



# UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE

## DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

### INGENIERÍA MECATRÓNICA

Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de  
Ingeniero Mecatrónico

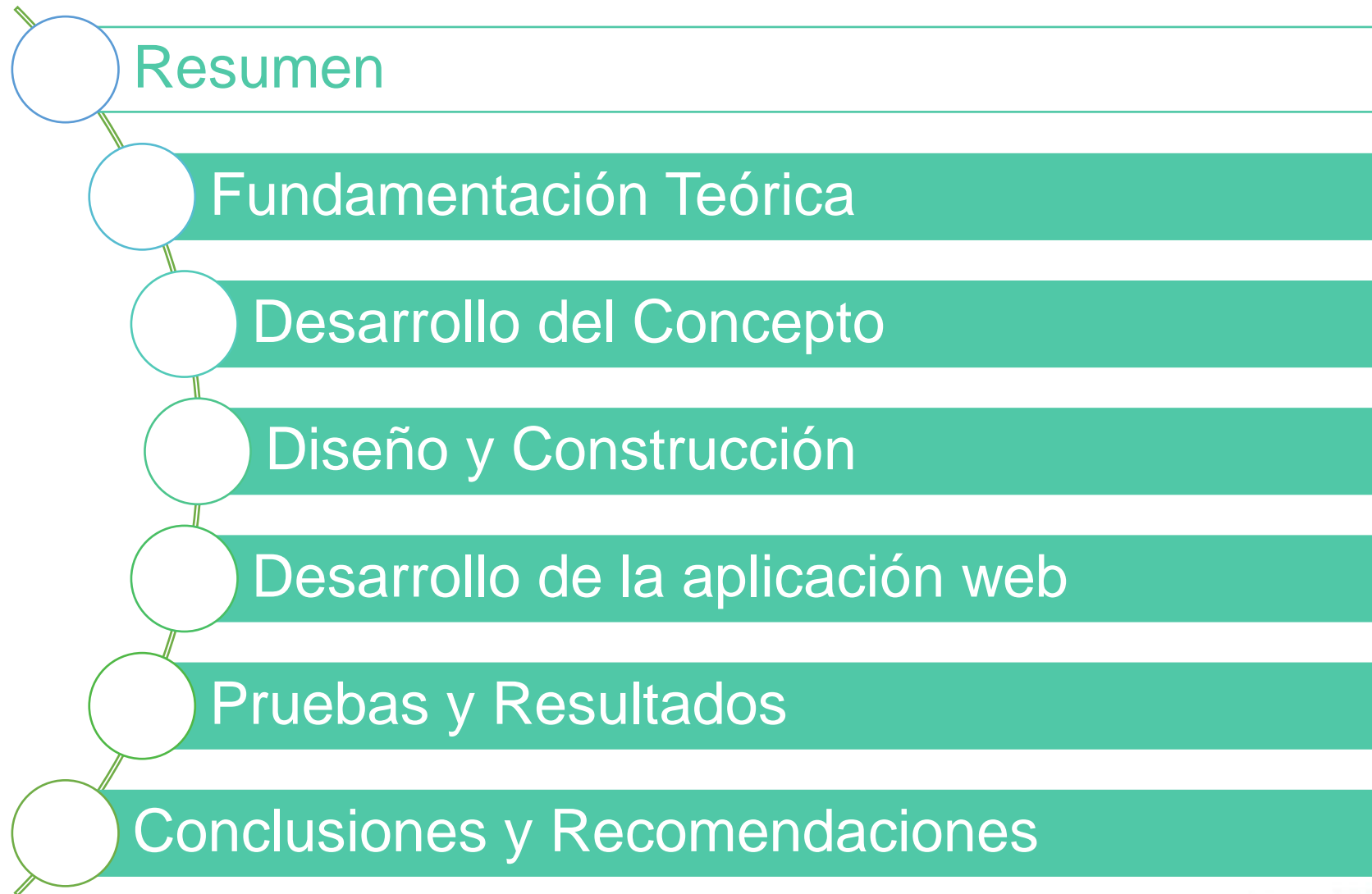
**“Diseño e implementación de un sistema mecatrónico para el control de inventario y monitoreo de entrada y salida de herramientas y materiales utilizando un servidor web open-source para la empresa TAIMEC CIA. LTDA”**

**Autor:** Salazar Vaca, Juan Carlos

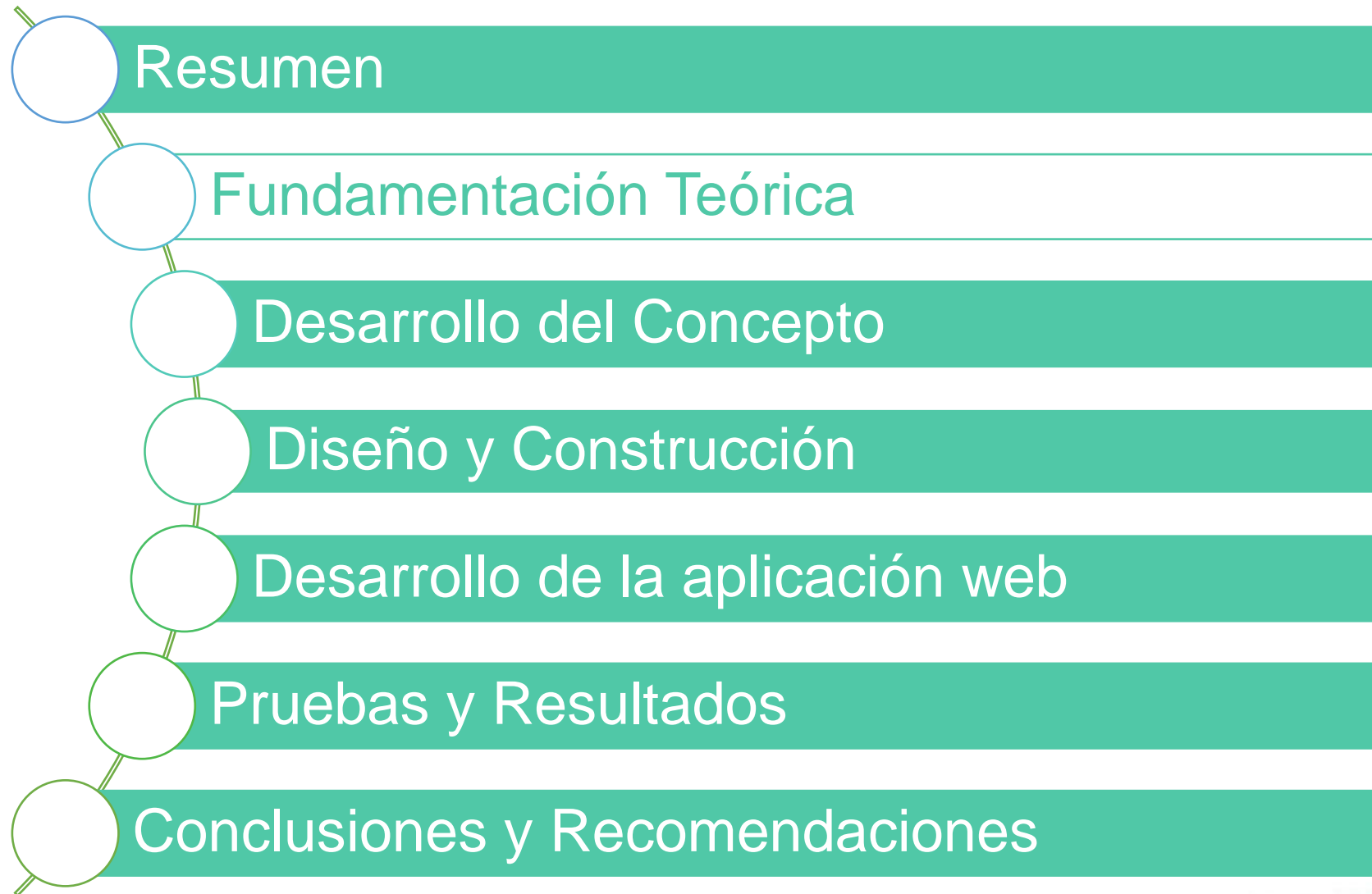
**Directora:** Ing. Gordón Garcés, Andrés Marcelo

**Latacunga, 2022**









Pérdida de herramientas, equipos y consumibles costosos.

Falta de seguimiento y documentación que respalde la salida de inventario.

Tiempos excesivos para transportar las herramientas a clientes que requieren servicios de la empresa TAIMEC

Uso diario de papeles impresos.

Sistemas de almacenamiento costosos

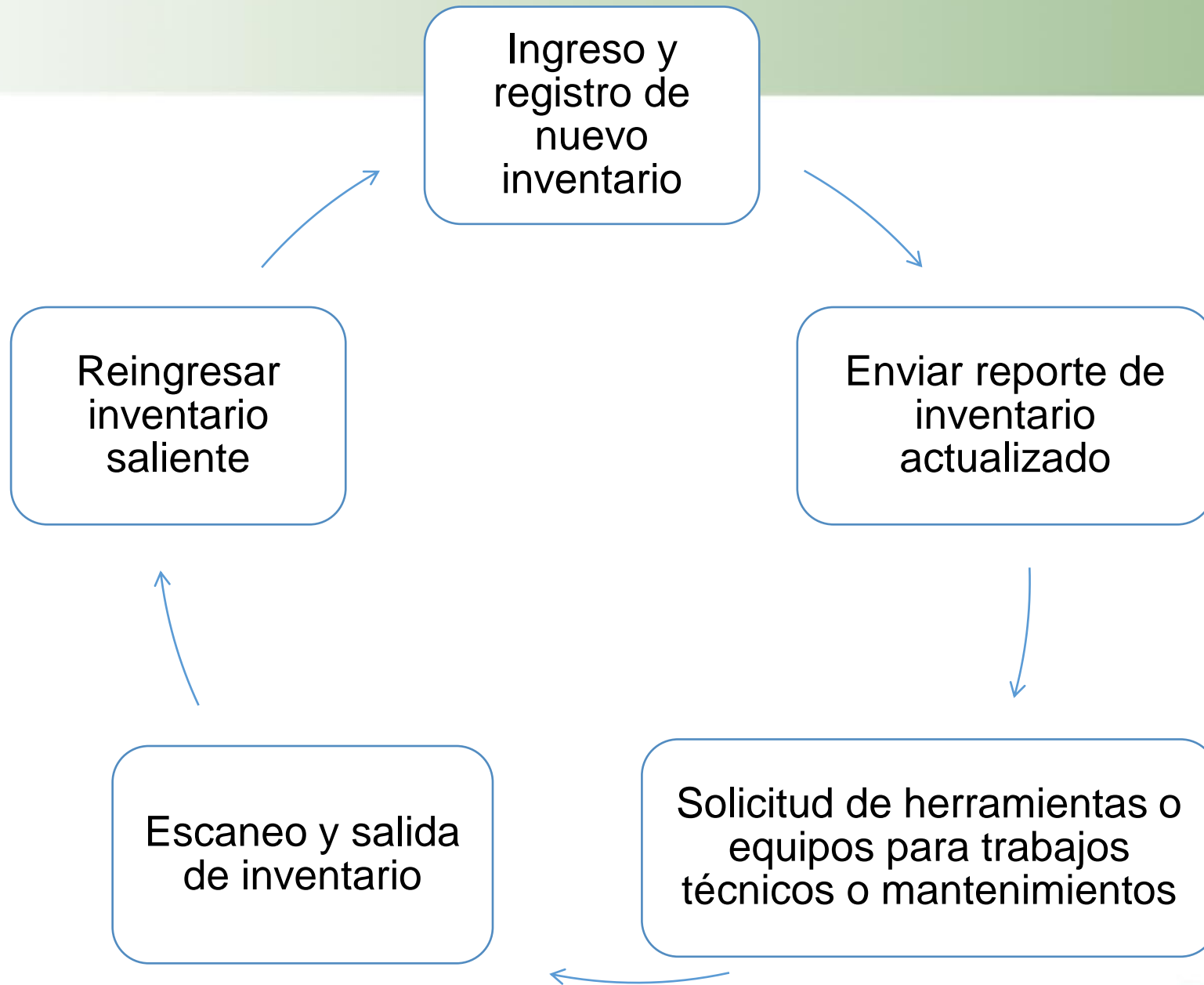




# Propuesta

- Diseñar e implementar un sistema mecatrónico para el control de inventario y monitoreo de entrada y salida de herramientas y materiales utilizando un servidor web open-source







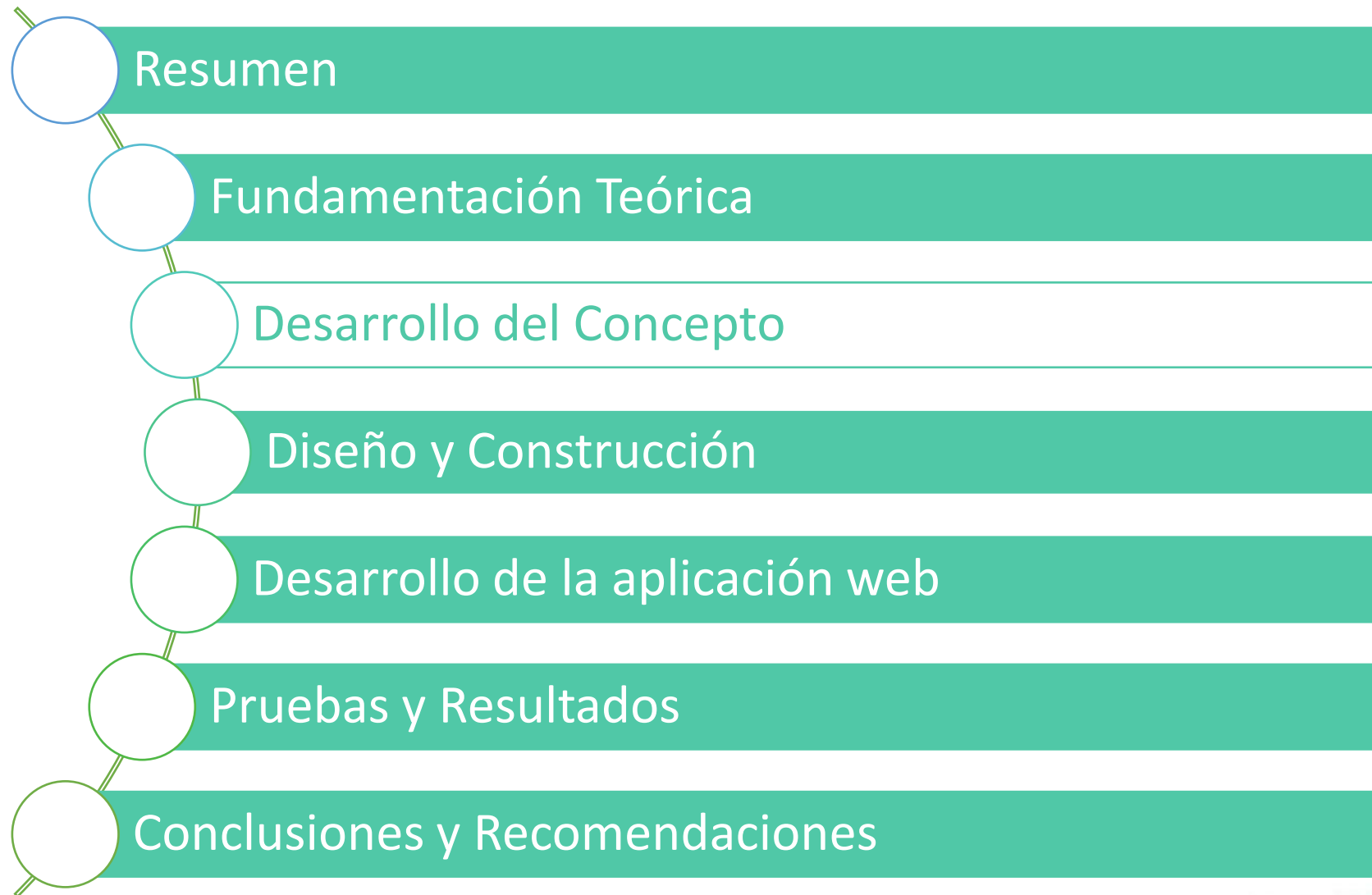
- Investigar y recolectar información sobre servidores web open-source, bases de datos, monitoreo remoto y bandas transportadoras.
- Etiquetar cada herramienta mediante un código de identidad para el óptimo uso de la aplicación web.
- Diseñar y construir una cinta transportadora para el control de entrada y salida de herramientas y materiales.
- Programar una aplicación web para crear una interfaz gráfica donde se proporcionará los movimientos del inventario.
- Generar un sistema de reportes diario de las actividades ocurridas en la bodega.
- Realizar pruebas de funcionamiento para validación de hipótesis.

- Desarrollo y mantenimiento continuo
- Independencia tecnológica
- Ahorro en adquisición y mantenimiento
- Permite ser copiado

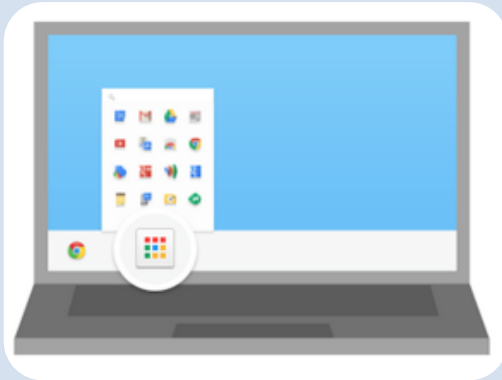


Fuente: <https://kzgunea.blog.euskadi.eus/blog/category/software-libre/>





N	Métrica	Importancia	Unidad	Valor marginal	Valor ideal
1	Longitud total de extremo a extremo	3	mm	2000 - 2500	2000 - 2500
2	Altura máxima y mínima de la banda	3	mm	965 - 1300	1200
3	Velocidad máxima del motorreductor	3	m/s	0,3 – 0,5	0,33
4	Peso a soportar	2	kg	60 – 80	80
5	Precio total del proyecto	3	\$	1200 – 1700	>1100
6	Accionamiento motorreductor	2		Directo	Variador de frecuencia
7	Durabilidad	2	años	4	6
8	Estética	1		Bueno	Bello



A

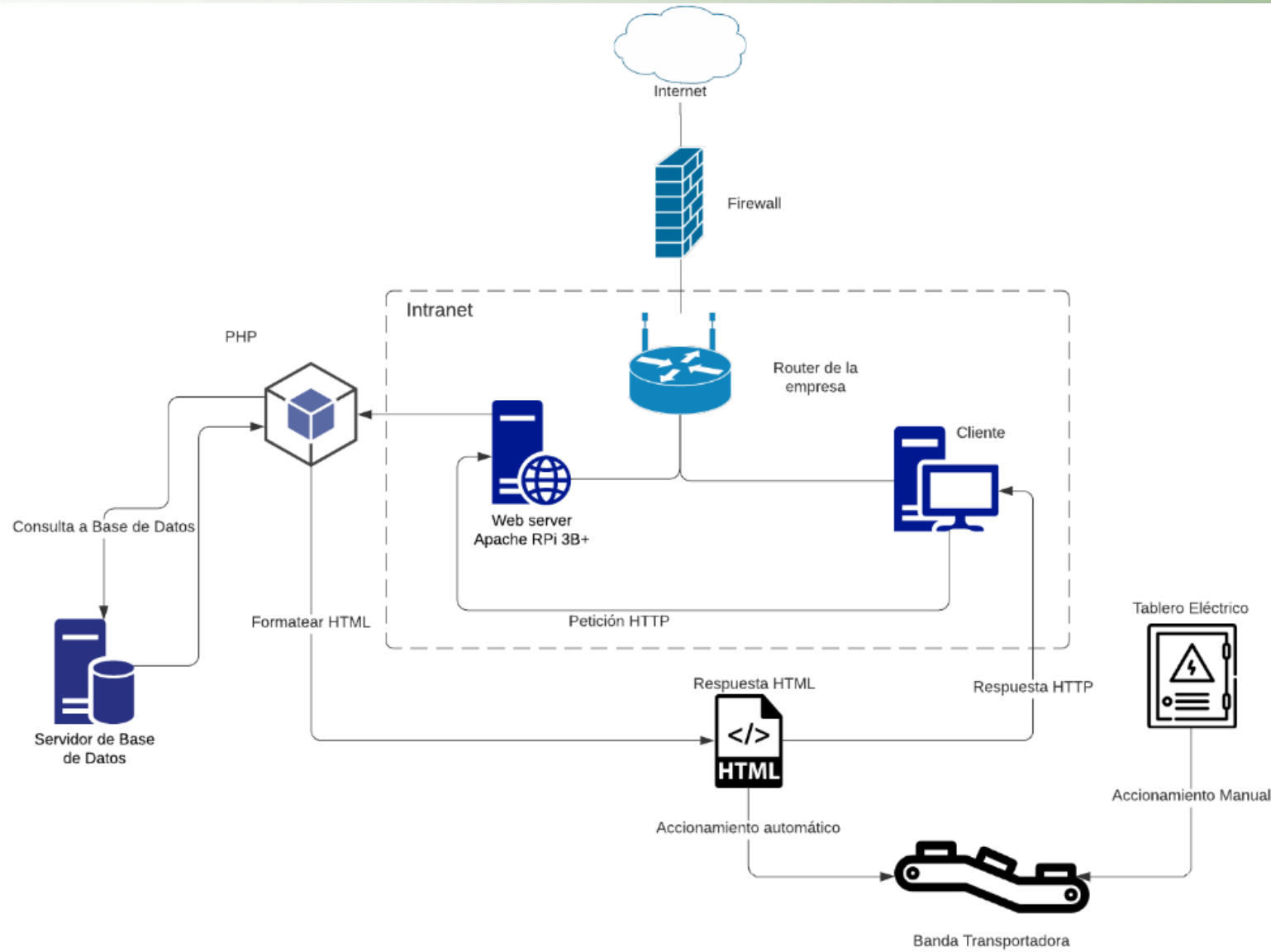
- Aplicación de escritorio

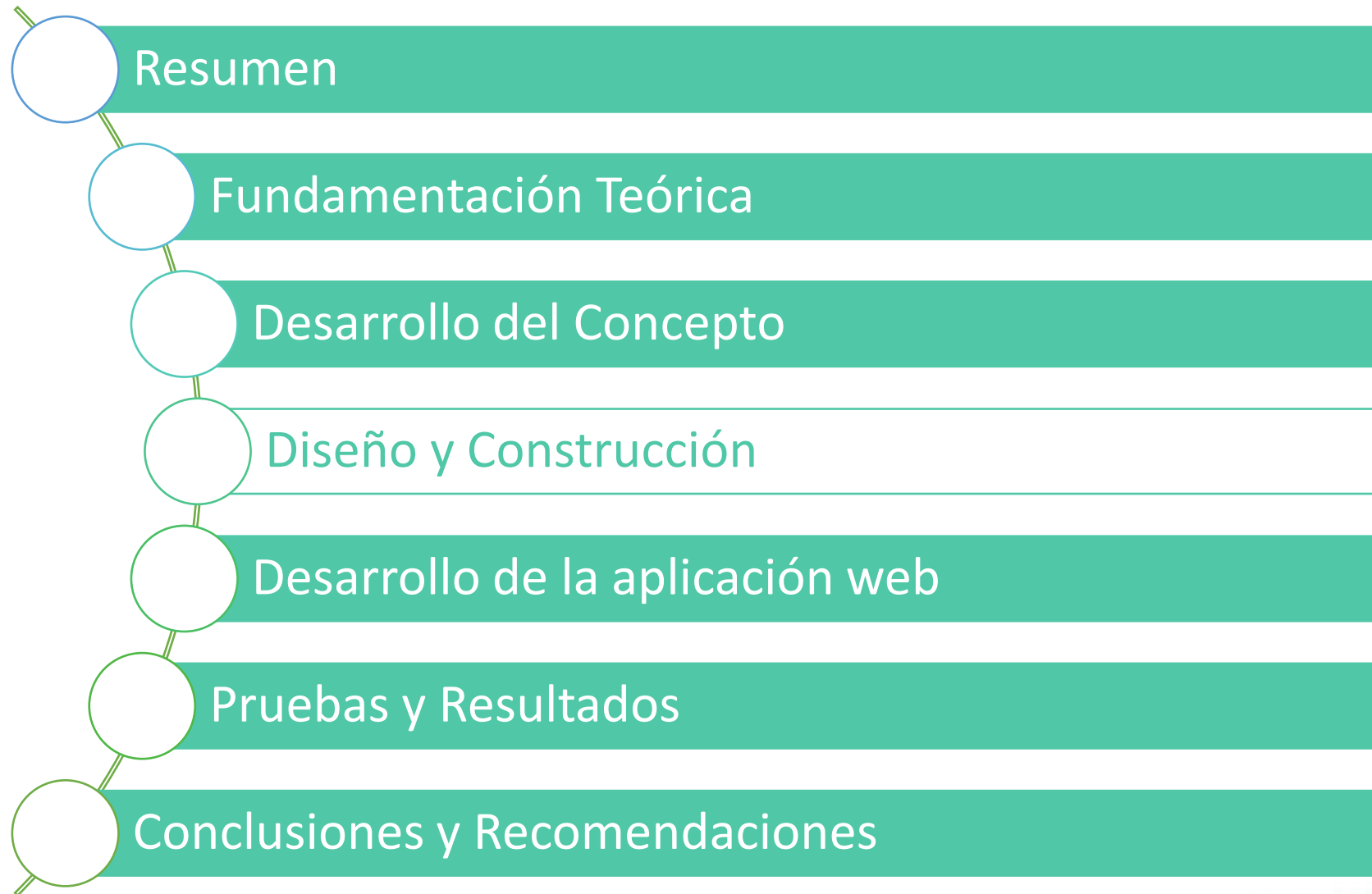
B

- Aplicación Móvil

C

- Aplicación Web

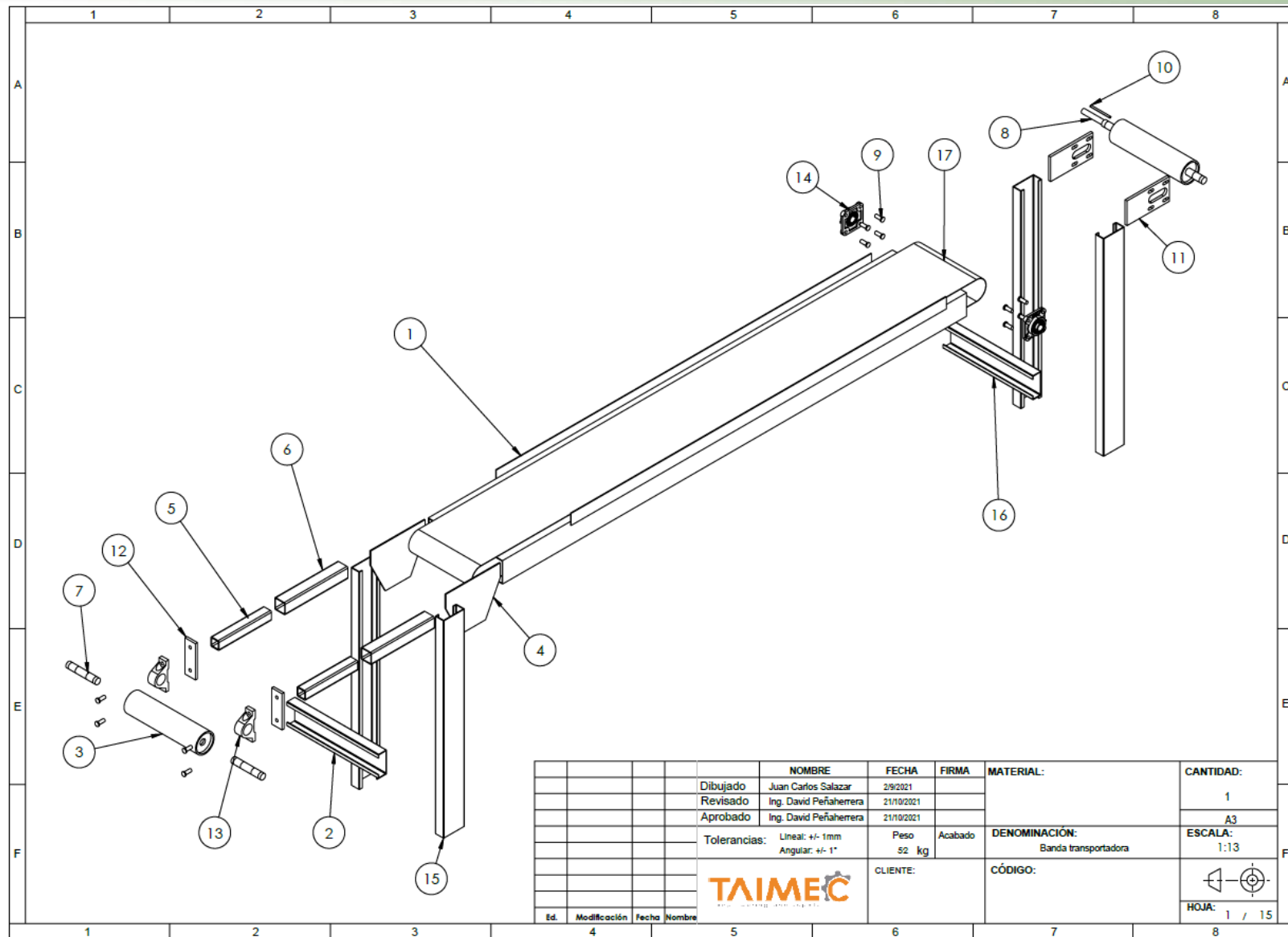






# SUBSISTEMA MECÁNICO

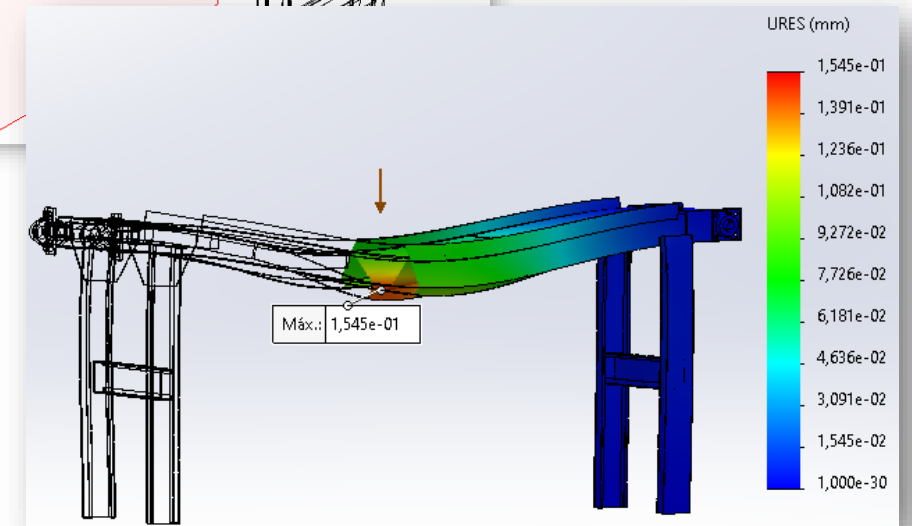
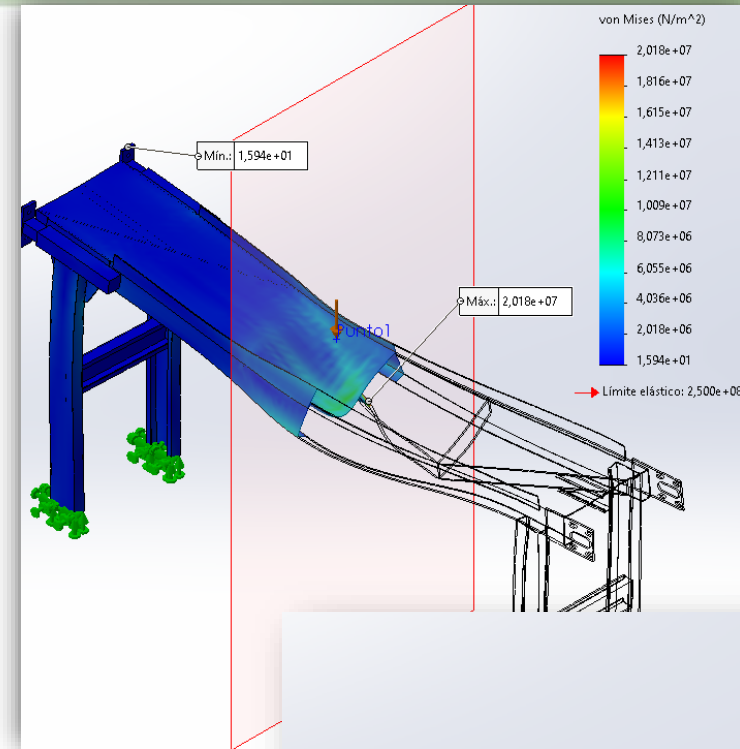
# PLANOS DE CONTRUCCIÓN DE LA BANDA T.

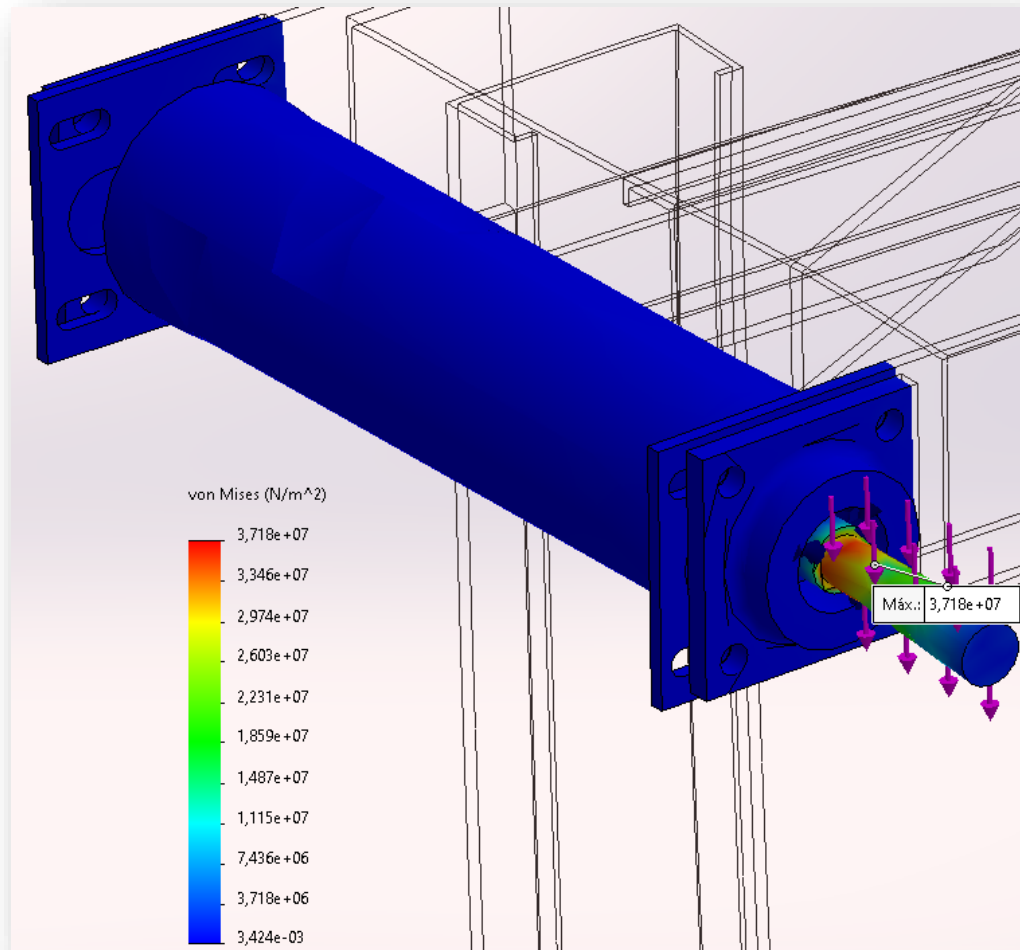


- Análisis de tensión y desplazamientos en el armazón

Material	ASTM A32
Carga aplicada	80 kg

Von Mises (Mpas)	F.S	Limite elástico	Desplazamiento estático (mm)
20,18 Mpa	12	250 Mpa	0,154 mm





- Análisis de tensión en el eje

Material	AISI 1018
----------	-----------

Carga aplicada	9 kg
----------------	------

Von Mises (Mpas)	F.S	Limite elástico
------------------	-----	-----------------

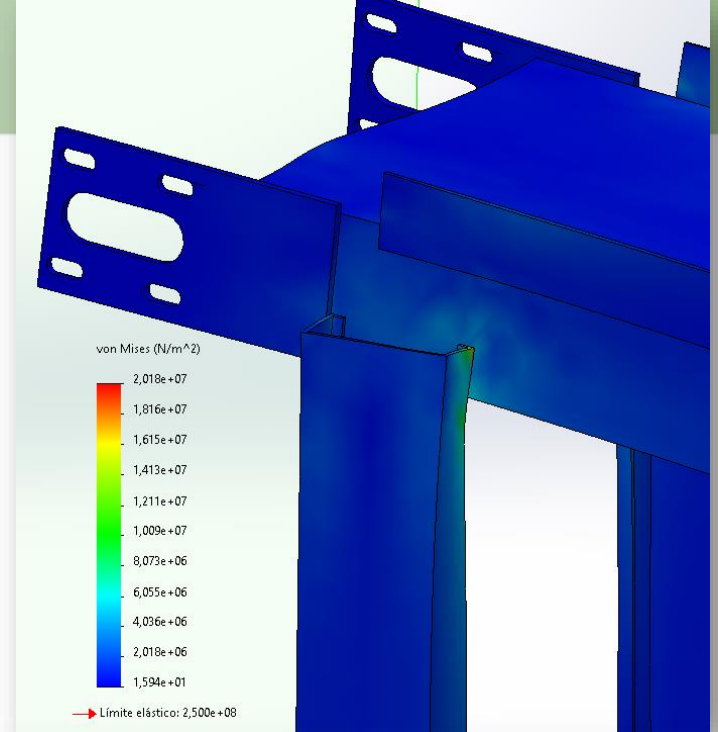
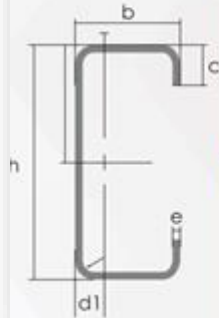
37,18 Mpa	5,5	240 Mpa
-----------	-----	---------



- Análisis de tensión en el armazón

Material	ASTM A32
Carga aplicada	80 kg

Von Mises (Mpas)	Fuerza P (N)	Sección transversal (mm <sup>2</sup> )	Fuerza crítica
18,16 Mpa	11,458 kN	250 Mpa	1124,589 kN

Designación	Dimensiones				Masa Kg/m	A cm <sup>2</sup>	d1 cm	Momento de inercia	
	h	b	c	e				Ix cm <sup>4</sup>	Iy cm <sup>4</sup>
	mm	mm	mm	mm					
G 60x30x10x2	60	30	10	2	1,96	2,54	1,44	14,88	5,28
G 80x40x15x2	80	40	15	2	2,75	3,54	1,46	35,25	8,07
G 80x40x15x3	80	40	15	3	3,95	5,11	1,46	49,04	10,85
G 80x50x15x2	80	50	15	2	3,06	3,88	1,46	41,11	13,55
G100x50x15x2	100	50	15	2	3,38	4,34	1,73	69,24	14,98
<b>G100x50x15x3</b>	<b>100</b>	<b>50</b>	<b>15</b>	<b>3</b>	<b>4,89</b>	<b>6,31</b>	<b>1,72</b>	<b>97,78</b>	<b>20,51</b>
G100x50x15x4	100	50	15	4	6,29	8,15	1,71	122,5	24,85
G100x50x20x4	100	50	20	4	6,60	8,55	1,85	126,7	28,5
G100x50x25x5	100	50	25	5	8,35	10,86	1,98	152,51	36,52
G125x50x15x2	125	50	15	2	3,77	4,84	1,56	116,4	16,16
G125x50x15x3	125	50	15	3	5,48	7,06	1,55	165,5	22,16



- Calculadora de rodamientos

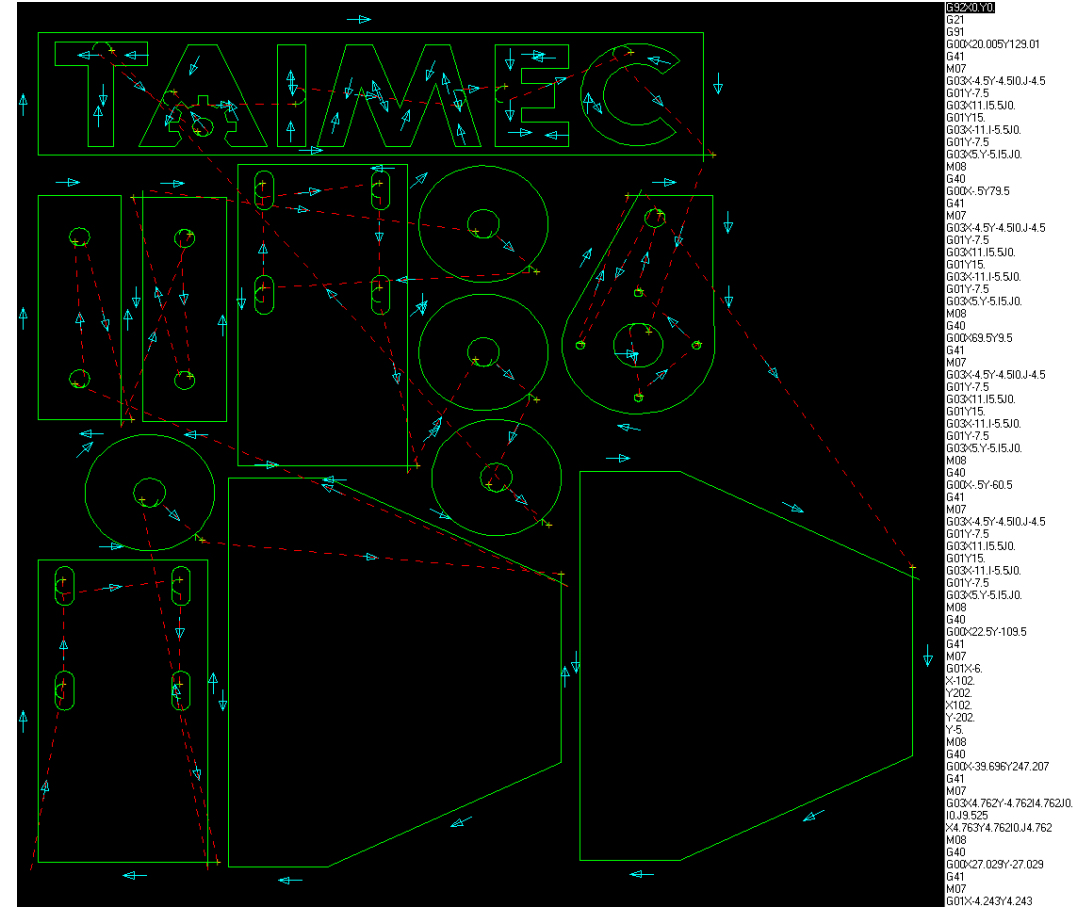
<b>Rodamiento</b>	<b>6405</b>
Carga aplicada	88,29 N
Velocidad	70,89 RPM
Vida en revoluciones	129677363,780 * 10 <sup>6</sup>

Según la calculadora de rodamientos se tiene una vida infinita para dichos resultados.

Calculadora de rodamientos - Rodamiento rígido de bolas 6405

The screenshot shows a software interface for calculating bearing parameters. It includes a diagram of a ball bearing, a list of bearing models (61904, 6004, 6204, 6304, 6404, 61805, 16005, 61905, 6205, 6305, 6405), and input fields for various parameters. The selected bearing is 6405. The calculated capacity is 44688.890711 N and the calculated life is 30487930545.0 hours.

Confiability	L(10) = 90%
Capacity	<input checked="" type="radio"/> Calculada <input type="radio"/> Introducir capacidad
Calibre	25 mm
Diámetro	80 mm
Nº de bolas	8
Diámetro de bola	16.500000 mm
Capacity	44688.890711 N <input type="button" value="Calcular capacidad"/>
Carga	Carga 88.29 N
Vida básica	Vida en 129677363.780 x 10 <sup>6</sup> revs. Velocidad 70.89 r/min Vida en horas 30487930545.0 hrs. <input type="button" value="Calcular vida"/>
<input type="button" value="Finalizado"/> <input type="button" value="Ayuda"/>	



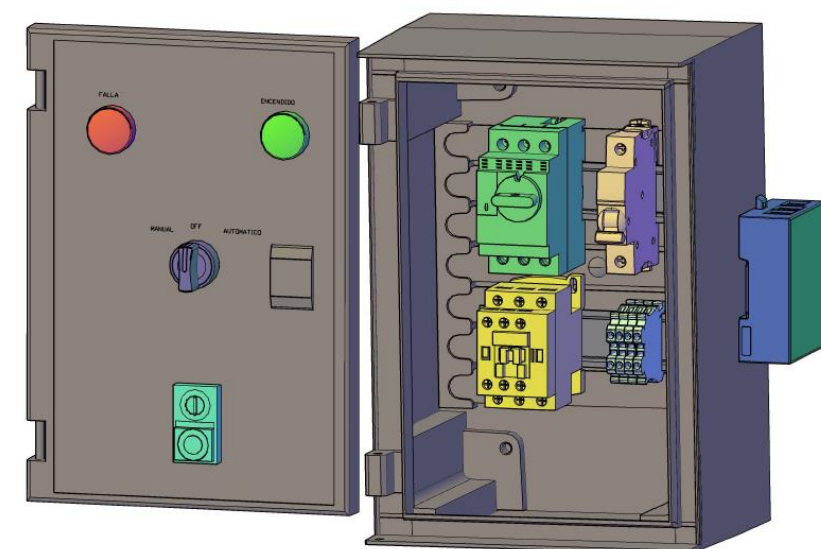
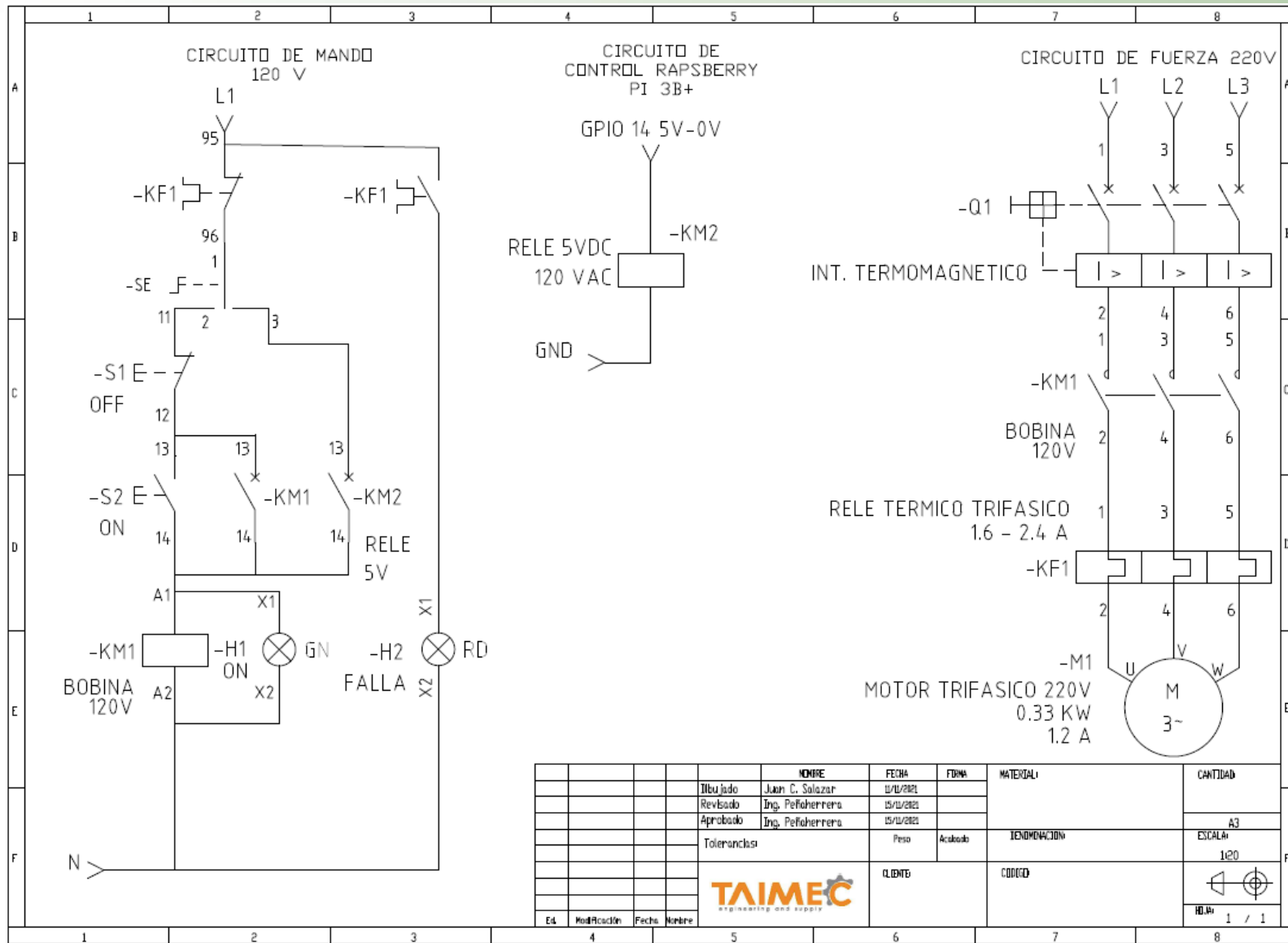
# CONSTRUCCIÓN DE LA BANDA TRANSPORTADORA





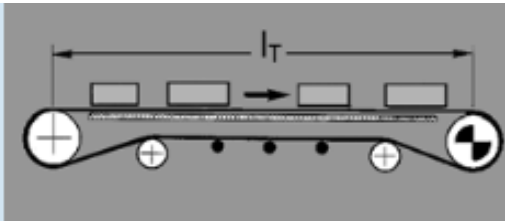
# SUBSISTEMA ELÉCTRICO

# DIAGRAMA ELÉCTRICO NORMA IEC60617



- Cálculo y Selección del motor
  - Cálculos en base a la empresa Forbo Movement Systems mediante la normativa CEMA.

$$F_U = \mu_T \cdot g \cdot \left(m + \frac{m_B}{2}\right) + \mu_R \cdot g \cdot \left(\frac{m_B}{2} + m_R\right) \quad [\text{N}]$$

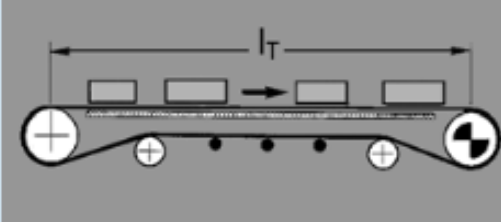


- Calcular la fuerza tangencial ( $F_U$ ) para la selección del motor.

Datos iniciales	
Peso de la banda	$2.5 \text{ kg/m}^2$
Ancho de la banda	$0.4 \text{ m}$
Longitud de la banda	$2.2 \text{ m}$
Alto del armazón	$0.1 \text{ m}$
Volumen	$0.09 \text{ m}^3$
Coefficiente de fricción para marcha sobre mesa $\mu_T$	0.33
Gravedad ( $g$ )	$9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
Masa a transportar ( $m$ )	$80 \text{ kg}$
Masa de la banda ( $m_B$ )	$5.06 \text{ kg}$
Coefficiente de fricción para marcha sobre rodillo ( $\mu_R$ )	0.033
Masa de los tambores excepto el motriz ( $m_R$ )	$5 \text{ kg}$
Diámetro del tambor	3,5 in

- Calcular  $F_U$  Fuerza tangencial

$$F_U = \mu_T \cdot g \cdot \left(m + \frac{m_B}{2}\right) + \mu_R \cdot g \cdot \left(\frac{m_B}{2} + m_R\right) \quad [N]$$



$$F_U = 0.33 * \frac{9.81m}{s^2} * \left(80kg + \frac{5.06kg}{2}\right) + 0.033 * \frac{9.81m}{s^2} * \left(\frac{5.06kg}{2} + 5kg\right)$$

$$F_U = 269,6 N$$

- Determinar las RPM del tambor o rodillo

$$Tambor_{RPM} = \frac{\frac{0.33 \left(\frac{m}{s}\right)}{3.5 in * \frac{0.0127m}{in}}}{2 * \pi} * 60 = 70.89 RPM$$

- Torque de la caja reductora del motor

$$T_{caja} = \frac{P_m * 7026}{T_{ambor_{RPM}} * 2.5} = \frac{0.24 \text{ HP} * 7026}{70.89 \text{ rpm} * 2.5} = 58.78 \text{ N} * \text{m}$$

- Por lo tanto para dichos parámetros iniciales se utilizará un motor de igual o superior de 0,24 HP y una caja reductora de 58,78 N\*m
- La empresa TAIMEC por reutilizar componentes ha dispuesto utilizar un motor de 0,25 Kw con un torque de 63 N\*m. Esto debido a la disminución de gastos.

- Cálculo de la chaveta
  - Norma DIN 6885

Dimensiones en mm.

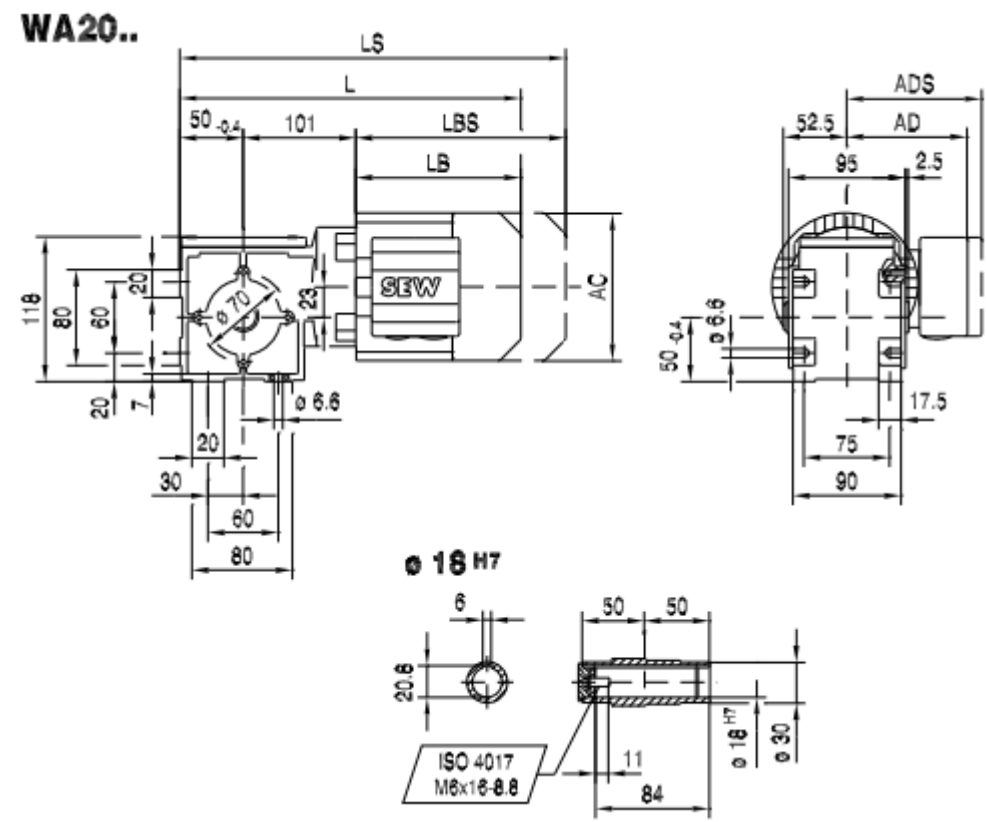
**CHAVETA**

Sección <i>b × h</i>	Ancho <i>b</i>		Altura <i>h</i>		Chablán <i>b<sub>1</sub></i>		Longitud <i>l</i>	
	Nominal	Toler. h9	Nominal	Toler. h9 y h11	Mínima	Máximo	De...	...a
4 × 4	4	0	4	0	0,16	0,25	8	45
5 × 5	5	-0,030	5	-0,030	0,25	0,40	10	56
<b>6 × 6</b>	6	-0,030	6	-0,030	0,25	0,40	<b>14</b>	<b>70</b>
8 × 8	8	0	7		0,25	0,40	16	80
10 × 8	10	-0,036	8					

**CHAVETERO**

Diámetro del eje <i>d</i>	Sección de la chaveta <i>b × h</i>	Ancho <i>b</i> , tolerancia				Profundidad				Chablán <i>R<sub>1</sub></i>				
		Nominal	Clase de ajuste del enchavetado			Eje <i>h<sub>1</sub></i>		Cubo <i>h<sub>2</sub></i>		Min.	Máx.			
			Libre	Normal	Ajustado	Nominal	Toler.	Nominal	Toler.					
Más de	hasta		Eje h9	Cubo D10	Eje N9	Cubo Js 9	Eje y cubo pg							
10	12	4 × 4	4	+0,030	+0,078	0	±0,015	-0,012	2,5	+0,1	1,8	+0,1	0,08	0,16
12	17	5 × 5	5	0	+0,030	-0,030		-0,042	3	0	2,3	0	0,16	0,25
<b>17</b>	<b>22</b>	<b>6 × 6</b>	6	0	+0,030	-0,030			3,5	0	2,8	0	0,16	0,25
22	30	8 × 7	8	+0,036	+0,098	0								

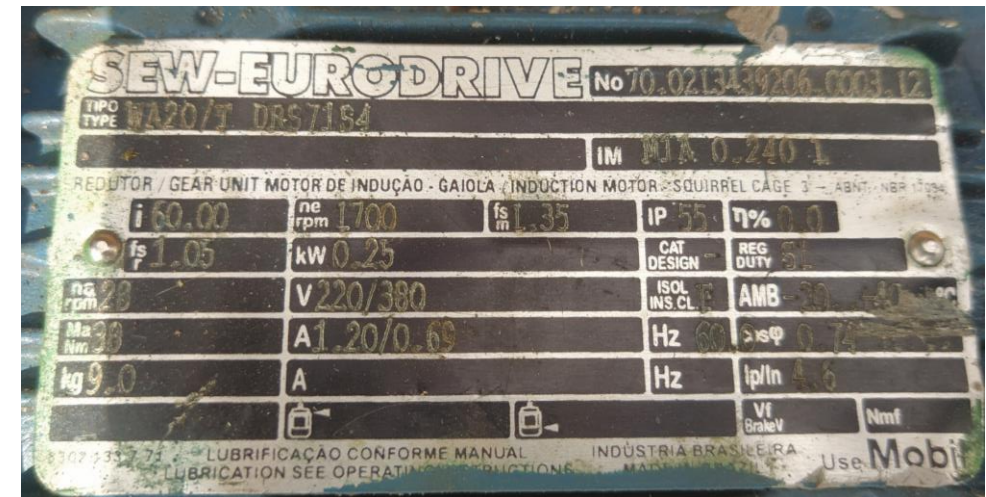


- Selección de componentes para arranque directo de motor trifásico

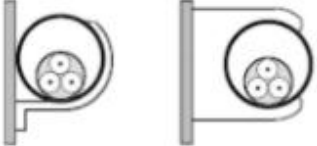
Corriente nominal	Corriente de servicio	Rangos comerciales
1,23 A	1,35 kN	1,6 A – 2,5 A

- Selección del Contacto

$$S_c > I_s$$



- Cálculo y selección del conductor
  - Norma UNE-HD 60364-6-52: 2014, 2014

	Cable multipolar en un tubo sobre pared de madera o de mampostería, o separado de ella a una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del tubo <sup>c</sup>	B2
---	---	----

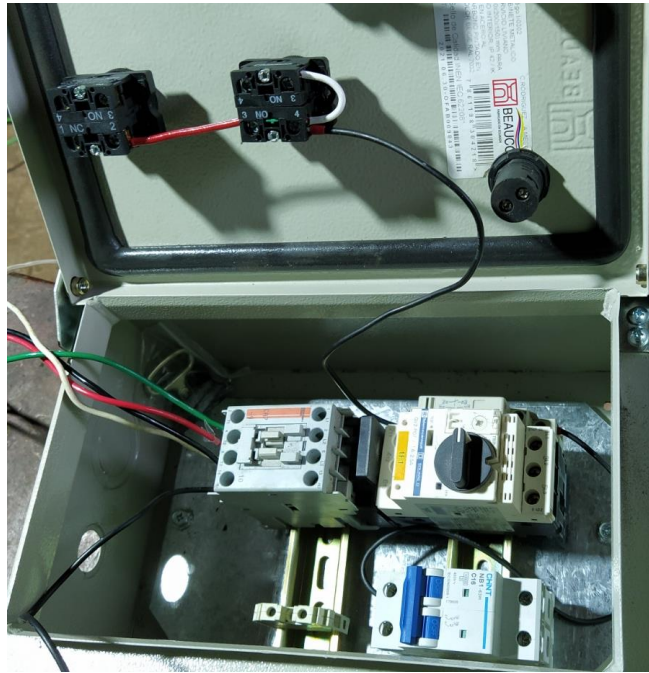
- Calcular la sección máxima de corriente admisible
  - Por seguridad se sobredimensiona el 25%

$$I = 1.23 A * 1.25 = 1.54 A$$



Método de instalación de la tabla B.52-1	Número de conductores cargados y tipos de aislamiento																	
	A1	PVC 3	PVC 2				XLPE 3	XLPE 2										
A2	PVC 3	PVC 2			XLPE 3		XLPE 2											
B1				PVC 3		PVC 2					XLPE 3				XLPE 2			
B2			PVC 3	PVC 2				XLPE 3			XLPE 2							
C						PVC 3				PVC 2			XLPE 3			XLPE 2		
E								PVC 3				PVC 2			XLPE 3		XLPE 2	
F										PVC 3				PVC 2			XLPE 3	XLPE 2
1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	8a	8b	9a	9b	10a	10b	11	12	13
Sección mm <sup>2</sup>																		
Cobre																		
1,5	11	11,5	12,5	13,5	14	14,5	15,5	16	16,5	17	17,5	19	20	20	20	21	23	-
2,5	15	15,5	17	18	19	20	20	21	22	23	24	26	27	26	28	30	32	-
4	20	20	22	24	25	26	28	29	30	31	32	34	36	36	38	40	44	-
6	25	26	29	31	32	34	36	37	39	40	41	44	46	46	49	52	57	-
10	33	36	40	43	45	46	49	52	54	54	57	60	63	65	68	72	78	-
16	45	48	53	59	61	63	68	69	72	73	77	81	85	87	91	97	104	-
25	59	63	69	77	80	82	88	87	91	95	100	103	108	110	115	122	135	146
35	-	-	-	95	100	101	106	109	114	119	124	127	133	137	143	153	168	182
50	-	-	-	116	121	122	128	133	139	145	151	155	162	167	174	188	204	220
70	-	-	-	148	155	155	162	170	178	185	193	199	208	214	223	243	262	282
95	-	-	-	180	188	187	196	207	216	224	234	241	252	259	271	298	320	343
120	-	-	-	207	217	216	226	240	251	260	272	280	293	301	314	350	373	397
150	-	-	-	-	-	247	259	276	289	299	313	322	337	343	359	401	430	458
185	-	-	-	-	-	281	294	314	329	341	356	368	385	391	409	460	493	523
240	-	-	-	-	-	330	345	368	385	401	419	435	455	468	489	545	583	617

EQUIVALENCIA MM - AWG		
SECCIÓN MM2	SECCIÓN EQUIVALENTE EN MM2	SECCIÓN AWG / MCM
	0,653	19
0,75	0,823	18
1,00	1,31	16
1,50	2,08	14
2,50	3,31	12



# SUBSISTEMA ELECTRÓNICO

**Tabla 4**

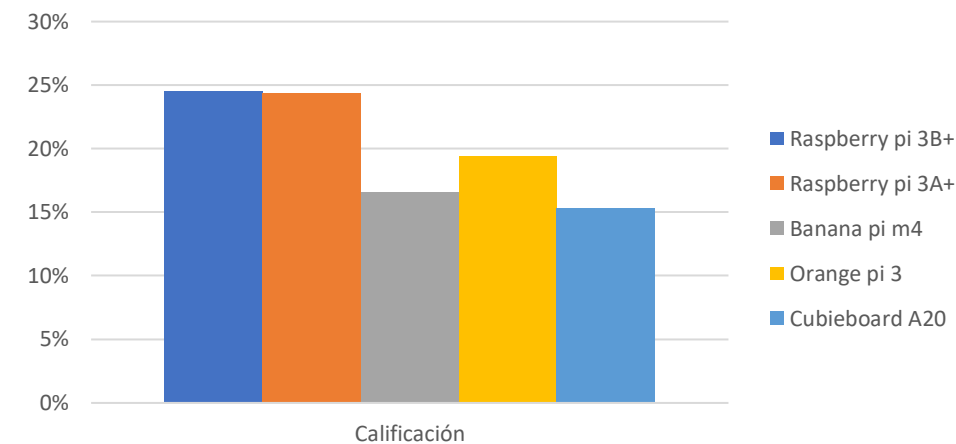
*Criterios de evaluación para controlador del sistema (1 lo mejor, 0 lo peor.)*

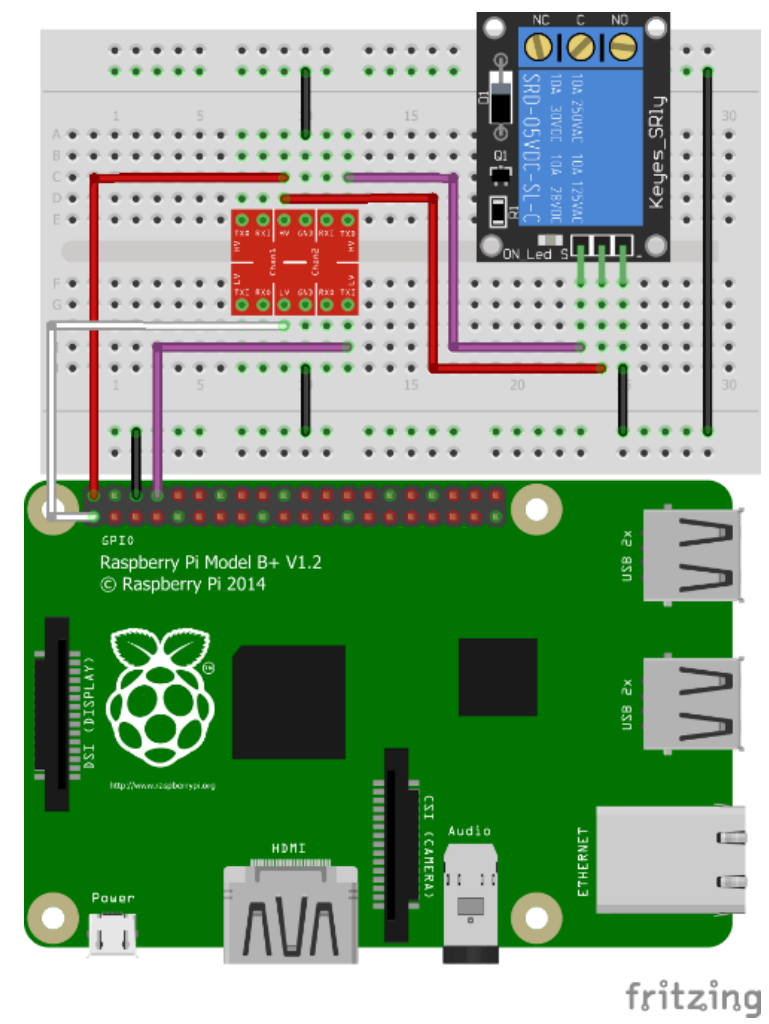
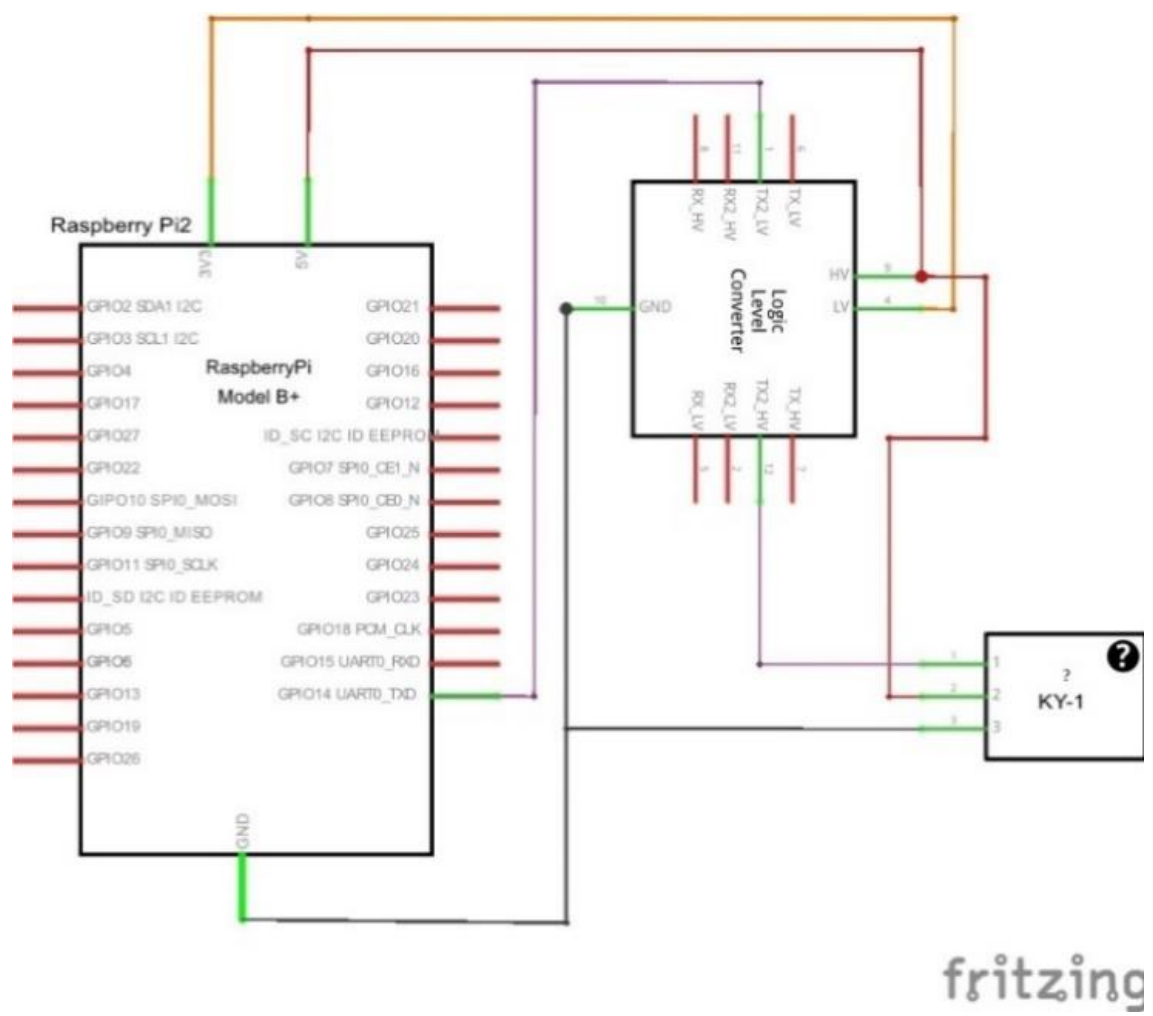
Criterio	Precio	Programación	Pines GPIO	Web Server	Versatilidad	Accesibilidad	Software libre	$\Sigma$	%
Precio		0	1	1	1	1	1	5	15
Programación	0		1	1	1	0	1	4	12
Pines GPIO	1	1		1	0	1	0	4	12
Web Server	1	1	1		1	1	1	6	18
Versatilidad	1	1	0	1		1	1	5	15
Accesibilidad	1	0	1	1	1		1	5	15
Software libre	1	1	0	1	1	1		5	15
								Total	34 100

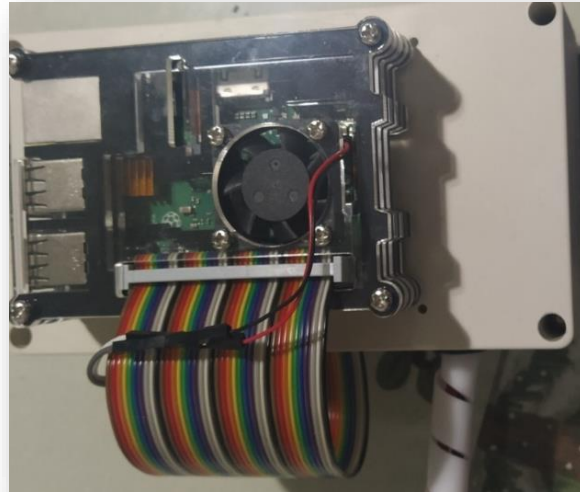
**Tabla 6**

*Calificaciones de la selección del controlador*

Alternativas	Precio	Programación	Pines GPIO	Web Server	Versatilidad	Accesibilidad	Software libre	Calificación
Raspberry pi 3b+	3%	2%	2%	4%	4%	6%	3%	25%
Raspberry pi 3a+	5%	2%	2%	4%	4%	4%	3%	24%
Banana pi m4	2%	2%	2%	3%	2%	2%	3%	17%
Orange pi 3	3%	2%	2%	3%	4%	2%	3%	19%
Cubieboard A20	2%	2%	2%	3%	1%	2%	3%	15%

**Selección de la tarjeta controladora**


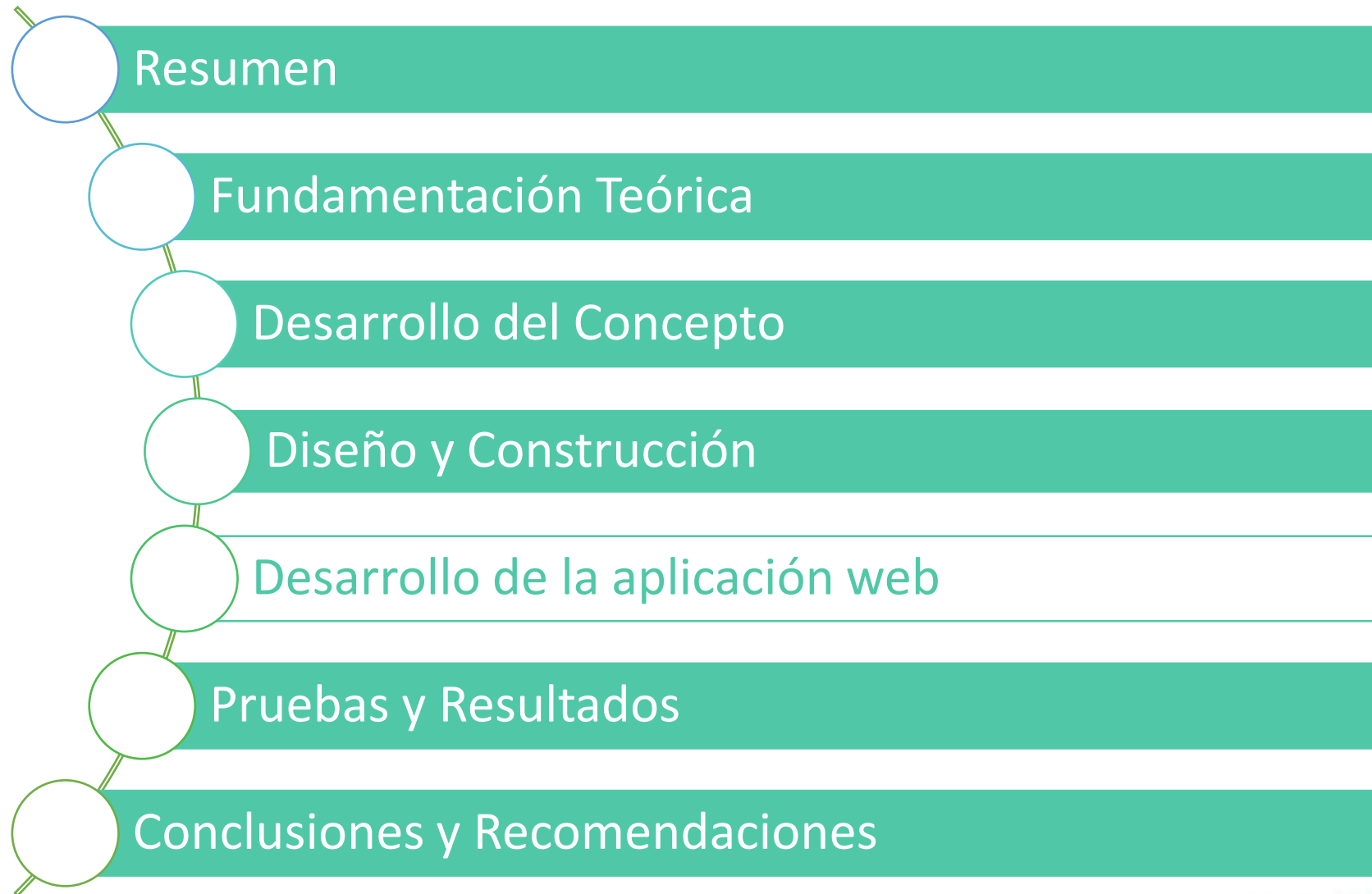




# PRECIO DE COMPONENTES

ítem	Denominación	Proveedor	Modelo	Cantidad	Precio
1	Motorreductor SEW de 0.33kw	SEW	WA20 DRN71M4/TF	1	\$873,39
2	Lona sintética 5m	MOLINARO		2	\$62,89
3	Chumacera de pared	SKF	UCP205	2	\$17,00
4	Chumacera de piso	SKF	UCF205	2	\$17,00
5	Acero de transmisión 1pulg	DIPAC	AISI 1018	6	\$50,46
6	Tubería cédula 40 de 3pulg	DIPAC	ASTM A53 GRB	6	\$21,42
7	Perfil estructural "G"	DIPAC	ASTM A36	6	\$40,54
9	Tubo cuadrado 40 mm	DIPAC	acero negro	6	\$22,96
10	Tubo cuadrado 50 mm	DIPAC	acero negro	6	\$24,53
11	Paquete de electrodos	INDURA	E6011	1	\$5,99
12	Kit Raspberry Pi	Raspberry	3B+	1	\$100,00
13	Módulo Relé optoacoplador	Electronics	SDR-05VDC	1	\$4,99
14	Convertidor de nivel lógico	Electronics	5vdc - 3,3vdc	1	\$2,50
15	Tablero eléctrico	Coelec	BEACOUPI-0302	1	\$23,40
16	Contactador	Coelec	Sprecher Schuh ca7-9-10.	1	\$68,77
17	Pulsadores ON/OFF 220V	DISMAELEC		1	\$4,99
18	Indicador rojo 220V	DISMAELEC		1	\$1,90
19	Indicador verde 220V	DISMAELEC		1	\$1,90
20	Selector de 3 posiciones	DISMAELEC		1	\$1,40
21	Carril DIN 12" x 1.37"	Coelec		2	\$9,99
22	Cable aws 14 3m	Coelec			\$3,66
23	Impresora térmica	Brother	QW800	1	\$140,00
24	Interruptor termomagnético	Bticino	f81/16 230/400v 16a	1	\$2,65
25	Caja plástica de proyecto	Tecnología Robótica	156x90x60 cm	1	\$8,25
				<b>Total</b>	<b>\$1.510,58</b>







**Tabla 11**

*Criterios para el Servidor Web del Sistema (1 lo mejor, 0 lo peor.)*

Criterio	Velocidad	Soporte	Popularidad	Versatilidad	$\Sigma+$	%
<b>Velocidad</b>		0	1	1	2	25
<b>Soporte</b>	0		1	0	1	12.5
<b>Popularidad</b>	1	1		1	3	37.5
<b>versatilidad</b>	1	0	1		2	25
<b>Total</b>					8	100

**Tabla 13**

*Calificaciones del Servidor Web.*

Alternativas	Velocidad	Soporte	Popularidad	Versatilidad	Calificación
<b>Apache</b>	10%	8%	23%	6%	47%
<b>NGINX</b>	15%	4%	15%	19%	53%

Selección de Servidor Web

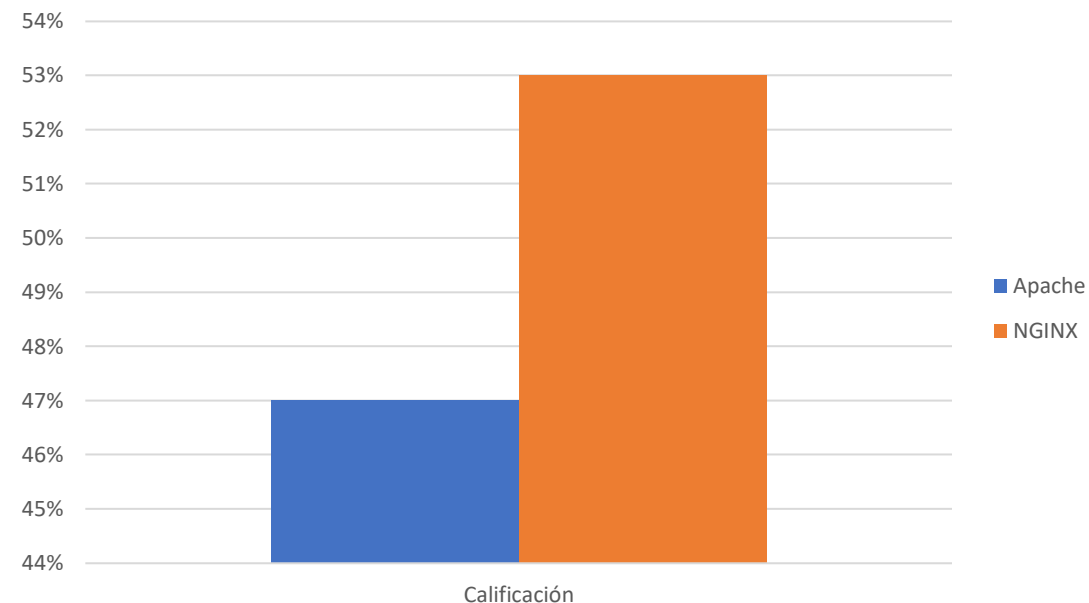
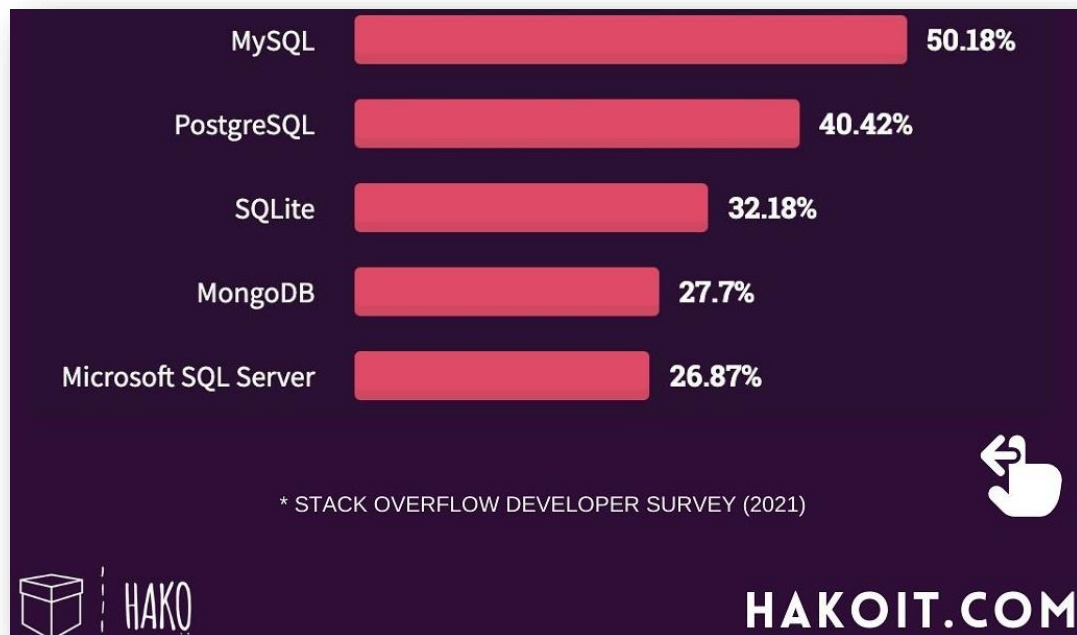


Figura 24

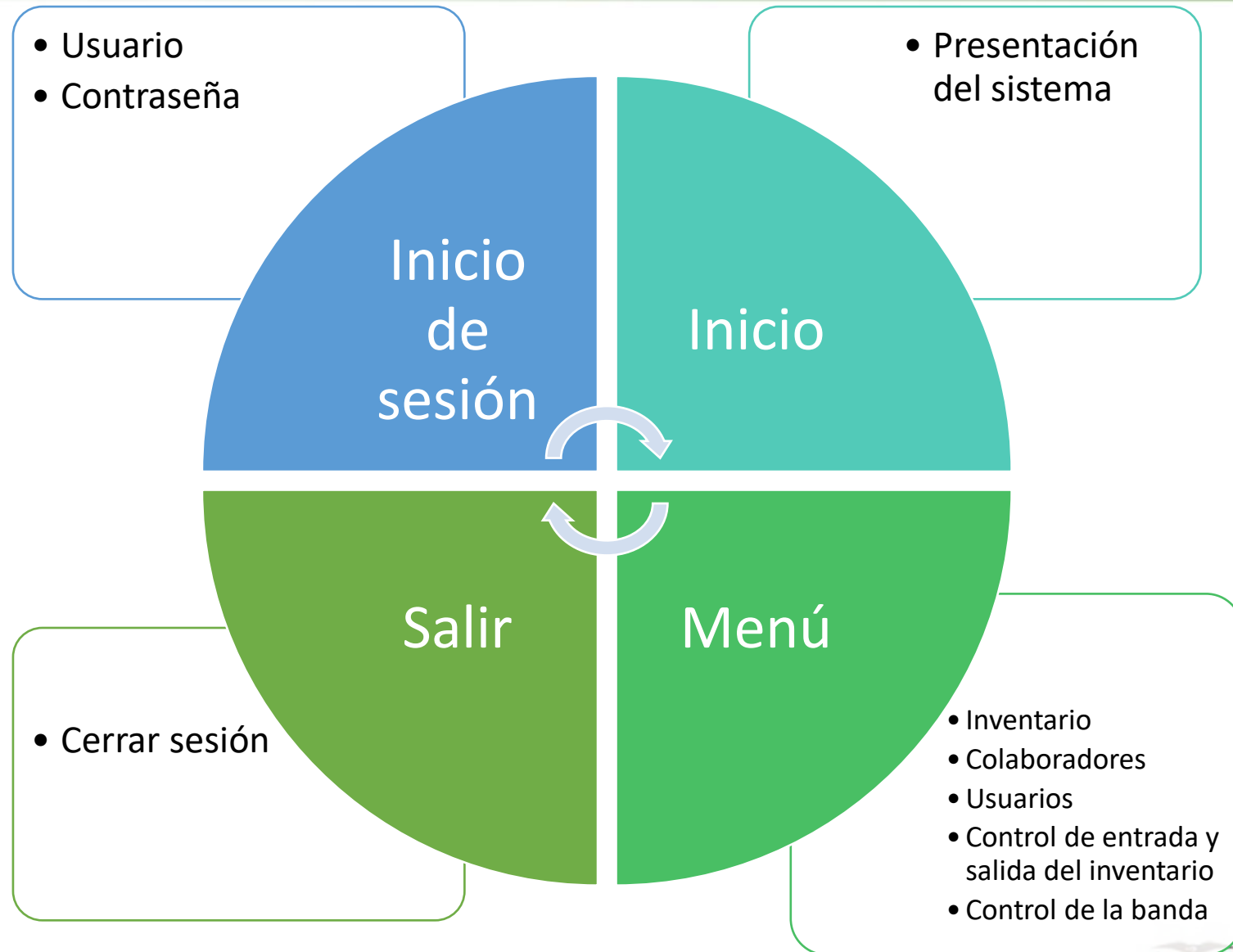
Bases de datos más utilizadas en 2021



Softwares Open – Source



Fuente: <https://www.westcodesoft.com/open-source-software/>



## ❑ Inicio de sesión

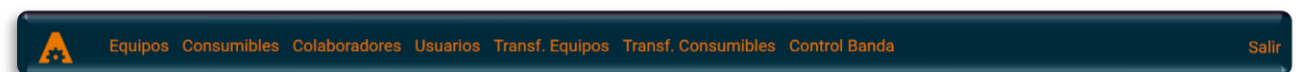
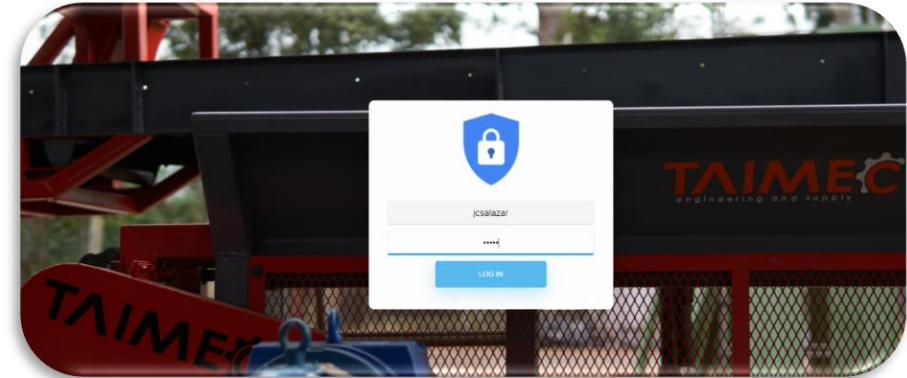
- Se coloca el usuario y contraseña de los usuarios permitidos a utilizar el sistema.
- Para nuevos usuarios es necesario hablar con el administrador del sistema para ser registrado.

## ❑ Inicio

- Presentación del Sistema

## ❑ Menú

- Se presentan las diferentes pestañas o funciones para ser gestionadas por el usuario



# APLICACIÓN WEB: Equipos y Consumibles

**1**

### Agregar Inventario

Equipo: \_\_\_\_\_

Color: \_\_\_\_\_

Marca: \_\_\_\_\_

Modelo: \_\_\_\_\_

Codigo: \_\_\_\_\_

Especificacion: \_\_\_\_\_

**2**

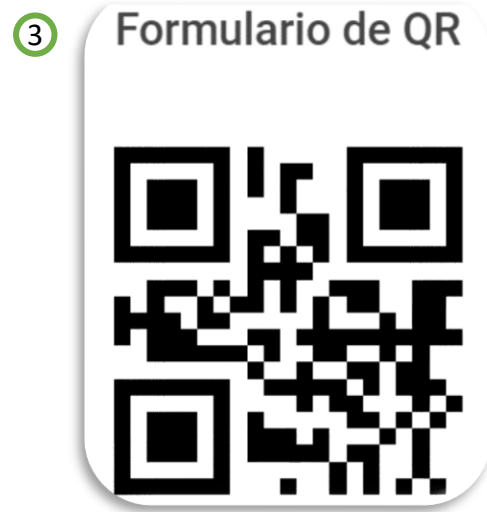
### Inventario de Equipos y Herramientas

**5**

Introduzca una palabra clave:

ID	Fecha	Cantidad	Equipo	Color	Marca	Modelo	Codigo	Especificación	Acción
4	2021-09-08 13:53:19	2	CORTADOR PLASMA	PLOMO	HYPERTHERM	POWERMAX 105	CPE001 QR	SISTEMA DE CORTE DE PLASMA	<input type="button" value="ELIMINAR"/>
5	2021-09-08 13:55:24	1	LLAVE DE IMPACTO	AMARILLA	DEWALT	DFC889P2	LIH001 QR	LLAVE DE IMPACTO, 110 VAC	<input type="button" value="ELIMINAR"/> <b>4</b>
6	2021-09-08 14:03:10	1	ROUTER INTERNET	BLANCA	QPCOM	QP-WR347N	RTE002 QR	ROUTER 300 MB	<input type="button" value="ELIMINAR"/>
7	2021-09-08 14:04:04	1	SOLDADORA SMAW	VERDE	INDURA	200PRO-2	SSE003 QR	MAQUINA INVERSORA MMA, 220VAC, 41A	<input type="button" value="ELIMINAR"/>
8	2021-09-08 14:07:08	1	SOLDADORA SMAW	AZUL	BLUE BOX	MMA-300	SSE004 QR	MAQUINA INVERSORA MMA, 220VAC, 67,5A	<input type="button" value="ELIMINAR"/>
9	2021-09-08 14:18:00	1	SOLDADURA MIG	AZUL	BLUE BOX	MIG-250	SME005 QR	SOLDADORA MIG 220V, 1 FASE 60HZ, GAS CO2	<input type="button" value="ELIMINAR"/>

**3**



**2**

### Reporte de inventario TAIMEC

ID	Fecha	Cantidad	Equipo	Color	Marca	Modelo	Codigo	Especificación
4	2021-09-08 13:53:19	2	CORTADOR PLASMA	PLOMO	HYPERTHERM	POWERMAX 105	CPE001 QR	SISTEMA DE CORTE DE PLASMA
5	2021-09-08 13:55:24	1	LLAVE DE IMPACTO	AMARILLA	DEWALT	DFC889P2	LIH001 QR	LLAVE DE IMPACTO, 110 VAC
6	2021-09-08 14:03:10	1	ROUTER INTERNET	BLANCA	QPCOM	QP-WR347N	RTE002 QR	ROUTER 300 MB
7	2021-09-08 14:04:04	1	SOLDADORA SMAW	VERDE	INDURA	200PRO-2	SSE003 QR	MAQUINA INVERSORA MMA, 220VAC, 41A
8	2021-09-08 14:07:08	1	SOLDADORA SMAW	AZUL	BLUE BOX	MMA-300	SSE004 QR	MAQUINA INVERSORA MMA, 220VAC, 67,5A
10	2021-09-08 14:18:00	1	SOLDADURA MIG	AZUL	BLUE BOX	MIG-250	SME005 QR	SOLDADORA MIG 220V, 1 FASE 60HZ, GAS CO2
11	2021-09-08 14:20:02	1	CORTADOR PLASMA	AZUL	BLUE BOX	CUT-60	CPE006 QR	CORTADOR DE PLASMA 1 FASE 60HZ, AIRE 74 PSI
12	2021-09-08 14:23:14	1	PULIDORA PEQUEÑA	AMARILLA	DEWALT	DWE4120	PPH002 QR	PULIDORA 4 1/2", 110VAC, 9A, 1200W, 12.000RPM
13	2021-09-08 14:26:38	1	TROZADORA	AMARILLA	DEWALT	D28730-83	TW003 QR	TROZADORA 120V, 60HZ, 2300W, 4000RPM
15	2021-09-08 14:34:09	1	PULIDORA GRANDE	AMARILLA	INGO	ANGLE GRINDER	PQH005 QR	PULIDORA 7 1/2", 110VAC, 15A, 1200W, 8.500RPM
16	2021-09-08 14:39:00	1	PULIDORA GRANDE	AMARILLA	DEWALT	DWE491-83	PQH006 QR	PULIDORA 7 1/2", 110VAC, 15A, 1200W, 8.500RPM
17	2021-09-08 15:05:47	1	RECTIFICADOR	AMARILLA	DEWALT	DW4887	REH007 QR	DIE GRINDER 1 1/2", 110VAC, 4.2A, 1200W, 12.000RPM
18	2021-09-08 15:21:38	1	TALADRO	ROJA	S/N	S/N	TAH008 QR	S/N
19	2021-09-08 15:35:20	1	TALADRO	ROJA	MILWAKEE	G43BD1847	TAH009 QR	TALADRO 120V, 8A, 16202RPM
20	2021-09-08 15:40:24	1	COMPRESOR	ROJA	SKUT	2065100L	COE007 QR	AIR COMPRESOR 3HR 220V, 60HZ
21	2021-09-08 15:46:08	1	TALADRO PEDESTAL	AZUL	ITALCO	UPRIGHT DRILL BS2	TPE008 QR	TALADRO PEDESTAL 220V, 60HZ, 2424RPM 1.1KW
22	2021-09-08 15:48:37	1	TECLE	VERDE	CHAINBLOCK	TOTAL	TEE009 QR	5 TONELADAS

**4**

### Borrar Inventario

¿Estas seguro en borrar los datos de?

**CORTADOR PLASMA**

## Formulario de Empleados

[+ NUEVO](#)

1

Show 10 entries

3

Search:

ID	Cédula	Nombres	Apellidos	Celular	Estado	Acción
2	1719730705	Daniel	Recalde	0983516343	ACTIVO	<a href="#">ELIMINAR</a>
3	1716529589	Juan Carlos	Salazar Vaca	0984468060	ACTIVO	<a href="#">ELIMINAR</a>
5	1715231013	David Andrés	Peñaherrera Muñoz	0998021089	ACTIVO	<a href="#">ELIMINAR</a>
6	172412135	Jorge Luis	Encarnación Yanangómez	099481961	ACTIVO	<a href="#">ELIMINAR</a>
7	802728527	Ángel Paul	Taíz Quintana	0959117458	ACTIVO	<a href="#">ELIMINAR</a>
8	2300119050	Daniel Marcelo	Vallejo Barragán	098516398	ACTIVO	<a href="#">ELIMINAR</a>
	802421917	Sigifredo	Jiménez Popayán	0995318061	ACTIVO	<a href="#">ELIMINAR</a>

2

### Borrar Usuario

¿Estas seguro en borrar los datos de?

**Daniel**[CANCELAR](#)[ACEPTAR](#)

### Agregar Empleado

Cédula:

Nombres:

Apellidos:

Celular:

[CANCELAR](#)[GUARDAR](#)

### Formulario de Usuarios

[+ NUEVO](#) 1

Show  entries Search:  3

ID	Nombres	Nickname	Estado	Acción
1	JUAN CARLOS SALAZAR VACA	jcsalazar	ACTIVO	<a href="#">ELIMINAR</a>
2	DANIEL RECALDE	drecalde	ACTIVO	<a href="#">ELIMINAR</a>
4	JORGE ENCARNACION	jencarnacion	ACTIVO	<a href="#">ELIMINAR</a> <span>2</span>
	Daniel Vallejo	dvallejo	ACTIVO	<a href="#">ELIMINAR</a>
	David Peñaherrera	dpeñaherrera	ACTIVO	<a href="#">ELIMINAR</a>

### Agregar Usuario

Nombres:

Nickname:

Clave:

Repetir Clave:

[X CANCELAR](#) [GUARDAR](#)

### Borrar Usuario

¿Estas seguro en borrar los datos de?

**David Peñaherrera**

[X CANCELAR](#) [ACEPTAR](#)



# APLICACIÓN WEB: Transferencia de equipos y consumibles

1

**Agregar Transferencia** ✕

Empleado: DANIEL MARCELO VALLEJO BARRAGÁN

Inventario:

observacion: Mantenimiento DANEC 046

✕ CANCELAR
GUARDAR

3

Reporte de transferencias TAIMEC

ID	Fecha	Nombres	Apellidos	Retira	Cantidad	Marca	Modelo	Código	Observación	Estado
1	2021-11-05 10:53:58	Ángel Paul	Taiz Quintana	CORTADOR PLASMA	1	HYPERTHERM	POWERMAX 105	CPE001	montaje plantabal shop 2107	PROCESO CERRADO
2	2021-11-05 10:54:40	Ángel Paul	Taiz Quintana	LLAVE DE IMPACTO	1	DEWALT	DFC889P2	LIH001		PROCESO CERRADO
3	2021-11-05 10:55:36	Ángel Paul	Taiz Quintana	CORTADOR PLASMA	1	HYPERTHERM	POWERMAX 105	CPE001		PROCESO CERRADO
4	2021-11-05 11:25:52	Ángel Paul	Taiz Quintana	PULIDORA GRANDE	1	INGO	ANGLE GRINDER	PGH005	2103	PROCESO CERRADO
5	2021-11-06 16:39:33	Daniel	Recalde	SOLDADORA SMAW	1	INDURA	200PRO-2	SSE003		PROCESO CERRADO
6	2021-11-06 16:40:48	Daniel	Recalde	SOLDADORA SMAW	1	INDURA	200PRO-2	SSE003		PROCESO CERRADO
7	2021-11-06 16:41:14	Daniel	Recalde	SOLDADORA SMAW	1	BLUE BOX	MMA-300	SSE004		PROCESO CERRADO
8	2021-11-06 16:41:18	Daniel	Recalde	CORTADOR PLASMA	1	BLUE BOX	CUT60	CPE006		PROCESO CERRADO
9	2021-11-06 16:41:23	Daniel	Recalde	PULIDORA GRANDE	1	DEWALT	DWE491-B3	PGH006		PROCESO CERRADO
10	2021-11-06 16:42:27	Daniel	Recalde	SOLDADORA SMAW	1	BLUE BOX	MMA-300	SSE004		PROCESO CERRADO
11	2021-11-06 16:42:31	Daniel	Recalde	SOLDADORA SMAW	1	BLUE BOX	MMA-300	SSE004		PROCESO CERRADO
12	2021-11-06 16:42:35	Daniel	Recalde	TALADRO	1	S/N	S/N	TAH008		PROCESO CERRADO
13	2021-11-06 16:42:42	Daniel	Recalde	TECLE	1	CHAINBLOCK	TOTAL	TEE009		PROCESO CERRADO
14	2021-11-06 16:43:52	Daniel	Recalde	SOLDADORA SMAW	1	INDURA	200PRO-2	SSE003		PROCESO CERRADO
15	2021-11-06 17:36:14	Daniel	Recalde	CORTADOR PLASMA	1	HYPERTHERM	POWERMAX 105	CPE001		PROCESO CERRADO
16	2021-11-13 18:27:03	Daniel	Recalde	CORTADOR PLASMA	1	HYPERTHERM	POWERMAX 105	CPE001		PROCESO CERRADO
17	2021-11-13 19:48:48	Daniel	Recalde	CORTADOR PLASMA	1	BLUE BOX	CUT-60	CPE006		PROCESO CERRADO

1

## Entrada y Salida de Equipos y Herramientas

+ NUEVO REFRESCAR

2

Copiar Exportar Excel Exportar pdf Exportar csv impresión

3

Introduzca una palabra clave:

5

ID	Fecha	Nombres	Apellidos	Retira	Cantidad	Marca	Modelo	Código	Observación	Estado	Acción
1	2021-11-05 10:53:58	Ángel Paul	Taiz Quintana	CORTADOR PLASMA	1	HYPERTHERM	POWERMAX 105	CPE001	montaje plantabal shop 2107	PROCESO CERRADO	
2	2021-11-05 10:54:40	Ángel Paul	Taiz Quintana	LLAVE DE IMPACTO	1	DEWALT	DFC889P2	LIH001		PROCESO CERRADO	
3	2021-11-05 10:55:36	Ángel Paul	Taiz Quintana	CORTADOR PLASMA	1	HYPERTHERM	POWERMAX 105	CPE001		PROCESO ABIERTO	<span style="background-color: #dc3545; color: white; padding: 2px 5px; border: 1px solid #dc3545;">RECIBIR</span>
4	2021-11-05 11:25:52	Ángel Paul	Taiz Quintana	PULIDORA GRANDE	1	INGO	ANGLE GRINDER	PGH005	2103	PROCESO CERRADO	
5	2021-11-06 16:39:33	Daniel	Recalde	SOLDADORA SMAW	1	INDURA	200PRO-2	SSE003		PROCESO CERRADO	
6	2021-11-06 16:40:48	Daniel	Recalde	SOLDADORA SMAW	1	INDURA	200PRO-2	SSE003		PROCESO CERRADO	

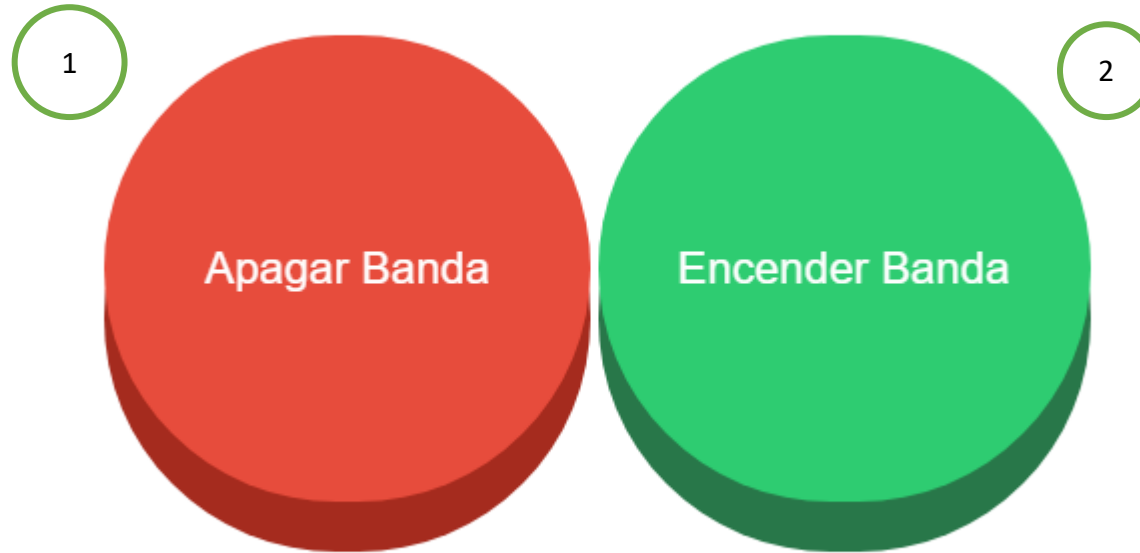
4

Showing 1 to 6 of 67 entries

Página anterior 1 2 3 4 5 ... 12 Siguiente página

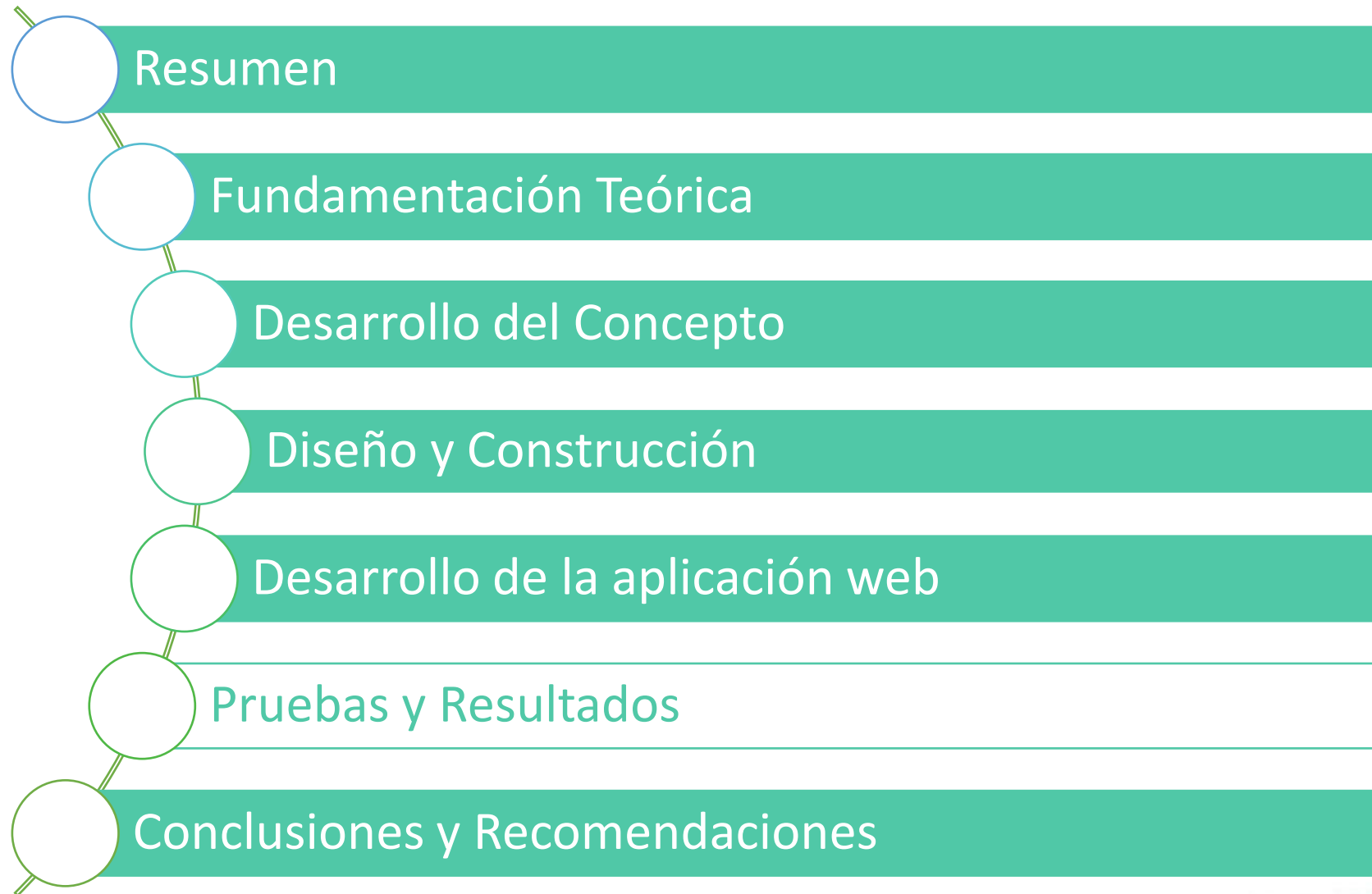


## Control Banda Transportadora



Banda Transportadora Apagada





**$H_0$  (Nula): Parámetros Independientes ( $x^2_{calculado} < x^2_{crítico}$ )**

El diseño e implementación de un sistema mecatrónico no disminuirá el tiempo en el registro y salida de herramientas y materiales utilizando un servidor web open source.

**$H_1$  (Alternativa): Parámetros Independientes ( $x^2_{calculado} < x^2_{crítico}$ )**

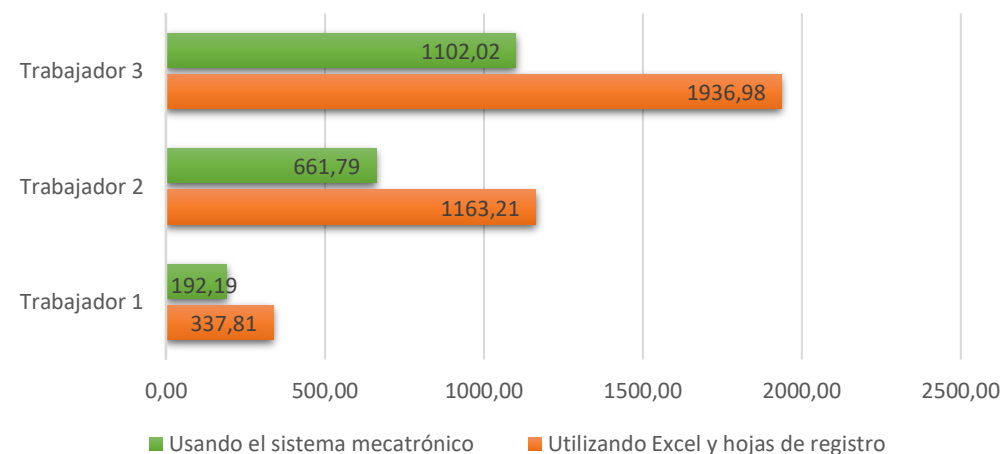
El diseño e implementación de un sistema mecatrónico disminuirá el tiempo en el registro y salida de herramientas y materiales utilizando un servidor web open source.

Tiempos de salida herramientas y equipos solicitados por un trabajador				
Metodología	Trabajador 1	Trabajador 2	Trabajador 3	Total
	5 herramientas Equipos	15 herramientas Equipos	25 herramientas Equipos	
Utilizando Excel y hojas de registro	311 <i>seg</i>	1174 <i>seg</i>	1953 <i>seg</i>	≈ 3438 <i>seg</i>
Usando el sistema mecatrónico	219 <i>seg</i>	651 <i>seg</i>	1086 <i>seg</i>	≈ 1956 <i>seg</i>
Total	≈ 530 <i>seg</i>	≈ 1825 <i>seg</i>	≈ 3039 <i>seg</i>	≈ 5394 <i>seg</i>

Frecuencias esperadas de la salida herramientas y equipos solicitados por un trabajador			
Metodología	Trabajador 1	Trabajador 2	Trabajador 3
	5 herramientas/ Equipos	15 herramientas/ Equipos	25 herramientas/ Equipos
Utilizando Excel y hojas de registro	337,81 <i>seg</i>	1163,21 <i>seg</i>	1936,98 <i>seg</i>
Usando el sistema mecatrónico	192,19 <i>seg</i>	661,79 <i>seg</i>	1102,02 <i>seg</i>



Tiempo en salida de herramientas y equipos (Menos es mejor)



Chi-cuadrado calculado				
Metodología	Trabajador 1	Trabajador 2	Trabajador 3	Total
	5 herramientas/ Equipos	15 herramientas/ Equipos	25 herramientas/ Equipos	
	Utilizando Excel y hojas de registro	2,13 seg	0,10 seg	
Usando el sistema mecatrónico	3,74 seg	0,18 seg	0,23 seg	≅ 4,15 seg
Total				≅ 6,51 seg

$$x^2_{calculado} > x^2_{crítico}$$

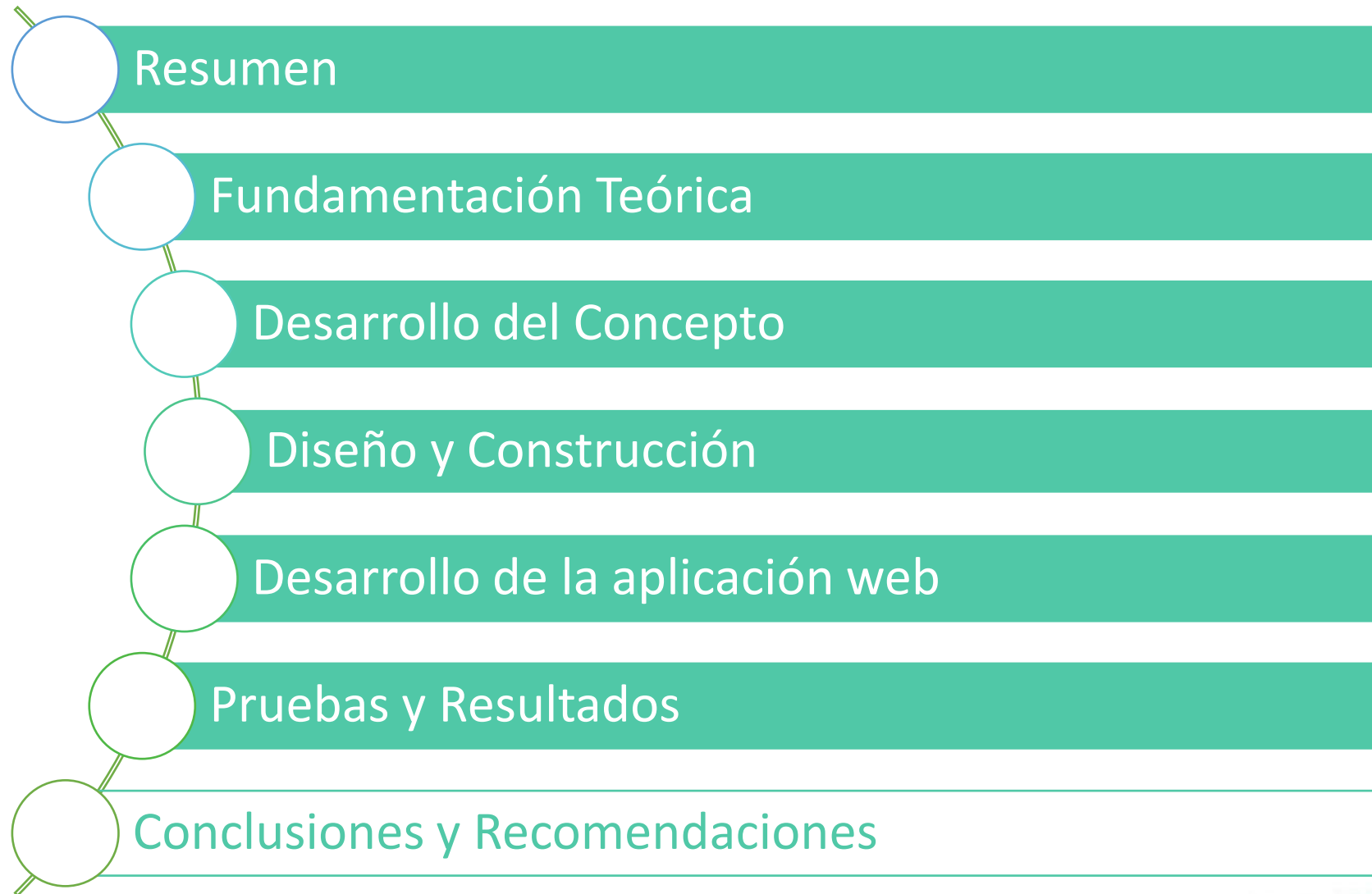
$$6,51 > 5,99$$

- Por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa:

El diseño e implementación de un sistema mecatrónico disminuirá el tiempo en el registro y salida de herramientas y materiales utilizando un servidor web open source.

DISTRIBUCION DE  $\chi^2$

Grados de libertad	Probabilidad										
	0,95	0,90	0,80	0,70	0,50	0,30	0,20	0,10	0,05	0,01	0,001
1	0,004	0,02	0,06	0,15	0,46	1,07	1,64	2,71	3,84	6,64	10,83
2	0,10	0,21	0,45	0,71	1,39	2,41	3,22	4,60	5,99	9,21	13,82
3	0,35	0,58	1,01	1,42	2,37	3,66	4,64	6,25	7,82	11,34	16,27
4	0,71	1,06	1,65	2,20	3,36	4,88	5,99	7,78	9,49	13,28	18,47
5	1,14	1,61	2,34	3,00	4,35	6,06	7,29	9,24	11,07	15,09	20,52
6	1,63	2,20	3,07	3,83	5,35	7,23	8,56	10,64	12,59	16,81	22,46
7	2,17	2,83	3,82	4,67	6,35	8,38	9,80	12,02	14,07	18,48	24,32
8	2,73	3,49	4,59	5,53	7,34	9,52	11,03	13,36	15,51	20,09	26,12
9	3,32	4,17	5,38	6,39	8,34	10,66	12,24	14,68	16,92	21,67	27,88
10	3,94	4,86	6,18	7,27	9,34	11,78	13,44	15,99	18,31	23,21	29,59
No significativo									Significativo		



- Se implementó el servidor web Open Source Apache, el cual es un servidor seguro, confiable y el más popular en todo el mundo desde 1996. Para gestionar los datos de la bodega se utilizó el gestor de datos MariaDB ya que se encuentra primero en la lista de desarrolladores de aplicaciones web, con una aceptación del 50.18% en la comunidad. Para monitorear remotamente se utilizó la configuración Intranet para que solo el personal autorizado pueda manejar el sistema mecatrónico dentro de la empresa.
- Como se explicó anteriormente la salida de material ha sido uno de los problemas en cuestión de tiempo y traslado. Para ello se programó un generador de códigos QR en la aplicación web, gracias a ello se nombran a todos los equipos y herramientas, permitiendo una mayor fluidez al momento de realizar salidas de inventario.

- Se diseñó y construyó una banda transportadora la cual mejora la fluidez en la salida de materiales. Todo el sistema mecatrónico reduce un 50% el tiempo de salida de estos, ayudando a movilizarse más rápido a sus respectivos clientes cuando se presentan mantenimientos, trabajos, visitas técnicas, entre otros.
- Se implementó una aplicación web mediante el lenguaje de alto nivel PHP, el cual es uno de los más cómodos y fáciles para enlazar el gestor de base de datos y el servidor web de manera eficaz. Dentro de la aplicación web se encuentran los datos de equipos, usuarios, herramientas, control de la banda transportadora y registro/salida de herramientas, equipos y consumibles. Gracias a esto el inventario de bodega se mantiene de forma ordenada mediante una interfaz amigable con el usuario.



- El usuario tiene la opción de descargar el reporte de entradas y salidas realizado diariamente o cuando desee. Esto permite transparencia al momento de solicitar las herramientas, ya que se especifica los nombres y apellidos del solicitante, el equipo o herramienta con sus respectivas características técnicas. Además, esta función cuenta con un sistema de filtrado para descargar solo los registros que el usuario desee.
- Para pruebas de funcionamiento se ha ensayado la salida de 45 herramientas y equipos. Convencionalmente el proceso demoraba 57 minutos con 18 segundos aproximadamente. Con el sistema mecatrónico implementado la salida de herramientas y equipos se reduce en un total aproximado de 32 minutos y 36 segundos. Aproximadamente se reduce media hora que para la empresa resulta importante en producción, tiempos y traslados

- La Raspberry Pi 3B+ tiene un almacenamiento de 64GB hasta el momento la aplicación web está utilizando 6GB de almacenamiento lo que implica que a medida que se siga utilizando el sistema mecatrónico llegará a un punto de llenarse. Lo que significa que en un futuro se deberá comprar una microSD de mayor capacidad.
- La aplicación web tiene como objetivo solo el control y monitoreo de entrada y salida de materiales y herramientas por lo cual, si la empresa requiere una función contable o alguna otra será necesario adquirir los servicios de pago como Digital Ocean, AWS, Google Cloud, Azure, entre otros. Donde el poder de procesamiento es elevado para funciones contables, administrativas y almacenamiento.

- Cada vez que se adquieran herramientas nuevas es necesario que el bodeguero las etiquete para mantener un control de inventario y disminuir los tiempos de salida de los equipos y herramientas. Los softwares utilizados y consejos se encuentran en el manual de usuario (Apéndice D). Así el usuario se mantendrá capacitado ante cualquier duda o falla.
- Para aumentar la velocidad de la banda transportadora es recomendable que utilicen un variador de frecuencia y un motor de más RPM. Así mismo con la lectura de los equipos, herramientas y consumibles, es recomendable utilizar un lector de códigos profesional para mejorar el tiempo de reconocimiento QR.

- Es recomendable realizar una copia de seguridad de los datos almacenados en la Raspberry Pi cada 4 meses, con esto se asegura de proteger los datos ante cualquier falla o sobrecarga del sistema. Por ello es obligatorio utilizar la fuente de alimentación de fábrica de 5V y 2.5A esto evitará cualquier percance, pero por motivos de seguridad la copia de seguridad es la mejor opción. En el apéndice E se presenta la capacitación que se brindó a la Empresa TAIMEC.



TAIMEC CIA. LTDA. OFICIO No 70-2021  
Santo Domingo, 07 de diciembre del 2021

## ACTA DE CONFORMIDAD

En la ciudad de Santo Domingo de los Colorados a los siete días del mes de diciembre. Yo Daniel Recalde Villalba en calidad de Presidente de TAIMEC CIA. LTDA., RUC: 2390041724001, recibo a entera satisfacción en representación de la empresa el "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA MECATRÓNICO PARA EL CONTROL DE INVENTARIO Y MONITOREO DE ENTRADA Y SALIDA DE HERRAMIENTAS Y MATERIALES UTILIZANDO UN SERVIDOR WEB OPEN SOURCE PARA LA EMPRESA TAIMEC CIA. LTDA.", realizado por el estudiante egresado, Salazar Vaca Juan Carlos portador de la cédula 1716529589.

Dejo constancia que el proyecto recibido ha cumplido con los objetivos, expectativas, plazo y requerimientos solicitados al estudiante.

Atentamente.

**DANIEL RECALDE**  
Ing. Mecánico

Ing. Daniel Recalde Villalba,  
Presidente de TAIMEC CIA. LTDA

km. 12.5, vía Quevedo margen izquierdo  
Santo Domingo de los Tsáchilas-Ecuador

Teléfono +(593) 98021088 / +(593) 98638948  
www.taimec.edu.ec



Santo Domingo, 03 de diciembre del 2021

## CAPACITACION DEL FUNCIONAMIENTO Y USO DEL SISTEMA MECATRONICO

En la ciudad de Santo domingo a los seis días del mes de diciembre del 2021, se manifiesta la celebración de la presente capacitación, por una parte, TAIMEC CIA. LTDA., RUC. 2390041724001, representada por el Ing. Daniel Recalde, y por la otra, por sus propios derechos el señor Juan Carlos Salazar Vaca portador de la cédula 1716529589 egresado de la Facultad de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga, convienen en suscribir la siguiente capacitación.

- Aprender como conectar y encender el sistema mecatrónico
- Buscar la dirección IP del sistema mecatrónico y conectarse a dicha dirección en una dirección.
- Explicar la funcionalidad de cada pestaña del sistema mecatrónico y las funciones de cada usuario.
- Manifiestar las recomendaciones para una mayor vida útil del sistema mecatrónico.

Declarado esto se entrega el siguiente proyecto al Ing. Daniel Vallejo portador de la cédula 2300119050 para manejar las transferencias de entradas y salidas de equipos, herramientas y consumibles. Dichas herramientas fueron etiquetadas según el archivo "INVENTARIO DE HERRAMIENTAS DANIEL VALLEJO 28 09 21" para mejorar su velocidad de identificación.

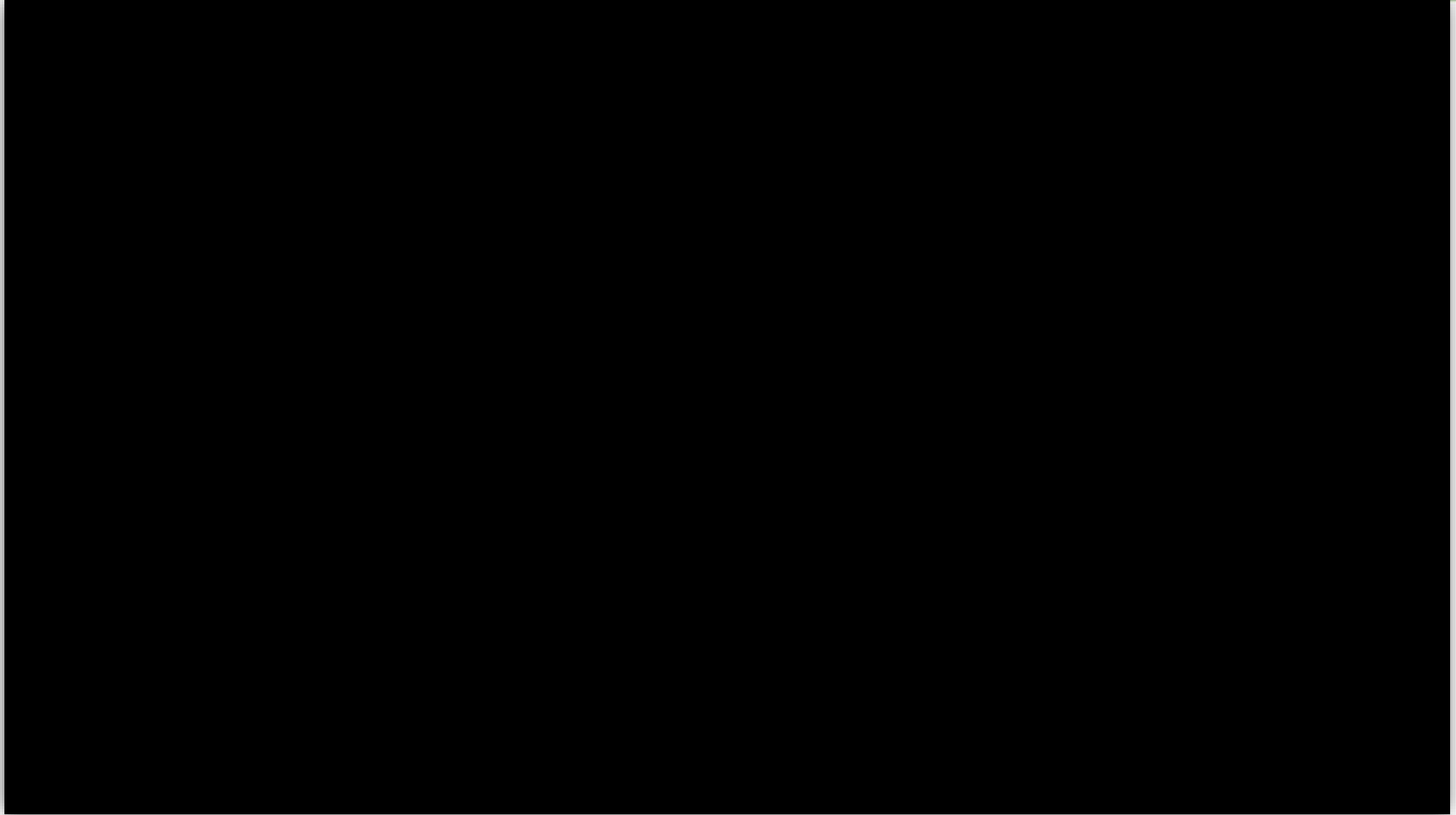
Recibió conforme:

Ing. Daniel Recalde  
Cofundador  
CI: 1719730705  
TAIMEC CIA LTDA

Ing. David Peñaherrera  
Cofundador  
CI: 1715231013  
TAIMEC CIA LTDA



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



Gracias por su atención