = size modification factor
  - $k_c$  = load modification factor
  - $k_d$  = temperature modification factor
  - $k_e$  = reliability factor<sup>13</sup>
  - $k_f$  = miscellaneous-effects modification factor
  - $S'_e$  = rotary-beam test specimen endurance limit
  - $S_e$  = endurance limit at the critical location of a machine part in the geometry and condition of use



**FIGURA 7-10** Factores de modificación de acabado superficial para el acero. Estos son los factores  $k_a$  que se usan en la ecuación (7-15).

Tabla 7-5 INTERVALOS TÍPICOS DE ÍNDICES DE RUGOSIDAD O ASPEREZA SUPERFICIAL  $R_a$

Proceso	Rugosidad ( $\mu$ pulg)		Rugosidad ( $\mu$ m)	
	Usual	Extremo	Usual	Extremo
Cepillado	500-63	1000-16	15-1.5	25-0.4
Taladrado	250-63	1000-16	6-1.5	25-0.4
Fresado	250-32	1000-8	6-0.8	25-0.2
Escariado	125-32	250-16	3-0.8	6-0.4
Rimado	125-32	250-16	3-0.8	6-0.4
Torneado	250-16	1000-2	6-0.4	25-0.05
Esmerilado	63-4	250-1	1.5-0.1	6-0.02
Pulido	16-4	32-0.5	0.4-0.1	0.8-0.01
Lapeado	16-2	32-0.5	0.4-0.05	0.8-0.01
Fundición en arena	1000-500	2000-250	15-13	50-6
Moldeo de inversión	125-63	250-16	3-1.5	6-0.4
Extrusionado	125-32	500-16	3-0.8	13-0.4
Estirado en frío	125-32	250-8	3-0.8	6-0.2
Colado a presión	63-32	125-16	1.5-0.8	3-0.4

Fuente: Machinery's Handbook, 20a. ed., Industrial Press, 1975, p. 2395.

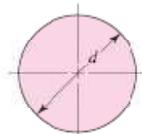
$$k_b = \begin{cases} (d/0.3)^{-0.107} = 0.879d^{-0.107} & 0.11 \leq d \leq 2 \text{ in} \\ 0.91d^{-0.157} & 2 < d \leq 10 \text{ in} \\ (d/7.62)^{-0.107} = 1.24d^{-0.107} & 2.79 \leq d \leq 51 \text{ mm} \\ 1.51d^{-0.157} & 51 < d \leq 254 \text{ mm} \end{cases} \quad (6-20)$$

Table 6-5

	Reliability, %	Transformation Variate $z_\sigma$	Reliability Factor $k_\sigma$
Reliability Factors $k_\sigma$	50	0	1.000
Corresponding to	90	1.288	0.897
8 Percent Standard	95	1.645	0.868
Deviation of the	99	2.326	0.814
Endurance Limit	99.9	3.091	0.753
	99.99	3.719	0.702
	99.999	4.265	0.659
	99.9999	4.753	0.620

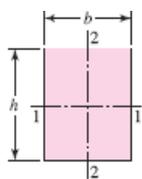
**Table 6-3**

$A_{0.95\sigma}$  Areas of Common Nonrotating Structural Shapes



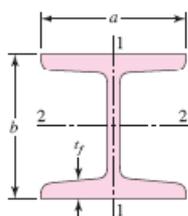
$$A_{0.95\sigma} = 0.01046d^2$$

$$d_b = 0.370d$$

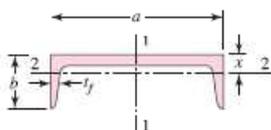


$$A_{0.95\sigma} = 0.05hb$$

$$d_b = 0.808\sqrt{hb}$$

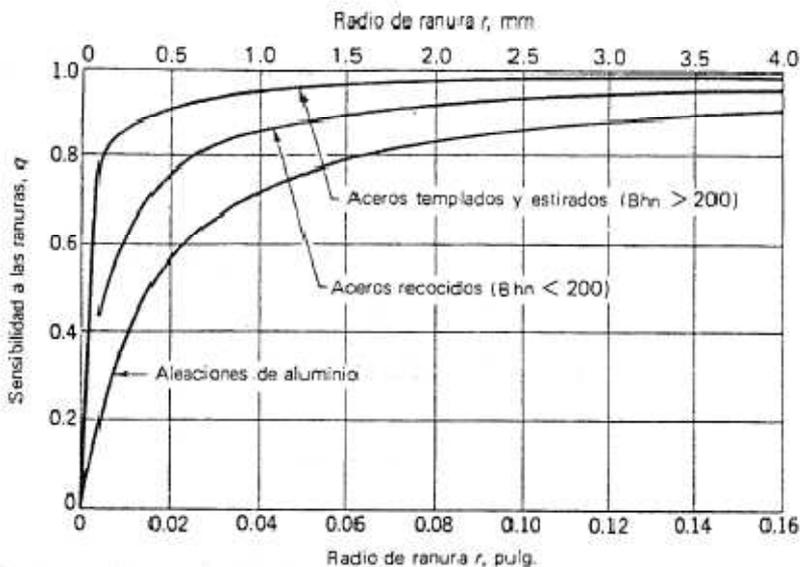


$$A_{0.95\sigma} = \begin{cases} 0.10at_f & \text{axis 1-1} \\ 0.05ba & \text{axis 2-2} \end{cases} \quad t_f > 0.025a$$



$$A_{0.95\sigma} = \begin{cases} 0.05cb & \text{axis 1-1} \\ 0.052xa + 0.1t_f(b-x) & \text{axis 2-2} \end{cases}$$

$$k_d = \begin{cases} 1.0 & T \leq 450^\circ\text{C} \ (840^\circ\text{F}) \\ 1 - 5.8(10)^{-3}(T - 450) & 450^\circ\text{C} < T \leq 550^\circ\text{C} \\ 1 - 3.2(10)^{-3}(T - 840) & 840^\circ\text{F} < T \leq 1020^\circ\text{F} \end{cases}$$



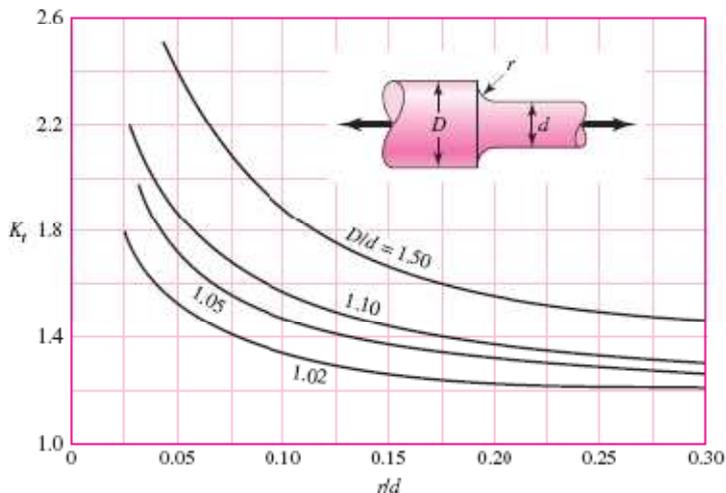
**FIGURA 7-19** Diagrama de sensibilidad a las ranuras para materiales en torsión invertida alternativamente. En el caso de radios de ranura grandes se usan los valores de  $q$  correspondientes a  $r = 0.16$  pulg (4 mm).

**Table A-15**

Charts of Theoretical Stress-Concentration Factors  $K^*$  (Continued)

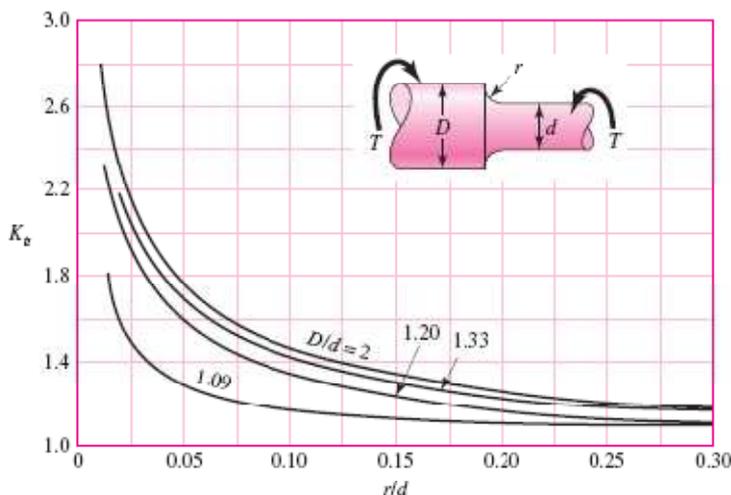
**Figure A-15-7**

Round shaft with shoulder fillet in tension,  $\sigma_0 = F/A$ , where  $A = \pi d^2/4$ .



**Figure A-15-8**

Round shaft with shoulder fillet in torsion,  $\tau_0 = Tc/J$ , where  $c = d/2$  and  $J = \pi d^4/32$ .



**Figure A-15-9**

Round shaft with shoulder fillet in bending,  $\sigma_0 = Mc/I$ , where  $c = d/2$  and  $I = \pi d^4/64$ .

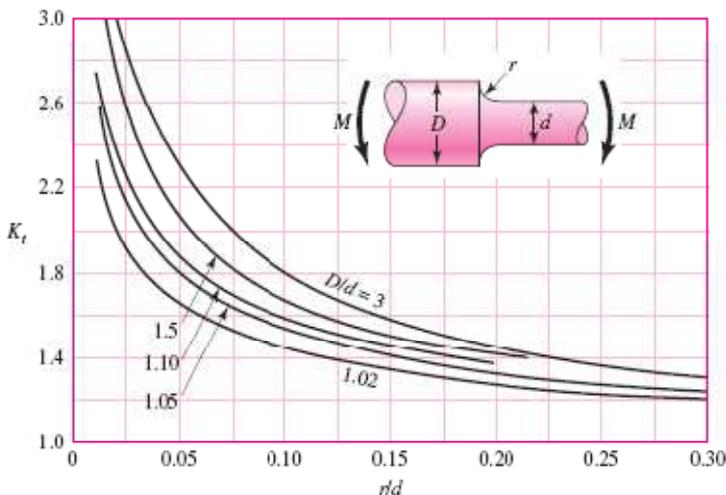


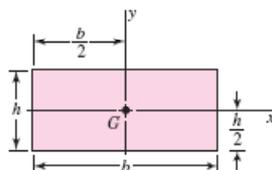
Table A-18

Geometric Properties

## Part 1 Properties of Sections

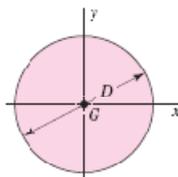
 $A$  = area $G$  = location of centroid $I_x = \int y^2 dA$  = second moment of area about  $x$  axis $I_y = \int x^2 dA$  = second moment of area about  $y$  axis $I_{xy} = \int xy dA$  = mixed moment of area about  $x$  and  $y$  axes $J_G = \int r^2 dA = \int (x^2 + y^2) dA = I_x + I_y$   
= second polar moment of area about axis through  $G$  $k_x^2 = I_x/A$  = squared radius of gyration about  $x$  axis

Rectangle



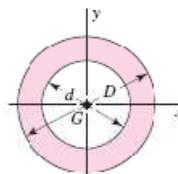
$$A = bh \quad I_x = \frac{bh^3}{12} \quad I_y = \frac{b^3h}{12} \quad I_{xy} = 0$$

Circle



$$A = \frac{\pi D^2}{4} \quad I_x = I_y = \frac{\pi D^4}{64} \quad I_{xy} = 0 \quad J_G = \frac{\pi D^4}{32}$$

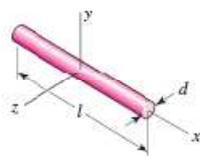
Hollow circle



$$A = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2) \quad I_x = I_y = \frac{\pi}{64}(D^4 - d^4) \quad I_{xy} = 0 \quad J_G = \frac{\pi}{32}(D^4 - d^4)$$

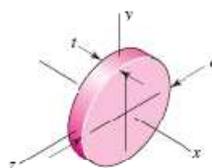
**Table A-18**Geometric Properties  
(Continued)**Part 2 Properties of Solids ( $\rho$  = Density, Weight per Unit Volume)**

Rods



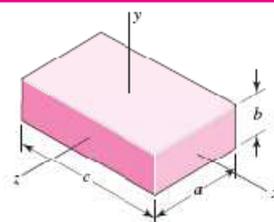
$$m = \frac{\pi d^2 l \rho}{4g} \quad I_y = I_z = \frac{ml^2}{12}$$

Round disks



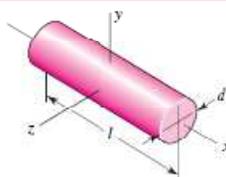
$$m = \frac{\pi d^2 t \rho}{4g} \quad I_x = \frac{md^2}{8} \quad I_y = I_z = \frac{md^2}{16}$$

Rectangular prisms



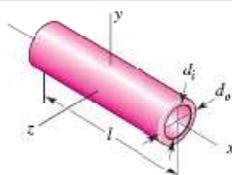
$$m = \frac{abc\rho}{g} \quad I_x = \frac{m}{12}(a^2 + b^2) \quad I_y = \frac{m}{12}(a^2 + c^2) \quad I_z = \frac{m}{12}(b^2 + c^2)$$

Cylinders



$$m = \frac{\pi d^2 l \rho}{4g} \quad I_x = \frac{md^2}{8} \quad I_y = I_z = \frac{m}{48}(3d^2 + 4l^2)$$

Hollow cylinders



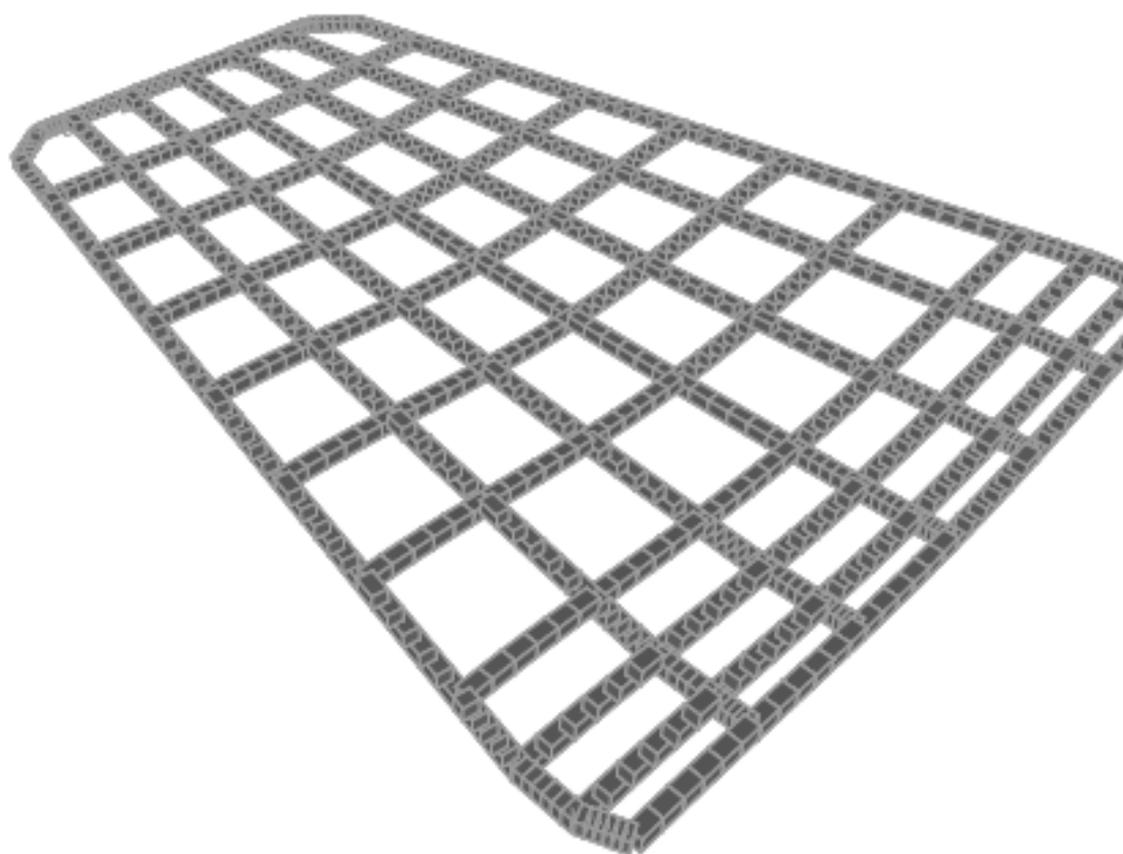
$$m = \frac{\pi (d_o^2 - d_i^2) l \rho}{4g} \quad I_x = \frac{m}{8} (d_o^2 + d_i^2) \quad I_y = I_z = \frac{m}{48} (3d_o^2 + 3d_i^2 + 4l^2)$$

## **ANEXO F**

### **SIMULACIÓN Y RESULTADOS EN SOFTWARE SAP2000**

SAP2000

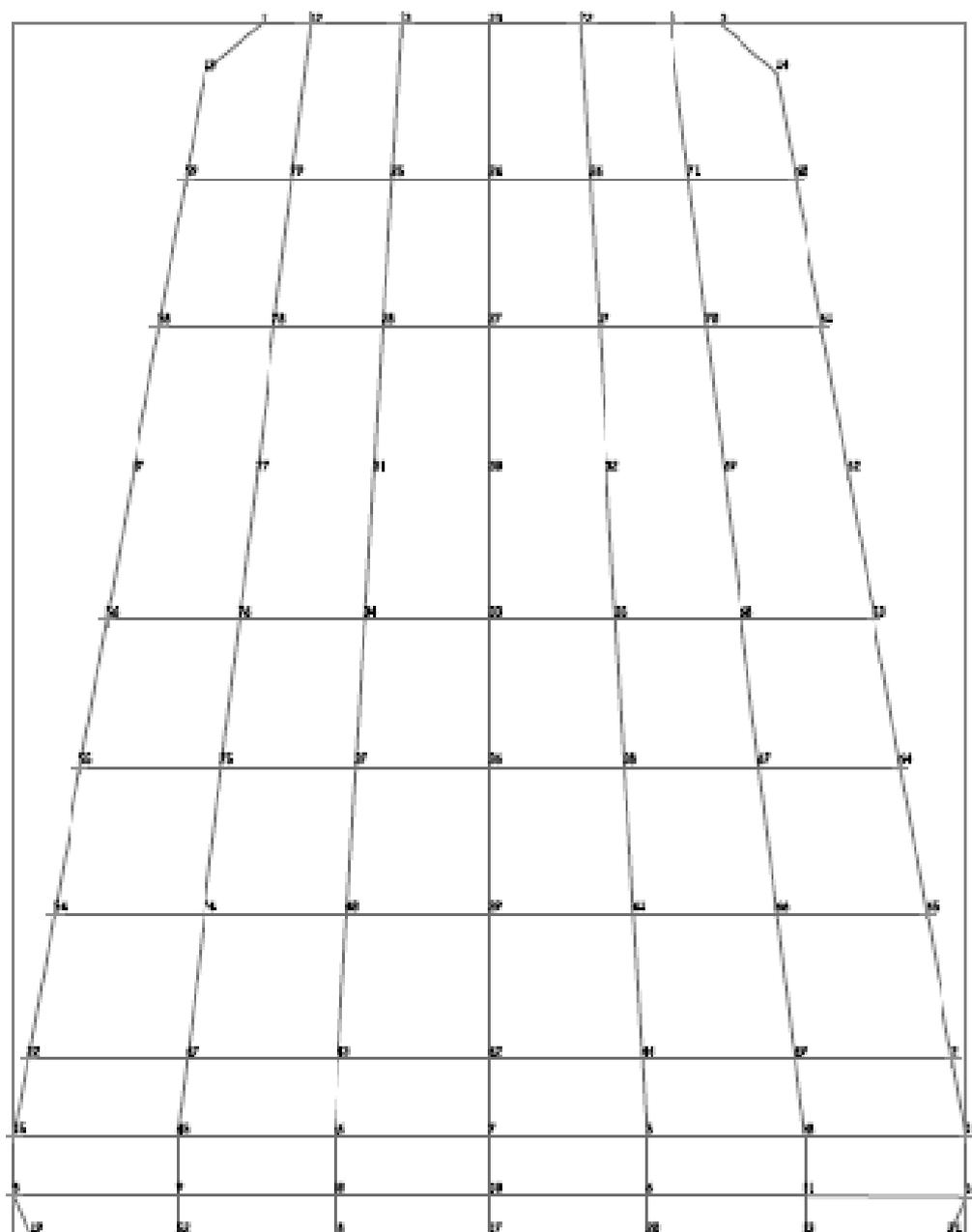
6/3/10 17:52:26



SAP2000 v12.0.0 - File:Rejilla SAP - Deformed Shape (DEAD) - Kgf, mm, C Units

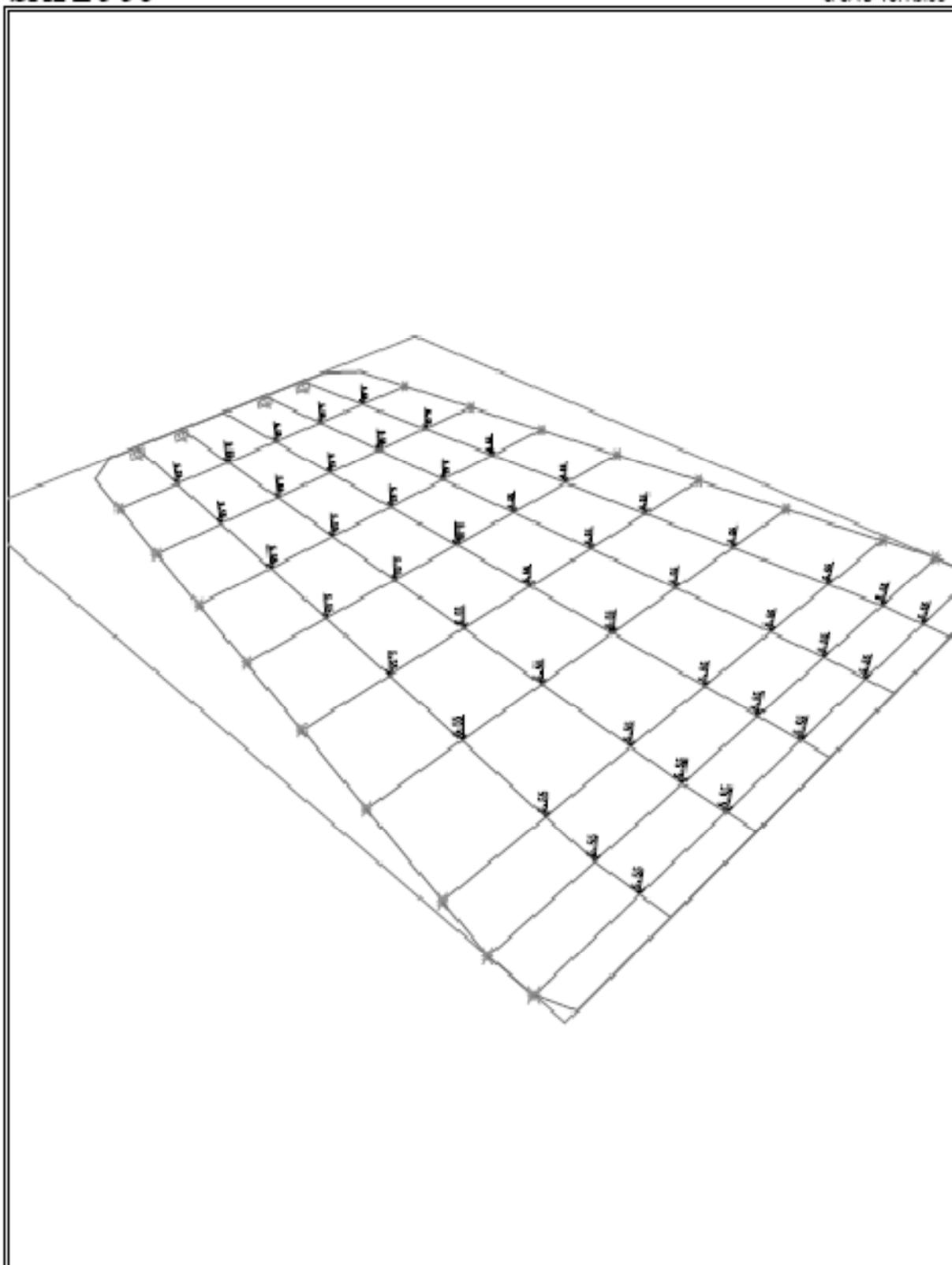
SAP2000

6/3/10 18:11:06



SAP2000

6/3/10 16:13:59



SAP2000 v12.0.0 - File:Rejilla SAP - Joint Loads (DEAD) - Kg#, mm, C Units

## Reacciones

TABLE: Joint Reactions								
Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-mm	Kgf-mm	Kgf-mm
1	DEAD	LinStatic	0	0	9,84	-14,57	914,7	0
2	DEAD	LinStatic	0	0	12,07	-37,51	1029,45	0
4	DEAD	LinStatic	0	0	-2	0	247,47	0
8	DEAD	LinStatic	0	0	15,96	-90,17	-1512,84	0
12	DEAD	LinStatic	0	0	-2	0	-247,47	0
15	DEAD	LinStatic	0	0	9,86	-15,09	-915,69	0
16	DEAD	LinStatic	0	0	15,99	-83,24	1517,12	0
22	DEAD	LinStatic	0	0	12,06	-37,7	-1029,54	0
54	DEAD	LinStatic	0	0	13,58	-70,94	-1109,4	0
55	DEAD	LinStatic	0	0	14,2	-88,29	-1116,08	0
56	DEAD	LinStatic	0	0	14,52	-96,88	-1079,37	0
57	DEAD	LinStatic	0	0	14,55	-100,9	-1004,46	0
58	DEAD	LinStatic	0	0	14,01	-107,07	-873,49	0
59	DEAD	LinStatic	0	0	13,31	-92,32	-642,77	0
60	DEAD	LinStatic	0	0	13,31	-92,32	642,77	0
61	DEAD	LinStatic	0	0	14,01	-107,07	873,49	0
62	DEAD	LinStatic	0	0	14,55	-100,9	1004,46	0
63	DEAD	LinStatic	0	0	14,52	-96,89	1079,39	0
64	DEAD	LinStatic	0	0	14,2	-88,3	1116,14	0
65	DEAD	LinStatic	0	0	13,58	-70,93	1109,54	0
72	DEAD	LinStatic	0	0	3,76	0	145,9	0
73	DEAD	LinStatic	0	0	3,76	0	-145,9	0

## Desplazamientos

TABLE: Joint Displacements								
Joint	OutputCase	CaseType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	mm	mm	mm	Radians	Radians	Radians
1	DEAD	LinStatic	0	0	0	0	0	0
2	DEAD	LinStatic	0	0	0	0	0	0
3	DEAD	LinStatic	0	0	0,005568	0,001288	-0,000385	0
4	DEAD	LinStatic	0	0	0	0,002216	0	0
5	DEAD	LinStatic	0	0	1,325995	0,000516	-0,007934	0
6	DEAD	LinStatic	0	0	1,303533	0,000903	-0,007703	0
7	DEAD	LinStatic	0	0	-1,65339	0,000887	0,000003644	0
8	DEAD	LinStatic	0	0	0	0	0	0
9	DEAD	LinStatic	0	0	0,547174	0,000018	0,010134	0
10	DEAD	LinStatic	0	0	-1,6234	0,001101	0,000005455	0
11	DEAD	LinStatic	0	0	0,005568	0,001288	0,000385	0
12	DEAD	LinStatic	0	0	0	0,002216	0	0
13	DEAD	LinStatic	0	0	0,000309	0,000302	0,000395	0
14	DEAD	LinStatic	0	0	0,000309	0,000302	-0,000395	0
15	DEAD	LinStatic	0	0	0	0	0	0
16	DEAD	LinStatic	0	0	0	0	0	0
17	DEAD	LinStatic	0	0	1,600434	0,001163	0,000006647	0
18	DEAD	LinStatic	0	0	1,285272	0,000956	0,007603	0
19	DEAD	LinStatic	0	0	0,015197	0,000059	0,003523	0
20	DEAD	LinStatic	0	0	-1,28425	0,000968	-0,007613	0
21	DEAD	LinStatic	0	0	0,014794	0,000073	-0,003468	0
22	DEAD	LinStatic	0	0	0	0	0	0
23	DEAD	LinStatic	0	0	0,003065	0,004975	-2,901E-11	0
24	DEAD	LinStatic	0	0	-	0,004862	-5,222E-10	0

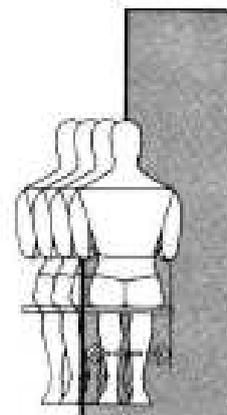
					0,416013			
25	DEAD	LinStatic	0	0	-0,33772	0,004076	0,00294	0
26	DEAD	LinStatic	0	0	-0,33772	0,004076	-0,00294	0
27	DEAD	LinStatic	0	0	0,752374	0,003933	5,688E-10	0
28	DEAD	LinStatic	0	0	0,604335	0,003398	0,0051	0
29	DEAD	LinStatic	0	0	0,604335	0,003398	-0,0051	0
30	DEAD	LinStatic	0	0	1,030825	0,003425	1,532E-08	0
31	DEAD	LinStatic	0	0	0,824337	0,003083	0,00658	0
32	DEAD	LinStatic	0	0	0,824338	0,003083	-0,00658	0
33	DEAD	LinStatic	0	0	1,279685	0,003118	7,699E-08	0
34	DEAD	LinStatic	0	0	1,021842	0,00291	0,007643	0
35	DEAD	LinStatic	0	0	1,021849	0,00291	-0,007643	0
36	DEAD	LinStatic	0	0	1,496746	0,002542	1,811E-07	0
37	DEAD	LinStatic	0	0	1,195489	0,002512	0,008347	0
38	DEAD	LinStatic	0	0	1,195512	0,002512	-0,008347	0
39	DEAD	LinStatic	0	0	1,646104	0,001336	-4,77E-08	0
40	DEAD	LinStatic	0	0	1,318132	0,001606	0,008556	0
41	DEAD	LinStatic	0	0	1,318147	0,001605	-0,008556	0
42	DEAD	LinStatic	0	0	1,680781	-0,00031	0,000001783	0
43	DEAD	LinStatic	0	0	1,351662	0,000228	0,008195	0
44	DEAD	LinStatic	0	0	1,351472	0,000223	-0,008196	0
45	DEAD	LinStatic	0	0	0,542049	0,000355	0,010392	0
46	DEAD	LinStatic	0	0	1,326474	0,000507	0,00793	0
47	DEAD	LinStatic	0	0	0,562862	0,000972	0,010837	0
48	DEAD	LinStatic	0	0	0,541628	0,000341	-0,010387	0
49	DEAD	LinStatic	0	0	0,562772	0,000967	-0,010835	0

50	DEAD	LinStatic	0	0	-	-	0,007695	0
51	DEAD	LinStatic	0	0	1,304325	0,000892	-0,010128	0
52	DEAD	LinStatic	0	0	-	-	0,009728	0
53	DEAD	LinStatic	0	0	0,546144	0,000044	-0,00973	0
54	DEAD	LinStatic	0	0	-	-	0	0
55	DEAD	LinStatic	0	0	0,545816	0,000133	0	0
56	DEAD	LinStatic	0	0	-	-	0	0
57	DEAD	LinStatic	0	0	0,544249	0,000159	0	0
58	DEAD	LinStatic	0	0	0	0	0	0
59	DEAD	LinStatic	0	0	0	0	0	0
60	DEAD	LinStatic	0	0	0	0	0	0
61	DEAD	LinStatic	0	0	0	0	0	0
62	DEAD	LinStatic	0	0	0	0	0	0
63	DEAD	LinStatic	0	0	0	0	0	0
64	DEAD	LinStatic	0	0	0	0	0	0
65	DEAD	LinStatic	0	0	0	0	0	0
66	DEAD	LinStatic	0	0	-	-	-0,011164	0
67	DEAD	LinStatic	0	0	0,545598	0,001723	-0,01077	0
68	DEAD	LinStatic	0	0	-0,49206	0,002021	-0,009836	0
69	DEAD	LinStatic	0	0	-0,42098	0,002082	-0,00851	0
70	DEAD	LinStatic	0	0	-	-	-0,006714	0
71	DEAD	LinStatic	0	0	0,341706	0,002027	-0,004054	0
72	DEAD	LinStatic	0	0	-	-	0	0
73	DEAD	LinStatic	0	0	0,254211	0,002001	0	0
74	DEAD	LinStatic	0	0	-	-	0	0
75	DEAD	LinStatic	0	0	0,147446	0,002097	0,011164	0
76	DEAD	LinStatic	0	0	0	0,00418	0,01077	0
77	DEAD	LinStatic	0	0	0	0,00418	0,009835	0
78	DEAD	LinStatic	0	0	-	-	0,00851	0
79	DEAD	LinStatic	0	0	0,545564	0,001723	0,006714	0
					-	-	0,004054	0
					0,492042	0,002021		
					-	-		
					0,420975	0,002082		
					-	-		
					0,341705	0,002027		
					-	-		
					0,254211	0,002001		
					-	-		
					0,147446	0,002097		

## **ANEXO G**

### **DATOS ANTROPOMÉTRICOS**

2E

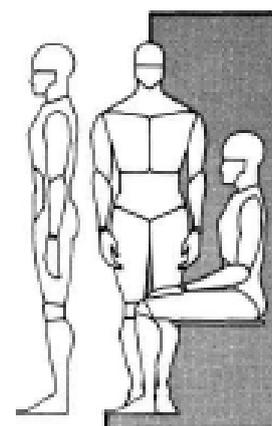
**ANCHURA  
CODO-CODO**


Anchura codo-codo\* de hombres y mujeres adultos, en pulgadas y centímetros, según edad, sexo y selección de percentiles†

		18 a 79 (Total)		18 a 24 Años		25 a 34 Años		35 a 44 Años		45 a 54 Años		55 a 64 Años		65 a 74 Años		75 a 79 Años	
		pulg.	cm	pulg.	cm	pulg.	cm	pulg.	cm	pulg.	cm	pulg.	cm	pulg.	cm	pulg.	cm
99	HOMBRES	21.4	54.4	20.8	52.8	21.4	54.4	21.5	54.8	21.8	55.4	22.0	55.9	21.0	53.3	20.7	52.6
	MUJERES	21.2	53.8	20.0	50.8	20.6	52.3	21.5	54.8	21.7	55.1	21.8	55.4	20.8	52.8	19.8	50.3
95	HOMBRES	19.9	50.5	19.4	49.3	19.7	50.0	20.0	50.8	20.0	50.8	20.0	50.8	19.9	50.5	19.5	49.5
	MUJERES	19.3	49.3	16.9	42.9	18.3	46.5	19.3	49.0	19.7	50.0	20.2	51.3	19.7	50.0	19.1	48.5
90	HOMBRES	19.0	48.3	18.2	46.2	18.8	47.8	19.2	48.8	19.2	48.8	19.3	49.0	19.3	49.0	18.7	47.5
	MUJERES	18.3	46.5	16.0	40.6	17.3	43.9	18.2	46.2	18.7	47.8	19.3	49.0	18.8	47.8	18.1	46.0
80	HOMBRES	18.1	46.0	17.2	43.7	17.8	45.2	18.3	46.5	18.4	46.7	18.3	46.5	18.5	47.0	17.8	45.2
	MUJERES	17.1	43.4	15.1	38.4	15.8	40.1	16.9	42.9	17.6	44.7	18.2	46.2	17.9	45.5	17.5	44.5
70	HOMBRES	17.5	44.5	16.5	41.9	17.3	43.9	17.7	45.0	17.8	45.2	17.7	45.0	17.8	45.2	17.1	43.4
	MUJERES	16.3	41.4	14.6	37.1	15.2	38.5	16.0	40.6	16.8	42.7	17.4	44.2	17.4	44.2	16.9	42.9
60	HOMBRES	17.0	43.2	15.9	40.4	16.8	42.7	17.2	43.7	17.3	43.9	17.2	43.7	17.3	43.9	16.7	42.4
	MUJERES	15.6	39.6	14.2	36.1	14.7	37.3	15.5	39.4	16.0	40.6	16.8	42.7	16.9	42.9	16.3	41.4
50	HOMBRES	16.5	41.9	15.4	39.1	16.3	41.4	16.7	42.4	16.8	42.7	16.7	42.4	16.8	42.7	16.4	41.7
	MUJERES	15.1	38.4	13.8	35.1	14.2	36.1	14.9	37.8	15.5	39.4	16.3	41.4	16.4	41.7	15.7	39.9
40	HOMBRES	16.0	40.6	15.0	38.1	15.9	40.4	16.3	41.4	16.3	41.4	16.1	40.9	16.3	41.4	16.0	40.6
	MUJERES	14.6	37.1	13.4	34.0	13.8	35.1	14.5	36.8	15.1	38.4	15.8	40.1	16.0	40.6	15.3	38.9
30	HOMBRES	15.5	39.4	14.5	36.8	15.4	39.1	15.9	40.4	15.9	40.4	15.6	39.6	15.9	40.4	15.5	39.4
	MUJERES	14.1	35.8	13.1	33.3	13.5	34.3	14.1	35.8	14.6	37.1	15.2	38.6	15.5	39.4	14.7	37.3
20	HOMBRES	15.0	38.1	14.1	35.8	15.0	38.1	15.3	38.9	15.3	38.9	15.2	38.8	15.3	38.9	14.9	37.8
	MUJERES	13.5	34.3	12.6	32.0	13.1	33.3	13.5	34.5	14.1	35.8	14.7	37.3	14.9	37.8	14.2	36.1
10	HOMBRES	14.3	36.1	13.4	34.0	14.2	36.1	14.6	37.1	14.6	37.1	14.5	36.8	14.6	37.1	14.3	36.3
	MUJERES	12.9	32.8	12.1	30.7	12.5	31.8	13.1	33.3	13.3	33.8	14.0	35.6	14.2	36.1	13.5	34.3
5	HOMBRES	13.7	34.8	13.1	33.3	13.7	34.8	14.1	35.8	14.1	35.8	14.1	35.8	14.0	35.6	14.0	35.6
	MUJERES	12.3	31.2	11.7	29.7	12.2	31.0	12.5	31.8	12.7	32.3	13.4	34.0	13.7	34.8	13.1	33.3
1	HOMBRES	13.0	33.0	12.3	31.2	13.1	33.3	13.1	33.3	13.2	33.5	13.2	33.5	13.2	33.5	12.4	31.5
	MUJERES	11.4	29.0	11.0	27.9	11.4	29.0	11.7	29.7	11.6	29.6	12.3	31.2	12.4	31.5	12.3	31.2

\* Definición anchura codo-codo: ver Tabla II.

† Medida bajo la cual desciende el porcentaje de personas indicando en el grupo de edad dado.

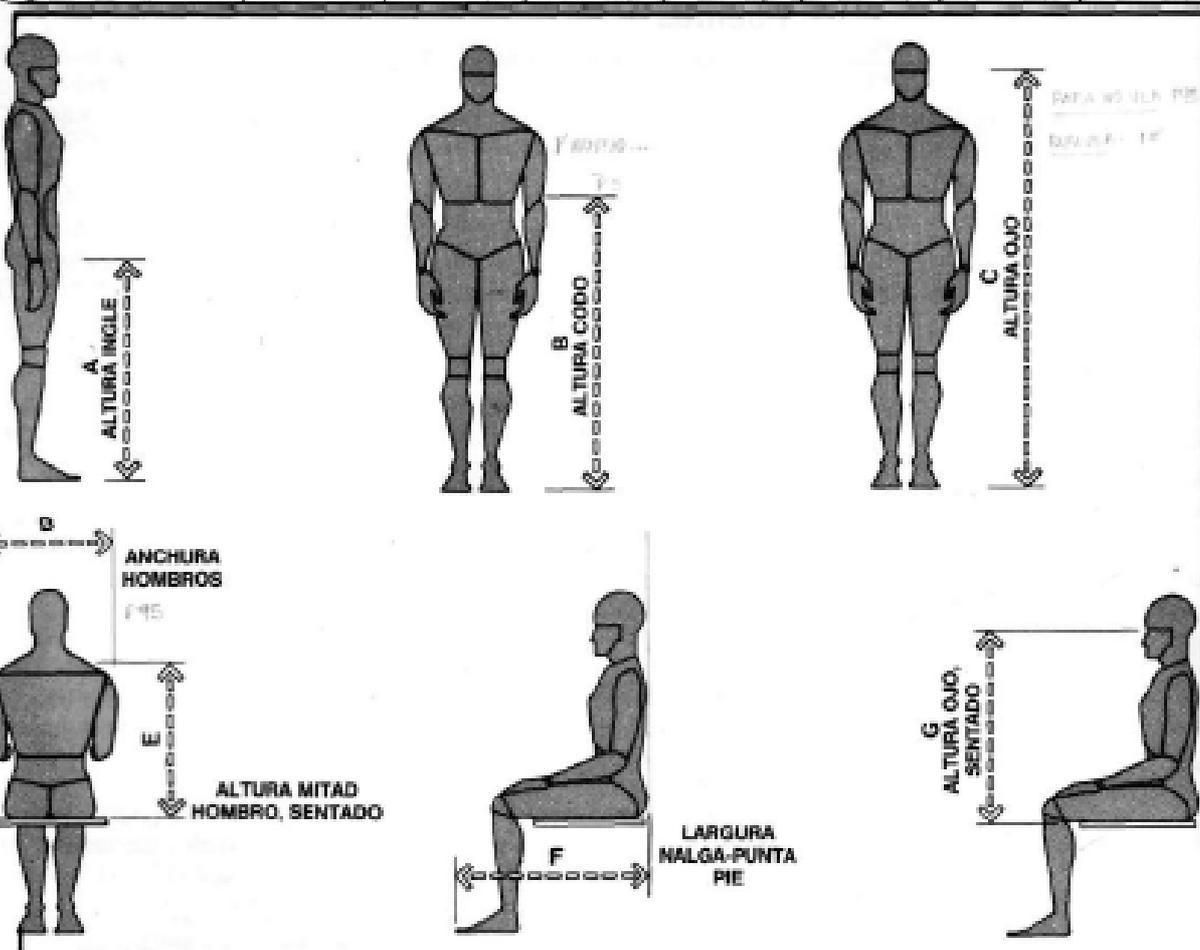


3

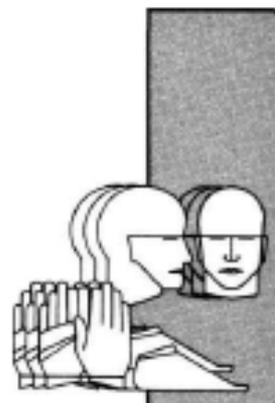
**DIMENSIONES ESTRUCTURALES COMBINADAS DEL CUERPO**

Dimensiones estructurales combinadas del cuerpo de hombres y mujeres adultos, en pulgadas y centímetros, según edad y selección de percentiles

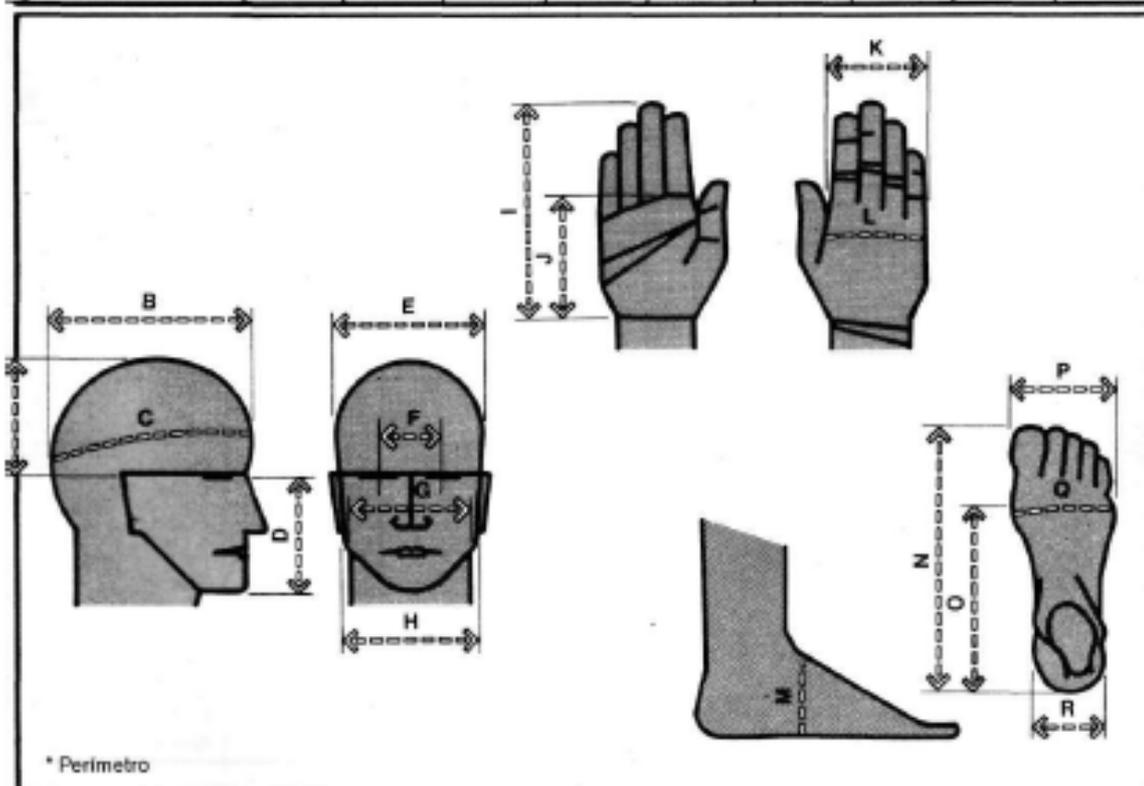
		A		B		C		D		E		F		G	
		pulg.	cm	pulg.	cm	pulg.	cm	pulg.	cm	pulg.	cm	pulg.	cm	pulg.	cm
95	HOMBRES	36,2	91,9	47,3	120,1	68,6	174,2	20,7	52,8	27,3	69,3	37,0	94,0	33,9	86,1
	MUJERES	32,0	81,3	43,6	110,7	64,1	162,8	17,0	43,2	24,6	62,5	37,0	94,0	31,7	80,5
5	HOMBRES	30,8	78,2	41,3	104,9	60,8	154,4	17,4	44,2	23,7	60,2	32,0	81,3	30,0	76,2
	MUJERES	26,8	68,1	38,6	98,0	56,3	143,0	14,9	37,8	21,2	53,8	27,0	68,6	28,1	71,4



8

**DIMENSIONES  
DE CABEZA, CARA,  
MANO Y PIE**


		A	B	C*	D	E	F	G	H	I
95	pulg.	5.0	6.50	23.58	5.13	8.27	2.71	5.94	5.98	8.07
	cm	12.7	16.5	59.9	13.0	21.0	6.9	15.1	15.2	20.5
5	pulg.	4.1	5.80	21.74	4.35	7.39	2.24	5.27	5.26	7.00
	cm	10.4	14.7	55.2	11.0	18.8	5.7	13.4	13.4	17.8
		J	K	L*	M*	N	O	P	Q*	R
95	pulg.	4.63	3.76	8.11	10.95	11.44	8.42	4.18	10.62	2.87
	cm	11.8	9.6	23.1	27.8	29.1	21.4	10.6	27.0	7.3
5	pulg.	3.92	3.24	7.89	9.38	9.89	7.18	3.54	9.02	2.40
	cm	10.0	8.2	20.0	23.8	25.1	18.2	9.0	22.9	6.1



## **ANEXO H**

### **TABLA DE ELECTRODO**

**INDURA 6011***Clasificación AWS: E-6011*

✓ Electrodo para acero al carbono

✓ Toda posición

✓ Corriente continua. Electrodo positivo

✓ Corriente alterna

✓ Revestimiento: Canela

✓ Punto: Azul

✓ Aprobado anualmente por el Lloyd's Register of Shipping y American Bureau of Shipping

**Descripción**

El electrodo 6011 posee un revestimiento de tipo celulósico diseñado para ser usado con corriente alterna, pero también se le puede usar con corriente continua, electrodo positivo.

La rápida solidificación del metal depositado facilita la soldadura en posición vertical y de sobrecabeza. El arco puede ser dirigido fácilmente en cualquier posición, permitiendo altas velocidades de deposición (soldadura).

**Usos**

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

**Aplicaciones típicas**

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

**Procedimiento para soldar**

Debe seguirse el mismo procedimiento utilizado para soldar un electrodo E-6010.

**Composición química (típica) del metal depositado:**

C 0,10%; Mn 0,68%; P 0,01%; S 0,02%; Si 0,34%

**Características típicas del metal depositado:**

Resultados de pruebas de tracción con probetas de metal de aporte (según norma AWS: A5.1-91):	Requerimientos según norma AWS: A5.1-91:
Resistencia a la tracción : 71.500 lb/pulg <sup>2</sup> (493 MPa)	60.000 lb/pulg <sup>2</sup> (414 MPa)
Límite de fluencia : 61.000 lb/pulg <sup>2</sup> (420 MPa)	48.000 lb/pulg <sup>2</sup> (331 MPa)
Alargamiento en 50 mm. : 30%	22%

**Amperajes recomendados:**

Diámetro pulg.	Electrodo mm.	Longitud pulg.	Electrodo mm.	Amperaje		Electrodos x kg. aprox.
				mín.	máx.	
3/32	2,4	12	300	50	90	74
1/8	3,2	14	350	80	120	34
5/32	4,0	14	350	120	160	24
3/16	4,8	14	350	160	220	17

**ANEXO I**

**CATALOGO DE RUEDAS BLICKLE**

**Blickle®**  
Ruedas+Morquillas

Serie: VE

Ruedas con bandaje estándar de goma sólida,  
centro de chapa de acero

50 - 205 kg



Rueda: Goma sólida estándar color negro 60° Slice A.  
El anillo: Estampado de chapa de acero, con soporte de  
espigas, diámetro - crunado.  
Descripción detallada: Página 33

Módulo de mantenimiento de la rueda: 30 minutos

#### Rueda

Referencia	Ø rueda (D) (mm)	Ancho rueda (T) (mm)	Capacidad de carga (kg)	Tipo de eje	Ø eje (d) (mm)	Largo de eje (L) (mm)
VE-60/12R	60	25	38	Caj. de espigas	12	38
VE-100/12R	100	30	78	Caj. de espigas	12	48
VE-125/20R	125	37,5	108	Caj. de espigas	20	48
VE-150/20R	150	40	138	Caj. de espigas	20	60
VE-180/20R	180	40	138	Caj. de espigas	20	60
VE-180/20R	180	50	178	Caj. de espigas	20	60
VE-200/20R	200	50	208	Caj. de espigas	20	60

Ø de ruedas adicionales ver serie V, página 130 y 131

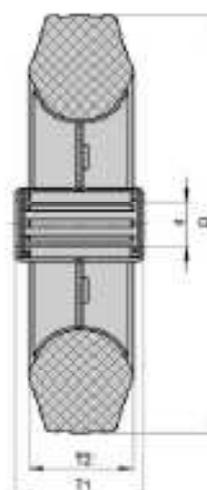
#### Variantes / A considerar



con bandaje gris,  
sof de aluminio

se vende con  
torde alacofelada,  
bandaje negro

Descripción: ícono de página	33	33
Referencia - ícono	-02	-2L
Disponibles en ruedas Ø (mm)	todas	todas



**Blickle®**  
Ruedas+Herquillas

Serie: LE-VE, HE-VE, B-VE  
Ruedas fijas y giratorias de chapa de acero

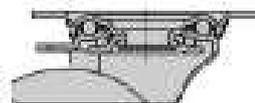
60 - 206 kg



**Herquilla Serie LHM801** - Rotatoria en chapa de acero, cuerpo giratorio en doble carril de bolas en la cabeza giratoria, remolca de distancia entre ejes posee el mismo espesor de la placa de la rueda, con el eje en la cabeza giratoria y las elevadas lazo y la, con cabeza giratoria rotatoria, eje estándar, acero - o inoxidable. Consulte en las planas de detalles: Páginas 77. Descripción de detalle: Páginas 62 y 71.

**Rueda Serie VE** - Rueda de acero, color negro, 50° Skan A. Lanza de acero de chapa de acero, con refuerzo de espiga, estándar, inoxidable. Descripción de detalle: Páginas 106 y 111.

Ruedas giratorias	Ruedas fijas	Ruedas con freno "stop-fix"									
Referencia	Referencia	Referencia	altura rueda [mm]	altura rueda [mm]	capacidad de carga [kg]	tipo de eje	altura total [mm]	anchura de la placa [mm]	anchura de la espiga [mm]	altura de la espiga [mm]	anchura de la rueda giratoria [mm]
LE-VE 50	HE-VE 50	LE-VE 50-F	50	50	50	Cajón de espiga	100	60 a 65	50 a 55	5	50
LE-VE 75	HE-VE 75	LE-VE 75-F	75	75	75	Cajón de espiga	135	60 a 65	50 a 55	5	75
LE-VE 100	HE-VE 100	LE-VE 100-F	100	100	100	Cajón de espiga	170	60 a 65	50 a 55	5	100
LE-VE 125	HE-VE 125	LE-VE 125-F	125	125	125	Cajón de espiga	205	60 a 65	50 a 55	5	125
LE-VE 150	HE-VE 150	LE-VE 150-F	150	150	150	Cajón de espiga	240	60 a 65	50 a 55	5	150
LE-VE 175	HE-VE 175	LE-VE 175-F	175	175	175	Cajón de espiga	275	60 a 65	50 a 55	5	175
LE-VE 200	HE-VE 200	LE-VE 200-F	200	200	200	Cajón de espiga	310	60 a 65	50 a 55	5	200



Variantes / Accesorios



	con base y pin de bloqueo	con freno eléctrico, carcasa negro	con pin anti-tilde de chapa de acero, estándar	con freno "stop-top"	freno direccional (ver 60° Skan A)
Descripción de detalle: páginas	68	69	70	71	75
Referencia de serie	-01	-02	-03	-04	HE-02.01
Disponibles en rueda Ø [mm]	todas	todas	todas	150 - 200	150 - 200

\* solo para ruedas y láminas de freno

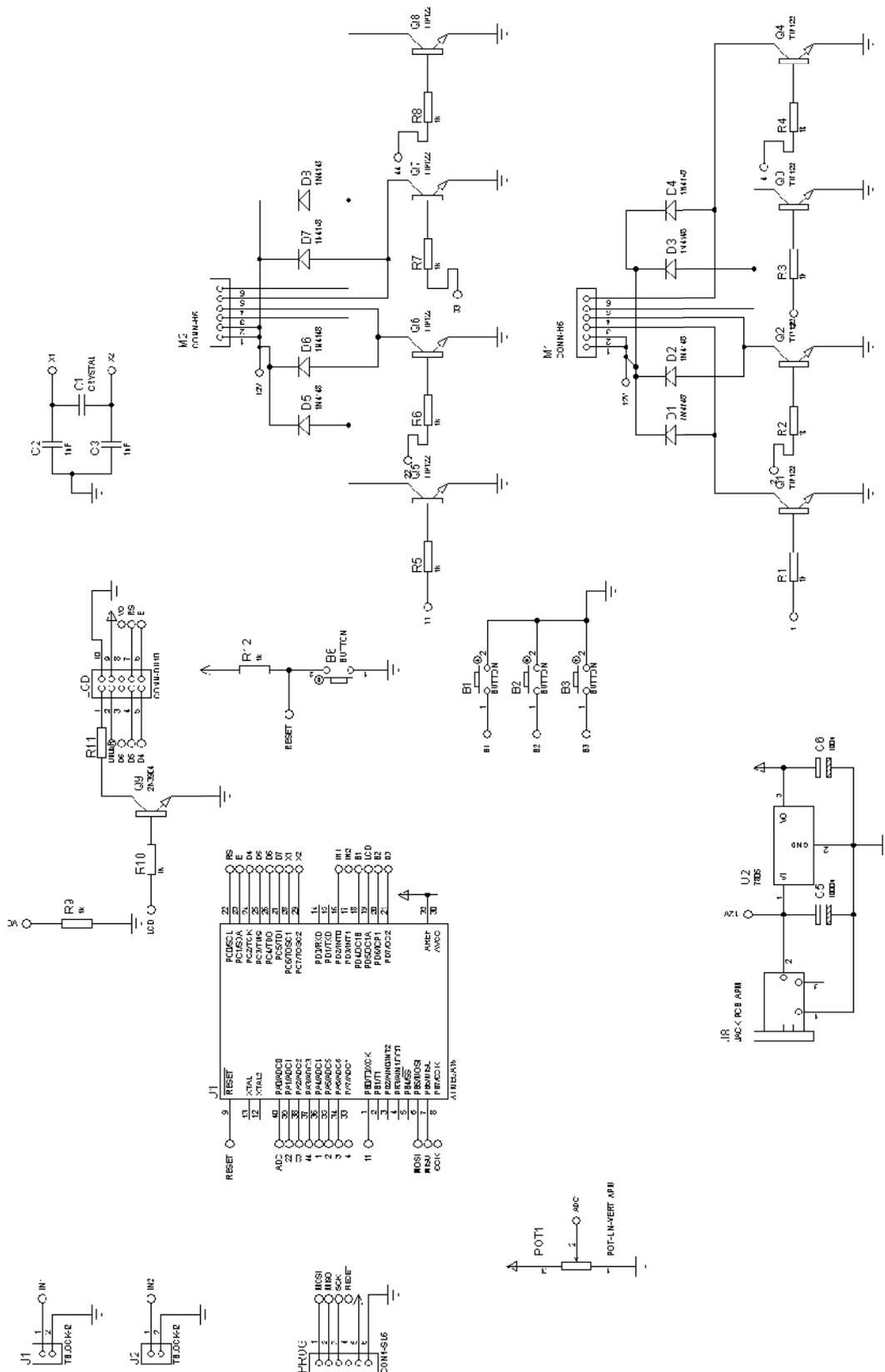
## **ANEXO J**

### **DIAGRAMAS DEL CIRCUITO**

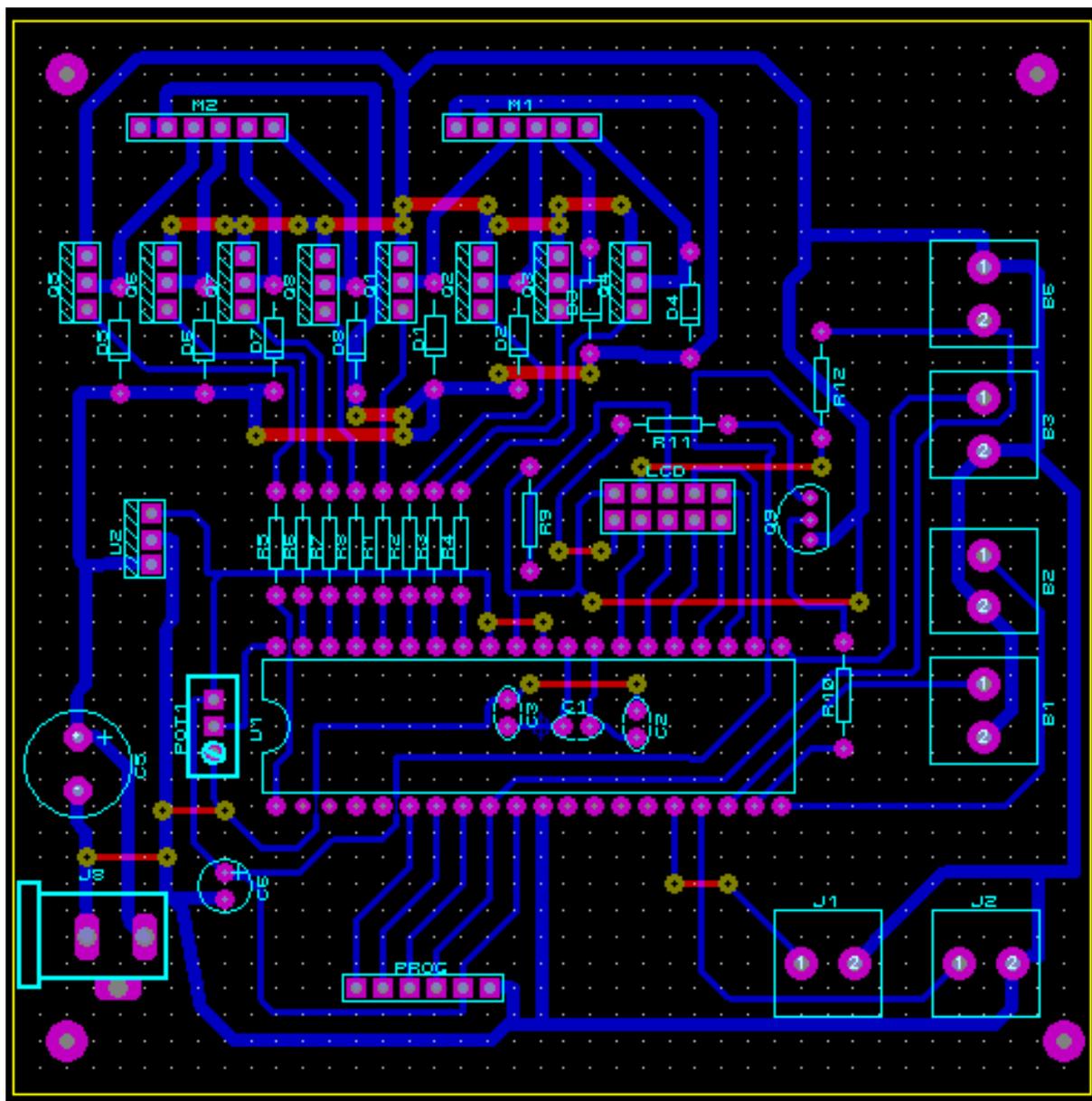
**Y**

### **PROGRAMACIÓN DEL PIC**

# ESQUEMAS DE LOS COMPONENTES DEL CIRCUITO.



## DIAGRAMA DE LA PLACA



## PROGRAMACIÓN DEL PIC

\$regfile = "m16def.dat"

\$crystal = 8000000

\$baud = 9600

\$hwstack = 100

\$swstack = 100

\$framesize = 100

Config Lcdpin = Pin , Db4 = Portc.2 , Db5 = Portc.3 , Db6 = Portc.4 , Db7 = Portc.5  
, E = Portc.1 , Rs = Portc.0

Config Lcd = 16 \* 2

Cursor Off

Config Date = Mdy , Separator = /

Config Clock = Soft

Date\$ = "11/11/00"

Time\$ = "00:00:00"

Ddrd.2 = 0 : Portd.2 = 1

On Int0 Encender

Enable Int0

Config Int0 = Falling

Enable Interrupts

Disable Timer2

Dim \_on As Byte

Dim Alarma As String \* 8

Dim Minu As Byte

Dim Segu As Byte

Dim Aux As String \* 10

Dim Alarmae As Eram String \* 8

Dim Cnt As Byte

Dim Min1 As Byte

Dim Hor1 As Byte

Dim Disparo As Byte

Dim A As Byte

Dim B As Byte

Dim Cambio As Byte

Dim Ch As Byte

Dim Min2 As Byte

Ddra = &B11111110

Porta = &B00000001

Ddrb.0 = 1 : Portb.0 = 0

Ddrd.4 = 0 : Portd.4 = 1

Ddrd.6 = 0 : Portd.6 = 1

Ddrd.7 = 0 : Portd.7 = 1

Q1 Alias Portb.0

Q2 Alias Porta.1

Q3 Alias Porta.2

Q4 Alias Porta.3

Q11 Alias Porta.4

Q22 Alias Porta.5

Q33 Alias Porta.6

Q44 Alias Porta.7

Manual Alias Pind.3

B1 Alias Pind.4

B2 Alias Pind.6

B3 Alias Pind.7

\_lcd Alias Portd.5

'Alarma = Alarmae

Alarma = "00:15:00"

Aux = Mid(alarma , 4 , 2)

Minu = Val(aux)

Aux = Mid(alarma , 7 , 2)

Segu = Val(aux)

\_on = 0

Cls

Reset \_lcd

Alarma = "00:00:00"

Ddrd.3 = 0 : Portd.3 = 1

Do

    If Manual = 1 Then

        Enable Int0

        Home U : Lcd "TIEMPO= " ; Time\$

        If \_on = 0 Or \_on = 1 Then

            Home L : Lcd "SETEO = " ; Alarma ; " "

        End If

    If \_on = 2 Then

        If \_min = Min2 Then Cambio = 1

        If Cambio = 1 Then

```
If Ch = 0 Then
    Ch = 1
    Home L : Lcd "SETEO = " ; Alarma ; " "
    Waitms 10
    Set _lcd
Else
    Home L : Lcd "SETEO = " ; Alarma ; " "
    Waitms 50
    Ch = 0
    Reset _lcd
End If
End If
End If
If _on = 2 Then
    If Hor1 = _hour And Min1 = _min And _sec < 2 Then
        Set _lcd
        For B = 1 To 8
            Gosub Vueltadown
        Next B
        Gosub Parar
        Disable Timer2
        Time$ = "00:00:00"
        _on = 0
        Cnt = 0
        Alarma = "00:00:00"
        Ch = 0
    End If
End If
```

```
Cambio = 0
Wait 1
Cls
Reset _lcd
End If
End If
End If
If _on = 1 Then
  For B = 1 To 8
    Gosub Vueltaup
  Next B
  Gosub Parar
  _on = 2
End If

If Manual = 0 Then
  Set _lcd
  Cls
  Do
    Alarma = "00:00:00"
    Cnt = 0
    _on = 0
    Disable Int0
    Disable Timer2
    Home U : Lcd " SISTEMA MANUAL "
  If B1 = 0 Then
```

```
Home U : Lcd "COLOCANDO SEGURO"
```

```
Do
```

```
  Gosub Bajar
```

```
Loop Until B1 = 1
```

```
  Gosub Parar
```

```
End If
```

```
If B2 = 0 Then
```

```
  Home U : Lcd "QUITANDO SEGURO "
```

```
Do
```

```
  Gosub Subir
```

```
Loop Until B2 = 1
```

```
  Gosub Parar
```

```
End If
```

```
Loop Until Manual = 1
```

```
Reset _lcd
```

```
End If
```

```
Loop
```

```
Vueltaup:
```

```
Home L : Lcd "ESPERE POR FAVOR"
```

```
For A = 1 To 50
```

```
  Home U : Lcd "TIEMPO= " ; Time$
```

```
  Gosub Subir
```

```
Next A
```

```
Home L : Lcd "SETEO = " ; Alarma ; " "
```

Return

Vueltadown:

Home L : Lcd "BLOQUEO SISTEMA"

For A = 1 To 50

Home U : Lcd "TIEMPO= " ; Time\$

Gosub Bajar

Next A

Home L : Lcd "SETEO = " ; Alarma ; " "

Return

Encender:

If \_on = 0 Then

\_on = 1

Enable Timer2

Time\$ = "00:00:00"

Set \_lcd

End If

Incr Cnt

If Cnt = 1 Then : Min1 = 15 : Hor1 = 0 : End If

If Cnt = 2 Then : Min1 = 30 : Hor1 = 0 : End If

If Cnt = 3 Then : Min1 = 45 : Hor1 = 0 : End If

If Cnt = 4 Then : Min1 = 00 : Hor1 = 1 : End If

If Cnt = 5 Then : Min1 = 15 : Hor1 = 1 : End If

If Cnt = 6 Then : Min1 = 30 : Hor1 = 1 : End If

If Cnt = 7 Then : Min1 = 45 : Hor1 = 1 : End If

If Cnt = 8 Then : Min1 = 00 : Hor1 = 2 : End If

Alarma = "0" + Str(hor1) + ":"

If Min1 < 15 Then

Alarma = Alarma + "0" + Str(min1) + ":00"

Else

Alarma = Alarma + Str(min1) + ":00"

End If

Min2 = Min1 - 1

Wait 1

Return

Subir:

Set Q1 : Reset Q2 : Reset Q3 : Reset Q4

Set Q11 : Reset Q22 : Reset Q33 : Reset Q44

Waitms 10

Reset Q1 : Set Q2 : Reset Q3 : Reset Q4

Reset Q11 : Set Q22 : Reset Q33 : Reset Q44

Waitms 10

Reset Q1 : Reset Q2 : Set Q3 : Reset Q4

Reset Q11 : Reset Q22 : Set Q33 : Reset Q44

Waitms 10

Reset Q1 : Reset Q2 : Reset Q3 : Set Q4

Reset Q11 : Reset Q22 : Reset Q33 : Set Q44

Waitms 10

Return

Bajar:

Reset Q1 : Set Q2 : Reset Q3 : Reset Q4

Reset Q11 : Set Q22 : Reset Q33 : Reset Q44

Waitms 10

Set Q1 : Reset Q2 : Reset Q3 : Reset Q4

Set Q11 : Reset Q22 : Reset Q33 : Reset Q44

Waitms 10

Reset Q1 : Reset Q2 : Reset Q3 : Set Q4

Reset Q11 : Reset Q22 : Reset Q33 : Set Q44

Waitms 10

Reset Q1 : Reset Q2 : Set Q3 : Reset Q4

Reset Q11 : Reset Q22 : Set Q33 : Reset Q44

Waitms 10

Return

Parar:

Reset Q1 : Reset Q2 : Reset Q3 : Reset Q4

Reset Q11 : Reset Q22 : Reset Q33 : Reset Q44

Return

## MATERIALES UTILIZADOS

### 2 Modules

Quantity:	References	Value	Order Code
2	M1, M2	CONN-H8	

### 12 Resistors

Quantity:	References	Value	Order Code
11	R1-R10, R12	1k	M1k
1	R11	100R	M100R

### 5 Capacitors

Quantity:	References	Value	Order Code
1	C1	CRYSTAL	
2	C2, C3	1nF	
1	C5	1000u	Maplin VH50E
1	C6	100u	Maplin KQ69A

### 2 Integrated Circuits

Quantity:	References	Value	Order Code
1	U1	ATMEGA16	
1	U2	7805	

### 9 Transistors

Quantity:	References	Value	Order Code
8	Q1-Q8	TIP122	
1	Q9	2N3904	

### 8 Diodes

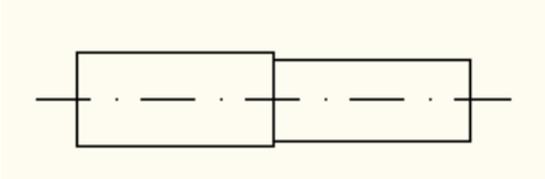
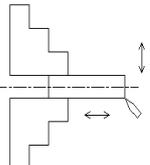
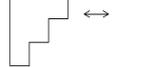
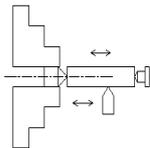
Quantity:	References	Value	Order Code
8	D1-D8	1N4148	

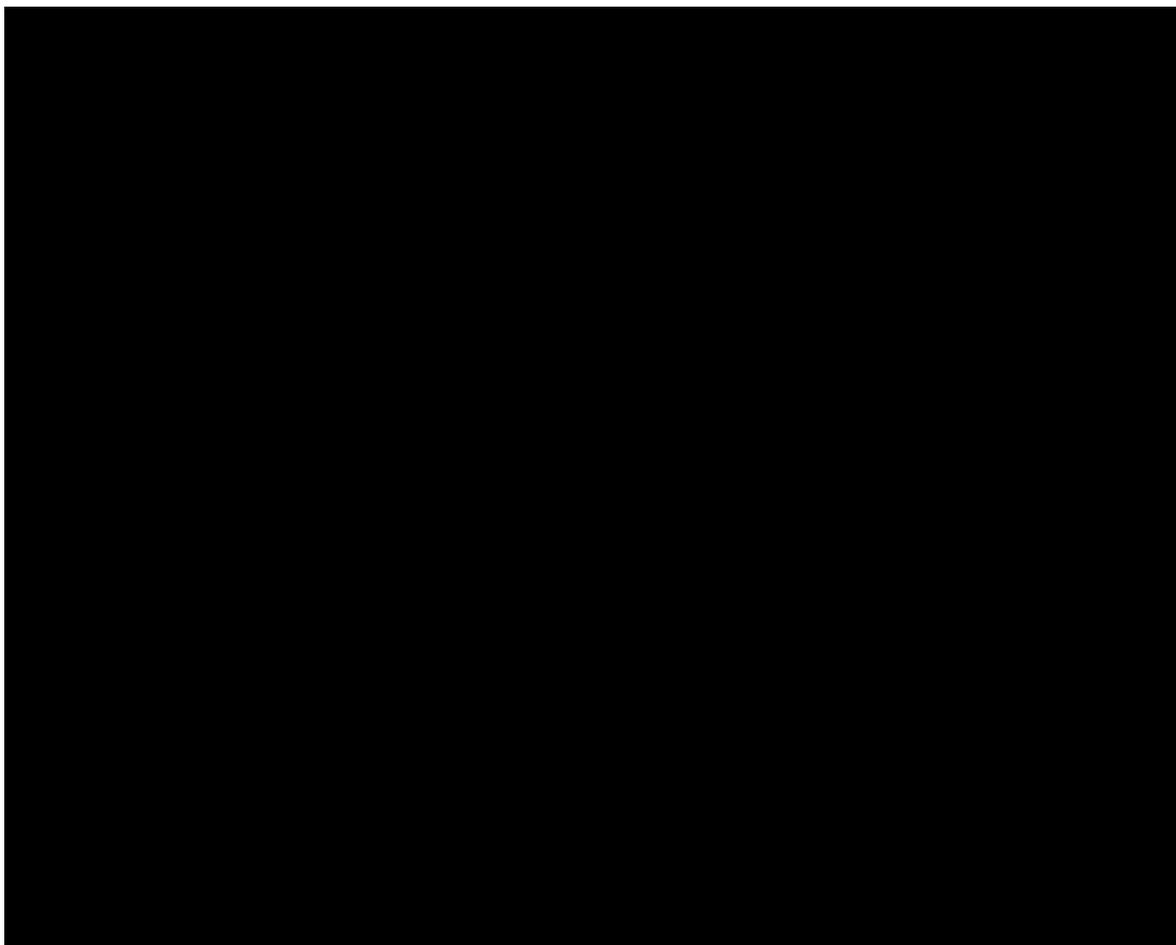
### 10 Miscellaneous

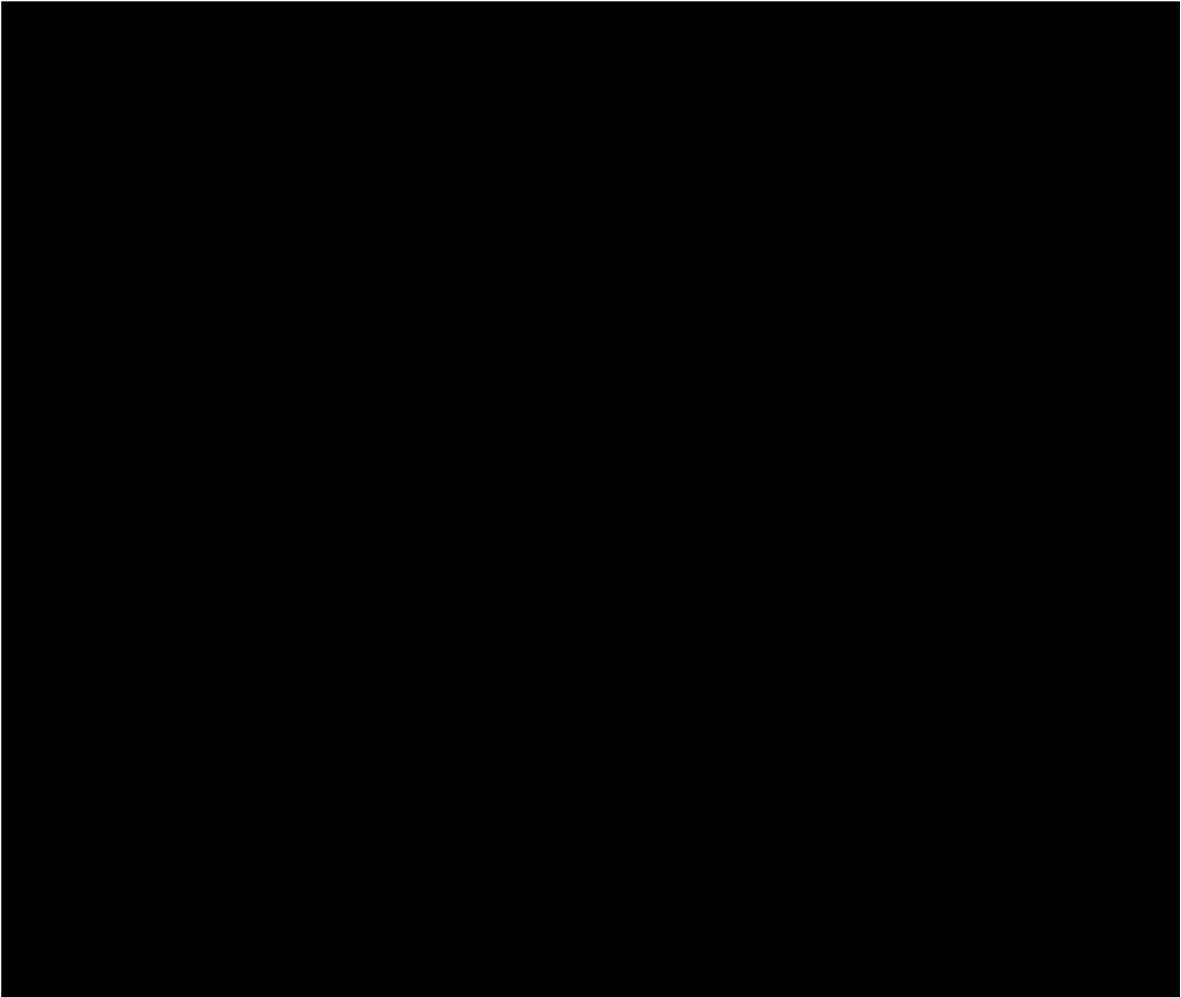
Quantity:	References	Value	Order Code
4	B1-B3, B6	BUTTON	
2	J1, J2	TBLOCK-I2	
1	J8	JACK_PCB_APM	
1	LCD	CONN-DIL10	
1	POT1	POT-LIN-VERT_APM	
1	PROG	CONN-SIL6	

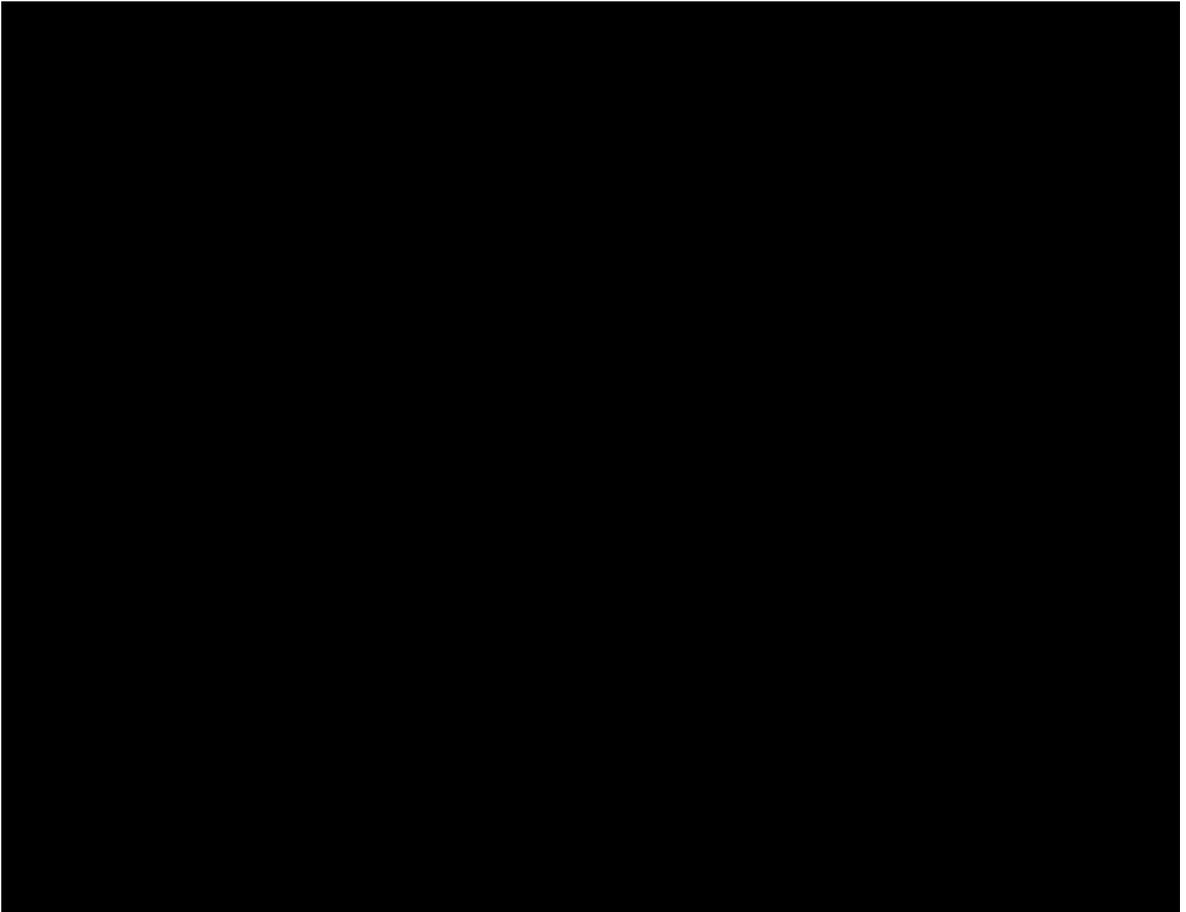
**ANEXO K**

**HOJAS DE PROCESOS**

HOJA DE PROCESOS – 1					ELEMENTO - 1				
EJE					Tiempo Total: horas				
POSICIÓN	CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MATERIAL	DIMENSIONES EN BRUTO		OBSERVACIÓN			
	2	Eje	Acero A 36	Ø 25.4x100		NINGUNA			
									
<b>Nota:</b> Eliminar aristas vivas									
FASE	SUB FASE	Nº	OPERACIONES	CROQUIS	RPM	UTILES		TIEMPOS (min)	
						trabajo	control	empleado	máx
TORNO (1)	1.0	1.1	Refrentar ambos lados del eje		600	cuchilla	Calibrado	10	14
		1.2	Pasar broca de centros ambos lados del eje		200	broca	r	4	6
	2.0	2.1	Montar entre puntos el eje					2	3
	3.0	3.1	Cilindrado a Ø = 23mm		600	Cc.	Cal.	20	25
		3.2	Cilindrado a Ø = 20mm		600	Cc	Cal.	15	20







## **ANEXO L**

### **FOTOS PRUEBAS DE CAMPO**



Fotografía A.1 Pruebas de campo, en la Facultad de Ingeniería Mecánica.

Fuente: Propia

Elaboración: Propia



Fotografía A.2 Comprobación del funcionamiento correcto del coche.

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

## **ANEXO M**

## **PLANOS**